

**Materiaalivirtojen tehostaminen ja
sisäisten siirtojen automatisointi
vihivaunujärjestelmällä havuvaneri-
tehtaassa**

Teiko Oinonen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Oinonen, Teiko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2018
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Materiaalivirtojen tehostaminen ja sisäisten siirtojen automatisointi vihivaunujärjestelmällä havuvaneritehtaassa		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Petri Vauhkonen		
Toimeksiantaja(t) Metsä Wood		
Tiivistelmä <p>Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden havuvaneritehtaalla on lähivuosina poistumassa vanha vanerin paloittelusaha. Opinnäytetyössä tutkittiin poistuvan sahan ansiosta vapautuvalle lattiapinta-alalle materiaalivirtoja kehittävää käyttöä ja vihivaunujärjestelmän käytömahdollisuutta sisäisissä siirroissa kyseisellä alueella. Vihivaunujärjestelmän tutkimisen taustalla oli trukkiliikenteen vähentäminen tutkittavalla alueella.</p> <p>Materiaalivirrat havainnollistettiin ja analysoitiin tehtaasta Microsoft Visio –ohjelmistolla piirretyn layoutin avulla. Ohjelmistoa käytettiin eri layout vaihtoehtojen piirtämiseen. Työ toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Aineisto kerättiin osallistuvan havainnoinnin, haastattelun ja kirjallisuus- ja internetlähteitä hyväksikäyttäen.</p> <p>Tuloksena saatiin kolme layoutvaihtoehtoa, joista yksi oli manuaalinen ja kaksi sisälsi vihivaunujärjestelmän. Vertailemalla eri vaihtoehtoja saatiin nostettua esiin kunkin vaihtoehdon vaikutukset materiaalivirtoihin ja manuaalitrukin käyttötarpeeseen. Kaikissa vaihtoehdoissa merkittävimpana muutoksena oli kitattujen nippujen kuljetusmatkojen merkittävä lyhentyminen.</p> <p>Vihivaunujärjestelmän käyttö osoittautui mahdolliseksi kyseessä olevalla alueella, mutta haasteeksi ilmeni vihivaunujärjestelmän kykenemättömyys tehokkaan välivarastoinnin suorittamiseen ilman kiinteitä hyllystöjä. Välivarastointi näissä tapauksissa ratkaistiin erilaisia kuljetinratoja hyväksikäyttäen. Vihivaunujärjestelmä ei myöskään poistanut kokonaan manuaalitrukin käyttötarvetta tutkittavalla alueella yllättävien ja odottamattomien tilanteiden vuoksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Layout, vihivaunu, AGV, Metsä Wood, vaneritehdas		
Muut tiedot		

Author(s) Oinonen, Teiko	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 40	Permission for web publication: X
Title of publication Improving material flow and automating internal transportation using automated guided vehicle –system in a spruce plywood factory		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Petri Vauhkonen		
Assigned by Metsä Wood		
Abstract <p>There is a plan to remove an old chopping saw located in Metsä Wood's spruce plywood factory in Suolahti. The thesis studied how the released floor surface area could be used in developing better material flow in the area. In addition, automation of internal transportation by automated guided vehicle was studied. The goal of automation was reducing manual forklift traffic in the area.</p> <p>Material flows were visualized and analyzed using Microsoft's Visio program for layout planning. The program was also used for drawing different layout options. The resource material for the thesis were gathered using participatory observation, an interview, literature and the internet.</p> <p>As result, three different layout options were made. One of the layouts was manual and the other two included the use of an AGV system. By comparing the options, effects to the material flows and the need of a manual forklift in different layouts were visible. In all the options, the most significant effect was the shorter transport distance for puttied plywood bundles.</p> <p>Using an AGV system in the area was found possible. Using an AGV showed its incapability of doing intermediate warehousing without fixed racking. Intermediate warehousing in the layouts including an AGV system was arranged by using different kind of conveyor systems. In addition, the AGV system did not eliminate need of a manual forklift which was still needed in sudden and unpredictable situations.</p>		
Keywords/tags (subjects) Layout, automated guided vehicle, AGV, Metsä Wood, plywood factory		
Miscellaneous		

Sisältö

1	JOHDANTO.....	4
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	4
1.2	Rajaukset	4
1.3	Tutkimusmenetelmät	5
1.4	Tiedonkeruumenetelmät	5
1.4.1	Havainnointi.....	6
1.4.2	Teemahaastattelu.....	6
1.4.3	Kirjalliset aineistot	7
2	METSÄ WOOD, SUOLAHDEN VANERITEHTAAT.....	7
3	LAYOUT.....	8
3.1	Layoutsuunnittelu ja sen tavoitteet	8
3.2	Layouttyypit.....	9
3.3	Suunnittelumenetelmät, layout vaihtoehdot ja valinta.....	11
4	MATERIAALINKÄSITTELY JA MATERIAALIVIRTOJEN HALLINTA	12
4.1	Materiaalinkäsittely teollisessa tuotantoympäristössä	12
4.2	Materiaalivirta-analyysi.....	13
5	AUTOMAATIO SISÄISSÄ SIIRROISSA TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ	14
5.1	Automaatio ja sen käyttökohteet	14
5.2	Automatisoinnilla saavutettavat hyödyt.....	14
5.3	Vihivaunu.....	15
5.3.1	Vihivaunun toimintaperiaate.....	15
5.3.2	Vihivaunun navigointitavat.....	16
5.3.3	Kappaleentunnistus menetelmät	18
5.3.4	Vihivaunutyypit.....	19
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	21
6.1	Tutkimus- ja aineistonkeruumentelmät.....	21
6.2	Layoutin luominen Microsoft Visio –ohjelmiston avulla.....	21

	2
6.3 Nykytila-analyysi.....	21
6.3.1 Materiaalivirtojen nykytila	21
6.3.2 Sisäisten siirtojen nykytila	22
7 LAYOUTRATKAISUT.....	23
7.1 Layoutvaihtoehto 1	23
7.2 Layoutvaihtoehto 2	25
7.2.1 Layout	25
7.2.2 Automaatio	27
7.3 Layoutvaihtoehto 3	27
7.3.1 Layout	27
7.3.2 Automaatio	29
7.4 Layoutien vertailu.....	29
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	31
Lähteet.....	34
Liitteet	36

Kuviot

Kuvio 1. Vanerin valmistusprosessi.....	8
Kuvio 2. Funktionaalinen layout.....	9
Kuvio 3. Tuotantolinjalayout	10
Kuvio 4. Solulayout.....	11
Kuvio 5. Kontaktipintalatausjärjestelmä	16
Kuvio 6. Induktiokaapelijärjestelmän toimintaperiaate	16
Kuvio 7. Laserohjauksen toimintaperiaate.....	17
Kuvio 8. Magneettipisteiden toimintaperiaate.....	17
Kuvio 9. RFID:n toimintaperiaate	18
Kuvio 10. Automatisoitu vaunu.....	19
Kuvio 11. Yksikkökuormavihivaunu.....	19
Kuvio 12. Hinaava vihivaunu	20
Kuvio 13. Automaattitrukki kuljettamassa kahta täyttä kuormalavaa	20
Kuvio 14. Layout 1	24
Kuvio 15. Layout 2	26
Kuvio 16. Layout 3	28

Taulukot

Taulukko 1. Layoutien vertailu	30
--------------------------------------	----

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kuinka Metsä Woodin Suolahdessa sijaitsevan havuvaneritehtaan tietyn alueen layoutmuutoksella pystytään vaikuttamaan tehtaan materiaalivirtoihin. Taustalla oli kyseisellä alueella vielä tällä hetkellä toimivan sahan käytöstä poisto tulevaisuudessa. Sahan poistumisen seurauksena vapautuvalle lattiapinta-alalle suunniteltiin käyttötarkoituksia tulevaisuuden varalle materiaalivirtojen tehostamiseksi. Layoutin päivittämisen lisäksi työssä tutkittiin automaattisen vihivaunujärjestelmän käyttömahdollisuutta sisäisten siirtojen suorittamiseen tutkitavalla alueella. Automatisoinnin avulla pyrittiin vähentämään manuaalista trukkiliikennettä alueella.

Työn tavoitteena oli antaa toimeksiantajalle tietoa kehitettävän alueen mahdollisista käyttötavoista layoutin ja materiaalivirta-analyysin avulla. Automatisoinnin tutkimisen avulla toimeksiantaja sai tietoa vihivaunujärjestelmän käyttömahdollisuuksista sisäisissä siirroissa vaneritehdasympäristössä.

1.2 Rajaukset

Layoutin osalta työhön sisällytettiin kohteet, joiden materiaalivirrat liittyivät poistuvan sahan alueelle. Tuotannon alkupää rajattiin pois, koska alkupään tuotannon materiaalivirroilla ei ole suoraa vaikutusta kehitettävän alueen materiaalivirtoihin. Kehitettävään alueeseen liittyi tulevaisuuden tavoite kasvattaa kittilinjan kapasiteettiä. Opinnäytetyössä kittilinjan muutoksen oletettiin tapahtuvan linjaa jatkamalla poistuvan sahan alueelle. Tarkemmin layout suunnittelussa kittilinjan kehitykseen puututtiin vain purkupään kehityksen osalta.

Automatisoinnin osalta työstä rajattiin kustannukset pois, koska tarkoituksena oli tässä vaiheessa vain tutkia, minkälaisilla vihivaunujärjestelmillä materiaalin siirrot voitaisiin toteuttaa. Puhtaasti kuljettimiin perustuvat automaattioratkaisut rajattiin tutkimuksesta pois, koska toimeksiantaja halusi välttää paljon lattiapinta-alaa vieviä

kiinteitä ratkaisuja. Kuljettimet eivät sovellu tutkittavalle alueelle muun liikenteen vuoksi.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa tehtävät johtopäätökset pohjautuvat pääasiallisesti aiemmin luotuihin teorioihin ja tehtyihin tutkimuksiin. Hypoteesin esittäminen ja tutkimukseen liittyvien käsitteiden määrittely ovat määrällisen tutkimuksen keskeisiä piirteitä. Tutkimuksen kannalta on tärkeää, että havaintoaineisto on sopivaa numeeriseen mittaamiseen, koska kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään saamaan aineisto sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käsitellä tilastollisesti. Tutkimuksesta tehtävät päätelmät tehdään tilastollista analysointia käyttäen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 140.)

Edellisessä kappaleessa käsitellyssä määrällisessä tutkimuksessa perusperiaatteena on lukujen ja niiden välisten suhteiden käsittely. Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa tutkitaan määrällisen tutkimuksen ulkopuolelle jääviä asioita. Tutkimusmenetelmän tavoitteena on saada vastauksia tutkittavasta ilmiöstä, siihen liittyvistä tekijöistä ja näiden välisistä vaikutus- ja riippuvuussuhteista. Laadullisessa tutkimuksessa tehdään kerätyn aineiston avulla yleistyksiä ja teorioita. (Kananen 2010, 37-40.)

1.4 Tiedonkeruumenetelmät

Eri tutkimustyyppien tarkastelukohteiden eroista riippumatta tiedonkeruuseen käytetään yleisesti tunnettuja perusmenetelmiä (Hirsjärvi ym. 2009, 191). Havainnointi, teemahaastattelu ja kirjalliset aineistot ovat kvalitatiivisen tutkimuksen merkittävimpiä aineistonkeruumenetelmiä. Tutkittava asia ja siihen liittyvän tiedon kriteerit määrittävät käytettävän menetelmän. (Kananen 2010, 48.)

