

# Betonelementtitehtaan sisäinen logistiikka tehdashallilaajennuksen aikana

Betonelementtien siirrot, varastointi ja kuormaus

Salla Naukkarinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Naukkarinen, Salla	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 21.05.2015
	Sivumäärä 90	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( )	Verkojulkaisulupa myönnetty ( x )
Työn nimi <b>Betonelementtitehtaan sisäinen logistiikka tehdashallilaaajennuksen aikana - Betonelementtien siirrot, varastointi ja kuormaus</b>		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Jukka Konttinen, lehtori		
Toimeksiantaja(t) MH-Betoni Oy Henri Sahlman, toimitusjohtaja		
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>MH-Betoni Oy:n tavoitteena on lisätä betonelementtien varastointitilaa sisätiloissa laajentamalla kahta tehdashallia. Tällä hetkellä tilan puute aiheuttaa ylimääräisiä materiaalien ja elementtien siirtoja, joten varastointikapasiteetin kasvun lisäksi tehdaslaajennus parantaisi työympäristöä ja loisi edellytyksiä tehtaan materiaalivirtojen parantamiselle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä erilaisia ratkaisuja tehtaan sisäisen logistiikan järjestämiseen rakennushankkeen aikana. Suurimpia haasteita ovat elementtien siirrot tehdashallien sisällä, kuormauspaikkojen valinta sekä rakennusvaiheiden rytmitys.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteen saavuttamiseksi tutkittiin työtehtäviä, jotka sisältävät elementtien siirtoja, varastointia ja kuormausa. Näitä toimintoja sisältäviä työtehtäviä löytyi kolme: irrotus, viimeistely/paikkaus ja kuormaus. Lisäksi työtehtävistä tehtiin yksityiskohtaiset prosessikuvaukset. Prosessikuvauksiin tiedot kerättiin haastatteleamalla ja havainnoimalla työntekijöitä sekä haastatteleamalla vastaavaa työnjohtajaa. Käytössä olivat myös aikaisemmin tehdyt työohjeet ja -kuvaukset. Elementtivarastoista tehtiin tilakuvaus, jossa on kuvattu tilat, varastointikapasiteetit ja nostokalustot. Tilakuvaukseen liitettiin myös elementtien siirtoihin käytetyt yleiset siirtoreitit sekä muiden materiaalien kuljetusreitit.</p> <p>Rakennushankkeen rakennusvaiheiden kestot laskettiin Ratu -työmenekkien mukaan. Rakennusvaiheet rytmitettiin laajennettavien tehdashallien kesken ja koko rakennushankkeen kesto kuvattiin jana-aikatauluna. Rakennusvaiheiden kestojen lähtötietoina käytettiin entisen toimitusjohtajan, Markku Pesun, laskemia materiaalimenekkejä. Laskettuja työsaavutuksia verrattiin Markku Pesun tekemään elementtiasennussuunnitelmassa oleviin työsaavutuksiin sekä vuonna 2008 tehtyyn tehdaslaajennukseen.</p> <p>Rakennushankkeen ajankohta ei ole vielä tiedossa, joten tarkkojen suunnitelmien tekeminen on lähes mahdotonta. Opinnäytetyössä jouduttiin tekemään paljon oletuksia ja käyttämään elementtien valmistus- ja varastointimäärissä keskiarvoja. Vaikka rakennusvaiheiden rytmitys poikkesi Markku Pesun tekemästä suunnitelmasta, tulosten avulla voidaan varautua rakennushankkeen aikana esiintyviin ongelmakohtiin. Opinnäytetyössä tehdyt prosessikuvaukset liitetään yrityksen laatukäsikirjaan ja niitä voidaan käyttää jatkossa muiden prosessien kuvaamisen apuna.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Rakennustekniikka, prosessi, prosessikuvaus, tilakuvaus, turvalliset siirrot		
Muut tiedot		



Author(s) Naukkarinen, Salla	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 21.05.2015
	Pages 90	Language Finnish
	Confidential ( )	Permission for web publication ( x)
Title <b>Concrete element factory's internal logistics during factory hall expansion</b> - Transfers, storage and loading of concrete elements		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) Jukka Konttinen, Senior Lecturer		
Assigned by MH-Betoni Inc. Henri Sahlman, CEO		
<p>Abstract</p> <p>MH-Betoni's aim is to augment the indoor storage facilities of concrete elements by extending two factory halls. At the moment additional transfers of materials and concrete elements are needed due to lack of space, thus, in addition to storage capacity growth, factory extension would improve the working environment and create better conditions for improving the factory's material flow. The purpose of this thesis was to look for different ways to organize the factory's internal logistics during the construction project. The major challenges were transferring of elements inside the factory halls, choosing loading sites and timing the construction phases.</p> <p>To achieve the thesis objective tasks including transfer, storage and loading of elements were researched. There were three such tasks: detaching, finishing/repairing and loading. A more detailed picture of the tasks was given in the form of process descriptions. The data was collected by interviewing and observing the workers and interviewing the corresponding supervisors. Previously made work instructions and descriptions were also put to use. An area description of the storage facility of the concrete elements is also included in the thesis. It contains the facilities, storage capacities, lifting equipment and the common transport routes for concrete elements and other materials.</p> <p>The durations of the construction phases were calculated according to given data from the former CEO. The timing was compared with the former CEO's elements installation plan as well as with the extension of the factory in 2008.</p> <p>Because it is not yet known when the construction project will take place, the results are based on assumptions and averages; however, the results of the thesis can be used when preparing for possible problems during future construction. In addition, given process descriptions can be attached to the company's quality manual and be used as an example when new process descriptions are made.</p>		
Keywords Civil Engineering, process, process description, area description, safe transfers of elements		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT</b> .....	<b>4</b>
1.1	Tehdaslaajennuksen merkitys .....	4
1.2	Opinnäytetyön tausta.....	4
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet.....	5
<b>2</b>	<b>MH-BETONI OY</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LOGISTIIKKA</b> .....	<b>6</b>
3.1	Logistiikan merkitys.....	6
3.2	Logistiikka hyödyn ja arvon lisääjänä .....	7
3.3	Logistiikka teollisissa tuotantoympäristöissä .....	8
3.4	Tilasuunnittelun tehtävä logistiikassa .....	8
<b>4</b>	<b>TURVALLISET SIIRROT</b> .....	<b>9</b>
4.1	Siirtojen turvallisuusanalyysi .....	9
4.2	Nostoapuvälineet .....	11
4.3	Nosturin turvallinen käyttö .....	12
4.4	Ajoneuvonosturi .....	13
4.5	Kuljetustapaturmat ja niiden torjunta .....	14
<b>5</b>	<b>PROSESSIKUVAUS</b> .....	<b>16</b>
5.1	Prosessikuvausten käyttökohteet .....	16
5.2	Prosessien kehittämisen lähtökohdat .....	16
5.3	Prosessin kuvaamisen vaiheet.....	17
5.4	Prosessin kuvaaminen ja kuvaustasot.....	18
5.4.2	Prosessikartta .....	19
5.4.3	Toimintamalli .....	19
5.4.4	Prosessin kulku .....	20
5.4.5	Työn kulku.....	21
<b>6</b>	<b>TUTKIMUKSEN TOTEUTUS</b> .....	<b>23</b>
6.1	Tutkimuksen toteutuksen lähtökohdat.....	23
6.2	Haastattelut.....	25
6.3	Havainnointi .....	26
6.4	Prosessikuvaus.....	27
6.5	Tilakuvaus .....	29
<b>7</b>	<b>MH-BETONI OY:N PROSESSIKUVAUKSET</b> .....	<b>30</b>
7.1	MH-Betoni Oy:n ydinprosessit .....	30
7.1.1	Valmistus .....	31
7.1.2	Kuljetus .....	32
7.2	MH-Betoni Oy:n osaproessit.....	33
7.2.1	Irrotus .....	33
7.2.2	Viimeistely/paikkaus.....	37
7.2.3	Kuormaus.....	40
<b>8</b>	<b>ELEMENTTIEN SIIRTOREITIT JA ELEMENTTIVARASTOT</b> .....	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>TEHDASLAAJENNUS JA TYÖSAAVUTUKSET</b> .....	<b>45</b>
9.1	Tehdaslaajennuksen lähtökohdat .....	45
9.2	Vanhan ulkovaraston purku ja maatyttö.....	46
9.3	Kaivu-, täyttö- ja perustustyöt.....	46

9.4 Elementtityöt.....	48
9.5 Muut työt.....	50
<b>10 TEHTAAN SISÄISEN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU .....</b>	<b>51</b>
10.1 Suunnittelun lähtökohdat .....	51
10.2 Rakennusvaiheiden suunnittelu ja rytmitys.....	51
10.3 Tuotanto .....	54
10.4 Siirrot .....	55
10.5 Kuormaus .....	56
10.6 Elementtivarastot.....	57
<b>11 POHDINTA .....</b>	<b>59</b>
11.1 Opinnäytetyön aikataulu ja toteutus .....	59
11.2 Opinnäytetyön tulokset ja niiden luotettavuus .....	60
11.3 Opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen.....	61
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>62</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>63</b>
Liite 1. Prosessikuvauksessa käytettävät symbolit.....	63
Liite 2. Prosessin perustietolomake .....	65
Liite 3. Prosessin selvityslomake .....	66
Liite 4. Irrotuksen perustietolomake .....	67
Liite 5. Irrotuksen selvityslomake.....	69
Liite 6. Viimeistely/paikkaus perustietolomake .....	74
Liite 7. Viimeistely/paikkaus selvityslomake .....	76
Liite 8. Kuormauksen perustietolomake .....	81
Liite 9. Kuormauksen selvityslomake .....	83
Liite 10. II- ja III-hallien laajennus, materiaalimenekit (Markku Pesu).....	87
Liite 11. Elementtien asennusaikataulu (Markku Pesu).....	88
Liite 12. Vuonna 2008 tehdyn tehdashallilaajennuksen aikataulu .....	89
Liite 13. Rakennusvaiheiden kestot ja rytmitys (Ratu -menekit) .....	90

## KUVIOT

Kuvio 1. Organisaatiokaavio MH-Betoni Oy .....	6
Kuvio 2. Työturvallisuuden tason määräytyminen .....	15
Kuvio 3. Prosessin kuvaamisen vaiheet.....	17
Kuvio 4. Prosessien kuvaamistasot .....	18
Kuvio 5. Esimerkki prosessikartasta .....	19
Kuvio 6. Esimerkki toimintamallikaaviosta.....	20
Kuvio 7. Esimerkki prosessin kulku -kaaviosta .....	21
Kuvio 8. Esimerkki työnkulkukaaviosta .....	22
Kuvio 9. MH-Betoni Oy:n prosessikartta .....	30
Kuvio 10. Valmistuksen toimintakaavio .....	31
Kuvio 11. Irrotuksen prosessikaavio.....	36
Kuvio 12. Viimeistelyn/paikkauksen prosessikaavio .....	39
Kuvio 13. Kuljetuksen toimintamallikaavio .....	32
Kuvio 14. Kuormauksen prosessikaavio .....	42
Kuvio 15. I-IV hallien varastot ja elementtien siirrot .....	44
Kuvio 16. Nykyiset elementtivarastot ja laajennettava osa.....	46

## TAULUKOT

Taulukko 1. Nostoapuvälineiden turvallinen käyttö .....	12
Taulukko 2. Kuljetusjärjestelmän osatekijät, turvallisuusominaisuudet ja torjuntaratkaisut .....	15
Taulukko 3. Kaivu-, täyttö- ja perustustöiden töiden kestot .....	47
Taulukko 4. Ratu-työmenekkien mukaiset työsaavutukset ja -kestot.....	48
Taulukko 5. Laajennuksien elementtimäärät.....	48
Taulukko 6. Elementtiasennuksen Ratu -työmenekit, -saavutukset ja -kestot .....	49
Taulukko 7. Työsaavutusten vertailu .....	50
Taulukko 8. Maatöiden ja anturoiden asennuksen kestot.....	52
Taulukko 9. Rungon asennuksen kestot.....	53
Taulukko 10. Sokkeli- ja seinäelementtien asennus sekä ulkotäytöt ja tiivistykset ....	53
Taulukko 11. Ulkotäytön sekä tehdashallin lattian jana-aikataulu .....	54

# 1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Tehdaslaajennuksen merkitys

Erilaiset investoinnit ja yrityksen kehittäminen antavat myönteisen kuvan yrityksen toiminta- ja kilpailukyvyistä. Ulkoisen kuvan parantamisen lisäksi tärkeää on yrityksen kehittämisen ja investointien vaikutus työyhteisöön. Kun työyhteisö tuntee, että toiminnan jatkumiseen uskotaan ja sitä halutaan kehittää, työhön sitoutuminen, hyvinvointi ja sitä kautta työteho paranevat. Tätä ketjua tukevat myös erilaisten tutkimusten tulokset, joiden mukaan henkilöstön tyytyväisyydellä on suuri vaikutus organisaation menestymiseen ja kilpailukykyyn. Kaikki lähtee liikkeelle yrityksen sisältä ja siitä, minkälaiset resurssit pystytään luomaan toiminnalle ja miten se vaikuttaa työyhteisön asenteisiin ja työhön suhtautumiseen.

MH-Betoni Oy:n tavoitteena on lisätä betonielementtien varastointitilaa sisätiloissa. Varastointikapasiteetin kasvun lisäksi tehdaslaajennus parantaisi työympäristöä ja loisi edellytyksiä tehtaan materiaalivirtojen parantamiselle. Tällä hetkellä ongelmana on ollut erilaisten työtilojen puuttuminen ja ahtausta elementtivarastoissa, mikä vaikuttaa suuresti työturvallisuuteen ja työntekijöiden viihtyvyyteen. Yksi suurimmista ongelmista ovat myös materiaalien ja elementtien ylimääräiset siirrot tilan puutteen vuoksi. Nämä edellä mainitut tekijät vaikuttavat työn tehokkuuteen ja joustavuuteen, joilla on taloudellisia merkityksiä. Kaikkien ylimääräisten siirtojen minimoiminen on niin organisaation kuin työntekijöiden edun mukaista.

## 1.2 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi MH-Betoni Oy, jossa suoritin toisen työharjoittelujaksoni kesällä 2014. Aihe muodostui toimeksiantajan tarpeesta suunnitella betonielementtien varastointitilaa ja kuormausta uudelleen mahdollisen tehdaslaajennuksen aikana. Tehdaslaajennusta ei välttämättä tulla toteuttamaan vielä lähiaikoina, mutta aihetta on tärkeä tutkia hyvissä ajoin ennen toteutusta.

Aihe oli mielenkiintoinen ja haastava. Tehtaan on toimittava koko rakennushankkeen ajan ja betonielementit on saatava viimeistelyä, tarkastettua, varastoitua ja kuormattua turvallisesti ja mahdollisimman tehokkaasti. Kuormauksen on sujuttava ripeästi myös taloudellisista syistä. Koska tehdashallia laajennetaan varastointi- ja kuormauspaikan kohdalta, nykyinen varastointitila pienenee ja kuormauspaikkaa joudutaan vaihtamaan rakennushankkeen aikana.

### **1.3 Opinnäytetyön tavoitteet**

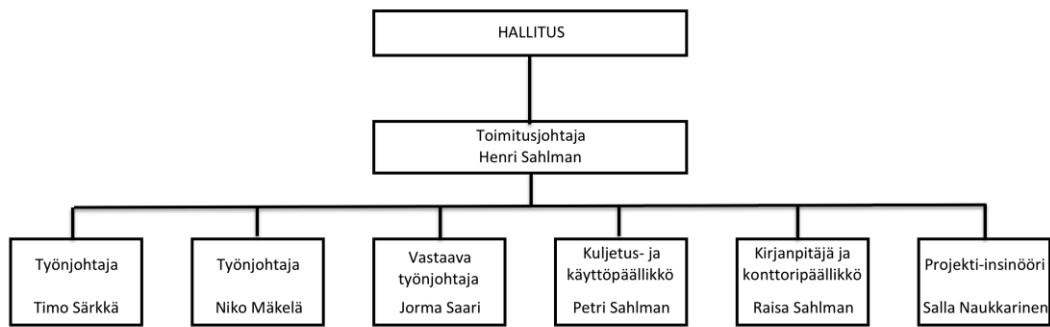
Tavoitteena oli kartoittaa ja suunnitella betonielementeille riittävä varastointitila sekä suunnitella kuormaus rakennusvaiheiden mukaan. Varastointi- ja kuormauspaikkaa joudutaan todennäköisesti vaihtamaan rakennushankkeen eri vaiheissa, joten työssä oli määritettävä myös rakennushankkeen eri vaiheet ja kestot. Näiden pohjalta luotiin alustava ja karkea aikataulu.

Tavoitteena oli kuvata nykyiset elementtien siirrot sekä varastointi- ja kuormauspaikat, jotka sijaitsevat tehtaan laajennettavissa osissa. Riittävät tiedot nykyisestä tilasta ja sisäisestä logistiikasta saatiin hyödyntämällä yrityksen laatukäsikirjassa olevia työohjeita, kartoittamalla eri virrat ja kulkureitit hallissa ja kuvaamalla prosessit, jotka sisältävät elementtien siirtoja. Prosessikuvauksen ja rakennushankkeen laajuuden mukaan suunniteltiin tarvittavat toiminnot ja paikat.

## **2 MH-BETONI OY**

MH-Betoni Oy on betonisiin seinäelementteihin erikoistunut perheyritys, joka on perustettu vuonna 1934 (MH-Betoni Oy 2014). Yritys sijaitsee Toivakassa ja työllistää tällä hetkellä noin 70 henkilöä. Suurimman osan yrityksestä omistaa Kiinteistöyhtymä Sahlman (62,5 %) ja loput Lujabetoni Oy (37,5 %). Organisaatiokaaviosta (ks. kuvio 1) näkyy yrityksen rakenne. Hallituksen puheenjohtajana toimii Mika Sahlman ja yrityksen toimitusjohtaja on Henri Sahlman.





**Kuvio 1. Organisaatiokaavio MH-Betoni Oy**

MH-Betoni Oy valmistaa enimmäkseen seinäelementtejä teollisuus- ja toimitiloihin. Aikaisemmin yritys on valmistanut elementtejä myös infrarakentamisen tarpeisiin. Yrityksen päätuotteita ovat betoniset julkisivuelementit, joiden pintavaihtoehtoina ovat tilaajan valinnan mukaan eri väriset hienopesu- ja pesubetonipinnat, tiili-, klinkkeri- tai luonnonkivilaattapinnat, sileävalupinnat, profiilipinnat sekä erilaiset graafiset pinnat. Muita tuotantoon kuuluvia tuotteita ovat väliseinäelementit sekä jännittämättömät teräsbetonipilarit, -palkit ja -laatat. (MH-Betoni Oy 2004.)

### 3 LOGISTIIKKA

#### 3.1 Logistiikan merkitys

Logistiikalla kuvataan materiaalien hyödykkeiden koordinoititehtäviä. Se on muodostunut materiaali- ja kuljetustalouden seurauksena. Sitä voidaan kuvata tarkemmin myös materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen kokonaisvaltaisena johtamisena ja kehittämisenä. Logistiikkaan voidaan liittää myös huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden hallinta. (Karrus 2001, 12-13.)

Opinnäytetyössä käsitellään tehtaan sisäistä logistiikkaa, jossa toimintojen sujuvuus ja järjestelyt ovat tärkeässä asemassa. Mahdolliset tavoite-, työnkuva- ja kommunikatoristiriidat tulisi minimoida yrityksen sisäisten toimintojen välillä (Karrus 2001,

12-13). Tilojen käytön suunnittelulla ja oikealla sijoittelulla voidaan myös parantaa toimintaympäristön tehokkuutta ja sujuvuutta.

Karruksen (2001, 12-13) mukaan on havaittu, että merkittävää toiminnan tehostumista voidaan saada aikaan tarkastelemalla toimintaa toimintaprosessin kautta yhtenä kokonaisuutena. Tämä kokonaisuuden tarkastelu käsittää kaikki ne ketjut, joita tarvitaan hankinnassa, tuotannossa ja jakelussa. Opinnäytetyössä toimintaprosessit ja -ketjut rajattiin betonielementtien nostoihin, siirtoihin, varastointiin ja kuormaukseen. Elementit varastoidaan kampafakeissa sekä tehtaan sisällä että ulkona.

### **3.2 Logistiikka hyödyn ja arvon lisääjänä**

Logistiikalla pyritään vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Tämä vaatii hyvää tuotteen tai palvelun ja siihen liittyvän tiedon ja rahan hallintaa organisaatiossa. (Logistiikka ja toimitusketju n.d.) Perusulottuvuuksia, joihin logistiikalla pyritään vaikuttamaan, ovat aika, paikka ja muoto sekä näiden hallinta. Logistiikalla vaikutetaan ennen kaikkea aika- ja paikkahyötyihin ja tuotannolla vaikutetaan ensisijaisesti muotoon. (Karrus 2001, 26-27.)

Arvon lisäystä ja erilaisia hyötyjä voidaan tavoitella kaikkien perusulottuvuuksien suhteen. Samalla on mahdollista, että muodostuu lisäkustannuksia. Tuotannossa jokainen tavaran käsittely ja pysähdys lisäävät kuitenkin kustannuksia eikä tuotteen arvo nouse kuin hyvin harvinaisissa poikkeustapauksissa. (Karrus 2001, 26-27.)

Logistiikassa puhutaan eri virroista, joilla tarkoitetaan materiaali-, pääoma-, kierräty- ja tietovirtoja sekä tiedon saatavilla oloa. Näiden virtojen tunnistaminen, hallinta ja tehokas hyödyntäminen yhdessä varojen kanssa on yksi logistiikan suurimmista haasteista. Nopeutuneet virrat ja informaation parempi saatavuus pienentävät riskejä ja sulkevat suuren osan aikaan ja määriin liittyvistä epävarmuuksista pois. Virtojen nopeus vaikuttaa myös sidottuun pääomaan. Mitä nopeampi on virtojen läpimeno, sen nopeampi on pääoman kierto ja sitä vähemmän on sidottua pääomaa. (Karrus 2001, 28.)

### 3.3 Logistiikka teollisissa tuotantoympäristöissä

Teollisessa ympäristössä puhutaan tulologistiikasta, tuotantoyksikön sisäisestä logistiikasta ja lähtölogistiikasta (Karrus 2001, 72). Opinnäytetyössä keskitytään tuotantoyksikön sisäiseen logistiikkaan, jossa koordinointi yhdessä tuotannon suunnittelun ja ohjauksen kanssa on tarpeen tuotannon sujuvuuden takaamiseksi.

Teollisessa ympäristössä logistiikan tärkeä tehtävä on varmistaa tarvittavien materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantoa varten, tehostaa tuotannon sisäisten tavavirtojen hallintaa ja ohjausta ja hoitaa valmiiden tuotteiden varastointi ja siirto ketjussa seuraavaan vaiheeseen (Karrus 2001, 72). Betonielementtitehtaassa sisäisen logistiikan tärkeimpiä tehtäviä ovat tuotannon sujuvuus ja turvallisuus. Samaan aikaan kun hallissa työskennellään, nostellaan ja liikutellaan siltanostureilla painavia taakkoja kuten betonielementtejä, valukuuppaa ja verkkoja.

### 3.4 Tilasuunnittelun tehtävä logistiikassa

Tuotannollinen yksikkö on ensisijaisesti suunniteltava tehokkaaksi tuotantoympäristöksi, johon hyvällä tilasuunnittelulla voidaan vaikuttaa (Karrus 2001, 141). Tämän lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon työturvallisuuslaissa (L23.8.2002/738) määritetyt säädökset. Työnantajan on huolehdittava siitä, että suunnittelussa otetaan huomioon työympäristön rakenteiden, työtilojen, työ- tai tuotantomenetelmien ja työssä käytettävien koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden sekä terveydelle vaarallisten aineiden käytön soveltuvuus aiottuun tarkoitukseen ja näin taattava työntekijöiden turvallisuus ja terveys. (L23.8.2002/738 2 luku 12 §.)

Tilasuunnittelu vaikuttaa yksikön toimivuuden lisäksi investointi- ja käyttökustannuksiin. Hyvin toimiva tila auttaa logistiikan hallintaa. Tilasuunnitelmaan yleisesti vaikuttavia tekijöitä ovat mm. joustavuus ja monikäyttöisyys, työn ja materiaalinkäsittelyn sujuvuus, tilan käyttö sekä järjestyksen ylläpidon helppous. Muita tärkeitä tekijöitä ovat työolosuhteet ja turvallisuus, valvonnan helppous, kaluston käytettävyys ja kapasiteettitarpeen mukaisuus sekä investoinnin pääomatarve, takaisinmaksu, säästöt, kannattavuus ja jäännösarvo. (Karrus 2001, 141-142.) Näitä tilasuunnittelun periaat-

teita voidaan hyödyntää myös rakennushankkeen aikana. Vaikka suunniteltava tila on tilapäinen, sen tulee täyttää sujuvuudeltaan ja turvallisuudeltaan samat kriteerit kuin varsinaisenkin tilan.

Tilasuunnittelun tyypillisiä tavoitteita ovat mm. kalusto- ja laiteinvestointien minimointi, tuotannon läpimenoajan minimointi, tilan maksimaalinen hyötykäyttö sekä työntekijöiden viihtyvyys ja turvallisuus. Myös tilojen ja toimintojen uudelleenjärjestettävyys, materiaalien käsittelykustannusten minimointi sekä materiaalikäsittelylaitteiston standardisointi ja tuotantoprosessin tukeminen ovat suunnittelussa olennaisia. (Karrus 2001, 142.) Nämä tavoitteet voidaan saavuttaa työpisteiden ja varastojen oikealla sijoittamisella, minimoimalla materiaalien ja tuotteiden kuljetuskerrat sekä kuljettamisesta syntyvät matkat. Tilasuunnittelussa pitää ottaa huomioon paitsi tuotantolaitteet ja varasto, myös tehtaan sisäisten palvelujen paikat. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 482.)

Suunnittelu aloitetaan kaaviolla, johon kuvataan yksittäisten tuotantoprosessien raaka-aineiden ja komponenttien virta sekä niiden siirtyminen ja jalostuminen lopputuotteeksi. Kaavioon lisätään vaiheittain laitteistokuvauksia, liikkuma-alueita ja mahdollisia varastointitiloja, kunnes on tarkka mielikuva fyysisen tilantarpeen eri osista. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat mm. ulkoisen kuljettamisen tarve, toimenpiteiden määrä ja järjestys, osakokoonpanojen ja tuotettavien yksiköiden määrä, vaiheesta toiseen tapahtuvat siirrot, tilan laajuus ja muoto, tuotantopisteiden sijainti, eri osastojen erityistarpeet sekä varastot ja itse rakennus. (Karrus 2001, 142-143.)

## **4 TURVALLISET SIIRROT**

### **4.1 Siirtojen turvallisuusanalyysi**

Työturvallisuuslaissa (L23.8.2002/738) määritellään työnantajan velvollisuuksia koskien työpaikan sisäistä liikennettä ja tavaroiden siirtämistä. Tavarantoimitukset, nostot, kuljetukset, käsittely ja varastointi sekä tavarantoimitus- ja kuormauspaikat on suunniteltava ja järjestettävä siten, että nosto- ja siirtolaitteista tai tavarantoimituksista tai putoami-

sesta ei aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.  
(L23.8.2002/738 5 luku 35§.)

