

Perttu Laukka

VARASTOINNIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Toukokuu 2015**

Centria Ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2015	Tekijä/tekijät Perttu Laukka
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Varastoinnin suunnittelu ja toteutus		
Työn ohjaaja Jari Kaarela, Sakari Pieskä		Sivumäärä 26 + 4
Työelämäohjaaja Esko Kinnunen		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli antaa Bet-Ker Oy:lle vaihtoehtoisia näkemyksiä varastoinnin suunnittelusta. Tavoitteena oli selvittää myös automaattivarastoinnin mahdollisuutta kyseisen tuotantolaitoksen toimintaan sekä suunnitella toimivat layout-ratkaisut, joita voidaan edelleen soveltaa tai muunnella tarpeen vaatiessa. Tällainen varastointi tehostaisi tuotantoa merkittävästi sekä parantaisi työntekijöiden työergonomiaa.</p> <p>Varastoinnin suunnittelua lähetettiin ratkaisemaan tutustumalla layout-suunnitteluun, automaattivarastointiin sekä kuljettimiin. Mahdollinen automaattivaraston valmistaja selvitettiin ja varastoinnista laadittiin CAD-kuvat eri vaihtoehtoista sekä pohdittiin työn onnistumista ja lopputulosta.</p> <p>Työssä onnistuttiin kartoittamaan ongelmat ja niihin löydettiin myös ratkaisut. Lopputuloksena saatiin kolme eri ratkaisumallia, joista valittiin sopivin.</p>		

Asiasanat Automaattivarasto, Kuljetin, Layout

ABSTRACT

Centria university of applied sciences	Date May 2015	Author/s Perttu Laukka
Degree programme Industrial management		
Name of thesis Storage design and implementation		
Instructor Jari Kaarela, Sakari Pieskä		Pages 26 + 4
Supervisor Esko Kinnunen		
<p>The aim of this thesis was to provide Bet-Ker Oy alternative views of storage planning. The aim was also to determine the possibility of using automatic storage solutions for the factory and design functional layout solutions which could be adapted or modified if necessary. Such storage would lead to significantly increased production efficiency, as well as improve the ergonomics of workers.</p> <p>The problem was approached by studying layout design, automatic storage systems and conveyors. A possible manufacturer of automatic storage was determined, CAD drawings of the various options were prepared and the success and outcome of the work was considered.</p> <p>The work succeeded in identifying problems and the solutions to these were also found. As a result, three different solutions which could be adapted as necessary were obtained.</p>		

<p>Key words Automated warehouse, conveyor, layout</p>

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 AUTOMAATTIVARASTOINTI	4
2.1 Automaattivarastointi yleisesti	4
2.2 Konecranes Agilon	5
3 KULJETTIMET	7
3.1 Kuljettimista yleisesti	7
3.2 Kuljettimien historia	7
3.3 Kuljetintyytit	7
3.3.1 Hihnakuiljetin	8
3.3.2 Lamellikuiljetin	9
3.3.3 Rullakuiljetin	9
3.3.4 Kiekkoradat	10
4 LAYOUTSUUNNITTELU	11
4.1 Layoutin suunnittelu	11
4.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet	12
4.3 Layoutin rajoittavat tekijät	12
4.4 Layout tyytit	13
5 VARASTOINNIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	14
5.1 Reunaehdot	14
5.2 Varaston valinta	16
5.3 Kuljettimen valinta	18
5.4 Layoutsuunnittelu ja eri vaihtoehdot	19
6 TULOKSET JA POHDINTA	22
LÄHTEET	24
LIITTEET	25
KUVIOT	
KUVIO 1. Bet-Ker Oy:n tuotantoalue on pinta-alaltaan 23 159 m ² (Vähäsöyrinki 2014)	2
KUVIO 2. Kääntöpöydän sekoittaja.	3
KUVIO 3. Miniload-automaattivarasto. (Korpela 2012)	4
KUVIO 4. Agilon varastohallintajärjestelmä. (Konecranes Oyj 2014)	5
KUVIO 5. Agilon varastohallintajärjestelmän näyttöpäätte. (Konecranes Oyj 2014)	6
KUVIO 6. Hihnakuiljetin sähkömoottorilla. (Etra Oy 2014)	9
KUVIO 7. Solidworks-malli kääntöpöydän valukappaleesta.	14
KUVIO 8. Kääntöpöydän vastakkainen pääty on varattu valukappaleiden varastoinnille.	15
KUVIO 9. Bet-Ker Oy:n valuhallin kääntöpöydän valu- ja kuivumisalue.	16
KUVIO 10. Ferroplan Oy:n automaattivaraston asennus. (Ferroplan Oy 2014)	17
KUVIO 11. 3D malli Ferroplan Oy:n automaattivarastosta suoja-aitooneen. (Ferroplan Oy 2014)	18
KUVIO 12. Sekoittajan suurpiirteinen tilantarve, mitat millimetreinä.	20

1 JOHDANTO

Bet-Ker Oy sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, Ylivieskassa (KUVIO 1) ja se on perustettu vuonna 1977. Yrityksen omistussuhdehistoria on värikäs. Lohja Oy osti Bet-Ker Oy:n Kalevi Mäkiseltä ja Eero Miettiseltä vuonna 1983. Reilu 10 vuotta myöhemmin vuonna 1995 yritys vaihtoi jälleen omistajaa, jolloin SKJ:n Jukka Kyrölä ja Juhani Hautamäki ostivat sen. Siitä lähtien Hautamäki toimi yrityksen toimitusjohtajana vuoteen 2013 saakka. Vuonna 2013 yrityksen toimitusjohtajaksi vaihtui Juhani Hautamäen poika, Antti Hautamäki.

Bet-Ker Oy tuottaa tulenkestäviä massoja ja tulenkestäviä rakenneosia. Tärkeitä yrityksen tuotteita ovat tulenkestävät rakenneosat, joiden paino vaihtelee 1000-5000 kilogrammaan. Nämä tuotteet pystytään uunittamaan. Esimerkkejä tällaisista tuotteista ovat kiukaiden erilaiset keraamiset osat, takkasydämet, lämpösäteilyltä suojaavat elementit sekä kaasunpoistokellot. Yritys valmistaa myös valumassoja 500-1500kg:n suursäkkeihin ja pienempiin 25kg:n säkkeihin. Massoja voidaan toimittaa myös siiloautolla.

Bet-Ker Oy:llä valmistettiin aiemmin myös betonia, mutta betonin valmistus lopetettiin ja toiminta myytiin vuonna 1996 Rudus Oy:lle kalustoineen. Rudus Oy valmistaa betonia yrityksen tehdasalueella vielä tänäkin päivänä.

Yrityksen liikevaihto on nykyisin noin 10 miljoonaa euroa. Yritys työllistää 23 työntekijää ja sen suurin asiakas on SSAB. Muita merkittäviä asiakkaita ovat Outokumpu ja Ovako Bar, mutta yritys vie myös ulkomaille, muun muassa Venäjälle.

