



Sini Nikupeteri

NAUHALEVYTUOTTEIDEN OHJAUSTOIMINTOJEN KEHITTÄMINEN

NAUHALEVYITUOTTEIDEN OHJAUSTOIMINTOJEN KEHITTÄMINEN

Sini Nikupeteri
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotanto ja logistiikka

Tekijä: Sini Nikupeteri

Opinnäytetyön nimi: Nauhalevytuotteiden ohjaustoimintojen kehittäminen

Työn ohjaajat: Pekka Paganus, Ruukki Metals Oy ja Lasse Pesonen, OAMK

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2012

Sivumäärä: 58 + 0 liitettä

Työ tehtiin Rautaruukki Oyj:n Raahen tehtaalle Leikattujen kelatuotteiden tuotantojaokseen. Tavoitteena oli kehittää nauhalevytuotteiden ohjausmenetelmiä selvittämällä valmistuksen ja varastoinnin tämänhetkiset toimintamallit ja kartoittamalla niiden haasteet. Tärkeäksi tavoitteeksi koettiin myös tuotevarastojen maksimikapasiteetin määrittäminen, jotta tuotteita ei valmistettaisi tuotevarastojen kokoon nähden liikaa.

Nauhalevytuotteiden osuus Raahen tehtaassa tuotekannasta kasvaa koko ajan. Aiemmin tuotevarastotila ei ole riittänyt, jolloin tuotteita on jouduttu varastoi-
maan myös ulos, mikä on aina laaturiski. Valmiit nauhalevytuotteet pilaantuvat herkästi, mikäli ne altistuvat kosteudelle sisäisissä siirroissa tai tuotevarastoissa. Varastointia on kehitetty viimeisen vuoden aikana lisäämällä varastointikapasiteettia uusien investointien avulla.

Työssä on selvitetty nauhalevytuotteiden valmistusketjun toimintaa, joka alkaa asiakkaan tilauksesta ja päättyy kuljetusten suunnitteluun. Valmistusketju sisältää myös tuotannonsuunnittelun, leikkausjärjestysten tekemisen, tuotteen valmistamisen, valmiiden tuotteiden testaamisen ja sisäiset siirrot tuotevarastoihin. Erityisesti on keskitytty kunkin tuotevaraston toiminnan esittelemiseen ja varastointikapasiteettien määrittämiseen. Nauhalevytuotteet eivät olleet ainut tuoterhyhmä kaikissa varastoissa, joten niiden varastointikapasiteettia oli hankala määrittää tarkasti.

Selvitystyön myötä saavutettiin parempi tietämys nauhalevytuotteiden valmistusketjun toiminnasta ja valmiiden tuotteiden varastoinnista. Nykyinen varastointimalli todettiin uusien investointien myötä toimivaksi ja varastointikapasiteetti riittäväksi. Tuotevarastojen maksimikapasiteetti saatiin määriteltä realistisesti ottaen huomioon myös tehtaassa muut tuoterhyhmät. Toiminnassa ilmenneet on-
gelmakohdat saatiin kartoitettua, ja niiden poistamiseksi esitettiin kehitysideoita, joilla varastonhallintaa voitaisiin helpottaa. Kokonaisuudessaan tämä opinnäyte-
työ voi olla tietopohjana suunnitteilla olevalle tuotannonohjausjärjestelmälle, johon tulee mm. reaaliaikainen varastokapasiteettien seuranta.

Asiasanat:

tuotevarastot, varastologistiikka, tuotannonohjaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Machine and Production Technology, Production and Logistics

Author: Sini Nikupeteri

Title of thesis: Improving Control Functions for Cut-to-Length Products

Supervisors: Pekka Paganus, Ruukki Metals Oy and Lasse Pesonen, Oulu UAS

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2012

Pages: 58 + 0 appendices

This Bachelor's thesis was commissioned by Rautaruukki Corporation's Raahe Works. The purpose of this study was to improve storage control functions for cut-to-length products. The sales of cut-to-length products are increasing all the time, which challenges the post-productive storage. The capacity of product storages for cut-to-length products needed to be calculated, so products are produced only if there is enough free storage space.

Earlier there were not enough product storages and sometimes finished products were temporarily stored outside. This was a great risk for quality because cut-to-lengths are particularly vulnerable for weather conditions. Product storages have been improved by new investments so the whole production and logistics chain process needed to be clarified.

The Bachelor's thesis clarifies the whole production and logistics chain from the customer's order to transportation planning. The chain also includes production planning, optimizing cutting sequences, producing the product, testing the finished product and internal transportation to the product storages. The thesis also presents how all product storages work and what capacity they offer for cut-to-length products. Defining the capacity for cut-to-lengths was challenging because it is not the one and only production group stored in the same storages. Presented are also the problems found during the thesis project and suggested solutions to improve operations.

This study may be a good base for the future production control system which is under development.

Keywords:

Product Storage, Logistics, Production Planning

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Ruukki Metals Oy:n Raahen terästehtaan Leikattujen kelatuotteiden tuotantojaokselle, jossa työskentelin kesän 2011 tuotannonohjaajana. Kesän aikana nauhalevytuotteiden kysyntä markkinoilla vaihteli, mikä aiheutti ongelmia tuotanto- ja varastokapasiteettien hallintaan. Kiivaan tuotantotahdin aikana tuotevarastot täyttyivät nopeaa ja vastaavasti hiljaisempina aikoina etuaikaan valmistetut tuotteet täyttivät varastoja. Tuotevarastot koettiin pulonkaulaksi, jolloin nauhalevytuotteiden ohjaustoimintoja haluttiin kehitettävän.

