

LUJA-HORMIELEMENTTIEN VARASTOINNIN KEHITYS



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Rakennusmestari

Kevät, 2017

Lauri Halttunen

Rakennusmestari
Hämeenlinna, Visamäki

Tekijä	Lauri Halttunen	Vuosi 2017
Työn nimi	Luja-hormielementtien varastoinnin kehitys	
Työn ohjaaja	Sami Niku-Paavo	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni aihe annettiin minulle kyselyäni työpaikallani Lujabetoni Oy:ssä mahdollisia kehittämisen kohteita. Perehtyessäni minulle annettuun aiheeseen huomasin nopeasti, että työlleni on selkeästi tarvetta. Käytyäni keskusteluja varastoinnin nykytilasta kävi selväksi, että varastointia ei voida pitkällä aikavälillä enää toteuttaa nykyisellä tavalla. Työni tavoitteena on kehittää Luja-hormielementtien varastointia vastaamaan myös tulevaisuuden tarpeita.

Miettiessäni miten varastointia voidaan kehittää, olen joutunut perehtymään paljon logistiikkaan ja varastointiin. Kuitenkin lähtökohtaisesti kyseessä on rakennusosalalla yleisesti eteentuleva ongelma siitä, miten rakennusalan yrityksessä voidaan hoitaa logistisia ongelmia. Olen käyttänyt opinnäytetyössäni hyödyksi alaan liittyvää kirjallisuutta, lisäksi oma käytännössä opittu tietoni ja osaamiseni on ollut avuksi työtä tehdessä. Koulutuksen edetessä kehittynyt ammattiosaaminen on myös auttanut ongelmien käsittelyssä.

Työssäni esitettyjen ratkaisujen avulla uskon, että pystymme vastaamaan varastoinnissa esiintulleisiin haasteisiin. Todennäköisesti kaikki esitetyt ratkaisut eivät tule toteutumaan ihan sellaisina kuin tässä työssä on esitetty, mutta olen luonut pohjan, jonka avulla on hyvä lähteä kehittämään varastointia. Työ on ollut opettavaista ja auttanut minua kehittymään ammatillisena osaajana.

Avainsanat Rakennusosat, logistiikka, varastointi

Sivut 28 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Construction Management
Hämeenlinna, Visamäki

Author	Lauri Halttunen	Year 2017
Subject	Development of storage and logistics of Luja concrete duct elements	
Supervisor	Sami Niku-Paavo	

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to develop the storage of Luja concrete duct elements. The thesis was commissioned by Lujabetoni Oy. The current method of storing elements will not be possible in the long term. The aim was to develop the storage so that it will also serve future needs. Logistic problems are common in the building industry. The thesis aims to solve logistic problems of the duct elements.

Literature and publications on the topic were studied. The author's knowledge of this industry was also used. In addition, the knowledge and things learned while studying construction management helped in writing the thesis.

With the help of the solutions presented in this Bachelor's thesis the problems and challenges in storing encountered during the study will be solved. A good basis was produced to develop storage even though all the solutions presented will not be carried out in the way planned.

Keywords Building parts, logistics, storage

Pages 28 pages including appendices 4 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LUJA-HORMIELEMENTTI.....	2
2.1	Luja-hormielementin käyttökohteet.....	2
2.2	Valmistus.....	3
2.3	Varastoinnin ongelmia ja tulevaisuuden tavoitteita.....	5
3	LOGISTIIKKA.....	6
3.1	Logistiikan termejä ja käsitteitä.....	7
3.2	Laatu logistiikan näkökulmasta.....	8
4	VARASTOINTI.....	9
4.1	Varaston suunnittelu.....	10
4.2	Varastoinnin kustannukset.....	11
5	VARASTON NYKYTILANNE.....	12
5.1	Varaston layout.....	12
5.2	Kyselyn tulokset.....	12
6	VARASTOINNIN MUUTTAMINEN.....	14
6.1	Vaihtoehto 1.....	14
6.1.1	Varaston kapasiteetti.....	15
6.1.2	Vaativukset varastoinnin toteutukselle.....	15
6.1.3	Laadullinen vaikutus.....	16
6.1.4	Kustannusvaikutus.....	17
6.1.5	Muutosten tekeminen.....	17
6.2	Vaihtoehto 2.....	18
6.2.1	Varaston kapasiteetti.....	18
6.2.2	Vaativukset varastoinnin toteutukselle.....	18
6.2.3	Laadullinen vaikutus.....	20
6.2.4	Kustannusvaikutus.....	20
6.2.5	Muutosten tekeminen.....	20
7	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	21
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	23
	LÄHTEET.....	24

Liitteet

Liite 1	Luja-hormielementin valmistuskuva
Liite 2	Sähköpostikyselyn kysymykset
Liite 3	Nykytilaisen varastoalueen pohjakuva
Liite 4	Satelliittikuva varastoalueesta

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on kehittää Lujahormielementtien varastointia. Aihe on tärkeä koska, hormielementtien tuotantomäärät ovat kasvaneet huomattavasti viimeisten kolmen vuoden aikana. Tämän vuoden tavoite on valmistaa elementtejä noin kaksisataa kappaletta viikossa, mikä tarkoittaa noin yhdeksäätuhatta elementtiä vuodessa. Varaston on siis pystyttävä vastaamaan kasvaviin tuotantomääriin. Lisäksi tällä hetkellä elementtien järjestys varastossa ei ole selkeä ja looginen. Tuotannon resursseja menee hukkaan elementtejä etsiessä. Pahimmillaan varaston huono järjestys on aiheuttanut viivästyksiä toimituksiin ja toimituspuutteita, kun tarvittava elementti on ollut hukassa. Varaston nykyinen järjestys aiheuttaa myös elementtien turhaa siirtelyä. Elementtien siirroissa syntyy kolhuja, jotka heikentävät laatua.

Työn tilaajana toimii työnantajani Lujabetoni Oy. Minulla on kokemusta Lujabetonista kohta kymmenen vuotta. Olen toiminut yrityksessä erilaisissa tehtävissä, aloittaen tuotantotyöntekijänä. Toimittuani tuotantotyöntekijänä kuusi vuotta, sain mahdollisuuden siirtyä tarjouslaskijaksi. Tarjouslaskentaa tein kolme vuotta ja nyt olen nyt siirtynyt tekemään elementtisuunnittelua. Lujahormielementtien parissa olen työskennellyt niin pitkään kuin niitä on Lujabetonin Kantolan tehtailla valmistettu. Siksi koen, että minulla on riittävästi näkökulmaa ja kokemusta perehtyä tarkemmin varastoinnin kehittämiseen, vaikka en nykyisessä tehtävässäni ole tekemisissä asian kanssa.

Opinnäytetyön päätavoitteina on selvittää Lujabetonille, millainen alue tarvitaan varastointiin, millä tavoin varastointi voidaan toteuttaa selkeästi ja loogisesti, miten käytettävissä olevia resursseja voidaan käyttää mahdollisimman tehokkaasti ja millä keinoin saadaan minimoitua elementtien siirrot. Työn valmistuttua tilaaja saa valmiin ehdotuksen, siitä miten elementtien varastointi voitaisiin jatkossa järjestää.

Tutkimusmenetelmänä käytän kirjallisuuteen perustuvaa teoriaa. Lisäksi toteutan kyselyn, jolla selvitän mahdollisia ongelmia ja niiden seurauksia. Tutustun logistiikan teoriaan, jotta syntyy käsitys siitä, miten yritysten logistiikka toimii ja miksi asioita tehdään tietyllä tavalla. Perehdyn tarkemmin myös varastoinnin periaatteisiin, ymmärtääkseni millainen on hyvä varasto ja miten se kannattaisi toteuttaa. Teen kyselyn Lujahormielementtien parissa työskenteleville työntekijöille, jotta saan käsityksen varaston tämän hetken tilanteesta. Kyselyn avulla saan myös tietoa, siitä että millaista palautetta asiakkailta on tullut ja onko toimituksissa ollut puutteita sekä onko saatu reklamaatioita varastoinnin puutteiden takia. Lisäksi perehdyn myös muihin opinnäytetöihin, jotta saan käsityksen, että miten opinnäytetyötä voi lähteä toteuttamaan.

Työn luvussa 2 kuvataan Luja-hormielementtiä, missä sitä käytetään ja millä tavoin hormielementit valmistetaan. Luvussa 3 käydään läpi logistiikka yrityksessä sekä logistiikan yleisiä termejä ja käsitteitä ja mietitään, mitä laadulla tarkoitetaan logistiikassa. Luvussa 4 perehdytään varastoinnin periaatteisiin, käsitellään varaston suunnittelua ja käydään läpi varastoinnin kustannuksia. Luvussa 5 käydään läpi varastoinnin nykytilannetta. Luvussa 6 käsitellään, miten varastointi voitaisiin toteuttaa hormielementtien osalta. Luvussa 7 tehdään vertailua esitettyjen vaihtoehtojen välillä.

2 LUJA-HORMIELEMENTTI

Lujabetoni Oy on yli 60-vuotias betoniteollisuusyritys Suomessa. Lujabetonin tuotteet on suunnattu betonirakentamisessa niin ammatti- kuin omakotirakentajillekin. Lujabetoni on kotimainen perheyritys jo kolmannessa polvessa. Lujabetonin liikevaihto on noin satakolmekymmentä miljoonaa euroa ja lujabetonilla työskentelee yli kuusisataa työntekijää. Lujabetonilla on elementti-, betonituote- ja valmisbetonitehtaita kahdella kymmenelläkuudella paikkakunnalla Suomessa, Ruotsissa ja Venäjällä. Luja-hormielementit valmistetaan Lujabetonin Kantolan tehtaalla Hämeenlinnassa. (Lujabetoni (n.d.), Yritys)

2.1 Luja-hormielementin käyttökohteet

Luja-hormielementti on rakennuksen runkotyövaiheessa paikalleen asennettava betonirakenteinen talotekniikkaelementti. Luja-hormielementti soveltuu käytettäväksi sekä elementti- että paikallavalurakenteiden kanssa. Luja-hormielementtiin on mahdollista sisällyttää kaikki rakennuksessa tarvittavat ilmanvaihtokanavat, viemärit, vesijohdot, lämpöjohdot, jäähdytysputket sekä nousuputket sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten. Luja-hormielementtiin on myös mahdollista asentaa sähkörasioita ja sähköputkituksia sekä tehdä varauksia esimerkiksi vesijohtoja ja sprinkleri-putkituksia varten. Kuvassa 1 on esitetty valmiita elementtejä odottamassa asennusta työmaalla. Luja-hormielementin mitoitus on yhtenäinen muiden elementtihormitoimittajien kanssa, ja täten soveltuu käytettäväksi missä tahansa hankkeessa, johon on suunniteltu tai suunnitteilla elementtihormit. (Lujabetoni (n.d.), Tuotteet)



Kuva 1. Luja-hormielementtejä työmaalla

2.2 Valmistus

Kuten jo mainittu, Luja-hormielementit valmistetaan Hämeenlinnassa Kantolan tehtaalla. Hormielementtien tuotannossa on käytössä kaksi erillistä tuotantotilaa; toisessa valmistetaan kaikki elementteihin asennettavat putket ja toisessa tilassa tapahtuu elementtien muottien kasaus, rauditus, varustelu, valu ja viimeistely. Valmiit elementit siirretään ulos tuotantotilasta ja varastoidaan tehtaan ulkoalueelle. Elementit varastoidaan riveittäin niin, että yhden kohteen yhden kerroksen elementit muodostavat rivin. Eli kun elementit lähtevät varastosta työmaalle, tyhjentyy yksi rivi.