(Vähäsöyrinki, 2014.)



KUVIO 1. Bet-Ker Oy:n tuotantoalue on pinta-alaltaan 23 159 m².
(Vähäsöyrinki 2014)

Opinnäytetyöni kohde sijoittuu Bet-Ker Oy:n valuhalliin, jossa tuotetaan kaikki tulenkestävät valukappaleet, niin isot kuin pienetkin. Valuhallissa on neljä elementtien valamiseen tarkoitettua työpistettä sekä kuusi sekoitinta. Kahdella työpisteellä valmistetaan rakenne-elementtejä sulan raudan ja teräksen käsittelyyn ja kolmannella puolestaan rakenne-elementtejä kuumiin olosuhteisiin. Neljäs työpiste on ns. ”kääntöpöytä”, jossa valetaan pääasiassa tulisijojen osia.

Opinnäytetyöni kohde sijoittuu juuri tähän edellämainittuun kääntöpöytään ja sen ympäristöön. Kuten aiemmissa, myös tässä on ensin sekoitin, jossa vesi ja massa sekoitetaan keskenään (KUVIO 2). Sekoittimesta valmis massa valutetaan kourua pitkin valumuottiin, johon laitetaan valun jälkeen kansi päälle ja se käännetään eräänlaisen akselin ympäri. Tämän jälkeen muotti siirretään nosturin avulla kuivumispaikalle, jossa muotti irroitetaan ja valmis valukappale jätetään kuivumaan. (KUVIO 7.)



KUVIO 2. Kääntöpöydän sekoittaja.

Tämän työn tavoitteena on suunnitella käytännöllinen välivarastointi kääntöpöydällä valmistettaville, tulenkestäville tuotteille. Tavoitteeni käsittää myös kuljettimen valinnan ja automaattivarastointiin perehtymisen sekä layout-suunnittelun, joka sisältää kääntöpöydän, kuljettimen ja automaattivaraston sijoittamisen eri vaihtoehtoineen.

2. AUTOMAATTIVARASTOINTI

2.1 Automaattivarastointi yleisesti

Automaattivarastointia käytetään teollisuudessa tehostamaan yrityksen logistiikkaa ja varastointia. Nimensä mukaisesti varastoinnista saadaan automaattinen, sitä ohjataan logiikalla ja se voidaan yhdistää yrityksen varastohallintajärjestelmään.

Automaattivarastoja täytetään ja puretaan yleensä automaattisesti esimerkiksi vihivaunun avulla (KUVIO 3), mutta monissa tapauksissa sitä voidaan tarvittaessa täyttää ja tyhjentää myös manuaalisesti trukilla. Varastointiin voidaan lisätä myös tuotetietojen luku RFID-tekniikalla. Tuotantotaloudessa automaattivarastointia voidaan hyödyntää myös kokoonpanopisteiden jakelussa, eli automaattivarasto toimittaa kokoonpanopisteelle tarvittavat komponentit kasaamista varten. Automaattivarastot räätälöidään yleensä tarkoituserien mukaan ja teollisuudessa sitä käytetään paljon pienvarastointiin, mutta myös esim. peltilevyjen jakeluun työstökeskuksille. (Korpela 2012.)



KUVIO 3. Miniload-automaattivarasto. (Korpela 2012)

2.2 Konecranes Agilon

Konecranes –konsernin Agilon on eräs uusimmista varastointisovelluksista. Se on uudenaikainen patentoitu automaattivarasto, jonka tarkoitus on tehdä teollisuuden varastoinnista mahdollisimman tehokasta ja joustavaa, jotta tuotannon ajankäyttöä voidaan optimoida entisestään.

Agilonin varastointikapasiteetti (KUVIO 4) ylittää sadoista komponenteista jopa tuhansiin ja se suorittaa komponenttien keräilyn itse automaattisesti. Varastoitavien komponenttien suurin koko on 600 x 400 x 450 mm (pituus x leveys x korkeus) ja suurin paino on 25 kg.



KUVIO 4. Agilon varastonhallintajärjestelmä. (Konecranes Oyj 2014)

Tämä varastointijärjestelmä huolehtii myös varaston täytön, sillä se laskee varastossa olevien komponenttien lukumäärän painon perusteella. Lukumäärälle voidaan asettaa haluttu alaraja, jonka alittaessa Agilon lähettää automaattisesti sähköpostin joko yrityksen ostajalle tai vaihtoehtoisesti lisätilauksen tavarantoimittajalle. Agilon huolehtii myös hyllytilojen optimoinnista, eli se osaa järjestää kappaleet siten, että ne vievät mahdollisimman vähän tilaa varastossa. Agilonia voi käyttää myös dynaamisena

tuotantolinjana, eli sen avulla voi kuljettaa tuotteita työpisteestä toiselle. Myös työkaluvarastointi ja niiden jakelu työpisteille kuuluu tämän järjestelmän ominaisuuksiin.

Agilon toimitetaan ns. avaimet käteen -periaatteella (KUVIO 5), eli se rakennetaan paikanpäällä toimintakuntoon ja sille annetaan kuukausimaksua vastaan ohjelmistot, käyttökoulutus sekä kunnossapito. Järjestelmää myös seurataan etänä, jolloin huoltotarpeisiin osataan reagoida nopeasti.



KUVIO 5. Agilon varastonhallintajärjestelmän näyttöpäätte. (Konecranes Oyj 2014)

3. KULJETTIMET

Kuljettimella tarkoitetaan laitetta, joka siirtää kappaleita tai irtomateriaalia paikasta toiseen. Kuljettimia käytetään teollisuudessa tuotannossa esimerkiksi kahden työvaiheen välillä tai vaikkapa varastoinnin yhteydessä.

3.1 Kuljettimista yleisesti

Kuljettimia voidaan soveltaa monenlaisiin siirtotehtäviin ja niitä voidaan automatisoida tarvittaessa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että kuljettimen automaatio tunnistaa, milloin kuljettimelle tulee kappale, jolloin se lähtee päälle, kunnes kappale on saavuttanut päämääränsä kuljettimen toisessa päässä. Kuljettimet voivat toimia vaakatasossa, jossain tietyssä kulmassa tai jopa täysin pystysuorassa. Vertikaalisia kuljettimia kutsutaan yleisesti hisseiksi tai vertikaalikuljettimiksi. Kuljetettava materiaali määrää yleensä kuljettimen tyyppin. Esimerkiksi rullakuljettimella ei voi kuljettaa irtomateriaalia, kuten murskettä. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 168.)

3.2 Kuljettimien historia

Kuljettimia on käytetty jo 1600-luvulla, pääsääntöisesti maanviljelyssä helpottamaan jyväsäkkien siirtelyä. Ne olivat aluksi hyvin yksinkertaisia ja alkeellisia, mutta toimintaperiaate oli kuitenkin sama. Nahasta, kankaasta tai kumista valmistettu hihna liukui puualustan päällä. Kuljettimia alettiin käyttää myös muun tavaran kuljettamisessa vuonna 1795, mutta kuljettimet yleistyivät vasta 1900-luvun alkupuolella, jolloin niihin tuli sähkömoottorit. (Peterson 2006.)