Ruukilta työn valvojana oli LKT:n tuotantopäällikkö Pekka Paganus ja ohjaavana opettajana toimi OAMK:n yliopettaja Lasse Pesonen. Heitä molempia haluan kiittää saamastani tuesta ja ohjauksesta. Suuret kiitokset kuuluvat myös kaikille heille, joilta olen saanut kerättyä tietoni tähän opinnäytetyöhön. Erityisesti haluan kiittää lähtölogistiikan moniosaajaa, LKT:n vuorotyönjohtajaa Jukka Kauppi-laa, joka auttoi minua kokonaiskuvan hahmottamisessa.

Työ osoittautui haastavaksi ja mielenkiintoiseksi, sillä pääsin tutustumaan koko nauhalevytuotteiden tuotantoprosessiin. Työn edetessä vastaan tuli koko ajan uusia haasteita, ja välillä toiminnan kuvaus tuntui mahdottomalta tehtävältä.

Nelson Mandelaa siteeraten:

"It always seems impossible until it's done".

Oulussa 7.5.2012

Sini Nikupeteri

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	8
1 JOHDANTO	9
2 RUUKKI METALS	10
2.1 Raahen terästehdas	10
2.2 Leikatut kelatuotteet	11
2.3 Nauhalevyleikkauslinjat	13
3 LOGISTIIKKA	15
3.1 Varastointi	15
3.2 Sisäiset kuljetukset	16
3.3 Tuotannonohjaus	17
3.4 Valmistuksenohjaus ja ajoitus	18
3.5 Just In Time -tuotanto	19
4 NAUHALEVYTUOTTEIDEN VALMISTUSKETJUN TOIMINTA	20
4.1 Nauhalevytuotteiden tuotannonsuunnittelu	20
4.2 Nauhalevyleikkauslinjojen leikkausjärjestykset	22
4.3 Nauhalevytuotteiden aineenkoetustestaukset	25
4.4 Tehtaan sisäiset siirrot	27
4.5 Nauhalevytuotteiden kuljetusten järjestely	29
5 NAUHALEVYTUOTTEIDEN VARASTOINTI	31
5.1 Lähetyshalli	32
5.1.1 Lähetyshallin varastointikapasiteetti	33
5.1.2 Lähetyshallin toimintamalli	34
5.2 Sääsuojahalli	35
5.3 Ruukin satama	37
5.4 Lapaluodon autohalli	38
5.5 Kontitustermiinaali	39
5.6 Lapaluodon satama	42

5.7 Tuotevarastojen kokonaiskapasiteetit	42
6 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	46
6.1 Tuotevarastojen toiminta	46
6.2 Tuotevarastojen kapasiteetit	46
6.3 Käytännön ongelmia	48
6.3.1 Etuaikaiset tuotteet tukkivat varastot	48
6.3.2 Tuotteiden varastointi ulos	49
6.3.3 Laivauksen eränsuunnitteluongelma	51
6.3.4 Alustojen palautus näyte-epäselvyytapauksissa	52
6.3.5 Tuotteiden kylmävarastointi	53
7 YHTEENVETO	55
LÄHTEET	56

SANASTO

Alusta	Raahen tehtaan sisäisten kuljetusten siirrettävä varas- topaikka, voidaan kutsua myös tuote- tai siirtoalustaksi
BetaPlanner	suunnittelujärjestelmä, jolla nauhavalssaamon vals- sausjaksot suunnitellaan
DEMA	Delivery Management, vientilastien hallintajärjestelmä
Factory Planner	suunnittelujärjestelmä, jolla tehdään koko tilauskannan karkeasuunnittelua ja kapasiteetin optimointia
KELPO	tuotannonhallintajärjestelmä, jota hallitaan kuvakkeilla
Kiilu	Ruukin palvelukeskus, sijaitsee noin 7 kilometrin pääs- sä Raahen tehdasalueesta
Kuormausmääräys	tilausten kuormausohje, jossa kerrotaan miten tuotteet autoon, junaan tai alustalle
LKT	Leikatut kelatuotteet -jaos, jossa jatkojalostetaan kuu- mavalssattuja nauhakelejä
LÄHTI	lähetystenhallintajärjestelmä, jonka avulla lähetetään auto- ja junakuormat
STEM, stemmi	laivauksen eränsuunnittelumerkintä, joka ilmaistaan neljällä numerolla
Tilauspositio	tilauskokonaisuus jaetaan vain yksiä mittoja sisältäviin tilauspositioihin, mikä helpottaa tilausten käsittelyä
VCI	Volatile Corrosion Inhibitor, nauhalevynipun reunoille suihkutettava korroosionestoaine
Vetomestari	Raahen tehtaan sisäisten kuljetusten siirtokalusto, jolla liikutetaan tuotealustoja

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n Raahen tehtaalle, kuumavalssaamon leikattujen kelatuotteiden (LKT) osastolle. Työn tavoitteena on selvittää nauha-levytuotteiden sisäisen tuotelogistiikan toimintamallit ja kartoittaa toiminnan ongelmakohdat tuotannonohjauksen näkökulmasta.

