

Tuotesijoittelu selluvarastossa

Case Kangas

Pasi Rönkkö

Opinnäytetyö

Lokakuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Rönkkö, Pasi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2016
	Sivumäärä 54	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Tuotesijoittelu selluvarastossa Case Kangas		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ville Pahlsten, Henri Kervola		
Toimeksiantaja(t) Szepaniak Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli löytää toimiva tuotesijoittelu ja varastointitapa Jyväskylän Kankaan lakkautetun paperitehtaan tiloihin perustetulle väliaikaiselle selluvarastolle. Varasto perustettiin Metsä Fibren Äänekosken sellutehtaan toimitusten turvaamiseksi uuden biotuotetehtaan rakennustöiden aikana. Tuotesijoittelun perusteena olivat Kankaan varaston päätoiminnot, joita ovat autokuormien purkamiset sekä juna- ja kuorma-autolastaukset. Varastosijoittelussa otettiin huomioon myös varastoitavien nimikkeiden ominaisuudet, kuten kiertonopeudet, nimikkeiden fyysiset ominaisuudet ja tilojen rakennustekniset ominaisuudet.</p> <p>Tutkimustyyppinä oli case-tutkimus ja toteutustapana havainnointi, sillä tutkimuksen alussa testattu keskimääräisen varastointitarpeen laskeminen osoittautui kannattamattomaksi runsaasti vaihtelevien varastointimäärien vuoksi. Havainnointi tutkimusmenetelmänä huomattiin riittäväksi, sillä tutkimusta tehtiin Kankaalla työn ohessa, joten tuotteiden ominaisuuksista saatiin kattava kokonaiskuva. Työssä painotettiin sitä, minne kutakin tuotetta tulisi teoriassa sijoittaa. Nimikkeiden luokittelussa ja varastosijoittelussa käytettiin apuna myös XYZ- ja materiaalivirta-analyysijä.</p> <p>Tulokseksi saatiin käyttökelpoinen ehdotelma nimikkeiden varastosijoittelusta, varastopaikkojen luokittelusta ja mahdollisesta varastointimenetelmästä.</p> <p>Johtopäätöksenä huomattiin, kuinka varastotoimintojen tehokkuutta voidaan parantaa ilman investointeja käyttämällä sisälogistiikan analyysityökaluja. Tutkimuksen seurauksena löydettiin myös uusia mahdollisia opinnäytetyö- ja tutkimusaiheita liittyen muun muassa Metsä Groupin RFID-tekniikan luotettavuuteen ja sellupaalien käsittelyyn yleisesti.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Logistiikka, sisälogistiikka, sellu, varasto, terminaali		
Muut tiedot		

Author(s) Rönkkö, Pasi	Type of publication Bachelor's thesis	Date October 2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 54	Permission for web publication: x
Title of publication Product placement in pulp warehouse Case Kangas		
Degree programme Degree programme in logistics engineering		
Supervisor(s) Pahlsten, Ville, Kervola, Henri		
Assigned by Szepaniak Oy		
Abstract <p>The main purpose of the thesis was to find a practical way to locate products into a temporary pulp warehouse which was founded in the premises of an old paper mill in the Kangas area in Jyväskylä. The warehouse was founded to ensure pulp deliveries of the Äänekoski pulp mill during construction of a new bio product factory. Product location was based on the main functions of the warehouse, which were unloading and loading operations. Other factors to take into consideration were the properties of the products, such as rotation speed, the physical properties of the products and the properties of the spaces used for warehousing.</p> <p>The study type was a case study implemented by means of observation because the calculation method of average need of storage space was found to be unprofitable because of highly changing amounts of certain products in the warehouse. Observation was deemed to be sufficient because the thesis was written during working in the warehouse so that it was possible to form a comprehensive understanding of the properties of the products. The main focus in the study was to theoretically determine where the products should be located. The tools for product categorization and location in warehouse were XYZ and material flow analyses.</p> <p>As a result, it was possible create proposals for product placement, categorization of storage places and possible methods of warehousing.</p> <p>As a conclusion it was discovered how the efficiency of the warehousing operations could be improved without investments by using the analysis tools of in-house logistics. As a result of the study, also new possible research topics could be named, for example, related to RFID technology of Metsä Group and pulp bale handling in general.</p>		
Keywords/tags (subjects) Logistics, in-house logistics, pulp, warehouse, terminal		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Tutkimuksen tausta	4
1.2	Tutkimusongelmat ja -menetelmät.....	5
1.3	Szeponiak Yhtiö Oy	7
1.4	Metsä Group.....	8
2	Sellu	9
2.1	Käyttökohteet.....	9
2.2	Valmistus ja jatkojalostus	9
2.3	Selluteollisuus Suomessa.....	11
3	Varasto	12
3.1	Varastoinnin syyt.....	12
3.2	Varastotyypit	14
3.3	Varastointimenetelmät	17
3.4	Varaston toiminnot	19
3.5	Tuotesijoitteluun liittyvät tekijät varastossa.....	20
4	Analyysit ja materiaalivirrat	21
4.1	Pareton sääntö, XYZ- ja ABC -analyysit	21
4.2	Materiaalinvirtaustyyppit ja materiaalivirta-analyysi	21
5	Tunnistustekniikoista kuljetusmuotoihin.....	23
5.1	RFID-tunnistustekniikka.....	23
5.2	Rautatie- ja kuorma-autokuljetusten erityispiirteet	24
6	Kankaan varasto	25
6.1	Varaston toiminta.....	25
6.2	Kankaalle varastoitavat sellupaalityypit.....	28
6.3	Sellun käsittely ja varastointi Kankaalla	30
6.4	Varaston layout	35
7	Tutkimustulokset.....	38

	2
7.1	Materiaalinkäsittelyyn liittyvät seikat 38
7.2	Varastosijoittelu 42
7.3	Muut materiaalinkäsittelyyn ja varastointiin liittyvät ongelmat 47
8	Johtopäätökset 48
9	Pohdinta 49
	Lähteet..... 51
	Liitteet 54
	Liite 1. Kankaan selluvaraston layout..... 54

Kuviot

Kuvio 1.	Valkaisematonta ja valkaistua sellumassaa 10
Kuvio 2.	Taloudellista hankintaerää, valmistuserää tai vastaavaa kuvaava malli 13
Kuvio 3.	Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka osana materiaalien virtausta 20
Kuvio 4.	I-tyyppinen materiaalinvirtaus 22
Kuvio 5.	U-tyyppinen materiaalinvirtaus 22
Kuvio 6.	Prosessikaavio Kankaan selluvaraston materiaalinkäsittelyn vaiheista..... 26
Kuvio 7.	Vientipaaleja..... 28
Kuvio 8.	Vientipaalien nostamista satamassa 29
Kuvio 9.	Kotimaan paalien käsittely-yksiköitä..... 29
Kuvio 10.	Tyypillinen sellun varastointitapa 31
Kuvio 11.	Sellupaalien pinoamista trukilla 31
Kuvio 12.	Kastunutta ja turvonnutta sellua..... 32
Kuvio 13.	Kotimaan sellupaalien lastausta GBLS-junanvaunuihin. 33
Kuvio 14.	Kotimaan sellun lastaustapa GBLS-vaunuihin. 33
Kuvio 15.	Vientisellupaalien lastaustapa GBLS-junanvaunuihin. 34
Kuvio 16.	Kuorma-autolastaus 34
Kuvio 17.	Varaston layoutin rakenne ja varastoruudut 35
Kuvio 18.	Varaston alue V 36
Kuvio 19.	Kylmän puolen päänosto-ovi ja pääraiteen nosto-ovi. 36
Kuvio 20.	T-alueen sisäänkäynti 36

Kuvio 21. Lämpimän puolen varastotiloja.....	37
Kuvio 22. Lämpimän puolen varastotiloja.....	37
Kuvio 23. Trukin maston etäisyys ovesta maston ollessa ala-asennossa	38
Kuvio 24. Eripaksuisista paaleista johtuva taakan liikkuminen paalipihdeissä.....	39
Kuvio 25. Eräiden tuotepinojen etäisyys valaistuksesta.	40
Kuvio 26. Toisen raiteen junalastaus.....	41
Kuvio 27. Kankaan varaston materiaalivirta-analyysin hahmotelma	44
Kuvio 28. Kankaan selluvaraston varastopaikat luokiteltuina	45

Taulukot

Taulukko 1. Sellunimikkeiden XYZ-luokittelu ominaisuuksien perusteella.....	42
---	----

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Suomen suurimpiin metsäalan konserneihin kuuluva yhtiö, Metsä Group, investoi uudenlaiseen biotuotteita valmistavaan tehtaaseen Äänekoskelle. Kyseessä on Suomen historian suurin yksittäinen metsäteollisuuden investointi arvoltaan n. 1,2 miljardia euroa. Tehtaan on määrä valmistua vuoden 2017 loppupuolella, ja investoinnin on määrä luoda arviolta 1500 uutta työpaikkaa koko arvoketjuun. Valmistuttuaan tehdas tuottaa monia metsäteollisuuden jalosteita, kuten mäntyöljyä, tärpättiä, biokomposiittia ja biokaasua, tuotekaasua ja rikkihappoa. Päätuote on kuitenkin sellu. Selluntuotantoa Äänekoskella on ollut jo aiemminkin, ja biotuotetehtas rakennetaan osittain jo paikalla sijaitsevan sellutehtaan yhteyteen. (Mikä Hanke? n.d.)

Biotuotetehtaan rakennustöiden vuoksi alueella sijaitsevan sellutehtaan varastoja jouduttiin pienentämään ja liikennejärjestelyjä muuttamaan, joten sellutehtas joutui muuttamaan väliaikaisesti toimintatapojaan ja etsimään väliaikaisen varaston toimitustensa turvaamiseksi ja tuotetun sellun varastoimiseksi. Sopiva varasto löytyi Jyväskylän Kankaalla sijainneen, aiemmin Metsä Groupille kuuluneen paperitehtaan tiloista. Varaston logistisista toiminnoista vastaa alihankintana yritys nimeltään Szepaniak Oy, joka on tämän opinnäytteen toimeksiantaja.

Uusien tilojen käyttöönotto on harvoin täysin mutkatonta etenkin silloin, jos tila on ollut aiemmin muunlaisessa käytössä. Toimeksiantaja antoi vapaat kädet valita opinnäytetyön aiheen ja toteuttamistavan, mutta työssä päädyttiin keskittymään jo heti alussa nousseisiin ongelmiin, kuten sellun varastosijoitteluun ja varastointimenetelmiin, jotta työstä voisi olla käytännön hyötyä kaikille osapuolille.

Äänekosken sellutehtas toimitti sellua aikaisemmin suuria määriä rautateitse, mutta biotuotetehtaan rakennustöiden vuoksi rata jouduttiin katkaisemaan. Tämän vuoksi jouduttiin etsimään vaihtoehtoisia toimitustapoja asiakkaille. Junakuljetukset korvattiin osittain kuorma-autoilla siten, että sellu kuljetetaan Äänekoskelta kuorma-autoilla Kankaan varastolle, jossa sellua varastoidaan myöhempiä Kankaalla tapahtuvia lastauksia varten. Kankaan varaston toiminnot koostuvatkin pääasiassa sellun välivarastoinnista ja lastauksista. Toiminta lisää jonkin verran sellun

käsittelymäärää ja siten paalien rikkoutumista, mutta se on välttämätöntä asiakastoimitusten turvaamiseksi ja tuotetun sellun varastoimiseksi.

Viitekehys sisältää teoriaa mm. sellusta, varastoista ja varastoinnista, logistiikan analyysityökaluista sekä pintaraapaisua eri maantiekuljetusmuotojen erityispiirteistä, jotta logistiikkaan perehtymättömienkin olisi helpompi päästä aiheeseen sisälle. Työn aihe on rajattu käsittelemään Kankaan varaston sisälogistiikkaa pääasiassa tuotesijoittelun ja varastointimenetelmien osalta. Työssä ei oteta kantaa käytössä oleviin varastoruutuihin ja varastointitapoihin tai rakennuksen layoutiin, sillä näiden muuttamiseen tai ylimääräisiin investointeihin ei ollut mahdollisuutta.

1.2 Tutkimusongelmat ja -menetelmät

Käsiteltäväksi ongelmaksi valikoitui sellun sijoittelu varastoon sekä käytettävä varastointimenetelmä. Kysymys, johon haetaan vastausta, voitaisiin muotoilla seuraavasti:

”Mihin kutakin sellulajia tulisi varastoida, jotta sijoittelu olisi mahdollisimman optimaalinen, paalien käsittelymäärät pysyisivät minimissään ja siirtomatkat olisivat mahdollisimman lyhyet Kankaan varaston toimintojen kannalta?”.

Koska jokainen käsittelykerta lisää riskiä sellupaalien laadun heikkenemiselle ja pahimmassa tapauksessa rikkoutumiselle, käsittelykertojen määrä on syytä pitää minimissään. Vääränlainen tuotesijoittelu voi myös lisätä käsittelyaikoja, joten parasta olisi, että paalit varastoitaisiin kerralla oikeisiin paikkoihin. Opinnäytetyössä tutkittiinkin mahdollisia menetelmiä, joiden avulla tuotteet voitaisiin sijoitella optimaalisesti varastoon ottaen huomioon nimikkeiden ja layoutin fyysiset ominaisuudet. Tuotesijoittelussa tuli ottaa huomioon myös se, että tilat ovat melko pienet ja varaston täyttöaste on suunniteltu korkeaksi, jolloin varaston tilankäytön tulee olla tehokasta. Varastointiratkaisun tuli olla myös selkeä ja yksinkertainen, sillä Kankaan varaston työntekijöiden ohella kuormia purkavat myös sellukuormia Kankaalle tuovat kuljettajat silloinkin, kun varastossa ei ole paikalla henkilökuntaa. Hankalat tuotesijoitteluratkaisut voivat lisätä ylimääräistä sekaannusta erityisesti tuotteiden varastoinnissa, ja tämä taas voi lisätä turhan työn määrää.

Työ on luonteeltaan kehittämistä ja tutkimusmenetelmänä on case-tutkimus, sillä tutkimuksessa keskityttiin pelkästään Kankaan varaston tuotesijoitteluun. Suurin osa tutkimuksesta perustuu havainnointiin ja haastatteluihin, mutta myös joitakin laskelmia tehtiin ensimmäisen tutkimuskuukauden aikana keskimääräisen varastointitarpeen määrittämiseen. Tämä kuitenkin todettiin kannattamattomaksi melko aikaisessa vaiheessa vaihtelevien tuotemäärien ja yksipuolistuneen nimikevalikoiman vuoksi, joten siitä luovuttiin. Työssä keskityttiinkin parhaiden mahdollisten varastopaikkojen määrittämiseen kullekin nimikkeelle.

Havainnointia tehtiin Kankaalla varaston perustamisesta, eli toukokuusta 2016 lähtien ja sitä jatkettiin aina lokakuulle 2016 asti. Opinnäytetyötä tehtiin varsinaisen työn rinnalla Kankaalla, ja havainnointi suoritettiin työn ohessa. Tänä aikana kertyi siis runsaasti käytännönläheistä havaintomateriaalia perustuen omakohtaisiin kokemuksiin. Tämän perusteella saatiin kattava kokonaiskuva pienimmistäkin varaston toimintaan ja materiaalinkäsittelyyn vaikuttavista seikoista sekä varastoitavien tuotteiden ominaisuuksista. Haastattelut käsittävät pääasiassa muiden Kankaan selluvaraston työntekijöiden, kuljetusyriyten kuljettajien sekä esimiehen kanssa käydyt keskustelut. Omakohtaisten kokemusten lisäksi työssä on siis otettu huomioon myös muiden havaintoja ja mielipiteitä.