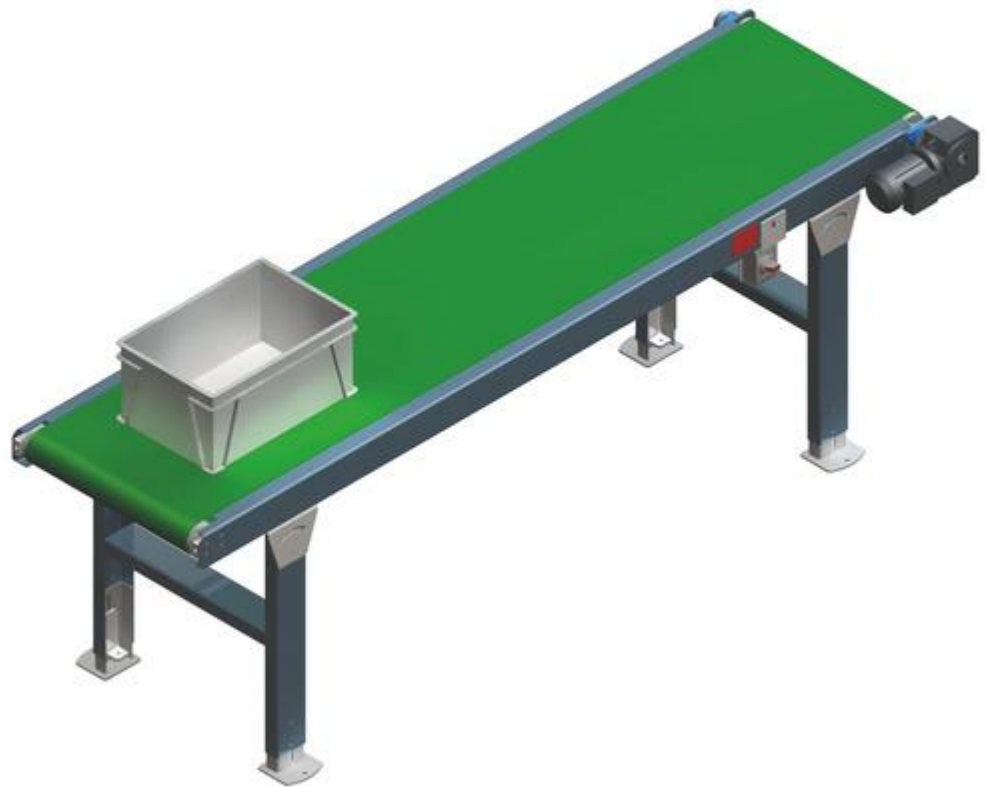
3.3 Kuljetintyyppit

Kuljetintyyppejä on todella paljon erityyppisiä, mutta tässä osiossa käsitellään vain sellaisia kuljettimia, joita voisi soveltaa tähän projektiin.

3.3.1 Hihnakuljetin

Hihnakuljettimella voidaan kuljettaa sekä kappaletavaraa, että massaa. Tavara liikkuu yhtenäisen, kumisen hihnan päällä (KUVIO 6). Hihnan päässä on vetorulla, jota pyöritetään sähkömoottorilla tai hydraulisesti. Hihnakuljettimia on saatavilla erilaisilla hihnoilla ja liukualustan rakenteilla, jotka määrittävät kuinka raskaita kappaleita sillä voidaan kuljettaa. Hihnakuljettimia sovelletaan monesti myös osaksi suurempaa kuljetinjärjestelmää.

Hihnakuljettimien hihnat valmistetaan joko kumista tai kumi-muoviseoksesta, jolloin hihnoja pystytään valmistamaan erilaisilla kitkakertoimilla. Suuria kitkakertoimia tarvitaan silloin, kun käytetään kallistuskulmia ja pienempiä kitkakertoimia vastaavasti, kun kuljetetaan vaakatasossa. Suurien kallistuskulmien kanssa joudutaan käyttämään lisäksi korokkeita hihnoissa, jotka estävät kappaleiden valumisen. Pienintä kitkakerrointa käytetään silloin, kun hihnalta työnnetään kappale pois koneellisesti, jolloin kappale liukuu vaivattomasti liukkaalla hihnalla. (Kotamäki & Nyberg 1992, 58; Keinänen ym. 2007, 168-169.)



KUVIO 6. Hihnakuuljetin sähkömoottorilla. (Etra Oy 2014)

3.3.2 Lamellikuuljetin

Lamellikuuljetin on samankaltainen kuin hihnakuuljetin, mutta hihnan sijaan kappale kulkee muovisia tai teräksisiä lamelleja pitkin. Lamellien sisäpuolella on hammastus, jonka avulla kuuljetimen vetorulla liikuttaa lamelleja. Lamellikuuljetin ei sovellu massan kuljetukseen, mutta sillä pystytään tekemään loivia kaarteita. Kaarteen tekeminen mahdollistuu siten, että lamellit menevät kaarteen sisäreunassa lomittain. Lamellikuuljettimia käytetään esimerkiksi lentokentällä matkalaukkujen kuljetuksessa. (Keinänen ym. 2007, 169; Kotamäki & Nyberg 1992, 60.)

3.3.3 Rullakuuljetin

Rullakuuljettimia käytetään paljon kappaletavaran siirtämisessä. Rullakuuljettimessa kappale rullautuu laakeroitujen rullien päällä, jolloin kitkahäviöt ovat pieniä. Rullakuuljettimia käytetään monesti ilman sähkömoottoria, koska painaviakin kappaleita voidaan liikuttaa kuuljetinta pitkin vaivattomasti.

Rullat jaotellaan liikuteltavan kappaleen mukaan siten, että kappale on yhtäaikaan vähintään kolmen rullan päällä. Rullakuljettimilla kaltevuuksien on oltava pieniä (2,5-7 astetta), jotta kappaleen vauhti ei kasva liian suureksi. Rullakuljettimissa voidaan käyttää kappaleen hidastamiseen apuna myös jarrurullia. Kaarteissa kappaleita voidaan kallistaa erilaisilla kartiorullilla. (Keinänen ym. 2007, 169; Kotamäki & Nyberg 1992, 58-59.)

3.3.4 Kiekkoradat

Kiekkorata toimii samalla periaatteella kuin rullakuljetin, eli kappale rullaa pienellä vierintävastuksella, mutta tässä tapauksessa käytetään rullien sijasta pieniä pyöriä, joita on useita rinnakkain. Kiekkoradat on tarkoitettu pienemmille kappaleille ja myös niitä käytetään joko moottorikäytöllä tai vapaina. (Kotamäki & Nyberg 1992, 59.)