Hormielementin valmistus alkaa siitä, että Lujabetoni tekee sopimuksen rakennusyrityksen kanssa, joka tilaa tarvitsemansa hormielementit. Tässä vaiheessa sovitaan tuotteille alustava toimitusaika, jota voidaan tarkentaa myöhemmin työmaan tarpeiden mukaisesti. Tämän jälkeen sovitaan elementtien suunnittelusta, joka tapahtuu joko Lujabetonin omien suunnittelijoiden toimesta, tai ostopalveluna suunnittelutoimiston kautta. Yleisenä ohjeena on, että suunnitelmat olisivat valmiina kuusi viikkoa ennen kuin ensimmäiset elementit olisi toimitettava työmaalle.

Saatuun elementtien suunnittelun valmiiksi, suunnittelija tallentaa valmiit suunnitelmat projektipankkiin, josta tuotanto saa ne käyttöönsä. Kun suunnitelmat ovat tuotannon käytössä, tuotannosuunnittelija määrittää elementeille paikan tuotanto-ohjelmaan. Lujabetonilla on tähän tarkoitukseen ohjelma nimeltään ELE-hienokuormitus. Ohjelmalla luodun jär-

jestyksen perusteella tuotannossa osataan valmistaa oikeat elementit oikeina päivinä. Kuvassa 2 on esitetty osa erään viikon tuotannonkuormituksen näkymästä.

12 Ma 20.3.17	12 Ti 21.3.17	12 Ke 22.3.17	12 To 23.3.17	12 Pe 24.3.17
226,8	194,0	223,5	194,0	227,2
32,90	114,34	30,84	113,99	30,74
39	69,8	37	65,8	40
31 881	15 621	31 431	15 395	34 254
			16818 Hormit / Espoon A	16818 Hormit / Espoon A
			H-A11-0 (300x4480x300)	H-A11-3 (300x4470x300)
16677 Hormit / HASO Ho	16675 Hormit / HASO Ho	16764 Hormit / Vai		16764 Hormit / Vai
H-B2-1 #A (1600x3515x300)	H-C2-2 (4150x3915x350)	H-A10-1 (1400x3095x300)		H-A10-2 (1400x3990x300)
16677 Hormit / HASO Ho	16605 Hormit / As Oy La	16605 Hormit / As Oy La	16605 Hormit / As Oy La	16605 Hormit / As Oy La
H-B7-1 #A (300x2990x300)	H-10-1 (250x3040x250)	H-10-2 (250x2990x250)	H-5-1 (250x3040x250)	H-7-1 (250x3040x250)
16836 Hormit / As Oy Tu	16836 Hormit / As Oy Tu	16605 Hormit / As Oy La	16605 Hormit / As Oy La	16605 Hormit / As Oy La
H-11-4 (300x2990x250)	H-11-5 (300x2990x250)	H-4-1 (250x3040x250)	H-4-2 (250x2990x250)	H-4-3 (250x2990x250)
16677 Hormit / HASO Ho	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi
H-B9-7 #A (500x2990x300)	H-C22-2 (485x2990x480)	H-C22-3 (485x2990x480)	H-C22-4 (485x2990x480)	H-C22-5 (485x2940x480)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta
H-B3-5 (500x2990x450)	H-B3-6 (500x2990x450)	H-B3-7 #A (500x2970x450)	H-B3-1 (450x2990x300)	H-B3-2 (450x2990x300)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta
H-B6-6 #B (550x2990x400)	H-B6-7 #B (550x2990x400)	H-B11-2 (750x2990x400)	H-B11-3 (750x2990x400)	H-B11-4 (750x2990x400)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta
H-B8-6 #A (650x2990x300)	H-B8-7 #A (650x2990x300)	H-B13-2 (700x2990x400)	H-B13-3 (700x2990x400)	H-B13-4 (700x2990x400)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho
H-B1-3 (800x2990x400)	H-B1-4 (800x2990x400)	H-B1-5 (800x2990x400)	H-B1-6 (800x2990x400)	H-B1-7 (800x2990x400)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta
H-B5-6 #A (600x2990x300)	H-B5-7 #A (600x2990x300)	H-B2-1 (800x2990x400)	H-B2-2 (800x2990x400)	H-B2-3 (800x2990x400)
16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi
H-C22-1 (485x2990x310)	H-C24-2 (700x2990x400)	H-C24-3 (700x2990x400)	H-C24-4 (700x2990x400)	H-C24-5 (700x2990x400)
16677 Hormit / HASO Ho	16677 Hormit / HASO Ho	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi
H-B7-6 #A (700x2990x300)	H-B7-7 #A (700x2990x300)	H-C27-2 (800x2990x350)	H-C27-3 (800x2990x350)	H-C27-4 (800x2990x350)
16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16710 Hormit / As Oy Ta	16710 Hormit / As Oy Ta
H-C21-3 (750x2990x320)	H-C21-4 (750x2990x320)	H-C21-5 (750x2940x320)	H-B7-1 (650x2990x300)	H-B7-2 (650x2990x300)
16605 Hormit / As Oy La	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi	16718 Hormit / Haso Kivi
H-2-5 (650x2905x300)	H-C25-2 (650x2990x400)	H-C25-3 (650x2990x400)	H-C25-4 (650x2990x400)	H-C25-5 (650x2990x400)

Kuva 2. Näkymä tuotannonkuormitusohjelmasta

Elementtien valmistukseen käytetään elementtisuunnittelijan tekemää valmistuskuvaa. Valmistuskuvassa on esitetty elementit yleensä yksittäisinä kappaleina ja hormielementti valmistetaan täsmälleen kuvan mukaisesti. Liitteessä 1 on esitetty Luja-hormielementin valmistuskuva. Työnjohtajat tulostavat valmistuskuvat järjestelmästä tuotannonkyöntekijöiden käyttöön. Saatuaan tarvittavat valmistuskuvat käyttöönsä, tuotannossa aloitetaan elementtien valmistus.

Valmistus aloitetaan tuotantotilassa, jossa valmistetaan elementteihin tarvittavat putkitukset. Valmiit putket toimitetaan toiseen tuotantotilaan, jossa tapahtuu varsinainen elementtien kokoaminen. Elementtien kokoaminen aloitetaan valmistamalla raudituskehikko, kehikko koostuu neljästä 12 mm harjaterästangosta sekä seitsemästä 8 mm hakasesta. Elementit valetaan käyttäen muottia, joka on tehty teräksiselle valupöydälle, muottilaitoina käytetään joko filmivaneria tai alumiinirunkoista yksi- tai kaksipuolista teräslaitaa. Laidat valmistetaan pöydän mittaisiksi ja elementin korkeutta säädellään päätylevyillä. Muotin leveys saadaan oikeaksi, kun muottilaidat asennetaan tiukasti päätylevyjä vasten. Kun hormielementin muotti on valmiina, nostetaan rauditushäkki kanava-putkineen muottiin. Putkitukset sekä hormielementtiin mahdollisesti tulevat sähköasennukset kiinnitetään ja tuetaan ennen valua tukevasti pai-

koilleen, niin etteivät ne pääse valun aikana liikkumaan tai irtoamaan. Kun kaikki tarvittavat osat ovat paikallaan ja tuettuina, elementit valetaan käyttäen itsestivistä betonia. Kun muotti on valettu täyteen, sen yläpinta hierretään suunnitelmien mukaisesti. Hormielementin saavutettua purkulujuuden, muotti puretaan ja hormi siirretään nostoliinoilla tai –lenkeillä viimeistelyyn. Viimeistellyt hormielementit siirretään aliurakoitsijan toimesta edelleen elementtivarastoon. Hormielementit varastoidaan päällekkäin vaaka-asentoon korkeintaan kahdeksan elementtiä korkeiksi nipuiksi siten, että alimmaisesta tulee kuormalava tai aluspuut ja jokaisen elementin väliin laudat. Kuvassa 3 on Luja-hormielementtejä varastoituna odottamassa kuljetusta työmaalle.



Kuva 3. Luja-hormielementtejä varastoituna nykyiseen varastoon

2.3 Varastoinnin ongelmia ja tulevaisuuden tavoitteita

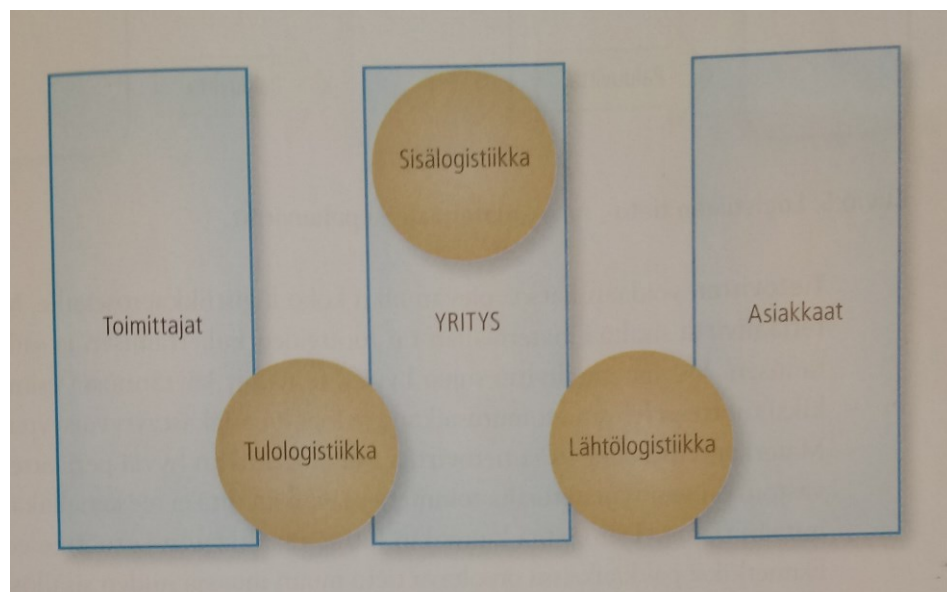
Selvittääkseni mikä nykyisessä varastoinnissa on koettu ongelmalliseksi, tein sähköpostikyselyn henkilöiltä, jotka ovat tekemisissä Luja-hormielementtien varastoinnin kanssa. Sähköpostikyselyn kysymykset liitteessä 2. Kyselyn mukaan varasto toimii tällä hetkellä huonosti ja epäorganisoidusti. Hormeilla ei ole määriteltyä paikkaa ja ne ovat toisinaan hukassa. Varastotilat ovat pienet ja varastopaikkoja tarvittaisiin enemmän nykyisellä tuotantomäärällä. Aiemmillä tuotantomäärillä varasto on ollut hallittavissa helpommin koska varastoitavat kappalemäärät ovat ol-

leet pienempiä. Ongelmia ovat myös aiheuttaneet varastossa tulleet kolhut. Kolhuja tulee, kun elementtejä siirrellään pyöräkuormaajalla.