1.4.1 Havainnointi

Havainnoinnin tarkoituksena on saada käsitys siitä, mitä todella tapahtuu. Suurimpana etuna tällä tiedonkeruumenetelmällä on sen antama välitön ja suora tieto tutkittavasta asiasta. Havainnointi soveltuu etenkin kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmäksi. (Hirsjärvi ym. 2009, 212-213.)

Haittapuolena havainnoinnissa on havainnoijan mahdollinen vaikutus havainnoitavaan tilanteeseen. Tämän lisäksi havainnoija itse saattaa omilla tuntemuksillaan vaikuttaa tutkimuksen objektiivisuuteen. Aina muistiinpanojen kirjoittaminen välittömästi ei ole mahdollista, jolloin tutkija joutuu turvautumaan muistiinsa havaintojen kirjaamisessa. Havaintojen ja omien tulkintojen erillään pitäminen on tärkeää havainnointimenetelmää käytettäessä. (Hirsjärvi ym. 2009, 213-214.)

Systemaattinen havainnointi

Systemaattista havainnointia käytetään yleensä tilanteissa, joissa havainnointi tapahtuu tarkasti rajatussa ympäristössä, esimerkiksi tutkimushuoneessa ja havainnoija on ulkopuolinen henkilö. Tavoitteena on järjestelmällinen havaintojen tekeminen ja tallentaminen. Havaintojen tekemisen ja tallentamisen apuvälineenä käytetään ”tsekkauslistoja”, arviointiskaaloja ja pisteytyskortteja. (Hirsjärvi ym. 2009, 215-216.)

Osallistuva havainnointi

Tunnuspiirteenä osallistuvalla havainnoinnilla on tutkijan osallistuminen tutkittavaan toimintaan. Tällaiset tutkimukset ovat monesti kenttätutkimuksia. Osallistuminen voi olla täydellistä, jolloin tutkija on kokonaisvaltaisena jäsenenä mukana toiminnassa. Vaihtoehtoisesti tutkija voi osallistua toimintaan havainnoijana, jolloin tutkija osallistuu toimintaan, mutta esittää myös tutkimukseen liittyviä kysymyksiä tutkittavilta. (Hirsjärvi ym. 2009, 216-217.)

1.4.2 Teemahaastattelu

Teemahaastattelu on eniten käytetty menetelmä laadullisessa tutkimuksessa. Haastatteluun valitut teemat tulee kattaa tutkittavan ilmiön mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Toteutus voi olla yksilö- tai ryhmähaastattelu. Yksilöhaastattelun etuna on

tarkempi ja luotettavampi tieto. Ryhmähaastattelun etuna on puolestaan tiedonkeruun nopeus, mutta haasteena on haastateltavien vaikutus toisiinsa, etenkin esimiesasemassa olevien ja alaisten ollessa samassa haastattelussa mukana. (Kananen 2010, 53.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa haastateltavien määrää on haastavaa määrittellä, koska määrä riippuu ilmiöstä. Haastateltavien tulee kuitenkin liittyä tutkittavaan ilmiöön tai vähintäänkin heillä tulee olla aiheesta paljon tietoa. (Kananen 2010, 54.)

1.4.3 Kirjalliset aineistot

Kirjallisilla aineistoilla tarkoitetaan kaikkia tietoa tai informaatiota sisältäviä aineistoja, kuten tekstidokumentteja, kuvia ja videoita. Kirjallista aineistoa on tarkoitus käyttää apuna tutkimuksen ratkaisuun pääsyssä. Useampaan tietolähteeseen turvautumalla ja niitä analysoimalla voidaan parantaa kirjallisiin lähteisiin perustuvan tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksessa kirjallista lähdettä voidaan käyttää sellaisenaan tai täydentämään ja tukemaan haastattelusta saatua tietoa. (Kananen 2010, 63-65.)

2 METSÄ WOOD, SUOLAHDEN VANERITEHTAAT

Metsä Wood on Metsä Group -konserniin kuuluva puutuotteita valmistava yritys. Tärkeimmät puutuotteet Metsä Woodilla ovat vaneri, sahatavara ja havupuuvuiluista liimaamalla valmistettu palkki- ja puulevytuote Kerto® LVL. (Metsä Wood lyhyesti n.d.) Suolahden vaneritehtailla valmistus on keskittynyt koivu- ja havuvanerin valmistukseen.

Vanerin valmistus koostuu monesta eri vaiheesta (Ks. kuvio 1) ja prosessi saattaa olla myös hieman erilainen kuin kuviossa valmistettavan vanerilaadun tai -tyypin mukaan. Kuumapuristukseen asti prosessi on kuitenkin sama laadusta tai tyypistä riippumatta.

Opinnäytetyö liittyy kuumapuristuksen jälkeisten toimintojen välisiin siirtoihin ja materiaalivirtoihin.



Kuvio 1. Vanerin valmistusprosessi (Vanerit n.d.)

3 LAYOUT

3.1 Layoutsuunnittelu ja sen tavoitteet

Layout-termillä tarkoitetaan yleisesti tehtaan tuotantojärjestelmän eri osien sijoittelua. Näitä osia ovat muun muassa varastointipaikat, tehtaassa olevat koneet ja laitteet sekä kulkureitit. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

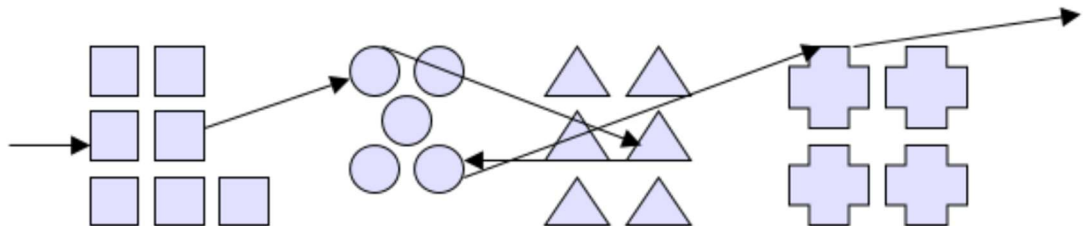
Tehdaslayoutin tarkoituksena on helpottaa tuotteen valmistusprosessia. Sen lisäksi tavoitteena on muun muassa materiaalin hallintaan liittyvien tekijöiden, kuten kuljetusmatkojen ja -aikojen minimoiminen. Tavoitteena on myös taloudellinen lattiapinta-alan käyttö ja tuotteen kustannustehokkaan valmistamisen mahdollistaminen. Layoutsuunnittelun päätavoitteena on saavuttaa edellä mainitut tavoitteet. (Muther & Hales 2015, 1-1.) Hyvän layoutin ominaisuuksiin kuuluu Haverilan ja muiden (2009, 482) mukaan edellä mainittujen lisäksi myös materiaalivirtojen selkeys, helppo ja joustava layoutin muutettavuus sekä työturvallisuuden ja -tyytyväisyyden huomioon ottaminen.

Mutherin ja Halesin (2015, 1-2) mukaan layoutin suunnittelussa on kaksi päätekijää, jotka määrittävät suoraan tai epäsuorasti layoutin muut ominaisuudet. Päätekijät ovat tuote, raaka-aine tai palvelu ja määrä tai volyyymi. Tekijöiden merkittävyyden

vuoksi tiedot ja arviot niihin liittyen ovat ensiarvoisen tärkeitä. Kun päätekijöihin liittyvät tiedot ovat selvillä, täytyy seuraavaksi selvittää tuotteen valmistusprosessi. Tähän vaiheeseen liittyy valmistamiseen tarvittavat laitteet, toiminnot ja näiden järjestys. (Muther & Hales 2015, 1-2.)

3.2 Layouttyypit

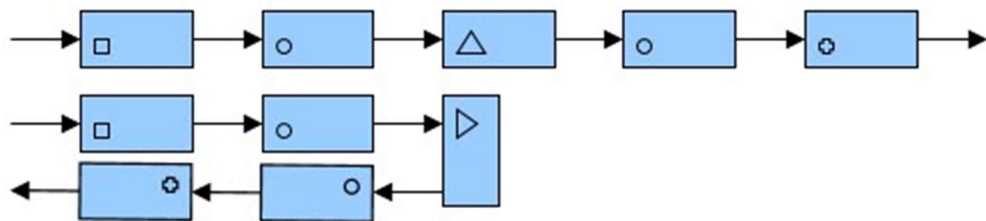
Layout -tyypit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin tuotantolaitteiden sijoittelusta riippuen: funktionaaliseen layoutiin, solulayoutiin ja tuotantolinjalayoutiin. Funktionaalaisella layoutilla tarkoitetaan tilannetta, jossa yhdenmukaista työtä tekevät työpisteet on ryhmitelty työtehtävän perusteella samoille alueille. Tuotantomäärien ja tuotetyyppien vaihtelu funktionaalista layoutia käytettäessä on normaalia. Käytettävä laitteisto koostuu yleensä yleiskoneista, joilla kyetään valmistamaan joustavasti erilaisia tuotteita. (Haverila ym. 2009, 475-476.) Funktionaalista layoutia käytetään tavallisesti esimerkiksi tekstiilien ja vaatteiden valmistuksessa (Muther & Hales 2015, 3-4). Kuviossa 2 on havainnollistettu eri muotojen avulla funktionaalisen layoutin periaate.



Kuvio 2. Funktioaalinen layout (Tuotannon layout n.d., muokattu)

Tuotantolinjalayoutissa laitteet ja koneet on järjestetty valmistettavan tuotteen työvaiheiden mukaiseen järjestykseen. Työnkulun selkeyden vuoksi materiaalinkäsittely voidaan automatisoida ja käyttää kuljettimia materiaalin liikuttamiseen työvaiheesta toiseen. Tuotantolinjan rakentamisen ehtona on tarpeeksi suuri materiaalivirta ja

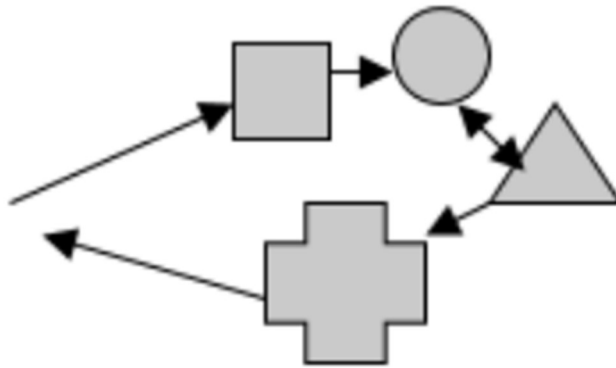
kuormitusaste. Valmistusmäärien ollessa suuret, valmistettavan tuotteen yksikköhinta saadaan matalaksi suurista rakennuskustannuksista huolimatta. Tuotantolinjan huono häiriöiden sietokyky kuitenkin vaikuttaa äkkiä tuotantolinjan tuottokykyyn. (Haverila ym. 2009, 475-476.) Esimerkkinä tuotantolinjasta voi toimia auton tuotantolinja tai automaattinen autopesula (Muther & Hales 2015, 3-4). Kuviossa 3 on kuvattu tuotantolinjalayout eri muotojen avulla.



Kuvio 3. Tuotantolinjalayout (Tuotannon layout n.d., muokattu)

Tuotantolinjalayoutin ja funktionaalisen layoutin välimuotona voidaan pitää solulayoutia, jossa eri koneet ja työpisteet muodostavat tiettyjen vaiheiden suorittamiseen tai osakokonaisuuksien tuottamiseen erikoistuneen ryhmän. Tässä layouttyypissä läpimenoajat ovat funktionaaliseen layoutiin verrattuna lyhyemmät, koska materiaalivirta on yksinkertainen ja välivarastojen muodostuminen jää pois.