4. LAYOUT-SUUNNITTELU

Tehtaan layout-suunnittelulla tarkoitetaan valmistusyksiköiden, varastojen ja niiden välille tulevien kuljetusyksiköiden sijoittelua käytettävissä oleviin tehtaan tiloihin.

4.1 Layoutin suunnittelu

Layout-suunnittelua on sekä laajassa, että suppeassa merkityksessä. Kaikkein yksinkertaisimmillaan se on sijoittelua, mutta laajimmassa merkityksessä siihen sisältyy koko järjestelmän suunnittelu. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Layouttien suunnittelua yhdistää yksi pääsääntö. Mitä vähemmän tuotannossa on liittymiä ja rajapintoja, sitä paremmin tuotantolinja toimii. Rajapinnoilla tarkoitetaan ylimääräisiä jonotuksia tai keskeytyksiä tuotannossa. Rajapintoja ei kuitenkaan saa vähentää työmenetelmien kustannuksella. (Lapinleimu ym. 1997, 311.)

Valmistusprosesseilla ja toteutustavoilla on suuri merkitys tuotannolle asetettujen tavoitteiden toteutumiselle ja tuotannon kannattavuudelle. Tuotannosuunnittelun aikana on tärkeää valita laitteet, koneet ja työskentelytavat siten, että ne pystyvät vastaamaan tuotannon tavoitteisiin ja sitä kautta suoriutumaan niistä mahdollisimman hyvin, sillä layoutin valinnat vaikuttavat suoraan laatuun, kustannustehokkuuteen, joustavuuteen sekä aikakilpailukykyyn. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 475.)

Hyvä layout-suunnittelu on myös työntekijän etu, vaikkei sitä ensisijaisesti layout-suunnitelmaa tehdessä yleensä mietitäkään. Jos tuotantotilat on hyvin suunniteltu, ei tuotannossa tule turhia tuotteen siirtoja eikä ylimääräistä melua ja myös työturvallisuus on parempi.

Layout-suunnitelmaa tehtäessä olisi tärkeää ottaa huomioon myös työntekijät ja heidän näkemyksensä, koska työntekijät näkevät asiat monesti eri tavalla, kuin johtoportaisissa ja suunnittelutehtävissä työskentelevät henkilöt. Lisäksi tämä lisää ryhmän työmotivaatiota, jolla on usein positiivinen vaikutus työpanokseen. (Lapinleimu ym. 1997, 310.)

Kaiken lisäksi layout-suunnittelussa pitää ottaa huomioon tulevaisuuden tarpeet; mahdolliset laajentamiset ja muut muutokset tuotantoon. Tuotantomäärät saattavat myös muuttua ja

tämän huomioonottamisen tärkeys korostuu varsinkin isojen, vaikeasti siirrettävien tuotannon työkalujen sijoittelussa. (Haverila ym. 2005, 482.)

4.2 Layout-suunnittelun tavoitteet

Layout-suunnittelun keskeisenä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu, jolloin materiaalin siirtomatkat ja siirtokerrat pystytään minimoimaan. Työpisteet ja varastojen sijainnit tulee siis sijoitella siten, ettei ylimääräistä materiaalin siirtelyä vaadita ja siirtomatkat ovat mahdollisimman lyhyet.

Onnistuneen layoutin tunnistaa mm. seuraavanlaisista ominaisuuksista (Haverila ym. 2005, 482.):

- Kuljetusmatkat ovat lyhyet
- Materiaalin siirtotarpeet ovat vähäiset
- Layout on helposti muutettavissa
- Materiaalien vastaanotto ja jakelu on tehokasta
- Erilaisten valmistusvaiheiden erityistarpeet on huomioitu
- Tilat on käytetty tehokkaasti
- Työtyytyväisyys sekä työturvallisuus on huomioitu

4.3 Layoutin rajoittavat tekijät

Koska tehtaan layout-suunnittelu on iso ja monimutkainen prosessi, jossa on paljon eri muuttujia ja tekijöitä, on se aina jollain tapaa kompromissi (Haverila ym. 2005, 482). Kaikkea ei voida ottaa täydellisesti huomioon, joten jossain asioissa on välttämätöntä tinkiä. Se ei kuitenkaan ole välttämättä esteenä hyvälle layout-suunnittelulle.

Layout-suunnittelu on helpompi tehdä, jos tilat rakennetaan suunnitelman mukaan, eli tällöin pystytään menemään enemmän layoutin ehdoilla. Vanhoissa tiloissa taas on tärkeää kartoittaa rajoittavat tekijät, jonka jälkeen voidaan päätellä, miten tulevat tuotantotilat tai tuotantosolut on järkevintä sijoittaa.

Alla on listattuna layout-suunnitelman rajoittavia tekijöitä (Harmon, Peterson 1990, 41.):

- Tuotantotilojen korkeus
- Tilojen kantavat rakenteet, seinät, palkit ja pilarit
- Ovien, kulkuväylien sekä lastauslaiturien sijainnit ja niiden koko
- Lattian kantokyky
- Suuret koneet ja linjastot, automaattivarastot, sekä automaattiset keräilyjärjestelmät
- Nostureiden sijainnit
- Viemäroinnit ja vesipisteet

4.4 Layout-tyypit

Layout-suunnittelu on jaettu eri tyyppeihin riippuen, millaista tuotanto on ja mitä tuotetaan. Jokaiselle tyypille on siis omat ominaisuutensa ja soveltuvuutensa. Layout-tyyppinä ovat tuotantolinja, solu-layout, funktionaalinen layout sekä paikka-layout. Lisäksi monet yritykset ovat yhdistelleet layoutteja keskenään, kun ei täysin sopivaa mallia ole löytynyt. Käsittelen tässä ainoastaan tähän työhön soveltuvaa layout-tyyppiä, joka on funktionaalinen layout.

Funktionaalisen layoutin ideana on, että samanlaiset tuotannon toiminnot sijoitetaan keskenään omiin ryhmiinsä. Bet-Ker Oy:llä tämä näkyy siten, että valupuolen töille, kuivamassojen valmistukselle, murskaamolle sekä huoltotöille on jokaiselle omat tilansa. Funktionaalisen layoutin hyvänä ominaisuutena on se, että työpisteellä pystytään joustavasti valmistamaan monenlaisia tuotteita, eikä se ole ns. liukuhihnatyyppistä toimintaa. Toinen hyvä ominaisuus on se, että kun työpisteelle on jono, ei turhia seisokkeja tuotannossa synny. Lisäksi ammattitaito keskittyy tiettyihin ryhmiin, jonka ansiosta osaamistaso nousee. (Lapinleimu ym. 1997, 79.)