Tulevaisuudessa tavoitellaan tuotantomäärän lisäämistä vielä nykyistä suuremmaksi. Tämä aiheuttaa myös paineita saada elementtien varastointi vastaamaan kasvaviin tuotantomääriin. Tärkeimpinä kehitettävinä asioina on koettu varastoinnin luotettavuus, helppokäyttöisyys, selkeys, järjestelmällisyys ja kolhujen syntymisen ehkäisy. Hormien varastopaikat pitäisi merkitä selkeästi. Lisäksi toiveissa olisi esimerkiksi viivakoodit elementteihin ja GPS pohjainen varaston hallintaohjelma, joka olisi linkitetty jo olemassa olevaan järjestelmään. Varastointijärjestelmän rakentamisessa pitäisi ottaa huomioon myös mahdolliset myöhemmin tehtävät parannukset.

3 LOGISTIIKKA

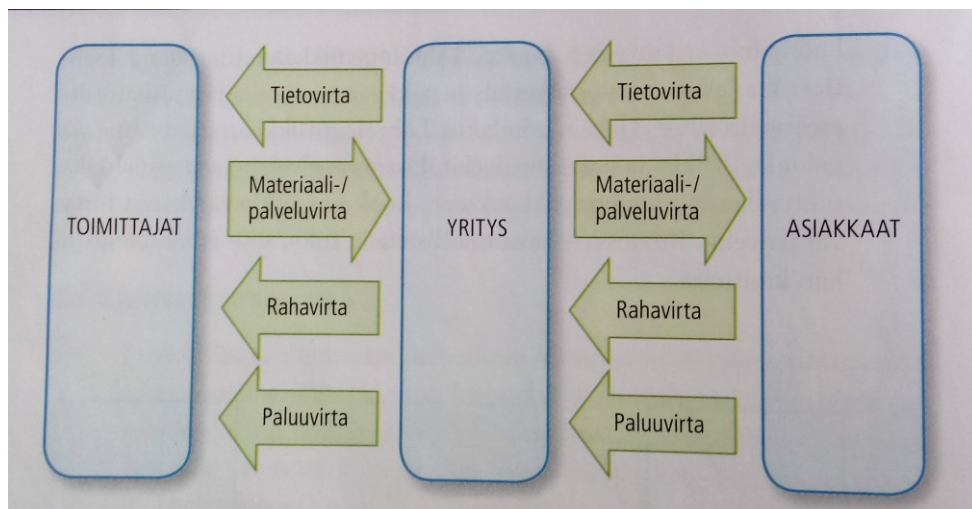
”Lyhyesti sanottuna logistiikan tavoitteena on saada oikea tuote oikeaan paikkaan oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin halutulla palvelutasolla.” (Reinikainen, Mäntynen & Rantala 1997, 9.) Kuvassa 4 on esitetty tyypillinen teollisuusyrityksen logistiikka, joka koostuu yritykseen tulevasta, sen sisällä kulkevasta, sekä yrityksestä lähtevästä materiaalivirrasta. Tulologistiikassa saapuva materiaali tulee vastaanottopisteen tai raaka-ainevaraston kautta tuotantoon. Sisälogistiikkaa ovat operaatiot jotka muodostavat valmistuksen resurssit lopullisiksi tuotteiksi. Lähtölogistiikka sisältää jakelun lisäksi kaikki tukitoiminnot, jotka tehdään, että valmis tuote saadaan asiakkaalle. (Reinikainen ym. 1997, 80.) Varastoinnin kehittämisen kannalta lähtölogistiikka onkin merkittävässä roolissa. Ratkaistessani varastoinnin ongelmakohtia, parannan Lujabetonin lähtölogistiikkaa hormielementtien osalta.



Kuva 4. Yrityksen tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell, Santala 2011, 21).

3.1 Logistiikan termejä ja käsitteitä

Logistiikassa kytkeytyvät tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirrat vahvasti toisiinsa, tämä on havainnollistettu kuvassa 5. Tietoa, rahaa ja materiaaleja liikkuu sekä asiakkailta toimittajille, että toimittajilta asiakkaille. Paluuvirrassa tuotteita palautuu toimittajalle. Tietovirta on logistiikkaprosessin alku. Materiaalivirralla tarkoitetaan materiaalien tai tuotteiden kuljettamista ja säilyttämistä. Hyvä materiaalivirtaus auttaa saavuttamaan tuotteelle lyhyen toimitusajan, joka taas lisää asiakastytyvyyttä. Materiaalivirta edellyttää tietovirtaa, sillä tuotetta toimitettaessa kaikilla osapuolilla tarvitsee olla tieto tuotteen sisällöstä, lähettäjistä ja määrän- päästä. Rahavirta on tuotteista maksettava vastike, joka on yleensä materiaalivirtaa jäljessä ja kulkee materiaalivirran vastaiseen suuntaan. Paluuvirralla tarkoitetaan materiaalivirrasta poistuvia jäte- tai sivutuotevirtoja, sekä käytöstä poistettujen tuotteiden ohjausta loppukäsittelyyn tai kierrätykseen. Työssäni tarvitaan ymmärrystä logistiikan eri virtauksista, jotta varastoinnin kannalta elintärkeä materiaalivirtaus saadaan toimivaksi.



Kuva 5. Logistiikan tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirrat (Ritvanen ym. 2011, 22).

Toimitusketju on verkosto, jossa ohjataan ja kehitetään tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirtoja. Toimitusketju yhdistää eri organisaatioita toisiinsa. Toimitusketjuun kuuluu paljon eri osapuolia: toimittajan toimittajia, toimittajia, valmistajia, tukkuliikkeitä, jälleenmyyjiä, asiakkaita ja asiakkaiden asiakkaita. Toimitusketju on sitä suurempi mitä vähemmän siinä on eri osapuolia. Jokainen lisävaihe toimitusketjussa kasvattaa logistisia kustannuksia ja eri vaiheisiin sitoutuu myös aikaa. Jos logistisia kusan-

nuksia syntyy monessa eri paikassa, niiden osuus tuotteen kokonaishinnasta on suuri.

Toimitusketjun hallinta tarkoittaa yritysverkoston materiaalivirran suunnittelua, ohjausta ja johtamista. Toimitusketjun hallinnalla pyritään vastaamaan asiakastarpeisiin ja täten vahvistamaan yrityksen kilpailukykyä. Kilpailukyky paranee, kun toimitusketjun kustannukset saadaan mahdollisimman pieniksi ja saadaan toimitettua tuotteet asiakkaille sovitun palvelutason mukaisesti. Toimitusketjun hyvä hallinta hyödyttää myös myyntiä lunastamalla ne lupaukset, jotka tuotetta myydessä on annettu asiakkaalle. Toimitusketjun hallinta edellyttää hyvää yhteistyötä yrityksen sisällä ja myös yritysten välillä. (Ritvanen ym. 2011, 22) Toimitusketjun lyhentäminen on myös suuressa roolissa työtäni ajatellen ja jotta toimitusketjuja voidaan lyhentää, tarvitsee osata hallita materiaalivirtaa.

3.2 Laatu logistiikan näkökulmasta

Ritvanen ym. (2011, 148) mukaan laatu voidaan määritellä monilla eri tavoilla. Logistiikan näkökulmasta laatuongelmia voivat olla:

- Virheellinen tuote
- Puutteellinen toimitus
- Liian aikainen tai myöhäinen toimitusaika
- Huono palaute ja palautetut tuotteet
- Turha ja päällekkäinen työ

Laatua edistäviä asioita ovat muun muassa yhteistyö asiakkaiden kanssa, henkilöstön hyvä osaaminen, laatutyökalut ja teknologia. Laadun tekemistä vaikeuttavia asioita ovat kiire, henkilöstön osaamattomuus ja kielteiset asenteet sekä töiden huono organisointi. Laatu on riittävää silloin, kun toiminta on kustannustehokasta ja asiakastyytyväisyys on korkea. Hyvä laatu parantaa yrityksen kannattavuutta, koska sen avulla tuotteet menevät hyvin kaupaksi.

Huono laatu aiheuttaa laatukustannuksia. Yrityksen laatukustannukset ovat yleensä noin kuusi prosenttia liikevaihdosta. Huonoimmillaan laatukustannukset voivat olla jopa 20-25 % liikevaihdosta. Helpoimmin havaittavia laatukustannuksia ovat reklamaatiot, hävikki ja asiakaspalautukset. Vaikeammin huomattavia laatukustannuksia voivat olla turhat varastot, jälkitoimituskustannukset sekä hinnoittelu- ja laskutusvirheet. Laadulliset asiat ovat työni kannalta erittäin merkittävässä osassa, koska yksi työni tavoitteista on vähentää laadullisia kustannuksia, joita on aiheutunut tuotetta varastoitaessa. Kuvassa 6 on esitetty varastossa kolhittu hormielementti, joka on jouduttu korjaamaan Lujabetonin kustannuksella työmaalla.