Varastopaikkojen teoreettiset nimikekohtaiset tarpeet laskettiin käyttämällä hyväksi Kankaalle tulevien ja sieltä lähtevien kuormien määrää siten, että Kankaalla jo olevien ja sinne saapuvien tuotteiden määrät laskettiin yhteen, ja näistä vähennettiin päiväkohtaisesti lähtevät määrät. Näistä laskettiin keskiarvo, jota hyödyntämällä saatiin selville keskimääräinen varastopaikkojen tarve. Tämä menetelmä osoittautui kuitenkin hankalaksi ja kannattamattomaksi, sillä laskenta perustui siirtomääräennusteille, jotka eivät aina pitäneet paikkaansa. Tämän vuoksi tulos vääristyi liikaa. Siirtomäärät myös muuttuivat runsaasti, joten laskenta ei yksinkertaisesti ollut tarkoituksenmukaista ja siitä luovuttiin.

Teoriapohja tutkimukselle luotiin pääasiassa logistiikkaan liittyvästä kirjallisuudesta ja artikkeleista, mutta lähteinä on käytetty myös runsaasti uutisia erityisesti selluun liittyen, sillä sellulle on kehitelty runsaasti uusia käyttökohteita viime aikoina, ja Äänekoskelle rakentuva sellutehdas on kansantaloudellisesti merkittävä projekti. Näin ollen näistä on uutisoitu runsaasti.

1.3 Szepaniak Yhtiö Oy

Szepaniak Yhtiö Oy on Lappeenrannan Joutsenossa sijaitseva perheyrittys, joka käsittää seuraavat tytäryritykset:

- Szepaniak Oy
- PTT-logistics Oy
- Kuljetus Szepaniak Oy
- Imatran Tuotantohake Oy
- Szepaniak Yhtiö Oy.

Szepaniak-yhtiöiden ydinaluetta on logistiikka- ja materiaalinkäsittelypalveluiden tuottaminen alihankintana muun muassa kemialliselle ja mekaaniselle metsäteollisuudelle. Toimintoihin kuuluu myös puun haketusta ja murskausta, laitevalmistusta, huoltokorjaamotoimintaa sekä toimialoihin liittyvää konsultointia. Toiminta keskittyy pääasiassa Etelä-Karjalan alueelle, mutta toimintaa on myös muualla. (Szepaniak yhtiö Oy n.d.)

Szepaniakin yritystoiminta alkoi vuonna 1971, jolloin suoritettiin yrityksen ensimmäinen haketustyö. Yrityksessä on kehitetty monia innovatiivisia ratkaisuja erityisesti puiden haketukseen liittyen. Yrityksessä ideoiduista innovaatioista mahdollisesti merkittävin on hakeautoissa nykyäänkin yleinen ketjupurkain. Innovatiivisuus heijastuu vielä nykyään erityisesti yrityksen tekemisissä ja arvoissa, joita ovat mm. asiakaslähtöisyys, rehellisyys ja vilpittömyys, luotettavuus, innovatiivisuus ja tuloksellisuus. Szepaniak Yhtiöt myös suunnittelee ja kehittää käyttämiään laitteita pyrkien esimerkiksi haketustoiminnassa jatkuvaan laadun ja kapasiteetin kehitykseen. (Szepaniak yhtiö Oy n.d.; Historia n.d.)

Hyvä esimerkki yrityksen innovatiivisesta asenteesta on yhtiön Internet-sivuilla mainittu lausahdus: *”Tavoittemme on olla alamme johtava palveluntarjoaja, joka luo innovatiivisia ja tehokkaita ratkaisuja yhteistyössä asiakkaiden ja sidosryhmien kanssa”* (Szepaniak yhtiö Oy n.d.).

Vuonna 2015 yritys työllisti 75 henkilöä, ja saman vuoden liikevaihto oli n. 13,6 miljoonaa euroa (Szepaniak yhtiö Oy n.d.).

1.4 Metsä Group

Metsä Group on suomalainen kansainvälisesti toimiva metsäteollisuuden keskittynyt konserni, jonka toiminnot käsittävät pääpiirteissään puunhankinnan ja paperin-, kartongin- ja sellunvalmistuksen sekä puutuotteiden valmistuksen. Metsä Group koostuu seuraavista tytäryrityksistä:

- Metsä Tissue
- Metsä Board
- Metsä Fibre
- Metsä Wood
- Metsä Forest.

Metsä Tissuen ydinaluetta ovat pehmo- ja ruoanlaittopapereiden valmistukset, eli käytännössä WC- ja talouspaperin sekä leivinpaperin valmistus. Metsä Board valmistaa kartonkia ja Metsä Fibre sellua. Metsä Wood on keskittynyt sahatavaran valmistukseen ja Metsä Forest puunhankintaan. Metsä Groupin kilpailijoita Suomessa ovat muun muassa UPM, Metso sekä Stora Enso. (Metsää tarvitaan kaikkialla n.d.)

Metsä Fibre

Metsä Fibre on sellunvalmistukseen keskittynyt yritys, joka on merkittävä osa Metsä Groupia ollen sen kolmanneksi suurin yritys (Metsä Fibre n.d). Metsä Fibre valmistaa sellua sekä kotimaan markkinoille että vientiin. Metsä Fibre on keskittynyt erityisesti korkealaatuisen havusellun valmistukseen, ja yritys mainitseeikin olevansa maailman johtavia havusellun valmistajia. Havusellun kysyntä on kasvussa etenkin Aasiassa, jonne viedään n. 25 % kaikesta tuotetusta havusellusta. Metsä Fibre valmistaa sellua Botnia -tuotenimellä. (Metsä Fibre n.d.; Metsä Fibren Botnia n.d.)

Yrityksen liikevaihto vuonna 2015 oli 1,4 miljardia euroa, ja liiketulosta samana vuonna syntyi 337 miljoonaa euroa. Yritys käsittää Suomessa 4 sellutehdasta, jotka työllistivät yhteensä 850 työntekijää, ja sellua tehtaat tuottivat vuonna 2015 yhteensä 2,4 miljoonaa tonnia. Tehtaat sijaitsevat Kemissä, Raumalla, Joutsenossa ja Äänekoskella. Äänekosken sellutehtaalla tehdään opinnäytetyön kirjoitushetkellä Suomen metsäteollisuuden historian suurinta investointia, jonka on määrä valmistua vuoden 2017 kolmannella neljänneksellä. (Metsä Fibre n.d.)

2 Sellu

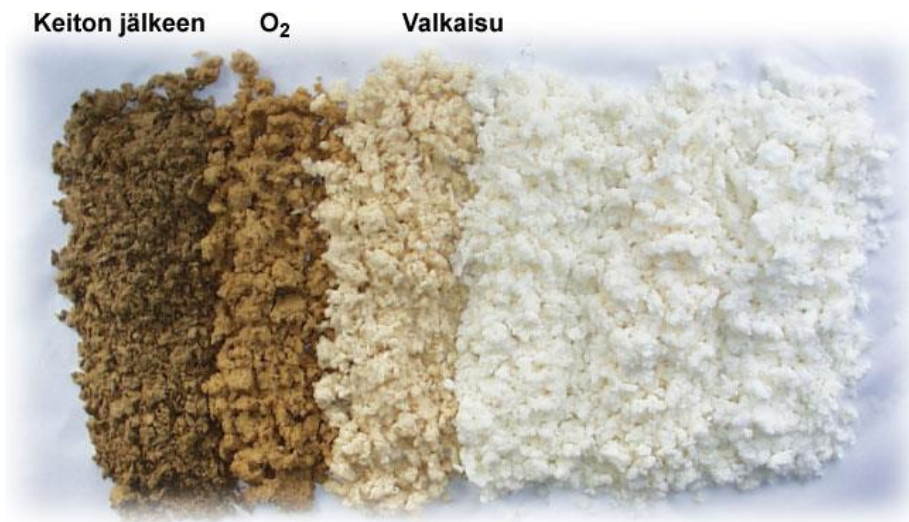
2.1 Käyttökohteet

Sellu on tyypillisesti käsitetty paperin ja pahvin raaka-aineeksi, mutta digitalisoitumisesta johtuvan paperin menekien vähentymisen seurauksena sellulle on kehitetty monia vaihtoehtoisia käyttökohteita, jotta Suomen sellutehtaat pysyisivät toiminnassa. Sellun käyttöä mm. vaateteollisuudessa on tutkittu, samoin kuin käyttämistä muovin korvaajana. Eräs uusimmista ja potentiaalisimmista tulevaisuuden käyttökohteista sellulle on 3D-tulostaminen. Sellukuiduista voidaan valmistaa silkkimäistä lankaa, jota voidaan käyttää sekä vaatteissa, että 3D-tulostimien raaka-aineena. Joissakin perinteisissäkin sellun käyttötarkoituksissa sellun kysyntä on kasvanut. Esimerkiksi lisääntynyt postimyynnin käyttö on lisännyt pakkauspahvien kysyntää ja tiettyjä paperilaatuja, kuten WC- ja talouspaperia, käytettäneen jatkossakin. (Tanninen 2014.)

2.2 Valmistus ja jatkojalostus

Sellua valmistetaan puusta keittämällä kemikaalien avulla. Raaka-aineena on tavallisesti puuhake. Keittämisen tarkoituksena on poistaa puun side- ja liima-aineet, eli ligniinit, jotta pelkät kuidut saadaan käyttöön. Sellu voidaan keittämisen jälkeen valkaista, ja usein näin tehdäänkin. Valkaisemisen tarkoituksena on massan puhtauden ja vaaleuden parantaminen. Sellu kuivataan ja siitä tehdään tehdään arkkeja, joista muodostetaan paaleja käsittelyn helpottamiseksi. (Sellun valmistus 2006.)

Kuvio 1 esittää valkaisuamatonta ja valkaistua sellumassaa valkaisun eri vaiheissa ennen kuivausta. Kuvia kuivatuista ja paalatuista sellujen käsittely-yksiköistä esitetään myöhemmissä luvuissa.



Kuvio 1. Valkaisematonta ja valkaistua sellumassaa (Massan valkaisu n.d.)

Sellua voidaan valmistaa joko havu- tai lehtipuusta. Eri puulajeista valmistetuilla sellulajeilla on erilaisia ominaisuuksia, joiden mukaan kutakin lajia käytetään eri prosesseissa ja käyttökohteissa. Havupuusellu on pitkäkuituista, ja sitä käytetään lujuusominauksiensa ansiosta. Havusellun käyttäminen paperinvalmistuksessa parantaa paperin ajettavuutta paperikoneella. Havusellun raaka-aineena käytetään kuusta ja mäntyä. Lehtipuusellu on sen sijaan lyhytkuituista, ja sitä käytetään hyvän painolaatunsa vuoksi. Lehtipuusellua voidaan valmistaa esimerkiksi koivusta ja eukalyptuksesta, Suomessa lähes poikkeuksetta koivusta. Useat paperilaadut vaativat molempien sellutyypin yhdistelmiä. Esimerkiksi WC-paperin tulee olla pehmeää, mutta samalla sen tulee olla riittävän lujaa repäisyä varten. Tämän vuoksi sen valmistuksessa käytetään sekä havu- että koivusellua. (Sellun valmistus 2006.)

Sellu on puolivalmiste, sillä se on valmistettu kemiallisesti puusta, mutta silti se on vain raaka-ainetta paperille, pahville, ynnä muille käyttökohteille. Jatkojalostuksessa selluarkit jauhetaan ja niiden sisältämät kuidut käytetään lopputuotteen valmistuksessa. Jauhituksen tarkoituksena on parantaa kuitujen sitoutumiskykyä, mikä on tärkeää esimerkiksi paperinvalmistuksessa. Valmistusprosessissa on tärkeää, että kuituja vahingoitettaisiin mahdollisimman vähän, jotteivat lopputuotteiden ominaisuudet kärsisi. (Jauhatuus n.d.)

2.3 Selluteollisuus Suomessa

Kuten muidenkin raaka-aineiden, sellun hinta vaihtelee kulloisenkin kysynnän ja tarjonnan mukaan. Jos sellun hinta on korkea, sen menekki on vähäisempää, kun taas hinnan ollessa matala menekki on suurempaa. Sellulle on kuitenkin jatkuvaa tarvetta, sillä esimerkiksi pehmopaperille on jatkuva kysyntä, joten sellun kysyntä on melko taattua. Vaihteleva kysyntä aiheuttaa kuitenkin epävarmuutta sellun valmistukselle, jolloin varastointi on välttämätöntä. Sellun valmistus on yleisesti ottaen prosessiluontoista ja lähes taukoamatonta, sillä valmistusprosessin ylösajo täyttää valmistuskapasiteettia varten voi viedä jopa päiviä. Vain puulaji ja tuotetun sellun tyyppi muuttuvat matkalla. (Puuntuottaja 2014.)

Sellun valmistus on tärkeä osa suomalaista metsäteollisuutta, ja sillä on pitkät perinteet. Sellu-, paperi- ja pahviteollisuus käsittävät jopa kaksi kolmannesta Suomen metsäteollisuuden arvosta, ja näistä tuotteista suurin osa viedään ulkomaille. Nämä tuotteet yhdessä muiden metsäteollisuuden tuotteiden kanssa muodostavat jopa viidenneksen Suomen vientituloista, joten varsinkin selluteollisuutta voidaan pitää Suomen vientiteollisuuden kivijalkana. (Sellu n.d.)

Sellua voidaan nimittää käyttökohteensa perusteella. Jos sellu myydään tehtaan ulkopuolelle avoimilla markkinoilla, eikä sitä käytetä esimerkiksi sellutehtaan yhteydessä sijaitsevan paperitehtaan sisällä, sellua nimitetään markkinaselluksi. Sellua voidaan kuljettaa eri toimijoiden väleillä paaleina kuorma-autoilla, junilla ja laivoilla, sillä sellupaalit ovat painavia ja ominaisuuksiltaan bulkkimaisia, ja ne kestävät hyvin esimerkiksi junakuljetusten aiheuttaman rasituksen. (Liiketoiminnan sanasto n.d.)

3 Varasto

Varastoksi voidaan käsittää mikä tahansa tila, jossa säilytetään tavaraa mistä syystä tahansa. Suomen kielessä varastoksi käsitetään myös varastossa olevat, mahdollisesti myytäväksi tai jalostetuksi tarkoitetut tuotteet. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 125.)

3.1 Varastoinnin syyt

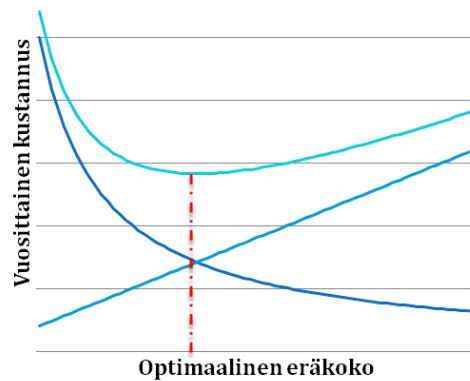
Valmistavassa yrityksessä varastoilla voidaan saavuttaa muun muassa seuraavia hyötyjä:

- Mahdollisimman edulliset tuotantoerät
- Mahdollisimman alhaiset kuljetuskustannukset
- Varmemmat toimitukset
- Markkinatilanteen muutosten tasaaminen.

Tuotantoerien valmistuksen edullisuuteen on mahdollista vaikuttaa varastoinnin avulla, sillä eräs merkittävimmistä taloudellisuuteen vaikuttavista seikoista on asete-aika. Kun asete on kerran tehty, on usein kannattavaa valmistaa samaa tuotetta paljon, sillä asetteen tekeminen tiettyä tuotetta varten voi viedä runsaasti aikaa, mikä on pois tuotannosta. Joidenkin tuotteiden kohdalla prosessin käynnistäminen ja alasajokin voivat viedä aikaa puhumattakaan siitä, että tuotantoon tulisi katkos esimerkiksi konerikosta johtuen. Suurempia eriä valmistamalla tuotteiden yksikkökustannukset tavallisesti laskevat. Tuotteet, joille ei ole kysyntää välittömästi, voidaan varastoida odottamaan toimitusta. (De Koster, Le-Duc & Roodbergen 2007, 3; Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 125; Richards 2011, 15.)