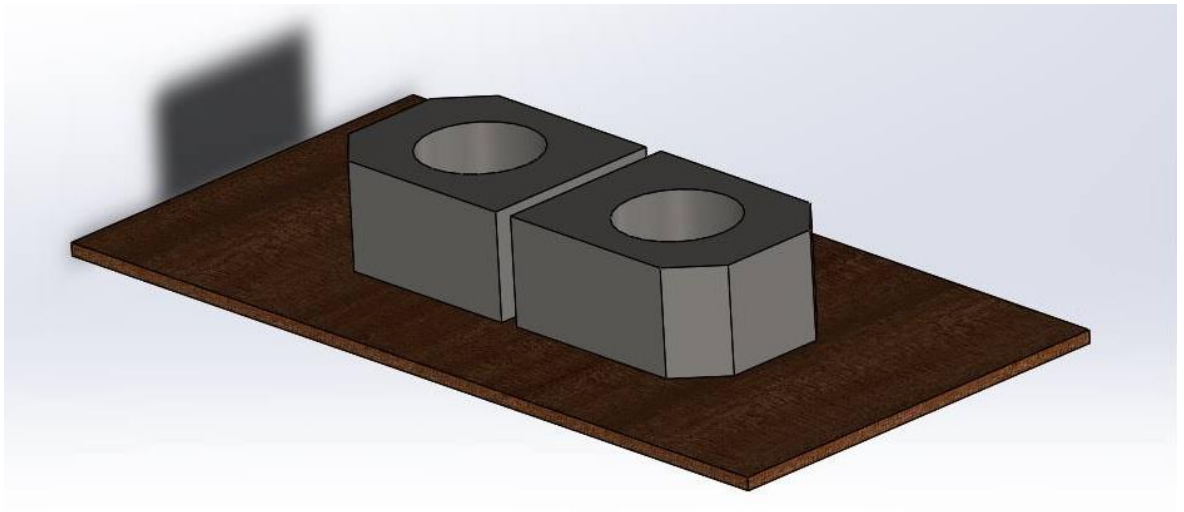
5 VARASTOINNIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Bet-Ker Oy:n tapauksessa pitää automattivaraston olla räätälöity, eli se täytyy rakentaa juuri kyseisen yrityksen käyttötarpeen mukaan. Siihen ei liitetä mitään toista suurta kokonaisuutta, kuten varastohallintajärjestelmää, ainoastaan mahdollinen kuljetin sekä itse kääntöpöydän automaatio.

5.1 Reunaehdot

Tärkeitä reunaehtoja ovat ensinnäkin kappaleen paino, koska märkä valukappale (KUVIO 7) saattaa painaa jopa 85kg. Yritys haluaa tähän kuitenkin vielä varaa, joten maksimipainoksi on määritelty 100kg.

Toisena tärkeänä reunaehtona tulevat kappaleen mitat. Yritys on määritellyt valukappaleelle maksimikoon seuraavanlaisesti: Korkeus 350mm, leveys 800mm ja syvyys 1000mm. Nämä ehdot sulkevat käytännössä pois kaikki pienvarastot. Kappale siis yleensä on kyseisiä mittoja pienempi, mutta se valetaan aluslevylle, joka on mitoiltaan edellämainittu.



KUVIO 7. Solidworks-malli kääntöpöydän valukappaleesta.

Lisäksi kappale on herkkä värinälle, koska se on juuri muottiinvalettu valukappale. Tämä aiheuttaa myös tietynlaista pohdintaa ja tarkastelua välikuljettimen kohdalla.

Valamisessa syntyy ”kääntöjä” päivän aikana yleensä 30-50 kpl ja ne kuivuvat varastossa yön yli, jonka jälkeen ne puretaan pois varastosta seuraavana aamuna (KUVIO 9). Varasto olisi siis kuivausvarasto ja sen kapasiteetiksi halutaan 100kpl.

Myös itse automaattivaraston koko on rajoitettu, koska sen ympärillä tila on varattu muuhun käyttöön. Kuvion 2 vasemmassa reunassa, heti kääntöpöydän takana oleva välialue on varattu isompien valukappaleiden teräsrakenteiden kunnostamiseen (KUVIO 2) ja vastakkaisessa päässä säilytetään joko massasäkkejä tai valmiiksi pakattuja rakennelementtejä (KUVIO 8).



KUVIO 8. Kääntöpöydän vastakkainen pääty on varattu valukappaleiden varastoinnille.



KUVIO 9. Bet-Ker Oy:n valuhallin kääntöpöydän valu- ja kuivumisalue.

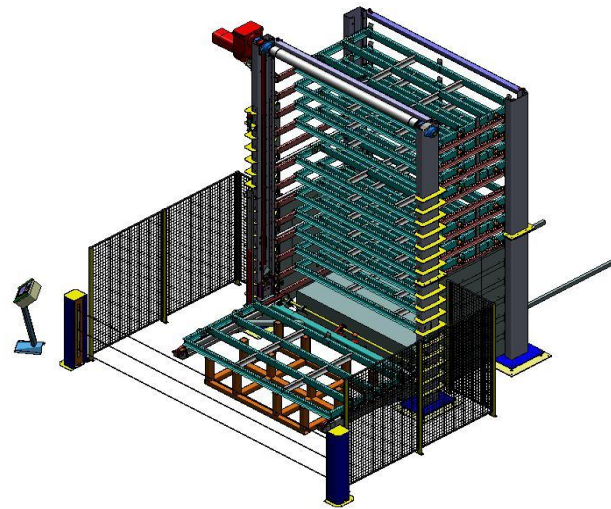
5.2 Varaston valinta

Tarkoitukseni oli lähettää sähköpostia eri valmistajille ja heidän tarjouksien perusteella valita projektiin sopivin vaihtoehto, mutta kartoitukseni oli hieman haastava, koska valmistajat eivät vastanneet sähköposteihini. Bet-Ker Oy:n tuotantoinsinööri auttoi minua tässä ja saimme selvitettyä sopivimman vaihtoehdon.

Valintani kohdistuu Ferroplan Oy:n automaattivarastoon (KUVIO 10). Kuivausvaraston alustava budjettihinta on noin 150 000 – 170 000,- € alv 0% toteutukselle asennettuna ja käyttöön otettuna. Varaston edessä liikkuu siirtoportaali x – y suuntaisesti, mikä vie ja hakee tuotteen hyllypaikoistaan. Portaalin edessä on myös syöttö- ja poistokuljetin. Turvallisuudesta vastaa suoja verkot ja valoverhot (KUVIO 11).



KUVIO 10. Ferroplan Oy:n automaattivaraston asennus. (Ferroplan Oy 2014.)



KUVIO 11. 3D malli Ferroplan Oy:n automaattivarastosta suoja-aitoineen.
(Ferroplan Oy 2014.)

5.3 Kuljettimen valinta

Valintakriteereinä projektissani on seuraavat asiat: kappale ei saa tärinä kuljettimella, kuljettimen tulee kestää monen kappaleen paino yhtäaikaan, kuljettimen tulee kestää likaa ja se tulee olla helposti siirrettävissä.