Tavoitteena on saada toimintaan läpinäkyvyyttä kokoamalla useiden, eri järjestelmiä käyttävien lähetysvarastojen toimintamallit yhteen. Lisäksi selvitetään kuhunkin lähetysvarastoon varastoitavat tuotteet ja otetaan kantaa niiden loogiseen sijoitteluun. Tuotevarastojen kapasiteetit selvitetään, jotta tuotannonohjauksessa osattaisiin arvioida niiden täyttymistä ja kukin tuote tulisi optimaaliseen aikaan tehdyksi sekä varastoiduksi järkevästi. Työssä mietitään myös tuotteiden käsittelykertojen mahdollista vähentämistä ja siten logistiikan virtaviivaistamista.

Työssä selvitetään ensisijaisesti toiminnan nykytila ja lähetysvarastojen kapasiteetit. Lisäksi otetaan kantaa toiminnassa ilmeneviin ongelmakohtiin ja esitetään kehitysideoita niiden korjaamiseksi. Tässä opinnäytetyössä tehtävä selvitystyö on pohjana tulevalle, jo suunnitteilla olevalle tuotannonohjausjärjestelmälle, johon tulee reaaliaikainen varastokapasiteettien seuranta.

2 RUUKKI METALS

Rautaruukki Oyj on vuonna 1960 perustettu metalliteollisuuden yritys, joka toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia konepajateollisuudelle ja rakentamiseen. Vuodesta 2004 on käytetty markkinointinimeä Ruukki. Helsinkiä kotipaikkanaan pitävällä yhtiöllä on 11 700 työntekijää 27 maassa. Ruukki on kansainvälisesti toimiva erikoisterästuotteiden valmistaja ja alansa teknologiajohtaja. (1.)

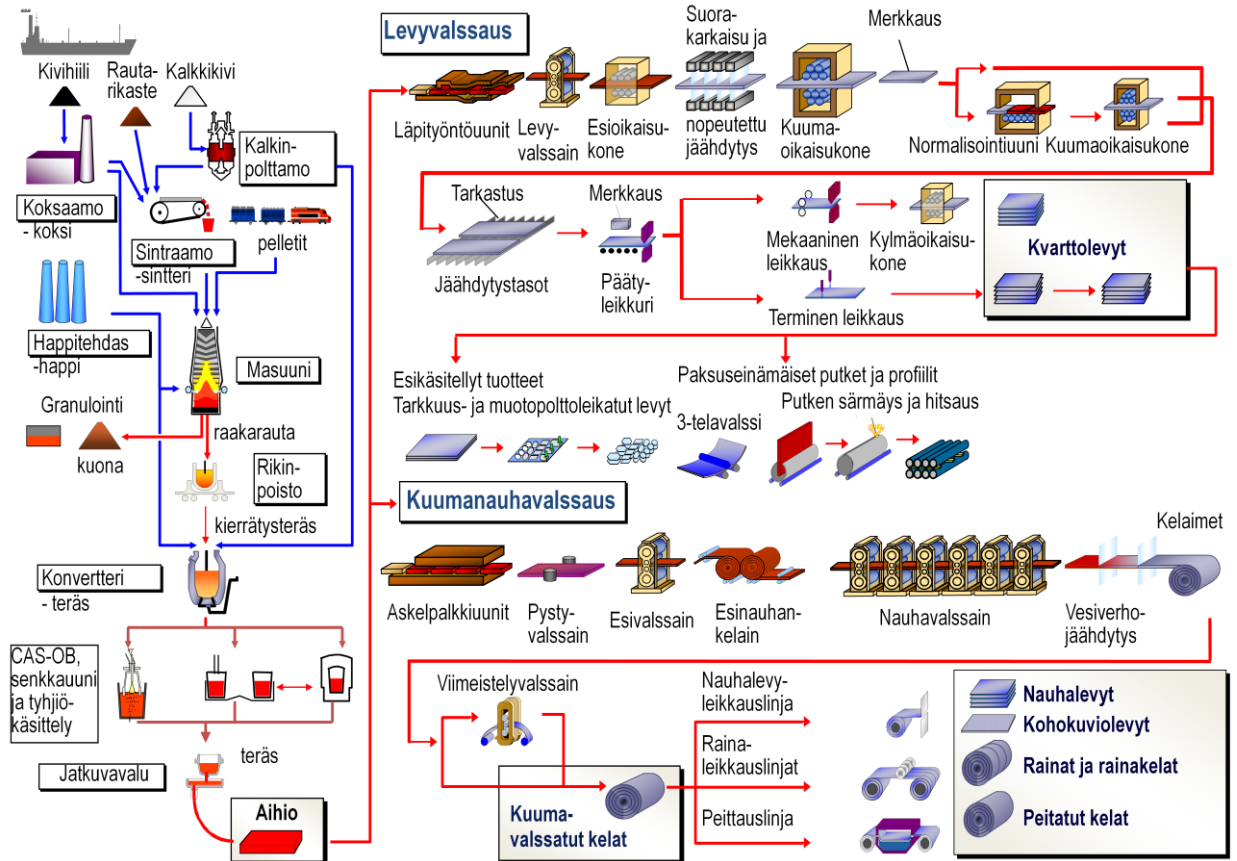
Toukokuussa 2011 Rautaruukki Oyj yhtiöitettiin kolmeen eri liiketoimintalueeseen: rakennuspuolen Ruukki Construction, järjestelmiä tarjoava Ruukki Engineering ja teräsliiketoiminnasta vastaava Ruukki Metals. Teräsliiketoiminnan vastuulla on terästuotteiden valmistus, myynti sekä niihin liittyvät esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalvelut. Teräsliiketoiminta painottaa kustannustehokkuutta ja korkeaa kapasiteetin käyttöastetta. (1.)