Kuviossa 2 esitetty malli kuvaa tyypillistä yksikkökustannusten muodostumisen kuvaajaa, joka on graafinen esitys Wilsonin kaavasta. Keskimäinen käyrä kuvaa yksikköhintaa, joka kuvion mukaisesti laskee esimerkiksi tuotantomäärien kasvaessa. Pysty akseli kuvaa kustannuksia ja vaakaa-akseli eräkokoja. Alhaalta nouseva käyrä voi kuvata esimerkiksi kiinteitä kustannuksia, kuten varastointikustannuksia, joka on aina vakio. Näiden summana muodostuu kuviossa ylin käyrä, joka kuvaa yhden kappaleen kokonaiskustannuksia. Kun tuotetta valmistetaan vähemmän kuin optimaalinen tuotantomäärä olisi, kiinteät kustannukset yksikköä kohti ovat suuret. Jos tuotetta taas

valmistetaan optimaalista tuotantoerää enemmän, nousevat esimerkiksi varastointikustannukset. Tuotantoerien optimaaliset koot tulisikin määrittää aina tapauskohtaisesti kiinteiden kustannusten perusteella. Kuvion 2 mallia voidaan soveltaa myös muuhun kuin eräkokojen määrittämiseen, kuten esimerkiksi seuraavaksi kuvattuun kuljetusmäärien optimointiin. (Vierros 2009.)



Kuvio 2. Taloudellista hankintaerää, valmistuserää tai vastaavaa kuvaava malli (Vierros 2009)

Kuljetuskustannuksiin voidaan vaikuttaa varastoinnilla siten, että kuljetetaan vain mahdollisimman täysiä kuormia, vaikka välitön tarve ja käyttö olisivat pieniä. Tällöin yhden nimikkeen kuljetuksen yksikkökustannukset jäävät mahdollisimman pieniksi. Tuotteen hankinta on usein sitä halvempaa, mitä suurempia eräitä sitä tilataan. Osaltaan tämä johtuu edellä mainitusta suurten erien alhaisista kuljetuskustannuksista kappaletta kohden, mutta myös paljousalennus ostettaessa paljon kerralla voi tulla hyvin usein kyseeseen. Varastoinnilla voidaan myös parantaa toimitusvarmuutta, sillä asiakkaan ei tarvitse odottaa tuotteen valmistumista, jos tuote löytyy jo toimittajan varastosta. Yritykset voivat suorittaa myös spekulatiivisia hankintoja, eli ostaa runsaasti tuotteita varastoon, jos on oletettavaa, että näiden hinta kohoaa lähitulevaisuudessa. Spekulatiiviset ostot kohdistuvat usein raaka-aineisiin, joiden hinnat voivat vaihdella paljon. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 75–79; Richards 2011, 15.)

Vaikka varastointi voikin tuoda monia etuja monille osapuolille esimerkiksi alentuneiden kustannusten ansiosta, tämä voi aiheuttaa myös tarpeettomia kustannuksia. Varastossa olevat tuotteet sitovat yritysten pääomaa, joka on pois esimerkiksi tuo-

tantoon käytettävästä pääomasta. Optimaaliset varastokoot mahdollistavatkin yrityksen pyörittämisen pienemmällä pääomalla. Varastossa tuotteet voivat myös pilaantua tai rikkoutua, jolloin menetetään mahdollisia myyntituloja. (Sakki 1994, 31.)

Yhtenä ratkaisuna suurien varastojen aiheuttamiin ongelmiin on pidetty Japanilaisesta autoteollisuudesta muillekin teollisuuden aloille rantautunutta lean–filosofiaa, joka perusajatukseltaan pyrkii kaiken turhan eliminointiin samalla, kun pyritään toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. Yhtenä lean-ajattelusta seuranneena ilmiönä on varastojen pienentäminen. Leanin toteuttaminen vaatii tehokasta materiaali-
virtojen seuraamista ja tiheitä kuljetuksia, joten se on omimmillaan autoteollisuuden kaltaisessa teollisuudessa, jossa valmistetaan arvokkaita ja jalostusarvoltaan korkeita tuotteita. (What is Lean? n.d.)

3.2 Varastotyypit

Tavallisesti varastot voidaan luokitella seuraaviin kategorioihin:

- raaka-ainevarasto
- puolivalmiste- eli välivarasto
- valmiste- eli tuotevarasto
- tarvikevarasto
- työvälinevarasto.

Raaka-ainevarasto on nimensä mukaisesti varasto, jossa säilytetään tuotantoon tarvittavia raaka-aineita. Nämä varastot sijaitsevat pääsääntöisesti tuotannon välittömässä läheisyydessä ja näissä varastoiduille tuotteille on ominaista, että näitä voidaan käsitellä karkeasti. Tuotetta on tavallisesti paljon, ja näiden yksikköhinta on pieni. Tuotetta toimitetaan varastoon tyypillisesti paljon kerralla toimituserien ollessa harvoja. Raaka-aineesta esimerkkinä voisi olla vaikkapa tukkipuu, josta voidaan jalostaa monenlaisia metsäteollisuuden tuotteita. Välivarastossa varastoidaan keskeneräistä tuotantoa, joka toimii raaka-aineena jollekin lopputuotteelle. Tuotteiden käsittely voi olla vielä melko karkeaa. Tyypillistä on, että varastosta lähtee saman verran tavaraa kuin sinne tuodaan. Hyvä esimerkki puolivalmisteesta on sellu, josta voidaan jalostaa esimerkiksi paperia tai pahvia. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 127.)

Tuotevarasto on valmiiden tuotteiden varasto, jossa säilytetään nimensä mukaisesti valmiita tuotteita. Nämä tuotteet eivät yleensä siedä kovin karkeaa käsittelyä, ja niiden yksikköhinta on suuri. Valmistuotevarastosta tuotteet voidaan toimittaa asiakkaille. Tarvikevarastot ja työvälinevarastot ovat eräänlaisia apuvarastoja tuotannon toimintaa varten. Tarvikevarastossa säilytetään tuotannossa tarvittavia tuotteita, joita ei sinällään tarvita jalostettavassa tuotteessa, mutta jotka ovat olennainen osa valmistusprosessia. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi pakkausmateriaalit ja varaosat. Työvälinevarastossa säilytetään tuotannossa tarvittavia välineitä, kuten teriä tai muita tuotannossa tarvittavia laitteita. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 128.)

Lisäksi varastoihin voidaan laskea terminaalit, jotka ovat Hokkasen ym. (2011, 127, 137) mukaan varaston lähes täydellisiä muotoja, sillä niissä olevat tuotteet säilyvät varastossa tyypillisesti korkeintaan päiviä ja terminaalissa olevilla tuotteilla on osoitettu asiakas. Terminaaleissa voidaan yhdistellä useamman asiakkaan tuotteet suuremmiksi kokonaisuuksiksi, joita on taloudellisempaa kuljettaa. Yhdistely tehdään tavallisesti maantieteellisin perustein, eli samaan suuntaan lähtevät tuotteet yhdistellään samaan kuljetusvälineeseen. Terminaalit jakautuvat tavallisesti alueittain, ja näihin saapuvat tavarat kerätään lähialueilta, tavallisesti enintään joidenkin satojen kilometrien etäisyydeltä. Terminaaleissa tavarat yhdistellään alueittain ja kuljetetaan runkokuljetuksina toisiin terminaaleihin, joista ne jaellaan asiakaskohtaisesti. Terminaalia muistuttava varastoratkaisu on niin sanottu cross-docking –varasto, jonka tarkoituksena on materiaalien mahdollisimman nopea virtaaminen varaston läpi mahdollisimman vähäisillä muutoksilla. Varastoon tulevat tuotteet ovat lähtövalmiita samalla tavoin kuin terminaalissa. Esimerkiksi Richardsin (2011) mukaan cross-docking on nähty varastoinnin tulevaisuutena.

Varastotyypit luokiteltuina olosuhteiden perusteella

Varastot voidaan luokitella myös olosuhteiden perusteella esimerkiksi seuraavasti:

- ulkovarasto
- lämmittämätön varasto
- lämminvarasto
- kylmävarasto
- pakastevarasto
- erikoisvarastot.

Ulkovarastot ovat nimensä mukaisesti varastoja, jotka ovat sään armoilla, mutta nämä voivat olla kuitenkin katettuja. Ulkovarastoihin varastoitavien tuotteiden on siis kestettävä sään vaihteluita ja ulko-olosuhteita. Lämmittämätön varasto on katettu ja siinä on seinät, mutta sen lämpötila on riippuvainen ulkoilman lämpötilasta. Lämmittämättömässä varastossa varastoitavien tuotteiden on kestettävä kylmää ja kuumuutta, mutta ne ovat suojassa sateelta ja tuulelta. Lämminvarasto vastaavasti voidaan lämmittää tai jäähdyttää siten, että olosuhteet ovat optimaaliset varastossa työskenteleville henkilöille ja varastoitaville materiaaleille. Kylmävarastot ja pakastevarastot ovat jäähdytettäviä varastoja, joissa varastoidaan tuotteita, jotka vaativat vakaan ja alhaisen säilytyslämpötilan. Näitä löytyy esimerkiksi elintarvikeketjujen jakelukeskuksista ja terminaaleista. Erikoisvarastoja voidaan pitää tietynlaisia olosuhteita vaativille tuotteille, kuten esimerkiksi lääkkeille. (Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)

Varasto tarkoittaen varastoitavia nimikkeitä

Jos varastolla tarkoitetaan varastossa olevia nimikkeitä, voidaan nämä yleensä jakaa karkeasti kahteen osaan: käyttövarastoon ja varmuusvarastoon. Käyttövarasto on se varaston osa, jonka oletetaan vastaavan kysyntään tietynä ajanjaksona. Ennuste kysynnästä laaditaan tavallisesti käyttäen hyväksi tietoa aiemmasta menekistä, tai esimerkiksi arvioimalla hinnanmuutoksen vaikutusta kysyntään. Varmuusvarastolla voidaan käsittää varastoitavasta tavarasta ne määrät, jotka ovat varastossa ikään kuin ylimääräisinä. Varmuusvarastoja voidaan pitää esimerkiksi epävarman kysynnän vuoksi, jolloin varastosta voi löytyä tavaraa, vaikka menekki olisi ollut ennustettua kysyntää suurempaa. Varmuusvarasto määritellään käyttövaraston suuruuden ja palveluasteen perusteella. Palveluasteella tarkoitetaan sitä todennäköisyyttä, jolla tuotetta löytyy varastosta kysynnän hetkellä. Jos varaston kierto on toteutettu oikein, käyttövarasto ja varmuusvarasto eivät eroa toisistaan fyysisesti, vaan pelkästään ajatuksen tasolla. (Sakki 1994, 33–35; Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)

Joskus voidaan joutua käyttämään myös niin sanottua puskurivarastoa, joka tarkoittaa varastoa, jota pidetään esimerkiksi tuotteiden epävarman saatavuuden vuoksi. Jos on oletettavaa, että tuotteiden toimitus viivästyy tai tuotteen saanti häiriintyy muuten, voidaan ylimääräisiä tuotteita ottaa varastoon. Varmuusvarastosta puskurivarasto eroaa lähinnä siten, että varmuusvarasto on lähes pysyvä osa varastoa ja riippuvainen käyttövaraston määrästä, kun taas puskurivarastoja voidaan pitää ta-

pauskohtaisesti tai olla pitämättä, jos tuotteiden saatavuus on varmallalla pohjalla. (Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)

3.3 Varastointimenetelmät

Varastoinnissa yleisesti käytettyjä menetelmiä ovat

- satunnainen varastopaikka
- lähin avoin varastopaikka
- määritelty varastointi
- liikevaihtoon perustuva varastointi
- luokkiin perustuva varastointi.

Satunnaisen ja lähimmän avoimen varastopaikan menetelmissä tuotteet varastoidaan satunnaisille vapaille paikoille, joista viimeksi mainitussa varastointi suoritetaan lähimmälle avoimelle varastopaikalle. Koska menetelmät aiheuttavat haasteita varastoseurannalle, näitä menetelmiä käytetään yleensä vain automaattivarastoissa tai varastoissa, joissa on muuten erittäin tehokas varastoseuranta. Määritellyssä varastoinnissa tuotteille on määritelty kiinteät varastopaikat, mikä merkitsee sitä, että jokaiselle varastoitavalle nimikkeelle on omat kiinteät varastopaikkansa, eikä muita nimikkeitä voida näihin paikkoihin varastoida. Menetelmä on yksinkertainen erityisesti varastoseurannan kannalta, mutta se on joustamaton, sillä varastopaikka on käytössä, vaikka se olisi fyysisesti tyhjä. Liikevaihtoon perustuvassa varastoinnissa eniten liikevaihtoa synnyttävät tuotteet sijoitetaan parhaille paikoille, sillä näillä tuotteilla varastokierto on suurinta. Luokkiin perustuvassa varastoinnissa tuotteet luokitellaan ominaisuuksiensa perusteella ja samantyyppiset tuotteet sijoitetaan pääsääntöisesti lähekkäin. (De Koster, Le-Duc & Roodbergen 2007, 11–12.)

Fifo ja Lifo

Fifo (First in, first out) ja Lifo (Last in, Last out), ovat yleisesti varsinkin varastoinnissa käytettäviä periaatteita, jotka kuvaavat esimerkiksi tuotteiden käyttötapaa varastossa. Fifo tarkoittaa sitä, että varastoon ensin saapuva tuote myös lähtee sieltä ensimmäisenä. Lifo puolestaan tarkoittaa sitä, että varastoon viimeisenä saapuva tuote lähtee sieltä ensimmäisenä. Fifo-periaatteen käyttäminen on lähes välttämättömyys

esimerkiksi elintarvikkeiden tai muiden pilaantuvien tuotteiden kohdalla. Tällainen kierto voidaan saavuttaa esimerkiksi hyvällä varastoseurannalla tai varastoautomaatioilla, tai vaikka tietyn tyyppisillä hyllyratkaisuilla, joita ovat esimerkiksi läpivirtaus-hylly, jonka läpi tuotteet virtaavat. Lifo toteutuu monesti esimerkiksi pengervarastoissa tai perinteisessä pinoamis-varastointitavassa. Lifo-varastointitapaa voidaan käyttää niiden tuotteiden varastointiin, jotka eivät ole herkkiä pilaantumiselle, tai joiden kierto varastossa on riittävän tehokasta. Muitakin varastointiperiaatteita voidaan käyttää, mutta Lifo ja Fifo ovat näistä luultavasti yleisimmin käytetyt. (FIFO- ja LIFO –periaate n.d.)

Varastointitavat

Bulk-tyyppisten materiaalien varastointitavat voidaan jakaa Hokkasen, Karhusen ja Luukkaisen (2007, 129) mukaan esimerkiksi seuraaviin tyypeihin:

- pinovarasto
- pengervarasto
- rivivarasto.

Pinovarasto on varastotyyppi, joka soveltuu käytettäväksi kestävien ja pinottavien tavaroiden varastointiin. Pinovarastoissa toteutuu tavallisesti Lifo-periaate, ja varastoitavaa nimikettä on yleensä paljon. Nimikemäärä on myös yleensä alhainen. Pengervarasto on perusidealtaan hieman samanlainen kuin pinovarasto, mutta pengervarastoihin voidaan varastoida bulk-tyyppisiä mineraaleja, kuten sepeliä, hiekkaa, malmeja, jne. Tällaiset varastot ovat vain kasoja, jotka kootaan esimerkiksi pyöräkuormaajalla. Rivivarasto koostuu rinnakkaisista varastopaikoista ja näiden välisistä käytävistä, ja se voi toimia joko fifo- tai lifo -periaatteella. Fifo-periaatteella toimivassa rivivarastossa jokaiselle tuotteelle on oma paikkansa käytävän vierellä, ja jokaiseen tuotteeseen päästään käsiksi yhtä helposti. Lifo-periaatteella toimivassa rivivarastossa yhdessä varastopaikassa voi sijaita samaa tuotetta monta yksikköä samassa jonossa. Herkkien kappale tavaroiden varastointi toteutetaan useimmiten rivivarastoinnin yleisimmällä sovelluksella, hyllyvarastoinnilla.