Solu pystyy toimimaan joustavammin tuotantolinjalayoutiin ja tehokkaammin funktionaaliseen layoutiin verrattuna. (Haverila ym. 2009, 477-478.) Kuviossa 4 on kuvattu solulayoutin toimintaperiaate.



Kuvio 4. Solulayout (Tuotannon layout n.d., muokattu)

3.3 Suunnittelumenetelmät, layout vaihtoehdot ja valinta

Layoutvaihtoehtojen luominen on tärkeä osa suunnittelua. Suunnittelijan on kyettävä luoviin ja kattaviin ratkaisuihin eri vaihtoehtoja suunniteltaessa, koska valittu layout määrittää eri toimintojen fyysiset suhteet laitoksessa. (Tompkins, White, Bozer, Fra-zelle, Tanchoco & Trevino 1996, 286.)

Layoutsuunnittelumenetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään: Uudisrakentamis- ja kehittämisryhmään. Uudisrakentamisryhmällä tarkoitetaan tilanteita, joissa suunnitellaan kokonaan uusi layout. Kehittämisryhmän menetelmiä käytetään olemassa olevan layoutin parantamiseen. (Tompkins ym. 1996, 288-291.)

Pienen layoutsuunnitteluprojektin toteuttamiseen voidaan käyttää Mutherin ja Halesin (2015, 2-8) kuusi vaiheista yksinkertaistettua systemaattista layout- suunnittelua:

1. toimintojen välisten suhteiden kartoitus
2. tilavaatimusten asettaminen
3. aktiivisuussuhteiden kartoitus
4. layoutien piirtäminen
5. vaihtoehtojen arviointi
6. valitun layoutin viimeistely.

Nämä kuusi vaihetta pitävät sisällään kaikkien layoutsuunnitteluun liittyvät kolme peruseriaatetta: toimintojen ja työpisteiden väliset suhteet, tietyn kokoinen ja mallinen tila toiminnoille sekä näiden säätäminen layoutiksi. (Muther & Hales 2015, XIV-1.)

4 MATERIAALINKÄSITTELY JA MATERIAALIVIRTOJEN HALLINTA

4.1 Materiaalinkäsittely teollisessa tuotantoympäristössä

Materiaalinkäsittely-termi viittaa materiaaliin olotilaan vaikuttaviin fyysisiin toimenpiteisiin, kuten materiaalin liikuttamiseen ja tuotannon muokkaamiseen. Varastointia ei itsessään lasketa materiaalinkäsittelyksi, mutta sen suunnittelu ja hallinta laskeetaan materiaalinkäsittelytoimenpiteeksi. Sisäiset siirrot kuuluvat olennaisesti tuotantolaitoksen materiaalivirtaan osana tuotantoa sisältäen lähetyksien purkamista, tuotantoon siirtämistä ja valmiiden tuotteiden pakkaamista. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 139.)

Teollinen tuotanto vaatii hyvin toteutetun logistiikan toimiakseen riittävän tehokkaasti. Logistiikan tavoitteena on sisäisten materiaalivirtojen ohjauksen ja hallinnan optimoiminen, materiaalin järjestäminen tuotantoa varten oikein ajoitettuna ja valmiiden tuotteiden hallinta aina varastoinnista siirtoihin toimitusketjun seuraaviin vaiheisiin. Teollisuudessa edellä mainittuja tilanteita kuvaamaan käytetään usein termejä tuotantoyksikön sisäinen logistiikka, tulologistiikka ja lähtölogistiikka. Erilaisten tuotteiden ja tuotantotapojen vuoksi tuotannon logistiikka voidaan toteuttaa monin eri keinoin. Tuotannon toimintatapojen laaja ymmärtäminen on välttämätöntä erilaisten logististen ratkaisujen ymmärtämisen ja kehittämisen kannalta. (Karrus 2001, 72-73.)

Materiaalinkäsittely voidaan toteuttaa kolmea eri periaatetta käyttämällä: mekaanisesti, puoliautomaattisesti tai automaattisesti. Mekaanisesti toteutetulla materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan ihmisten ja manuaalisten työkonien avulla tekemää materiaalinkäsittelyä. Lähtökohtaisesti automaatiota ei käytetä lainkaan tai ainakin hyvin rajoitetusti. Sisäisiin siirtoihin käytettävät siirtovälineet voivat olla esimerkiksi haarakavaunu, trukki ja pinoamisvaunu. Käytettäessä automaatiota mekaanisen materiaalinkäsittelyn tukena on kyseessä puoliautomaattinen materiaalinkäsittelyjärjestelmä. Automaattisessa materiaalinkäsittelyjärjestelmässä tavoitteena on toiminnan tehokkuuden kasvattaminen ja henkilöstötarpeen vähentäminen. Automaattisia järjestelmiä on käytössä etenkin korkeavarastoissa, joissa keräily tapahtuu tietokoneohjatuilla keräilijöillä. (Hokkanen ym. 2011, 140-148.)

Useimmiten tuotannon eri vaiheissa varastoidaan jotain materiaalia. Varastoitava materiaali voi olla esimerkiksi hinnan vuoksi suurissa erissä hankittua raaka-ainetta tai valmiita tuotteita, jotka odottavat toimitusta. Raaka-ainevarastoinnin tavoitteena voi olla esimerkiksi tuotannon jatkuvuuden varmistaminen tai halpa ostohinta. Keskenäinen tuotanto (myöhemmin KET) muodostaa kolmannen varastotyyppin. KET:llä tarkoitetaan tuotteita tai puolivalmisteita, joihin on jo käytetty resursseja, mutta joiden valmistusta ei ole vielä saatettu loppuun. KET:n hallinta on tärkeä osa materiaali-
virtojenhallintaa. Varastotasojen optimointi ja varaston kiertonopeuden parantaminen on kaikissa kolmessa mainitussa varastotyyppissä kriittisiä kehityskohteita. (Karrus 2001, 77.)

4.2 Materiaalivirta-analyysi

Materiaalivirta-analyysistä puhuttaessa tarkoitetaan materiaalin virtoja ja varastointia rajatulla alueella. Analyysillä on tarkoitus yhdistää materiaalin lähteet, kuljetusreitit ja loppukohteet. Tuloksena materiaalivirta-analyysi antaa järjestelmällistä ja kattavaa tietoa materiaalivirroista tutkittavalla alueella. Analyysin tavoitteena on hahmotella ja esittää systeemin materiaalivirrat yhdenmukaisella, ymmärrettävällä tavalla, vähentää monimutkaisia virtoja ja antaa tietoa resurssien hallinnan kehittämiseksi. (Brunner & Rechberger 2004, 3 & 28)

5 AUTOMAATIO SISÄISSÄ SIIRROISSA TUOTANTOYMPÄRISTÖSSÄ

5.1 Automaatio ja sen käyttökohteet

Yleisellä tasolla automaatiolla tarkoitetaan laitteita ja koneita, mitkä kykenevät suorittamaan niille määritettyjä tehtäviä ilman ihmisen välitöntä ohjausta. Automaatiota käytetään yleensä tehtäviin, jotka toistuvat samanlaisina, eivätkä tarvitse ongelmanratkaisukykyä. Tuotantoautomaatiota voidaan nykyään käyttää monipuolisesti erilaisiin tehtäviin, kuten kokoonpanoon, osavalmistukseen, pintakäsittelyyn ja materiaalinkäsittelyyn. Automaation käyttö on parhaimmillaan tilanteissa, joissa valmistetaan suuria määriä samanlaisia tuotteita ilman suuria vaihteluita. Työtehtävät, joissa toistuvuus on pieni ja/tai valmistus on monimutkaista, ovat vaikeita automatisoida. Esimerkiksi talon rakennus on vaikeasti automatisoitava prosessi. (Haverila ym. 2009, 493-494.)

5.2 Automatisoinnilla saavutettavat hyödyt

Materiaalinkäsittelyn automatisoinnilla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä tuottavuuden parantumisen, ihmistyövoiman tarpeen vähenemisen sekä työturvallisuuden ja laadun parantumisen muodoissa. Automatisointi tuo johdonmukaisuutta materiaalinkäsittely prosessiin. Eri ihmiset voivat käsitellä samaa konetta hyvinkin eri kuormittavuudella. Automatisoinnilla kaluston käyttö on yhdenmukaista ja tehokkaampaa, mikä näkyy kaluston kulumisen vähentymisenä ja tuottavuuden parantumisena. (Beilfuss 2014.)

Laadun parantuminen automatisoinnin avulla on seurausta koneen kyvystä suorittaa johdonmukainen toistettava prosessi aina samalla tavalla. Ihminen on taipuvainen tekemään virheitä, koska saman prosessin suorittaminen täysin samalla tavalla on mahdotonta. Automaation ennakoitavuuden ja johdonmukaisuuden ansiosta työturvallisuus lisääntyy. Automaattisesti toimivat koneet sisältävät sisäänrakennetun turvallisuusjärjestelmän, joka reagoi poikkeamiin ennalta määrätyllä tavalla lopettamalla toiminnan, pysäyttämällä väliaikaisesti ja/tai hälyttämällä. (Beilfuss 2014.)

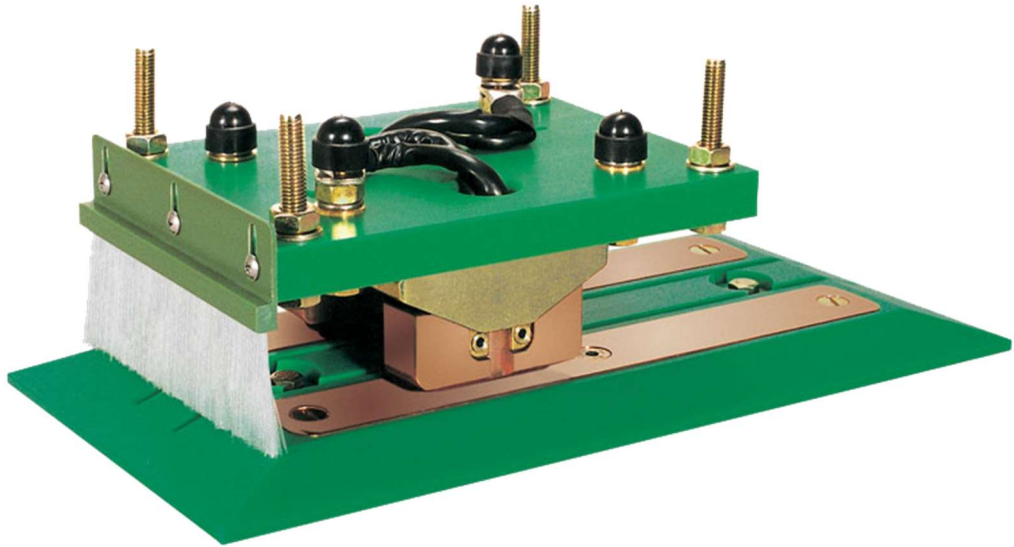
5.3 Vihivaunu

5.3.1 Vihivaunun toimintaperiaate

Vihivaunulla (eng. AGV, Automated guided vehicle) tarkoitetaan pyörillä kulkevaa tietokoneohjattua automaattitrukkia, jota voidaan käyttää kuorman kuljettamiseen ilman kyydissä olevaa kuljettajaa. Vaunu kulkee ennalta määrättyjä reittejä määritellyillä nopeuksilla ohjelmisto- ja anturiperusteisen ohjausjärjestelmän yhdistelmän avulla. Tavanomaisimmat käyttökohteet vihivaunulle ovat raaka-aineiden, KET:n ja valmiiden tuotteiden kuljetus osana tuotantolinjoja ja varastointia. (Automated guided vehicles n.d.)