Jotta työturvallisuutta voidaan alkaa kehittämään ja parantamaan, on ymmärrettävä, mistä järjestelmien osatekijät koostuvat ja niiden keskinäiset vuorovaikutukset. Sisäisen kuljetusjärjestelmän osatekijöitä ovat kuljetusvälineet, työntekijät, siirrettävät tavarat, työpaikka ja kuljetustehtävät. Työturvallisuuteen ja tapaturmiin vaikuttavia tekijöitä voivat olla ihmisten tekemät virheet, materiaalivauriot tai järjestelmän ominaisuudet. Jokaisella tapaturmalla on useita syitä, joita löytyy niin koneista, ihmisistä kuin töiden järjestelyistä. (Häkkinen 1985a, 9.)

Turvallisuusanalyysillä tarkoitetaan järjestelmällistä vaarojen etsintää ja arviointia. Analyysi voi kohdistua teknisiin laitteisiin, ihmisten toimintaan tai toimintaympäristöön. Tavoitteena on tunnistaa työpaikalla jatkuvasti esiintyvät vaarat sekä ongelmat, jotka ilmenevät jonkin muutoksen seurauksena. Turvallisuusanalyysin merkittävimpänä etuna on mahdollisuus tunnistaa ja eliminoida vaarat jo ennen kuin ne toteutuvat henkilövahinkoina, tuotantolaitteisiin kohdistuvina vahinkoina, ympäristövahinkoina tai tuotantokeskeytyksinä. Ihanteellinen suoritusajankohta analyysille on järjestelmän suunnitteluvaiheessa. (Häkkinen 1985a, 10.)

Tarkasteluperiaatteita turvallisuusanalyysissä (Häkkinen 1985a, 10):

- materiaalin kulun selvittäminen
  - o mitä kuljetetaan
  - o mistä ja mihin kuljetetaan
  - o miksi kuljetetaan
  - o millä välineellä kuljetaan
- materiaalin kulun jako osiin, kuljetustehtävien selvittäminen
  - o erittely alueittain, kuljetusvälineittäin
- turvallisuutta lisäävien toimenpiteiden kehittäminen
  - o puutteiden ja epäkohtien erittely
- tapaturmavaarojen tunnistaminen
  - o toimenpiteiden ideointi puutteiden ja epäkohtien poistamiseksi.

## 4.2 Nostoapuvälineet

Nostoapuvälineitä ovat raksit, nostopuomit/-palkit, tarraimet ja muut irtaimet välineet, joita tarvitaan taakan kiinnittämiseen nostolaitteeseen. Suuri osa nosturitapaturmista liittyy näihin välineisiin. Yleisimpiä tapaturmia ovat käden jääminen taakan ja nostoapuvälineen väliin, taakan putoaminen henkilön päälle kiinnityksen pettäessä tai välineen rikkoutuessa sekä liikkuvien taakkojen ja nostoapuvälineiden iskut. Jotta tapaturmia voitaisiin vähentää, on noston turvallisuutta arvioitaessa otettava huomioon kaikki taakan kiinnitykseen osalliset tekijät. Näitä tekijöitä ovat nostolaitteen nostoelimet (nostoköydet ja liitokset, koukut ja muut kuormauselimet), nostoapuvälineet (raksit ja liitoselimet, tarraimet, sakset, haarukat, magneetti- ja tyhjötarttujat ja nostopuomit/-palkit) ja taakan nostoelimet (nostokorvat ja -lenkit, säiliöt, lavat ja kontit; vanteet, langat ja köydet taakan sitomiseen). (Häkkinen 1985b, 95.)

Tapaturmat johtuvat yleensä noston eri vaiheissa syntyvistä virheistä, puutteista tai vaurioista. Virheen tai vian tarkka paikallistaminen, ongelman kannalta kriittisen työvaiheen selvittäminen sekä parannustoimenpiteistä vastuullisten henkilöiden määrittely on turvallisuuden kehittämisen kannalta tarpeen. Nostoapuvälineiden käyttöön liittyy turvallisuusongelmia, joita voidaan vähentää erilaisilla toimenpiteillä ja tarkastuksilla. Taulukossa 1 on lueteltu nostoapuvälineiden käytön eri vaiheiden turvallisuushuomioita ja toimenpiteitä. Yksi nostoapuvälineen turvallisen käytön olennainen osa on apuvälineen suunnittelu ja valmistus, johon voidaan vaikuttaa hankkimalla nostoapuvälineet vain luotettavilta valmistajilta. (Häkkinen 1985b, 96.)

## Taulukko 1. Nostoapuvälineiden turvallinen käyttö

Vaihe	Huomioitavat asiat:	Toimenpiteet ja tarkastukset:
Nostoapuvälineen valinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nostoapuvälineen tyyppin sopiminen taakkaan ja nostotehtävään</li> <li>- Taakkojen koko ja muoto</li> <li>- Nostotavat</li> <li>- Käyttöympäristö</li> <li>- Nostoapuvälineen mitat ja ominaisarvot: suurin sallittu kuorma, raksin / puomin pituus, renkaiden ja sakkeliin koko, välineen oma paino sekä tarraimien tartuntaväli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selkeät ja kestävät kuormitus- ym. merkinnät</li> <li>- Koukkujen lukintasalvat</li> <li>- Tarraimien ja saksien varmuuslukinnat</li> <li>- Raksien pidätysmekanismit niiden pitämiseksi avoimina</li> <li>- Sähkömagneettien varavirtalähde sähkökatkon varalta ja sen toimintakuntoisuuden osoitus</li> <li>- Tyhjiötarttujissa painemittari, tyhjiön alenemisesta ilmoittava hälytin ja varatyhjiö</li> </ul>
Asennus- ja kiinnitysvirheet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apuvälineiden liitoksien kunto</li> <li>- Apuvälineiden kunto ja sopivuus nostoon</li> <li>- Raksien haarojen välinen kulma</li> <li>- Nostokulma</li> <li>- Nostokorvakkeiden asennus- ja kuormitustavat</li> <li>- Kiinnityspisteen valinta ja taakan tasapaino</li> <li>- Kuorman sijoittuminen koukun oikeaan kohtaan</li> <li>- Kulmasuojat terävien kulmien yhteydessä köysille ja ketjuille</li> <li>- Yhteydenpito nosturikuljettajan kanssa</li> <li>- Köysilukkojen, sakkeliin ja koukkujen asennus</li> <li>- Oikeat taakan kiinnityspisteet</li> <li>- Työskentelypaikan valinta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silmämääräinen tarkastus ennen noston aloittamista</li> <li>- Helposti irtoavan taakan ja nostovälineiden osat poistettava tai kiinnitettävä kunnolla</li> <li>- Ei omatekoisia tai tilapäisiä liitoksia</li> <li>- Katsastetut ja tarkastetut välineet</li> <li>- Yhteisten merkkiin käyttö nosturikuljettajan kanssa</li> </ul>
Ylikuormitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuormitusmerkinnät</li> <li>- Taakan paino</li> <li>- Nostokulma</li> <li>- Taakan irtoaminen / kiinni jääminen</li> <li>- Taakan heiluminen ja äkilliset kuormitushuiput</li> <li>- Taakan nosto suoraan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silmämääräinen tarkastus ennen noston aloittamista</li> <li>- Taakkaa ei vedetä</li> <li>- Vältetään tahallista ylikuormittumista ja suoritetaan nostot kapasiteetiltaan oikeilla nostoelimillä ja -apuvälineillä</li> </ul>
Nostoapuvälineen käsittely	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teräsköysien sykkyrät ja muodonmuutokset</li> <li>- Katkenneet köysilangat</li> <li>- Puhtaus ja muoto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nostovälineiden säilytys niille varatussa paikassa</li> </ul>
Käyttöympäristön arviointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lämpötila</li> <li>- UV-säteily</li> <li>- Kosteus</li> <li>- Kemialliset aineet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiaaliominaisuuksien mukainen käyttöympäristö</li> </ul>
Tarkastus, huolto ja valvonta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kulumat</li> <li>- Vääntymät</li> <li>- Osien paikallaan pysyminen</li> <li>- Muut muodon muutokset</li> <li>- Lukot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vuosittainen katsastus</li> <li>- Kuukausittainen silmämääräinen tarkastus</li> </ul>

### 4.3 Nosturin turvallinen käyttö

Nosturi on sisäisten kuljetusten keskeinen työkone, ja sitä käytetään paljon erilaisten taakkojen nostoihin ja kuljetuksiin. Nosturilla voi sattua hyvin monenlaisia tapaturmia. Erilaisia tapaturman aiheuttajia ovat ohjaus- ja käyttölaitteet, kulkutiet, puomi, silta, nostoapuvälineet, kuormauselin, taakka ja ympäristön esineet. Suunnittelijalla

on suurin vaikutus nostureiden turvallisuuteen. Hyvällä suunnittelulla ei voida kuitenkaan taata nosturin oikeanlaista käyttöä, joten nosturien kuljettajien pätevyys ja ammattitaito ovat myös tärkeässä asemassa. Kaikki kuljettajat tulisi perehdyttää ja kouluttaa hyvin ennen työn aloittamista. Työntekijän ammattitaidon lisäksi työympäristön olosuhteilla, kuten valaistuksella, melulla, siisteydellä, lämpötilalla ja ennen kaikkea työhön käytettävällä ajalla, on vaikutusta. Nostoja ei saisi ikinä suorittaa kiireessä. (Häkkinen 1985b, 80-81.)

Nostojen turvallisuus nosturin käyttöpaikalla muodostuu kokonaisuudesta, johon vaikuttavat nosturi ja nostoapuvälineet, siirrettävä taakka, työympäristö ja käyttäjät. Useimmissa nosturitapaturmissa osasyynä ovat käyttöön liittyvät virheet, laiminlyönnit, työjärjestelyt ja työn organisoinnin puutteet. Nosturin ylikuormitukseen liittyvät ongelmat ovat myös tapaturmien syitä. Käyttäjän on noudatettava annettuja turvallisuusohjeita ja valvottava koneensa turvallisuutta. Turvalaitteiden toimintakuntoisuus tulisi testata jokaisen työvuoron alussa. (Häkkinen 1985b, 86-87.)

#### **4.4 Ajoneuvonosturi**

Ajoneuvonosturin turvallisen käytön periaatteet eivät poikkea muista yleisistä nostokoneista. Tärkeimpiä tapaturmien ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä ovat kuljettajan koulutuksen järjestäminen, käyttöä koskevien turvamääräysten antaminen ja koneen kunnosta ja asiallisesta huollosta huolehtiminen. Vaikka ajoneuvonostureilla on laaja ja säännöksiin perustuva tarkastusohjelma, tulee kuljettajan olla tietoinen koneen senhetkisestä kunnosta ja tehdä silmämääräinen tarkistus aina ennen työn aloittamista. Kriittisimmät kohteet ovat kuormaa kantavat rakenteet ja niihin liittyvät lukituslaitteet, köysikoneisto, kuormituksenvalvontalaitteet ja rajakytkimet. (Tikkanen 1985, 90.)

Turvallisen käytön ja koneen asianmukaisen kunnan edellytyksenä ovat säännölliset valmistajan ohjeiden mukaiset huollot. Pienetkin laiminlyönnit huollon suhteen voivat johtaa vakaviin onnettomuuksiin. Muita turvallisuuden liittyviä asioita ovat suoja- ja turvalaitteiden käyttö ja kunto, koneen puhtaus ja siisteys sekä nostoapuvälineiden kunto. Jos nosturissa ilmenee vikoja, niistä tulee välittömästi ilmoittaa työn-



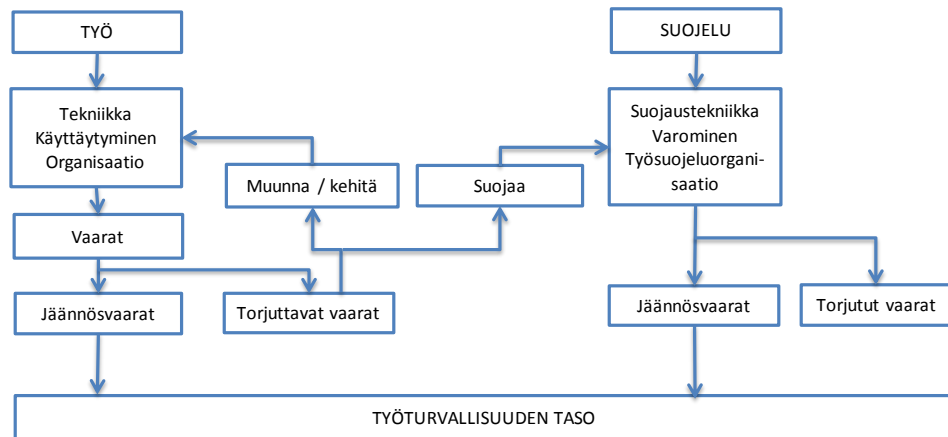
antajalle. Nosturia ei saa käyttää, ennen kuin turvallisuutta vaarantavat viat ja puutteet on poistettu tai korjattu. (Turvallisuusopas ajonosturin kuljettajalle 2012.)

Noston suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat nostettava kappale (mitat, painopiste, paino ja sen määrittystapa, nostokorvakkeet, rikkoutumisalttius), nostopaikka (nostosäde, esteet, maapohja/nostoalusta, tilan riittävyys, kulkutiet), olosuhteet (vuodenaika, tuuli, valaistus), henkilöstö (työnjohto, kiinnitys, näyttö), nostoapuvälineet (kenen, kunto, kuormitus) ja nosturin kapasiteetti, varustus (esimerkiksi köysikerrat) sekä ulottumat (Turvallisuusopas ajoneuvonosturin kuljettajalle 2012).

#### **4.5 Kuljetustapaturmat ja niiden torjunta**

Kuljetustapaturmia voidaan torjua monella eri tasolla. Kaksi yleisimmin käytettyä toimintatapaa ovat työn muotoilu ja suojelutoimenpiteiden kehittäminen. Kuviossa 2 on esitetty näiden kahden toisistaan poikkeavan toiminnan vaikutus työturvallisuuden tasoon. (Kuljetustapaturmien torjunta 1985, 122.)

Kuljetuksen turvallisuuteen vaikuttavat tekniikka, ihmisten käyttäytyminen ja työn organisointi. Näihin liittyen muodostuu vaaratekijöitä, joista osa pyritään torjumaan. Jäljelle jääviä vaaratekijöitä ei tunnisteta tai pystytä torjumaan. Torjuttavien vaarojen vähentämiseksi voidaan pyrkiä joko muuntamaan varsinaista kuljetusjärjestelmää tai kehittämään erillisiä suojaratkaisuja. Erillisten suojaratkaisujen lisäksi voidaan laatia turvallisuusohjeita ja tehostaa henkilökohtaisten suojainten käyttöä. Jäännösvaarat syntyvät epätäydellisesti toteutettujen toimenpiteiden vuoksi. Niistä muodostuu uusia ongelmia, jotka voivat edelleen aiheuttaa tapaturmia. Työturvallisuustaso riippuu torjumatta jääneiden vaarojen ja jäännösvaarojen lukumäärästä ja luonteesta. (Kuljetustapaturmien torjunta 1985, 122.)



**Kuvio 2. Työturvallisuuden tason määräytyminen (Kuljetustapaturmien torjunta 1985, 122.)**

Kuljetusjärjestelmä voidaan jakaa osatekijöihin, joita ovat välineet, työntekijät, tavarat, työpaikka ja tehtävä. Osatekijöillä on erilaisia turvallisuuteen liittyviä ominaisuuksia, joihin löytyy erilaisia torjuntaratkaisuja. Nämä on lueteltu taulukossa 2. (Kuljetustapaturmien torjunta 1985, 123.)

**Taulukko 2. Kuljetusjärjestelmän osatekijät, turvallisuusominaisuudet ja torjuntaratkaisut (Kuljetustapaturmien torjunta 1985, 123.)**

Osatekijä	Ominaisuuksia	Torjuntaratkaisu
VÄLINE	- Käyttöenergia - Nopeus - Ohjaimen tyyppi ja sijoitus - Liikkuvat osat - Huollettavuus	- Hälytyslaitteet - Turva- ja suojalaitteet - Ihmisen ja koneen yhteensovittaminen - Turvallinen rikkoontuminen - Huoltokohteiden sijoitus
TYÖNTEKIJÄ	- Koulutustaso - Kokemus - Reaktionopeus - Näkökyky - Suorituskyky	- Valinta - Koulutus ja opastus - Motivointi - Henkilökohtaiset suojaimet - Työaikajärjestelyt
TAVARAT	- Terävät reunat - Tartuntaominaisuudet - Paino - Koko ja muoto - Palo- ja räjähdysvaara - Särkyvyys	- Suojaava pakkaus - Merkinnät - Sopiva paino, koko ja muoto - Kädensijat ja kiinnityselimet
TYÖPAIKKA	- Valaistus - Melu - Kulkuteiden sijoitus - Tilanahtaus - Siisteys ja järjestys	- Kuljetusten minimointi - Kulkuteiden erottelu - Sopiva valaistus - Tilankäytön suunnittelu
TEHTÄVÄT	- Aika - Toistuvuus - Muutokset	- Työn järjestelyt - Työn suunnittelu

## 5 PROSESSIKUVAUS

### 5.1 Prosessikuvausten käyttökohteet

Prosessikuvauksia käytetään hyväksi kokonaisuuksien hahmottamisessa ja hallinnassa. Niiden hyötyjä ovat prosessien ja toimijoiden vastuiden erittely sekä toimintojen mahdollisten tehostamistarpeiden löytyminen. Tästä syystä kuvauksia käytetään prosessien johtamisen, hallinnan ja parantamisen työkaluna. Lisäksi prosessikuvausta voidaan hyödyntää perehdytykseen, koulutukseen ja tietojärjestelmien kehittämiseen. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessikuvaus ja mallintaminen tarkoittavat toimintaketjun kuvaamista graafisesti ja/tai sanallisesti, jolloin ymmärrys toiminnasta selkiytyy ja toiminnan kehittäminen on helpompaa. Mallintaminen voidaan tehdä joko nykytilasta tai tavoitetilasta riippuen halutusta tuloksesta. Nykytilan kuvaus auttaa ymmärtämään, mikä on nykyinen toimintatapa ja miten tekemiset liittyvät toisiinsa. Tavoitetilan kuvausta käytetään uuden toimintatavan suunnittelun apuna. (Prosessikehittämisen osa-alueita n.d.)

Prosessien kuvauksessa käytetään kuvaustasoja, joissa yksityiskohtaisuus lisääntyy tasoittain. Prosessien mallinnuksessa sovelletaan OMG:n (Object Management Group) BPMN-määrittystä (Business Process Modeling Notation), joka määrittelee kuvauksessa käytettävät symbolit (ks. liite 1). (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

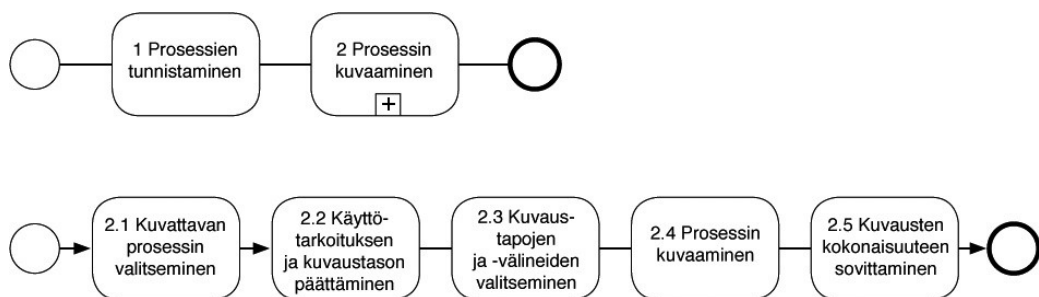
### 5.2 Prosessien kehittämisen lähtökohdat

Prosessi tarkoittaa yleisesti edistymistä. Se on sarja samankaltaisina toistuvia toimenpiteitä, jotka tuottavat määritellyn lopputuloksen. Prosessien selvittäminen ja kehittäminen lähtee liikkeelle ongelmasta, johon etsitään ratkaisua. Sen laajuus voi vaihdella laajoista kehittämishankkeista jatkuviin muutoksiin tai kyse voi olla myös yksittäisen osa-alueen parantamisesta. Ennen kaikkea prosessin luonne tulee tunnistaa. Organisaatiossa jo ennestään olevaa kokemustietoa kannattaa hyödyntää muutosprosessin läpiviemisen yhteydessä. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessin kehittämisen tulee alkaa johdon antamasta toimeksiannosta. Prosessille on määritettävä selkeät tavoitteet ja varattava riittävästi resursseja muutosten täytäntöönpanoon ja käyttöönottovaiheeseen. Prosessin kehittämisellä tähdätään yleensä toiminnan tehostamiseen, toiminnan laadun ja palvelutason parantamiseen, ongelmatilanteiden hallintaan sekä kustannussäästöihin. Näiden tavoitteiden saavuttaminen tarkoittaa asioiden uudenlaista keskittämistä, päällekkäisten työvaiheiden poistamista tai rinnakkaisvaiheiden lisäämistä läpimenoajan nopeuttamiseksi. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

### 5.3 Prosessin kuvaamisen vaiheet

Prosessin kuvaaminen lähtee liikkeelle kehittämistarpeen havaitsemisesta. Kuvauksen lähtökohtana on oltava tarkoituksenmukainen ja toimintaa hyödyttävä syy ja päämäärä. Ensin valittu prosessi on todettava ja tunnistettava, jonka jälkeen se kuvataan. Seuraavaksi kuvataan prosessin käyttötarkoitus ja päätetään tarvittava ja riittävä kuvaustaso. Ennen varsinaista prosessin kuvaamista valitaan vielä sopivat kuvaustavat ja -välineet. Lopuksi kuvaukset sovitetaan organisaation prosessikarttaan ja kokonaisuuteen. Prosessin kuvaamisen vaiheet on kuvattu kuviossa 3. Prosessille laaditaan perustiedot, jossa apuna voidaan käyttää valmiita pohjia. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

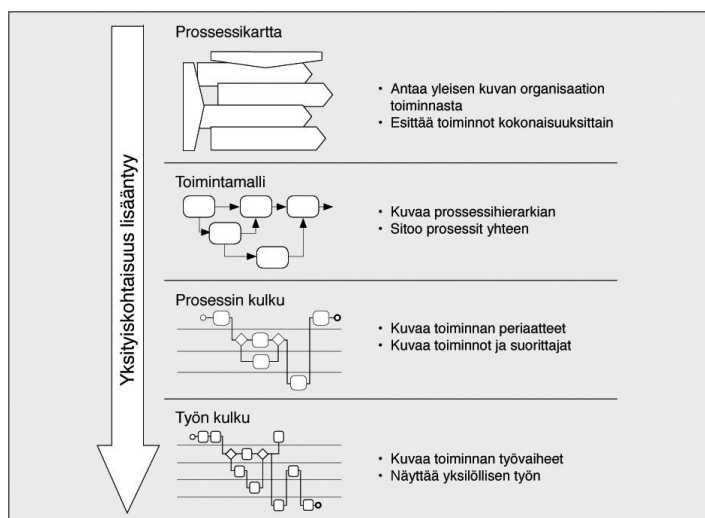


**Kuvio 3. Prosessin kuvaamisen vaiheet**

## 5.4 Prosessin kuvaaminen ja kuvaustasot

Kuvauksen tulee kertoa prosessista kaikki tarpeellinen ja olennainen tieto. Tiedot kerätään eri prosessikuvausdokumentteihin, joita ovat perustietolomake (prosessin perustiedot), prosessikaaviot (graafinen kuvaus) ja prosessin selvityslomake (sanallinen kuvaus). Prosessidokumentit täydentävät toisiaan, jolloin saadaan aikaiseksi kattava kuva prosessista. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan (JUHTA) suosituksessa prosessin kuvaustasot jaetaan neljään kuvaustasoon: prosessikarttaan, toimintamalliin (prosessitaso), prosessin kulkuun (toimintataso) ja työn kulkuun. Prosessin neljä kuvaustasoa on esitelty kuviossa 4. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

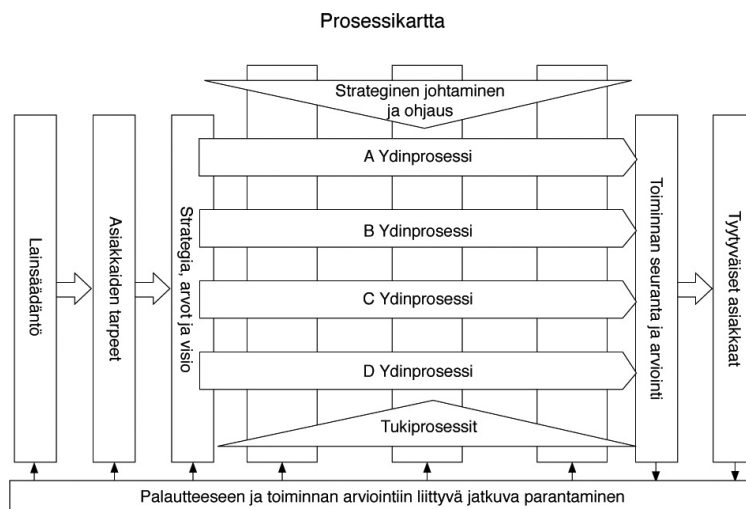
Perustietoihin kerätään ja kirjataan kaikki prosessin kannalta kriittiset ja keskeiset seikat. Sen tarkoitus on selvittää, mitä tarkoitusta varten prosessi mallinnetaan. Prosessin selvityslomake ja prosessin graafinen kuvaus laaditaan samanaikaisesti. Selvityslomakkeessa esitetään sanallisesti ja yksityiskohtaisesti prosessin vaiheet, toiminnot, tehtävät, toimijat, lähtötila ja tulostila. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



**Kuvio 4. Prosessien kuvaamistasot**

### 5.4.2 Prosessikartta

Organisaation toiminta kuvataan kokonaisuuksittain prosessikartassa, joka on prosessikuvauksen ylin taso. Siinä esitetään tärkeimmät prosessit, pelkistetty organisaatio ja toimintaympäristö. Prosessin välisiä liittymiä ja riippuvuuksia ei prosessikartassa kuvata. Prosessikarttaa (ks. kuvio 5) kuvattaessa on huomioitava organisaatiokeränne, ohjaavat prosessit, ydin- ja tukiprosessit, tiedon tuottajat, toimittajat ja asiakkaat. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Kuvio 5. Esimerkki prosessikartasta

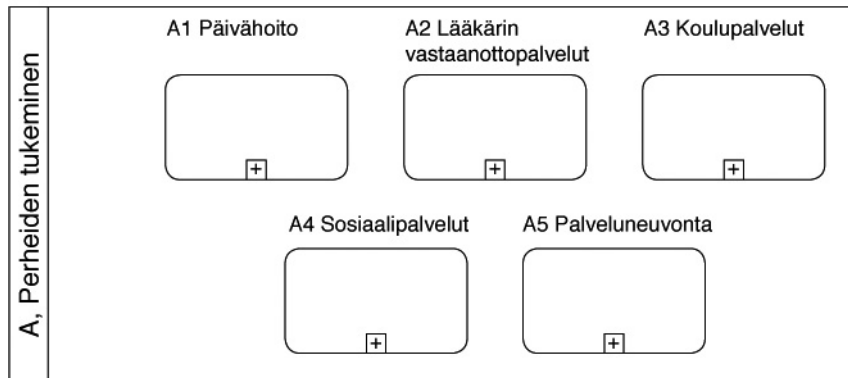
### 5.4.3 Toimintamalli

Prosessikarttatasoa tarkempi taso on toimintamallitaso, jossa jaetaan prosessit alemman tason osaprosesseiksi ja kuvataan prosessihierarkia. Siinä kuvataan prosessien väliset riippuvuudet ja vuorovaikutukset sekä rajapinnat muuhun ympäristöön. Toimintamalli (ks. kuvio 6) sitoo prosessit yhteen ja antaa kokonaiskuvan prosessien kulusta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Kuvauksen yksityiskohdat voivat vaihdella esimerkiksi palveluprosessin ja tuotantoprosessin välillä. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Toimintamallissa (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.):

- kuvataan ydinprosessin jakautuminen osaprosesseiksi
- kuvataan prosessin tarkoitus ja sen tuottamat lopputulokset
- nimetään ja numeroidaan osaprosessit
- määritellään prosessien omistajat ja vastuuhenkilöt
- kuvataan osaprosessien tavoitearvot, mittarit ja menestystekijät
- kuvataan osaprosessien välinen vuorovaikutus ja työohjauksen kulku
- kuvataan prosesseihin vaikuttava ympäristö
- kuvataan liittymät asiakkaan prosesseihin ja asiakasrajapintaan, sidosryhmiin sekä taustajärjestelmiin.