3.4 Varaston toiminnot

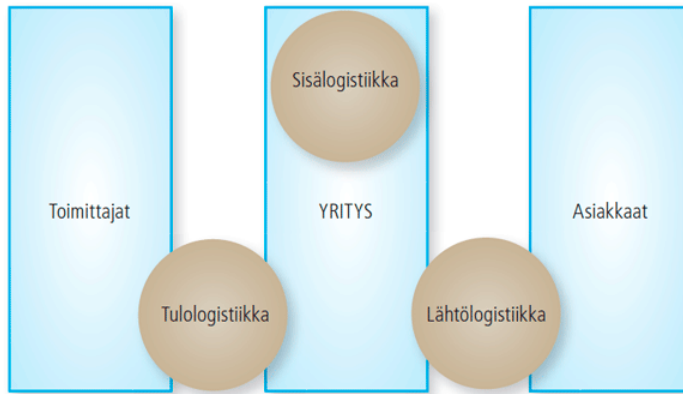
Tyypillisiä toimintoja varastossa ovat

- tavarán vastaanotto ja tarkistaminen
- hyllytys
- keräilypaikkojen täydennys
- keräily
- pakkaus
- lähetys.

Tavarán vastaanottovaiheessa tuotteet otetaan vastaan varastoon. Tässä yhteydessä voidaan suorittaa esimerkiksi tuotteen oikeudellisuuden, laadun tms. tarkistus. Tuotteet voidaan siirtää esimerkiksi varastokirjanpitoon joko tässä vaiheessa, tai sitten hyllytyksen yhteydessä. Hyllytyksessä tuotteet varastoidaan myöhempää käyttöä varten niin sanotuille reservipaikoille. Reservipaikoilta täydennetään keräilyn kannalta oleelliset aktiivipaikat. Keräilyssä varastossa olevista tuotteista voidaan muodostaa yhtenäisiä kokonaisuuksia asiakkaiden tilausten perusteella. Kerätyt tuotteet voidaan pakata siten, että ne kestävät kuljetusta ja muuta käsittelyä vaurioitumatta. Viimeisenä vaiheena ovat lähetys ja kuljetus, jotka toimivat rajapintana esimerkiksi yrityksen ja asiakkaan välillä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 130–131; Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)

Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka

Logistiikka käsitteenä voidaan jakaa kolmeen osioon materiaalien kulkiessa yrityksen läpi (ks. kuvio 3). Näitä osioita ovat tulologistiikka, sisälogistiikka ja lähtölogistiikka. Tulologistiikka on rajapinta yrityksen ja toimittajan välillä, ja se sisältää tavarán vastaanoton, materiaalien tarkastamisen, kuormien purkamisen sekä tuotteiden hyllyttämisen. Sisälogistiikka sisältää tehtaan sisäiset siirrot esimerkiksi jalostamistarkoituksessa. Lähtölogistiikkaan kuuluu tuotteiden keräily, pakkaus ja lähettäminen asiakkaille. (Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)



Kuvio 3. Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka osana materiaalien virtausta (Varastotyypit ja -tekniikka).

3.5 Tuotesijoitteluun liittyvät tekijät varastossa

Varaston tuotesijoittelussa eräänä tärkeimmistä seikoista voitaisiin pitää kuljettuja kokonaismatkoja, sillä matka on yleensä suoraan verrannollinen käytettyyn aikaan. Yksinkertaistettuna suuren menekin tuotteet tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle varaston päätoimintoja, jotta kuljetut kokonaismatkat ja siten tehty työ, muodostuisivat mahdollisimman pieniksi. Vastaavasti pienen menekin tuotteet voidaan sijoittaa hieman kauemmas. Pullonkaulaksi voidaan nimittää mitä tahansa asiaa tai ilmiötä, joka hidastaa tietyn prosessin toimintoja. Esimerkiksi materiaalinkäsittelyssä nämä voivat olla fyysisiä, hyvänä esimerkkinä kapeat kulkuväylät ja materiaalinkäsittelyalueet, jotka rajoittavat liikennettä. Pullonkaulan voivat aiheuttaa myös esimerkiksi liian vähäiset keräyspaikat suurimenekkiselle tuotteelle, jolloin yhdelle keräyspaikalle voi syntyä jonoa. Hyviä keinoja tuotteiden arvottamiseen ovat kappaleessa 4 kuvatut XYZ- ja ABC -analyysit. (Richards 2011, s. 70–71; Venkatadri & Kubasad 2012.)

4 Analyysit ja materiaalivirrat

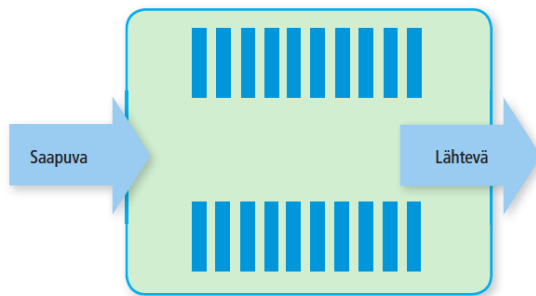
4.1 Pareton sääntö, XYZ- ja ABC -analyysit

Pareton sääntö, eli 80/20-sääntö, tarkoittaa yleistettynä sitä, että 20 % panoksesta luo 80 % tuloksen. Teollisuudessa ja etenkin varastoissa tämä voi tarkoittaa sitä, että 20 % tuotteista muodostaa 80 % yrityksen liikevaihdosta. Prosenttiosuudet 20 % ja 80 % eivät ole ehdottomia, mutta esimerkiksi Richardsin (2011) mukaan vastaavaa luokkaa olevat luvut pitävät paikkansa huomattavan usein. Pareton sääntö ja siitä johdetut XYZ- sekä ABC-analyysit ovat hyviä keinoja arvottaa tuotteita. XYZ-analyysi keskittyy enemmän yleisemmin tuotteen kiertoon ja kokonaisvolyymiin, kun taas ABC-analyysissä raha on mukana siten, että eniten voittoa tuottavat nimikkeet ansaitsevat suurimman huomion. Koska 20 % tuotteista tuo valtaosan voitosta ja ne yleensä vaativat eniten huomiota, näihin kannattaa panostaa eniten. XYZ-analyysissä nämä tuotteet sijoitettaisiin X-luokkaan, johon kuuluviin tuotteisiin on syytä kiinnittää eniten huomiota esimerkiksi sijoittamalla ne parhaimmille paikoille varastossa, jotta niiden virtaus ja näihin kohdistuva työ olisi tehokkainta. Seuraava luokka on Y, ja siihen sijoitetaan ”välituotteet”, joihin kannattaa panostaa hieman, mutta ei liikaa, ja näille varataan seuraavaksi parhaimmat paikat. Viimeisimpänä analyysissä on Z-luokka, johon sijoitetaan kaikista vähiten kiertävät tuotteet, mutta joita on kuitenkin välttämätöntä pitää varastossa. (Richards 2011, 60–61; Better explained n.d; Bergmann, Heger, Meinecke & Scholz-Reiter 2012, 445–446.)

4.2 Materiaalinvirtaustyyppit ja materiaalivirta-analyysi

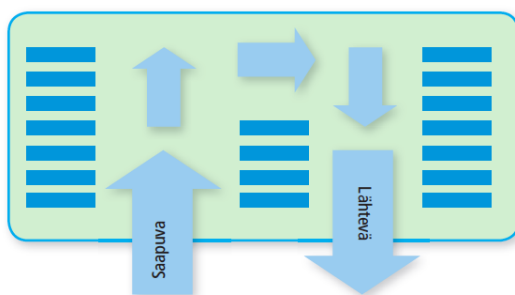
Toimivissa varastoissa ja terminaaleissa toteutetaan useimmiten I- tai U-tyyppistä materiaalinvirtausta. Myös muunlaiset virtaukset, kuten esimerkiksi L-tyyppinen virtaus on mahdollinen ja toimiva. Jos varastossa tai terminaalissa on I-tyyppinen virtaus, eli suora virtaus, materiaalit käytännössä virtaavat rakennuksen läpi suoraviivaisesti (ks. kuvio 4). Käytännössä tämä tarkoittaa yleensä sitä, että materiaalit saapuvat rakennukseen sen toisesta päästä ja ne poistuvat toisesta päästä. Välissä voi olla esimerkiksi tavaran vastaanotto, hyllytys, keräily, pakkaus ja lähetys. Eräs negatiivinen puoli I-virtauksen varastoissa on varastolle vaadittava tila,

sillä saapuvalla ja lähtevällä tavaralla tarvitaan oma tilansa sekä sisällä, että ulkona. Siirtomatkat ovat myös yleensä pitkiä, eikä varastoa voida helposti laajentaa kuin kahdelle sivulle, eli niille, joilla lastauslaiturit eivät sijaitse.



Kuvio 4. I-tyyppinen materiaalinvirtaus (Suora virtaus ja U-virtaus n.d.)

U-tyyppisessä virtauksessa saapuvan ja lähtevän tavaran laiturit sijaitsevat samalla puolella rakennusta, jolloin varaston toiminnot voidaan sijoittaa melko lähelle toisiaan, jos tuotesijoittelu on tehty oikein (ks. kuvio 5). U-tyyppisen virtauksen varastoissa voidaan myös toteuttaa helpommin cross-dockingia, eli jotkin saapuvista tuotteista voidaan lähettää asiakkaalle sellaisenaan niiden käymättä hyllyssä (Richards 2011, 43). U-virtauksen huonona puolena voidaan pitää riskiä tulevien ja lähtevien materiaalivirtojen sekoittumiselle. (Suora virtaus ja U-virtaus n.d.)



Kuvio 5. U-tyyppinen materiaalinvirtaus (Suora virtaus ja U-virtaus n.d.)

Materiaalivirta-analyysi on varsinkin sisälogistiikan suunnittelussa yleisesti käytetty työkalu, jolla voidaan havainnollistaa materiaalien virtauksia eri prosessien välillä. Tällä tavoin voidaan havaita visuaalisesti esimerkiksi pullonkauloja ja ristikkäisiä materiaalivirtoja. Materiaalivirrat kuvataan yleensä eripaksuisten nuolien avulla siten, että mitä paksumpi nuoli on, sitä suurempaa on materiaalin virtaus.

5 Tunnistustekniikoista kuljetusmuotoihin

5.1 RFID-tunnistustekniikka

RFID, eli Radio Frequency Identification, on osittain viivakoodin korvannut radiotaajuuksiin perustuva tunnistamistekniikka, jolla voidaan tunnistaa esimerkiksi ihmisiä tai esineitä. Tekniikka koostuu yksinkertaisimmillaan tunnisteista eli tageista, ohjelmistoista, sekä lukijasta. RFID-tekniikan ehkä suurimpana etuna voidaan pitää sitä, ettei tagin tarvitse olla näkyvässä tullakseen luetuksi. Useamman RFID-tagin lukeminen kerralla on myös mahdollista. RFID-tagiin itseensä voidaan myös tallentaa suurempi määrä tietoa kuin perinteiseen yksiuotteeseen viivakoodiin. Tällöin jokainen yksittäinen tuote voidaan yksilöidä omalla tunnisteella, jolloin jokaista varastossa olevaa tuotetta voidaan käsitellä yksilönä. Viivakoodia käytettäessä yhdellä nimikkeellä on tavallisesti aina sama viivakoodi. Viimeaikoina yleistyneeseen kaksiuotteeseen viivakoodiin voidaan kuitenkin varastoida lähes saman verran informaatiota kuin RFID-tagiin. (Angeles 2006, 51–53; Richards 2011, 110–111; What is RFID? n.d.)

Tiettyjen RFID –tagityyppien lukuetaisyys voi olla suuri, jopa sata metriä. Vaikka RFID-tekniikka vaikuttaa yleisesti hyvältä ratkaisulta, se ei silti voi nykyisellään korvata täysin muita tunnistamistekniikoita. Tekniikkana se on melko kallis verrattuna esimerkiksi viivakoodeihin, ja muitakin rajoitteita tekniikan käyttämiselle on. Esimerkiksi nesteet ja metallit aiheuttavat häiriöitä RFID-tagien luennalle, joten näiden tuotteiden tunnistamisessa käytetään yhä pääsääntöisesti viivakoodia, jos jonkinlainen tunnistamistekniikka on tarpeen. (Richards 2011, 110–111; What is RFID? n.d.)

5.2 Rautatie- ja kuorma-autokuljetusten erityispiirteet

Suomen sisäisissä kuljetuksissa käytetään tavallisimmin sekä rautatie- että kuorma-autokuljetuksia. Rautatiekuljetuksia käytetään tyypillisesti pitkillä matkoilla ja suurilla volyymeilla. Myös toistuvat ja säännölliset kuljetukset tulevat usein kyseeseen rautatiekuljetuksissa. Rautatiekuljetuksia käytetään erityisesti rajua käsittelyä kestävän bulkkitavaran kuljetukseen. Rautatiekuljetukset ovat kuitenkin joustamattomia, sillä ne vaativat toimivan rautatieinfrastruktuurin asemineen ja purku- sekä lastauspaikkoineen. Suomen yksiraidesysteemin vuoksi rautateillä on tiukat aikaikkunat, joten pienetkin viivästykset voivat haitata aikataulussa pysymistä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 85, 101–102.)

Kuorma-autokuljetusten yhtenä suurimmista eduista on joustavuus, sillä kuljetukseen riittää tarpeeksi kantava tie ja asianmukainen kalusto. Kuorma-autolla voidaan käytännössä saavuttaa mikä tahansa kolkka, minne johtaa tie. Kuorma-autolla voidaan myös liikkua milloin tahansa. Negatiivisiksi puoliksi muodostuvat kuljetusten kalleus sekä rajoitetut kuljetusmatkat kuljettajien ajo- ja lepoaikojen vuoksi. Kuorma-autokuljetukset ovatkin kannattavimpia melko lyhyillä, tyypillisesti alle 150 km matkoilla. Yleisesti Suomessa käytetään täysperävaunuyhdistelmiä, jotka ovat kokonaisaltaan 60–76 tonnia, ja näiden hyötykuorma voi olla jopa yli 50 tonnia riippuen kaluston päällirakenteesta ja apulaitteista. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 85, 96–97.)

6 Kankaan varasto

6.1 Varaston toiminta

Tarkastelun kohteena oleva varasto sijaitsee Jyväskylän Kankaalla. Paperitehtaan tilat ovat kuuluneet muun muassa aiemmin paikalla toimineelle, nykyistä Metsä Boardia edeltäneelle M-Realille. Nykyään tilat ovat Jyväskylän kaupungin omistuksessa, ja Metsä Group on niissä vain vuokralla Äänekosken biotuotetehtaan valmistumiseen saakka vuoden 2017 loppupuolelle. Pian tämän jälkeen paperitehtaan tilat puretaan uuden asuinalueen tieltä.

Kankaan selluvarasto sisältää kaksi erillistä tilaa, valmistuotevaraston ja arkaamon, jotka on kuitenkin yhdistetty väliovilla. Valmistuotevarasto on lämmittämätön varasto, ja sitä on käytetty paperitehtaan aikoina valmiiden tuotteiden lähettämiseen kuorma-autolla ja junilla. Tämän vuoksi varastossa on esimerkiksi lastaussiltoja sekä teollisuusraiteet junalastauksia varten. Tiloihin voidaan myös ajaa kuorma-autolla. Täten tila on erityisen soveltuva myös sellun varastointiin tuotteiden ja käsittelytapojen samankaltaisuudesta johtuen. Arkaamo on toiminut tuotannon tilana, ja se on lämmitetty.

Kankaan selluvaraston pääasiallisena tarkoituksena on turvata Metsä Fibren sellutoimitukset asiakkaille Äänekosken biotuotetehtaan rakennustyön aikana. Kangas toimii sellun välivarastona lisäten Äänekosken sellutehtaan varastointikapasiteettia ja mahdollistaen junatoimitukset.