Kuva 6. Varastoinnissa kolhittu Luja-hormielementti

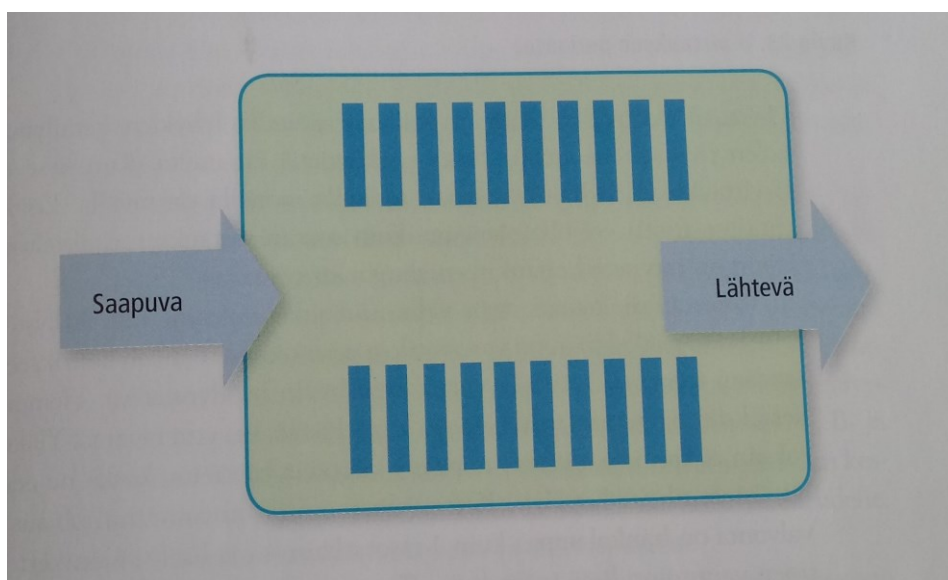
4 VARASTOINTI

Reinikainen ym. (1997, 80) mukaan varastointi on osa kaikkia logistisia järjestelmiä. Varastotoiminnalla on suuri merkitys asiakaspalvelussa tuottajan ja tilaajan välillä. Varastoinnin merkitys on kasvanut suureksi tekijäksi yritysten logistisessa ketjussa. Varastointi on menettelytapa, jolla ratkaistaan kysynnän ja tarjonnan väliset määrälliset, ajalliset ja paikalliset erot. Varastoinnilla voidaan saavuttaa myös asiakaspalveluun toimintavarmuutta. Rakennusalalla toimitusaika ja -täsmällisyys ovat tärkeimmät palvelutason kriteerit. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin parantaa Luja-hormielementtien varastointia niin että saamme parannettua elementtien toimitusvarmuutta. Elementtien varastointia suunniteltaessa tavaravirtojen hallinta on merkittävä tekijä ja ratkaisee sen, millaiseksi varasto suunnitellaan. Varastoinnin kehittämisessä myös varastoinnin kustannukset on pystyttävä ottamaan huomioon.

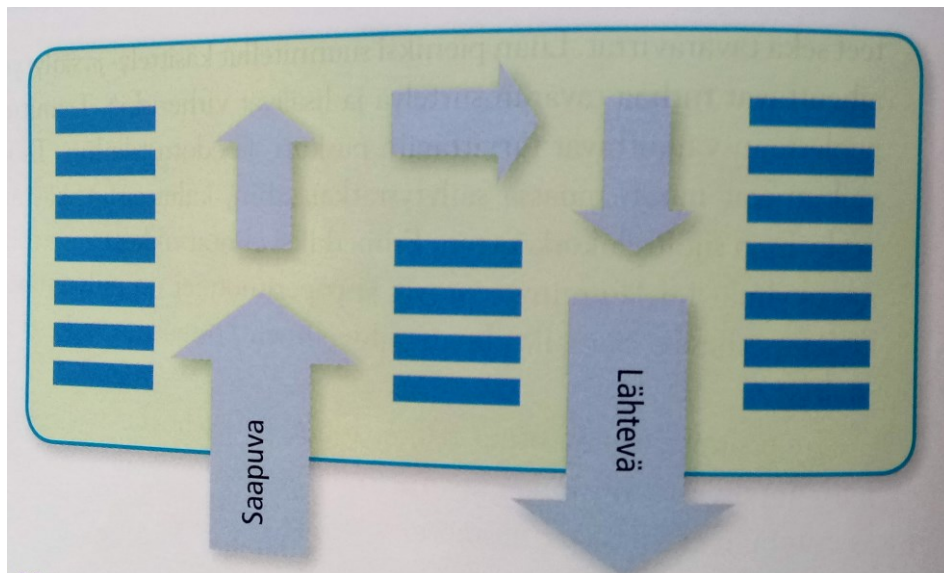
4.1 Varaston suunnittelu

Varaston koon määrittely on yksi materiaalihallinnon tärkeimmistä tehtävistä. Varaston pitää olla riittävän suuri toimituskyvyn turvaamiseksi. Toisaalta varastointi sitoo pääomaa ja sen vuoksi varaston koko pyritään pitämään minimissään. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 449.) Ritvanen ym. (2011, 84) mukaan varaston suunnittelu perustuu kokonaisuuteen, johon kuuluvat varastoitava tuote, varastointitekniikka, käytettävän alueen koko ja muoto sekä tavaravirtauksen periaate. Nämä tekijät ovat merkittävässä osassa, kun suunnitellaan varastoprosessia sekä varaston sisäistä layoutia. Varaston suunnittelussa on huomioitava toimintaan sekä tekniikkaan liittyviä osa-alueita. Varastotyyppi, tavaravirrat, sekä hyllystöt ja laitteet vaikuttavat olennaisesti suunnitteluun. Käsittely- ja säilytystilat on syytä suunnitella riittävän isoiksi, sillä liian pienet tilat aiheuttavat turhaa siirtelyä ja lisäävät virheriskiä.

Tuotteiden sijoittelu riippuu tavaravirran suunnasta. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty tavaravirran ohjauksen kaksi yleistä ratkaisua, suoravirtaus ja U-virtaus. Suora virtaus tarkoittaa sitä, että tuotteet tulevat sisään varaston toiselta puolelta ja lähtevät ulos toiselta puolelta. Suoravirtauksessa varaston pituus ja leveys ovat kohtalaisen vapaasti määrättävissä. Haittana on se, että pääkäytävän on oltava liikenteen vuoksi mahdollisimman leveä. U-virtaus tarkoittaa sitä, että tuleva ja lähtevä tavara kulkevat samalta puolelta. U-virtausmallissa tavaroita voidaan sijoitella lyhyiden keräilymatkojen päähän, koska pääkäytäviä on useita. Varastointiin tarvittava tila on tällöin pienempi kuin suoravirtauksen sijoittelussa. U-virtauksessa tarvitaan kuitenkin enemmän käytäviä ja tavaroiden sijoittelu on monimuotoisempaa.



Kuva 7. Suoran virtauksen periaate (Ritvanen ym. 2011, 85).



Kuva 8. U-virtauksen periaate (Ritvanen ym. 2011, 86).

4.2 Varastoinnin kustannukset

Varastointi on huomattava kustannustekijä organisaatioissa. Logistiikkakustannuksista puolet syntyy varastoinnista. Kaikissa toimitusketjun vaiheissa varastoja on pyrittävä pitämään mahdollisimman vähän. Tämä siksi, että varastointiin sitoutuu pääomaa, joka olisi tuottavampaa käyttää johonkin muuhun tarpeeseen. Varastotasoa voidaan pienentää, jos toimitusajat on mahdollista optimoida niin, että tuotteet saadaan toimitettua valmistajalta asiakkaalle mahdollisimman lyhyen ajan sisällä valmistamisesta. Lisäksi varastoinnin kehittämisessä oleellista olisi turhien tuottamattomien työvaiheiden poistaminen. Tämä tarkoittaa suurissa varastoissa mekanisoinnin ja automaation kehittämistä. Pienemmissä varastoissa kehittämistä voidaan tehdä poistamalla turhaa paperinkäsittelyä ja lyhentämällä odotusaikoja tietotekniikan avulla. (Ritvanen ym. 2011, 91)

Reinikainen ym. (1997, 114) mukaan varastoinnista aiheutuvia kustannuksia laskiessa varaston arvo saadaan yksinkertaisesti laskettua kertomalla varastoitavan tuotteen lukumäärä kustannuksilla, jotka syntyvät tuotteen valmistamisesta ja kuljettamisesta varastoon. Esimerkiksi, jos yhden hormielementin valmistus maksaisi kokonaisuudessaan 700 € ja niitä olisi varastoituna 1 500 kpl, varaston arvo olisi 1 050 000 €. Haverilan ym. (2009, 444) esittämä taulukko havainnollistaa miten varastoinnin kustannukset jakautuvat prosentteina (kuva 9). Tämän teorian mukaisesti varastossa olevasta 1 000 000 euron erästä syntyisi kuluja vuositasolla 195 000 – 360 000 euroa.

Varastoinnin aiheuttamat kustannukset varaston arvosta:	
1. Sitoutuneen pääoman korko	10 - 20 %
2. Tilakustannukset	1 - 5 %
3. Työvoimakustannukset	1 - 5 %
4. Hävikki (epäkuranttius, varkaudet)	2 - 5 %
5. Vakuutukset	0,5 - 1 %
Yhteensä	19,5 - 36 %

Kuva 9. Varastoinnin aiheuttamat kustannukset varaston arvosta (Haverila ym. 2009, 444.)

5 VARASTON NYKYTILANNE

5.1 Varaston layout

Liitteissä 3 ja 4 on esitetty Lujabetonin Kantolan tehtaiden layout nykyisessä muodossaan. Opinnäytetyössäni huomio on kiinnitetty vain hormielementtien varastointiin, joten en puutu muiden Kantolan tehtailla valmistettavien tuotteiden varastointiin. Nykyisen käytännön mukaisesti hormeja varastoidaan tontilla kolmella eri alueella, yksi paikka on runkoelementtihallin edustalla sijaitseva kenttä, toinen paikka on yläpihalla sijaitseva varastoalue ja kolmas paikka on hormilinjan päädyssä sijaitsevan siltanosturilinjan alla. Nämä ovat merkittynä liitteessä 3. Nykyisen käytännön mukaisesti hormit pyritään varastoimaan riveittäin, niin että yhden kohteen yhden kerroksen elementit muodostavat rivin. Esimerkiksi erään kohteen kerroksen kolme hormit on varastoitu yläpihalle omaan riviinsä ja kerroksen neljä hormit on varastoitu alapihalle omaan riviinsä. Elementit siirretään paikoilleen aliurakoitsijan toimesta, joka käytännössä itse määrittelee, mihin elementit sijoitetaan. Tieto elementtien paikasta on aliurakoitsijan oman kirjanpidon varassa.

5.2 Kyselyn tulokset

Selvittääkseni varaston nykytilanteen, tein sähköpostikyselyn henkilöiltä, jotka ovat tekemisissä Luja-hormielementtien varastoinnin kanssa. Sähköpostikyselyn kysymykset liitteessä 2.

Kyselyn mukaan varastoinnin toimimattomuus on aiheuttanut sitä, että hormeja ei ole löytynyt lastaushetkellä. Tämä taas on johtanut siihen, että työnjohto on joutunut etsimään hormeja varastosta. Hormien etsiminen varastosta on työlästä, johtuen varaston suuresta koosta. Tarvittavia

elementtejä on myös jäänyt toimittamatta, tästä on seurannut turhaa yhteydenpitoa työmaan kanssa ja kiireellisiä selvitystarpeita. Varastossa aiheutetut kolhut ovat aiheuttaneet jälkitöitä työmaalla. Lisäksi on tullut satunnaisia kommentteja asiakkailta, että elementtien toimitustapamme häviää kilpailijalle.