### Toimintakaavio



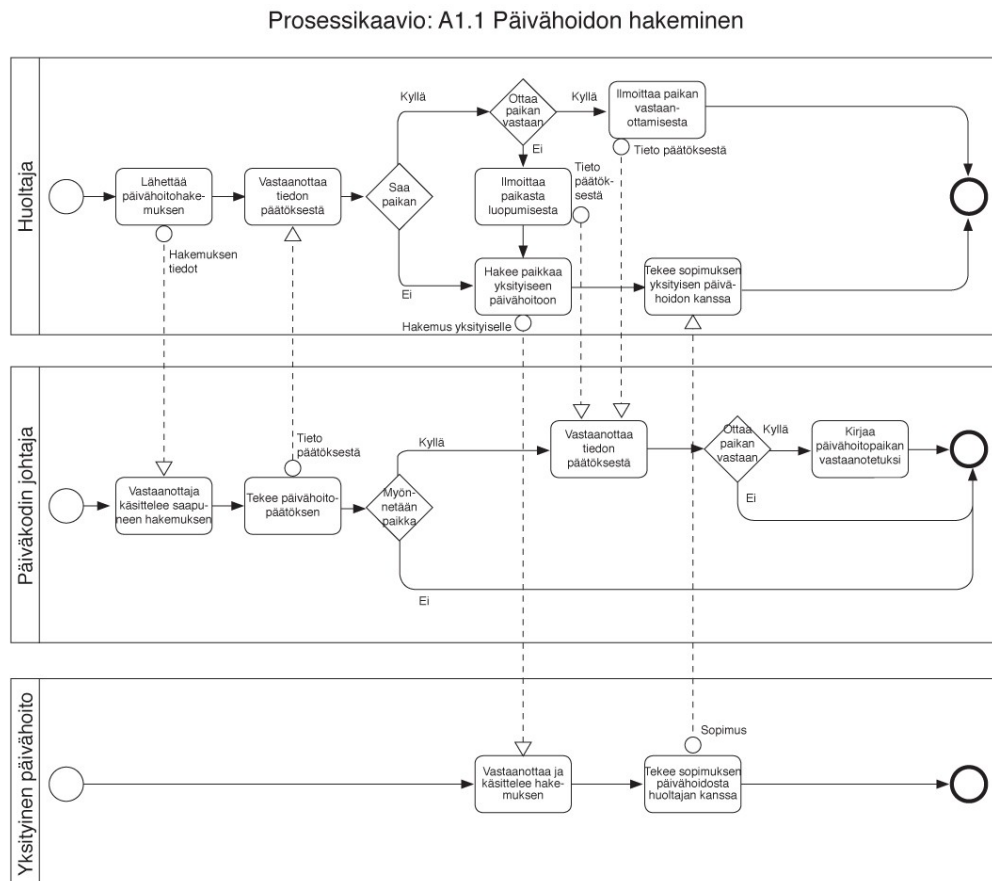
**Kuvio 6. Esimerkki toimintamallikaaviosta**

#### 5.4.4 Prosessin kulku

Prosessin kulku -kuvauksen tavoitteena on tuoda esille toiminnan nykyiset ongelmat. Kuvaus sisältää samat aihealueet kuin toimintamallikuvaus, mutta ne käydään yksityiskohtaisemmin läpi. Prosessit ja osaprosessit jaetaan toiminnoiksi, tehtäviksi, osa-tehtäviksi ja toimenpiteiksi. Kuvauksiin voidaan lisäksi liittää vaaditut resurssit. Tasolla kuvataan toiminnan työvaiheet, toiminnot ja niistä vastaavat toimijat. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Prosessin kulku -kaaviossa (ks. kuvio 7) osaprosessit, toiminnot, tehtävät ja syötteen nimetään ja niille tehdään hierarkkinen numerointi tai jokin muu tunnistettava mer-

kinä. Tasolla kuvataan myös prosessien tiedot, syötteet, tuotokset ja tarkoitus. Mahdollinen asiakas tulee myös nimetä ja tehtäville määritetään suorittajat. Tärkeää on kuvata myös informaation kulku prosesseille, sidosryhmille ja taustajärjestelmille. Nämä tiedot selviävät graafisesta esityksestä sekä selvitys- ja perustietolomakkeen paketista. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Kuvio 7. Esimerkki prosessin kulku -kaaviosta

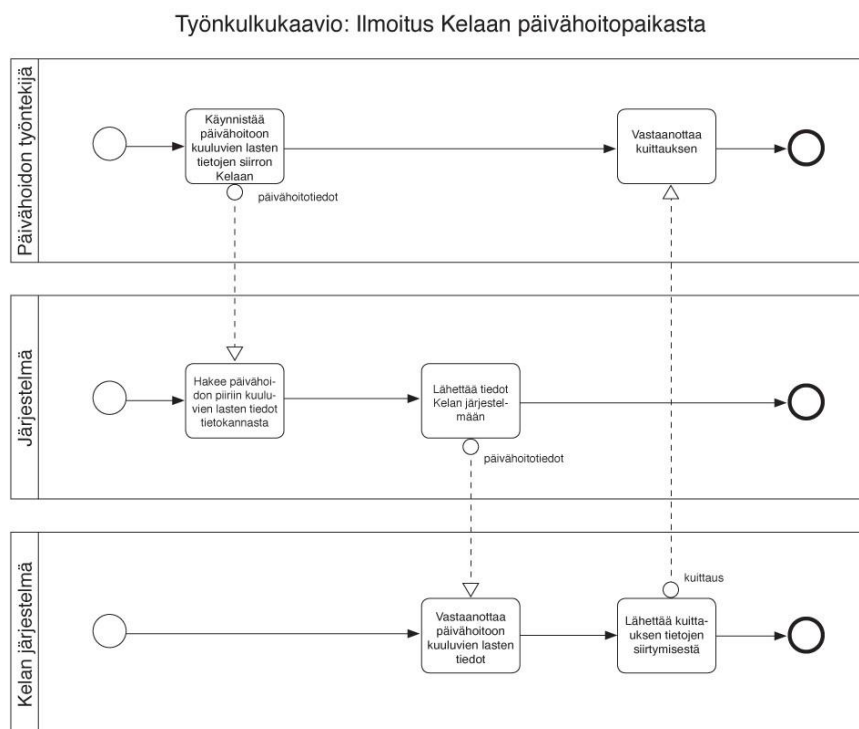
#### 5.4.5 Työn kulku

Työn kulku -tasolla kuvataan prosessin kulkua toimintatasoa tarkemmin. Tärkein eroavuus toimintatasoon on se, että prosessin sisäiset ja ulkoiset riippuvuudet kuvataan tietotyyppinä. Näin nähdään, missä muodossa tieto eri toimintojen välillä liikkuu. Myös prosessiin liittyvien tietovarastojen ja ulkoisten järjestelmien välinen tieto on kuvattava riittävän tarkasti ja käyttötarkoituksen mukaisesti. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)



Tällä tasolla kuvataan toimintojen vuorovaikutusta ja työn ohjauksellinen kulku numeroimalla toiminnot, tehtävät, osatehtävät ja toimenpiteet hierarkkisesti. Kuvataan toiminnon, tehtävän, osatehtävän ja toimenpiteiden saamat syötteet ja tiedot sekä niiden tuottamat lopputulokset ja tuotokset. (JHS 152 Prosessien kuvaaminen 2012.)

Työn kulkukaaviota (ks. kuvio 8) käytetään esimerkiksi silloin, kun halutaan kehittää prosessia tai muodostaa prosessin mukaiset työohjeet. Työnkulkukaaviossa kuvataan vaihe vaiheelta, mitä hallintaa ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä kuhunkin vaiheeseen sisältyy.



**Kuvio 8. Esimerkki työnkulkukaaviosta**

## 6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 6.1 Tutkimuksen toteutuksen lähtökohdat

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa elementtivarastot ja työtehtävät, jotka sisältävät elementtien siirtoja. Elementtien siirtoja vaativista työtehtävistä tehtiin prosessikuvaukset ja elementtivarastoista tilakuvaus. Elementtien siirtoja vaativia työtehtäviä ovat irrotus, viimeistely/paikkaus ja kuormaus. Kerättyjen tietojen pohjalta suunniteltiin tehdashallilajennuksen rakennusaikainen tehtaan sisäinen logistiikka ja pyrittiin varmistamaan elementeille riittävästi varastointipaikkoja.

#### Tiedonhankinta

Tutkimuksen kannalta tärkeää ja olennaista on oikeanlaisen tiedon hankinta ja menetelmä, jolla se kerätään. Tähän vaikuttaa tarvittava aineiston määrä, jolla tutkimusongelma saadaan ratkaistua. Tiedonhankinnassa voidaan hyödyntää määrällistä (kvantitatiivista) ja laadullista (kvalitatiivista) tutkimusta. Määrällinen tutkimus perustuu tilastolliseen päättelyyn, jolloin satunnaisotoksin saatuja tietoja voidaan soveltaa koko perusjoukkoon. Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on ymmärtää tutkimuskohdetta ja pyrkimys olla tekemättä suoraviivaisia yleistyksiä. (Saukkonen n.d.)

Opinnäytetyön tutkimus oli laadullinen ja tiedonkeruu keskitettiin valituille yksilöille ja ryhmille. Tutkimusaineisto kerättiin pääsääntöisesti itse. Tiedonkeruun perusvaihtoehtoja ovat kyselyt, haastattelut ja havainnointi, joista opinnäytetyöhön on valittu haastattelut ja havainnointi. Menetelmien valintaan vaikuttivat saatavilla olevat lähtötiedot, joita opinnäytetyössä ovat aikaisemmin tehdyt työhjeet ja -kuvaukset. Haastatteluilla ja havainnoinnilla pyrittiin löytämään tietoja ja havaintoja, jotka puuttuvat tai poikkeavat lähtötiedoista.

Saukkosen mukaan haastattelu menetelmänä antaa tutkimuskohteelle mahdollisuuden vastata asetettuihin kysymyksiin vapaammin käyttämällä omia termejä ja ilmaisu tapoja. Havainnoinnin avulla pystytään taas selvittämään tutkittavan kohteen käyttäytymistä ja reagointia erilaisissa tilanteissa. Havainnointi saattaa paljastaa sellaista tietoutta, jota ihmisten kielelliset vastaukset eivät välttämättä kerro. (Saukkonen

n.d.) Laadullisella tutkimuksella pystytään keräämään helpommin kokemuksellista tietoa ja havaintoja, joita tilastollisin keinoin ei pystytä saamaan (Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen ero n.d.).

### **Tuloksien analysointi**

Tutkimuksen ydinasia on kerätyn aineiston analyysi, tulkinta ja johtopäätöksen teko. Vasta analyysivaiheessa selviää, minkälaisia vastauksia ongelmiin on saatu ja miten ongelmat olisi alun perin pitänyt asettaa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 216.) Haastatteluiden ja havainnoinnin analysointi perustuu pääosin kirjoitettuihin muistiinpanoihin, joista syntyy tutkimusaineiston kokonaiskuva ja aineiston keskeiset piirteet. Haastattelun tallentaminen ääni- tai videonauhoille takasi laadullisesti paremmat ja tarkemmat tiedonkeruun tulokset. (Hyysalo 2006, 131-132.)

Opinnäytetyön tutkimuksen tulokset muodostuivat kirjoitetuista muistiinpanoista. Muistiinpanot kirjoitettiin puhtaaksi ja kerättiin työtehtävittäin etukäteen tehdyille lomakkeille. Opinnäytetyön tiedonkeruussa ei käytetty ääni- tai videonauhoja, joten litterointia ei tarvinnut tehdä. Tiedonkeruutilanne ja ympäristö pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman hyvin, jotta pystyttiin analysoimaan ja hahmottamaan opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

### **Validius ja reliaabelius**

Tutkimuksen tasoa ja tuloksia arvioitaessa käytetään usein validiuden (pätevyyden) ja reliaabeliuden (luotettavuuden) käsitteitä. Validiudella tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata, ja reliaabeliudella tarkoitetaan vuorostaan mittaustulosten toistettavuutta eli kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. (Hirsjärvi ym. 2007, 226-228.)

Laadullisessa tutkimuksessa on tärkeää kuvata ja dokumentoida tutkimuksen kulku siten, että lukija pystyy hahmottamaan, mistä aineiston kokonaisuus koostuu. Aineiston analyysin vahvuuksien esittelyn ohella on hyvä käsitellä myös sen mahdolliset rajoitukset. (Ruusuvoori, Nikander & Hyvärinen 2010, 26-27.) Aineiston tuottamisen olosuhteet olisi kerrottava selvästi ja todenmukaisesti. Haastatteluita käsiteltäessä tulisi mainita käytetty aika, mahdolliset häiriötekijät, virhetulkinnat haastattelussa ja

myös tutkijan oma itsearviointi tilanteesta. Niin kvantitatiivisissa kuin kvalitatiivisissa tutkimuksissa validiutta voidaan tarkentaa käyttämällä tutkimuksessa useita menetelmiä. (Hirsjärvi ym. 226-228.)

Opinnäytetyön tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta on pohdittu käytetyn tiedonkeruumenetelmän yhteydessä. Tiedonkeruutilanne ja ympäristö on kuvattu mahdollisimman tarkasti. Tiedonkeruun tuloksia oli mahdotonta verrata keskenään, koska haastattelut ja havainnoinnit kohdistuivat aina eri työtehtävään. Haastatteluis-  
sa käytettiin kuitenkin samaa pohjaa, jolloin haastattelukysymykset olivat muodoltaan ja esitystavaltaan samanlaisia. Haastattelut olivat myös rakenteeltaan samalla tavalla toteutettuja. Tuloksia voidaan pitää näin luotettavina. Opinnäytetyön tutkimuksen tiedonkeruun pohjalta täytetyt etukäteen tehdyt lomakkeet käytiin vielä työnjohtajan ja toimitusjohtajan kanssa läpi, joka lisäsi tuloksien luotettavuutta.

## 6.2 Haastattelut

Haastattelun avulla saadaan tutkimuskohteen omakohtainen kuva kokemuksesta jonkin tehtävän taustoihin ja suorittamiseen. Kohderyhmällä, kysymysten muodolla ja sisällöllä sekä haastattelu-ympäristöllä pystytään vaikuttamaan haastattelun onnistumiseen. Onnistumiseen vaikuttavat myös haastattelijan ja haastateltavan roolit ja mielialat, joihin on vaikeampaa ja joskus jopa mahdotonta vaikuttaa. (Hyysalo 2006, 117.) Tärkeää on muistaa, että kysymystä ei saa johdatella mihinkään tiettyyn vastaukseen tai suuntaan ja sen tulee kohdistua kokemukseen, ei päättelyyn eikä oletukseen (Mts, 120-121.).

Opinnäytetyön tutkimuksessa haastatteluja oli yhteensä kuusi. Haastattelut irrotuksen ja kuormauksen suhteen toteutettiin yhden työntekijän kanssa. Viimeistelyn/paikkauksen haastattelu suoritettiin parihaastatteluna, jolloin haastateltavana oli kaksi työntekijää samaan aikaan. Vastaavaa työnjohtajaa haastateltiin jokaisen työvaiheen osalta erikseen. Haastattelun kysymykset oli tehty etukäteen tehtyjen lomakkeiden pohjalta, jolloin kysymykset olivat muodoltaan puolistrukturoituja. Haastatteluiden aikana esitettiin myös tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä. Työntekijöiden ja vastaavan työnjohtajan kysymykset poikkesivat toisistaan. Tavoitteena oli saa-

da selville molempien puolien, työntekijän ja työnjohdon, näkökannat koskien kyseistä työtehtävää. Osa kysymyksistä koski suoraan pelkästään työnjohtoa, joihin työntekijä ei välttämättä olisi osannut edes vastata.

Haastattelut pyrittiin suorittamaan rauhallisessa ympäristössä ja haastateltavalle tarjottiin kahvia, jotta syntyisi mahdollisimman rento ja mukava ilmapiiri. Kaikki haastattelut tehtiin toimistossa, jotta välttyttäisiin tehdashallissa olevalta melulta ja muilta häiriötekijöiltä. Ennen haastattelun aloittamista haastateltavalle kerrottiin opinnäytetyön tutkimuksen tavoitteet ja mihin tiedonkeruun tuloksia tullaan käyttämään. Haastatteluihin meni noin puolesta tunnista tuntiin. Työntekijöiden haastattelut sujuivat pääsääntöisesti häiriöttä ja haastateltava oli suurimman osan ajasta äänessä. Vastaavan työnjohtajan haastattelut olivat vähän hankalampia, koska haastattelu jouduttiin keskeyttämään välillä kiireellisten työasioiden vuoksi. Haastattelun aikana kirjattiin muistiinpanoja ylös, jotka kirjoitettiin haastattelun jälkeen puhtaaksi.

Opinnäytetyön tutkimuksessa käytettiin suhteellisen pientä kohderyhmää. Varsinainen perusjoukko koostui yhdestä tai kahdesta työntekijästä työnkuvaa kohden sekä vastaavasta työnjohtajasta. Tietoa kerättiin myös kuljetuspäälliköltä ja toimitusjohtajalta. Kuljetuspäällikköä ja toimitusjohtavaa ei varsinaisesti haastateltu vaan heiltä haettiin pääsääntöisesti aikaisemmin kerättyjen tietojen varmistusta. Tutkimuksen toteutuksen ja tietojenkeruun tuloksien kannalta haastatteluihin valittiin kokeneempia ja pidempään töissä olleita työntekijöitä.

### **6.3 Havainnointi**

Havainnoinnin tavoitteena on seurata, mitä toimia tutkimuksen kohteen työssä tapahtuu, miksi he tekevät asioita niin kuin tekevät, mistä heidän ympäristönsä koostuu ja miltä se tuntuu. Tutkija voi myös kysellä tutkimuskohteelta epäselväksi jääneitä asioita ja pyytää heitä kertomaan toimintansa syitä. Havainnoinnissa keskeistä on pyrkiä tunnistamaan ja erottamaan, mikä on tyypillistä ja poikkeuksellista. (Hyysalo 2006, 100-101.) Havainnoinnin vahvuutena pidetään tietojen saamista käyttäjän työstä, ympäristöstä ja arvoista. Heikkouksina voidaan kirjata liian nopea yleistäminen, virhetulkinnat ja omien lähtöoletusten oikeaksi todistaminen. (Mts, 102.) Ha-

vainnoitsija saattaa myös häiritä tilannetta, joka voi muuttaa havainnointitilanteen kulkua (Hirsjärvi ym. 2007, 208).

Opinnäytetyössä havainnointi suoritettiin työn ohessa siten, että havainnoija pyrki seuraamaan havainnoitavan työntekoa kauempaa ja havainnointi suoritettiin monessa osassa. Tavoitteena oli häiritä mahdollisimman vähän normaaleja rutiineja. Koska havainnoinnit olivat lyhyitä ajan jaksoja kerrallaan, työtehtävän kokonaiskuva saattoi jäädä vajaaksi. Yksittäisistä työtehtävistä saatiin sen sijaan parempia kuvia. Tehdyt havainnot kirjoitettiin myöhemmin ylös ja liitettiin haastattelun aikana tehtyihin muistiinpanoihin. Opinnäytetyön tekijän kannalta havainnoinnit lisäsivät ja paransivat pääsääntöisesti työtehtävien ymmärrystä sekä haastattelukysymysten asettelua. Havainnoinnin yhteydessä saatettiin kysyä tarkentavia kysymyksiä, mutta pääsääntöisesti kysymykset esitettiin haastatteluissa. Haastatteluiden jälkeen käytiin vielä tarvittaessa havainnoimassa työtehtäviä. Työntekijät vastasivat mielellään esitettyihin kysymyksiin ja osasivat selittää asiat selvästi.

#### **6.4 Prosessikuvaus**

Prosessikuvaukset on tehty julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan (JUHTA) ohjeita noudattaen. Kuvauksien tarvittavat tiedot on kerätty havainnoimalla ja haastatteleamalla työntekijöitä, joilla on asiantuntemusta elementtien siirroista koskevista työtehtävistä. Vastaavaa työnjohtajaa on myös haastateltu. Tietoja on kerätty myös muilta tahoilta kuten toimitusjohtajalta, työnjohdolta ja muilta asianomaisilta. Työn riskejä ja turvallisuutta mietittiin työturvallisuusanalyysissä olleiden kohtien avulla.

Prosessikuvauksien tekemisessä lähdettiin liikkeelle yrityksen prosessikartasta ja ydinprosessien selvittämisestä. Prosessikartasta poimittiin elementtien siirtoja sisältävät ydinprosessit, jotka jaettiin alemman tason osaprosesseiksi. Osaprosessien väliset riippuvuudet ja vuorovaikutuksen sekä rajapinnat muuhun ympäristöön pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman tarkasti kokonaiskuvan hahmottamisen parantamiseksi. Osaprosessit kuvattiin toimintamalli -kaavion avulla. Kuvauksia tarkennettiin proses-

sin kulku -tasolle, jonka tuloksena oli prosessin perustieto- ja selvityslomake sekä prosessikaavio.

### **Prosessin perustietolomake**

Prosessin perustietolomakkeen (ks. liite 2) tavoitteena on kuvata prosessin onnistumiseen tarvittavia ja vaikuttavia tekijöitä sekä prosessin olemassa olon syy. Ensimmäinen tärkeä tehtävä on nimetä prosessi, kertoa kuvauksen laatija ja laatimispäivämäärä. Lomakkeet versioidaan myöhäisempää päivittämistä silmällä pitäen. Prosessille nimetään omistaja eli henkilö, joka vastaa, ohjaa sekä voi muuttaa ja käynnistää prosessin parantamisen. Lomakkeessa kuvataan myös prosessin lähtötiedot, joiden varassa prosessi käynnistyy, ja lopputuotos. Prosessilla on aina asiakkaita, joilla on prosessissa jokin rooli tai prosessiin kohdistuva vaatimus. Asiakkaat voivat olla sekä ulkoisia että sisäisiä. Kaikki asiakkaat luetellaan lomakkeeseen niille varattuun kohtaan. Prosessin onnistumisen kannalta on myös tärkeää tiedostaa asiakkaiden vaatimukset ja tarpeet ja millainen prosessin tulisi olla asiakkaan näkökulmasta.

Perustietolomakkeessa luetellaan prosessin menestystekijät. Näillä tekijöillä tarkoitetaan sellaisia asioita, joissa on prosessin kannalta ehdottomasti onnistuttava. Menestystekijöitä pohdittaessa on huomioitava asiakkaan-, henkilöstön-, prosessin suori-tuskyvyn ja taloudennäkökannalta. Lomakkeeseen kerätään prosessin mittarit, joilla voidaan mitata prosessin onnistumista. Perustietoihin kuuluvat myös prosessiin tarvittavat resurssit, kuten henkilöstö, välineet ja laitteet, järjestelmät, tilat ja materiaalit, jotka kuvataan mahdollisimman kattavasti.

Lomakkeeseen kirjataan prosessin ohjaus- ja kehittämismenetelmiä, joita voivat olla erilaiset arviointitavat, palautteen hankintatavat, prosessin tulosten käsittelytavat ja muut prosessin parantamiseen käytettävät menetelmät. Lomakkeelle on kerätty myös erilaisia työnjohdon tavoitteita. Prosessin sijoittuminen muihin prosesseihin nähden kuvataan nimeämällä prosessia edeltävä prosessi sekä siitä seuraava prosessi. Perustiedoissa on kuvattuna myös prosessin ensimmäinen ja viimeinen konkreettinen vaihe.

### **Prosessin selvityslomake**

Prosessin selvityslomakkeen (ks. liite 3) tarkoituksena on kuvata prosessin vaiheet työtehtävittäin. Kaikki prosessin työvaiheet ja tehtävät luetellaan ja niille nimetään tekijät. Tekijöitä voi olla samalla työvaiheella tai tehtävällä yksi tai useampi. Jokaiselle työvaiheelle tai tehtävällä mietitään kriittisiä tekijöitä ja riskejä. Kriittisiin tekijöihin ja riskeihin kerätään mahdollisimman kattavasti kaikki tekijät, joissa voidaan epäonnistua kyseisessä vaiheessa. Olennaista on kirjata ylös kaikki itsestäänkin selviltä tuntuvat asiat ja tekijät.

Prosessin selvityslomakkeessa kuvataan myös työvaiheeseen tai tehtävään liittyvät resurssit, tarpeet ja valvontaan liittyvät asiat. Näitä asioita ovat esimerkiksi työvaiheen tai tehtävän suorittamiseen käytettävät menetelmät, työhjeet, lomakkeet, laitteet ja tietojärjestelmät. Kohdassa kuvataan myös työvaiheen tai tehtävän ohjaus- ja valvontamenetelmiä. Lomakkeessa kuvataan myös työvaiheen tai tehtävän läpiviemiseksi tarvittavat tiedot, input -tiedot, ja tiedot, dokumentit ja data, jotka syntyvät työvaiheen tai tehtävän tuotoksena, output -tiedot.

## **6.5 Tilakuvaus**

Opinnäytetyön yhtenä tärkeämmistä tavoitteista oli taata valmistettaville elementeille riittävä varastointitila rakennushankkeen ajaksi. Opinnäytetyössä kuvattiin tämän hetkiset elementtivarastot ja laskettiin täysien varastojen kapasiteetit. Elementtivarastoista tehtiin tilakuvaus, jossa kuvattiin varaston koko, varastointipaikat sekä siltanosturit. Elementtien ja materiaalien kulkureitit sekä muut tilaan vaikuttavat tekijät pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman hyvin todellisuutta. Tehtaan sisällä olevista elementtivarastoista piirrettiin karkea pohjakuva, johon merkittiin edellä olevia kohtia ja huomioita.