Varastossa suoritetaan pääasiassa seuraavia toimintoja:

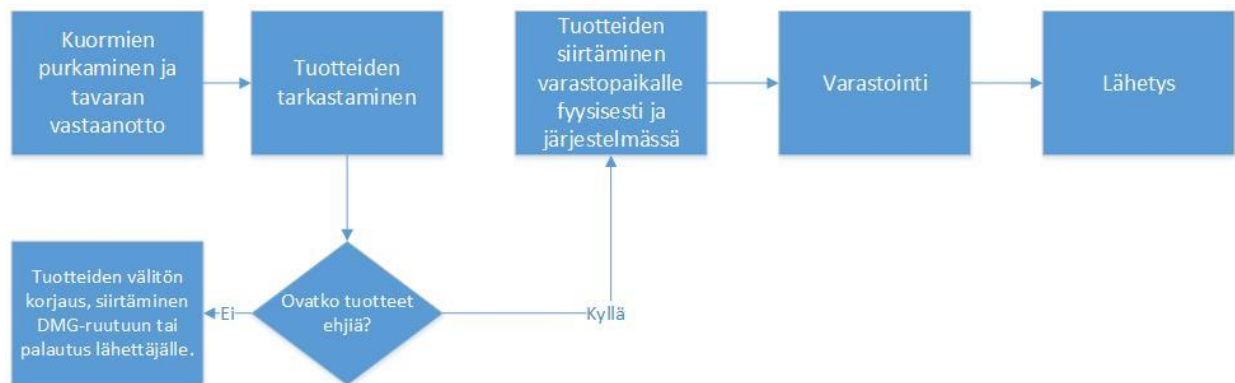
- autokuormien purkaminen ja tavaran vastaanotto
- sellupaalien varastointi
- junien lastaaminen
- kuorma-autojen lastaaminen.

Sellu toimitetaan Äänekosken sellutehtaalta Kankaan varastolle paaleina täysperävaunuyhdistelmillä, tyypillisesti 44–52 tonnia kerrallaan. Paalit puretaan ennalta määriteltyihin varastoruutuihin lajeittain, ja samalla niiden RFID-tagit luetaan trukkipäätteellä, jolloin tuotteet voidaan siirtää SAP-järjestelmässä vastaaviin varastopaik-

koihin. Jokaisella sellupaalilla on oma henkilökohtainen RFID-taggi, jossa on tiedot muun muassa paalin erästä ja todellisesta painosta. Sama SAP-järjestelmä on käytössä koko Metsä Fibrellä, jolloin varastointia voidaan seurata myös muualla. SAPilla ja RFID -luennalla suoritetaan myös sellun lähetys varaston ulkopuolelle. SAPin avulla voidaan luoda myös sähköiset rahtikirjat toimituksia varten. Rahtikirjojen lähettämisen suoraan esimerkiksi VR:n järjestelmiin on myös mahdollista, eikä paperisia tulosteita välttämättä tarvita.

Autokuormien purkamisen voi suorittaa varaston henkilökunta, tai esimerkiksi yöaikaan ennalta määritellyn kuljetusliikkeen edustaja, sillä Kankaalla työskennellään vain aamusta iltaan. Syy tähän on se, että lastaustarvetta ei ole yöaikaan, mutta Kankaalle siirrettävien määrien suuruuden vuoksi siirtoja joudutaan tekemään myös öisin.

Koska paalien käsittely on suotavaa pitää minimissään, ideaalitulanteessa paalit puretaan yhdellä nostolla varastopaikkaan, josta ne nostetaan yhdellä nostolla junaan tai kuorma-autoon. Myös siirto kuorma-autosta suoraan junaan on mahdollista sillä edellytyksellä, että varastokierron kriteerit täyttyvät. Materiaalinkäsittelyn päätoiminnot on esitetty prosessikaaviona kuviossa 6.



Kuvio 6. Prosessikaavio Kankaan selluvaraston materiaalinkäsittelyn vaiheista.

Nimikkeiden ja niiden määrien vaikutus varastointiin

Kankaalla varastoidaan pääsääntöisesti neljää erilaista sellunimikettä valmistettuna erilaisista puulajeista, eri laatusina ja suunnattuna joko vientiin tai kotimaan markkinoille. Kankaalla varastoidut nimikkeet ovat seuraavat:

- kotimaan koivusellu
- kotimaan havusellu
- vientikoivusellu
- vientihavusellu

Lisäksi oman nimikkeensä luovat kunkin tuotteen dekla-erät, joiden laatu poikkeaa oletetusta priimalaadusta. Sellun laatu voidaan määritellä deklaksi, jos esimerkiksi roskapitoisuus on liian suuri. Myös väärät leimat ja RFID-tagien puuttuminen heikentävät tuotteen laatua. Laadultaan erilaisia sellulajeja käsitellään tyypillisesti eri tuotteina, eikä näitä sekoiteta keskenään esimerkiksi toimituksien yhteydessä. Dekla-eriä ei voida toimittaa asiakkaille sopimatta erikseen. Tämä tarkoittaa varastoinnin kannalta sitä, että jotkin tuotteet voivat viipyä varastossa pitkiä aikoja, jos asiakkaita ei löydy.

Kuvaukset kotimaan selluista ja vientiselluista sekä näiden eroista esitellään kappaleessa 6.2. Sellun kysyntä vaihtelee, eikä ennen varaston käyttöönottoa ollut varmaa, kuinka paljon millekin lajille on kysyntää. Tämän vuoksi varastopaikkoja ei voitu määrittää etukäteen rajaten niitä tietyille lajeille. Yksittäinen sellupaali on kooltaan melko suuri ja sen varastointimäärät ovat melko suuria, mikä merkitsee sitä, että varastotilaa on oltava paljon. Jotta varastointi olisi edes jossain määrin asianmukaista ja toimivaa, kukin sellulaji tulisi mahdollisuuksien mukaan varastoida tietylle alueelle.

Sijaintien merkitykset Kankaalla

Kuten edellä jo mainittiin, Kankaan varaston päätoiminnot ovat autokuormien purkaminen, junien lastaaminen sekä autojen lastaaminen. Kuormaa tuovat ja hakevat autot saapuvat sisälle varastoon kahdesta mahdollisesta nosto-ovesta, ja ne voidaan paikoittaa siten, että ne sijaitsevat mahdollisimman lähellä tuotteen sijoittelupaikkaa. Junanvaunut sen sijaan lastataan tyypillisesti siten, että ensin lastataan lähinnä pääovea oleva vaunu, ja jokaisen lastatun vaunun jälkeen siirrytään fyysisesti seuraavaan vaunuun. Lastausjärjestys on tämä, koska veturimiesten on helpompaa jättää

mahdolliset tyhjät vaunut perälle ja ottaa mukaansa vain täydet vaunut, jos vaihto ei käsitä jokaista vaunua. Junalastauksen erityispiirteenä voidaan pitää sitä, että tuotteiden siirtomatkat voivat vaihdella suuresti lastauksen eri vaiheissa. Junalastauksessa myös volyymit ovat tavallisesti suuria käsittäen yhteensä jopa 336–468 tonnia yhdessä lastauksessa. Näiden seikkojen vuoksi varastosijoittelussa tulisi pyrkiä sijoittamaan tuotteet lähinnä junalastauksen kannalta optimaalisille paikoille niiden tuotteiden osalta, jotka lähtevät Kankaalta rautateitse. Sen sijaan hitaasti kiertävät tuotteet ja pääsääntöisesti kuorma-autolla toimitettavat tuotteet tulisi sijoittaa niille optimaalisille paikoille. Kankaan varaston layout on esitelty alaluvussa 6.4.

6.2 Kankaalle varastoitavat sellupaalityypit

Kankaalle varastoitavista sellupaalityypeistä yleisin on selluarkeista yhteen puristettu kokonaisuus, jota pitää koossa kireät paalilangat. Näitä kutsutaan sideokepaaleiksi, ja ne käsitetään kotimaan yksiköinä, eli ne liikkuvat pääasiassa kotimaan markkinoilla. Kotimaan yksiköt ja vientiyksiköt poikkeavat rakenteeltaan jonkin verran toisistaan niiden käsittelytapojen vaatimusten vuoksi. Vientiyksikkö koostuu kääntyistä pienpaaleista, jotka on niputettu yhteen usealla paalilangalla (ks. kuvio 7). Vientiyksiköt kuljetetaan tyypillisesti laivan ruumassa tai merikonteissa, joten niiden tulee kestää jonkin verran sääolosuhteita ja kosteutta. Paalilankakieppejä käytetään yksiköiden nostamiseen satamissa (ks. kuvio 8).



Kuvio 7. Vientipaaleja



Kuvio 8. Vientipaalien nostamista satamassa (Sellupaalinostin n.d.)

Kotimaan yksiköitä ei ole käärittö, vaan niitä pitää koossa ainoastaan kolmeen kohtaan sijoitetut paalilangat (ks. kuvio 9). Kotimaan yksikkö painaa 1000 kg, kun taas vientiyksikkö painaa 2000 kg. Molempia yksiköitä käsitellään Kankaan varastolla 4000 kg taakoissa siten, että kotimaan sellun taakka sisältää käsittää 4 yksikköä ja vientisellun taakka 2 yksikköä.



Kuvio 9. Selluyksiköitä kotimaan markkinoille

Jokainen yksittäinen käsittely-yksikkö sisältää RFID-tagin, jonka avulla voidaan toteuttaa muun muassa paalien koko toimitusketjun seuranta sekä laskutus. Tagit voidaan lukea trukkipäätteellä siirrettäessä tuotteita kuorma-autoista varastoon tai varastosta junaan tai kuorma-autoon. RFID:n käyttäminen nopeuttaa toimiessaan tuotteiden kirjaamista varastoon. RFID myös tehostaa tuotteiden seuraamista, jolloin esimerkiksi varastossa tiedetään, mitkä paalit ovat vanhimpia ja mitkä pitäisi tämän vuoksi

lähettää eteenpäin. RFID:n avulla sellun valmistaja tietää ideaalitapauksessa jokaisen paalin sijainnin. Sellun eteenpäin lähettämistä vastaavien suunnittelijoiden on myös helpompi määrittää lähetettäväksi soveltuvimmat erät RFID:n avulla. Tämä korostuu erityisesti dekla -erien kohdalla, joiden ominaisuudet voivat vaihdella. Dekla-tuotteita ei välttämättä eritellä varastopaikoissa, mutta esimerkiksi näiden roska-pitoisuudet voivat vaihdella. Asiakkaiden kriteerit priimalaadusta voivat vaihdella, joten on tärkeää, että laadun kriteerit täyttyvät asiakaskohtaisesti.

Joku asiakas voi haluta vain tietyn roska-pitoisuuden sisältämää sellua, jolloin on tärkeää, että lähetys ei sisällä esimerkiksi liian roskaista sellua. Metsän logistiikkasuunnittelijat hallinnoivat lastausohjeita ja heillä on tiedossa kunkin asiakkaan kriteerit, joten he voivat blokata asiakkaalle sopimattomia tuotantoeriä. Lastauksen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että trukkipäätteen lastaustoiminto kieltää yksikön lastaamisen, jos tätä ei löydy lastausohjeelta.

6.3 Sellun käsittely ja varastointi Kankaalla

Kankaan varastoruudut

Kankaan varastoruudut ovat yksinkertaistettuna lattiaan viivoilla rajattuja alueita, joiden edustalla sijaitsee ruudun tunnus, joka koostuu alueen kirjaimesta ja ruudun järjestysnumerosta. Vastaavan nimiset ruudut on SAP-järjestelmässä, ja siirrettäessä tuotteita varastoon siirretään tuote vastaavaan ruutuun SAP:ssa. Ruudut on piirretty kapasiteetiltaan n. 500 tonnin suuruisiksi, mutta todellinen kapasiteetti vaihtelee n. 200–600 tonnin välillä.

Varastopaikkojen merkitys

Sellupaaleja käsiteltäessä jokainen käsittelykerta voi mahdollisesti vahingoittaa sellu-arkkeja ja pahimmassa tapauksessa katkoa paalilankoja. Tämän vuoksi käsittelykertojen määrä tulisi pitää minimissään. Ideaalilanteessa paali nostettaisiin suoraan auton kuormatilasta varastopaikkaan, josta se lastattaisiin junaan tai kuorma-autoon. Tällöin käsittelykertoja olisi vain kaksi välivarastointivaiheessa. Toinen mahdollisuus on suorittaa lastaukset suoraan kuorma-autosta nostetuilla paaleilla. Tällöin nosto-

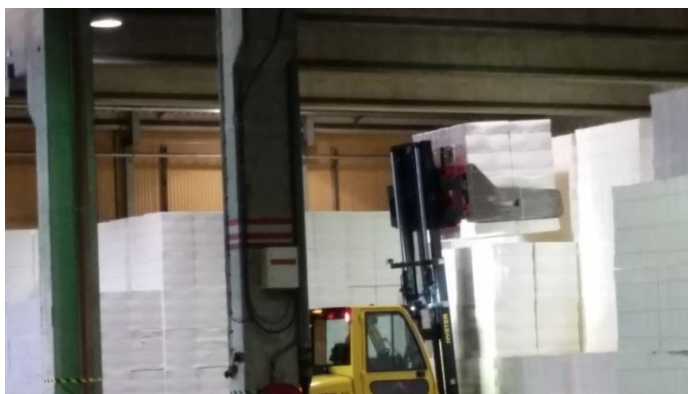
kertoja olisi vain yksi Kankaalla. Vääränlainen tuotesijoittelu lisää turhan ajon määrää hidastaen toimintoja. Tämän vuoksi eniten virtaavat tuotteet tulisi sijoittaa parhaimmille paikoille.

Sellun käsittely

Sellupaalit pyritään toimittamaan asiakkaalle mahdollisimman hyväkuntoisina, mutta paalit kestävät käsittelyä verrattain hyvin, eivätkä pienet vauriot haittaa jauhatuksen vuoksi. Sellupaaleja voidaan pinota päällekkäin, ja pinoaminen onkin erittäin soveltuva varastointitapa sellupaaleille tilankäytön kannalta. Sellupaalit vaativat paljon tilaa, ja ne voidaan mieltää bulkkitavaraksi. Kuvio 10 esittää tyypillistä kotimaan sellupaalien varastointitapaa. Kuvan paalit on pinottu kolmen taakan korkuisiksi pinoiksi. Paalien välissä oleva rako on pihtejä varten, jotta vältetään käsittelyvaurioita ja voidaan nostaa paalit turvallisesti. Kuvio 11 esittää paalien pinoamista trukilla, jossa on paalipihdit.



Kuvio 10. Tyypillinen sellun varastointitapa



Kuvio 11. Sellupaalien pinoamista trukilla

Varastoruuduissa toteutuu pääsääntöisesti LIFO -periaate (Last In, First Out), joka merkitsee sitä, että ruutuun ensimmäisenä saapuva paali lähtee ruudusta viimeisenä, jos varastointi on toteutettu oikein. Tämän vuoksi on tärkeää, että varastoruutu tyhjenetään kokonaan, ennen kuin ruutuun tuodaan uutta tavaraa. Sellu happamoituu vanhetessaan ja paalit myös pölyntyvät melko nopeasti Kankaan varastossa, joten vanhat erät on tärkeää käyttää ensin, jotta asiakkaille voidaan toimittaa mahdollisimman hyväkuntoista sellua. Lifo -periaatteen tulee toteutua varastopaikoissa senkin vuoksi, että kotimaan paalien RFID -tunnisteet sijaitsevat paalien etualalla tietysti kohdassa, eikä lukijan etäisyys tavallisesti riitä kuulemaan tunnisteita paalin väärältä puolelta. Paalin tulee olla ”oikeinpäin” myös jatkojalostusprosessissa esimerkiksi luennan ja langankatkaisuautomaation vuoksi. Tämän vuoksi minkäänlaiset läpivirtausratkaisut eivät tule kyseeseen varastoinnissa.