Voimanlähteenä vihivaunuilla käytetään sähköä. Yleisimmin sähkölähteenä toimii akku, joka ladataan tai vaihdetaan sähkövarauksen laskiessa liian alas. Akun vaihto voidaan suorittaa manuaalisesti tai automaattisesti. (Power supply for automated guided vehicle systems n.d.)

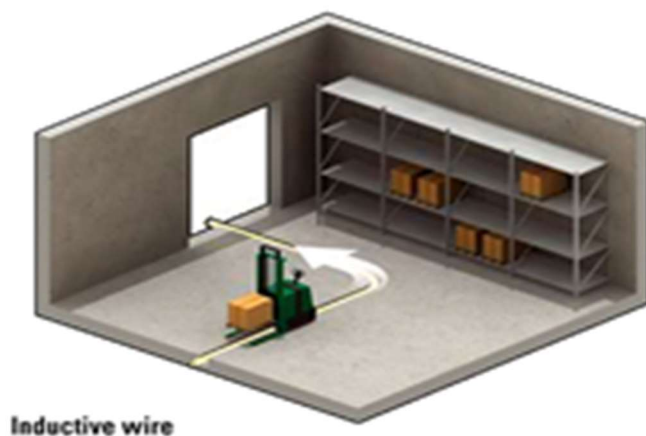
Vihivaunun akun lataus voidaan suorittaa mahdollisuuslatauksena (eng. opportunity charging). Tällä tarkoitetaan vihivaunun akun lataamista aina, kun tilanne sen sallii. Mahdollisuuslatausjärjestelmän avulla säästetään lattiapinta-alaa, sillä varsinaisia akunlataus ja -varastointitiloja ei tarvita. Järjestelmä vapauttaa myös henkilöstöä muihin tehtäviin. (Opportunity charging n.d.) Mahdollisuuslataus voidaan suorittaa lattiaan upotetun kontaktipinnan ja vihivaunun pohjaan asennettavan vastakappaleen välityksellä. Kuviossa 5 on esitetty latausjärjestelmän molemmat komponentit. [Charging contacts (BLS/BLK, SLS) n.d.]



Kuvio 5. Kontaktipintalatausjärjestelmä [Charging contacts (BLS/BLK, SLS) n.d.]

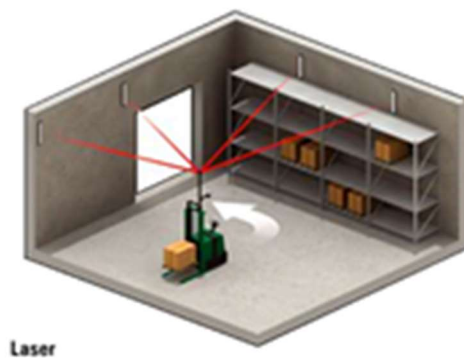
5.3.2 Vihivaunun navigointitavat

Vihivaunujen reittien ohjaukselle yleisimmät ohjaustavat ovat lattiaan upotettuun induktiokaapeloinnin muodostamaan kiinteään rataan perustuva ohjaustapa (ks. kuvio 6), joka oli käytössä myös varhaisten vihivaunujärjestelmien ohjauksessa. Teknologian kehittyminen on mahdollistanut myös vapaaseen sijaintimääritykseen perustuvan ohjauksen. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 146.)



Kuvio 6. Induktiokaapelijärjestelmän toimintaperiaate (Guidance / Navigation technology n.d.)

Kiinteä rata voidaan toteuttaa induktiokaapeloinnin lisäksi lattiapintaan asennetulla magneettinauhalla, valoherkällä kemikaalilla päällystetyllä nauhalla tai valoa heijastavalla nauhalla. Radan muokkaaminen on helpompaa käytettäessä lattian pintaan asennettavaa ohjainta verrattuna lattiaan upotettavaan ohjaimeen. Lattiaan upotettavan ohjausjärjestelmän käyttö tulee ajankohtaiseksi silloin, kun järjestelmä tulee pysymään kiinteänä koko toiminnassa olo aikansa. (Hokkanen ym. 2011, 146.)



Kuvio 7. Laserohjauksen toimintaperiaate (Guidance / Navigation technology n.d.)

Vapaaseen sijaintimääritykseen perustuvien järjestelmien yleisimmät käytetyt keinot ovat laserohjaus (ks. kuvio 7) ja magneettipisteisiin perustuva paikanmääritys (ks. kuvio 8). Molemmat ohjausjärjestelmät ohjaavat vaunua sen tietokoneeseen syötettävään reittikarttaan määritettyjen kulkureittien mukaan. (Hokkanen ym. 2011, 146-147.)

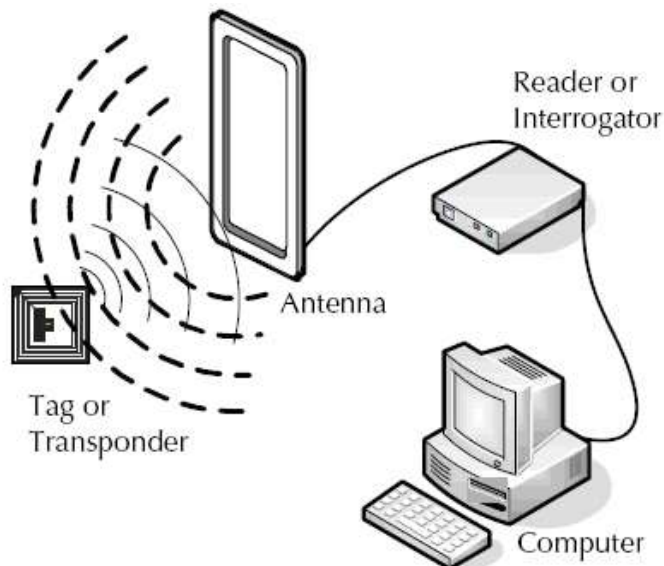


Kuvio 8. Magneettipisteiden toimintaperiaate (Guidance / Navigation technology n.d.)

Luonnollinen navigointi on yksi vapaan sijaintimäärityksen tyyppi. Navigointijärjestelmä kartoittaa alueen muistiinsa ja käyttää ohjauksen tukena laserpuskureita ja joi-takin kiinteitä vertailupisteitä. Vaunun liikkumisen kannalta luonnollinen navigointi järjestelmä on kaikista joustavin, koska järjestelmää voidaan laajentaa tekemättä muutoksia käyttöpaikkaan ja se toimii tiheästi muuttuvissa ympäristöissä. (Guidance / Navigation technology n.d.)

5.3.3 Kappaleentunnistus menetelmät

Kappaleentunnistamiseen käytetään automaattista tunnistus- ja datankeruujärjestelmää (engl. AIDC, automatic identification and data collection). AIDC voidaan toteuttaa useita erilaisia teknologioita käyttäen. Käytetyimmät ovat viivakoodi ja RFID eli radiotaajuinen etätunnistus tagin ja lukijan avulla (ks. kuvio 9). Tunnistaminen voidaan hoitaa myös optisen tai ultraääniskannauksen ja punnituksen avulla. Erilaisten tunnistusmenetelmien yhdistelmät ovat myös mahdollisia. [Automatic identification and data collection (AIDC) n.d.]



Kuvio 9. RFID:n toimintaperiaate (What is RFID? N.d.)

5.3.4 Vihivaunutyytit

Erityyppisiä vihivaunuja on olemassa useita erilaisia. Yksinkertaisin tyyppi on automatisoitu vaunu (ks. kuvio 10). Automatisoidun vaunun etuna on yksinkertaisuus ja matalat implementointikustannukset verrattuna muihin tyypeihin. Yksikkökuormavihivaunua (engl. Unit load AGV) (ks. kuvio 11) käytetään kuormien, kuten kuormalavojen, nippujen ja astioiden, kuljettamiseen haarukan tai vaunun kannen päällä. (Automated guided vehicles n.d.)



Kuvio 10. Automatisoitu vaunu (Automatic guided carts n.d.)



Kuvio 11. Yksikkökuormavihivaunu (automated guided vehicles n.d.)

Hinaavaa vihivaunua käytetään moottoroimattomien kärkyjen vetämiseen ja kuormattuja kärkyjä voi olla useita peräkkäin (ks. kuvio 12) (Automated guided vehicles n.d.). Automaattitrucki (ks. kuvio 13) on automaattisesti toimiva miehittämätön haarukalla varustettu vihivaunu. Automaattitrucki on yleisin vihivaunutyyppi monipuolisuutensa vuoksi. Trucki kykenee toimimaan nosto- ja jätötehtävissä lattiatasossa,

hyllystöissä, tasoilla ja kuljettimilla. Käsiteltävät kuormat voivat olla esimerkiksi kuormalavoja, laatikoita ja rullia. (FLV – Fork lift vehicle AGV n.d.)



Kuvio 12. Hinaava vihivaunu [Automated guided vehicle (AGV) & automatic guided cart (AGC) systems n.d.]



Kuvio 13. Automaattitrucki kuljettamassa kahta täyttä kuormalavaa (Automated guided & robotic vehicles n.d.)

Hybridivihivaunulla tarkoitetaan automaattitruckia, jota voi ohjata myös manuaalitrukin tapaan ihmisen toimesta. Hybridi vihivaunun etuna on sen joustavuus yllättävien tilanteiden varalle, joista tietokone ei selviäisi, mutta ihminen voisi manuaaliohjauksella hoitaa. (Hybrid automated guided vehicles n.d.)

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

6.1 Tutkimus- ja aineistonkeruumentelmät

Tämä opinnäytetyö oli kvalitatiivinen tutkimus ja käytetyt menetelmät olivat sopivia tämän tyyppisen tutkimuksen toteuttamiseen. Työssä aineistonkeruuseen käytettiin osallistuvaa havainnointia, kirjallisia- ja internetaineistolähteitä sekä pienissä määrin myös haastattelua. Tutkija toteutti omaa havainnointia toimimalla trukinkuljettajana tutkittavalla alueella. Tutkijan oman havainnoinnin avulla materiaalivirtojen käyttäytymisestä saatiin selkeä kuva.

6.2 Layoutin luominen Microsoft Visio –ohjelmiston avulla

Layoutien piirtämiseen käytettiin Microsoftin Visio vuokaavio- ja kaavio-ohjelmistoa. Tehtaan pohjapiirroksen mitat saatiin mittaamalla ne toimeksiantajan antamasta tehtaan pohjapiirroksista. Tästä johtuen layoutien mitat eivät ole millimetrintarkkoja, eikä sen vuoksi voi sellaisenaan käyttää. Mittasuhteet eri layoutin osien välillä ovat kuitenkin yhtäläiset, joten piirroksia voidaan käyttää tukena tilankäyttöä suunniteltaessa.