Ruukki Metalsilla on yhteensä noin 5 300 työntekijää 16 maassa, ja yritys pyrkii jatkuvasti kehittämään prosessejaan ja parantamaan asiakaspalvelua, toimitustäsmällisyyttä sekä tuotteidensa ja palvelunsa laatua koko toimitusketjussa. Ruukki Metalsin asiakkaita ovat kuljetusväline-, rakennus-, konepaja- ja elektronikkateollisuuden yhtiöt sekä teräksen jakelijat. (1.)

Ruukki tavoittelee maailmanluokan osaamista tuotekehitysprojekteissaan, joiden erityisenä painopisteenä on energiatehokkuus. Lisäksi yritys pyrkii hyödyntämään uusinta teknologiaa ja tekee kiinteästi yhteistyötä muun muassa yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa. (1.)

2.1 Raahen terästehdas

Raahen terästehdas on Ruukin suurin tuotantolaitos, ja sinne on keskitetty konsernin terästuotanto. Raahessa tuotettiin vuonna 2010 noin 2,2 miljoonaa tonnia terästä. Tehtaan päätuotteita ovat kuumavalssatut nauhat ja levyt, joita valmistetaan kuvan 1 mukaisessa prosessissa. (1.)



KUVA 1. Raahen tehtaan prosessikaavio (2, s. 2)

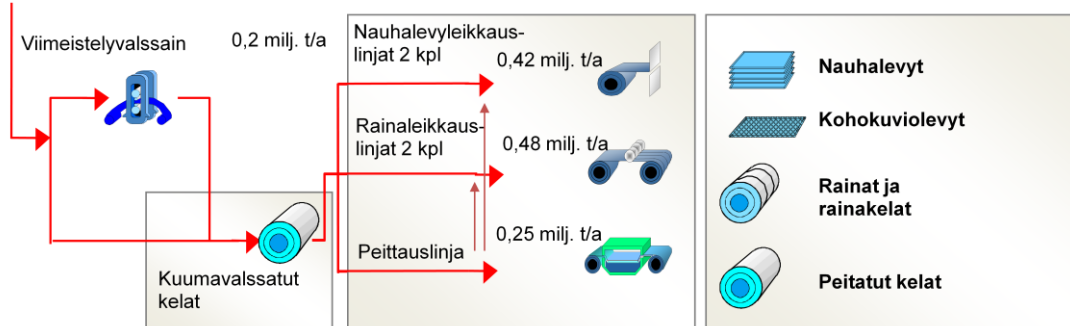
Tässä työssä keskitytään valmiiden nauhalevytuotteiden valmistuksen ohjaukseen ja varastointiin ennen asiakkaalle lähettämistä. Nauhalevytuotteita valmistetaan valamalla ensin teräsihio, joka valssataan kuumanauhavalssaamalla kelaksi. Kela leikataan nauhalevy-leikkauslinjalla nauhalevyiksi, paketoidaan ja siirretään tuotevarastoon. Valmiit nauhalevytuotteet lähetetään asiakkaalle eri tuotevarastoista, jonne tuotteet varastoidaan kuljetusmuodon mukaan.

2.2 Leikatut keltuotteet

Leikatut keltuotteet eli LKT-osasto sijaitsee Raahen tehtaalla valssaamon pohjoispäädyssä. Siellä kuumavalssatut kelat jatkokäsittellään asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Osastolla on viisi tuotantolinjaa: nauhalevy-leikkauslinjat 2 ja 3, peittauslinja sekä rainaleikkauslinjat 1 ja 2. Lopputuotteina LKT:stä tulee nauhalevynippuja, muotoon painettuja kohokuviolevyjä, rainakeloja ja peitattuja tuotteita.

ta, jotka ovat joko keloja, arkkeja tai rainoja. Leikattujen kelatuotteiden linjojen kapasiteetit ja lopputuotteet on esitetty myös kuvassa 2.

Nauhavalssain



KUVA 2. Leikatut kelatuotteet (3, s. 4)

Nauhalevyleikkauslinjoilla 2 ja 3 kuumavalssatut kelat leikataan nauhalevyiksi ja niputetaan siististi. Nauhalevyleikkauslinja 2:lla tuotanto on aloitettu vuonna 1989, kun uudemmalla nauhalevyleikkauslinja 3:lla tuotanto on aloitettu vuonna 2010. Kummankin linjan lopussa on paketointilinjat, joilla voidaan tehdä asiakkaan toiveiden mukaisia nippupaketteja. Ennen paketointia teräslevyniput voidaan tarvittaessa VCI-pintasuoja korroosionkestäväksi.