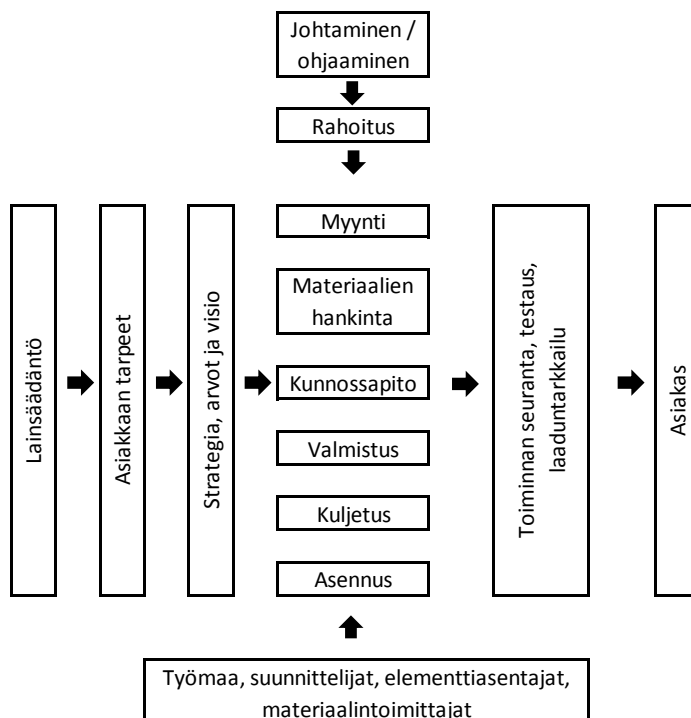


## 7 MH-BETONI OY:N PROSESSIKUVAUKSET

### 7.1 MH-Betoni Oy:n ydinprosessit

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata elementtien siirtoihin, varastointiin ja kuormaukseen kuuluvat prosessit, joita ovat irrotus, viimeistely/paikkaus ja kuormaus. Kuvaus aloitettiin MH-Betoni Oy:n prosessikartalla (ks. kuvio 9), josta selviää yrityksen ydinprosessit ja niihin vaikuttavat tekijät. Prosessia lähdettiin pilkkomaan pienemmiksi osatekijöiksi käyttämällä seuraavia prosessinkuvaamisen vaiheita; toimintamalli- ja prosessinkulkukaavioita. Prosessinkuvaustaso tarkentuu jokaisessa vaiheessa.

MH-Betoni Oy:n ydinprosessit ovat myynti, materiaalien hankinta, kunnossapito, valmistus, kuljetus ja asennus. Toimintaa ohjaa lainsäädäntö, asiakkaan tarpeet sekä yrityksen oma strategia, arvot ja visio. Ydinprosessien toimivuuden kannalta oleellista on toiminnan johtaminen, ohjaaminen ja rahoitus. Jotta asiakkaan vaatimuksiin ja tarpeisiin pystytään vastaamaan, toimintaa seurataan ja testataan erilaisilla laaduntarkkailumenetelmillä.



Kuvio 9. MH-Betoni Oy:n prosessikartta

Ydinprosessit ovat vielä isompia kokonaisuuksia, jotka pilkkoontuvat pienemmiksi osatekijöiksi. Kaikkia osatekijöitä ei tulla kuvaamaan. Tutkimuksessa keskitytään aiheen mukaisesti ydinprosesseihin, jotka sisältävät betonielementtien siirtoja, varastointia ja kuormausta. Näitä tehtäviä ja toimintoja sisältäviä ydinprosesseja ovat valmistus ja kuormausta, joista tullaan tekemään tarkemmat kuvaukset.

### 7.1.1 Valmistus

Valmistus jakautuu yhdeksäksi osaprosessiksi. Osaprosessit ovat elementtien raudat, muotti, varustelu, betonointi, pinnan teko, jälkihoito, irrotus, varastointi ja viimeistely/paikkaus. Valmistuksen hierarkkinen järjestys on riippuvainen elementtityypistä. Esimerkiksi betonisandwich -tyyppisissä julkisivuelementeissä ulkokuori on betonoitava ennen varustelua ja eristystä. Muissa elementtityypeissä hierarkkinen järjestys toteutuu. Valmistuksen osaprosessit on kuvattu graafisesti toimintamallikaaviossa (ks. kuvio 10).



**Kuvio 10. Valmistuksen toimintakaavio**

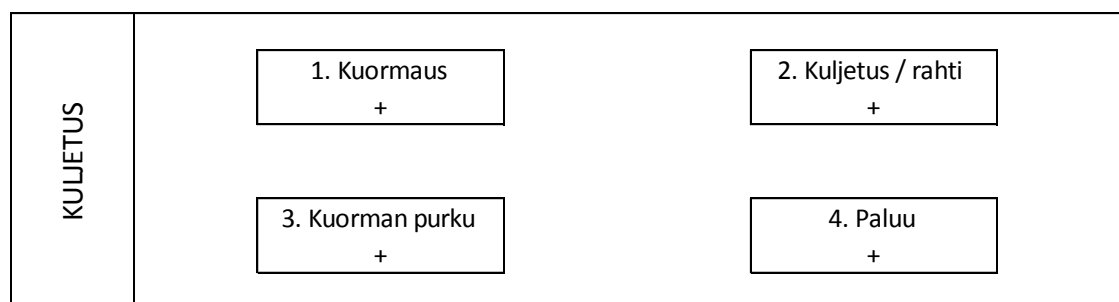
Valmistusta edeltävät ydinprosessit ovat materiaalien hankinta ja kunnossapito. Ennen betonielementtien valmistusta tehtaalla tulee olla riittävät resurssit tuotannon aloittamiseksi. Tehtaalla tulee olla käytössä asianmukaiset ja kunnostetut työkoneet ja työkalut, riittävä ja työskentelyyn soveltuva tila, tarvittavat materiaalit ja valmistuspiirustukset. Materiaalien oikea aikainen hankinta on kriittistä elementin valmistuksessa. Hankinnassa on kiinnitettävä erityisesti huomiota harvemmin käytettävien tai mittatyönä tilattavien materiaalien tilaukseen. Tarjous- ja myyntivaiheessa saadaan alustava tieto materiaalimenekeistä ja tarvikkeista, joiden mukaan voidaan tehdä esitilaus. Laskennassa olleet valmistuspiirustukset eivät välttämättä täsmää lopul-

lisiin valmistuspiirustuksiin, joten esitilausta joudutaan todennäköisesti muuttamaan ja täydentämään myöhemmässä vaiheessa. Betonielementin valmistuksen jälkeen valmis elementti kuljetetaan työmaalle, joka on valmistuksesta seuraava ydinprosessi.

Valmistuksen osalta kiinnostavimmat osaprosessit ovat irrotus, varastointi ja viimeistely/paikkaus, koska näissä vaiheissa elementtiä siirrellään ja suurin osa toiminnoista tapahtuu tehtaan laajennettavissa osissa. Irrotuksesta ja viimeistelystä/paikkauksesta tullaan tekemään toimintamallitasoa tarkempi kuvaus, prosessin kulku -taso, jossa kuvataan toiminnan periaatteet, toiminnot sekä suorittajat. Varastoinnista ei tehdä prosessikuvasta, koska irrottajien toimenkuvaan kuluu elementtien siirrot varastoon ja elementtien tuennat. Opinnäytetyössä tullaan kuvaamaan elementtivarastot tarkemmin myöhemmässä vaiheessa.

### 7.1.2 Kuljetus

Tiedonkeruun perusteella kuormauksen osaprosesseja on erotettavissa neljä. Osaprosessit hierarkkisessa järjestyksessä ovat kuormaus, kuljetus/rahti, työmaalla purki ja paluu. Osaprosessit on kuvattu alla toimintamallikaaviossa graafisesti (ks. kuvio 13):



**Kuvio 11. Kuljetuksen toimintamallikaavio**

Kuljetusta edeltävä ydinprosessi on valmistus. Kuljetuksen kannalta hyvin tärkeää on, että elementtien valmistus on ajallaan ja elementit ovat valmiita ja viimeisteltyjä. Elementtien varastointipaikan tulee olla tiedossa ja elementtiin kiinnitetyn elementtunnuslapun näkyvillä. Kuljetuksen tärkeimpiä tehtäviä ovat elementtien suojaami-

nen, elementtien kuljettaminen turvallisesti ja vaurioitta työmaalle ja kuorman purkaminen työmaalla turvallisesti. Työmaasta riippuen kuorma puretaan joko työmaan omaan varastoon tai elementti asennetaan suoraan autosta.

Kuljetuksesta seuraava ydinprosessi on asennus. Työmaa vastaa yleensä elementtien asennuksesta ja vain harvoissa tapauksissa se kuuluu elementtikauppaan. Asennuksen osalta tärkeää on, että elementit tulevat ajallaan työmaalle ja siten kuormattuna, että ne voidaan asennusjärjestyksen mukaisesti purkaa kuormasta.

Tutkimuksen aiheen kannalta kuljetuksen osaprosesseista oleellisin on kuormaus, koska elementtivarastot ja kuormauspaikat sijaitsevat tehtaan laajennettavissa osissa. Kuormauksesta tullaan tekemään tarkempi kuvaus ja prosessikaavio.

## **7.2 MH-Betoni Oy:n osaprosessit**

### **7.2.1 Irrotus**

Havainnoin ja haastatteluiden pohjalta tehdyt lomakkeet, perustietolomake (ks. liite 4) ja selvityslomake (ks. liite 5), löytyvät opinnäytetyön liitteistä. Tiedot on kuvattu graafisesti prosessikaaviossa (ks. kuvio 11).

#### **Prosessin perustiedot**

Irrotuksen tarkoituksena on tarkistaa, mitata, viimeistellä ja varastoida valmis betonielementti. Prosessista vastaa työnjohto, joka valvoo ja seuraa prosessin etenemistä ja suoritusta. Prosessin asiakkaana on työmaa, elementtiasentajat, lopullinen käyttäjä ja kuormaajat. Asiakkaiden näkökulmasta valmiin elementin tulisi vastata rakennesuunnittelijan valmistuspiirustusta niin kiinnitysdetaljien, pinnankäsittelyn, materiaaliominaisuuksien että varustelun osalta. Tärkeää on myös, että elementtiin on kiinnitetty elementtitunnuslappu näkyville ja varastoidun elementin on varastointipaikka kirjattu ylös.

### **Prosessin menestystekijät**

Prosessin onnistuminen edellyttää siltanosturin, malliltaan ja kapasiteetiltaan oikeiden nostoelimien käyttöä, kunnossa olevia ja asianmukaisia työvälineitä, riittävää varastointitilaa ja ennakkoon suunniteltua irrotusjärjestystä. Työntekijöiden ammattitaidolla ja huolellisuudella on myös suuri vaikutus prosessin onnistumiseen. Valmiita elementtejä on käsiteltävä huolellisesti varsinkin nostoissa ja siirroissa, jolloin on vaarana vaurioittaa siirrettävää ja/tai varastoituja elementtejä. Elementtien nostot ja siirrot ovat myös työntekijöiden turvallisuuden kannalta suurimpia riskitekijöitä.

Työntekijät on perehdytetty ja koulutettu siltanosturin käyttöön ja työturvallisuuden vuoksi samassa hallissa työskentelee aina kaksi työntekijää samaan aikaan. Työn valmistuttua tehdään ilmoitus toisille irrottajille ja työnjohdolle, jonka jälkeen varmistetaan, että kukaan ei jää yksin töihin. Viimeistelyllä on myös vaikutus lopputulokseen. Prosessin onnistumiseen pystytään vaikuttamaan myös motivoimalla työntekijöitä antamalla positiivista palautetta sekä palkitsemalla mahdollisten poikkeamien löytämisestä ja ilmoittamisesta.

### **Prosessin mittarit**

Prosessin suorituskykyä ja toiminnan ohjausta voidaan mitata selkeimmin työhön kuluneen ajan ja poikkeamien mukaan. Irrotus tehdään urakkana, joka antaa todellisen kuvan työhön kuluneesta ajasta. Urakan varjopuolena on kiirehtiminen, joka voi näkyä työn laadun heikkenemisenä. Mittareina toimivat myös silmämääräinen tarkistus, virheiden ja poikkeamien havaitseminen ja ilmoitus sekä työmaalta rahtikirjaan merkityt poikkeamat. Myös työntekijöiltä tulevaa palautetta voidaan käyttää prosessin mittareina.

### **Prosessin ohjaus ja valvonta**

Prosessia ohjataan valvomalla työntekoa, seuraamalla laadunvalvontakortteihin ja varastosiiro-lomakkeisiin tehtyjä merkintöjä, suunnittelemalla työjärjestystä ja suullisen palautteen avulla. Työnjohdon tavoitteena on kouluttaa työntekijät omatoimiseksi ja lisätä heidän valmistuspiirustusten lukutaitoaan ja ymmärrystään eri detaljeista.

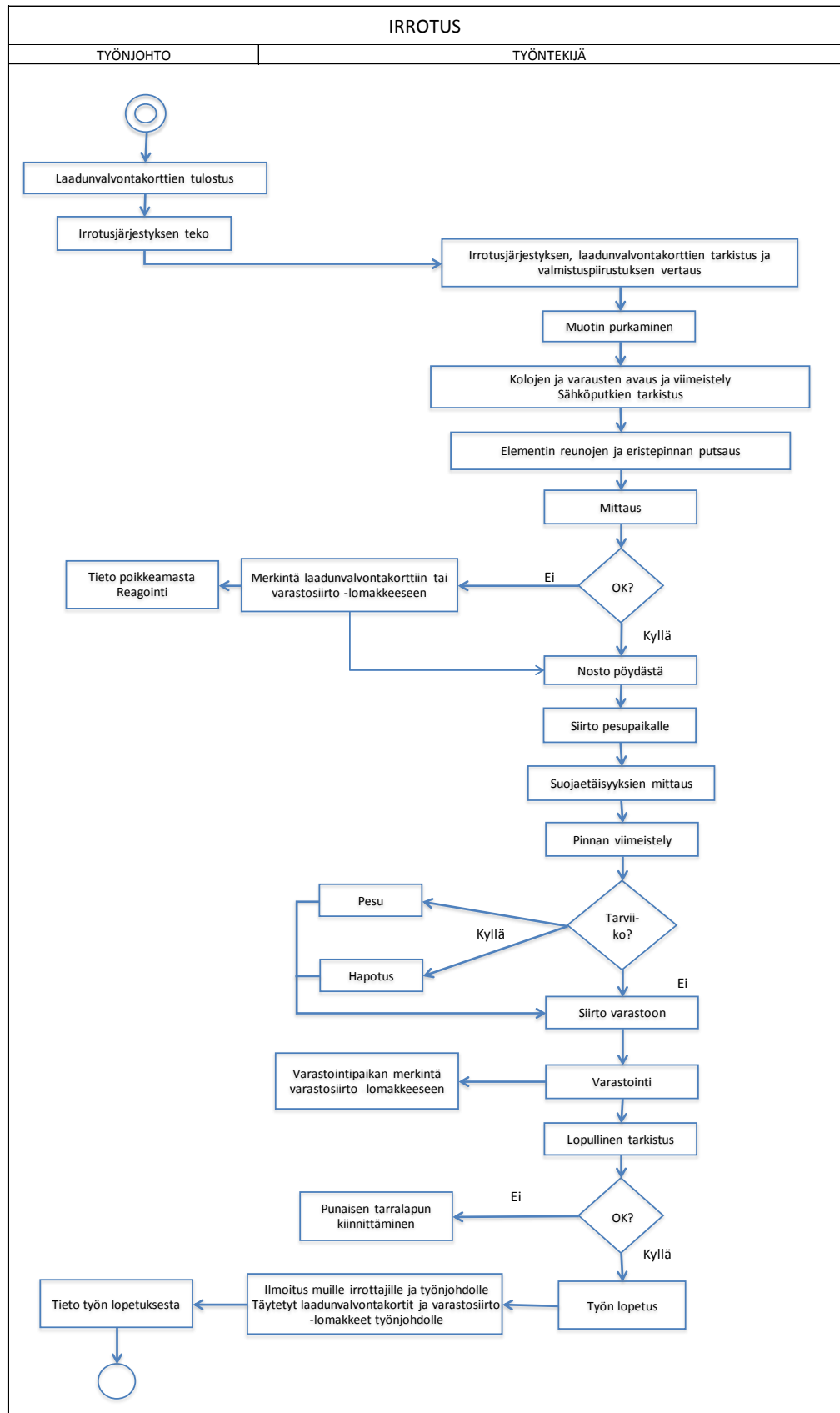
Tavoitteena on saada irrotus prosessina mahdollisimman tehokkaaksi, jotta muuttipöydät vapautuisivat nopeasti kiertoon ja uusia elementtejä päästäisiin tekemään. Tässä auttaa ennakkoon suunniteltu työjärjestys eli irrotusjärjestys. Onkin tärkeää, että työntekijät ymmärtävät syyt järjestyksen takana sekä hahmottavat koko valmistusketjun paremmin. Pahimmassa tapauksessa irrottajat pystyvät lamauttamaan koko hallin toiminnan. Äärimmäisen tärkeää on myös poikkeamista, virheistä ja vahingoista tiedottaminen työnjohdolle, jotta tilanteeseen voidaan reagoida mahdollisimman pian.

### **Prosessin kehittämistarpeet**

Kehittämistarpeena on myös ns. nostoinfon kertominen elementtejä käsitteleville työntekijöille ja työmaalle. On tärkeää tietää, millä nostopuomin asetuksilla elementti nousee suorassa ja muista erityishuomioista, joita irrotuksessa on selvinnyt. Varsinkin varaston ollessa täysi kaikkia elementtejä ei nähdä kokonaan, jolloin painopisteen ja elementin muotojen hahmottaminen on hankalaa ja lähes mahdotonta. Varastointiin on myös kiinnitettävä huomiota. Elementit on varastoitava siten, että jokaiseen elementtiin saa kiinnitettyä nostoelimen ja se on mahdollisuus nostaa toista elementtiä vaurioittamatta varastointipaikasta.

### **Prosessin työvaiheet ja tekijät**

Prosessi koostuu lähtötiedoista ja niiden tarkistuksesta, työn esivalmisteluista, muotin purusta, kolojen ja varausten avauksesta ja viimeistelystä, sähköputkien tarkistuksesta, mittauksista, nostoista, siirroista, pinnan viimeistelystä, varastoinnista ja työn lopetuksesta. Prosessin työvaiheisiin osallistuvat työnjohto ja työntekijät.



Kuvio 12. Irrotuksen prosessikaavio

### **7.2.2 Viimeistely/paikkaus**

Havainnoin ja haastatteluiden pohjalta tehdyt lomakkeet, perustietolomake (ks. liite 6) ja selvityslomake (ks. liite 7), löytyvät opinnäytetyön liitteistä. Tiedot on kuvattu graafisesti prosessikaaviossa (ks. kuvio 12).

#### **Prosessin perustiedot**

Prosessin tarkoituksena on korjata elementin valmistuksen aikana syntyneet poikkeamat. Prosessiin kuuluvat myös erilaiset elementin viimeistelyyn kuuluvat toimenpiteet, joita ei voida tehdä aikaisemmin valmistuksessa. Prosessista vastaa työnjohto, joka ohjaa toimintaa valvomalla työsuorituksia ja työjärjestystä. Työntekijöistä yksi on ns. kymppi, joka työnjohdon ohella vastaa prosessista ja vuoropuhelusta/tiedonkulusta työnjohdon ja työntekijöiden välillä. Prosessin asiakkaana on työmaa, elementtiasentajat, lopullinen käyttäjä sekä kuormaajat. Tavoitteena on saada elementti vastaamaan asiakkaiden vaatimuksia ja tarpeita. Tavoitteeseen päästään valmistuspiirustusten mukaisilla tuotteilla.

#### **Prosessin menestystekijät**

Jotta prosessissa on mahdollisuus onnistua, tulee työn suorittamiseen olla sopiva ja riittävä tila, asianmukaiset kunnossa olevat työvälineet ja materiaalit sekä osaavat, omatoimiset ja ammattitaitoiset työntekijät. Työntekijät joutuvat joissain tapauksissa nostamaan ja siirtämään elementtejä, ja tähän tarvitaan siltanosturia, malliltaan ja kapasiteetiltaan oikeita nostoelimiä ja perehdytystä. Kriittistä työn onnistumisen kannalta on vuoropuhelu työnjohdon ja työntekijöiden välillä, joka korostuu kiireisinä aikoina. Kiireisinä aikoina työjärjestys on tärkeää, jotta työmaalle ei menisi kesken-eräisiä elementtejä. Jos elementti joudutaan viemään työmaalle keskeneräisenä, vaatimuksena kuitenkin on, että elementti voidaan asentaa turvallisesti. Pinnan viimeistely suoritetaan tarvittaessa työmaalla.

#### **Prosessin mittarit**

Prosessin mittareita ovat varastosiirto-lomakkeissa ilmoitettujen poikkeamien kuitaus, työhön käytetty aika ja poikkeamista syntyneet kustannukset. Työmaalla tehtävät paikkaukset toimivat suurimpana mittarina, koska niiden tekeminen kustannuksil-



taan on kallista ja sitoo aina yhden tai kaksi työntekijää tuotannosta. Työmaalta saatava palaute ja arvio toimivat myös prosessin onnistumisen mittareina. Työmaan velvollisuus on kirjoittaa elementtikuorman saapuessa rahtikirjaan tiedot havaituista poikkeamista.

### **Prosessin keskeiset resurssit ja vaatimukset**

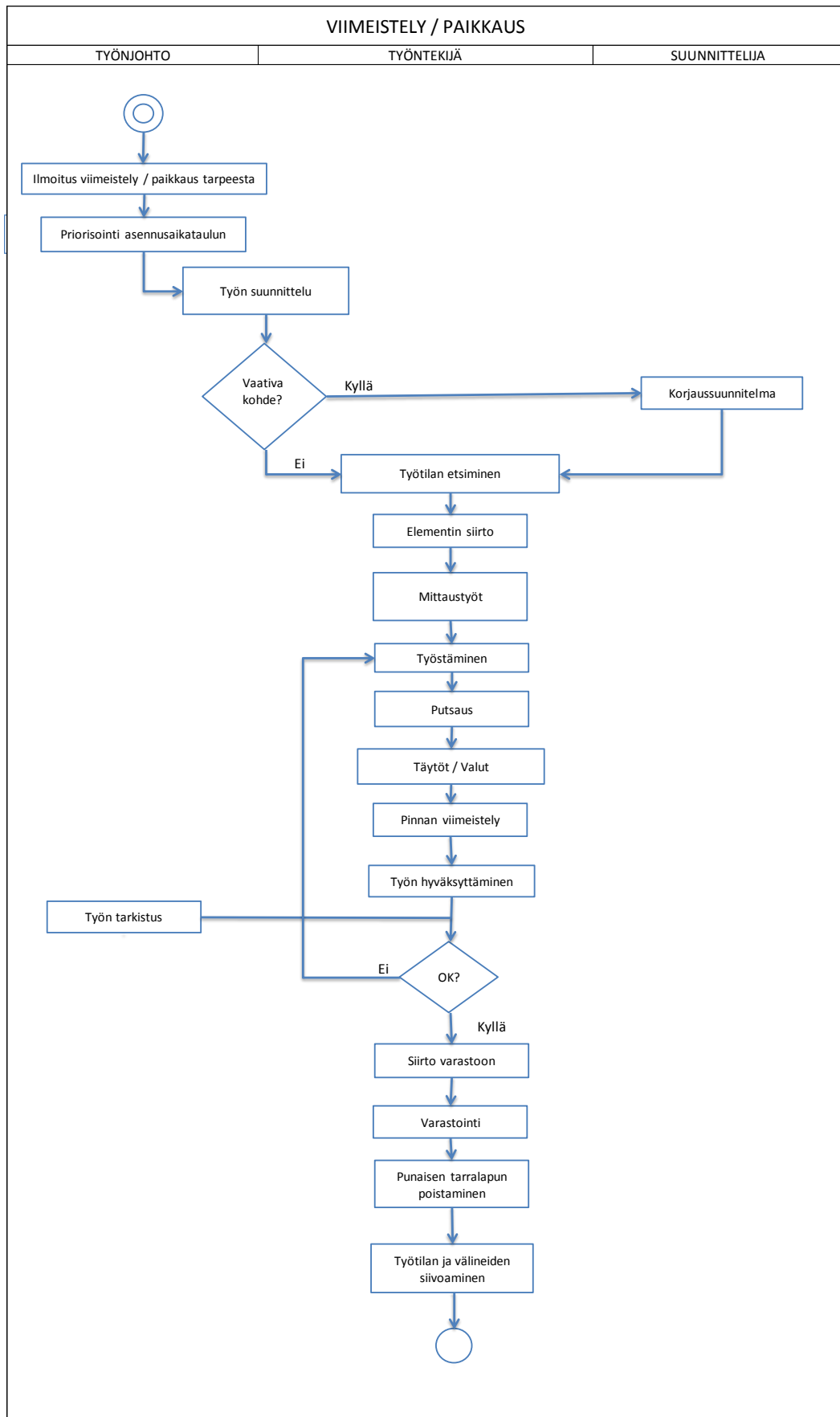
Viimeistelylle ja paikkaukselle tyypillistä on työmäärän vaihtelevuus ja ailahtelevaisuus. Lisäksi työkohteella on vaikutus prosessin tarpeeseen ja luonteeseen. Yleisesti asunto- ja toimistokohteet ovat esimerkiksi tehdastiloja monimutkaisempia kokonaisuuksia ja vaativat enemmän viimeistelyä ja paikkausta. Tavoitteena on kuitenkin elementin tekeminen kerralla valmiiksi. Koska poikkeamilta ja virheiltiltä ei voida ikinä kokonaan välttyä, on prosessin tehokkuuteen ja laatuun panostettava. Mahdollisuuksien mukaan sama työntekijä, jolla on kohteen elementtien viimeistelystä ja paikkauksesta kokemusta tehtaalla, tekee sen myös työmaalla.

### **Prosessin ohjaus ja kehittämismenetelmät**

Työnjohto pyrkii vaikuttamaan tehokkuuteen ja laatuun hankkimalla sopivan henkilöstön ja luomalla prosessin suorittamiseen riittävät resurssit. Erilaisia työmenetelmiä ja materiaaleja testataan ja kokeillaan ennen varsinaista työnsuoritusta hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Tarvittaessa pyydetään ulkopuolista konsultaatioapua laite- ja materiaalivalmistajilta. Työ hyväksytetään aina työnjohdolla. Vaativissa kohteissa ja kuormia siirtävissä rakenteissa pyydetään rakennesuunnittelijalta korjaussuunnitelma.

### **Prosessin työvaiheet ja tekijät**

Prosessi koostuu lähtötiedoista, työn esivalmisteluista, siirroista, viimeistely-/paikkaustyöstä, työn hyväksyttämistä työnjohdolla, varastoinnista ja työn lopettavista toimenpiteistä. Prosessin työvaiheisiin osallistuvat työnjohto ja työntekijät sekä tarpeen vaatiessa rakennesuunnittelija.



Kuvio 13. Viimeistelyn/paikkauksen prosessikaavio

### 7.2.3 Kuormaus

Havainnoin ja haastatteluiden pohjalta tehdyt lomakkeet, perustietolomake (ks. liite 8) ja selvityslomake (ks. liite 9), löytyvät opinnäytetyön liitteistä. Tiedot on kuvattu graafisesti prosessikaaviossa (ks. kuvio 14).

#### **Prosessin perustiedot**

Prosessin tarkoituksena on kuormata elementit ulkovarastointia tai työmaalle kuljetusta varten. Prosessista vastaavat työnjohto ja kuljetuspäällikkö. Kuormauksen asiakkaina toimivat kuljetusliike, elementtiasentajat, työmaa ja tilaaja. Tärkeimpiä asiakkaiden vaatimuksia ja tarpeita ovat oikeiden elementtien toimittaminen työmaalle ajallaan, elementtien sääsuojaus, elementtien eheys ja vahingoittumattomuus sekä kuorman purun helppous.

#### **Prosessin menestystekijät**

Prosessin onnistumisen kannalta on tärkeää saada lähtötiedot mahdollisimman hyvissä ajoin, jotta tehtaalla voidaan aloittaa esivalmistelut ja varmistaa elementtien valmiusaste. Kuormausta helpottaa myös varastotilan väljyys ja pääsy elementin luokse. Työturvallisuusriskit vähenevät tilojen ollessa siistit ja elementtien ollessa kokonaan nähtävillä.