Tärkeimpinä kehitettävänä asioina on koettu varastoinnin luotettavuus, helppokäyttöisyys, selkeys, järjestelmällisyys ja kolhujen syntymisen ehkäisy. Hormien varastopaikat pitäisi merkitä selkeästi. Lisäksi toiveissa olisi esimerkiksi viivakoodit elementteihin ja GPS pohjainen varaston hallintaohjelma, joka olisi linkitetty jo olemassa olevaan järjestelmään. Varastointijärjestelmän rakentamisessa pitäisi ottaa huomioon myös mahdolliset myöhemmin tehtävät parannukset.

Nykyisessä varastoinnissa hyväksi on koettu se, että elementit on varastoitu kerroksittain ja jokainen kohde on kerroksen mukaan omassa rivissä. Eli kun auto tulee noutamaan kohteen elementtejä, tyhjentyä aina yksi varastopaikka ja konekuski pystyy nostamaan koko rivin kerralla auton kyytiin.

Varastoinnissa käytetty kalusto ja menetelmät on koettu niin, että käytetyllä kalustolla kolhitaan suojaamattomia elementtejä. Elementtien koon vaihtelun vuoksi on kuitenkin vaikea käyttää muunlaista kalustoa. Kolhinnan ehkäisemiseksi esitetään hormien suojaamista kulmasuojilla. Myös varastointialueen tasoittaminen ja päällystäminen tuotiin esille yhtenä ratkaisuna.

Tiedonkulku varastoinnin eri vaiheissa koettiin huonoksi tai puutteelliseksi. Tieto lastaamatta jääneistä elementeistä ja tarvikelaatikoista ei aina kulkeudu eteenpäin. Pahimmaksi ongelmaksi koettiin iltavuorossa tapahtuneet puutteet, jolloin ilmoitus asiasta ei mene mihinkään. Välillä on ollut myös tapauksia, että kaikkia rahtikirjan mukaisia hormoneja ei ole toimitettu työmaalle ja asiasta ei ole informoitu projektitiimiä eikä työmaata.

Tuotannosuunnittelun vaikutuksesta elementtien varastointiin tuotiin esille näkemystä, että tulevaisuudessa tuotannosuunnittelussa voisi suunnitella hormoneille niput. Tällä tavoin päästäisiin käsittelemään isompia kokonaisuuksia, joissa on useampi hormi. Tällöin varastopaikkojen kohdistaminen olisi helpompaa kuin yksittäisten hormien kanssa. Tämä mahdollistaisi sen, että voisi toimittaa nurkistaan suojatun 2-3 hormin paketin, joka on mahdollista purkaa turvallisesti autosta. Toisen näkemyksen mukaan varaston hallinnan kannalta tehokkainta olisi, että vastuu varastosta siirrettäisiin kuljetusjärjestelijälle. Kuljetusjärjestelijä tietää, kuinka elementit lähtevät, kuinka monta varastopaikkaa on vapaana ja kuinka varasto tyhjentyy. Tuotannosuunnittelussa varastopaikkojen suunnittelu on hankalaa, tiedossa on oletettu toimitusviikko ja elementit pyritään valmistamaan siten, että ne eivät olisi varastossa kauaa. Todelli-

nen toimitusaika selviää usein vasta, kun elementit on valmistettu ja varastoitu.

6 VARASTOINNIN MUUTTAMINEN

Koska varastointia olisi tarkoitus saada yksinkertaisemmaksi ja loogisemmaksi, olisi järkevää, että varastointi tapahtuisi yhdessä paikassa ja että jokaiselle kohteelle olisi valmiiksi määritelty oma varastopaikkansa. Kun elementillä on tiedossa oleva oma paikka, niin ainoat siirrot mitä elementille tarvitsee tehdä, ovat siirto varastoon ja siirto kuljetukseen. Silloin myös tarve elementtien välisiirtoihin saadaan poistettua.

Varastoitavien hormielementtien määrät vaihtelevat noin 1100 – 1600 kappaleen välillä, eli tilaa tarvitaan maksimissaan 1600 hormielementille. Varaston koon määrittelyssä olen laskenut yhden hormin olevan 1,8 metriä leveä ja 3 metriä pitkä. Käytännössä nämä mitat vaihtelevat kohdekohtaisesti todella paljon ja keskimääräinen elementin koko on laskennassa käytettyä kokoa pienempi. 1,8 metriä leveä ja 3 metriä korkea elementti varastoituna vaaka-asennossa vie lattiapinta-alaa 5,4 neliometriä. Kun lasketaan elementille vielä suojaetäisyyttä viereiseen elementtiin 0,5 metriä, saadaan yhden varastopaikan vaatimaksi tilaksi $(1,8\text{m}+0,5\text{m}+0,5\text{m}) \times (3\text{m}+0,5\text{m}) = 9,8 \text{ m}^2$. Tällä tavoin laskemalla saadaan varaston tarvitsemaksi lattiapinta-alaksi $1600 \times 9,8 \text{ m}^2 = 15\,680 \text{ m}^2$. Mutta, koska elementtejä voidaan varastoida päällekkäin, todellinen tilan tarve ei ole näin suuri. Liian korkeiden pinojen tekeminen on työturvallisuusriski, joten esimerkiksi kahdeksan elementin pinoaminen päällekkäin ei ole kovin mielekästä. Varaston tilan tarvetta arvioidessa olen käyttänyt oletuksena sitä, että elementit pinottaisiin korkeintaan neljä päällekkäin. Tällöin varaston vaatima lattiapinta-ala olisi $15680 \text{ m}^2 / 4 = 3920 \text{ m}^2$.

6.1 Vaihtoehto 1

Vaaditun kokoinen alue löytyy runkoelementtihadin edestä olevalta kentältä. Tälle paikalle hormoneja varastoitaessa on otettava huomioon, että hormit joudutaan varastoimaan käyttäen pyöräkuormaajaa. Pyöräkuormaaja tarvitsee ympärilleen reilusti tilaa, jotta se ei kolhi varastossa liikkuessaan varastoituja hormoneja. Tälle paikalle varastoitaessa on siis syytä suunnitella varaston käytävät riittävän leveiksi. Lisäksi varastoitaviin elementtiriveihin on päästävä pyöräkuormaajalla molemmilta puolin, koska ensin varastoon tuodut elementit myös poistuvat varastosta ensimmäisenä. Tällöin ensimmäiset hormit on tuotava eturiviin ja seuraavat takakautta näiden perään, jotta lastattaessa ensin tulevat hormit olisivat valmiiksi etummaisina.

6.1.1 Varaston kapasiteetti

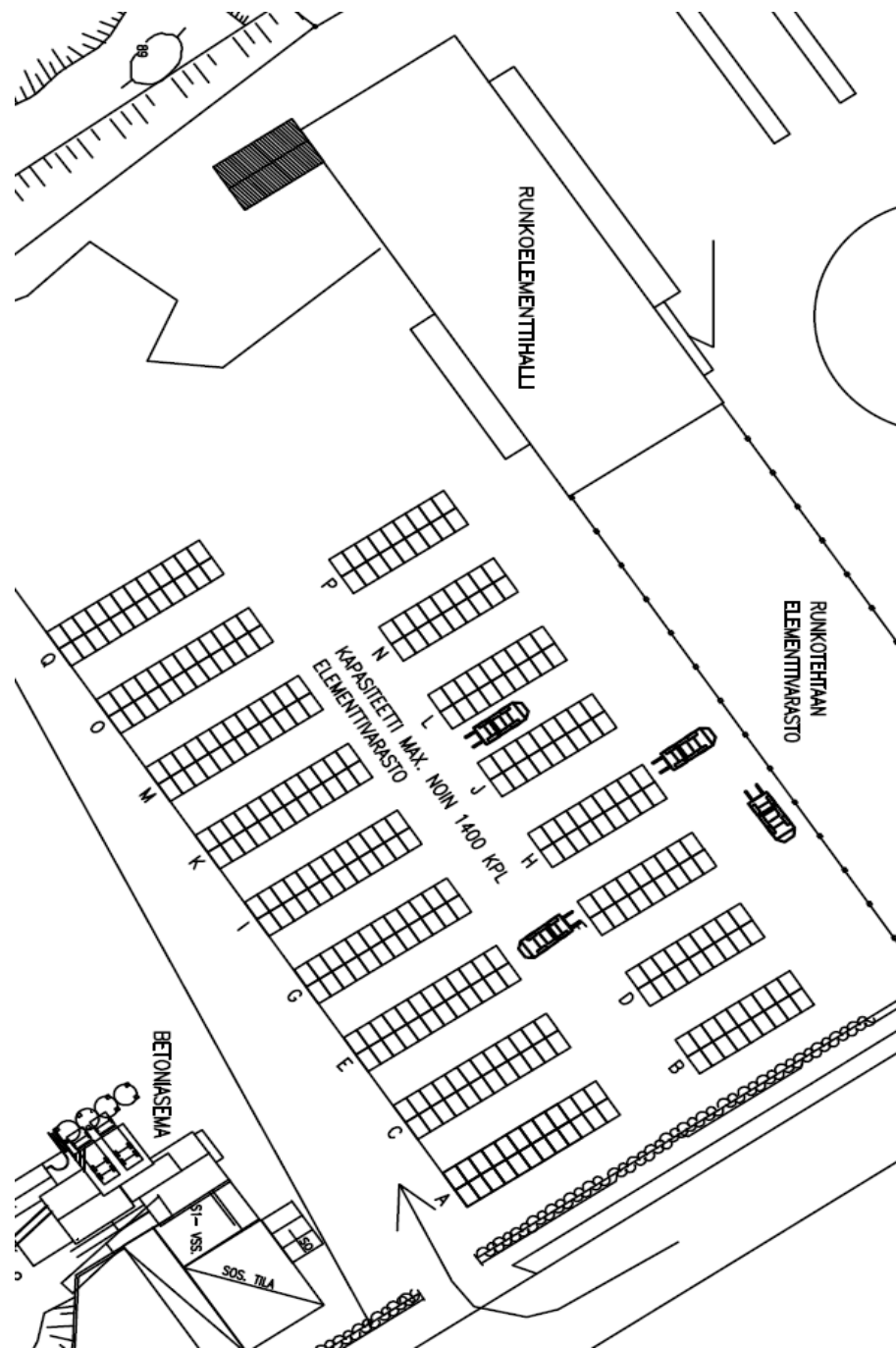
Suunnitellessani varastoa tälle paikalle, mitoitin ensimmäiselle paikalle 12 elementtinippua peräkkäin ja kaksi vierekkäin, eli paikalla on tilaa 24:lle nipulle. Näitä paikkoja on yhteensä 9. Toiselle paikalle mitoitin 9 nippua peräkkäin ja kaksi vierekkäin. Näitä paikkoja on yhteensä 8. Paikat voisi nimetä esimerkiksi niin, että edessä oleva paikka on nimeltään A ja taakse on B. Elementtinippujen kokona tässä suunnitelmassa on 2 metriä leveyttä ja 3 metriä pituutta ja elementit on ajateltu varastoitavaksi mahdollisimman tiiviisti ja neljän elementin nippuihin. Käytävien leveydeksi määrittelin 6 metriä välikäytävälle ja 12 metriä pääkäytävälle. Kuvassa 10 on esitetty suunnitelma varastoinnista tällä tavoin toteutettuna. Leveiden käytävien vaatiman tilan takia tämän varaston maksimi kapasiteetiksi olen saanut noin 1400 hormia. Joten on mahdollista, että osa hormoneista jouduttaisiin varastoimaan esimerkiksi hormilinjan päädyssä olevan nosturiradan alle.