6.3 Nykytila-analyysi

6.3.1 Materiaalivirtojen nykytila

Metsä Woodin havunvaneritehtaan viimeistelyyn ja osittain myös keskilattian alueeseen liittyvät materiaalivirrat ovat nykytilassa hieman ongelmalliset. Liitteessä 1 on kuvattu tehtaan nykytilan layout materiaalivirtoineen tutkittavan alueen osalta. Kaikki materiaalivirtausnuolet kuvastavat manuaalitrukilla tehtäviä siirtoja eri työpisteiden välillä, lukuun ottamatta tilannetta, jossa puristetut aihiot menevät suoraan kittaukseen. Eri vaiheessa olevien puolivalmisteiden materiaalivirtanuolet on erotettu toisistaan eri väreillä:

- Vaalean sininen – Kitatut aihiot
- Keltainen – Puristetut aihiot

- Violetti – IMEAS-hiomakoneella hiotut aihiot
- Vihreä – Kimwood-hiomakoneella hiotut vanerit
- Tumman sininen – Homag-sahalla sahatut vanerit
- Punainen – Schelling-sahalla sahatut vanerit
- Harmaa – Pakatut vanerit

Liitteessä 1 voidaan huomata, että puristetuille ja kitatuille aihioille kuljetusmatkat voivat olla hyvinkin pitkiä. Kitattujen aihoiden tulisi kuivua noin kahden tunnin ajan ennen hiomista (Karvonen 2018). Kuivumisajasta johtuen kitatut aihiot pyritään aina välivarastoimaan odottamaan jatkokäsittelyä. Lattiatasossa kitattu aihio voi kulkea trukin haarukalla noin 130 metrin matkan kittauksen purkupään ja hiomakoneen syötön välillä. Lattiatasossa tapahtuvan siirron lisäksi aihiot välivarastoidaan päällekkäin maksimissaan neljän aihion torneiksi.

IMEAS-hiomakoneelta tulevat aihiot menevät Homag-sahalle tai Schelling-sahalle riippuen valmistettavasta vanerista. Välivarastointi tapahtuu purkupään läheisyydessä, jos tilaa on riittävästi. Hiomakoneelta Schelling-sahalle menevät aihiot joutuvat kulkemaan suhteellisen pitkän matkan takaisinpäin. Kyseessä olevat aihiot kuljettetaan sahauksen jälkeen yleensä vielä koivutehtaan puolelle työstöön. Kokonaiskuljetusmatka tässä tilanteessa eri työpisteiden välillä muodostuu suhteellisen pitkäksi.

Moppilinjalle eli pintakäsittelylinjalle menevät vanerit siirtyvät yleensä suoraan moppilinjalta pakkauslinjalle, mutta tarvittaessa voidaan nostaa trukilla pois linjalta odottamaan jatkokäsittelyä.

Suuri osa materiaalivirroista risteää pienellä alueella. Risteävät virrat ei kuitenkaan sinänsä aiheuta juurikaan ongelmia, koska alueella työskentelee pääsääntöisesti vain yksi trukki. Suurempi ongelma nykytilan materiaalivirroissa on pitkät siirtomatkat tietyissä tilanteissa.

6.3.2 Sisäisten siirtojen nykytila

Havuvaneritehtaan sisäiset siirrot aina sorvauksesta valmiiseen pakattuun vaneriniippuun toteutetaan neljällä vastapainotrukilla. Poikkeuksena ladotut niput siirtyvät

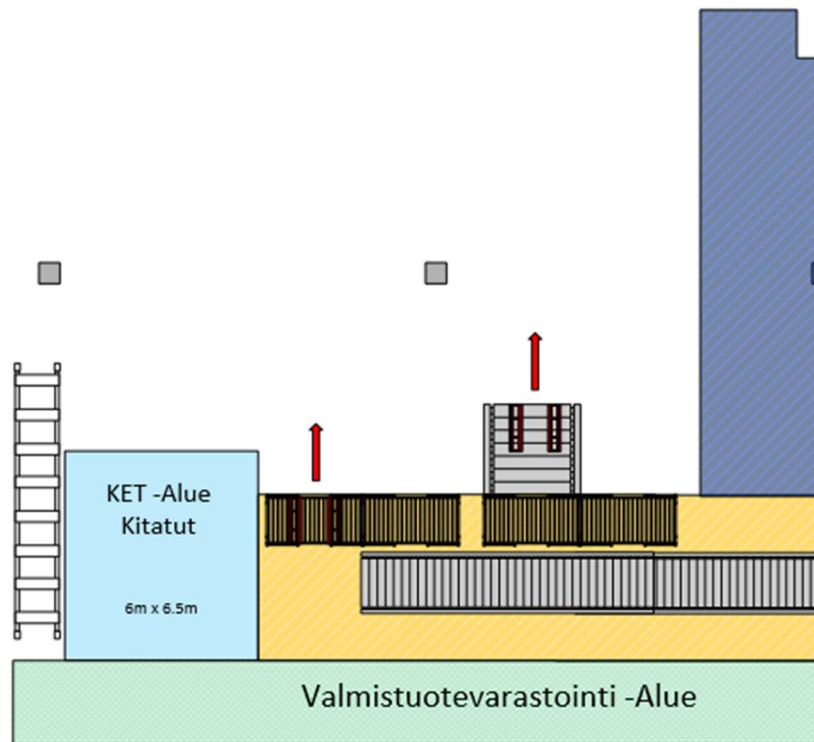
molemmilta ladontapisteiltä kuljetinvaunulla puristimille ja Homag-sahalta osa nippuista menee suoraan pakkaukseen kuljettimen ja kuljetinvaunun avulla.

Trukkien työalueet tehtaalla on jaettu neljään osaan: ”Sorvi”, ”Keskilattia”, ”Viimeistely” ja ”Uusi puoli”. Työssä tutkittu alue liittyy eniten viimeistelyn trukin alueeseen, mutta siihen liittyy pienissä määrin myös uuden puolen ja keskilattian trukit. Liitteessä 2 on kuvattu tutkittavan alueen materiaalin etenemisen prosessi pääpiirteittäin viimeistelyn trukin työtehtävien näkökulmasta. Trukin kuljettajan tehtävänä on rytmittää materiaalsiirrot eri pisteiden välillä siten, että tuotanto toimii keskeytmättä.

7 LAYOUTRATKAISUT

7.1 Layoutvaihtoehto 1

Ensimmäisessä layoutvaihtoehdossa, manuaalisessa vaihtoehdossa, automaation taso ei ole nostettu lainkaan (ks. kuvio 14). Vanhan Schelling-sahan poistuminen mahdollistaa kitattujen aihoiden saamisen lähemmäksi jatkokäsittelypaikkoja. Suurin muutos nykytilaan verrattuna on kittilinjan purkupäähän mahtuvien aihoiden lukumäärä. Nykytilassa ensimmäiseen purkupisteeseen mahtuu yhteensä kaksi nippua ja toiseen yksi nippu. Tässä layoutvaihtoehdossa ensimmäiseen purkupisteeseen mahtuu neljä nippua ja jälkimmäiseen kaksi nippua.



Kuvio 14. Layout 1

Purkupisteiden tullessa täyteen kittilinja ei pysty jatkamaan aihoiden kittausta ennen kuin trukki ottaa nipun pois purkupisteeltä. Kittilinjan kapasiteetin lisäämistavoitteen vuoksi purkupisteiden kapasiteetin lisääminen on perusteltua. Purkupisteiden kapasiteetin kasvattaminen lisää myös materiaalinkäsittelyn joustavuutta alueella, koska trukin käyttäjän ei tarvitse yhtä usein käydä kittilinjan purkupäätä tyhjentämässä.

Kittilinjanpään ja kuormalavahyllykön väliin on suunniteltu alue kitattuja aihioita varten. Varatulla alueella on tilaa yhteensä 40 nipulle. Niput varastoidaan torneihin, joissa on enimmillään neljä nippua. Tällaisia torneja alueelle mahtuu kaksi rinnakkain ja viisi jonoon.

Tässä layoutvaihtoehdossa lattiapinta-alan käyttö on jätetty hyvin pienimuotoiseksi, mikä mahdollistaa alueen käytön suunnittelun muille toiminnoille. Lattiapinta-ala

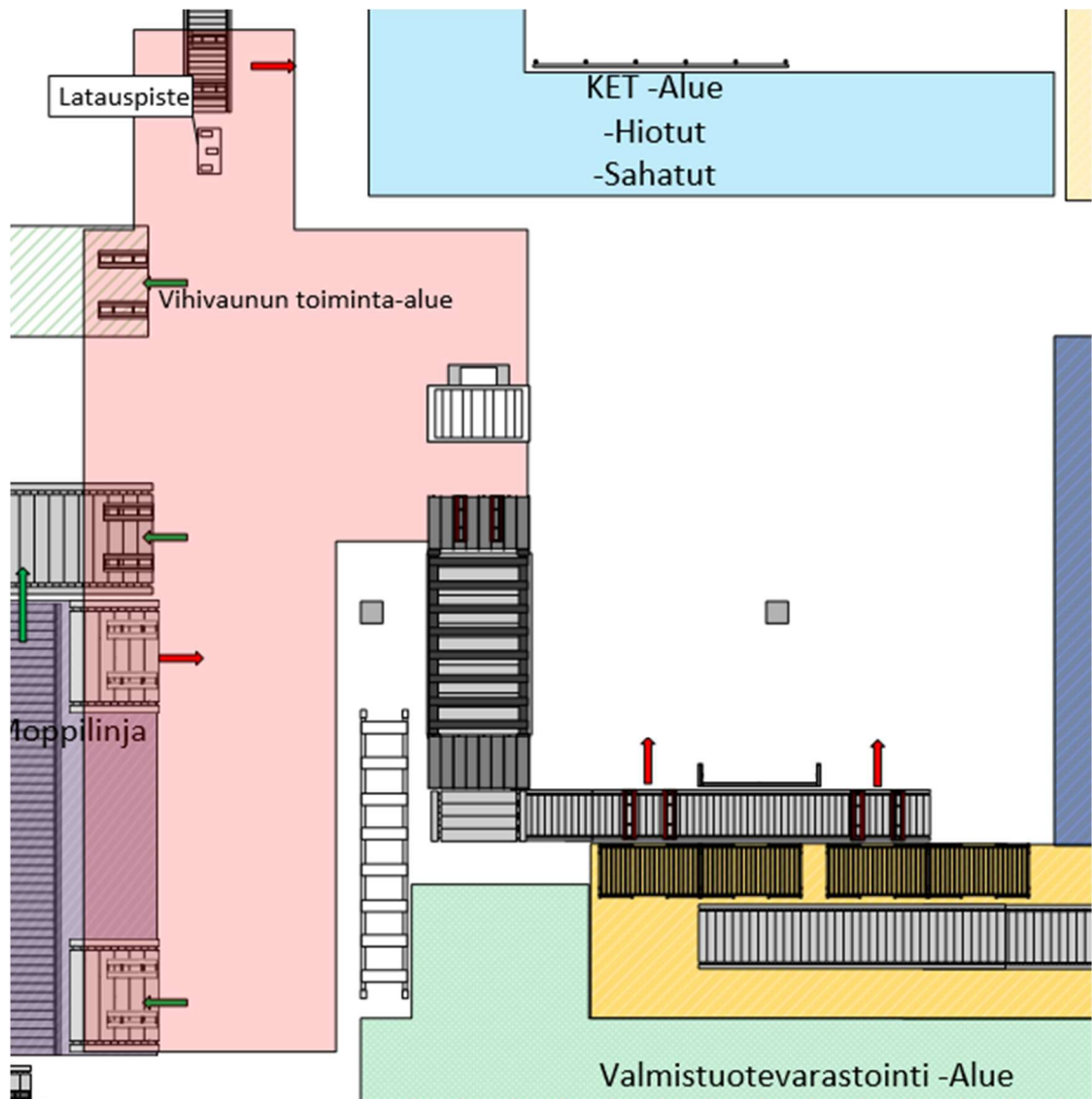
välivarastointia varten on paljon ja sahan poistumisen myötä tilaa tulee myös pakatuille vanereille.