Siltanosturi on välttämätön työn suorituksessa ja varsinkin aamupäivästä tapahtuvat kuormaukset ovat hankalia, jolloin irrotus on vielä käynnissä. Näissä tapauksissa olisi tärkeää informoida irrottajia ja taata siltanosturin käyttö. Kuormauksen viivästyminen aiheuttaa tehtaalle ylimääräisiä kuluja. Elementtien ollessa ulkovarastossa joudutaan käyttämään ajoneuvonosturia, johon vaaditaan erillinen kortti. Menestystekijöihin voi mainita vielä asianmukaiset ja kunnossa olevat laitteet ja välineet, tarkastetut ja katsastetut nostoelimet sekä perehdytetyt ja ammattitaitoiset työntekijät.

#### **Prosessin mittarit**

Prosessin suorituskykyä ja toiminnan ohjausta voidaan mitata prosessiin kuluneen ajan ja laadun mukaan. Käytettäessä ulkopuolista kuljetusliikkeen kuljettajaa enimmäiskuormausaika on määritelty ja ylimenevältä ajalta maksetaan korvaus. Kuor-

mausaika merkitään rahtikirjaan. Työmaan velvollisuus on kirjata rahtikirjaan kuljetuksen tai purun aikana ilmenneet poikkeamat, jotka toimivat kuormauksen laadun mittareina. Suullinen palaute eri osapuolilta toimii myös prosessin mittarina.

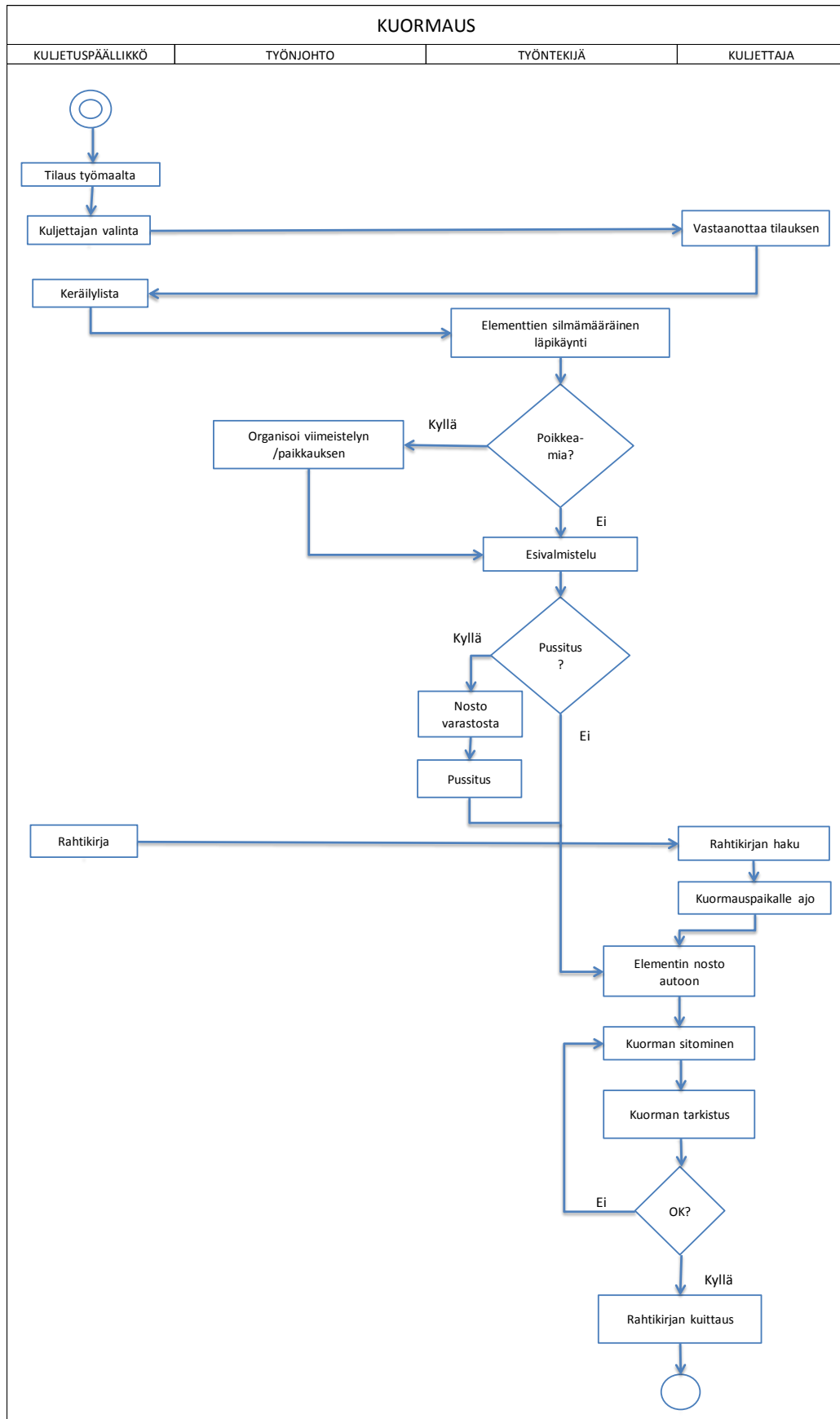
### **Prosessin ohjaus ja työnjohdon tavoitteet**

Kuormausta ohjataan kuljetuspäällikön toimesta tehtyjen keräilylistojen ja rahtikirjojen avulla, jotka tehdään työmaalta tulleen tarpeen ja tilauksen mukaisesti. Työnjohto ennakoi, suunnittelee ja valvoo resurssien käyttöä, elementtien ulosajoa ja kuormausta. Tärkeää on vuoropuhelu työntekijöiden ja työnjohdon välillä ja tiedon kulkeutuminen nopeasti osapuolilta toisille. Työnjohdon tavoitteena on kehittää työntekijöiden nostureiden käsittelytaitoa, lisätä poikkeamien ja virheiden ilmoittamista, työturvallisuutta, perehdyttää ammattitaitoisia työntekijöitä ja taata riittävät resurssit työn suorittamiselle. Tavoitteena on myös pitää tilat siistinä ja siivota kuormausjätteet työsuorituksen jälkeen.

Työntekijöillä on osa vastuu kuormauksesta, jolloin heillä on oikeus kieltäytyä kuormauksesta elementtejä riittävästä syystä. Erilaisia syitä voi olla kuorman sitomiseen tai elementin laadun heikentäviin tekijöihin liittyen. Työntekijä voi pyytää kuljettajaa puhdistamaan lavan tai hän voi tarjota kuljettajalle oikeanlaisia sitomis- tai tuentavälineitä.

### **Prosessin työvaiheet ja tekijät**

Prosessi koostuu lähtötiedoista, kuormauksen suunnittelusta, esivalmisteluista, siirroista, elementin suojauksesta, kuormauksesta, kuorman sitomisesta ja työn lopettavista toimenpiteistä. Prosessin työvaiheisiin osallistuvat kuljetuspäällikkö, työnjohto, työntekijät ja kuljettaja.



Kuvio 14. Kuormauksen prosessikaavio

## 8 ELEMENTTIEN SIIRTOREITIT JA ELEMENTTIVARASTOT

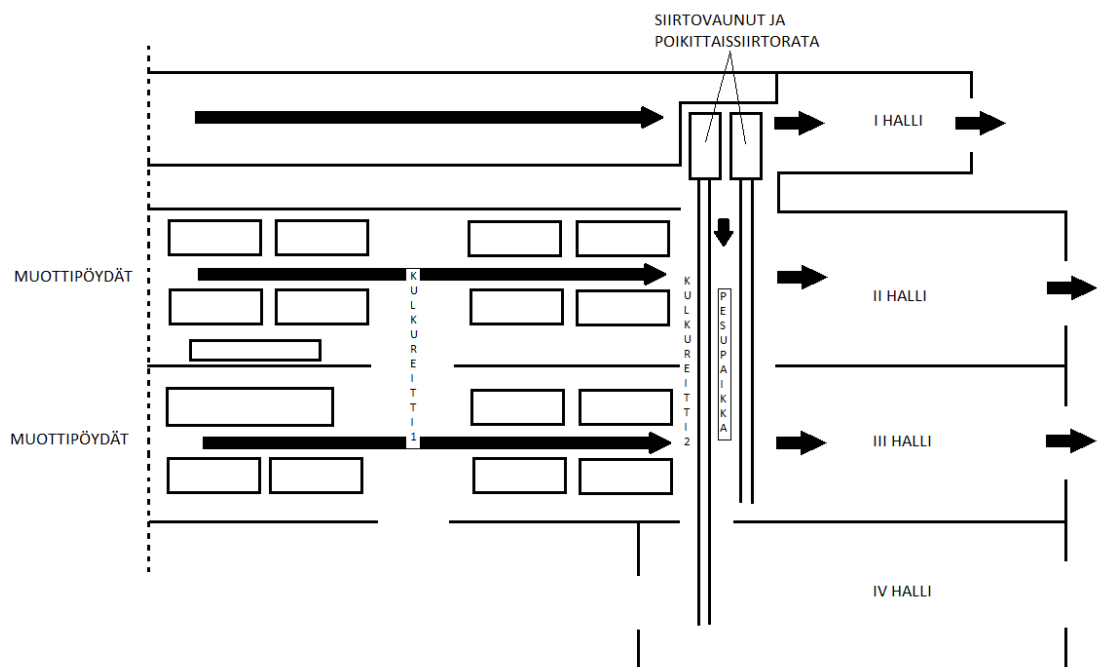
Tehtaan sisällä olevat elementtivarastot sijaitsevat hallien I-III päädyissä. I-hallin varasto on yhden pilarivälin lyhyempi kuin II- ja III-hallien varastot, joissa on viisi pilariväliä. Elementit varastoidaan pilareihin kiinnitettyihin kampafakkeihin, jolloin yhdessä hallissa on molemmilla puolilla varastointipaikkoja. Yhteen pilariväliin mahtuu keskimäärin 13 elementtiä. Keskimääräinen elementtien määrä on laskettu täysistä elementtivarastoista laskemalla kaikki siellä olevat varastoidut elementit yhteen ja jakamalla sen summa pilarivälien määrällä. Koska varastossa on paljon erityyppisiä ja levyisiä elementtejä, pidän laskettua tulosta suhteellisen luotettavana.

Elementtien siirrot tapahtuvat pääsääntöisesti siltanostureilla. Hallista toiseen on mahdollista siirtää elementtejä siirtovaunulla poikittaissiirtorataa pitkin. Poikittaissiirtoratoja on kaksi. Toinen ulottuu I hallista III halliin ja toinen I hallista aina IV halliin asti. Siirtovaunun koko rajoittaa kuljetettavia elementtejä lähinnä elementtien pituuden suhteen. Jokaisessa tuotantohallissa (I-III) on vähintään kolme siltanosturia, joiden nostokapasiteetit vaihtelevat. IV hallissa on vain yksi pienempi siltanosturi. Siltanostureiden nostokapasiteetit vaihtelevat 5-16 tonniin. Siltanostureiden nostokapasiteetit on esitetty alla olevassa luettelossa halleittain. Nostokapasiteetit ilmoitetaan tonneittain ja järjestys on kauimmaisesta lähimpänä kuormauspaikkaa olevaan:

- I-Halli: 10tn, 5tn, 10tn ja 10tn
- II-Halli: 10tn, 12tn ja 10tn
- III-Halli: 10tn, 10tn ja 16tn
- IV-Halli: 5tn

Keskimääräinen viikkotuotanto on noin 100 elementtiä. Viikkotuotantoon vaikuttaa valmistettavien elementtien tyypit ja koko. Valmistettavien ja varastoitavien elementtien tyypit, koko ja määrät vaihtelevat halleittain. Halleissa olevat muottipöydät rajoittavat ja määräävät tuotantoa eniten. I-hallissa on eniten (21 kpl) muottipöytiä. II-hallissa on yhdeksän ja III-hallissa seitsemän muottipöytää. Myös muottipöytien koko vaikuttaa hallikohtaiseen tuotantoon. I-hallissa on pienimmät muottipöydät, II- ja III-hallien muottipöydät ovat suurin piirtein samankokoisia.

Kuviossa 15 on esitetty I-III-hallien tuotantotilat ja elementtivarastot. Kuvioon on merkitty nuolilla myös elementtien siirtosuunnat. II- ja III-halleissa elementit nostetaan muottipöydästä ja siirretään pesupaikalle tarkastusta varten. I-hallissa pesupaikka sijaitsee kuormauspaikan vieressä. Pesupaikalta elementti siirretään varastoon ja varastosta elementti kuormataan ja kuljetetaan työmaalle. Elementtejä joudutaan siirtämään aina välillä kulkusuuntien vastaisesti, kun elementti vaatii viimeistelyä tai paikkausta. Viimeistelystä ja paikkauksesta johtuvia kulkureittejä ja siirtosuuntia ei ole merkitty kuvioon, koska ne riippuvat paljon siitä missä on vapaata tilaa.



**Kuvio 15. I-IV hallien varastot ja elementtien siirrot**

Elementtien kulkureitit eivät risteidy keskenään, koska siltanostureilla pystytään kuljettamaan vain yhteen suuntaan. Poikkeuksena on poikittaissiirtoradoilla siirtovau- nuilla tehtävät siirrot. Enemmän kuljetukseen vaikuttaa siltanosturin valinta. Irrotus ja kuormaus prosesseina sitovat siltanosturin pidemmäksi aikaa käyttöön. Pääsään- töisesti irrotuksessa käytetään toista tai viimeistä siltanosturia, jotta myös tuotannon tai kuormauksen käyttöön jää nostureita. Tärkeää onkin, että hallissa olevat työnteki- jät huomioivat toisten tarpeet ja työvaiheet, jotta tuotantoa ja toimintaa hallissa pys- tytään jatkamaan keskeytyksettä.

Riskipaikkoja elementtien kuljetuksen kannalta ovat II- ja III-hallien kohdalla olevat poikittaissuuntaiset kulkureitit 1 ja 2 sekä poikittaissiirtorata. Kuljetusreitit ovat pääsääntöisesti materiaalien siirtoja varten, joissa käytetään pumppukärryjä tai pyöräalustaista kuormaajaa. Tärkeintä kuitenkin kaikissa siirroissa on muiden työntekijöiden huomioiminen ja siirtojen turvallinen suoritus. Yksi tehdashallin suurimmista ongelmista on selvien kulku- ja kuljetusreittien puuttuminen. Taakkojen siirtelyyn käytetään samoja reittejä, joita käytetään myös yleisinä kulkureitteinä.

## **9 TEHDASLAAJENNUS JA TYÖSAAVUTUKSET**

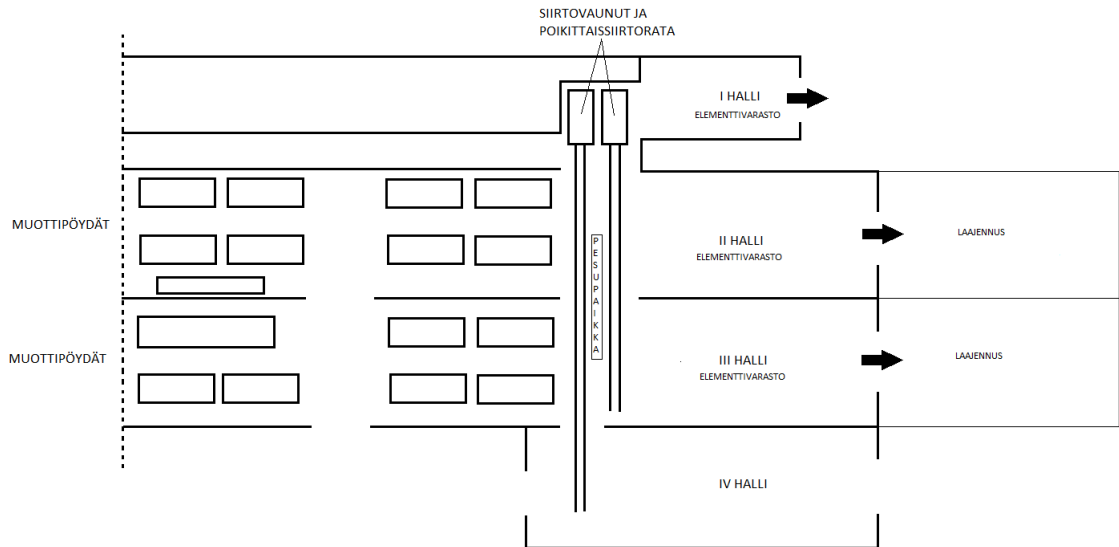
### **9.1 Tehdaslaajennuksen lähtökohdat**

Tehdaslaajennuksen tarkoituksena on lisätä varastointitilaa ja helpottaa varaston hallintaa ja järjestyksen ylläpitoa. Tavoitteena on laajentaa tehdashallia tuotantoa mahdollisimman vähän häiriten. Laajennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa tullaan hyödyntämään vuonna 2008 tehdyn tehdashallilaajennuksen tietoja. Laajennuksesta ja sen eri vaiheista on pidetty kattavaa työmaapäiväkirjaa, josta selviää eri työvaiheisiin kulunut aika ja materiaalimenekit. Rakennushankkeen etenemisen hahmottamista auttavat myös säännöllisin väliajoin otetut valokuvat.

Entinen toimitusjohtaja, Markku Pesu, on laskenut laajennuksen alustavat materiaalimenekit (ks. liite 10) ja hahmotellut elementtien asennukseen kuluvaan aikaan (ks. liite 11). Muille työvaiheille tullaan laskemaan alustavat työsaavutukset käyttäen alustavia materiaalimenekkejä. Laskentaan käytetään Ratu -työmenekkejä (Rakennustöiden menekit 2010) ja saatuja työsaavutuksia verrataan aikaisemman tehdashallilaajennuksen työsaavutuksiin (ks. liite 12). Opinnäytetyössä ei oteta kantaa rakennusmenetelmiin, -ratkaisuihin tai materiaalien menekkeihin.

Tehdashallin laajennus koskee halleja II ja III. Halleja on tarkoitus jatkaa kuusi pilarin väliä eli yhteensä 36 m. Koko leveydeltään laajennus on noin 42 m eli yhden hallin leveys on noin 21 m. Kuviossa 16 on esitetty karkeasti tämänhetkiset elementtivarastot hallien I-III päissä sekä ohuemmalla viivalla tuleva laajennusosa hallien II ja III päissä.





**Kuvio 16. Nykyiset elementtivarastot ja laajennettava osa**

## 9.2 Vanhan ulkovaraston purku ja maatäyttö

Ennen varsinaisen tehdashallilaajennuksen aloittamista vanha ulkovarasto on purettava. Ulkovaraston purkamisen on aloitettava varastossa olevien elementtien siirrolla väliaikaiseen varastoon tai elementit on pyrittävä toimittamaan työmaalle. Ulkovarastoon on myös varastoitu ns. susielementit eli käyttökelvottomat elementit. Susielementit on hävitettävä asianmukaisella tavalla. Kampafakkien alla olevat anturat on kaivettava ylös ja kaivannot täytettävä maa-aineella. Vanhan ulkovaraston tila saadaan näin rakennustyömaan käyttöön. Ulkovaraston purkamisen ja maatyöt eivät kuulu opinnäytetyöhön. Ulkovaraston purkamiseen ja maatäyttöihin kuluvaan aikaan ei ole otettu kantaa.

## 9.3 Kaivu-, täyttö- ja perustustyöt

### Työvaiheet ja materiaalimenekit

Työvaiheisiin kuuluu kaivu-, täyttö- ja tiivistystyöt sekä anturaelementtien asennus. Anturaelementtien asennuksen jälkeen tapahtuvat täyttö- ja tiivistystyöt kuuluvat myös tähän työvaiheeseen. Lopulliset kaivumäärät pitää selvittää pohjatutkimuksella, mutta alustavasti ja alkutietojen perusteella on arvioitu mahdolliset määrät. Antu-

raelementtejä on yhteensä 22 kappaletta, joista 18 kappaletta on mastopilareille ja neljä kappaletta on tuulipilareille.

Suunnitelmien mukaan tavoitteena on poistaa alueelta pintamaa ja kaivaa anturoille perustukset. Mastopilarin anturoita varten tarvitaan kolme linjaa, kaksi sivuille ja yksi keskelle kahta hallia. Tuulipilareiden anturoita varten tehdään päätyyn yksi linja. Anturan perustusten viereen on tarkoitus asentaa sadevesijärjestelmät ja salaojat. Radonputken tarve on selvitettävä erikseen.

### **Työmenekit ja -saavutukset**

Aikaisemman tehdaslaajennuksen maatöihin ja anturaelementtien asennukseen kului yhteensä neljä viikkoa. Kaivumääriä ei ole tiedossa. Aikaisemmassa laajennuksessa jouduttiin kaivamaan pohjaa syvemmälle, joten oletettavaa on, että uuden laajennuksen työt tullaan tekemään hiukan nopeammin vaikka alue on pinta-alaltaan suurempi. Työsaavutusta Ratu -työmenekien mukaan maatöihin menee neljä ja puoli viikkoa ja anturoiden asennukseen kahdeksan työvuoroa. Töiden kestot on esitetty taulukossa 3.

### **Taulukko 3. Kaivu-, täyttö- ja perustustöiden töiden kestot**

<b>Työvaihe</b>	<b>Laajennus 2008</b> Todellinen töihin kulunut aika	<b>Laajennus 2015</b> Ratu -työmenekit
<b>Maatyöt</b>	3,5 vko	4,5 vko
<b>Anturoiden asennus</b>	3 tv	8,5 tv

Työsaavutukset kaivulle, täytölle ja tiivistykselle on Ratu -työmenekeillä laskettu yhden rakennusammattimiehen työryhmälle ja täytön ja tiivistyksen työsaavutukset yhden koneenkäyttäjän työryhmälle. Elementtiasennuksen työsaavutuksen laskemiseen on käytetty kolmen miehen työryhmää, jossa on kaksi elementtiasentajaa ja yksi avustava työntekijä. Lasketut Ratu -työmenekit ja työsaavutukset on esitetty alla olevassa taulukossa 4. Vuonna 2008 tehdyn laajennuksen työryhmää ei ole tiedossa.

Taulukko 4. Ratu -työmenekien mukaiset työsaavutukset ja -kestot

Työmenekit, -saavutukset ja -kestot				
<b>Kaivu</b>	m3	työsaavutus (m3/tv)	kesto (tv)	Työsaavutukset laskettu yhden rakennusammattimiehen ja koneenkuljettajan työryhmällä
Anturat	730	800	0,9	
Lattia	200	800	0,3	
Sadevesiviemärit	100	800	0,1	
<b>Täyttö ja tiivistys</b>	m3	työsaavutus (m3/tv)	kesto (tv)	Työsaavutukset laskettu yhden koneenkäyttäjän työryhmällä.
Anturat	580	130	4,5	
Lattia	1000	130	7,7	
Sadevesiviemärit	100	130	0,8	
Ulkopuolinen	2700	360	7,5	
<b>Elementtien asennus</b>	kpl	työsaavutus (tth/kpl)	kesto (tv)	Työsaavutukset laskettu kolmen miehen ryhmällä. Työsaavutuksiin lisätty TL3-kerroin 1,05.
Anturat	22	2,9	8,4	

## 9.4 Elementtityöt

### Työvaiheet ja materiaalimenekit

Laajennettavan tehdashallin runko on elementtirakenteinen. Työvaiheita ovat elementtien asennus, kiinnitys, saumaus ja juotosvalut. Koska anturaelementit sisältyivät aikaisempaan työvaiheeseen, ei niitä ole huomioitu tässä osassa ollenkaan. Taulukossa 5 on lueteltu vuonna 2008 tehdyn hallilaajennuksen ja uuden hallilaajennuksen elementtimäärät. Liitteenä olevassa määräluettelossa on esitetty tarkemmin uuden hallilaajennuksen materiaalimenekit ja -tiedot.

Taulukko 5. Laajennuksien elementtimäärät

Elementit	Laajennus 2008 (kpl)	Laajennus 2015 (kpl)
Pilarit	16	22
HI-palkit	6	12
Ontelolaatat	91	216
Sokkelit		12
Seinät	51	56

Kun anturat on asennettu ja perustukset saatu valmiiksi, aloitetaan rungon pystytys asentamalla pilarit paikoilleen. Pilareiden asennuksen jälkeen pilareiden juuret valetaan juottamalla. Pilarien päälle asennetaan HI-palkit, joiden päälle asennetaan ontelolaatat. Sokkeli- ja seinäelementit asennetaan viimeisenä.

### Työmenekit ja -saavutukset

Työsaavutuksiin on laskettu elementtien asennus, kiinnitys, saumaus ja juotosvalut. Aikaisemman tehdashallin laajennuksen runkoelementtien asennukseen on kulunut kuusi työvuoroa ja seinäelementtien asennukseen viisi työvuoroa. Ontelolaattojen saumavaluihin ja kaatoihin on kulunut neljä työvuoroa. Elementtien asennukseen on mennyt kokonaisuudessaan 15 työvuoroa. Elementtien asennuksessa on työskennellyt neljän hengen työryhmä eli yksi rakennusammattilainen ja kolme apumiestä. Neljän hengen työryhmän lisäksi paikalla on ollut nosturikuski sekä esimies.

Markku Pesu on hahmotellut työsaavutuksia myös elementtiasennuksen osalta. Hän on arvioinut, että rungon asennukseen kuluu viisi ja puoli työvuoroa, seinien asennukseen 11 työvuoroa ja onteloiden asennukseen ja valuihin 12 työvuoroa. Yhteensä elementtien asennukseen kuluu 28,5 työvuoroa. Työryhmästä ei ole tietoa.

Ratu -työmenekkien mukaan kolmen hengen työryhmällä kuluu 35 työvuoroa elementtien asennukseen. Rungon asennukseen kuluu viisi työvuoroa, seinien asennukseen 17 työvuoroa ja onteloihin 13 työvuoroa. Ratu -työmenekeissä ontelolaattojen asennukseen kuuluvat saumavalut ja kaadot. Ratu -työmenekit, -saavutukset ja -kestot on esitetty taulukossa 6. Taulukkoon 7 on kerätty työsaavutusten vertailut.

### Taulukko 6. Elementtiasennuksen Ratu -työmenekit, -saavutukset ja -kestot

Työmenekit, -saavutukset ja -kestot					
Elementtien asennus	kpl	työsaavutus (tth/kpl)	TL-3 - kerroin	kesto (tv)	Työsaavutukset laskettu kolmen miehen ryhmällä.
Sokkelit	12	2,4	1,1	4,0	
Pilarit	22	0,87	1,15	2,8	
Palkit	12	1,02	1,2	1,8	
Ontelot	216	0,52	0,925	13,0	
Seinät	62	1,62	1,05	13,2	

**Taulukko 7. Työsaavutusten vertailu**

Työvaihe	Laajennus 2008	Laajennus 2015	Laajennus 2015
		Markku Pesun aikataulu	Ratu -työsaavutukset
Runko	6 tv	5,5 tv	5 tv
Seinät	5 tv	11 tv	17 tv
Ontelot	4 tv	12 tv	13 tv
Yhteensä	15 tv	28,5 tv	35 tv

## 9.5 Muut työt

Opinnäytetyön kannalta olennaisia muita töitä ovat siltanosturin kiskojen jatkaminen, lattiavalut sekä kampafakkien asennus. Vesikattotyöt eivät kuulu opinnäytetyöhön, koska ne eivät rajoita rekkojen ajoa halliin eikä kuormausta.

Vuoden 2008 tehdashallilaajennuksen siltanosturin kiskojen asennukseen ei ole ilmoitettu tarkkaa työsaavutusta. Markku Pesu on arvioinut siltanosturikiskojen asennukseen kuluvaan yhteensä kaksi työvuoroa. Kiskot on asennettava rungon asennusvaiheessa. Ratu -työmenekkeissä ei ole vastaavien kiskojen asennukselle työmenekkejä tai saavutuksia, joten opinnäytetyössä tullaan käyttämään Markku Pesun arvioimia työsaavutuksia.