6.1.2 Vaatimukset varastoinnin toteutukselle

Tämän varaston mahdollisena ongelmana on se, että jos jostain syystä tarvitaan lastaukseen elementti, joka onkin sijoitettuna keskelle riviä ja on myös pinossa alimmaisena, joudutaan riviä purkamaan, että saadaan kyseinen elementti pois. Tällä tavoin varastoituna olisi tärkeää tehdä tuotannossa valmiit elementtiniput, jotka ovat alapäästään suojattuna, jolloin nipuja voidaan käsitellä pyöräkuormaajalla. Niput voisi tehdä valmiiksi hormilinjan päädyssä olevan nosturiradan alla, josta sitten aliurakoitsija siirtää nipun sille määritellylle paikalle.

Tämä varastointitapa vaatii sen, että kohteiden elementit on valmistettava niin, että nippujen tekeminen kerroksittain on mahdollista. Niput olisi myös suunniteltava niin, että kuljetuskaluston sallitut kuormarajat eivät ylity, mutta toimitettavat kuormat olisivat silti täysiä kuormia. Lisäksi, jos elementti on pituudeltaan yli 3,3 metriä, sille tarvitsee varata kaksi vierekkäistä paikkaa, jotta se ei tuki välikäytävää. Varaston seuranta ja varastopaikkojen määrittely ovat suositeltavaa tehdä erillisenä työvaiheena. Tähän tarkoitukseen saatetaan joutua hankkimaan varastoseurantaohjelma, tai vaihtoehtoisesti nimeämään henkilö jonka vastuulla varastointi ja kaikki siihen liittyvät asiat ovat.

Suosittelavaa olisi myös tasoittaa ja päällystää varastointiin käytettävä alue, jotta elementtiniput saadaan varastoitua mahdollisimman tasaiselle alustalle. Varastointialue olisi myös hyvä saada suojattua säältä ja pölyltä, esimerkiksi tekemällä alueelle suuri peltihalli. Tämä tarkoittaisi sitä, että talvella varastointialueen käytäviä ei tarvitsisi aurata ja elementtejä ei tarvitsisi harjata puhtaaksi lumesta ennen lastausta. Lisäksi elementit saataisiin paremmin suojattua pölyltä, jota nousee ilmaan kuivalla säällä, koska alueella on runsaasti raskasta liikennettä.



Kuva 10. Suunnitelma hormien varastoinnista runkoelementtitalin edessä olevalla kentällä

6.1.3 Laadullinen vaikutus

Jos vaihtoehto 1 otetaan käyttöön, tärkein laadullinen vaikutus on se, että hormit saadaan toimitettua työmaalle ajoissa. Hormeissa ei ole kolhuja ja hormit ovat valmiiksi helposti autosta purettavina nippuina. Asiakkaiden sama laadullinen vaikutelma hormeista paranee ajallaan toimitettujen ja kolhuttomien hormien ansiosta. Laadulliset kustannukset pienentyvät, koska hormeja ei tarvitse paikata varastoinnissa syntyneiden kolhujen takia työmaalla.

6.1.4 Kustannusvaikutus

Taulukossa 1 on tehty arvio kustannusten muutoksesta verrattuna nykytilanteeseen. Varasto muuttuisi tehokkaammaksi jolloin varastossa olevien elementtien määrää saataisiin pienennettyä, joka vaikuttaa siis varastossa oleviin tuotteisiin sidottuun pääomaan. Tilakustannukset nousisivat koska nykyinen tila on vain avoin piha-alue ja kustannuksia tulee varastoinnin toteuttamisvaiheessa asvaltoinnista, sekä varaston kattamisesta joita lyhennetään sitten vuositasolla tietty määrä. Työvoimakulut nousisivat koska elementtien niputtaminen vaatii enemmän työvoimaa kuin pelkkä paikalle siirtäminen. Hävikki eli tässä tapauksessa kolhimiset ja elementtien etsiminen saataisiin vähennettyä lähelle nollaa. Vakuutuksen hinta pidetään tässä arvioissa ennallaan. Varastointiin tehtävät muutokset säästäisivät tämän arvion mukaan vuositasolla 15 750 €.

Taulukko 1.

Varastoinnin kustannukset vuodessa				
Varaston arvo	1 050 000 €			
Nykyinen tilanne (arvio)			vaihtoehto 1 (arvio)	
sitoutunut pääoma	210 000 €	20 %	178 500 €	17 %
tilakustannukset	10 500 €	1 %	21 000 €	2 %
työvoima	52 500 €	5 %	84 000 €	8 %
hävikki	31 500 €	3 %	5 250 €	0,5 %
vakuutukset	10 500 €	1 %	10 500 €	1 %
YHT.	315 000 €	30 %	299 250 €	29 %
Erotus			15 750 €	

6.1.5 Muutosten tekeminen

Paras hetki tehdä vaihtoehdon 1 ehdotettuja muutoksia olisi kesäloma-aika, jolloin tuotanto on pysähdyksissä kolme viikkoa.

Vaihtoehto 1 toteuttaminen alkaisi sillä, että varastointiin suunniteltu alue jaettaisiin kolmeen lohkoksi. Tasoitus ja pinnoitustyöt tehtäisiin lohkoittain ja elementit siirrettäisiin ensin pois lohkolta yksi, niputettaviksi valmiiksi varastonipuiksi. Niputus ja välivarastointi toteutetaan hormilinjassa päädyssä olevan siltanosturin avulla. Pohjatyöt aloitetaan lohkolle 1. Pohjatöiden valmistuttua lohkolle 1 siirrytään tekemään pohjat lohkolle 2 ja samalla tehdään päällystys lohkolle 1. Lohkon 2 elementit siirretään niputukseen ennen pohjatöiden aloitusta. Lohkon 1 ollessa valmis, voidaan valmiit elementtiniput siirtää valmiille alustalle, suunnitelluille varastopaikoilleen. Lohko 2 voidaan nyt päällystää ja lohkolle 3 voidaan aloittaa pohjatyöt, kun lohkon 3 elementit on siirretty niputukseen. Lohkon 2 päällystyksen valmistuttua, voidaan valmiit niput siirtää suunnitelluille varastopaikoilleen ja lohkon 3 päällystyksen valmistuttua, voidaan siirtää

loputkiin niputetut elementit suunnitelluille varastopaikoilleen. Varastopaikat voidaan ainakin aluksi merkitä lippusiimoin ja kyltein, jotta tarvittaessa paikkojen muokkaaminen olisi helppoa.

6.2 Vaihtoehto 2

Toinen mahdollisuus järjestää varastointi, on laajentaa hormilinjan päädyssä sijaitsevaa siltanosturirataa. Nosturiradan leveys on noin 28 metriä ja pituus noin 70 metriä. Pidentämällä radan pituudeksi 150 metriä, saadaan pinta-alaa 4200 m². Tällä tavoin varastoituna elementtien siirtoihin käytetään vain siltanosturia. Käytettäessä siltanosturia elementit voidaan sijoitella lähelle toisiaan. Elementtien paikka omassa rivissään ei ole siltanosturia käyttäessä niin tarkka, koska siirrot tehdään ylhäältä päin.

6.2.1 Varaston kapasiteetti

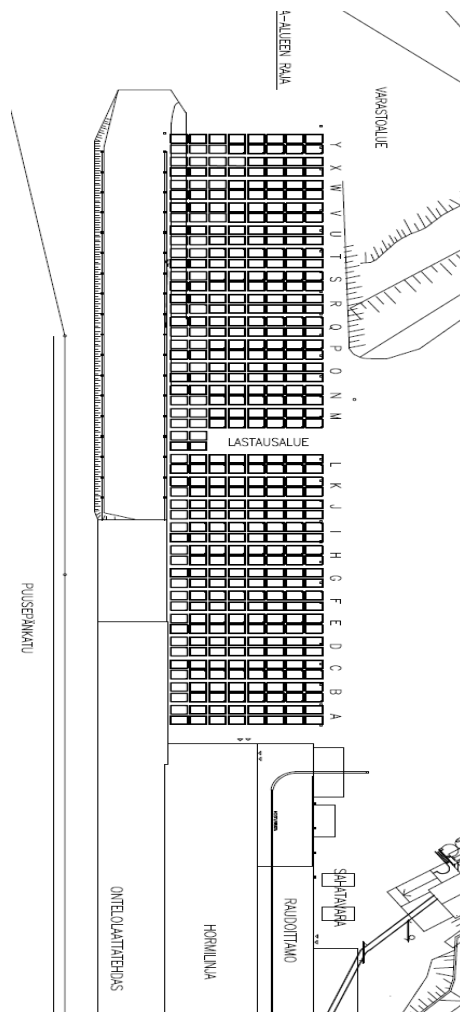
Suunnitellessani varastoa tälle paikalle, mitoitin ensimmäiselle paikalle 8 elementtinippua peräkkäin ja kaksi vierekkäin. Elementtinippujen kokona tässä suunnitelmassa on 2 metriä leveyttä ja 3 metriä pituutta ja elementit on ajateltu varastoitavaksi 0,5 metrin etäisyydelle toisesta nipusta ja neljän elementin nippuihin. Käytävien leveydeksi määrittelin metrin pääkäytävälle. Paikat voisi nimetä aakkosjärjestykseen niin, että hormilinjasta katsoen ensimmäinen paikka olisi A. Kuvassa 11 on esitetty suunnitelma varastoinnista tällä tavoin toteutettuna. Tälle alueelle saadaan varastoitua noin 1600 elementtiä jolloin tilaa jää myös lastaukselle. Tämän varastointitavan ongelmana on se, että käytettävissä on vain yksi nosturi, eli jos nosturia käytetään elementtien kuljettamiseen varastoon, niin tänä aikana ei voida lastata. Lisäksi nosturin edestakaisin kulkema matka vie kohtalaisen paljon aikaa näin pitkässä varastossa. Hormien nostot on mahdollista tehdä yksittäisinä nostoina tai nostamalla koko pino kerralla. Nostoihin on käytettävä joko nostoliinaa ja kulmasuojuksia tai mahdollisesti käyttää samanlaista alipainetarrainta, jota ollaan ottamassa käyttöön myös valmistuksessa.