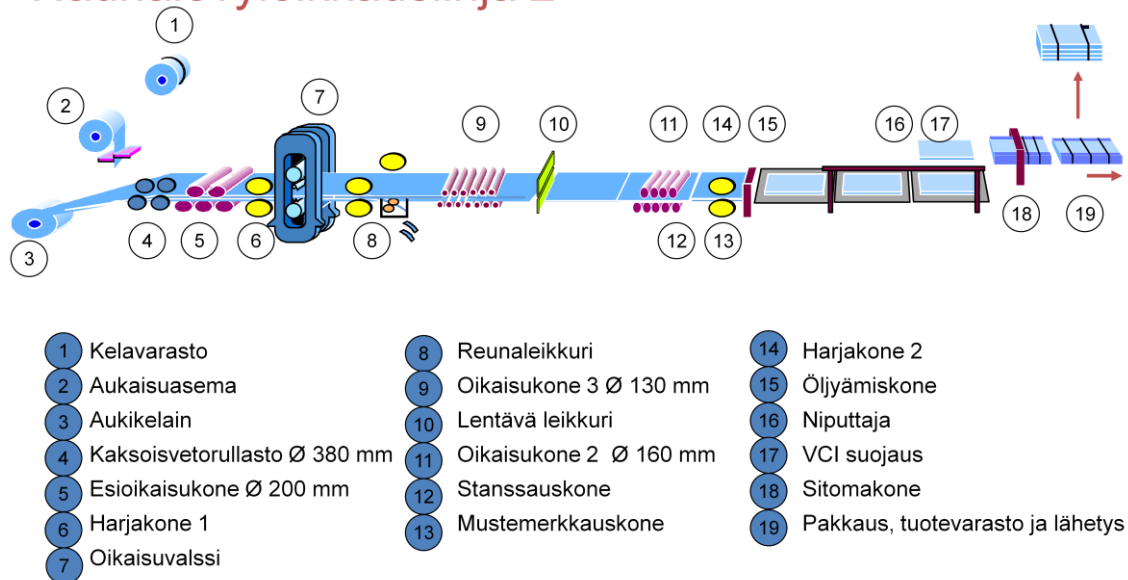
Rainaleikkauslinjoilla nauhakelat leikataan pituussuuntaisesti kapeammiksi nauhoiksi eli rainakeloiksi. Rainaleikkauslinjat poikkeavat toisistaan lähinnä mita-alueeltaan. Rainaleikkauslinja 1:llä leikataan 1,5–6,5 mm paksuisia nauhoja. Linjalla voidaan leikata jopa 16 rainaisia tilauksia. Rainaleikkauslinja 2:lla leikatavien nauhojen paksuus on 5–13 mm ja yhdestä kelasta voidaan leikata maksimissaan 9 rainaa. Rainat jatkavat matkaansa joko suoraan asiakkaalle tai Ruukin omille putkitehtaille jatkojalostettaviksi. (3, s. 17.)

Peittauslinjalla kuumavalssatut kelat aukaistaan ja ajetaan suolahappoliuosta sisältävien altain läpi. Suolahappo poistaa valssauksessa pintaan jääneen metallihilseen tehden metallin pinnasta sileän ja kiiltävän. Tämän jälkeen kela huuhdellaan, kuivataan ja mahdollisesti suojataan öljymällä se linjan lopussa. Prosessin jälkeen nauha kelataan uudelleen. Peittauslinjalta kela siirtyy joko kelapaketointiin ja asiakkaalle tai leikattavaksi nauhalevy- tai rainalinjoille.

2.3 Nauhalevyleikkauslinjat

Nauhalevytuotteita valmistetaan kahdella leikkauslinjalla (kuvat 3 ja 4), joissa molemmissa jäähtynyt kuumavalssattu nauhakela leikataan tilaustietojen perusteella määrämittäisiksi nauhalevyiksi. Molemmilla linjoilla harjakoneet poistavat enimmäkseen metallihilseet nauhan pinnasta ja nauha oikaistaan. Lentävä leikkuri leikkaa nauhan ohjelmoidusti vauhdissa nauhan koko ajan liikkuessa linjalla eteenpäin. Nauhalevyt merkataan, ja niputtaja niputtaa ne tuotannonohjaajan määrittelemän kappalemäärän mukaisiin nippuihin, jotka sidotaan ja paketoidaan asiakkaan toivomusten mukaisesti.

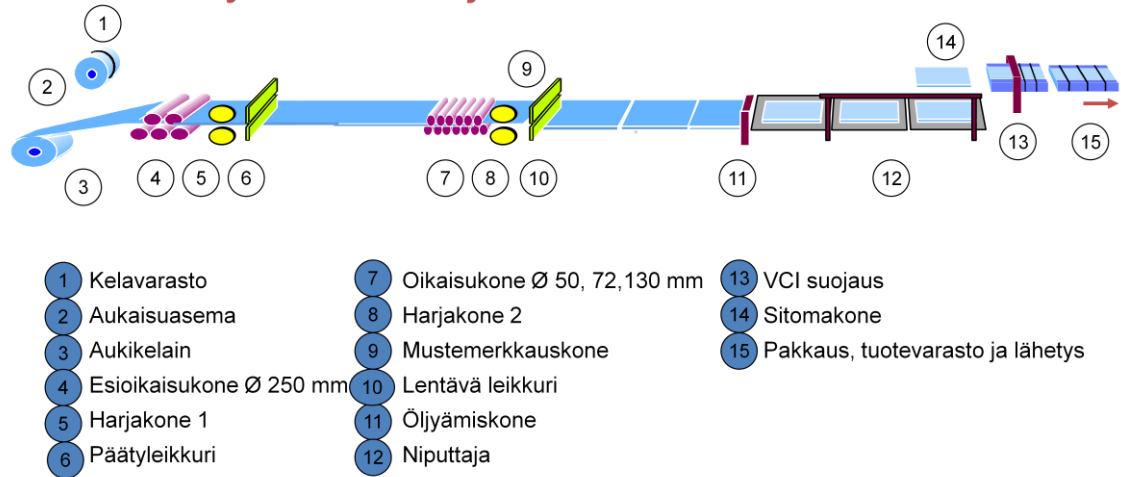
Nauhalevyleikkauslinja 2



KUVA 3. Nauhalevyleikkauslinja 2 (3, s. 8)