Edellämainituista kuljetintyypeistä soveltuvimmat kuljetintyypit ovat hihnakuuljetin ja rullakuuljetin. Rullakuuljetin on kevytrakenteisempi ja helpommin siirrettävissä, mutta siinä ei tässä tapauksessa todennäköisesti käytettäisi sähkömoottoria, jolloin kappaleita rullattaisiin käsin kuljettimella eteenpäin. Kuuljetin olisi kuitenkin todella helppo nostaa pois edestä tarvittaessa. Rullien halkaisija saisi olla kohtalaisen suuri, jotta se ei olisi niin herkkä likaantumiselle.

Hihnakuuljetin taas olisi hiukan raskaampi rakenteeltaan sekä varmasti hankalampi siirtää, koska siihen tulisi sähkömoottori ja sen ohjaus mukaan, mutta sähkömoottoria voitaisiin

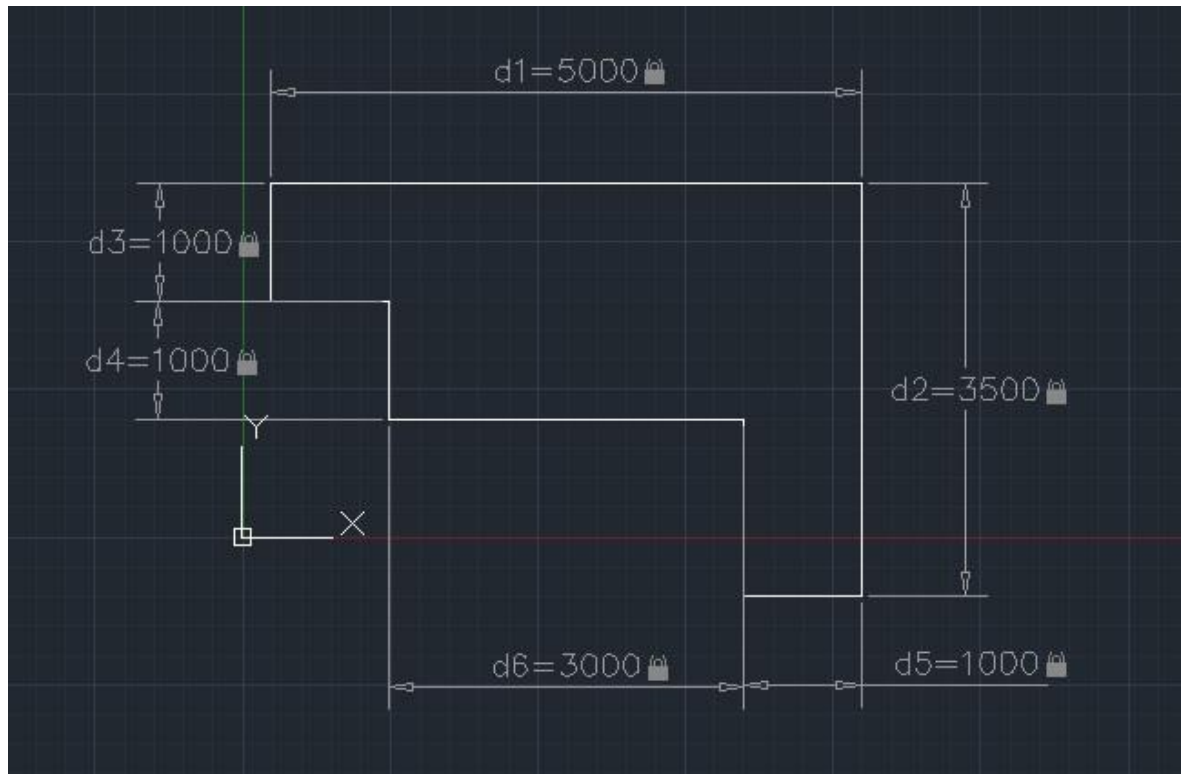
ohjata automaattisesti kääntöpöydän tai automaattivaraston logiikalla käyttämällä antureita kappaleiden tunnistuksessa.

Valintani kohdistuu sähkömoottorilla varustettuun hihnakuljettimeen, koska tässä tapauksessa järjestelmä automatisoituu paremmin. Tarkoituksena on kuitenkin se, että yksi henkilö pystyy ohjaamaan koko järjestelmää, niin kääntöpöytää kuin varastointiakin. Tällöin ei ole mielestäni järkevää jättää näiden kahden automaattisen järjestelmän välistä kuljetinta automatisoimatta, kun se ei kuitenkaan ole kustannuksellisesti kovin suuri tekijä.

5.4 Layout-suunnittelu ja eri vaihtoehdot

Olen lähestynyt tätä kääntöpöydän suunnittelua kolmesta eri näkökulmasta. Käyn ne tässä yksitellen läpi ja esittelen jokaisen vaihtoehdon heikkouksia ja vahvuuksia, sekä valitsen näistä vaihtoehdoista mielestäni parhaimman. Vaihtoehdot ovat siis A, B ja C.

Esittelen aluksi kuvan kääntöpöydän alueesta nykyisellä mallillaan. Alueen molemmilla reunoilla menee palkkirivit, mutta käytävänpuoleisella reunalla palkkeja on kolme aina yhdessä kohdassa. Vasemmalla on kuvattu sekoittajan suurpiirteinen tilantarve (KUVIO 12). Lisäksi sen puolen seinän vierellä, jossa palkkeja on vain yhdet, on lattiassa toista metriä syvä monttu, joka on peitetty ritilällä. Monttua käytetään joskus putkimallisen valukappaleen valamisessa, jolloin putken mallinen muotti laitetaan pystyyn monttuun valamisen ajaksi. Monttua ei siis saa kokonaan peittää, jotta ”putkimuotteja” voidaan valaa myöhemminkin.



KUVIO 12. Sekoittajan suurpiirteinen tilantarve, mitat millimetreinä.

Vaihtoehto A (LIITE 2): Tässä vaihtoehdossa yhden varaston sijaan varastoja joutuisi olemaan vähintään kaksi ja ne sijoitetaan valuhallin käytävän viereen pystypalkkien väliin, jolloin palkkien välissä on tilaa 3480 mm ja 3500 mm. Yhden tämänkokoisen varaston kapasiteetiksi tulisi 8 hyllypaikkaa päällekkäin ja neljä rinnakkain. Etuna tässä vaihtoehdossa on mahdollisuus purkaa varasto myös suoraan käytävän puolelle, mikäli automaattivarasto mahdollistaa purkamisen vastakkaiselle puolelle. Myös mahdollisen kuljettimen sijoittaminen onnistuu parhaiten tilan käytön kannalta. Huonona puolena taas on tukkoisuus, koska automaattivarasto vie kuitenkin oman tilansa valoverhoineen. Myös kustannukset koituvat tässä ongelmaksi, koska yhden ison varaston sijaan jouduttaisiin investoimaan kaksi pienempää, joka on todennäköisesti paljon kalliimpi ratkaisu.