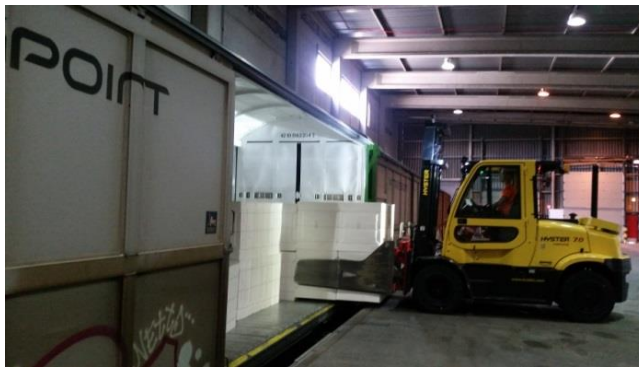
Ruutujen käytössä taas on tärkeää käyttää FIFO-periaatetta (First In, First Out), eli ensin täytetyssä ruudussa olevat tuotteet käytetään ensimmäisenä. Sellua käytetään hyvin usein elintarvikepakkauksissa, joten varastoinnissa on tärkeää, ettei sellu ime itseensä vieraita hajuja tai makuja. Sellu ei myöskään saa kastua varastoinnin aikana, sillä tällöin sellu on pilalla. Kuviossa 12 on esitetty alaosaan kastuneita sellupaaleja, jotka ovat turvonneet ja kellastuneet. Turpoamisen seurauksena paaleista on katkennut paalilankoja.



Kuvio 12. Kastunutta ja turvonnutta sellua

Junalastaus

Junalastaus on Kankaan selluvaraston kenties tärkein yksittäinen toimenpide. Vaunun lattia ulottuu suurin piirtein samalle korkeudelle lastaussillan kanssa, joten käytännössä paalit vain ajetaan vaunuihin hieman lattiasta kohotettuna ja lasketaan vaunun lattialle. Kotimaan paalien lastauksessa joudutaan tosin suorittamaan muutamia osanostoja, jotta vaunun kantavuus ja tila saadaan hyödynnettyä mahdollisimman optimaalisesti. Kuviossa 13 esitettyä kotimaan sellupaalia työnnetään vaunuun kokonaisella käsittely-yksiköllä.



Kuvio 13. Kotimaan sellupaalien lastausta GBLS-junanvaunuihin.

Kuviossa 13 esitetyn GBLS –tyyppisen peltivaunun kantavuus 29,5 tonnia, mutta kotimaan sellua näihin lastataan 28 tonnia kuhunkin. Tällöin päästään tilanteeseen, jossa yhden vaunun lastauksessa saadaan käytettyä tietty määrä kokonaisia käsittely-yksiköitä.



Kuvio 14. Kotimaan sellun lastaustapa GBLS-vaunuihin.

Kuvio 14 esittää kotimaan sellun junalastaustapaa. Lastausta varten on jouduttu suorittamaan kaksi paalin puolitusta siten, että taka-alalla näkyvien paalien takimmaisat paalit on jaettu osiin. Etualan paalit ovat siis kokonaisia neljän paalin käsittely-yksiköitä ja takimmaisat niput koostuvat kahdesta päällekkäisestä paalista. Kuvan etualalla on näkyvissä toinen paalin jakotapa, jossa käsittely-yksikkö on jaettu kahtia korkeussuunnassa. GBLS -vaunun toinen puoli on lastattu samoin kuin edellinen, mutta peilikuvana. Toisen Kankaalla käytettävän vaunutyyppin, sellun kuljettamiseen tarkoitetun HAI-vaunun kantavuus on 52 tonnia, ja näiden lastauksessa joudutaan suorittamaan enemmän osanostoja. Kuviossa 22 on kuvattu vientisellupaalien lastaus, joka käsittää pelkästään kokonaisten paalinippujen käsittelyä.



Kuvio 15. Vientisellupaalien lastaustapa GBLS-junanvaunuihin.

Autolastaus

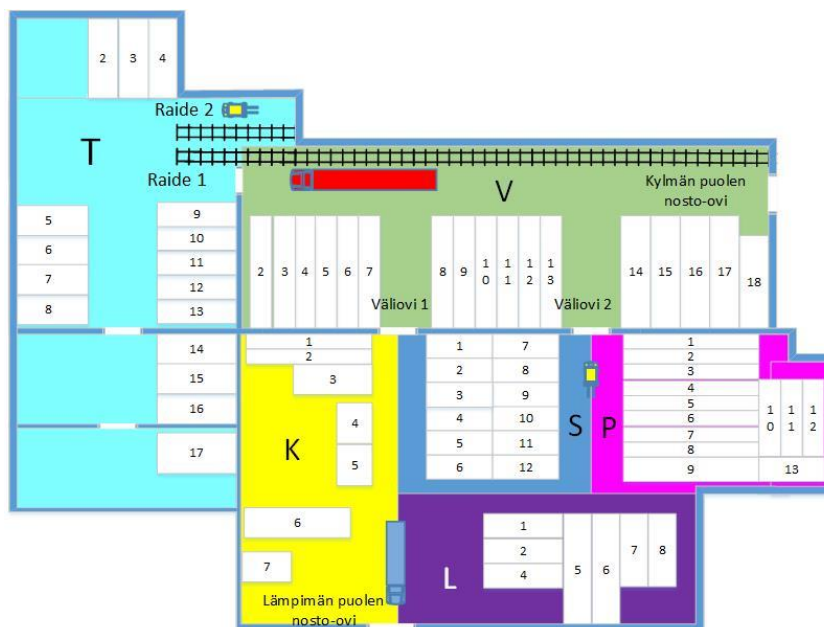
Toinen, joskin hieman harvinaisempi, lastausmuoto Kankaan varastolla on autolastaus. Kuten junanvaunutkin, myös autot lastataan sivusta. Lastattava määrä riippuu täysin käytettävästä kuljetuskalustosta ja sen kantavuudesta, mutta tyyppinen täysperävaunuyhdistelmään lastattava määrä vaihtelee 40–50 tonnin välillä. Määrä vaihtelee kumpaankin suuntaan. Koska esimerkiksi 50 tonnia ei ole jaollinen neljällä, joskus kuorma-autoihin joudutaan lastaamaan myös puolikkaita taakkoja.



Kuvio 16. Kuorma-autolastaus

6.4 Varaston layout

Kankaan varaston layout on kuvion 17 mukainen. Piirros on esitetty suurempana liitteessä 1. Layout on piirretty mukailleen PulpStore–varastoseurantajärjestelmän graafista esitystä Kankaan varaston layoutista ja varastoruuduista. PulpStoren avulla voidaan seurata esimerkiksi varastotilannetta. Varasto on jaettu alueisiin kuvion mukaisesti, ja ne on nimetty kirjaimin V, T, S, P, L ja K. Kyseisen alueen varastoruudun nimi muodostuu alueen nimestä ja numerosta. Suurin osa toiminnoista tapahtui kuvion alueilla V ja T varastotoiminnan alkuvaiheessa, mutta myöhemmissä vaiheissa käyttöön on otettu alueet S, P ja L, ja viimeisenä otetaan käyttöön alue K.

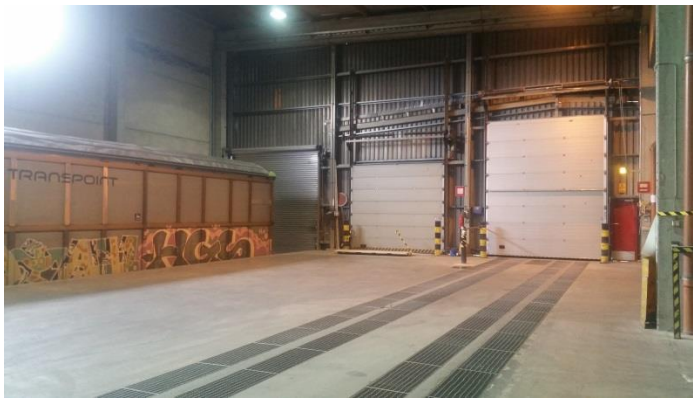


Kuvio 17. Varaston layoutin rakenne ja varastoruudut

Aluetta V voidaan pitää varaston päätoiminta-alueena, sillä alueella voidaan toteuttaa kuorma-autojen kuormien purkamiset, autolastaukset sekä valtaosa junalastauksesta. Alueelle myös varastoidaan suurimman volyymin omaavat nimikkeet. Pääovi, josta kuorma-autot ajavat sisälle varastoon, sijaitsee alueen oikeassa reunassa junaraiteen vieressä. Junaraiteista pidempi sijoittuu suurimmaksi osakseen tälle alueelle. Kuviossa 18 on nähtävissä kokonaisuudessaan alue V, jossa kuvasta katsoen vasemmalla sijaitsee pidempi junaraide, keskellä pääkäytävä ja oikealla varastopaikat. Päädyssä sijaitsee päänosto-ovi, joka on pääasiassa kuorma-autoliikenteen käytössä. Päänosto-ovi ja pääradan nosto-ovi on esitetty lähempää kuviossa 19.

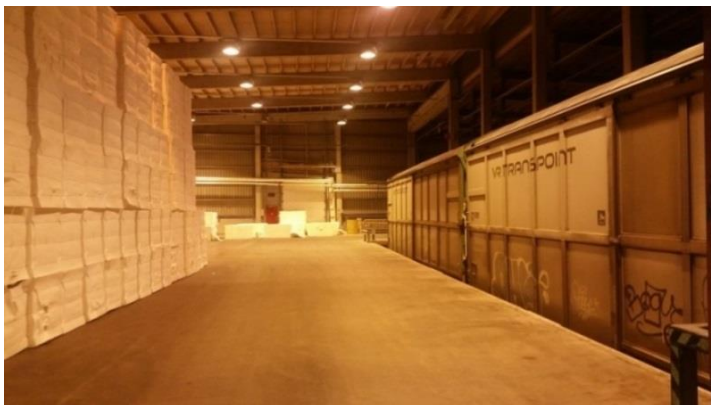


Kuvio 18. Varaston alue V



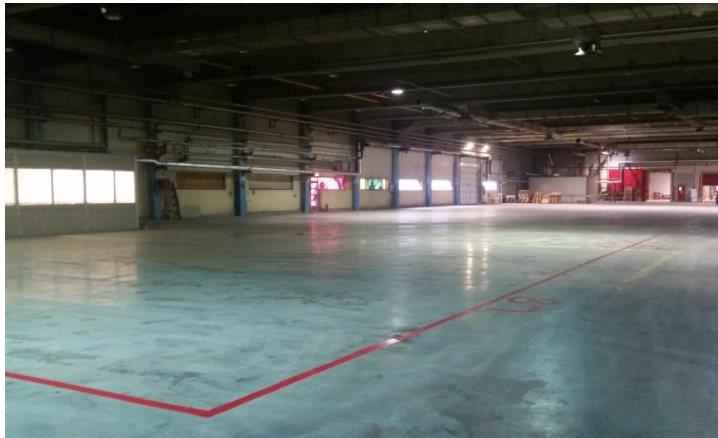
Kuvio 19. Kylmän puolen päänosto-ovi ja pääraiteen nosto-ovi.

Alueet V ja T on erotettu toisistaan oviaukolla, ja osa pääraiteesta jää T-alueelle. Tällä alueella sijaitsee myös toinen raide, jolle mahtuu esimerkiksi kolme GBLS- tyyppistä junanvaunua. Kuvio 20 on T-alueen sisäänkäynniltä, ja siinä on nähtävissä pääraiteen loput vaunut. Vasemmalla puolella on varastoruutuja.



Kuvio 20. T-alueen sisäänkäynti

Osa T-alueen ruuduista sijaitsee lämmitetyllä puolella. Kylmän ja lämpimän puolen erottaa automaattinen pressuovi. Lämpimän puolen varastoruudut alueella T ovat T14–T17. Osa Kankaan varastiloista sijaitsee lämpimällä puolella arkkamossa. Tällä alueella sijaitsevat varaston alueet K, S, P ja L. Alueita ei ole erotettu fyysisesti toisistaan, ainoastaan varastoseurantajärjestelmässä. Arkkaamon puolelle johtaa myös kuorma-autoliikenteelle soveltuva nosto-ovi, jolloin myös tällä puolella voidaan suorittaa kuorma-autojen purkamisia ja lastaamisia. Iso osa lämpimän puolen varastosta on nähtävissä kuviossa 21. Kaukaisuudessa on nähtävissä lämpimän puolen nosto-ovi, ja kuviossa on esillä myös tyypillinen Kankaalla käytetty varastoruutu ennen sen käyttöönottoa.



Kuvio 21. Lämpimän puolen varastotiloja.

Kuviossa 22 on nähtävissä ruudut P10–P13. Kuviossa on havaittavissa tyypillisiä lämpimän puolen ominaisuuksia, kuten tolppia ja katossa kulkevia putkia.



Kuvio 22. Lämpimän puolen varastotiloja.

7 Tutkimustulokset

7.1 Materiaalinkäsittelyyn liittyvät seikat

Materiaalinkäsittelyä hidastavat tekijät

Monet eri tekijät voivat vaikuttaa materiaalinkäsittelyn tehokkuuteen ja nopeuteen. Kankaan varastolla näitä ovat esimerkiksi seuraavat esille tulleet asiat:

- Oviaukot
- Välimatkat
- Vapaanostokorkeudet ja tätä madaltavat objektit katossa
- Tolpat, pilarit ja muut rakenteelliset esteet
- Sellupaalien pysyminen trukkipihdeissä
 - Lattian epätasaisuudet
 - Paalien kokoerot
- Tilojen ahtaus
- RFID-tagien lukuongelmat
- Muu liikenne.

Jokainen oviaukko hidastaa toimintaa, sillä Kankaalla käytettävä kalusto on lähes joidenkin oviaukkojen korkuista ja levyistä, jolloin nämä täytyy ohittaa suurta varovaisuutta noudattaen. Kuorman purkaminen ei ole välttämättä kiireistä, joten purkamisvaiheessa ovien hidastava vaikutus on melko vähäinen. Sen sijaan junalastaus voi olla hyvinkin kiireistä toimintaa raideliikenteen tiukasta aikataulutuksesta johtuen, ja ajonopeudet ovat tyypillisesti sen mukaiset.



Kuvio 23. Trukin maston etäisyys ovesta maston ollessa ala-asennossa

Oven vaikutus ajonopeuksiin voi olla jopa hyvin suuri. Kuten kuvioista 23 voidaan havaita, erään Kankaalla sijaitsevan välioven (kuviossa 17 väliovi 2) etäisyys trukin mastoon muodostuu hyvin pieneksi maston ollessa ala-asennossa. Ovesta liikuttaessa joudutaan ajamaan lähes madellen, jotta vältetään turhilta kalustovaurioilta.

Tyypillisesti suuri ongelma materiaalinkäsittelyyn liittyvissä toiminnoissa on kuljetut välimatkat. Ongelmaa voidaan kiertää suurilla ajonopeuksilla, mutta Kankaalla ongelmaksi tulevat tällöin lattian epätasaisuudet. Ajettaessa lattiassa olevaan koloon, halkeamaan tai kaivonkanteen trukkiin kohdistuva voima kohdistuu myös käsiteltävään taakkaan, joka saattaa liikkua pihdeissä vahingoittaen paalia. Äänekosken sellutehtaalla valmistettujen paalien mitat vaihtelevat leveydeltään tiettyjen rajojen puitteissa. Tämä voi aiheuttaa ongelmia taakanmuodostuksessa siten, että eripaksuiset paalit eivät pysy yhtenä taakkana (ks. kuvio 24). Tällöin ainoana mahdollisuutena voi olla paalien liikuttelu osissa. Tämä luonnollisesti lisää tonnikohtaiseen siirtomäärään kuluvaa matkaa sekä aikaa hidastaen toimintoja.



Kuvio 24. Eripaksuisista paaleista johtuva taakan liikkuminen paalipihdeissä

Matalat vapaakäsittelykorkeudet ja katosta roikkuvat elementit, kuten valaisimet, putket ja vastaavat objektit pienentävät tilan varastointikapasiteettia korkeussuunnassa. Vaikka korkeuteen liittyvät seikat eivät pienentäisi kapasiteettia korkeussuunnassa, lisäävät ne tarvetta varovaisuuden noudattamiselle (Ks. kuvio 25).