Nauhalevyleikkauslinjalla 2 leikataan nauhoja, joiden paksuus on välillä 2–15 mm ja nippujen pituus alle 12,3 m. Kuvassa 3 on esitetty linja 2:n toiminta. Linja 2:lla on toisesta linjasta poiketen sivuleikkurit, joten tuotteiden reunaleikkaus onnistuu myös. Nauhalevyleikkauslinja 3:lla (kuva 4) ei voida reunaleikata, mutta muuten leikattavat tuotteet ovat suurin piirtein samanlaisia kuin toisella linjallakin. Leikattavan nauhan paksuus on ohuempi, 1,5–10,0 mm, ja nauhalevyjen maksimipituus on hieman pidempi eli 13,0 m. (3, s. 10, 15.)

Nauhalevyleikkauslinja 3



KUVA 4. Nauhalevyleikkauslinja 3 (3, s. 14)

Niput sidotaan leikkauslinja 2:lla teräsvanteilla ja leikkauslinja 3:lla muovivanteilla, ja sen jälkeen paketoidaan asiakkaan toivomusten mukaisesti. Paketoinnissa käytetään polyeteenikalvoa, kulmasuojia ja aluspuita, jotka kiinnitetään vanteilla (3, s. 13). Nauhalevyleikkauslinja 3:lla jokainen nippu menee paketoinnin läpi, paketoidaan se tai ei. Nauhalevyleikkauslinja 2:lla paketoitavien tilausten osuus on noin 80 %. Molemmilla linjoilla paketoidaan samalla periaatteella.

3 LOGISTIIKKA

3.1 Varastointi

Varastot ovat välttämättömiä kaikenlaisille yrityksille, sillä niillä turvataan toimituskyky ja kytketään tuotannon eri vaiheet toisiinsa. Varastointi on myös yksi merkittävimmistä kustannustekijöistä, sillä niihin sitoutuu paljon pääomaa ja materiaalien käsittely maksaa. Lisäksi varastot muodostavat aina riskitekijän, koska tuotteet voivat vanhentua varastossa teknisesti tai taloudellisesti tai niiden laatu voi kärsiä merkittävästi. (4, s. 445–446.)

Varastointitarpeet aiheutuvat asiakkaiden toimitusaikavaatimuksista. Varastojen pitää olla riittävän suuret yrityksen toimintakyvyn ja palvelutason turvaamiseksi, mutta toisaalta varastoinnin sitoma pääoma pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Puskurivarastoilla varmistetaan tuotantoprosessin toimituskyky, välivarastoilla kytketään työvaiheet jouhevasti toisiinsa ja tuotevarastoissa säilytetään valmiit tuotteet ennen asiakkaalle lähettämistä. Kuljetukset ja siirrot aiheuttavat myös varastointitarpeita. Kuljetuserien muodostaminen johtaa varastointiin ja tuotannon läpäisyajan pitenemiseen. Tuotteen edestakaista kuljetusta kesken valmistuksen kannattaa siis välttää mahdollisuuksien mukaan. (4, s. 446–449.)

Varastovalvonta on oleellinen tuotannonohjauksen perusrutiini. Tuotekohtaisen varastomäärän eli varastosaldon suuruus on keskeinen lähtötieto monissa tuotannonohjauksen suunnittelu- ja päätöksentekotilanteissa. Esimerkiksi toimitusaikojen määrittely ja tuotantoerien suunnittelu perustuvat oleellisesti varastosaldotietoihin. Varastovalvonnan ongelmat vaikeuttavat tuotannonohjausta ja aiheuttavat monesti huomattavia lisäkustannuksia. (4, s. 450.)

Varastosaldoja seurataan huolellisella ja ajantasaisella kirjanpidolla. Käytännössä kirjanpito hoidetaan yrityksen tietojärjestelmien avulla, jonne kirjataan kaikki materiaalitapahtumat. Esimerkiksi tilausten lähettäminen ja tuotantoerän valmistuminen päivittävät varastokirjanpitoa, joten tuloksena on reaaliaikainen varastosaldo. Toteutuneiden tapahtumien lisäksi ylläpidetään tietoa tulevista varastointitapahtumista, joiden perusteella laskettua varastomäärää nimitetään vapaaksi saldoksi. Vapaata saldoa ei ole varattu mihinkään toimituserään. Toi-

mitusten lähettäminen ja tuote-erän valmistumisen kirjaus päivittävät todellisen saldon ja poistavat vapaasta saldosta varaukset. (4, s. 451.)

3.2 Sisäiset kuljetukset

Kuljetukset voidaan ryhmitellä kuljetuspaikan mukaan ulkoisiin ja sisäisiin kuljetuksiin. Ulkoisen kuljetuksen voi suorittaa materiaalin toimittaja, hankkija tai kolmas osapuoli. Kuljetus tapahtuu laitoksen alueen ulkopuolella, ja sen aikana poiketaan yleiselle tie- tai vesialueelle. Sisäiset kuljetukset tapahtuvat tehdasalueen sisäpuolella, ja ne voidaan jakaa osastojen välisiin, osaston sisäisiin ja valmistuspaikkojen välisiin kuljetuksiin. Kuljetuspaikkajaolla on merkitystä lähinnä organisaatiotasolla, kun yritykset haluavat keskittyä ydinosaamiseensa (eli tuotantoprosessiin) ja jättää ulkoiset kuljetukset joko ammattiliikkeiden tai tehtaan oman kuljetusosaston vastuulle. (5, s. 82–83.)