Materiaalivirtojen kehityksen nykytilaan verrattuna voi nähdä selvästi liitteestä 3. Kitattujen nippujen kuljetusmatka pienenee merkittävästi. Tällä hetkellä kitatut niput kulkevat noin 130 metrin matkan ja tässä layoutvaihtoehdossa kuljetusmatka putoaa noin 35 metriin. Lisäksi trukin tyhjänä ajo vähenee radikaalisti. IMEAS-hiomakoneelle menevät kittamattomat puristetut aihiot joudutaan edelleen kuitenkin kuljetta-
maan pitkä matka johtuen puristimien purkupään sijainnista. Kuten aiemmin mainittu, kitattujen nippujen osuutta tuotannossa on tavoitteena nostaa, jolloin kittamattomien nippujen sisäisten siirtojen merkitys vähenee.

7.2 Layoutvaihtoehto 2

7.2.1 Layout

Vaihtoehdossa numero 2 on käytetty kuljettimia, nostopöytiä ja vihivaunua materiaalin välivarastointiin ja siirtoihin (ks. kuvio 15). Kitatut niput siirtyvät kuljetinta pitkin kaksikerroksisen radan alkupäähän. Alakerroksen ollessa täynnä radan alkupään nostopöytä nostaa nipun päällimmäiseen kerrokseen. Radan toisessa päässä on nostopöytä, jolla toisessa kerroksessa olevat niput saadaan laskettua alas. Nostopöydät on varustettu rullakuljettimilla, joten ne toimivat osana koko rataa alakerroksessa.



Kuvio 15. Layout 2

Kaksikerroksisuuden ideana on hyödyntää tehdasrakennuksen vapaata korkeutta lattiapinta-alan säästämiseksi. Lattiapinta-alan säästön lisäksi ratkaisu kasvattaa välivarastointi kapasiteettia kitatuille nipuille. Kokonaisvarastointi kapasiteetti radalle sekä kittilinjan purkupään kuljettimelle ja lokeroille on 18 nippua. Ylitäytön ja yllättävien tilanteiden varalta nippuja voidaan nostaa pois myös manuaaliturkilla radan päästä ja kittilinjan purkupisteiltä. Liitteessä 4 on kuvattu tämän layout vaihtoehdon materiaalivirrat. Materiaalivirrat ovat samankaltaiset manuaalivaihtoehdon kanssa, mutta välivarastointia ei erikseen suoriteta, jos sille ei ole tarvetta. Vaaleansininen paksu nuoli ja vihreä nuoli Kimwoodin purkupäästä pakkauksen ja moppilinjan syöttöpisteisiin ovat vihivaunulla tehtäviä siirtoja.

7.2.2 Automaatio

Materiaalin siirrot vaihtoehdossa kaksi toteutetaan kuljettimella varustetun vihivaunun avulla, jonka navigointi menetelmä perustuu luonnolliseen navigointiin (ks. kapale 5.3.2 Vihivaunun navigointitavat). Kuljettimella varustetulla vihivaunulla, kookkaiden nippujen siirrot voidaan toteuttaa turvallisesti. Haarukalla varustettu automaattitrucki voisi soveltua myös nippujen liikutteluun, mutta nostotarpeen puuttessa sen käyttö ei ole tarpeellista. Vaunun toiminta-alue on määritetty layoutissa (ks. kuvio 14). Luonnollisella navigoinnilla vihivaunu kykenee liikkumaan joustavammin eri syöttö- ja purkupisteiden välillä ja myös toiminta-aluetta voidaan muuttaa helposti. Nippujen tunnistus tapahtuu nippuun kiinnitetyn viivakoodin välityksellä. Viivakoodi pitää sisällään levyn paksuuden ja laadun. Vanerinvalmistuksen työstövaiheista johtuen RFID:n käyttö ei ole järkevää. Nipun tunnistus tarvitsee tehdä vain yhden kerran, koska seuraavassa vaiheessa nipun käsittely hoidetaan manuaalitruckilla, jolloin ei tarvita erillistä tunnistusjärjestelmää.

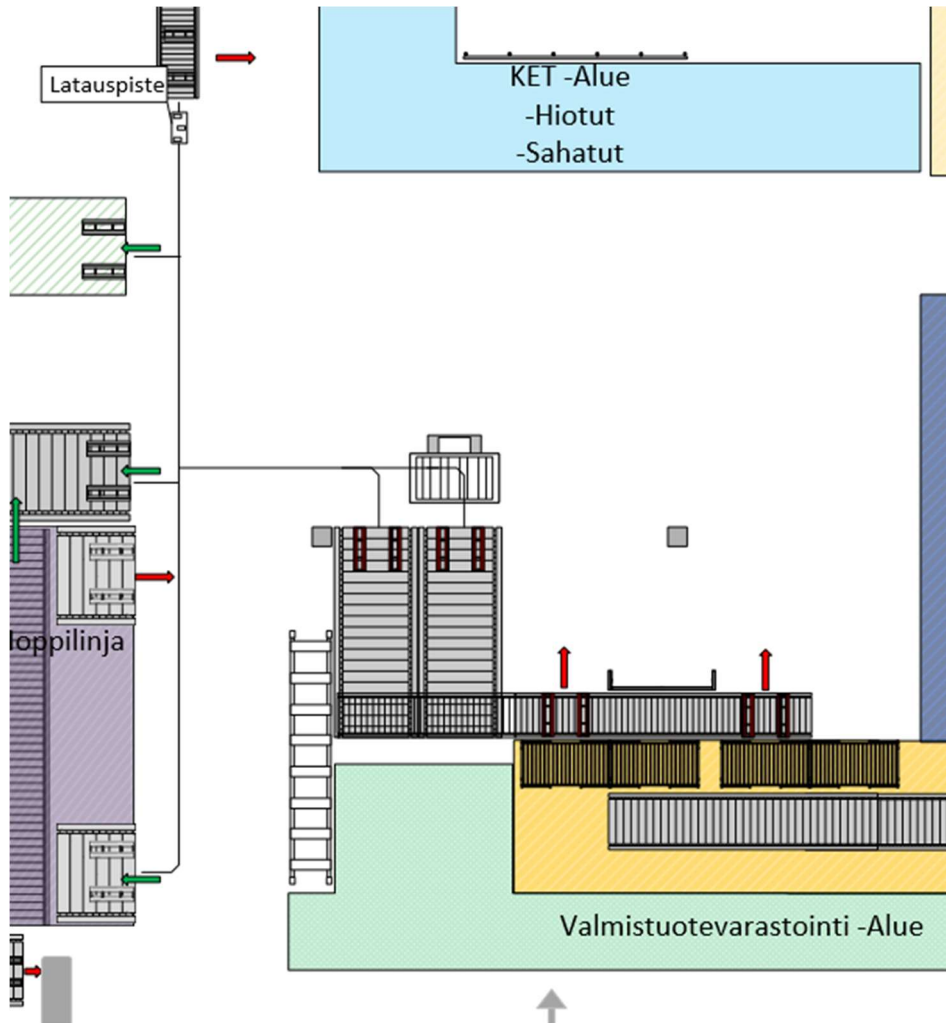
Vaunulla on tarkoitus kuljettaa Kimwood-hiomakoneelta pakkaukseen ja pintakäsittelyyn meneviä nippuja sekä kitattuja nippuja IMEAS-hiomakoneelle. Vihivaunun latauspiste sijaitsee Kimwood-hiomakoneen purkupään vieressä, jossa vaunu lataa itseään aina silloin, kun ei ole siirtämässä materiaalia. Lataaminen tapahtuu lattiaan upotetun kontaktipinnan välityksellä. Välivarastointi tehtävät hoidetaan manuaalitruckilla, koska kuljettimella varustettu vihivaunu ei ole sopiva ratkaisu hoitamaan välivarastointia ilman hyllystöä tai muuta vastaavaa paljon pinta-alaa vaativaa kiinteää ratkaisua.

7.3 Layoutvaihtoehto 3

7.3.1 Layout

Layout vaihtoehdossa kolme on käytetty ketju- ja rullakuljettimien yhdistelmää sekä kuljettimella varustettua vihivaunua (ks. kuvio 16). Layoutissa on kaksi rataa, joihin

kitatut niput välivarastoidaan odottamaan vihivaunun suorittamaa kuljetusta IMEAS-hiomakoneelle. Kahden radan tarkoituksena on mahdollistaa tarvittaessa kahden eri aihiolaadun välivarastoinnin. Kummallekin radalle mahtuu viisi nippua ja sen lisäksi kittilinjan purkupisteille sekä kittilinjan purkupään kuljettimelle ja lokeroihin yhteensä seitsemän nippua.



Kuvio 16. Layout 3

Molemmilla radoilla, sekä myös kittilinjan purkupisteillä on mahdollisuus myös manuaalitrukilla nippujen purkamiseen. Manuaalitrucki optio on yllättävien tilanteiden varalle, kuten hiomakoneen rikkoutumisen tai vihivaunun vikaantumisen varalle. Hiomakoneen rikkoutuessa kittilinjan ratojen välivarastointikapasiteetti ei riitä kovin pit-

käksi aikaa, jolloin voidaan manuaalitrukilla välivarastoida niput muualle. Muualle välivarastoidut niput voidaan myöhemmin siirtää takaisin radoille vihivaunun kuljetettavaksi, jos tilanne sen sallii.

Tämä layout vaihtoehto vie kahden radan vuoksi enemmän lattiapinta-alaa kuin aikaisemmat vaihtoehdot, mutta tilankäyttö on kuitenkin pyritty toteuttamaan tehokkaasti. Liitteessä 5 on kuvattu kolmannen layout vaihtoehdon materiaalivirrat, jotka ovat käytännössä identtiset edellisen vaihtoehdon kanssa.

7.3.2 Automaatio

Tässä layoutissa materiaalinkäsittely sisäisissä siirroissa tapahtuu myös kuljettimella varustetun vihivaunun avulla, mutta poikkeuksena vihivaunu navigoi lattiaan upotetun induktiokaapeloinnin avulla. Vihivaunu kulkee ainoastaan rataa pitkin, joten vaunun liikkeet ovat paremmin ennakoitavissa. Tämä helpottaa tutkittavan alueen muuta toimintaa ja alueen käyttöä. Nippujen tunnistus tapahtuu myöskin viivakoodin välityksellä. Vaunun käyttötarkoitus on käytännössä sama kuin vaihtoehdon kaksi vihivaunulla.

7.4 Layoutien vertailu

Kaikki kolme layout vaihtoehtoa pitävät sisällään saman merkittävästi materiaalivirtoihin vaikuttavan ominaisuuden. Vanhan sahan poistuminen mahdollistaa kitattujen nippujen saamisen ja välivarastoinnin huomattavasti lähemmäksi jatkokäsittelypaikkoja. Poistuvan sahan nykyään tekemät sahaukset tullaan tekemään Super Schelling sahalla. Tästä johtuen eri alueiden trukkien vastualueet tulee suunnitella uudelleen. Kaikki layoutit vähentävät kuitenkin manuaalitrukin käyttötarvetta.

Taulukossa 1 on vertailtu layoutvaihtoehtoja keskenään eri ominaisuuksien näkökulmista. +-merkkien avulla on kuvattu layout vaihtoehdon vaikutusta vertailtavaan ilmiöön.