Aikaisemman tehdashallilaajennuksen lattia valettiin kolmessa osassa. Lattiavalun valmisteluun ja valuun on kulunut aikaa noin puolitoista viikkoa. Koska laajennettavan osan yhden hallin lattiapinta-ala on samankokoinen kuin vuonna 2008 tehdyn laajennuksen, voidaan työsaavutuksia pitää luotettavana myös uuden laajennuksen osalta. Kun lattiavalun valmisteluun ja valuun kuluvaan aikaan lisätään maatyöt eli lattian aluskaivu, täyttö ja tiivistys, saadaan tehdashallilaajennuksen lattioiden valmistukseen yhteensä kulumaan 22 työvuoroa.

Kampafakkien asennukseen ei ole saatavilla työsaavutuksia. Voidaan kuitenkin olettaa, että kampafakkien asennus ei häiritse kuormausta, koska työ voidaan keskeyttää kuormauksen ajaksi.

## **10 TEHTAAN SISÄISEN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU**

### **10.1 Suunnittelun lähtökohdat**

Rakennushankkeen aikana tehtaan sisäisen logistiikan suunnitteluun vaikuttavat monet eri seikat. Koska rakennushankkeen aikaista tilauskantaa ja tuotantoa ei voi tietää etukäteen, on suunnittelussa tehtävä paljon oletuksia ja pyrittävä arvioimaan tuotantomääriä keskiarvojen mukaan. Tärkeintä suunnittelussa on, että toimintaa on pohdittu riittävän monelta kannalta ja mahdolliset ongelmakohdat on kartoitettu. Näin pystytään välttymään suurimmilta ongelmilta rakennusvaiheessa. Kaikkeen ei voida kuitenkaan ennalta varautua, koska tehtaan omassa tuotannossa, laajennustyömaalla tai työmaalla, johon elementit toimitetaan, voi tapahtua ennalta arvaamattomia poikkeustilanteita. Tehtaan sisäisen logistiikan suunnittelussa lähtötietoina on käytetty opinnäytetyössä hankittuja tietoja.

### **10.2 Rakennusvaiheiden suunnittelu ja rytmitys**

Tehdashallilaajennuksen rakennusvaiheiden suunnittelussa ja rytmityksessä on huomioitava elementtien kuormaus, jonka vuoksi kulku toiseen halliin on aina pidettävä auki. Rakennusvaiheet on saatettava aina siihen pisteeseen, että rakennustyömaan läpi voidaan kulkea turvallisesti. Liitteessä olevassa karkeassa aikataulussa on tehdashallilaajennuksen aikataulu (ks. liite 13). Ilman ulkona olevan elementtivaraston purku- ja maatöitä sekä vesikattotöitä koko rakennushankkeeseen kuluu noin 16 viikkoa, jos mahdollisia keskeytyksiä ei oteta huomioon. Rytmittämällä rakennushanke oikein pystytään kulku toiseen tehdashalliin pitämään auki ja enimmillään kulku toiseen tehdashalliin on suljettu noin kolme viikkoa lattioiden valuvaiheessa.

#### **Maatyöt ja anturoiden asennus**

Maatyöt on aloitettava antura- ja sadevesiviemärilinjojen kaivamisella. Lattian aluskaivu, täyttö ja tiivistys voidaan ja kannattaa jättää myöhäisempään vaiheeseen, koska aluetta käytetään koko rakennushankkeen ajan kulkuväylänä.

Antura- ja sadevesilinjojen kaivu, putkien asennus, anturaelementtien asennus, täyttö ja tiivistystyöt kannattaa jaksottaa myös kahteen osaan. 2/3 maatyöistä pystytään tekemään ensin ja 1/3 sen jälkeen. Näin toista tehdashallia voidaan käyttää elementtien kuormaukseen. Ensimmäinen vaihe kestää kymmenen työpäivää ja toinen vaihe viisi. Kolmessa viikossa maatyöt ja anturoiden asennus olisi kokonaan tehty. Taulukossa 8 on esitetty työvaiheen kestot jana-aikatauluna.

**Taulukko 8. Maatöiden ja anturoiden asennuksen kestot**

Työvaihe	kesto (tv)	Viikko 1					Viikko 2					Viikko 3				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2/3 Maatyöt + anturat	10	██████████					██████████									
1/3 Maatyöt + anturat	5											██████████				

Opinnäytetyössä on oletettu, että molempien tehdashallilaajennusten päihin, tuulipilarianturoiden väliin, voidaan jättää rekkojen ajoväyläksi kaivamaton alue. Jos käytetään oikeita materiaaleja ja luiskan kaltevuuksia, kaivannon ei pitäisi sortua ja väylää voitaisiin käyttää raskaammillakin ajoneuvoilla. Materiaalit ja luiskan kaltevuudet on varmistettava rakennesuunnittelijalta. Ulkopuoliset täytöt ja tiivistykset tehdään myöhemmässä vaiheessa.

### Runkoelementtien asennus

Työvaiheeseen kuuluu kokonaisuudessa noin 23 työvuoroa. Runkoelementtien asennus kannattaa jakaa myös tehdashallien osalta kahteen vaiheeseen. Ensin puretaan toisen hallin vanha seinä, jonka jälkeen voidaan asentaa 2/3 runkoelementeistä. 2/3 runkoelementeistä käsittävät kaksi mastopilarilinjaa, yhden reunimmaisesta ja keskimmäisestä linjasta, kaksi tuulipilaria sekä HI-palkit molempien mastopilarilinjojen välille. Myös siltanosturin kiskot asennetaan tässä vaiheessa. Näiden runkoelementtien asennukseen kuuluu noin 12 työvuoroa eli kaksi ja puoli viikkoa. Toisen tehdashallin runkoelementtien asennus sujuu hiukan nopeammin, koska toisen puolen mastopilarit ovat asennettu jo aikaisemmin. 1/3 runkoelementtien asennuksesta kestää noin 11 työvuoroa. Taulukossa 9 on esitetty työvaiheen kestot jana-aikatauluna.

### Taulukko 9. Rungon asennuksen kestot

Työvaihe	kesto (tv)	Viikko 4				Viikko 5				Viikko 6				Viikko 7				Viikko 8						
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1/2 Seinän purku	1,5	■																						
2/3 Runko + kiskot	4	■																						
1/2 Ontelot	6,5					■																		
1/2 Seinän purku	1,5									■														
1/3 Runko + kiskot	2,5									■														
1/2 Ontelot	6,5													■				■						

### Sokkeli- ja seinäelementtien asennus

Seinäelementtien asennuksen kuluu yhteensä 17 työvuoroa eli noin kolme viikkoa. Seinäelementtien asennus voidaan myös jakaa kahteen osaan, jolloin toisen tehdashallin osalta asennetaan sekä sokkelielementit että seinäelementit. Näin toteutettuna ulkotäytöt ja tiivistykset voidaan aloittaa, kun toisen hallin sokkeli- ja seinäelementit on asennettu kokonaan. Taulukosta 10 nähdään työvaiheet jana-aikatauluna.

### Taulukko 10. Sokkeli- ja seinäelementtien asennus sekä ulkotäytöt ja tiivistykset

Työvaihe	kesto (tv)	Viikko 8				Viikko 9				Viikko 10				Viikko 11				Viikko 12						
		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
1/2 Sokkelit + seinät	8,5	■				■																		
1/2 Sokkelit + seinät	8,5									■				■										
Ulkotäytöt ja tiivistykset	7,5													■				■						

### Ulkotäytöt, tiivistykset ja tehdashallilattioiden valut

Ulkotäytöt voidaan limittää sokkeli- ja seinäelementtien asennuksen sekä tehdashallin lattian valujen kanssa. Kun toisen tehdashallin elementit on asennettu, voidaan aloittaa sen puolen ulkotäytöt ja tiivistykset. Ulkotäyttöjen valmistuttua voidaan aloittaa tehdashallin lattioiden aluskaivu. Kaivu voidaan suorittaa molempien hallien osalta kerralla valmiiksi, koska pohjasta poistetaan alkuperäisten suunnitelmien mukaan vain pintamaa. Lattian aluskaivuun kuluu alle yksi työvuoro, joten se ei häiritse oikein ajoitettuna mahdollista kuormausta.

Toisen tehdashallin lattian maatyöt eli täytöt ja tiivistykset voidaan aloittaa heti aluskaivun jälkeen. Tehdashallin lattia valetaan kolmessa osassa. Ensimmäisen osan raudoitus voidaan aloittaa kun maatyöt sen osalta on valmiit. Näin edetään koko teh-



dashallin lattian osalta. Tähän kuluu yhteensä noin kahdeksan työvuoroa. Kun koko tehdashallin lattia on raudoitettu, voidaan sitä alkaa valamaan.

Lattian valuihin kuluu kolme työvuoroa. Lattian riittävän lujuuden ja kovuuden kehittymiseksi lattian on annettava kuivua riittävän pitkään. Opinnäytetyössä lattian kuivumiseen on varattu viikko. Kuivumiseen vaikuttaa monet eri tekijät kuten lämpötila, kosteus, jälkihoito ja käytettävä massa. Näitä tietoja ei ole ollut saatavilla opinnäytetyötä tehdessä. Mahdollista tehdashallilattian pinnoittamista ei ole myöskään opinnäytetyössä huomioitu. Taulukossa 11 on kuvattu ulkotäyttö, tehdashallin lattian maatyöt ja valu jana-aikatauluna.

**Taulukko 11. Ulkotäytön sekä tehdashallin lattian jana-aikataulu**

Työvaihe	kesto (tv)	Viikko 11				Viikko 12				Viikko 13				Viikko 14				Viikko 15				Viikko 16							
		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Ulkotäytöt ja tiivistykset	7,5	██████████				██████████																							
1/2 Lattian maatyöt	5					██████████				██████████																			
1/2 Lattian varustelu ja valu	6									██████████																			
1/2 Lattian maatyöt	5													██████████															
1/2 Lattian varustelu ja valu	6																	██████████											

### 10.3 Tuotanto

Rakennushankkeen aikainen tuotanto vaikuttaa kaikista eniten tehtaan sisäiseen logistiikkaan, koska siihen ei pystytä kaikilta osin itse tehtaalla vaikuttamaan. Tuotannon suunnittelussa on huomioitava rakennushankkeen aikaiset poikkeusjärjestelyt ja tuotantomäärissä on otettava huomioon elementtivarastojen kapasiteetit. Ensisijaisesti pyritään varmistamaan riittävä varastointitila ennen kuin rajoitetaan tuotantoa. Rakennushankkeen aikana ei kuitenkaan pystytä valmistamaan elementtejä pitkäksi aikaa varastoon.

Valmistettavien elementtien määrän lisäksi sisäiseen logistiikkaan vaikuttaa elementtien koko ja tyyppi. Suuret elementit, jotka painonsa vuoksi tarvitsevat kaksi siltanosturia nostoihin ja siirtoihin, ovat hankalimpia. Tällaisia elementtejä ei saada siirrettyä hallista toiseen, vaan ne on pakko kuormata samasta hallista kuin, missä ne on valmistettu. Vaikka ns. kahden siltanosturin elementit ovat kuitenkin harvinaisempia, ovat ne täysin mahdollisia, ja siksi ne on otettava huomioon suunnittelussa. Pitkät

elementit ovat myös haastavia vaikka niitä pystyisi siirtämään yhdellä siltanosturilla. Ne vaativat kääntöihin suuremman pinta-alan ja niitä ei saada tuettua riittävän turvallisesti siirtovaunuun.

Sisäisen logistiikan ja tuotannon suunnittelun kannalta tärkeää olisi rakennushankkeen aikana saada valmistuspiirustukset ja asennusaikataulut mahdollisimman hyvässä ajoin. Tällä tavoin kriittisimmät ja haastavimmat elementit voitaisiin tehdä etukäteen, siirtää, varastoida ja kuormata turvallisesti.

## 10.4 Siirrot

Tehtaan sisäisen logistiikan onnistumisen kannalta betonielementtien siirrot ovat tärkeässä asemassa. Rakennushankkeen aikana ja muissa poikkeusjärjestelytilanteissa elementtien siirrot olisi minimoitava ja suunniteltava mahdollisimman hyvin. Koska tällaisissa tilanteissa siirtoja tulee väkisin normaalia enemmän, on panostettava nostojen ja siirtojen turvalliseen suorittamiseen. Tärkeää on huomioida kaikki alueella työskentelevät työntekijät sekä tila, jossa elementtejä siirrellään. Paras ratkaisu olisi rajata elementtien siirroille oma alue ja rauhoittaa se muulta käytöltä. Tällainen järjestely on usein lähes mahdoton, mutta jo alueen merkitseminen ja siistinä pitäminen helpottaa tilannetta. Haasteena on myös pesu- ja viimeistelypaikan sijainti. Tällä hetkellä se sijaitsee II- ja III-hallin välisellä pilarilinjalla poikittaissiirtoratojen välissä, jonka kautta elementtejä siirrellään.

Elementtien siirtoihin käytetään siltanostureita, poikittaissiirtoradalla kuljetettavaa siirtovaunua ja kuorma-autoa. Siltanosturien käytössä tärkeää on huomioida nosturien ja nostoelimien kapasiteetit sekä käytettävien nostoelimien tyyppi. Siirtovaunussa olennaista on elementin oikeanlainen tuenta. Elementin reuna ei myöskään saa ylittää siirtovaunun reunaa. Siltanostureilla pystytään siirtämään elementtejä vain tehdashallien suuntaisesti. Jos halutaan siirtää elementti tehdashallista toiseen, voidaan se nostaa siirtovaunuun ja kuljettaa poikittaissiirtorataa pitkin tai kuormata elementti kuorma-autoon ja kuljettaa se ulkokautta haluttuun paikkaan.

Elementtien siirroissa haastavinta on kooltaan ja painoltaan suuret elementit. Suuria elementtejä ei ole mahdollista kääntää poikittain yhden siltanosturin avulla. Tämä vaikeuttaa niiden kuormausta esimerkiksi siirtovaunuun. Myös elementtien koko voi rajoittaa siirtovaunun käyttöä, jos elementin reuna ylittää siirtovaunun reunan. Tällöin suurten elementtien valmistus on ajoitettava rakennusvaiheen mukaan siihen tehdashalliin, josta pystytään kuormaamaan elementti kahta siltanosturia käyttämällä.

## 10.5 Kuormaus

Yksi tehdashallien laajennuksen suurimmista haasteista on elementtien kuormaus, koska se tapahtuu laajennettavien hallien ja elementtivarastojen kohdalta. Tästä syystä tehdashallia ei pystytä rakentamaan kerralla kokonaan valmiiksi. Jotta elementtien kuormaus pystytään hoitamaan koko rakennushankkeen ajan, rahtiliikenne on ohjattava osittain rakennustyömaan kautta. Kuormaus ja kuormauspaikka on suunniteltava siten, että se ei häiritse rakennustyömaata eikä tuotantoa, ja että se on turvallinen kaikille osapuolille.

Kuormauksessa on tärkeää sen sujuvuus ja siihen käytetty aika. Kuljetusyrittäjät laskevat ylimääräisestä ajasta, jonka joutuvat odottamaan tehtaalla. Kuormauksen sujuvuuteen vaikuttaa kuormattavien elementtien sijainti tehdasalueella. Tällä hetkellä kuormaus on järjestetty siten, että rekka siirtyy tehdashallien ja ulkovaraston välillä kuormattavien elementtien sijainnin mukaan. Rakennushankkeen aikana tämä on hidasta ja lähes mahdotonta. Lisäksi liikenne rakennustyömaan kautta ja sen ympäristössä lisää työturvallisuusriskejä. Kuormaus on sitä tehokkaampaa ja sujuvampaa, mitä vähemmän on eri kuormauspaikkoja.

Tehtaan sisäelementtivarastoissa haasteita asettaa kuormauspaikan valinta. I-hallin kuormauspaikka on ainoa, joka on yhtäjaksoisesti käytössä koko rakennushankkeen ajan. I-hallia voisi mahdollisuuksien mukaan pitää pääsääntöisenä kuormauspaikkana. Tämä tarkoittaa sitä, että kuormattavat elementit tulisi siirtää muista halleista I-halliin kuormausta varten. Siirtoja rajoittaa I-hallin siltanosturi, jonka kapasiteetti riittää aina 10 tonniin asti. Jos I-hallin elementtivarastoa voidaan pitää mahdollisimman

tyhjänä, voitaisiin sinne siirtää kuormattavat elementit etukäteen. I-hallin tuotantomäärät ovat keskimäärin suurempia kuin muiden hallien, mutta siellä valmistettavat elementit ovat myös pääsääntöisesti pienempiä. Tästä syystä I-hallin elementtien siirtäminen II- tai III-hallin elementtivarastoon ei tuota ongelmia muuten kuin lisääntyvien siirtojen vuoksi. Toisena kuormauspaikkana on pidettävä laajennettavia II- ja III-hallia, koska niistä löytyy kapasiteetiltaan suuremmat nosturit. Näiden hallien suhteen kuormauspaikka on vaihdettava rakennustyömaan edistymisen mukaan.

Poikkeustapauksissa elementtien kuormaukseen voidaan käyttää myös III-hallin sivussa olevaa oviaukkoa, kuljetusreittiä 2 (ks. Kuvio 15). III-hallin siltanosturi on kapasiteetiltaan 16 tonnia, jonka vuoksi elementtejä voitaisiin kuormata myös poikittais-suunnassa. Varsinaisena kuormauspaikkana se ei ole ihanteellinen, koska siinä ei ole kuormaukseen vaadittavaa tilaa. Paikka sijaitsee tuotantotiloissa, jossa liikkuu paljon työntekijöitä ja jonka kautta liikutellaan paljon materiaaleja. Lisäksi elementit jouduttaisiin kuljettamaan elementtivarastosta yksitellen kuormattavaksi muottipöytien välistä, joka on turvallisuusriski. Tilat ovat ahtaat, eikä siirtoja voisi suorittaa tuotantoa häiritsemättä.

## 10.6 Elementtivarastot

Rakennushankkeen aikana ensisijainen tavoite on taata elementeille riittävästi varastointipaikkoja ja huolehtia varastoinnin turvallisuudesta. Kaikkia tehtaan sisällä olevia elementtivarastoja pystytään käyttämään koko rakennushankkeen ajan. Haasteena ennen varsinaisen tehdashallilaajennuksen aloittamista on ulkovaraston purkaminen ja siirtäminen. Ulkovarasto koostuu kolmesta kampafakkilinjasta. Linjan molemmin puolin ovat kampafakit, joihin mahtuu yhteensä noin 100 elementtiä. Kun ulkovaraston purkaminen jaksetaan kolmeen vaiheeseen, varastointipaikat eivät kerralla vähene kriittisesti.

Uutta ulkovarastoa suunniteltaessa tulee huomioida kampafakkien riittävät tuennat ja niille riittävät perustukset. Varastointipaikan pohjan tulee kestää raskasta liikennettä ja suuria kuormia. Lisäksi pohjan tulee olla routimatonta, jotta kampafakkien stabiliteetit eivät kärsi. Ulkovaraston paikka tulee sijoittaa siten, että elementtikuor-

man purku, varastointi ja kuormaaminen uudelleen ovat ajoneuvonosturilla turvallista. Paikan tulee olla kokonaan rauhoitettu muulta liikenteeltä. Kuormauksen helpottamiseksi ulkona olevien elementtien varastointipaikat tulee myös merkitä ylös.

Rakennushankkeen aikana elementtien varastointi kohteittain helpottaisi ja nopeuttaisi kuormausta. Ongelmana on kohteen asennusaikataulun saaminen tehtaalle ajoissa ja sen sovittaminen rakennushankkeen työvaiheiden mukaan. Asennusaikataulut saattavat muuttua ja työmaa ei välttämättä pysty vastaanottamaan elementtejä sovittuun aikaan. Tällöin siirrot tehtaan sisällä lisääntyisivät ja ylimääräiset elementtien siirrot hidastaisivat ja mahdollisesti tukkisivat tehtaan sisäisen logistiikan. Kohteittain varastointi voi olla myös osittain mahdotonta, koska todennäköisesti kohteen elementtejä valmistetaan eri tehdashalleissa. Ulkovarastossa kohteittain varastointi on helpompi toteuttaa, mutta silloin sääsuojauksessa on otettava huomioon eri elementtityypit.

Elementtitehtaan keskimääräinen viikkotuotanto on noin 100 elementtiä. Elementtien kappalemäärällä on suurempi vaikutus varastointipakkoihin kuin valmistetuilla neliöillä. Jotta varastointi toimii sujuvasti ja varastointipaikat riittävät, tulee kuljetuksen työmaille olla suurin piirtein samansuuruinen kuin tuotannon. Sujuvuuden, tehokkuuden ja turvallisuuden vuoksi elementtivarastojen tulisi olla riittävän väljiä ja tilavia, jotta kuormausta voidaan suorittaa turvallisesti. Kuormauksen yhteydessä tarvitaan tilaa myös elementtien sääsuojaukseen eli pussittamiseen.

## 11 POHDINTA

### 11.1 Opinnäytetyön aikataulu ja toteutus

Opinnäytetyön aikataulutus ei onnistunut suunnitelmien mukaisesti ja lopussa kiire pääsi yllättämään. Vuodenvaihteen jälkeen siirtyminen osa-aikaisesta työstä kokoaikaiseksi vaikutti suuresti aikatauluun. Alun tahmeuteen vaikutti myös tehdaslaajennuksen toteuttamisen siirtyminen tai mahdollisesti koko rakennushankkeen peruuntuminen. Tämä vaikutti opinnäytetyön tekemisen motivaatioon. Tavoitteeseen kuitenkin päästiin ja opinnäytetyö saatiin valmiiksi toukokuun 2015 aikana.

Opinnäytetyön toteutus onnistui mielestäni hyvin ja sain kerättyä riittävästi lähtötietoa prosessikuvauksiin. Lähtötiedot keräsin haastatteleamalla ja havainnoimalla työntekijöitä, ja näiden pohjalta sain hyvän kuvan elementtien siirroista, varastoinnista ja kuormauksesta sekä niihin vaikuttavista tekijöistä. Tietoja kerättiin myös haastatteleamalla vastaavaa työnjohtajaa. Muuten tiedot kerättiin kyselemällä yksittäisiä asioita työnjohdolta, toimitusjohtajalta ja muilta asianomaisilta. Tietojen keräämistä helpotti haastateltujen henkilöiden yhteistyöhalukkuus sekä joustavuus.

Eniten hankaluuksia aiheutti tehdaslaajennuksen rakennusvaiheiden kestojen ja rytmityksen hahmottaminen. Lähtötietoina käytin vuonna 2008 tehdyn tehdashallilaaennuksen työmaapäiväkirjaa sekä Markku Pesun laskemia materiaalimenekkejä uudelle tehdashallilaaennukselle. Vaikka laajennukset ovat rakenteeltaan samanlaisia, on rakennushankkeiden luonne kuitenkin erilainen. Vuonna 2008 tehdashallilaaennusta voitiin valmistella ja tehdä häiriöttä, kun taas uuden laajennuksen osalta joudutaan ottamaan paljon eri asioita huomioon.

Elementtivarastojen tilakuvaus oli suhteellisen helppo toteuttaa, koska tilat ovat ennestään tuttuja. Opinnäytetyötä tehdessä elementtivarastoja tuli katsottua eri näkökulmasta kuin aikaisemmin. Haastavaa oli miettiä mahdollisia ongelmakohtia, jotka voivat aiheuttaa riskejä poikkeustilanteissa. Opinnäytetyössä olisi voitu ottaa enemmän kantaa sisällä oleviin elementtivarastoihin ja kuvata tarkemmin rakennushankkeen aikainen tilanne.

## 11.2 Opinnäytetyön tulokset ja niiden luotettavuus

Kaiken kaikkiaan pidän opinnäytetyössä saatuja tuloksia hyvinä ja luotettavina. Rakennushankkeeseen vaikuttaa paljon eri asioita, joita on mahdotonta tietää etukäteen. Opinnäytetyötä tehdessä onkin painotettu, että tiedot pohjautuvat saatavilla oleviin lähtötietoihin ja niistä tehtäviin oletuksiin. Opinnäytetyössä ei annettu tarkkoja ohjeita tai ehdotuksia, miten rakennushankkeen aikainen tehtaan sisäinen logistiikka pitäisi järjestää. Opinnäytetyötä tehdessä pyrittiin etsimään erilaisia vaihtoehtoja ja pohtimaan niiden hyviä ja huonoja puolia. Tärkeintä on kuitenkin ennalta varautuminen mahdollisiin ongelmiin ja kiinnittää huomio sellaisiin asioihin, joista voi myöhemmin muodostua ongelmia. Kun tarkka rakennushankkeen aloitusajankohta ja sen hetkinen tuotanto saadaan selville, voidaan tehdä tarkemmat suunnitelmat.

Haastatteluista ja havainnoinnista kerätyt tiedot yhdistettiin ja kerättiin lomakkeille tutkimuskohteittain. Yhdistettyjen tietojen pohjalta tehtiin prosessikuvaus, josta selviää työnkuvan tarkemmat tiedot sekä niihin vaikuttavat tekijät. Olen tyytyväinen tekemiini prosessikuvauksiin ja pidän niitä onnistuneina ja luotettavina. Valitsin haastateltavat henkilöt työkokemuksen ja työtehtävään liittyvän tietomäärän mukaan. Myös työnjohtajat auttoivat haastateltavien henkilöiden valinnassa, koska he tuntevat työntekijät paremmin. Yksittäisten työnkuvien prosessikuvaukset sisältävät paljon tietoa, joita on hankala saada koottua kerralla. Tarkoituksena onkin, että opinnäytetyössä tehtyjä prosessikuvauksia päivitetään tarpeen vaatiessa.

Rakennushankkeen työvaiheet ja kestot aiheuttivat eniten ongelmia. Opinnäytetyössä työsaavutukset on laskettu Ratu -työmenekeillä ja niitä on verrattu aikaisemmin tehdyn hallilaajennuksen kestoihin. Laskettuja tuloksia on myös verrattu Markku Pesun suunnittelemaan alustavaan elementtien asennusaikatauluun. Ongelmana rakennushankkeen työvaiheiden kestojen vertailussa on työryhmän koko. Työryhmän koosta ei ole tietoa aikaisemman laajennuksen tai Markku Pesun laskeman asennusaikataulun osalta.

Myös rakennushankkeen työvaiheiden rytmitys poikkesi Markku Pesun suunnittelema elementtien asennusaikataulusta. Opinnäytetyössä olen rytmittänyt työvai-

heet tehdashallien osalta pienemmiksi kokonaisuuksiksi, jotta yhden tehdashallin pääty ei olisi kerralla liian pitkään suljettuna. Näin myös rakennustyömaa voitaisiin rajata paremmin työturvallisuuden ja työn sujumuuden takaamiseksi. Myös keskeytykset ja häiriötekijät saataisiin tuotannon, kuormauksen ja rakennustyömaan osalta mahdollisimman vähäisiksi.

### **11.3 Opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen**

Opinnäytetyössä saatuja tuloksia voidaan hyödyntää sekä mahdollisessa tehdaslaajennuksessa että yrityksen toiminnan ja tilojen kehittämisessä. Irrotuksesta, viimeistelystä/paikkauksesta ja kuormauksesta tehdyt prosessikuvaukset voidaan liittää yrityksen laatukäsikirjaan ja niitä voidaan hyödyntää prosessien kehittämisessä. Myöhemmin tehtaalla muista työtehtävistä tullaan tekemään samanlaiset prosessikuvaukset. Tehtyjä prosessikuvauksia ja niitä varten tehtyjä lomakkeita voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa kuvauksissa.