6.2.2 Vaatimukset varastoinnin toteutukselle

Tämä varastointitapa ei välttämättä vaadi sitä, että kohteiden elementteistä tehtäisiin valmiita nippuja, koska riskiä sille, että elementtejä kohitaisiin pyöräkuormaajalla, ei ole. Toki nippujen tekeminen kerroksittain on mahdollista, mutta suojausta ei tarvitse tehdä. Tämä varastointimalli mahdollistaa sen, että kohteelle nimetään valmistuksen alkaessa paikka, esimerkiksi paikka A, johon varastoidaan kaikki kohteen elementit valmistusjärjestyksessä. Riskinä näin tehdyssä varastoinnissa on se, että alimman kerroksen elementtejä ei ole toimitettu alta pois, ennen kuin seuraavat kerrokset tulevat varastoitaviksi. Toki tämä riski voidaan välttää varmistamalla, että alempia kerroksia on jo alettu toimittaa ennen kuin

ylempien kerrosten valmistus aloitetaan. Elementit, joiden pituus ylittää 3,5 metriä, aiheuttavat varastoinnissa sen, että niille tarvitsee varata kaksi peräkkäistä paikkaa, mutta tämä ongelma koskee yleensä kohteessa vain yhtä kerrosta tai yksittäisiä elementtejä, joten tämä tuskin vaikuttaa kovin paljoa varastointikapasiteettiin.

Varastointialue olisi myös hyvä saada suojattua säältä ja pölyltä, esimerkiksi nosturiradan pilareita hyödyntämällä voisi varastoon tehdä katon ja seinät. Tämä tarkoittaisi sitä, että talvella varastointialueen käytäviä ei tarvitsisi puhdistaa lumesta ja elementtien päältä ei tarvitsisi harjata lumia pois ennen lastausta. Lisäksi elementit saataisiin paremmin suojattua pölyltä, jota nousee ilmaan kuivalla säällä, koska alueella on runsaasti raskasta liikennettä. Kattaminen parantaisi myös siltanosturin käyttövarmuutta erityisesti talvella. Mahdollisuus olisi myös sille, että varastointi voitaisiin toteuttaa automaattisena. Käytännössä tämä vaatisi nosturiin ohjausjärjestelmän, joka tunnistaa elementit, pinoaa ne automaattisesti omille paikoilleen ja myös noutaa halutut elementit valmiiksi lastauspaikalle.



Kuva 11. Suunnitelma hormielementtien varastoinnista hormilinjän päädyssä

6.2.3 Laadullinen vaikutus

Jos vaihtoehto 2 otetaan käyttöön, laadullinen vaikutus on se, että hormoneja ei tarvitse etsiä varastosta ja hormit saadaan toimitettua työmaalle ajoissa. Lisäksi hormien kolhiminen varastoinnissa todennäköisesti vähenee tai loppuu kokonaan. Asiakkaiden saama laadullinen vaikutelma hormoneista parantuu ajallaan toimitettujen ja kolhuttomien hormien ansiosta. Laadulliset kustannukset pienentyvät, koska hormoneja ei tarvitse paikata varastoinnissa syntyneiden kolhujen takia työmaalla.

6.2.4 Kustannusvaikutus

Taulukossa 2 on tehty arvio kustannusten muutoksesta verrattuna nykytilanteeseen. Varasto muuttuisi tehokkaammaksi jolloin varastossa olevien elementtien määrää saataisiin pienennettyä, joka vaikuttaa siis varastossa oleviin tuotteisiin sidottuun pääomaan. Tilakustannukset nousisivat koska nykyinen tila on vain avoin piha-alue ja kustannuksia tulee varastoinnin toteuttamisvaiheessa alueen tasoittamisesta, nosturiradan pidentämisestä, sekä varaston kattamisesta joita lyhennetään sitten vuositasolla tietty määrä. Työvoimakulut laskisivat koska elementtien siirrot tehdään vain nosturiradan alla käyttäen pelkästään siltanosturia. Hävikki eli tässä tapauksessa kolhimiset ja elementtien etsiminen saataisiin vähennettyä lähelle nollaa. Vakuutuksien hinta pidetään tässä arviossa ennallaan. Varastointiin tehtävät muutokset säästäisivät tämän arvion mukaan vuositasolla 57 750 €.

Taulukko 2.

		Varastoinnin kustannukset vuodessa		
Varaston arvo	1 050 000 €			
Nykyinen tilanne (arvio)			vaihtoehto 2 (arvio)	
sitoutunut pääoma	210 000 €	20 %	178 500 €	17 %
tilakustannukset	10 500 €	1 %	42 000 €	4 %
työvoima	52 500 €	5 %	21 000 €	2 %
hävikki	31 500 €	3 %	5 250 €	0,5 %
vakuutukset	10 500 €	1 %	10 500 €	1 %
YHT.	315 000 €	30 %	257 250 €	25 %
Erotus			57 750 €	

6.2.5 Muutosten tekeminen

Vaihtoehdossa 2 vaaditaan esivalmisteluja ja suunnittelutyötä enemmän, ja tämä vaihtoehto tarvitsee toteuttaa vaiheittain pidemmällä aikavälillä.

Toteuttaminen vaatii maanrakennus-, perustus-, pystytys- ja asennustyötä, mutta käytännössä suuremmat muutokset varastointiin tehdään vasta, kun nosturiradan laajennustyöt ovat valmiit. Varastointi rakennustöiden aikana voidaan toteuttaa niin, että nykyisen nosturiradan osalle tehdään valmiiksi ne varastointipaikat, jotka siihen mahtuvat. Tämä voidaan tehdä niin, että kun tilaa tyhjenee, niin tyhjään tilaan tehdään varastopaikka. Tälle varastopaikalle voidaan varastoida esimerkiksi jonkun pienen kohteen hormit, jolloin saadaan myös jo harjoiteltua varastointia pienemmässä mittakaavassa. Loput kohteet varastoidaan vielä vanhan tavan mukaisesti. Laajennustöiden valmistuttua voidaan loput varastointipaikat ottaa käyttöön ja antaa muualla varastoitujen hormien poistua työmaalle omassa tahdissaan. Suunnitellut varastointipaikat on tehtävä tasaisiksi ja niihin on tehtävä kiinteät aluspuut, joiden päälle elementit voidaan laskea. Paikat merkitään suurin kyltein, jotka voidaan kiinnittää esimerkiksi nosturiradan pilareihin. Kulkuväylänä varastossa on kulkusilta, joka on varustettu putoamisen estävillä kaiteilla. Kulkusillalta tehdään portaat jokaiselle varastokäytävälle. Kulkusilta voidaan kiinnittää nosturiradan pilareihin sopivalle korkeudelle.

7 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Vertaillakseni vaihtoehtoja keskenään otin vertailukohdiksi vaikutukset tuotteen laatuun, vaikutukset varastointiin käytettävään aikaan, tarvittavat muutokset, varastoinnin mahdolliset ongelmat, ja mahdollisuudet kehittämiseksi. Taulukossa 3 on vertailtu vaihtoehtoja tältä pohjalta. Vaihtoehtojen kustannuksia on vertailtu taulukossa 4.

Vaikutus laatuun kumpaakin vaihtoehtoa käyttäessä on kolhujen väheneminen. Vaihtoehto 1 myös mahdollistaa elementtien helpomman käsittelyn silloin kun niitä käsitellään nippuina. On myös helpompaa lastata ja purkaa nippuja kuin yksittäisiä elementtejä.

Varastointiin käytettävä aika on vertailtava tarvittavien työvaiheiden kautta. Vaihtoehdossa 1 aikaa kuluu nippujen suunnitteluun, nippujen varastopaikkojen määrittelyyn, nippujen tekoon sekä nippujen siirtoihin. Vaihtoehdossa 2 aikaa kuluu varastopaikkojen määrittelyyn ja elementtien siirtoihin. Varastointiin käytettävä aika vaikuttaa myös varastoinnin kustannuksiin, sillä mitä enemmän aikaa käytetään, niin sitä enemmän tarvitaan myös työtunteja.

Tarvittavat muutokset vaihtoehto 1:n mukaisella toteutuksella ovat pienemmät kuin vaihtoehto 2:n mukaisella toteutuksella. Tämä vaikuttaa tietysti myös varastoinnin kustannuksiin, sillä kaikki tehtävät muutokset nostavat kustannuksia.

Mahdollisina ongelmina olen vaihtoehto 1:en kohdalla nähnyt ongelmat nippujen suunnittelussa, lisääntyneissä työvaiheissa ja virheellisesti niputetuissa elementeissä. Vaihtoehto 2:en kohdalla ongelmaksi voi muodostua se, että jos varaston kapasiteetti ei riitä niin varaston laajentaminen on kallista.

Mahdollisuudet siihen, että varastointia voidaan edelleen kehittää, ovat vaihtoehto 2:en kohdalla siinä, että varastointia voitaisiin automatisoida. Vaihtoehto 1:en kohdalla nippujen suunnittelu, tekeminen, kuljetus varastoon ja varastosta lastaus sisältävät monta erillistä työvaihetta, jotka on vaikea saada automatisoitua. Mutta vaihtoehto 1:en varastointialue on helpommin laajennettavissa kuin vaihtoehto 2:en.

Taulukko 3.

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2
Vaikutus laatuun	kolhut vähenevät elementtien käsiteltävyys paranee lastaus / purku helpottuu	kolhut vähenevät
Työvaiheet ja ajallinen vaikutus	nippujen suunnittelu nippujen teko varastopaikkojen määrittely siirrot pyöräkuormaajalla	varastopaikkojen määrittely siirrot siltanosturilla
Tarvittavat muutokset	alueen kattaminen alueen päällystys	alueen kattaminen alueen tasoittaminen nosturiradan pidentäminen kulkureittien uudelleen järjestäminen
Mahdolliset ongelmat	nippujen suunnittelu haastavaa lisää työvaiheita virheellisesti niputetut elementit	laajentaminen kallista
Mahdollisuudet jatkokehitykselle	helpommin laajennettavissa	varastoinnin automatisoiminen

Kustannusten vertailu vaihtoehtojen välillä on tehty sillä oletuksella, että molemmat vaihtoehdot tehostavat varaston kiertoa kolme prosenttia vuositasolla. Tilakustannukset vaihtoehdossa 1 ovat pienemmät koska myös tehtävät muutokset ovat pienemmät kuin vaihtoehdossa 2. Työvoimakustannukset taas ovat selvästi pienemmät vaihtoehdossa 2 koska työvoimaa ei tarvita kuin siltanosturia käyttämään. Hävikin on oletettu pienentyvän molemmissa vaihtoehdoissa yhtä paljon. Vakuutuskulut on myös arvioitu yhtä suuriksi. Varastoinnin kustannusten on arvioitu olevan 42 000 € pienemmät vaihtoehto 2:en mukaan toteutettuna, johtuen pienemmistä työvoimakuluista.