- + - vähäinen

- ++ - melko suuri
- +++ - suuri

Manuaalisen vaihtoehdon etuna on sen yksinkertaisuus ja vähäinen investointitarve. Tämä layout ei myöskään vaadi minkään uuden järjestelmän implementointia. Kuljetusmatkojen lyhentyessä ja kittilinjan purkupään kapasiteetin kasvattaminen kevenävät trukin käyttötarvetta alueella.

Taulukko 1. Layoutien vertailu

	Layout 1	Layout 2	Layout 3
Kiinteä lattiapinta- alan käyttö	+	++	+++
Investointitarve	+	+++	+++
Manuaalitruckin käyt- tötarve	+++	+	+
Automaatioaste	-	+++	+++
Käyttökoulutustarve	+	+++	+++

Molemmat automaatiota sisältävät vaihtoehdot ovat hyvin samankaltaisia. Navigointijärjestelmä on käytännössä ainoa eroavaisuus näiden kahden vihivaunujärjestelmän välillä. Induktiokaapelointi on muunneltavuutta ja joustavuutta ajatellen huonompi vaihtoehto luonnolliseen navigointijärjestelmään verrattuna. Vihivaunujärjestelmät tarvitsevat toimintakuntoon saattamiseksi investointeja itse vaunuja varten, mutta myös tieto- ja ohjausjärjestelmiä varten. Edellä mainittujen lisäksi, IMEAS-hiomakoneen sekä pintakäsittely- ja pakkauslinjan syöttöpisteet tulee muuntaa vihivaunujärjestelmälle sopivaksi.

Kitattujen nippujen radat on automaatiövaihtoehdoissa toteutettu eri periaatteilla. Layout vaihtoehdon kaksi kaksikerroksinen rata on monimutkaisempi verrattuna kolmannen vaihtoehdon kahteen rinnakkain olevaan rataan. Lattiapinta-alaa kolmas vaihtoehto vie noin 6 m² enemmän. Suhteellinen ero on 12,5%.

Automaation mukaan ottaminen sisäisissä siirroissa vähentää tutkittavan alueen manuaalitrukin käyttötarvetta, mutta ei kuitenkaan kokonaan poista sitä yllättävien tilanteiden ja erilaisten häiriöiden vuoksi. Tämä seikka puhuu automatisointia vastaan, sillä automaatiolla pyritään pääsemään mahdollisimman korkeaan käyttöasteeseen.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työn tavoitteena oli tutkia ja luoda layoutvaihtoehtoja poistuvan sahan alueelle sekä tutkia vihivaunujärjestelmän käyttömahdollisuutta vanerinippujen sisäisissä siirroissa. Muutoksen tuomia vaikutuksia materiaalivirtoihin tutkittiin materiaalivirta-analyysin avulla. Vihivaunujärjestelmän käytettävyyteen liittyvä aineisto kerättiin alan yritysten verkkosivuilta ja kirjallisuudesta.

Tuloksena saatiin kolme layoutvaihtoehtoa, joista kahdessa mukana on vihivaunujärjestelmä. Layoutsuunnitteluun käytettiin systemaattisen layoutsuunnittelun yksinkertaistettua versiota, koska tutkittava alue oli suhteellisen pieni ja työpisteiden ja toimintojen välisiä suhteita oli määrällisesti vähän. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi yksinkertaistettu versio oli riittävä. Automaatiota sisältävissä vaihtoehdossa olisi voinut kehittää enemmän toisistaan poikkeavat ratkaisut niin vihivaunujärjestelmien kuin välivarastoinnin osalta. Samankaltaiset vaihtoehdot eivät tarjoa tarpeeksi monipuolista kuvaa kaikista mahdollisuuksista, mitä automatisointi voisi tarjota.

Kaikissa kolmessa vaihtoehdossa materiaalivirtojen kehittyminen on saman suuntaista. Suurin vaikutus on kitattujen nippujen kuljetusmatkan merkittävä lyhentyminen, joka saavutetaan kittilinjan purkupään uuden sijainnin avulla ja välivarastoinnin mahdollistumisella lähemmäksi jatkokäsittelypaikkoja. Manuaalisen pohjaratkaisun suurimpana etuna on vähäinen investointi- ja muutostöiden tarve. Pelkkä kuljetusmatkojen lyhentyminen vähentää trukin käyttötarvetta siinä määrin, että eri työskentelyalueiden trukkien työtehtäviä yhdistelemällä voitaisiin mahdollisesti yksi trukki neljästä ottaa pois käytöstä ainakin kiireaikojen ulkopuolella. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan sisällä toimeksiantajaa

kiinnostavaa vihivaunujärjestelmää. Tässä tilanteessa tämä vaihtoehto on kuitenkin vartenotettava, koska käyttöönotto olisi helppoa ja tehokasta investointi- ja muutostöiden tarpeen vähyyden vuoksi. Vaikutus materiaalivirtaan on joka tapauksessa merkittävä.

Tutkimus osoitti, että vihivaunujärjestelmää on mahdollista käyttää nippujen liikutteluun tehtaalla. Suurimpana haasteena on vihivaunun kykenemättömyys tehokkaaseen välivarastointiin tässä ympäristössä verrattuna manuaalitrukilla kyettävään välivarastointiin. Tämä aiheuttaa sen, että välivarastointi kitattujen nippujen osalta hoidetaan lattiapinta-alaa vievillä ratkaisulla. Nykyisten jatkokäsittelypaikkojen syöttöpisteet täytyy muuttaa vihivaunujärjestelmälle sopivaksi. Automaatiota sisältävien ratkaisujen etuna kuitenkin on ihmistyövoimantarpeen pieneneminen. Laadun parantuminen on myös yksi positiivinen seuraus automaatiosta, koska esimerkiksi ihmisen virheistä johtuvat nippujen kolhimiset vähenevät. Automaattoratkaisujen käytön suuri investointitarve on seikka, jota tulee tutkia ennen kuin järjestelmän hankintaa suunnitellaan.

Tarkkojen mittojen puuttuminen layoutsuunnitellua tehdessä vaikutti tulosten käytettävyyteen sellaisenaan. Luotettavuuden näkökulmasta tarkoilla mitoilla olisi saatu parempi tulos. Materiaalivirtojen analysointi myös numeerisella tasolla olisi tuonut enemmän luotettavuutta käytettyyn materiaalivirtanuolien suhteelliseen kokoon verrattuna.

Jatkotoimenpiteenä tulisi miettiä sisäisten siirtojen automatisointia laajemmin, kuin vain yhdellä suhteellisen suppealla alueella. Pakattujen vanerinippujen varastointi voisi olla potentiaalinen kohde automatisoinnille, koska pakkauksissa on valmiiksi kiinni tuotetiedot ja viivakoodit sekä päällekkäisen välivarastoinnin mahdollistavat purilaat. Haarukalla varustettu automaattitrucki kykenisi hoitamaan nippujen välivarastoinnin päällekkäin ja samalla saataisiin lastaustrukille järjestelmän kautta tiedot, missä lastattavat vanerit sijaitsevat.

Sahan poistumisen ajankohdan epävarmuus sekä kittilinjan kapasiteetin nostamisen keinoihin liittyvät tuntemattomat tekijät toivat suuren haasteen opinnäytetyön

suunnitteluun ja tekemiseen, mutta työn tuloksia voidaan vähintäänkin osittain hyödyntää tulevaisuudessa. Kokonaisuudessaan työ antaa toimeksiantajalle hyvää tietoa vihivaunujärjestelmiin liittyvistä asioista sekä ideoita vapautuvan lattiapinta-alan käytölle tulevaisuudessa.

Lähteet

Automatic identification and data collection (AIDC). N.d. Artikkelit automaattisesta tunnistamisesta ja datankeruusta MHI:n verkkosivulla. Viitattu 1.4.2018.

<http://www.mhi.org/fundamentals/automatic-identification>

Automatic guided carts. N.d. Automatisoidun vaunun kuva Abco Automationin

verkkosivulla. Viitattu 13.3.2018. <http://abcoautomation.us/automatic-guided-carts/>

Automated guided & robotic vehicles. N.d. Artikkelit KMH-systemsin verkkosivulla.

Viitattu 13.3.2018. <https://www.kmhsystems.com/forklifts/automated-guided-robotic-vehicles/>

Automated guided vehicle (AGV) & automatic guided cart (AGC) systems. N.d.

Artikkelit automaattitrukeista Integrated systems design –verkkosivulla. Viitattu

13.3.2018. <http://www.isddd.com/agv-agc>

Automated guided vehicles. N.d. Yleiskuvaus vihivaunusta MHI:n verkkosivulla. Viitattu

13.3.2018. <http://www.mhi.org/fundamentals/automatic-guided-vehicles>

Beilfuss, D. 2014. Benefits of automated material handling systems. Webinaari-video. Magnetek material handling. Viitattu 29.3.2018.

<http://www.magnetekmh.com/Material%20Handling/Automation%20Webinar%20Video>

Brunner, P. & Rechberger, H. 2004. Practical handbook of material flow analysis. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press LLC

Charging contacts (BLS/BLK, SLS). N.d. Artikkelit kontaktipinta latausjärjestelmästä

Vahlen verkkosivulla. Viitattu 2.4.2018. <https://www.vahleinc.com/charging-contact-bls-blk-sls.html>

FLV – Fork lift vehicle AGV. N.d. Automaattitrukin tuotekuvaus Dematicin

verkkosivulla. Viitattu 13.3.2018. <http://www.egemin-automation.com/en/automation/material-handling-automation-ha-solutions-agv-systems-agv-types/forklift-agv>

Guidance / Navigation Technology. N.d. AGV –järjestelmien ohjaus ja navigointi järjestelmien tietosivu transroboticsin verkkosivulla. Viitattu 14.3.2018.

<https://www.transbotics.com/learning-center/guidance-navigation>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Hämeen Kirjapaino.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Jyväskylä: Sho Business Development.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uud. p. Helsinki: Tammi.

Hybrid automated guided vehicles. N.d. Artikkelin hybridi automaattitrukista Dematicin verkkosivulla. Viitattu 26.3.2018.

<http://egeminusa.com/automated-guided-vehicles/agv-types/hybrid-egv/>

Kananen, J. 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Karrus, K. 2001. Logistiikka.3. uud. p. Juva: WS Bookwell.

Karvonen, P. 2018. Vuoro-esimies. Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat. Haastattelu 6.3.2018.

Metsä Wood lyhyesti. N.d. Yritysesittely Metsä Woodin verkkosivuilla. Viitattu 3.3.2018. <https://www.metsawood.com/fi/yritys/Pages/Yritys.aspx>

Muther, R. & Hales, L. 2015. Systematic Layout Planning. Fourth Edition. Marietta, Georgia, USA: Management & Industrial Research Publications. Viitattu 5.3.2018 <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Systematic-Layout-Planning-SLP-4th-edition-soft-copy.pdf>

Opportunity charging. N.d. Raymond Handlingin verkkosivujen artikkeli mahdollisuuslataus-järjestelmästä. Viitattu 2.4.2018.