Mahdollisen tehdaslaajennuksen osalta opinnäytetyössä saatuja tuloksia voidaan hyödyntää rakennusvaiheiden rytmityksen järjestämisessä. Opinnäytetyössä esitelty rakennusvaiheiden rytmitys poikkeaa Markku Pesun ratkaisusta, jolloin erilaisia vaihtoehtoja voidaan vertailla ja miettiä, kummalla tavalla rakennushanke kannattaa toteuttaa. Kokonaiskestoltaan opinnäytetyössä kuvattu rakennushanke kestää pidemmän aikaa kuin Markku Pesun suunnitelma. Tärkeintä onnistuneessa rakennushankkeessa on tarvittavien tietojen saaminen mahdollisimman ajoissa, jotta pystytään ennakoimaan ja suunnittelemaan tuotantoa sen mukaan. Yleisenä sääntönä on ollut elementtien valmistuspiirustusten saapuminen tehtaalle kuusi viikkoa ennen elementtien kuormaamista työmaalle. Tästä tulisi pitää kiinni varsinkin tehdaslaajennuksen aikana.



## LÄHTEET

Eskola, J. & Suoranta, J. 2001. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 5. P. Jyväskylä: Gummerus

L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. Säädös säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 14.3.2015.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=2002%2F738>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. 5.p., Tampere: Tammer-paino Oy.

Hirvisjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. p., uud. p. Helsinki: Tammi

Hyysalo, S. 2006. Käyttäjätieto ja käytettäjätutkimuksen menetelmät. Helsinki: Edita

Häkkinen, K. 1985a. Nostoapuvälineet. Työterveyslaitos: Sisäisten kuljetusten turvallisuus. Helsinki: Ornamentum Oy.

Häkkinen, K. 1985b. Sattuneista tapaturmista. Työterveyslaitos: Sisäisten kuljetusten turvallisuus. Helsinki: Ornamentum Oy.

JHS 152 Prosessien kuvaaminen. 2012. JUHTA – Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. Viitattu 11.4.2015. <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS152/JHS152.pdf>

Karrus, K. 2001. Logistiikka. Juva: WS Bookwell Oy.

Koskenvesa, A., Mäki, T. & Palomäki, J. 2009. Rakennustöiden menekit 2010. Viro: Kolofon Baltic OÜ.

Kuljetustapaturmien torjunta. 1985. Työterveyslaitos: Sisäisten kuljetusten turvallisuus. Helsinki: Ornamentum Oy.

Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen ero. N.d. Tilastokeskuksen internetsivustot. Viitattu 3.4.2015. <https://www.stat.fi/virsta/tkeruu/01/07/>

Logistiikka ja toimitusketju. N.d. Logistiikan Maailma. Viitattu 28.2.2015. [www.logistiikanmaailma.fi/wiki/logistiikka\\_ja\\_toimitusketju](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/logistiikka_ja_toimitusketju)

MH-Betoni Oy. 2014. MH-Betoni Oy:n kotisivut. Viitattu 12.2.2015. [www.mh-betoni.fi](http://www.mh-betoni.fi)

MH BETONI Factory Production Control (FPC). 2013. Laatuksikirja.

Prosessikehittämisen osa-alueita. N.d. Coala Oy:n kotisivut. Viitattu 21.2.2015. [coala.fi/prosessikehittaminen](http://coala.fi/prosessikehittaminen)

Routio, P. 2007. Kyselevät tutkimustavat. Viitattu 3.4.2015.  
<http://www2.uiah.fi/projekti/metodi/064.htm>

Ruusuvuori, J., Nikander, P. & Hyvärinen, M. 2010. Haastattelun analyysi. Tampere

Saukkonen, P. N.d. Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot. Viitattu 3.4.2015.  
<http://www.mv.helsinki.fi/home/psaukkon/tutkielma/Tutkimusmenetelmat.html>

Tikkanen, R. 1985. Ajoneuvonosturi. Työterveyslaitos: Sisäisten kuljetusten turvallisuus. Helsinki: Ornamentum Oy.

Turvallisuusopas ajoneuvonosturin kuljettajalle. 2012. INFRA ry. Nosturijaosto. Työturvallisuuskeskus.  
<http://www.nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/NOSTOKONEPALVELU/Vakuutukset/Autonosturiopas2012.pdf>

## LIITTEET

### Liite 1. Prosessikuvauksessa käytettävät symbolit

OMG:n (Object Management Group) BPMN-määrittelyn (Business Process Modeling Notation) version 1.1 mukainen.

#### Toimijat

Prosessikuvauksissa eri toimijat (roolit) erotetaan vaakasuuntaisilla uimaradoilla (swimlane) toisistaan. Kaaviokuvissa eri toimijat erotetaan toisistaan jättämällä niiden väliin tyhjä tila.



#### Tapahtuma

Tapahtumasymbolilla kuvataan prosessin alku- ja loppupisteet.

Prosessin alku

Prosessin loppu



#### Toiminto

Toimintosymbolilla kuvataan prosessia, osaprosessia ja tehtävää.



Plus-merkki toimintosymbolin alareunan keskellä tarkoittaa, että toiminnolla on alatoimintoja.



#### Valinta

Valintasymbolilla kuvataan valintatilanteita, joissa virta haarautuu tai yhdistyy.



Valintasymbolia käytetään, kun prosessissa tehdään päätös jostakin asiasta. Tällöin prosessi haarautuu kyllä- ja ei-polkuihin. Merkki nimetään kysymyksellä, johon vastaan "kyllä" tai "ei". Joissain tapauksissa saattaa olla tarpeen käyttää useampia polkuja. Prosessi saattaa haarautua myös toiminnosta. BPMN-määrittelyssä on määritelty myös erilaisia valintatyyppisiä ja niitä kuvaavia symboleita, joita käytetään salmiakkikuvion sisällä.

## **Virta**

Virtasymbolilla kuvataan toimintojen suoritusjärjestystä prosessissa. Virta esitetään yhtenäisellä viivalla, jossa on nuoli kuvaamassa siirtymissuuntaa.



## **Tietovirta**

Tietovirtaa käytetään silloin, kun esitetään jonkun tiedon tai dokumentin siirtämistä toimijalta toiselle tai toimijoiden ja tietovarastojen välillä.



## **Tietoaineisto**



Tietoaineistosymbolia käytetään kuvaamaan asiakirjaa tai asiakirjallista tietoa, joka liittyy johonkin toimintoon. Symboli voi tarkoittaa esimerkiksi asiakirjaa, joka syntyy toiminnon seurauksena.

## Liite 2. Prosessin perustietolomake

### PERUSTIETOLOMAKE

Prosessin nimi: \_\_\_\_\_ Versio: \_\_\_\_\_

Kuvauksen laatija: \_\_\_\_\_

Laadinta päivämäärä: \_\_\_\_\_

Prosessin mallintajat: \_\_\_\_\_

Mallinnuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Prosessin tarkoitus:	- Miksi prosessi on olemassa
Prosessin omistaja:	- Henkilö, joka vastaa, ohjaa sekä voi muuttaa ja käynnistää prosessin parantamisen
Prosessin lähtötiedot:	- Syötteen - Millaisten tietojen varassa prosessi käynnistyy?
Prosessin loppu tuotos:	- Tuote - Palvelu - Dokumentti - Data
Prosessin asiakkaat:	- Kaikki ne, joilla on prosessissa jokin rooli tai prosessiin kohdistuva vaatimus (ulkoiset, sisäiset...)
Prosessin sidosryhmät:	
Prosessin asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset:	- Millainen prosessin tulee olla asiakkaan näkökulmasta
Prosessin menestystekijät:	- Missä pitää ehdottomasti onnistua - Mitä tarvitaan että varmasti onnistutaan
Prosessin mittarit:	- Asiakas-, henkilöstö-, prosessin suorituskyky ja talousnäkökulmat
Prosessin keskeiset resurssit:	- Koko prosessin edellyttämät keskeiset resurssit, henkilöstö, välineet ja laitteet, järjestelmät, tilat ja materiaalit
Prosessin alku:	- Ensimmäinen konkreettinen vaihe
Prosessin loppu:	- Viimeinen konkreettinen vaihe
Prosessin ohjaus ja kehittämismenettely:	- Arviointitapa - Palautteen hankinta - Prosessin tulosten käsittelytapa prosessin parantamiseksi
Rajapinnat muihin prosesseihin:	- Mikä on edeltävä prosessi - Mikä on seuraava prosessi

Kuvauksen hyväksyjä: \_\_\_\_\_

Hyväksymispäivämäärä \_\_\_\_\_



## Liite 4. Irrotuksen perustietolomake

### PERUSTIETOLOMAKE

Prosessin nimi: Irrotus Versio: 001  
 Kuvauksen laatija: Salla Naukkarinen  
 Laadinta päivämäärä: 11.04.2015  
 Prosessin mallintajat: \_\_\_\_\_  
 Mallinnuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Prosessin tarkoitus:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betonielementtien nosto muottipöydästä</li> <li>- Elementtien tarkastus ja mittaus</li> <li>- Elementtien viimeistely</li> <li>- Elementtien varastointi</li> </ul>
Prosessin omistaja:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnjohto</li> </ul>
Prosessin lähtötiedot:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrotusjärjestys</li> <li>- Valmistuspiirustus</li> </ul>
Prosessin loppu tuotos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarkistettu, mitattu, viimeistelty ja varastoitu betonielementti</li> </ul>
Prosessin asiakkaat:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työmaa (elementit käyttötarkoituksen mukaisia ja pinnat hyviä)</li> <li>- Elementtiasentajat (elementit on helppo asentaa, liitosdetaljit kunnossa)</li> <li>- Lopullinen käyttäjä/asiakas (visuaalisuus)</li> <li>- Kuormaat (varastointipaikka merkitty ja elementti on valmis kuormattavaksi)</li> </ul>
Prosessin sidosryhmät:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakennesuunnittelijat, arkkitehdit ja muut suunnitteluun osallistuneet osapuolet</li> <li>- Kuormaat ja työnjohto</li> </ul>
Prosessin asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti vastaa valmistuspiirustusta ja asetettuja suunnittelulähtötietoja (pintavaatimukset, toleranssit)</li> </ul>
Prosessin menestystekijät:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siltanosturin käyttö</li> <li>- Oikeat nostoelimet ja nostopuomit erityyppisille ja painoisille elementeille (suorat nostot)</li> <li>- Kunnossa olevat ja asianmukaiset työvälineet</li> <li>- Elementtien huolellinen käsittely siirroissa</li> <li>- Työjäljen huomioiminen viimeistelyssä (pesujälki, elementin reunojen siistiminen, kolojen ja sidontapisteiden avaus,...)</li> <li>- Varasto on kunnossa ja siellä on tilaa</li> <li>- Motivointi mahdollisten virheiden ilmoittamiseen</li> <li>- Positiivisen palautteen antaminen</li> <li>- Ennakkoon suunniteltu irrotusjärjestys</li> <li>- Kuormauksen helpottaminen oikeanlaisella fakilla</li> </ul>

Prosessin mittarit:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosessiin kulutettu aika (urakkana)</li> <li>- Silmäääräinen tarkistus</li> <li>- Palaute poikkeamista työmaalta rahtikirjassa</li> <li>- Palaute työntekijöiltä</li> <li>- Virheiden ja poikkeamien havaitseminen</li> </ul>
Prosessin keskeiset resurssit ja vaatimukset:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siltanosturi kunnossa ja oikeat nostopuomit ja nostoelimet,</li> <li>- Nosturikoulutus</li> <li>- 2 työntekijää/halli (työturvallisuus)</li> <li>- Varastointi tilat kunnossa ja tilaa, fakit, pukit, tapit ja kiilat</li> <li>- Kunnossa olevat ja asianmukaiset työkalut ja materiaalit</li> </ul>
Prosessin alku:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrotusjärjestyksen katsominen</li> <li>- Oikean valmistuspiirustuksen etsiminen ja tarkistus (revisio)</li> <li>- Työkalujen kerääminen</li> </ul>
Prosessin loppu:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti on tarkastettu ja tiedot merkitty laatukorttiin</li> <li>- Elementti on varastoitu ja paikka on kirjattu ylös</li> <li>- Mahdollisten poikkeamien ylöskirjaaminen ja elementtiin merkitseminen punaisella tarralapulla</li> </ul>
Prosessin ohjaus ja kehittämismenettely:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laadunvalvontakortit (päämitat, suoruuus, käyryys, etäisyys, ristimitta)</li> <li>- Varastointipaikka ilmoitukset (poikkeamat)</li> <li>- Suullinen tiedotus työnjohdolle</li> <li>- Palaute suunnitteluun, muotille ja varusteluun</li> <li>- Vuoropuhelu työmaa-työnjohto</li> <li>- Urakkaan siirtyminen tehostanut muottien vapautumista kiertoon</li> <li>- Valmistuspiirustusten lukutaidon kehittäminen</li> <li>- Valvotaan prosessin suorittamista</li> </ul>
Rajapinnat muihin prosesseihin:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aikaisempi prosessi: valmistus</li> <li>- Seuraava prosessi: kuormaus</li> </ul>
Työnjohdon tavoitteet:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kouluttaa työntekijät omatoimiseksi</li> <li>- Työntekijöiden ymmärryksen lisäys detaljeista ja kiinnityksistä</li> <li>- Valmistuspiirustusten lukutaito</li> <li>- Visuaalisuuden hahmottaminen / kriteerit</li> <li>- Seuraavaan päivään valmistautuminen ja reagoiminen (varaston tilankäytön suunnittelu)</li> <li>- Poikkeamista, virheistä ja vahingoista tiedottamisen lisäys työnjohdolle</li> <li>- Muottipöytien kierron tehostaminen</li> </ul>

Kuvauksen hyväksyjä: \_\_\_\_\_

Hyväksymispäivämäärä \_\_\_\_\_



## Liite 5. Irrotuksen selvityslomake

### PROESSIN SELVITYSLOMAKE

Sivu 1 / 5

IRROTUS

Proessin nimi: IRROTUS

Proessin vaiheet

1. Vaihe/Tehtävä	2. Kuka / Ketkä	3. Kriittiset tekijät ja riskit - Mikä voi epäonnistua kyseisessä vaiheessa?	4. Resurssit, tarpeet ja valvonta - Menetelmät - Työohjeet - Lomakkeet - Laitteet - Tietojärjestelmät - Ohjaus ja valvonta	5. Tietojen hallinta Input-tiedot - Mitä tietoa tarvitaan vaiheen läpiviemiseksi?	6. Tietojen hallinta Output-tiedot - Mitä tietoa, dokumentteja ja dataa tulee vaiheesta ulos?
Laadunvalvontakortit	Työnjohto	- Kortin puuttuminen - Kortti sisältää väärää tietoa - Vanha kortti - Väärä revisio kortista	- Tuloste (A4) tuotannonohjausjärjestelmästä - Kortti täytetään erillisellä optisella kynällä - Tiedot sähköisesti järjestelmään - Joka hallissa ilmoitustaululla lokerossa - Työnjohto huolehtii korttien toimittamisesta tuotantoon	- Viikko-ohjelma	- Laadunvalvontakortti
Irrotusjärjestys	Työnjohto	- Järjestys tukkii muun tuotannon - Järjestystä ei noudateta - Muottipöytiä ei saada oikeaan aikaan vapaaksi	- Edellisenä päivänä valmiiksi suunniteltu järjestys A4-tuloste - Viedään halliin työntekijöille nähtäväksi	- Viikko-ohjelma	- A4-tuloste, jossa ilmoitettu irrotusjärjestys
Irrotusjärjestyksen tarkistus, laadunvalvontakorttien haku ja valmistuspiirustuksen tarkistus	Työntekijä	- Aloitetaan irrotus väärästä elementistä - Käytetään väärää laadunvalvontakorttia - Väärä valmistuspiirustus tai revisio	- Irrotusjärjestys - Laadunvalvontakortit - Valmistuspiirustus elementin vieressä pöydällä - Verrataan laadunvalvontakorttia ja valmistuspiirustusta keskenään	- Laadunvalvontakortti - Valmistuspiirustus	
Työkalujen kerääminen	Työntekijä	- Tarvittavia työkaluja ei löydy - Työkalut on huonossa kunnossa	- Rautakanki, sorkkaraudat, vasara, mitta, kulmarauta, purkurauta - Asianmukaisten ja käyttötarkoitukseen sopivat työkalut		
Päätyöaidan avaaminen	Työntekijä	- Laidan väliin jää tavaraa - Laita kaatuu jonkun päälle	- Työkalujen kunto on hyvä - Tarkistettava, että muottipöydän reunusta on siisti ja ketään ei jää alle		

## IRROTUS Sivu 2 / 5

Magneettien irrotus	Työntekijä	- Magneetin rikkoutuminen	- Käytetään magneetin irrotustyökälua - Magneetteja käsitellään huolellisesti, ei heit- tään		
Muottilaitojen irrotus	Työntekijä	- Muottilaitojen rikkoutuminen - Muotin laidat heitetään kulku- väylille tai muottipöydän taakse sekaisin	- Sorkkarauta, vasara, rautakanki, purkurauta - Laidat asetellaan lattialle siistiin pinoon - Vältetään rikkomasta muotin osia - Vältetään rikkomasta elementtiä		
Kolojen ja sähkövara- usten avaus sekä säh- köputkien tarkistus	Työntekijä	- Sähköputket jää tarkistamat- ta/avaamatta	- Avataan ja puhdistetaan betonista - Sähköputkiin vedetään sähkövetovaijeri ja varmistetaan että putket on auki		
Kolojen viimeistely	Työntekijä	- Palovaara/-vamma	- Kaasupölyn/toho - Eristeestä tehty kolo poistetaan/sulutetaan pois		
Eristepinnat ja ele- mentin reunojen ta- soitus ja puhdistus	Työntekijä	- Vaurioitetaan elementin pintaa	- Työntörauta - Eristepinnat ja elementin reunat työnnetään puhtaaksi betonista - Tarvittaessa reunat hiotaan pinnan tasalle		
Mittojen tarkistus	Työntekijä	- Kuvaa ei osata lukea oikein - Epähuomiossa ei huomata tar- kistaa kaikkia osia - Mittavirheet - Väärä valmistuspiirustus tai revi- sio	- Ruilla- ja lasermitta, kulmapalat, linjalanka - Tarkistetaan valmistuspiirustus ja revisio - Varmistetaan käytetty toleranssiluokka - Mittaan elementin päämitat: korkeus, pi- tuus ja paksuus - Poikkileikkauksen mittausta pilari- ja palk- kielementeissä - Kääntyvän päädyn paksuuden mittausta jul- kisivulementeissä - Kaikki aukot tarkistetaan - Kaarevuuden mittausta pilari- ja palkkielemen- teissä - Käyryyden mittausta seinäelementeissä - Kierouden mittausta ristimitan yhteydessä - Kaikkien tartuntojen, sähkörasioiden ja vara- usten, kolojen, sidontapisteiden, tappien ja muiden teräsosien mittausta ja tarkistus	- Betoniele- menttien tole- ranssit 2011 (työnjohdolla) - valmistuspiirus- tus	- Laadunvalvonta- korttiin merkintä tuloksista

## IRROTUS Sivu 3 / 5

Nostoelimien valinta	Työntekijä	- Elementti nousee vinossa - Elementti tippuu/jää pöytäan - Valitaan liian kevyet nostimet	- Käytetään puomia, lukkokoukkuja tai lukko-koukullisia haruksia, siltanosturia - Tarkistetaan nostoelimien kapasiteetit - Tarkistetaan elementin paino - Tarkistetaan nostoelimien/-lenkkien sijainti - Elementtien tyyppikohtaiset nostot (laatat, kuoret, BSW,...) - Silmämääräinen tarkistus koneiden, lukko-jen, puomien ja ketjujen kunnosta	- Nostoelinten ja puomien katsastusleimat	
Pöydästä nosto	2 Työntekijää	- Työ suoritetaan yksin - Muottipöytää ja siltanosturia ei käytetä samaan aikaan - Nostoelin/-lenkki rikkoutuu - Elementti ei irtoa pöydästä - Pöydältä tai elementin päältä tippuu ylimääräistä tavaraa - Muottipöydän rikkoutuminen - Siltanosturin rikkoutuminen	- Ei saa suorittaa yksin, muottipöydän ja siltanosturin samanaikainen käyttö - Kahden koneen nostoissa toinen ohjaa kumpaakin konetta, toinen nostaa muottipöytää - Noudatettava erityistä varovaisuutta ja huolellisuutta - Puomi tai ketjut kiinnitetään ennen pöydän nostamista - Irtokappaleet poistetaan elementin ja pöydän päältä - Nostot suoritetaan suorina, ei saa vedättää - Nostolenkkejä tarkkailtava nostovaiheessa - Silmämääräinen tarkistus		
Muottipinnan tarkistus	Työntekijä	- Valmistuspiirustuksen luvussa virhe			
Siirto pesupaikalle	Työntekijä	- Elementti törmää johonkin - Elementti vaurioituu - Henkilövahinkoja - Elementti tippuu - Pesupaikalla ei ole tilaa	- Elementin kuljetus mahdollisimman alhaalla - Elementtiä ei saa kuljettaa kenenkään yli - Elementti ei saa jäädä roikkumaan siltanosturin - Huomioidaan muut hallissa olijat ja tavarat		
Suojaetäisyyksien mittaaminen	Työntekijä	- Mittari ei ole kalibroitu - Mittaria ei osata käyttää oikein - Mittari ei toimi - Mittausvirheet	- Betonipeitemittarin lukema tarkistetaan kalibroidulla paikalla - Terästen suojaetäisyyden mittaaminen betonipeitemittarilla		

IRROTUS Sivu 4 / 5

Pinnan viimeistely	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinnasta tulee laikukas tai siihen jää selvät pesujäljet</li> <li>- Hapetus epätasaisesti tai käytetty väärää ainetta</li> <li>- Oma ja muiden terveellisyydelle haittaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesu tai hapotus</li> <li>- Valitaan oikea menetelmä ja käytettävät aineet</li> <li>- Pesu heti pöydästä noston jälkeen</li> <li>- Pesu aloitetaan elementin ylänurkasta ja edetään järjesteimällisesti alas</li> <li>- Huolehditaan asianmukaisista henkilökohtaisista suojaamista</li> <li>- Muiden turvallisuudesta</li> </ul>		
Siirto varastoon	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti törmää johonkin</li> <li>- Elementti vaurioituu</li> <li>- Henkilövahinkoja</li> <li>- Elementti tippuu</li> <li>- Varastossa ei ole tilaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementin kuljetus mahdollisimman alhaalla</li> <li>- Elementtiä ei saa kuljettaa kenenkään yli</li> <li>- Elementti ei saa jäädä roikkumaan siltaosurin</li> <li>- Huomioidaan muut hallissa olijat ja tavarat</li> </ul>		
Varastointi	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varasto on täynnä</li> <li>- Elementti kolhiintuu tai kolhii muita</li> <li>- Henkilövahingot</li> <li>- Elementin jätetään tukematta tai tuetaan väärästä kohdasta (tapit ja kiilat)</li> <li>- Elementin pintavaurioiden syntyminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti tuetaan varastossa kampapukkiin</li> <li>- Elementin molemmilla puolilla tapit</li> <li>- Rapatut elementit tuetaan sisäkuoresta (toinen tappi eristetilassa)</li> <li>- Sandwich-elementtejä ei saa varastoida ulkokuoren varaan</li> <li>- Tuetaan elementti sisäkuoresta puulosseilla, jos ulkokuori on alempana (elementin paino ei saa jäädä ulkokuoren varaan)</li> <li>- Elementti nostetaan pukkiin viereistä elementtiä vaurioittamatta</li> </ul>		
Varastosiirto-lomakkeen täyttö	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unohdetaan merkitä paikka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varastosiirto-lomakkeeseen merkitään työmaan tunnus, elementin tunnus, varastopaikka ja lisähuomiot kohtaan mahdolliset poikkeamat</li> </ul>		

## IRROTUS Sivu 5 / 5

Poikkeamatapaus- nettely	Työntekijä ja työnjoh- to	- Ei ilmoiteta poikkeamista - Piilotellaan sattuneet vahingot	- Elementti joka ei täytä vaatimuksia merki- tään varastoon punaisella tarralapulla - Poikkeama merkitään laadunvalvontakorttiin ja varastosiirto-lomakkeeseen - Työnjohdolle ilmoitetaan	- Betoniele- menttien tole- ranssit 2011 (työnjohdolla) - Valmistuspiirus- tus - Työnjohto	- Varastosiirrot- lomake - Ilmoitetaan työn- johdolle - Laadunvalvonta- kortti
Työnlopetus	Työnteki- jät ja työn- johto	- Ei ilmoiteta työnlopetuksesta työnjohdolle eikä toisille työnteki- jölle - Työntekijä jää yksin halliin	- Työn valmistumisesta ilmoitetaan työnjoh- dolle - Muille irrottajille - Täytetyt laadunvalvontakortit ja varastosiir- to-lomakkeet toimitetaan työnjohdolle		

## Liite 6. Viimeistely/paikkaus perustietolomake

### PERUSTIETOLOMAKE

Prosessin nimi: Viimeistely / Paikkaus Versio: 001

Kuvauksen laatija: Salla Naukkarinen

Laadinta päivämäärä: 12.4.2015

Prosessin mallintajat: \_\_\_\_\_

Mallinnuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Prosessin tarkoitus:	Valmistus vaiheessa sattuneen poikkeaman korjaus
Prosessin omistaja:	Työnjohto
Prosessin lähtötiedot:	- Varastoituu elementtiin on kiinnitetty punainen tarralappu, jossa poikkeaman syy - Valmistuspiirustus - Irrotuksessa merkityt poikkeamat varastosiirto-lomakkeessa - Vihko
Prosessin loppu tuotos:	Valmistuspiirustuksen mukainen elementti
Prosessin asiakkaat:	- Työmaa - Elementtiasentaja - Lopullinen asiakas/käyttäjä
Prosessin sidosryhmät:	- Rakenne- ja LVIS-suunnittelijat - Arkkitehdit
Prosessin asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset:	- Elementti vastaa valmistuspiirustusta ja asettettuja suunnittelulähtötietoja (pintavaatimukset, toleranssit)
Prosessin menestystekijät:	- Työhön sopiva ja riittävä tila - Siltanosturi - Osaava, omatoiminen ja ammattitaitoinen työntekijä - Koulutus ja perehdytys uusiin menetelmiin ja materiaaleihin - Työnjohdon ja työntekijän keskinäinen vuoropuhelu prioriteeteista ja käytössä olevasta ajasta - Työturvallisuuden ja ergonomian huomioiminen - Sama työntekijä paikkaa työmaalla kuin tehtaalla (laatu ja menetelmät samanlaisia) - Elementti kerralla valmiiksi - Korjauksen tärkeysjärjestys kiireessä (elementti on asennettavissa, seuraavana visuaalisuus)
Prosessin mittarit:	- Työmaalta saatava palaute ja arvio - Työnjohto valvoo työn etenemistä - Varastosiirto-lomakkeen poikkeamat kuitataan tehdyiksi työn valmistuttua - Työhön käytetyt tunnit - Laatukustannukset - Työmaan velvollisuus kirjoittaa rahtikirjaan poikkeamat