Kuljetukset voidaan jaotella myös kuljetusajan mukaan vertaamalla kuljetusajankohtaa valmistusprosessiin. Näin ollen ennen valmistuksen alkamista tapahtuu *preproduktiivinen* eli esituotannollinen kuljetus, valmistuksen aikana toimiva *interproduktiivinen* eli tuotannon välinen kuljetus ja valmistusvaiheiden jälkeinen *postproduktiivinen* eli jälkituotannollinen kuljetus. Tässä opinnäytetyössä keskitytään lähinnä jälkituotannollisiin sisäisiin kuljetuksiin, joissa kuljetettavana on valmis tuote valmistuksen loppupisteestä varastoon ja sieltä edelleen kuormattavaksi. Kuljetuksen kohde on hyvin arvokas ja herkkä vahingoittumaan, joten kuljetuksen on oltava huolellista, mutta nopeaa. (5, s. 83.)

Sisäisillä siirroilla tarkoitetaan kuljetusta, jossa kuljetettava materiaali siirretään laitoksen tontilla eri toimenpiteiden välillä. Toimenpiteiksi voidaan tässä luokitella sekä jalostus että varastointi. Sisäiset siirrot ovat olennainen osa materiaalivirtaa, sillä niillä tarkoitetaan joko tuotantoprosessien välisiä kuljetuksia tai valmiin tuotteen kuljetusta tuotevarastoon. Vaikka termi "sisäinen siirto" viittaakin sisällä tapahtuvaan siirtoon, voivat kuljetukset tapahtua fyysisesti myös ulkona. (5, s. 139.)

3.3 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjausta ei välttämättä mielletä logistiikan osa-alueeksi, mutta se on merkittävässä osassa yrityksen läpi virtaavan materiaalin hallinnassa. Tuotannonohjauksella tarkoitetaan niitä suunnittelu-, toteutus- ja valvontatoimenpiteitä, joilla yrityksen resurssien käyttöä hallitaan tuotantotavoitteeseen pääsemiseksi. Tuotannonohjaukseen kuuluvat tuotesuunnittelu, tuotannonsuunnittelu, materiaalinohjaus, valmistuksenohjaus, tuotannon seuranta ja sen kehittäminen. Yleensä kysyntä ja toimitusketjujen toiminta ovat vaikeasti ennustettavissa, joten tuotannonohjaus on vahvasti sidoksissa yrityksen muihin toimintoihin, ja sillä pyritäänkin hallitsemaan yrityksen toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia. (5, s. 208–209.)

Tuotannonohjauksen tehtävänä on sopeuttaa markkinoiden tarpeet tuotannon mahdollisuuksiin ja käytettävissä oleviin resursseihin. Tuotannonohjauksen tavoitteita ovat hyvä toimituskyky, korkea kapasiteetin käyttöaste, lyhyt kokonaisläpäisy aika ja pieni vaihto-omaisuuteen sidottu pääoma. Kokonaisläpäisyajalla tarkoitetaan valmistuskehotuksesta asiakastoimitukseen kuluva aikaa, mikä on asiakasohjautuvassa tuotannossa erittäin tärkeässä asemassa. Yrityksen toiminnan kannalta on hyvin tärkeää, että asiakkaille luvatut toimitusajat pitävät. Varastojen hallinnan kannalta tärkeää on, että tuotanto olisi mahdollisimman häiriötöntä, läpimenoajat lyhyitä ja tarpeettomat varastoinnit poistettu. Lisäksi myyntiosaston on saatava myydä tuotteita rauhassa ajattelematta tuotannon kapasiteettirajoituksia. (5, s. 209–211; 6, s. 56.)

Tuotannon hallinnan käytännön toimenpiteet voidaan jakaa materiaalin- ja valmistuksenohjaukseen. Materiaalinohjaus hallinnoi kaikkea materiaalihankintoja, -siirtoja ja -kuljetuksia. Valmistuksenohjauksella eli hienosuunnittelulla hallitaan kapasiteetin käyttöä päivittäisellä tasolla. Se on valmistavan teollisuuden tuotannonohjauksen näkyvin osa-alue, sillä se muodostaa rajapinnan organisaation eri tasojen välille. Valmistuksenohjauksessa esiintyvät raja-aidat ja informaatiokatkokset ovat usein tärkein tekijä yrityksen heikossa tuottavuudessa. Osastojen välinen heikko yhteistyö aiheuttaa runsaasti odotuksia ja materiaali- puutteita. (5, s. 212.)

Tuotannon toteutumista kannattaa seurata, sillä paraskin suunnitelma on turha, jos sitä ei toteuteta. Tuotantosuunnitelmassa saattaa olla vasta käytännön toteutuksessa ilmeneviä puutteita, jotka saadaan tehokkaalla valvonnalla havaittua ajoissa. Myös läpäisyajan jatkuva seuranta antaa välittömän tiedon ilmenevistä ongelmista. Myöhästyvät toimitukset alentavat asiakaspalvelun tasoa ja heikentävät yrityksen kannattavuutta. Seuranta ei kuitenkaan yksin riitä, vaan niissä ilmenevät puutteet on korjattava tehokkaasti. (5, s.212.)