<https://raymondhandling.com/dictionary/opportunity-charging/>

Power supply for automated guided vehicle systems. N.d. Selonteko vihivaunujärjestelmien energiajärjestelmästä EK-automationin verkkosivulla. Viitattu 2.4.2018. <http://ek-automation.com/technology/energy-system/>

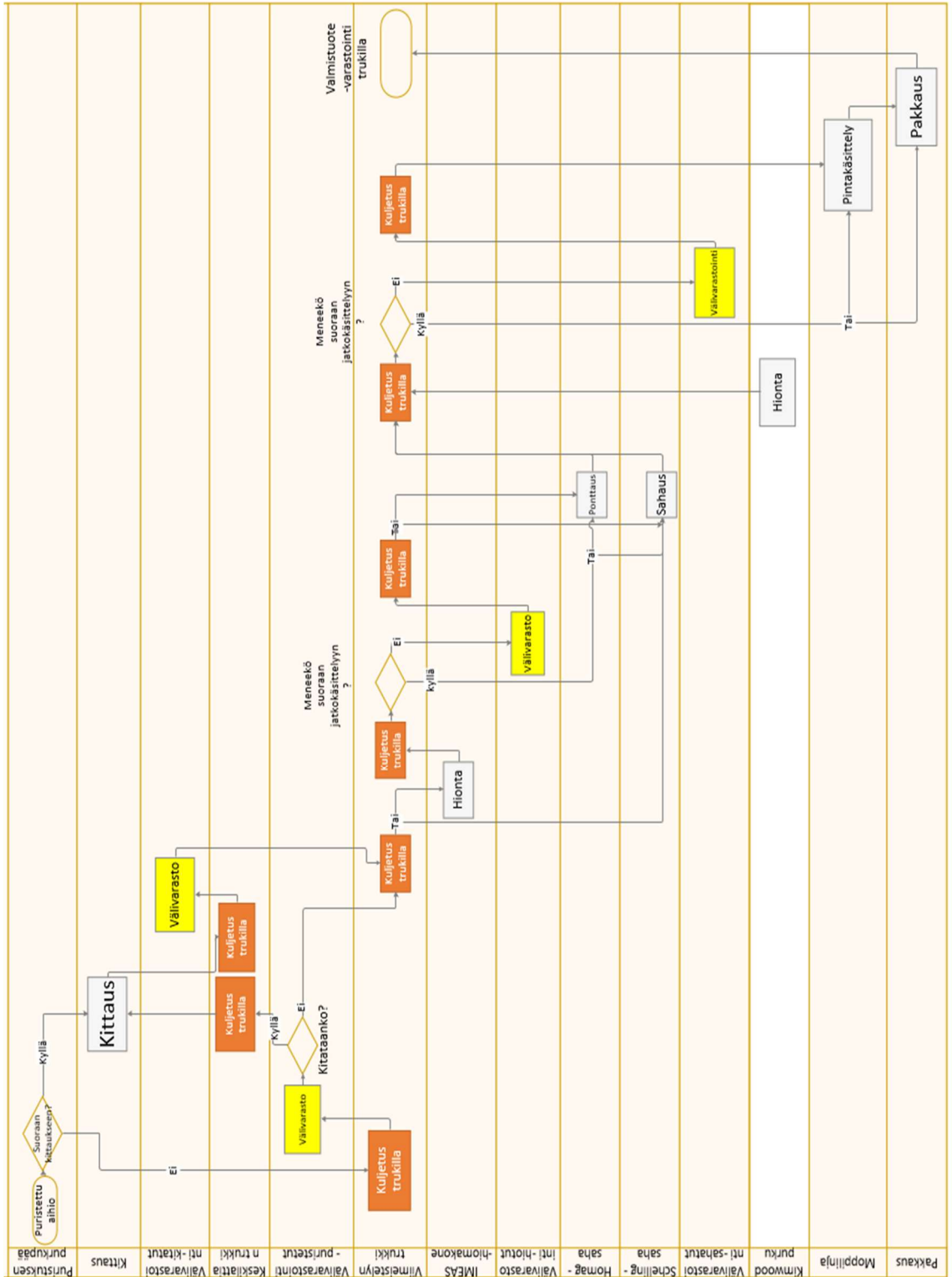
Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., Frazelle, E., Tanchoco, J. & Trevino, J. 1996. Facilities Planning. 2. p. John Wiley & Sons, inc.

Tuotannon layout. N.d. Artikkelin Logistiikan maailman www-sivuilla. Viitattu 3.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>

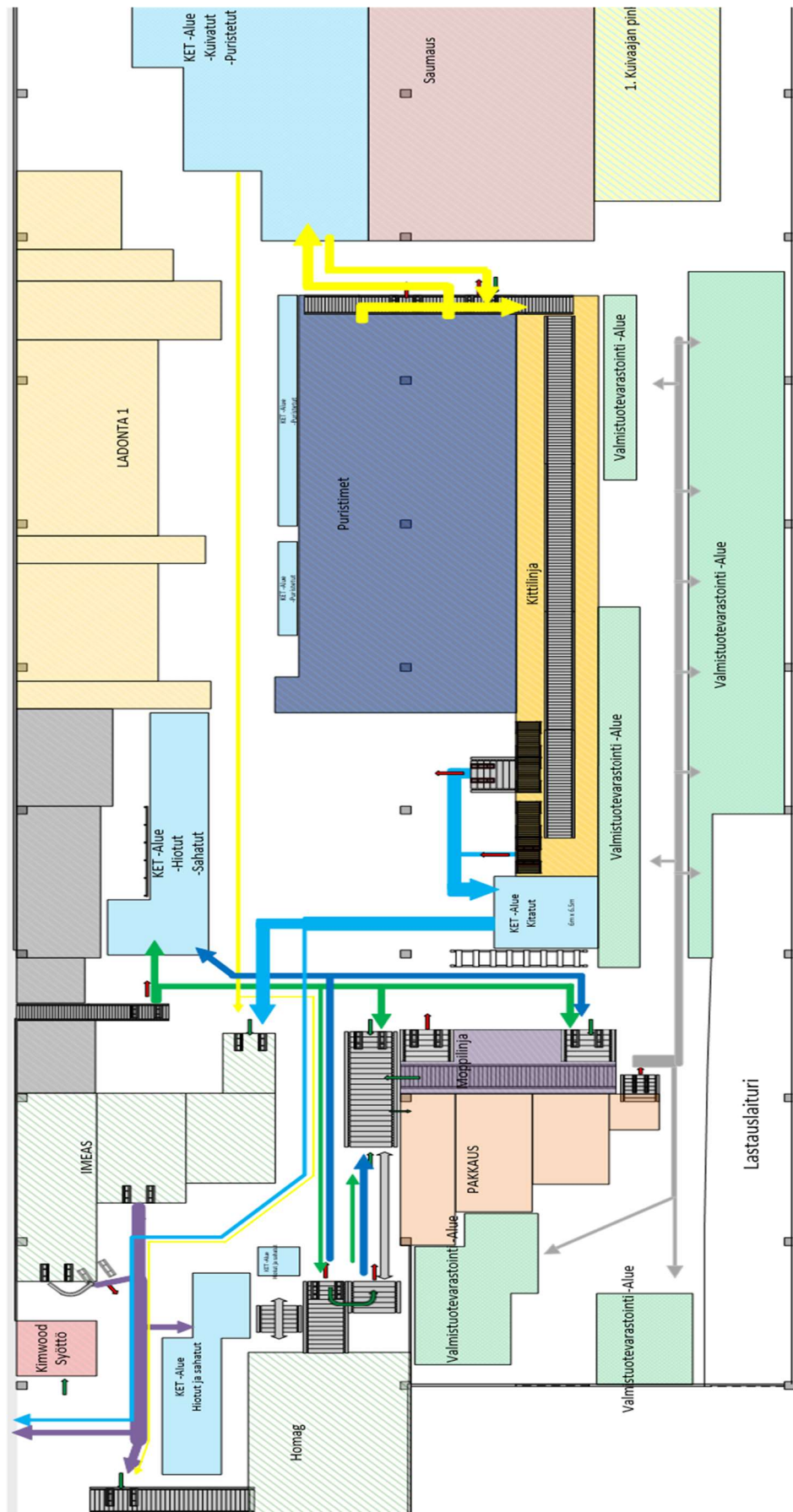
Vanerit. N.d. Metsä Woodin vanerituotteiden tuotesivu. Viitattu 3.3.2018. <https://www.metsawood.com/fi/tuotteet/vanerit/Pages/Vanerit.aspx>

What is RFID?. N.d. Artikkelin RFID:stä EPC-RFID info-sivustolla. Viitattu 2.4.2018. <https://www.epc-rfid.info/rfid>

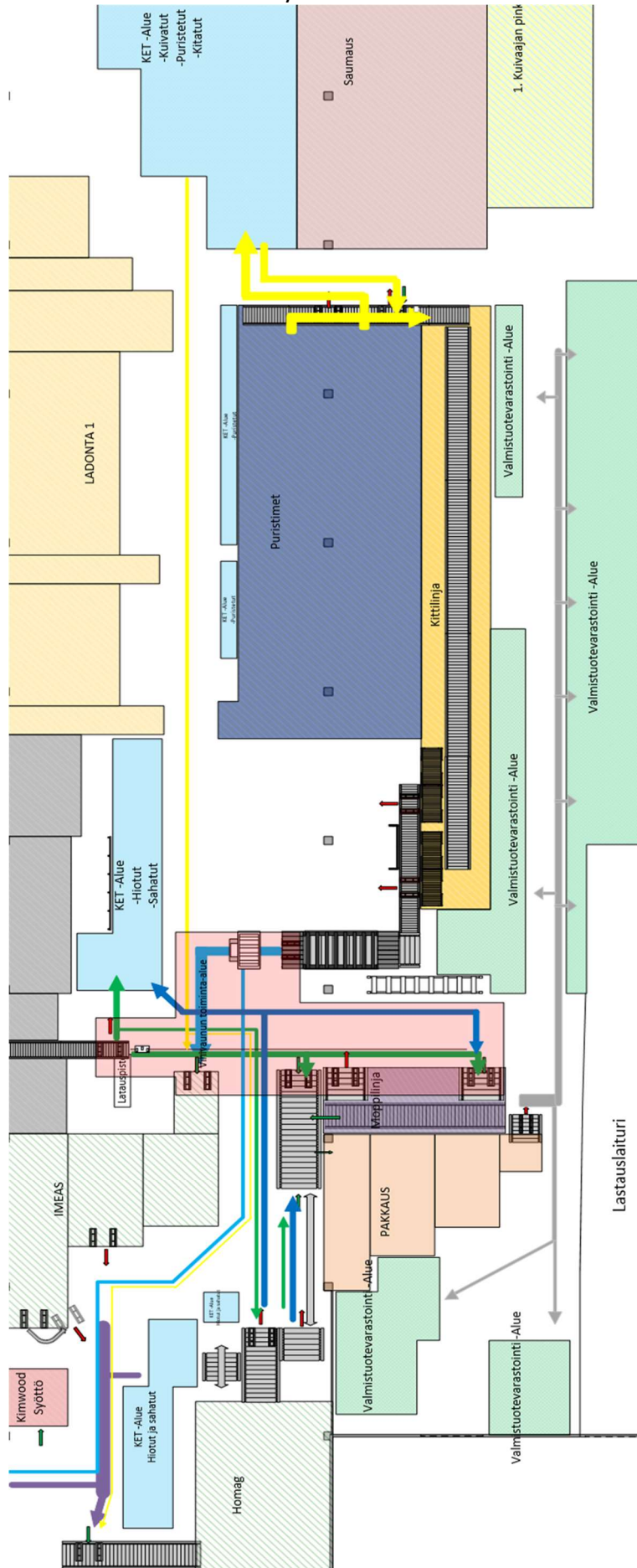
Liite 2. Viimeistelyn trukin työtehtävien prosessikaavio



Liite 3. Ensimmäisen layoutvaihtoehdon materiaalivirrat



Liite 4. Toisen layoutvaihtoehdon materiaalivirrat



Liite 5. Kolmannen layoutvaihtoehdon materiaalivirrat