Kuvio 25. Eräiden tuotepinojen etäisyys valaistuksesta.

Varovaisuuden noudattamista vaativat myös ahtaat tilat, tolpat ja muu liikenne. Kankaan varastolla liikenne on pääasiassa melko vähäistä pienen henkilöstö- ja kalustomäärän vuoksi. Purettaessa kuormaa tai lastattaessa kahdella trukilla joudutaan tosin väistämään kohdattaessa ahtaissa tiloissa.

RFID -tagien lukuongelmat ovat melko yleisiä Kankaalla käsiteltävien sellupaalien yhteydessä. Tavallisesti ongelman saattaa muodostaa esimerkiksi virheellinen taakanmuodostus joko sellutehtaalla tai jälkeinpäin muodostettu taakka Kankaalla. Valmistusprosessin virheiden seurauksena joistakin paaleista tagit voivat puuttua kokonaan. Tämä on kuitenkin melko harvinaista. Suurin osa sellun vastaanottajista vaatii, että jokaisessa paalissa on luettava tagi muun muassa sellun jatkojalostukseen tai laskutukseen liittyvien seikkojen vuoksi. Kaikkein yleisintä lukuongelmat ovat kotimaan nimikkeiden yhteydessä.

Ongelmat junalastauksessa

Kankaan junalastauksessa huomionarvoista on, että toisen raiteen vaunujen lastaukseen kuluu huomattavasti enemmän aikaa kuin ensimmäisen raiteen vaunujen lastaamiseen. Tämä johtuu siitä, että lastauslaituri on kapea, joten laiturilla ajamisessa täytyy noudattaa huomattavaa varovaisuutta ja tarkkuutta. Esimerkiksi trukin oikaisemiseen peruuttamalla tila ei yksinkertaisesti riitä, joten trukki täytyy kääntää juuri oikealla kohdalla. Kuvio 26 havainnollistaa lastauslaiturin kapeutta käytettävään kalustoon nähden.



Kuvio 26. Toisen raiteen junalastaus.

Ylimääräiseen tarkkuuteen kuluvan ajan kompensoimiseksi siirtomatkat varastopaikoilta vaunuille olisi syytä pitää lyhyinä, jotta kokonaislastausaika saataisiin pidettyä siedettävällä tasolla. Tämä voitaisiin saavuttaa sillä, että tämän laiturin vaunuja käytettäisiin vain tiettyjen tuotteiden lastaamiseen. Näitä tuotteita voitaisiin sijoitella mahdollisuuksien mukaan tämän raiteen läheisyyteen.

Tämän vuoksi toista raidetta voitaisiin käyttää mahdollisuuksien mukaan pelkästään vientisellun lastaamiseen, sillä vientisellupaaliniput lastataan junaan aina kokonaisuina, toisin kuin kotimaan sellut, joiden kohdalla lastauksessa suoritetaan jopa kuusi (6) osataakan nostoa. Tämä ei tosin ole useinkaan mahdollista, sillä pelkästään kotimaan koivusellua sisältäviä junia lähtee Kankaalta huomattavia määriä. Pidemmän tarkastelun seurauksena havaittiin myös, että vientisellun menekki on verrattain pientä Kankaan varastossa, mutta tämäkin voi tosin vaihdella Kankaan varaston toiminnan aikana.

7.2 Varastosijoittelu

Nimikkeiden luokittelu

Nimikkeiden määrän vähyden ja kovasti vaihtelevien varastointimäärien vuoksi varsinainen laskennallinen XYZ -analyysi ei ole syytä tehdä Kankaalla varastoitaville nimikkeille. Havaintojen ja seurantahistorian perusteella tuotteet voitaisiin kuitenkin ominaisuuksiensa perusteella arvottaa karkeasti taulukon 1 mukaisesti. Taulukossa on käytetty numeerista luokittelua 1–3 välillä siten, että arvoista 1 on huonoin ja 3 on paras. Kohdassa ”tyypillinen kuljetusmuoto” on käytetty arvoja 1 ja 2, sillä kuorma-auto – ja junakuljetukset ovat ainoita keinoja toimittaa sellua Kankaan varastolta.

Taulukko 1. Sellunimikkeiden XYZ-luokittelu ominaisuuksien perusteella.

Nimike	Määrä	Yleisyys	Kiertonopeus	Tyypillinen kuljetusmuoto	Numeroarvo	Luokka	Numeroarvojen selitykset			
							Määrä	Yleisyys	Kierto	Arvo
Kotimaan koivu	3	3	3	2	11	X	Erittäin suuri	Erittäin yleinen	Erittäin nopea	3
Kotimaan havu	2	2	2	2	8	Y	Suuri	Yleinen	Nopea	2
Vientikoivu	1	1	3	2	7	Y	Pieni	Harvinainen	Hidas	1
Vientihavu	1	1	3	2	7	Y				
Vientikoivu D	1	1	3	2	7	Y				
Vientihavu D	1	1	3	2	7	Y				
Kotimaan koivu D	2	2	1	1	6	Z				
Kotimaan havu D	2	2	1	1	6	Z				

Tyypillinen kuljetusmuoto -sarakeessa 2 = juna ja 1 = kuorma-auto.

Taulukossa 1 sellunimikkeiden ominaisuuksista on otettu huomioon määrä, yleisyys, kiertonopeus ja tyypillinen kuljetusmuoto ja näiden perusteella eri ominaisuudet on pisteytetty. Näiden pisteiden avulla on laskettu karkeasti, mihin luokkaan kukin nimike voitaisiin sijoittaa. Määrällä tarkoitetaan sellun varastointimäärää. Yleisyys taas tarkoittaa sitä, kuinka usein tuotetta saapuu varastoon ja kuinka usein sitä toimitetaan asiakkaille. Kiertonopeus merkitsee tässä sitä, kuinka pitkään nimike tyypillisesti pysyy varastossa. Tuotteen tyypillisessä kuljetusmuodossa junakuljetus saa kuorma-autokuljetuksia korkeammat pisteet, sillä vaunujen sijainti on kiinteä, kun taas kuorma-auto voidaan paikoittaa tilanteen mukaan, joten pääasiassa rautateitse kuljetettaviin nimikkeisiin ja näiden sijoitteluun tulee kiinnittää suurempaa huomiota.

Laskennallisesti kotimaan koivusellu saa kaikista korkeimmat pisteet suurimman voilymin, yleisyytensä ja suurimman varastointitarpeensa vuoksi, ja se luokitellaan X-

nimikkeeksi. X-nimikkeille varataan parhaimmat paikat varastosta. Suurin osa nimikkeistä, eli kotimaan havusellu ja vientituotteiden prima- ja dekla -laadut sijoitetaan Y-luokkaan. Vientinimikkeiden varastointimäärät ovat pieniä, mutta niiden kiertonopeus on erittäin suurta, joten ne voidaan sijoittaa Y-luokan mukaisille melko hyvillä varastopaikoille.

Dekla-laatuiset kotimaan sellunimikkeet voitaisiin sijoittaa Z-luokkaan, sillä niiden menekki on pientä verrattuna muihin tuotteisiin, joten ne pysyvät varastossa pitkiä aikoja. Tämän vuoksi olisi parasta, että näitä ei sijoitettaisi hyvillä paikoille, jotta ne eivät veisi tilaa paremmin virtaavilta tuotteilta. Dekla-nimikkeet toimitetaan Kankaalta tavallisesti kuorma-autoilla, joten tuotteita ei ole syytä varastoida raiteiden läheisyyteen.

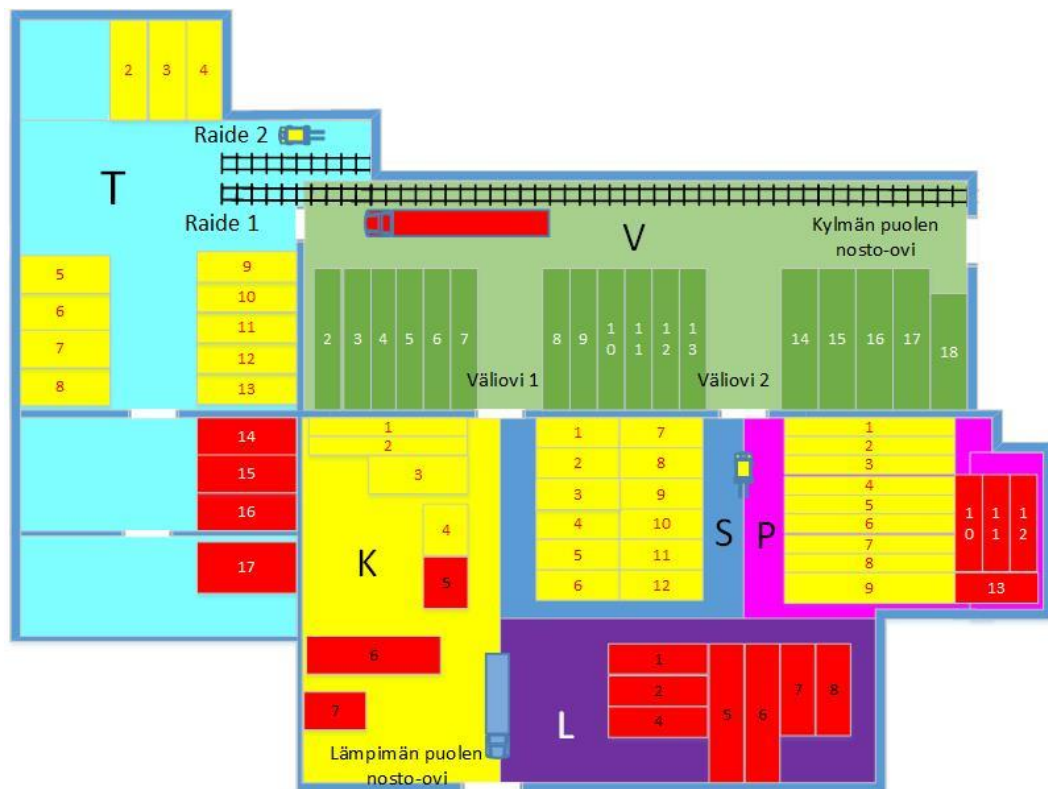
Nimikkeiden varastointitapa

Sellua voidaan pitää bulk-tavarana, sillä sitä tuotetaan suuria määriä ja paalit ovat ominaisuuksiltaan lähes identtisiä. Vaikka nimikemäärä on vähäinen, ongelmana on, että sellupaalit vaativat runsaasti tilaa. Tämän vuoksi ei voida lähteä siitä, että tietyille lajille varattaisiin tietty alue varastosta. Määrät voivat myös vaihdella, joten nimikkeille ei ole syytä asettaa ehdottoman kiinteitä varastopaikkoja, sillä tämä veisi varastosta turhaa tilaa ja pahimmillaan se voisi johtaa tyhjien varastopaikkojen muodostumiseen. Kiinteät varastopaikat tosin helpottaisivat varastopaikkojen määrittämistä, joten paras vaihtoehto olisi käyttää jonkinlaista kiinteän ja muuttuvan varastopaikan yhdistelmää, jossa tietyn tuotteen määritellylle varastopaikalle voitaisiin tarvittaessa varastoida myös muita nopeasti kiertäviä nimikkeitä. Esimerkiksi Kotimaan koivusellulle määritellyille varastopaikoille voitaisiin tarvittaessa varastoida esimerkiksi nopeasti kiertävää vientisellua.

Materiaalivirta-analyysi

Kuten aiemmissa osioissa on mainittu, Kankaan toiminnot koostuvat pääasiassa kuormien purkamisista, varastoinnista sekä lastauksista. Kullekin toiminnolle on omat alueensa, mutta osa toiminnoista, ja näin ollen myös näiden materiaalivirrat risteävät. Suurta ongelmaa tästä ei kuitenkaan muodostu, koska varastossa työskentelee kerrallaan tavallisesti korkeintaan kaksi henkilöä. Näin ollen tarkan materiaalivirta-analyysin tekeminen graafisesti ei vaikuta kovin tarkoituksenmukaiselta. Voitai-

Ehdotus tuotesijoittelusta



Kuvio 28. Kankaan selluvaraston varastopaikat luokiteltuina

Kankaan selluvaraston varastoruudut sijaitsevat kuvion 28 mukaisilla paikoilla. Varastoruudut on väritetty XYZ-analyysille tyypillisesti siten, että parhaimmat varastopaikat on merkitty vihreällä, toiseksi parhaimmat keltaisella ja huonoimmat punaisella. Paikkojen hyvydessä on painotettu erityisesti siirtomatkoja junalastauksen sekä kuorma-autojen purkamisen kannalta. Myös niinsanotut pullonkaulat, eli tässä tapauksessa oviaukot, on otettu huomioon siten, että kapeimmat oviaukot voivat laskea varastopaikan luokitusta. Varastopaikkojen XYZ-luokittelussa on toimittu junalastauksen ehtoilla.

Alue V on tila, jossa autokuormat voidaan purkaa ja junat lastataan suurimmalta osaltaan. Täten alueelle kannattaa sijoittaa tuotteet, joilla on kaikista suurin kokonaisvolyymi, eli näitä saapuu varastoon runsaasti ja näitä myös lähtee runsaasti. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi kotimaan koivusellu. Paras paikka näille lienee V-alueen ruuduissa. Suurten varastointimäärien vuoksi myös ruudut S1–S12 ja P1–P9 on syytä varata kotimaan koivulle, vaikka näiden alueiden ja V-hallin välinen

siirtomatka muodostuu melko pitkäksi, ja tuotevaraston ja arkkamon väliset ovet pidentävät siirtomatkoihin kuluvia aikoja. Sijoittelua mahdollisimman lähelle raiteita tukevat myös paalien pihdeissä pysymiseen liittyvät ominaisuudet ja RFID –tagien lukuongelmat. Koska näitä molempia esiintyy kotimaan nimikkeillä, kokonaissiirtoaikoihin vedoten näitä ei kannata sijoittaa hyvin kauas raiteista.

Toiseksi parhaimmat, eli Y-luokan paikat on merkitty kuvioon keltaisella. Vaikka esimerkiksi T-alueen ruudut ovat junalastauksen kannalta melko hyviä, niiden luokkaa on laskettu V- ja T-alueita erottavan oviaukon vuoksi. Tämän alueen ruuduille paras tuote voisi olla kotimaan havusellu, sillä se ei vaadi valtavasti tilaa, mutta sen menekki on kuitenkin kohtalaista, tyypillisesti 1–5 junavaunullista päivässä. Havusellua lastataan junalastauksessa tavallisesti yhdessä koivusellun kanssa esimerkiksi siten, että koivuselluvaunuja lastataan 5–6 ja havuselluvaunuja 1–5. Tällöin havusellun siirtomatkat junalastauksessa eivät ole kovin pitkiä, sillä havusellu lastataan tyypillisesti pidemmän raiteen viimeisiin vaunuihin tai 2-raiteen vaunuihin.

Dekla-laatuisten nimikkeiden kohdalla ongelmaksi muodostuu erityisesti näiden hidas kiertonopeus. Tuotetta saapuu varastoon harvoin, ja sitä myös lähtee harvoin, jos tuotteelle ei ole asiakkaita. Tämän vuoksi tuote kannattaa sijoittaa Z-luokan paikoille, jotka on merkitty kuvioon punaisella. Näiksi paikoiksi on määritelty T14–T17, K5–K7, P10–13 ja L1–L8. Junalastauksen kannalta nämä ovat huonoja paikkoja siirtomatkojen ja ovista aiheutuvien pullonkaulojen vuoksi, mutta esimerkiksi L- ja K-alueiden ruudut olisivat ihanteellisia autolastauksen kannalta, sillä ne sijaitsevat Kankaan varaston toisen mahdollisen lastaus- ja purkupaikan lähellä.