Vaihtoehto B (LIITE 3): Varasto sijoitetaan valuhallin käytävää vastapäätä olevan seinän viereen, jolloin tilaa olisi sivuttaissuunnassa vähintäänkin riittävästi. Ainoastaan pystysuunnasta löytyy rajoittava tekijä; hallin yläosassa kulkee palkit nosturia varten, jolloin korkeutta on mahdollista olla varastolla 3500 mm. Tässä vaihtoehdossa etuna on tilan avaruus, kun varasto sijaitsee hallin seinän vierellä. Huonona puolena on mahdollisen kuljettimen sijoittaminen, koska sen täytyy kulkea väkisinkin koko valutilan poikki.

Kuljettimesta voisi kuitenkin tehdä nostettavan mallin, jolloin se voitaisiin nostaa tarvittaessa ylös, pois edestä. Kääntöpöydän alueella on erillinen nosturi katossa, jota käytetään säkkien sekä muottien nostamiseen. Tätä voitaisiin hyödyntää myös kuljettimen nostelussa/siirtelyssä.

Vaihtoehto C (LIITE 4): Varasto sijoitetaan valuhallin käytävää vastapäätä olevan seinän viereen, jolloin sille on reilusti tilaa. Myös sekoittaja ja koko valulaitteisto jauhesäiliöineen siirretään saman seinän viereen, jolloin kuljetin varaston ja kääntöpöydän välille saadaan kulkemaan seinän vieressä. Tässä vaihtoehdossa pitää ottaa huomioon tuleva kääntöpöydän automaatio sekä sen ohjaus, koska tilaa kääntöpöydän vieressä on tällöin rajallisesti. Myös aiemmin mainitsemani lattiamonttu pitää huomioida siten, että osa montusta jää näkyviin tarvittavia putkivaluja varten. Myös sekoittajan jalaksien tuennassa pitää huomioida montun alue ja jatkaa tarvittaessa jalakset montun pohjaan.

6 TULOKSET JA POHDINTA

Tarkastellessani aiemmin esittelemiäni vaihtoehtoja varastoinnin suhteen tulin siihen tulokseen, että vaihtoehto A:n suljen ensimmäisenä pois, koska tässä tapauksessa varastoja täytyisi olla kaksi, jotta kapasiteetti vastaisi tuotannon vaatimuksia. Kaksi automaattivarastoa tarkoittaa käytännössä budjettiin todella suurta muutosta. Mielestäni tämä ei tarvitse muuta perustelua. Vaihtoehdot B ja C ovat molemmat varteenotettavia vaihtoehtoja, mutta kallistun kuitenkin vaihtoehdon B (LIITE 3) puoleen siksi, koska ei ole tiedossa, miten paljon tilaa kääntöpöydän automaatio ja sen käyttäminen vaatii. Tämä vaihtoehto on kuitenkin mahdollista vaihtaa myöhemmin vaihtoehtoon C (LIITE 4), eli siirtää kääntöpöytäautomaatio sekoittajineen seinän viereen. Ne eivät siis poissulje toisiaan.

Tämä opinnäytetyö on ollut monessakin suhteessa haastava tehdä. Kuten aiemmin totesin, lähes aina layout-suunnittelut ovat jossain määrin kompromisseja, niin myös tässä. Haastetta tässä työssä on aiheuttanut tiedon löytäminen, tilausta ja budjetti. Automaattivarastoinnista oli haastava löytää materiaalia, jota voisi soveltaa tähän minun työhöni. Automaattivaraston, kuljettimen ja kääntöpöytäautomaation sijoittelu siten, ettei se tuki koko hallia oli haasteellista. Kalliiden laitteiden käyttö pitäisi kuitenkin onnistua vaivattomasti tilaustaudesta huolimatta.

Lisäksi budjettia en saanut tarkalleen selvitettyä, johtuen valmistajista, mutta jo pelkästään työssä käsittelemäni Ferroplan-automaattivaraston alustava budjettihinta on noin 150 000 – 170 000 € alv 0% asennettuna. Kun siihen lisätään kääntöpöydän automaatio sekä kuljetin, niin uskon kokonaiskustannuksien nousevan sille tasolle, että yritys joutuu tarkastelemaan investoinnin kannattavuutta useampaan otteeseen. Toisaalta tämä varastoautomaatio korvaa nopeutuneen tuotannon lisäksi myös työntekijöiden ergonomiaa; tällä hetkellä työntekijät joutuvat nostamaan raskaita ja hankalia elementtejä päivittäin, mikä ei ole pitkällä tähtäimellä kovin terveellistä esimerkiksi selälle.

Tavoitteenani on ollut ensisijaisesti löytää toimivat vaihtoehdot layout-suunnittelussa. Olen myös löytänyt työn ongelmakohdat ja niille ratkaisut, tai vähintäänkin kartoittanut ja tuonut

ne esiin. Työni tehtävä on siis ollut eri vaihtoehtojen havainnollistaminen, joten layout-suunnitelmaani voi myös tarvittaessa soveltaa toisenlaista varastoa tai kuljetinta.

LÄHTEET

Bet-Ker Oy. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.betker.fi/>

Etra Oy. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://tuotteet.etra.fi/fi/g23440189/tuotekortti>

Ferroplan Oy. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ferroplan.fi/fi/main/>.

Harmon, R. J., Peterson, L. D. Reinventing the factory. 1990. New York: Free Press.

Haverila, M. J., Kouri, I., Miettinen, A., Uusi-Rauva, I. 2005. Teollisuustalous. 5. Painos. Tampere: Infacs johtamistekniikka Oy.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M., 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY.

Konecranes Oyj. 2014. Kohti älykkäitä materiaalivirtoja. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.konecranes.fi/kunnossapito/tyostokonehuolto/tyostokoneiden-ennakoiva-kunnossapito/materiaalinhallinta>. Luettu 13.10.2014.

Korpela, M. 2012. Sisäisen logistiikan varastouudistus, Case: Valmet Automotive Oy. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Logistiikan koulutusohjelma.