Taulukko 4.

		Varastoinnin kustannukset vuodessa				
Varaston arvo	1 050 000 €					
Nykyinen tilanne (arvio)			vaihtoehto 1 (arvio)		vaihtoehto 2 (arvio)	
sitoutunut pääoma	210 000 €	20 %	178 500 €	17 %	178 500 €	17 %
tilakustannukset	10 500 €	1 %	21 000 €	2 %	42 000 €	4 %
työvoima	52 500 €	5 %	84 000 €	8 %	21 000 €	2 %
hävikki	31 500 €	3 %	5 250 €	0,5 %	5 250 €	0,5 %
vakuutukset	10 500 €	1 %	10 500 €	1 %	10 500 €	1 %
YHT.	315 000 €	30 %	299 250 €	29 %	257 250 €	25 %
Erotus			15 750 €		57 750 €	

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lähtiessäni toteuttamaan opinnäytetyötäni, ajattelin lähtökohtaisesti varastoinnin toteutuksen tapahtuvan vaihtoehto 1:n mukaisesti. Mitä pidemmälle kävin läpi asiaa ja sitä, miten elementtien niputtaminen olisi järkevintä toteuttaa, kävi selväksi, että kyseinen tapa varastoida elementtejä ei täysin täytä kaikkia tilaajan varastoinnilta vaatimia ehtoja. Varastoinnin kehittämisessä oleellista olisi turhien tuottamattomien työvaiheiden poistaminen, koska näin saadaan vähennettyä työvoimakustannuksia. Tämä tarkoittaa varastoinnissa mekanisoinnin ja automaation kehittämistä. Vaihtoehto yksi ei oikein palvele tätä päämäärää. Tämä tapa varastoida tuo lisää tuottamattomia työvaiheita, kuten elementtien suojausten ja niputuksen. Siksi aloin kehittää vaihtoehtoa 2. En voi sanoa, että sekään olisi aivan aukoton, mutta se vastaa enemmän sitä määritelmää, mitä tällä työllä on lähdetty hakemaan. Tällä ratkaisulla saadaan poistettua tuottamattomia työvaiheita ja näin vähennettyä varastoinnin kustannuksia.

Laadullisesti varastoinnin kehittämisellä on pyritty vähentämään elementtien kolhimista ja poistamaan toimitusten viivästyksiä ja puutteita. Tähän pystytään vastaamaan ottamalla käyttöön kumpi tahansa vaihtoehtoista. Toki vaihtoehto 1 nostaisi laatuvaikutelmaa korkeammalle, koska tällöin asiakas saa valmiin paketin nostettavaksi työmaalle. Vertailu laadun ja kustannusten välillä kuitenkin osoittaa, että se ei ole kustannustehokas toimintamalli. Kun pystytään toimittamaan oikeat elementit ajallaan ja ehjinä perille, niin myös asiakas pysyy tyytyväisenä.

Vaikka varastointi saadaan järjestettyä esittämiäni ratkaisuja käyttämällä paremmin kuin mitä se on ollut aikaisemmin, niin kehitettäviä asioita varastointiin liittyen on vielä jäljellä. Koska valmistettavat määrät kasvavat jatkuvasti, on tulevaisuudessa kiinnitettävä entistä enemmän huomiota

siihen, että miten varastoitavien elementtien kappalemäärä saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä. Yksinkertaisin ja tehokkain tapa pitää varastoinnin kustannukset alhaisina on pitää varastoitavien elementtien määrä pienenä. Jotta tämä onnistuu, on asiaan kiinnitettävä huomiota erityisen paljon tuotannosuunnittelussa. Tuotannon on pystyttävä tekemään oikeita elementtejä oikeaan aikaan. Tämä onnistuu vain tekemällä tiivistä yhteistyötä myynnin ja kuljetusjärjestelyn kanssa. Myös myynnissä olisi kiinnitettävä erityisen paljon huomiota siihen, että toimitusajat saadaan lukittua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Opinnäytetyöni päätavoitteina oli selvittää Lujabetonille, millainen alue tarvitaan varastointiin, millä tavoin varastointi voidaan toteuttaa selkeästi ja loogisesti, miten käytettävissä olevia resursseja voidaan käyttää mahdollisimman tehokkaasti ja millä keinoin saadaan minimoitua elementtien siirrot. Mielestäni onnistuin saavuttamaan asetetut tavoitteet ja sain myös laajennettua omaa näkökulmaani asioihin.

LÄHTEET

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. (2009) *Teollisuustalous*. Tampere. Hämeen Kirjapaino Oy.

Lujabetoni (n.d.). Yritys. Haettu 6.3.2017 osoitteesta
<http://www.lujabetoni.fi/yritys/lujabetoni/>

Lujabetoni (n.d.). Tuotteet. Haettu 6.3.2017 osoitteesta
<http://www.lujabetoni.fi/tuotteet/rakennuselementit/hormielementti/>

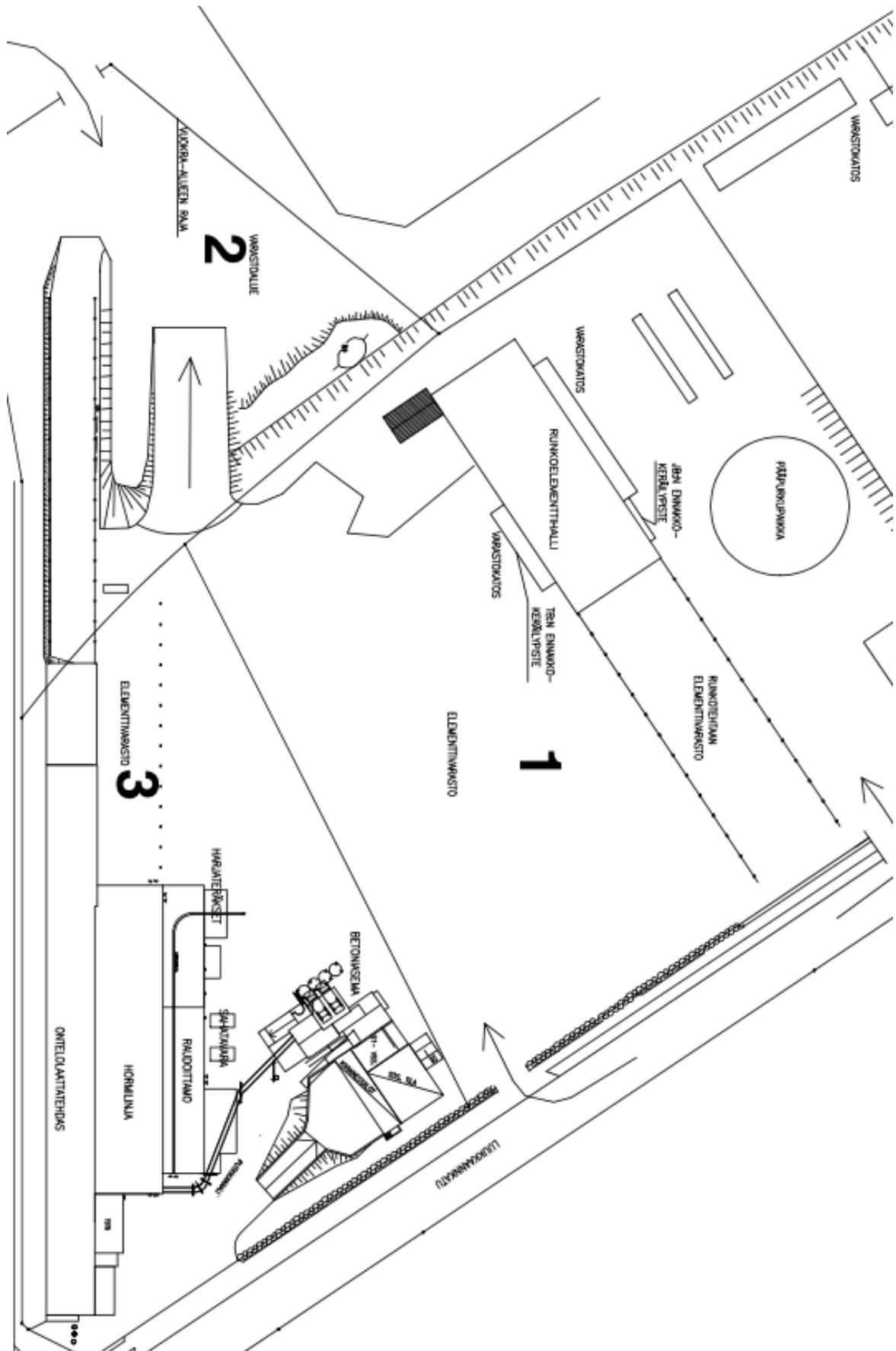
Reinikainen, P., Mäntynen, J. & Rantala, J. (1997) *Logistiikan perusteet*. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. (2011) *Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet*. Saarijärvi. Saarijärven Offset Oy.

Sähköpostikyselyn kysymykset

1. Toimenkuvasi?
2. Miten koet varastoinnin toimivan tällä hetkellä?
3. Onko varastoinnin toimimattomuus haitannut, hidastanut tai lisännyt jotenkin omia työtehtäviäsi? Miten?
4. Mitkä ovat tärkeimmät asiat, joita kehittäisit elementtien varastoinnissa?
5. Onko nykyisessä tavassa varastoida elementtejä jotain hyvää ja säilyttämisen arvoista? Mitä?
6. Onko elementtien siirroissa ja varastoinnissa käytetty kalusto/menetelmät mielestäsi toimivat? Jos ei, niin mitä muuttaisit?
7. Onko tiedonkulku varastoinnin eri vaiheissa mielestäsi riittävää? Jos ei, niin miten kehittäisit?
8. Voisiko mielestäsi tuotannosuunnittelulla vaikuttaa varastoinnin toimivuuteen? Miten?
9. Muita kommentteja Luja-hormielementtien varastoinnista?

Nykytilaisen varastoalueen pohjakuva



Satelliittikuva varastoalueesta