Prosessin keskeiset resurssit ja vaatimukset:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paikkauksen tarve vaihtelee ja ailahtelee</li> <li>- Kohdekohtainen tarve (asunto- ja toimistokohteet haastavampia)</li> <li>- Irrrottajien osallistuminen esityöhön ja pienimpiin korjauksiin</li> <li>- Paikkaukseen soveltuva työtila</li> <li>- Lisänostot pakollisia</li> <li>- Asianmukaiset ja kunnossa olevat työkalut ja materiaalit</li> <li>- Turvalliset työtelineet ja tasot</li> <li>- Perehdytys työtehtäviin</li> <li>- Siltanosturin käyttö</li> <li>- Nosturikortti</li> <li>- Työmaalle vaaditaan työturvallisuus-, henkilökortti- ja tulityökortti, luvat ja valttikortti</li> <li>- Henkilökohtaiset suojaimet</li> </ul>
Prosessin alku:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varastonsiirto-lomakkeesta ja työnjohdolta tieto paikkaustarpeesta, paikkausjärjestyksestä ja aikataulusta</li> <li>- Selvitetään paikkauksen työmenetelmä valmistuspiirustuksen mukaan ja tarvittaessa suunnittelijoiden kanssa</li> </ul>
Prosessin loppu:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punainen tarralappu poistetaan</li> <li>- Ilmoitetaan työnjohdolle työn valmistumisesta</li> <li>- Haastavien kohteiden hyväksyttäminen työnjohdolla</li> <li>- Työmaalla työmaan työjohdon kuittaus tuntilappuun</li> </ul>
Prosessin ohjaus ja kehittämismenettely:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työn hyväksyttäminen työnjohdolla</li> <li>- Työnjohto valvoo työsuorituksia ja työjärjestystä</li> <li>- Uuden työntekijän perehdytyksen hoitaa vanhempi työntekijä</li> <li>- Perehdytyksen dokumentointi</li> <li>- Konsultaatio laite- ja materiaalien valmistajilta uusista menetelmistä ja materiaaleista</li> <li>- Työmaan palaute ja reklamaatiot</li> <li>- Prosessin tehokkuus, taloudellinen hyöty</li> <li>- Paikkaukseen soveltuvan työtilan luominen</li> <li>- Menetelmien testaus ennen varsinaista paikkausta</li> <li>- Paikkauksessa yksi työntekijä, joka vastaa toiminnasta (kymppi)</li> </ul>
Rajapinnat muihin prosesseihin:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edeltävä prosessi: irrotus</li> <li>- Seuraava prosessi: kuormaus</li> </ul>
Työnjohdon tavoitteet:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnjohto pyrkii löytämään oikeanlaisen työntekijän</li> <li>- Hankitaan asianmukaiset työkalut ja materiaalit</li> <li>- Huomioidaan työturvallisuus</li> <li>- Tehdään elementti kerralla valmiiksi</li> <li>- Tiedonkulun sujuvuus (vastuut ja tärkeysjärjestys)</li> </ul>

Kuvauksen hyväksyjä: \_\_\_\_\_

Hyväksymispäivämäärä \_\_\_\_\_

## Liite 7. Viimeistely/paikkaus selvityslomake

VIIMEISTELY / PAIKKAUS Sivu 1 / 5

## PROSESSIN SELVITYSLOMAKE

Prosessin nimi: VIIMEISTELY / PAIKKAUS

Prosessin vaiheet

1. Vaihe / Tehtävä	2. Kuka / Ketkä	3. Kriittiset tekijät ja riskit	4. Resurssit, tarpeet ja valvonta	5. Tietojen hallinta	6. Tietojen hallinta
Paikkaustarpeen selvitys	Työnjohto ja työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuormausaikataulu ei tiedetä</li> <li>- Punainen tarralappu on irronnut tai elementtiä ei ole merkitty</li> <li>- Tieto ei ole kulkeutunut työnjohdolle</li> <li>- Kuormaus viivästyy</li> <li>- Työmaalle menee viallisia elementtejä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menetelmät</li> <li>- Työohjeet</li> <li>- Lomakkeet</li> <li>- Laitteet</li> <li>- Tietojärjestelmät</li> <li>- Ohjaus ja valvonta</li> <li>- Työmaiden alustava asennusaikataulu</li> <li>- Varastosiirto –lomakkeiden tarkistaminen</li> <li>- Tieto työnjohdolta mitä pitää tehdä ja priorisointi</li> <li>- Paikkaus punaisten tarralappujen mukaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asennusaikataulu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mitä tietoa, dokumentteja ja dataa tulee vaihteesta ulos?</li> </ul>
Paikkausmenetelmän valinta	Työnjohto ja työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käytetään väärää menetelmää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varmistetaan rakennus- ja vaativimpiin ja kuormia siirtäviin rakenteisiin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Korjaussuunnitelma</li> </ul>	
Työkalujen valitseminen ja etsiminen	Työnjohto ja työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asianmukaisia työkaluja tai aineita ei ole käytettävissä</li> <li>- Työkalut ja aineet ovat viallisia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnjohto huolehtii materiaalien ja työkalujen hankinnasta</li> <li>- Työntekijä käyttää työkaluja asianmukaisella tavalla ja puuttuu työkalut aina käytön jälkeen</li> <li>- Ilmoitus työnjohdolle viallista työkaluista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menetelmien soveltuvuus kohteeseen</li> </ul>	



Työtilan etsiminen ja valinta	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarvittavaa tilaa ei löydy</li> <li>- Tilassa ei mahdollista työskentelemään</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valitaan työtila siten, että työ ei tuki muuta toimintaa hallissa</li> <li>- Tilan on sovelluttava työhön</li> <li>- Riittävän tilava alue</li> <li>- Elementti on saatava tuettua työn ajaksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muiden työntekijöiden työvälineet ja tilan tarve</li> </ul>	
Nostoelinten valinta	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti nousee vinossa</li> <li>- Elementti tippuu</li> <li>- Valitaan väärinlainainen nostoelin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käytetään puomia, lukko-koukkuja tai lukkokoukullisia haruksia, siltanosturia</li> <li>- Tarkistetaan nostoelinten kapasiteetit</li> <li>- Tarkistetaan elementin paino</li> <li>- Tarkistetaan nostoelinten/-lenkkien sijainti</li> <li>- Elementtien tyypikohtaiset nostot (laatat, kuoret, BSW,...)</li> <li>- Silmämääräinen tarkistus koneiden, lukkojen, puomien ja ketjujen kunnosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nostoelinten kapasiteetit</li> <li>- Nostoelinten soveltuvuus elementtiin</li> </ul>	
Elementin siirto työtilaan	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti törmää johonkin</li> <li>- Elementti vaurioituu</li> <li>- Henkilövahinkoja</li> <li>- Elementti tippuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementin kuljetus mahdollisimman alhaalla</li> <li>- Elementtiä ei saa kuljettaa kenenkään yli</li> <li>- Elementti ei saa jäädä roikkumaan siltanosturiin</li> <li>- Huomioidaan muut hallissa olijat ja tavarat</li> </ul>		

Elementin tukeminen	Työntekijä	- Elementin jätetään tukematta tai tuetaan väärästä kohdasta (tapit ja kiilat)	- Elementin molemmilla puolilla tapit - Rapatut elementit tuetaan sisäkuoresta (toinen tappi eristetilassa) - Sandwich-elementtejä ei saa varastoida ulkokuoren varaan - Tuetaan elementti sisäkuoresta puulosseilla, jos ulkokuori on alempana (elementin paino ei saa jäädä ulkokuoren varaan) - Käytetään oikeanlaisia mittaustyökaluja	- Valmistuspiirustus	
Mittaustyöt	Työntekijä	- Mittavirheet - Valmistuspiirustuksen lukuvirheet - Toleranssit väärät - Kallibroimat mittari			
Paikkaus / työstäminen	Työntekijä	- Rikotaan elementtiä muualta - Työstetään väärää kohtaa - Hitsausta vaativissa kohdissa ei huolehdita turvallisuudesta - Kuormia siirtäviä rakenteita korjataan ilman suunnittelijan korjaussuunnitelmaa - Heikennetään rakennetta - Tartuntapintaa ei ole riittävästi	- Piikkauskone, timatti- / katkaisukupillaikat, betonihiomakone, timanttikone, porakone, puutyökälu, - Tarkistetaan valmistuspiirustuksesta paikkauksen tarve ja laajuus - Huolehditaan henkilökohtaisista suojavarusteista - Varotaan vaurioittamasta liikaa elementin rakenteita (katkomasta turhaan rautoja) - Uusille sähkövedoille ajetaan uudet urat - Huolehditaan uusien tartuntojen, tappien tai muiden te-räosien tartuntapintuksista ja -pinnoista	- Rakennesuunnittelijan korjaussuunnitelma - valmistuspiirustus	

Putsaus ja kostutus	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paikkauskohta jätetään puhtaaksi (täyttö tai valu ei kiinnity)</li> <li>- Pintaa ei kostuteta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pumppu</li> <li>- Huolehditaan henkilösuojaimista (suojalasit)</li> <li>- Putsataan kohta huolellisesti tartuntapinnan takaamiseksi</li> </ul>		
Täytöt / valut	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Väärin paikkausmassan valinta (väri, ominaisuudet, säänkestävyys)</li> <li>- Pinnan vaatimukset eivät täyty</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paikkausmassat, lipat, lastat, vispilät</li> <li>- Tarkistetaan käytettävien massojen ja aineiden soveltuvuus kohteeseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paikkausmassojen ja muiden aineiden käyttöohjeet, työturvallisuus ja soveltuvuus</li> </ul>	
Pinnan viimeistely	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paikkauskohta erottuu selvästi muusta pinnasta</li> <li>- Paikkauskohta jätetään epätasaiseksi</li> <li>- Henkilövahinkoja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hapot, pesu, maalausvälineet</li> <li>- Paikatun pinnan viimeistely samalla menetelmällä kuin muu elementin pinta</li> <li>- Raja häilytetään mahdollisimman hyvin</li> <li>- Reunat tasoitetaan</li> <li>- Työturvallisuudesta huolehdittava happoja ja kemikaaleja käytettäessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemikaalien ja hapojen käyttöturvallisuustiedot</li> </ul>	
Työvalmistuminen	Työntekijä ja työjohto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työ unohtetaan kuitata valmiiksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ilmoitus työjohtolle työn valmistuttua</li> <li>- Punainen tarralappu poistetaan</li> <li>- Varastosiirto-lomakkeeseen kuitaus</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuitaus varastosiirtolomakkeeseen</li> </ul>
Elementin siirtotakaisin varastoon	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti törmää johonkin</li> <li>- Elementti vaurioituu</li> <li>- Henkilövahinkoja</li> <li>- Elementti tippuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementin kuljetus mahdollisimman alhaalla</li> <li>- Elementtiä ei saa kuljettaa kenenkään yli</li> <li>- Elementti ei saa jäädä roikkumaan siirtanosturin</li> <li>- Huomioidaan muut hallissa olijat ja tavarat</li> </ul>		

Varastointi	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti kolhiintuu tai kolhii muita</li> <li>- Henkilövahingot</li> <li>- Elementin jätetään tukematta tai tuetaan väärästä kohdasta (tapit ja kiilat)</li> <li>- Elementin pintavaurioiden syntyminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti tuetaan varastossa kampapukkiin</li> <li>- Elementin molemmilla puolilla tapit</li> <li>- Rapatut elementit tuetaan sisäkuoresta (toinen tappi eristetilassa)</li> <li>- Sandwich-elementtejä ei saa varastoida ulkokuoren varaan</li> <li>- Tuetaan elementti sisäkuoresta puuloseilla, jos ulkokuori on alempana (elementin paino ei saa jäädä ulkokuoren varaan)</li> <li>- Elementti nostetaan pukkiin viereistä elementtiä vaurioittamatta</li> </ul>		
Työkalujen putsaus ja paikoilleen vieminen	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työkalut jäävät likaisiksi</li> <li>- Työkalut hukkuvat</li> <li>- Paikkausmassa kovettuu ämpäriin</li> <li>- Työtilana toiminut paikka jää sekaiseksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työkalut palautetaan paikoilleen pultattuina</li> <li>- Työkoneiden akut laitetaan laukukseen</li> <li>- Käytetyt astiat pestään pesupaikalla</li> <li>- Työtila siivotaan syntyneestä roskasta</li> </ul>		

## Liite 8. Kuormauksen perustietolomake

### PERUSTIETOLOMAKE

Prosessin nimi: Kuormaus      Versio: 001  
 Kuvauksen laatija: Salla Naukkarinen  
 Laadinta päivämäärä: 16.04.2015  
  
 Prosessin mallintajat: \_\_\_\_\_  
 Mallinnuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Prosessin tarkoitus:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betonielementin kuormaus työmaalle kuljetusta varten</li> <li>- Ulkovarastoon siirto</li> </ul>
Prosessin omistaja:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnjohto</li> </ul>
Prosessin lähtötiedot:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keräilymääräys (kuormausaikataulu, työmaa, elementit, varastointipaikat, kuljetusyrittäjä, auton malli)</li> </ul>
Prosessin loppu tuotos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keräilylistan ja rahtikirjan mukaiset betonielementit on kuormattu ja kiinnitetty asianmukaisesti autoon</li> <li>- Rahti on valmis lähtemään työmaalle</li> </ul>
Prosessin asiakkaat:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuljetusliike</li> <li>- Elementtiasentajat</li> <li>- Työmaa</li> <li>- Tilaaja</li> </ul>
Prosessin sidosryhmät:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Työnjohto</li> <li>- Irrottajat</li> <li>- Viimeistelijät / paikkaarit</li> </ul>
Prosessin asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oikeat elementit toimitetaan työmaalle ajallaan</li> <li>- Elementtikuorma on helposti purettavissa</li> <li>- Elementit saapuvat ehjänä, vahingoittumattomina ja suojattuna työmaalle</li> </ul>
Prosessin menestystekijät:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lähtötietojen saatavuus mahdollisimman hyvissä ajoin</li> <li>- Seuraan päivän ennakointi (irrottajille tieto, jos aamulla kuormaus)</li> <li>- Asianmukaiset ja kunnossa olevat laitteet ja välineet</li> <li>- Riittävä tila suorittaa työ</li> <li>- Elementtien luokse päästävyys varastossa (elementtien korkeus huomioitu)</li> <li>- Oikeat nostoelimet erityyppisille ja painoisille elementeille (kapasiteetit)</li> <li>- Nostoinfo ja painopiste (irrottajilta tieto puomin asetuksista tai muista poikkeamista nostoissa -&gt; nouseeko kivisuorassa)</li> <li>- Siltanosturin käyttö</li> <li>- Ajoneuvonosturin käyttö, ajokortti</li> <li>- Perehdytys, ammattitaito, hyvä hahmotus- ja suunnittelukyky</li> <li>- Työturvallisuus huomioitu, haastavaa</li> </ul>
Prosessin mittarit:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosessiin kulutettu aika</li> <li>- Sairauspoissaolot</li> <li>- Työmaan kirjaamat poikkeamat rahtikirjassa</li> <li>- Kuormauksen ja purun viivästyminen</li> <li>- Suullinen palaute eri osapuolilta</li> </ul>
Prosessin keskeiset resurssit:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silta- ja ajoneuvonosturin käyttö ja kunto</li> <li>- Asianmukaiset ja tarkastetut nostoelimet</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nosturikoulutus</li> <li>- Nostoissa 2 työntekijää</li> <li>- Sisätila, varsinkin pussitukseen tarvitaan tilaa</li> <li>- Ulkovarasto, mahdollistetaan kaiken kokoisten elementtien varastointi</li> </ul>
Prosessin alku:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keräilylistan läpikäyminen</li> <li>- Varastointipaikkojen varmistaminen</li> <li>- Elementtien silmämääräinen tarkistus (punaiset tarralaput, muoto ja mahdolliset ulokkeet)</li> <li>- Kuormauksen aikataulu</li> </ul>
Prosessin loppu:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto on asianmukaisesti kuormattu ja elementit kiinnitetty oikein</li> <li>- Rahtikirja on haettu toimistosta</li> </ul>
Prosessin ohjaus ja kehittämismenettely:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keräilylistat ja rahtikirjat</li> <li>- Nostoelimiä ja nostureiden katsastukset ja huollot</li> <li>- Nosturikorttikoulutus</li> <li>- Vanhempi työntekijä perehdyttää ja kouluttaa uuden työntekijän</li> <li>- Perehdytyksen dokumentointi</li> <li>- Päivityskurssit ja ammattitaidon ylläpito</li> <li>- Työnjohto ennakoii, suunnittelee ja valvoo resurssien käytössä oloa, elementtien ulosajoa ja kuormausta</li> <li>- Vuoropuhelu työntekijöiden ja työnjohdon välillä -&gt; tieto kulkee</li> </ul>
Rajapinnat muihin prosesseihin:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edellinen prosessi: irrotus ja viimeistely / paikkaus</li> <li>- Seuraava prosessi: kuljetus</li> </ul>
Työnjohdon tavoitteet:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nostureiden käsittelytaito</li> <li>- Poikkeamien ja virheiden ilmoittaminen työnjohdolle</li> <li>- Työturvallisuudesta huolehtiminen</li> <li>- Perehdytetyt ja ammattitaitoiset työntekijät</li> <li>- Taata tarvittavat resurssit</li> <li>- Tiedonkulun sujuvuus</li> <li>- Varaston siisteys</li> <li>- Kehityskeskustelut, molemminpuolinen palautteen anto</li> </ul>

Kuvauksen hyväksyjä: \_\_\_\_\_

Hyväksymispäivämäärä \_\_\_\_\_

## Liite 9. Kuormauksen selvityslomake

Sivu 1 / 4

KUORMAUS

### PROSESSIN SELVITYSLOMAKE

Prosessin nimi: KUORMAUS

Prosessin vaiheet

1. Vaihe / Tehdävä	2. Kuka / Ketkä	3. Kriittiset tekijät ja riskit	4. Resurssit, tarpeet ja valvonta	5. Tietojen hallinta Input-tiedot	6. Tietojen hallinta Output-tiedot
Keräilylista	Kuljetuspäällikkö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitä voi epäonnistua kyseisessä vaiheessa?</li> <li>- Tuotannonohjausjärjestelmässä virheellisesti syötettyä tietoa (elementin tunnus, mitat ja varastointipaikka)</li> <li>- Keräilylista ei ole valmis ajoissa</li> <li>- Elementtien yhteinen paino ylittää auton maksimikuorman</li> <li>- Elementit ei mahdu autoon</li> <li>- Elementit liian korkeita kuljetettavaksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menetelmät</li> <li>- Työohjeet</li> <li>- Lomakkeet</li> <li>- Laitteet</li> <li>- Tietojärjestelmät</li> <li>- Ohjaus ja valvonta</li> <li>- Käydään työmaalta tullut kuormatilaus läpi</li> <li>- Varmistetaan, että tilauksessa olevat elementit ovat valmiit</li> <li>- Elementit valitaan listaan</li> <li>- Listan silmämääräinen tarkistus elementtien mitoista ja tiedoista</li> <li>- Kuljetusyrittäjän valinta kuorman mukaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitä tietoa tarvitaan vaiheen läpiviemisessä?</li> <li>- Työmaalta kuormatilaus ja aikataulu</li> <li>- Elementtien tunukset, päämitat ja painot</li> <li>- Kuljetusyrittäjä ja auton tyyppi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitä tietoa, dokumentteja ja dataa tulee vaiheesta ulos?</li> <li>- Keräilylista kuormattavista elementeistä</li> </ul>
Rahtikirja	Kuljetuspäällikkö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ei vastaa keräilylistaa</li> <li>- Purku aika ja/tai päiväys väärä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementtien jaottelu kuormien mukaan yhteen autoon</li> <li>- Huomioidaan elementtien yhteinen paino, maksimikuorma</li> <li>- Huomioidaan elementtien korkeus</li> <li>- Tarkistetaan elementtien varastointipaikat ja merkitään poikkeamat keräilylistaan</li> <li>- Jos elementti ei ole vielä valmis, sitä ilmoitetaan työjohtajalle ja viimeistelijälle / paikkarille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auton tyyppi (täysperävaunu, puoliperävaunu, alulas, lava)</li> <li>- Keräilylista</li> <li>- Keräilylista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rahtikirja</li> </ul>
Etsitään varastosta keräilylistan mukaiset elementit	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti ei ole ilmoitettussa varastointipaikassa ja sitä ei löydetä</li> <li>- Elementti ei ole valmis tai se on merkitty punaisella tarralapulla</li> <li>- Elementtien tunnuslappu puuttuu</li> </ul>			
Kuormauksen suunnittelu	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuormausta ei suunnitella</li> <li>- Elementtejä ei löydetä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementtien silmämääräinen tarkistus ennakkoon (elementin muoto, pinta, suojaus, päämitoista poikkeaa-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keräilylista</li> </ul>	

Elementtien esivalmistelu	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementtien erityispiirteitä ei huomioida (pinnat, muodot,...)</li> <li>- Kuljetusyrittäjää ja/tai auton tyyppiä ei huomioida</li> <li>- Elementtiä ei suojata</li> <li>- Elementtiä ei mahdollista suojata (tiukka väli)</li> <li>- Tikkailla putoaminen</li> <li>- Elementin päilystä ei puksata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementtien erityispiirteitä ei huomioida (pinnat, muodot,...)</li> <li>- Kuljetusyrittäjää ja/tai auton tyyppiä ei huomioida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerätään tarvittavat tarvikkeet</li> <li>- Elementin päällinen puksataan lumesta, jäästä, betonipaloista ja muista irtokappaleista</li> <li>- Elementin yli vedetään muovi apuvälineen avulla</li> <li>- Muoviin tehdään reiät nostoelimen kohdalle</li> <li>- Tikkaat oltava kunnossa ja asianmukaiset</li> <li>- Tikkaista saa käyttää vaan nostoelimen kiinnitykseen, ei työskentelyyn</li> </ul>	
Nostoelimen valinta	Työntekijä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementtiä ei nähdä kokonaan (painopisteen arviointi vaikeaa)</li> <li>- Elementti nousee vinossa</li> <li>- Elementti tippuu</li> <li>- Valitaan vääränlainen nostoelin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käytetään puomia, lukkokoukkuja tai lukkokoukullisia haruksia, siltanosturia</li> <li>- Tarkistetaan nostoelimen kapasiteetit</li> <li>- Tarkistetaan elementin paino</li> <li>- Tarkistetaan nostoelimen sijainti</li> <li>- Elementtien tyyppikohtaiset nostot (laatat, kuoret, BSW,...)</li> <li>- Silmäääräinen tarkistus koneiden, lukkojen, puomien ja ketjujen kunnosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nostoelinten kapasiteetit</li> <li>- Nostoelinten soveltuvuus elementtiin</li> <li>- Valmistuspiirustus</li> </ul>	
Elementin nosto varastointipaikasta	2 Työntekijää	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementti törmää johonkin</li> <li>- Elementti vaurioituu</li> <li>- Henkilövahinkoja</li> <li>- Elementti tippuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementin kuljetus mahdollisimman alhaalla</li> <li>- Elementtiä ei saa kuljettaa kenenkään yli</li> </ul>		



Elementin pussitus	2 Työntekijää	- Siltanosturi ei käytössä - Elementti tippuu - Elementti kolhiutuu - Palovaara / -vamma	- Elementti ei saa jäädä roikkumaan siltanosturiin - Huomioidaan muut hallissa oliijat ja tavarat - Varmistetaan siltanosturin käyttö ja ilmoitetaan irrottajille, jos aamulla kuormausta - Elementti lasketaan aluspuiden vaaraan - Muovin reumat kutistetaan kuumentamalla sitä kaasupolttimella - Tarkistetaan, että muovi pysyy elementin päällä - Huolehditaan työturvallisuudesta - Varotaan vaurioittamasta eristettä ja elementin pintaa - Tulityökortti	
Rahtikirjan hakeminen	Kuljetusyrittäjä	- Rahtikirjaa ei haeta - Rahtikirja on väärä - Rahtikirjassa väärää tietoa (työmaa, elementtejä, osoite) - Auto ei mahdu peruuttamaan halliin - Auto peruuttaa jonkin päälle - Henkilö-/ainevahinkoja	- Tarkistetaan rahtikirjan tiedot - Tarkistetaan, että kuormassa kaikki oikeat elementit	
Auton ohjaus kuormauspaikalle	Kuljetusyrittäjä ja työntekijä	- Auton lava liikainen ja roskainen - Autoa vaurioitetaan - Elementtiä vaurioitetaan - Elementti ei mahdu autoon - Elementtiä ei saada tuettua autoon, kuormauspukki viallinen - Henkilövahingot - Elementit kuormataan epätasaisesti	- Työntekijä ilmoittaa mihin halliin ensin - Työntekijä antaa käsimerkkejä - Autossa on peruutushälytys - Kuormauspaikka puotsataan ylimääräisestä rojusta ennen kuormausta - Kuljetusyrittäjän huolehdittava laivan siisteydestä - Elementit kuormataan autoon siten, että ne on mahdollista purkaa vauriota työmaalla - Elementit kuormataan mahdollisuuksien mukaan purkujärjestys huomioiden	
Elementin nosto autoon	Työntekijä ja kuljetusyrittäjä			

Kuorman sitominen	Työntekijä ja kuljetusyrittäjä	painoisesti ja liian tiukkaan - Siltanosturi ei käytössä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementit kuormataan mahdollisimman tasaisesti</li> <li>- Elementtejä käsitellään huolellisesti, vältetään kolhut</li> <li>- Elementtien alle asetetaan aluspuut</li> <li>- Elementit tuetaan elementin ja auton tyyppin mukaan</li> <li>- Elementtien väliin asetetaan välipuut tai muoviset soivot</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuorma jätetään sitomatta</li> <li>- Käytetään viallisia sitomisvälineitä</li> <li>- Elementtejä ei saada sidottua</li> <li>- Autosta puuttuu sopivat nosto-/kiinnityselimet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuorman sitomiseen käytetään vain asianmukaisia ja kunnossa olevia sitomisvälineitä ja liinoja</li> <li>- Kuorma sidotaan vai sitomiseen tarkoitettuihin kohtiin</li> <li>- Kuljettajalle annetaan tarvittavat nosto-/kiinnityselimet mukaan</li> <li>- Silmämääräinen tarkistus kuorman sitomisesta</li> </ul>		
Työnvalmistuminen	Työntekijä, kuljetusyrittäjä ja kuljetuspäällikkö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuormaa ei tehty keräilylistan mukaan</li> <li>- Rahtikirjaa ei kuitata</li> <li>- Kuormauspaikka jätetään siivoamatta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuorman silmämääräinen tarkistus</li> <li>- Rahtikirjan kuittaus</li> <li>- Rahtikirjaan merkintöjä poikkeamista ja kuormauksen kestosta</li> <li>- Kuormauspaikka siivotaan kuormauksesta syntyneestä jätteestä</li> </ul>		

## Liite 10. II- ja III-hallien laajennus, materiaalimenekit (Markku Pesu)

### Kaivu- ja täyttötyöt:

- Anturakaivu	730 m <sup>3</sup>
- Lattian aluskaivu	200 m <sup>3</sup>
- Sadevesiviemärin kaivu	100 m <sup>3</sup>
- Anturoiden täyttö ja tiivistys	580 m <sup>3</sup>
- Lattian alustäyttö ja tiivistys	1000 m <sup>3</sup>
- Ulkopuolinen täyttö ja tiivistys	2700 m <sup>3</sup>
- Sadevesikaivannon täyttö	100 m <sup>3</sup>

### Elementtimäärät ovat:

- Anturaelementit	22 kpl
- Pilariementit	22 kpl
○ juurivalut	
- HI-palkit 878-154	12 kpl
- Ontelolaatat h-200, l-5940	216kpl (1540 m <sup>2</sup> )
○ Asennus raudoitustöineen ja saumavaluineen	935 jm
- sokkelielementit	12 kpl
- seinäelementit	56 kpl
○ saumaus sisäpuolelta	700 jm
○ saumaus ulkopuolelta	550 jm

## Liite 11. Elementtien asennusaikataulu (Markku Pesu)