Vientinimikkeiden varastointimäärät ovat vaihdelleet Kankaalla suuresti ainakin varaston toiminnan alkuaikoina ollen välillä lähes olematonta. Nämä nimikkeet kuitenkin kiertävät erittäin nopeasti, eli ne toimitetaan varastosta tavallisesti muutaman päivän kuluessa saapumisestaan. Tämän vuoksi näiden tuotteiden varastoinnissa voitaisiin soveltaa esimerkiksi lähin avoin varastopaikka –periaatetta siten, että näitä varastoitaisiin esimerkiksi vapaille X- tai Y-luokan varastopaikoille jos on tiedossa, ettei niihin ole tarvetta varastoida paikalle määriteltyä nimikettä vientinimikkeen varastointitarpeen aikana.

7.3 Muut materiaalinkäsittelyyn ja varastointiin liittyvät ongelmat

Tutkimuksessa havaittiin ylimääräisenä tuloksena, että varastoruutujen koolla on merkitystä bulkkimaisten tuotteiden varastoinnissa. Jos tuotteella on suuri menekki ja sitä saapuu varastoon sekä sitä lähtee varastosta säännöllisesti, ruudun suuruudella ei ole kovin suurta merkitystä, sillä ruutu täyttyy ja tyhjenee nopeasti. Kankaan varastossa nimike kotimaan koivu kuului näihin nopeasti virtaaviin tuotteisiin. Näin ollen tätä nimikettä voidaan varastoida huoletta suuriinkin varastoruutuihin.

Jos menekki vaihtelee ja varastotoimitukset ovat satunnaisia, liian suuri varastoruutu voi helposti aiheuttaa liian suuren tilantarpeen varastossa oleviin tuotemääriin nähden. Kankaalla tämä korostui erityisesti havusellun ja dekla-laatuisten tuotteiden varastoinnissa. Jos varastosta halutaan käyttää vanhimmat erät ensin toimivan varastokierron mukaisesti, varastoruudut tulisi tyhjentää kokonaan ennen kuin niihin varastoidaan uutta tavaraa. Suurien ruutujen, satunnaisten toimitusten ja pienehköjen lähetysmäärien kohdalla tämä yhtälö aiheuttaa pahimmillaan sen, että varastossa on runsaasti tyhjää tilaa, jota ei voi käyttää. Tästä tulee ongelma varsinkin silloin, kun varasto alkaa olla ääriään myöten täynnä. Kuten aiemmin on mainittu, Kankaan varastoruutujen kapasiteetti vaihtelee 200–600 tonnien välillä. Hitaasti kiertävät tuotteet kannattaisikin varastoida mahdollisuuksien mukaan näihin pienimpiin ruutuihin, kun taas nopeasti kiertävät tuotteet voitaisiin varastoida suurempiin ruutuihin.

Optimaalisimpaan tilankäyttöön voitaisiin päästä silloin, jos jokaiselle nimikkeelle määriteltäisiin sopivankokoiset varastoruudut, mutta kuten jo johdannossa mainittiin, varastoruutujen muuttamiseen jälkikäteen ei ollut mahdollisuutta. Tämä johtui siitä, että varastoruutujen tuli vastata PulpStore-varastoseurantaohjelmaan piirrettyjä varastoruutuja. Paras korvaava keino voisikin olla suurimpien ruutujen välttäminen hitaasti kiertävien nimikkeiden kohdalla.

8 Johtopäätökset

Tilojen ominaisuuksia ei voida vähätellä, kun mietitään varastosijoittelua. Pieniltä tuntuvat asiat saattavat olla kokonaisuuden kannalta hyvinkin merkittäviä. Näitä ovat esimerkiksi siirtomatkat ja täten siirtoihin kuluvat ajat, sekä siirtoja hidastavat rakennustekniset seikat. Tuotteen fyysiset ominaisuudet voivat myös tuoda eteen ennustamattomia yllätyksiä.

Koska Kankaan varaston tilat ovat varastoitaviin määriin nähden melko pienet, varastointimenetelmänä ei voida käyttää menetelmiä, jotka rajaavat varastopaikan tietylle nimikkeelle. Varastoinnin selkeyden kannalta tämä olisi hyvä ratkaisu, mutta se veisi aivan liian paljon tilaa. Hyvä vaihtoehto voisikin olla yhdistelmä esimerkiksi määritellystä ja avoimesta varastopaikasta, sillä varastosijoittelussa olisi tällöin jonkinlainen selkeys, eikä vääriä tuotteita varastoitaisi väärille paikoille.

Suurinta osaa työssä esitetyistä tuotesijoitteluratkaisuista testattiin käytännössä, ja ne havaittiin enimmäkseen toimiviksi. Tuotesijoittelu pohjautuu teoreettisiin analyysihin ja omakohtaiseen kokemukseen nimikkeiden ominaisuuksista, eikä kummankaan merkitystä ole syytä vähätellä. Tässä työssä teoria kohtaakin vahvasti käytännön. Joka tapauksessa suunnitelma tuotesijoittelusta lisää varmuutta varastoimiseen, sillä jokaisen saapuvan kuorman ja täyttyneen varastoruudun kohdalla ei tarvitse arpoa, mihin nämä tuotteet tulisi varastoida seuraavaksi. Jos jokainen taho sitoutuisi noudattamaan suunnitelmaa varastosijoittelusta, varasto voisi toimia tehokkaasti koko elinkaarensa ajan.

Vaikka Kankaan varaston tilat eivät ole parhaimmat mahdolliset materiaalinkäsittelyn kannalta erityisesti rakennusteknisten seikkojen vuoksi, voidaan kuitenkin hyvällä varastosijoittelulla tehostaa varaston toimintoja ilman investointeja. Tuotteiden XYZ-luokittelu ja materiaalivirta-analyysi osoittautuivat hyviksi työkaluiksi selvitetessä tuotteiden sijoittelua.

Eräs yleisestikin merkittävistä, hieman yllätyksenä tulleista havainnoista liittyi varastoruutujen kokoon siten, että hitaasti kiertävät nimikkeet ja liian suuret varastoruudut voivat aiheuttaa turhan tilan tarvetta. Tulos on pääteltävissä matemaattisestikin, mutta silti ongelmaa ei huomannut ennen kuin se tuli vastaan käytännössä.

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää Kankaan selluvarastolle sopiva varastointitapa ja tuotesijoittelumenetelmä, joiden avulla varasto toimisi mahdollisimman tehokkaasti. Tuloksena näihin löydettiin ratkaisuehdotukset, joita myös testattiin käytännössä. Nämä ratkaisut havaittiin enimmäkseen toimiviksi ja käyttökelpoisiksi, ja näitä myös käytetään Kankaalla.

Vaikka työssä päästiinkin hyviin tuloksiin, tutkimus ei sujunut ongelmitta. Haastetta työlle aiheuttivat erityisesti muuttuvat varastointimäärät nimikkeittäin. Tutkimuksen alussa kokeiltu keskimääräisen varastopaikkatarpeen laskeminen todettiin hyvin nopeasti kannattamattomaksi, eikä sitä sisällytetty lopulliseen tutkimukseen. Tutkimuksen eteen tehtiin siis hieman turhaakin työtä. Kunkin nimikkeen varastointimäärät vaihtelivat rajusti seurannan aikana sekä sen jälkeen, sillä varsinkin kotimaan koivusellua siirrettiin Kankaan varastolle huomattavan suuria määriä, jopa niin suuria, että muiden nimikkeiden prosentuaalinen osuus jäi melkein marginaaliseksi. Pidemmällä seurannalla voitaisiin saada kenties jonkinlaisia tuloksia, mutta Kankaan varastoprojektin lyhyden vuoksi tämä olisi hieman kyseenalaista. Lisähaastetta työlle toi asteittain kasvava varastotila, joten Kankaan varaston luonne muuttui monesti opinnäytetyöprosessin edetessä. Välillä myös kuorma-autolastausten määrät kasvoivat huimasti esimerkiksi Äänekosken tuotantolaitoksen tuotanto-ongelmien ja huoltoseisokkien vuoksi. Tämä toi myös esille monenlaisia uusia ongelmia.

Työssä onkin painotettu etenkin sitä, minne kutakin nimikettä tulisi teoriassa varastoida, jotta materiaalinkäsittely ja siihen kuluva aika olisivat mahdollisimman optimaalisia, ja millaisia varastointimenetelmiä olisi syytä käyttää. Oikeastaan näihin kysymyksiin löydettiin käyttökelpoiset vastaukset, mutta eivät ne tietenkään ainoita mahdollisuuksia ole. Pelkkä omakohtainen havainnointi varastopaikkojen tarpeesta ja nimikkeiden ominaisuuksista kullekin nimikkeelle osoittautui riittävä hyväksi nimikkeiden vähyyden vuoksi, ja tämä oli myös helposti toteutettavissa, sillä opinnäytetyötä tehtiin varsinaisen työn rinnalla, joten aihealue muodostui hyvinkin tutuksi koko opinnäytetyöprosessin ajan.

Opinnäytetyön tuloksia etenkin layoutin ominaisuuksien vaikutuksista materiaalinkäsittelyyn ja varastointiin voitaisiin hyvinkin hyödyntää esimerkiksi uuden varaston suunnittelussa tai vastaavankaltaisessa varastointiprojektissa, jossa etsittäisiin tarkoituksiin soveltuvaa varastotilaa.

Kankaan varastoprojektin eräänä kantavana ideana opinnäytetyön toimeksiantajan puolelta oli, että varaston toimintaa kehitettäisiin jatkuvasti varaston olemassaolon ajan. Tämän vuoksi varaston toiminta todennäköisesti kehittyy jatkossakin, vaikka suurimmat linjaukset onkin melko varmasti tehty. Varastoprojektin lyhyiden vuoksi Kankaalle tuskin voidaan tehdä enää opinnäytetöitä tai suurempia tutkimuksia, mutta esimerkiksi RFID-tagien lukuongelmat havaittiin niin suureksi materiaalinkäsittelyä hidastavaksi tekijäksi, että näitä olisi syytä tutkia. Tällaista tutkimusaihetta voisi ehdottaa esimerkiksi koko Metsä Groupille tai kohdennetusti Metsä Fibrelle. Myös Kankaan materiaalinkäsittelyvälineissä havaittiin niin merkittäviä ja toimintaa haittaavia ongelmia käsiteltäessä sellupaaleja, että myös näiden ongelmien tutkimisesta voitaisiin saada aikaan hyvä aihe opinnäytetyölle. Tutkimusongelmana tällaisessa opinnäytetyössä voisi olla esimerkiksi ”mitkä ominaisuudet vaikuttavat trukkipihtien pito-ominaisuuksiin sekä yleisesti, että sellunkäsittelyssä”.

Lähteet

Angeles, R. 2006. Rfid Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues. *Information Systems Management*. 22:1, 51–65.

Bergmann, J., Heger, J., Meinecke, C. & Scholz-Reiter, B. 2012. Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 61 No. 4, 2012, 445–451.

De Koster, R., Le-Duc, T. & Roodbergen, K.J. 2007. Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research* 182(2), 481–501.

FIFO- ja LIFO-periaate. N.d. Kuvaus FIFO- ja LIFO –varastointiperiaatteista Logistiikan Maaailman Internet-sivuilla. Viitattu 18.8.2016.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastonohjaus>

Historia. N.d. Szepaniak Yhtiö Oy:n historiaa yrityksen Internet-sivustolla. Viitattu 15.6.2016. <http://www.szepaniak.fi/content/fi/1/10090/Historia.html>

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

Jauhatus. N.d. Internet-oppimisympäristö, jolla esitellään paperinvalmistusprosessia. Viitattu 13.8.2016.

http://www.knowpap.com/www_demo/suomi/paper_technology/general/4_water_stock_systems/frame.htm

Kubasad, S. & Venkatadri, U. 2012. Estimating Travel Distances and Optimizing Product Placement for Dedicated Warehouses with Manual Picking. Department of Industrial Engineering. Dalhousie University.

Liiketoiminnan sanasto. N.d. Sanasto erityisesti sellun- ja paperinvalmistukseen liittyen Valmetin Internet-sivustolla. Viitattu 14.8.2016.

<http://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/sanasto/>

Massan valkaisu. N.d. Esittely sellunvalkaisun eri vaiheista KnowPulp-oppimisympäristössä. Viitattu 18.10.2016.

http://www.knowpulp.com/suomi/demo/suomi/pulping/bleaching/1_general/ko2q1p1q2p3_2.htm

Metsä Fibre. N.d. Metsä Fibren yritysesittely. Viitattu 14.8.2016.

<http://www.metsafibre.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>

Metsä Fibren Botnia. N.d. Tietoa Metsä Fibren valmistamasta Botnia –sellusta yrityksen Internet-sivustolla. Viitattu 8.9.2016.

<http://www.metsafibre.com/fi/asiakkaat/Pages/default.aspx>

Metsää tarvitaan kaikkialla. N.d. Metsä Groupin toimintojen esittelyä konsernin Internet-sivustolla. Viitattu 14.8.2016.

<http://www.metsagroup.com/fi/liiketoiminta-alueet/Pages/default.aspx>

Mikä Hanke?. N.d. Metsä Groupin Internet-sivusto, joka esittelee Äänekosken biotuotetehdasprojektia. Viitattu 13.8.2016.

<http://biotuotetehdas.fi/mika-hanke>

Puuntuottaja, P. 2014. Kiintokuutiosta puuta tulee 113 eurolla sellua. Artikkel, joka käsittelee Suomen sellutuotantoa. Viitattu 8.9.2016.

<http://www.puuntuottaja.com/kiintokuutiosta-puuta-tulee-113-eurolla-sellua/>

Richards, G. 2011. Warehouse management : a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London: Kogan Page.

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-konsultit.

Sellu. N.d. Sellu. Esittely sellusta ja Suomen selluteollisuudesta Biotalous.com – Internet-sivustolla. Viitattu 18.8.2016.

<http://www.biotalous.fi/sellu/>

Sellun valmistus. 2006. Metson julkaisema tausta-artikkeli sellun valmistamisesta. Viitattu 6.6.2016.

[http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-060628-2256F-82ED9/\\$File/metso_chemicalpulpproduction_fin.pdf](http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-060628-2256F-82ED9/$File/metso_chemicalpulpproduction_fin.pdf)

Sellupaalinostin. N.d. Esittely sellupaalinostimesta Mantsinen Group Ltd:n Internet-sivustolla. Viitattu 16.6.2016.

<http://www.mantsinen.com/fi/tuotteet/nostovalineet/sellupaalinostin/>

Suora virtaus ja U-virtaus. N.d. Kuvaus erilaisista sisälogistiikan virtaustyypeistä Logistiikan maailman Internet-sivustolla. Viitattu 2.10.2016.

http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Suora_virtaus_ja_U-virtaus

Szepaniak yhtiö Oy. N.d. Yrityksen esittelyä nettisivuillaan. Viitattu 24.5.2016.

<http://www.szepaniak.fi>

Tanninen, J. 2014. Sellu jalostuu vaatteiksi ja astioiksi. Uutinen Ylen Internet-sivuilla. Viitattu 13.8.2016.

http://yle.fi/uutiset/sellu_jalostuu_vaatteiksi_ja_astioiksi/7041645

Understanding the Pareto Principle (The 80/20 rule). N.d. Artikkel, Pareto-analyysistä Better explained-sivustolla. Viitattu 14.8.2016.

<https://betterexplained.com/articles/understanding-the-pareto-principle-the-8020-rule/>

Varastotyypit ja –tekniikka. N.d. Tietopankki logistiikkaan liittyen. Viitattu 6.9.2016.

http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastotyypit_ja_-tekniikka

Vierros, T. 2009. Materiaalitoiminnot. Tietoa materiaalitoiminnoista Aalto University Wiki –Internet-sivustolla. Viitattu 10.8.2016.

<https://wiki.aalto.fi/display/TU22/9.+Materiaalitoiminnot>

What is Lean? N.d. Kuvaus lean-filosofiasta Lean Enterprise Instituten Internet-sivustolla. Viitattu 25.9.2016. <http://www.lean.org/WhatsLean/>

What is RFID? N.d. Internet-sivusto RFID-tekniikkaan liittyen. Viitattu 15.8.2016. <http://www.rfidjournal.com/faq/show?49>