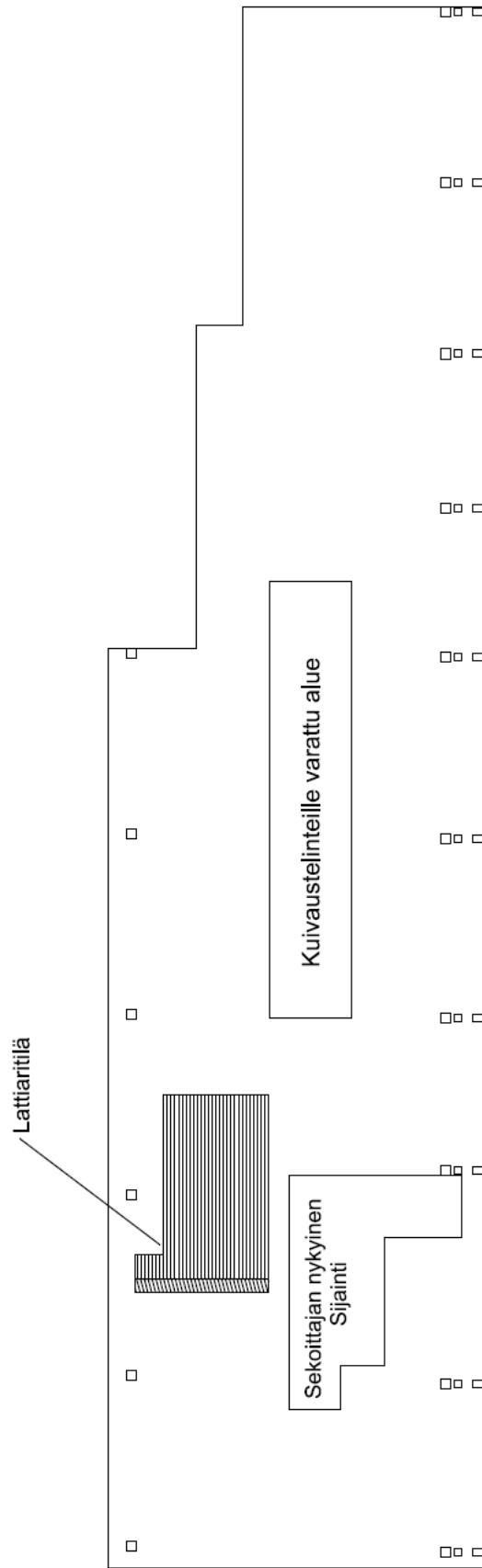
Kotamäki, M., Nyberg, T. R. Koneautomaatio 2000. 1992. Helsinki: VAPK-kustannus.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

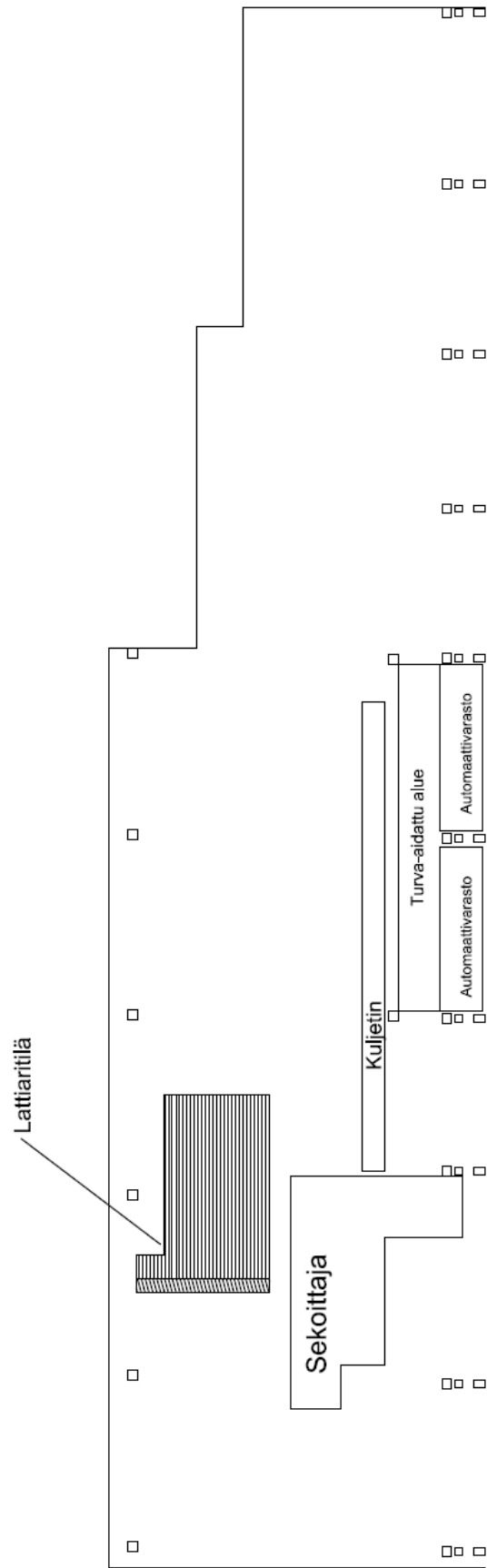
Peterson, M. 2006. History of Conveyor Belts. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://ezinearticles.com/?History-of-Conveyor-Belts&id=353910>. Luettu 17.10.2008.

Vähäsöyrinki, J. 2014. Kuppikuljettimen kapasiteetin kasvattaminen. Opinnäytetyö. Centria ammattikorkeakoulu. Tuotantotalouden koulutusohjelma.

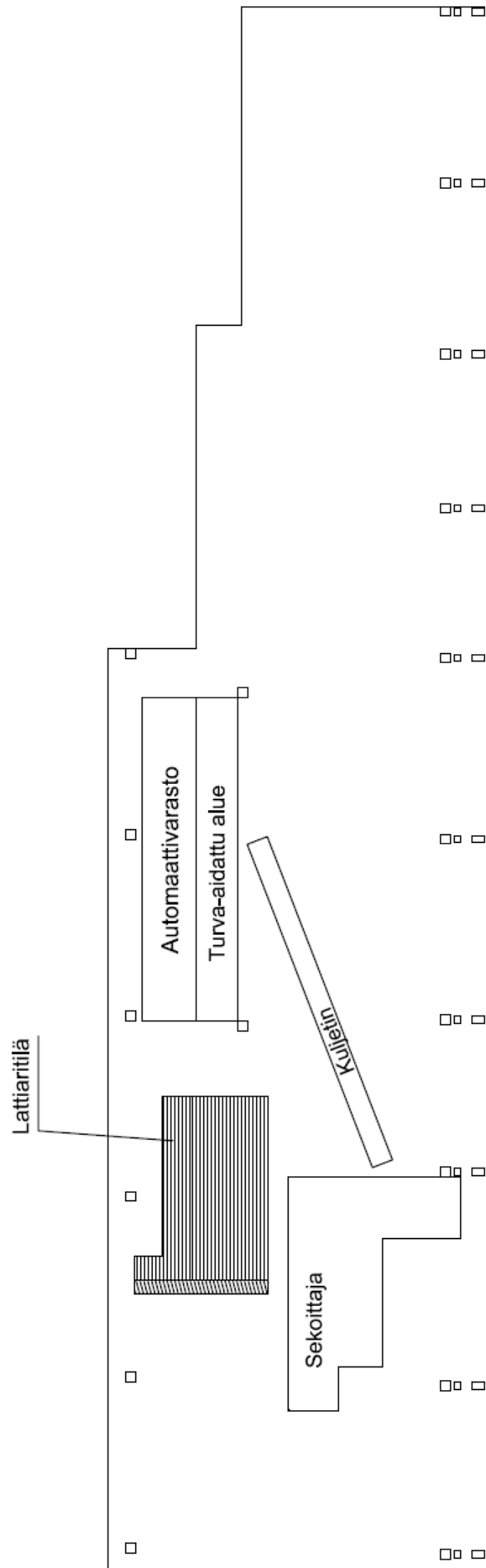
LIITE 1.



LIITE 2.



LIITE 3.



LIITE 4.