3.4 Valmistuksenohjaus ja ajoitus

Valmistuksenohjauksen tehtävänä on valmistuksen yksityiskohtainen suunnittelu, jonka tuloksena on tarkka tuotantosuunnitelma, jonka perusteella tuotteet valmistetaan. Suunnittelun lähtökohtana on tuotantoerien karkea ajoitus. Hienosuunnitelmassa muodostetaan tuotantoerät, suunnitellaan eri työvaiheiden ajoitus ja luodaan tarkka suunnitelma tuotantoresurssien käytöstä. Tuotantoerän ajoitus edellyttää työvaiheiden ja vaiheaikojen tarkkaa tuntemista. (4, s. 417.)

Valmistussuunnitelman laadinnassa on tiedettävä tarkasti tuotannon todellinen tilanne. Esimerkiksi työjonot, tuotantosuunnitelman jättämät ja tuotantohäiriöt vaikuttavat käytettävissä olevaan kapasiteettiin. Hienosuunnittelussa onkin vaurauduttava nopeisiin muutoksiin ja erilaisiin häiriöihin, jotka edellyttävät uudelleen suunnittelua. Valmistuksenohjaus pyritäänkin tekemään mahdollisimman lyhyellä aikajänteellä, jolloin suunnittelu tapahtuu viimeisimpien tietojen pohjalta. Hienosuunnittelun aikajänteet ovat yleensä viikosta yhteen päivään. (4, s. 418.)

Valmistuksenohjauksessa pyritään muodostamaan ja ajoittamaan hyvä työjärjestys, joka toteuttaa tuotannon eri tavoitteet mahdollisimman hyvin. Tavallisesti työjärjestysten suunnittelussa pyritään hyvään toimitusvarmuuteen ja korkeaan tuottavuuteen. Kokonaiskapasiteettia rajoittavissa pullonkaulatyövaiheissa pyritään maksimoimaan tuottavuus jatkuvalla kuormituksella. (4, s. 418.)

Hienosuunnittelussa voidaan käyttää hyväksi erilaisia tietokonepohjaisia optimointiohjelmistoja, jotka ratkaisevat suunnitteluongelmia erilaisten matemaattisten algoritmien avulla. Ohjelmistoja käytetään tukemaan suunnittelijan päätöksentekoa, sillä niillä voidaan luoda nopeasti erilaisia ratkaisumahdollisuuksia ja

tarkastella niillä saavutettavia tuloksia. Suunnittelija voi lopullista päätöstä tehdessään ottaa huomioon myös niitä seikkoja, joita ei ole mallinnettu ohjelmistoon. Optimointi edellyttää kuitenkin hyvin määriteltyä suunnitteluprosessia, tarkkoja lähtötietoja ja tuotantoprosessin häiriöttömyyttä. Järjestelmien hankinta ja käyttöönotto on yleensä kallista, joten niiden käyttö on perusteltua silloin, kun optimoinnilla on saavutettavissa merkittäviä kustannushyötyä. (4, s. 421–422.)

3.5 Just In Time -tuotanto

Just In Time eli JIT on tunnetuin imuohjausperiaate, joka edustaa asiakasohjautuvaa tuotantofilosofiaa. JIT-toiminnan perustana on selväpiirteinen tuotanto, jossa sekä materiaalivirrat että tuotannonohjaus on järjestetty mahdollisimman tehokkaasti ja selkeästi (4, s. 428). Toiminnan pääideana on, ettei varastointia tarvita, kun kysyntä ja tarjonta ovat tasapainossa ja materiaalit toimitetaan suoraan käyttötarpeeseen. JIT:n päämääriä ovat mm. varastojen vähentäminen, toimitusaikojen lyhentäminen, keskeytymättömät prosessit, tuotannon joustavuus, parempi tuottavuus ja toiminnan virheettömyys. (6, s. 60.)

JIT-tuotannon kehittämisen lähtökohtana on minimoida tuotannon asetusajat, mikä mahdollistaa pienempien tuote-erien valmistamisen. Pieni erä koko sen sijaan lyhentää automaattisesti tuotannon läpäisyajoja ja vähentää kesken eräisen tuotannon määrää. Lyhyt läpäisy aika sallii myös tuotevarastojen pienentämisen, sillä tuotteen saatavuus ja lyhyet toimitusajat varmistetaan varastojen sijaan joustavalla tuotannolla. Tuotteet valmistetaan vain välittömään tarpeeseen, jolloin ohjauskeinona voidaan käyttää yksinkertaista imuohjausta. (4, s. 428.)

JIT edellyttää kuitenkin toiminnan korkeaa laatutasoa, sillä virheet pysäyttävät tuotantoimun nopeasti. Toisaalta JIT-tuotanto on niin nopeaa ja selkeää, että myös virheiden syyt ovat helposti havaittavissa. JIT edellyttää myös toiminnan jatkuvaa kehittämistä ja henkilöstön sitouttamista kehitystyöhön. Hyvä ennaltaehkäisevä kunnossapito ja visuaalinen tuotannonohjaus ovat keskeisiä JIT-tuotannon periaatteita, joiden avulla nopea valmistus asiakastarpeeseen on saavutettavissa. (4, s. 429.)

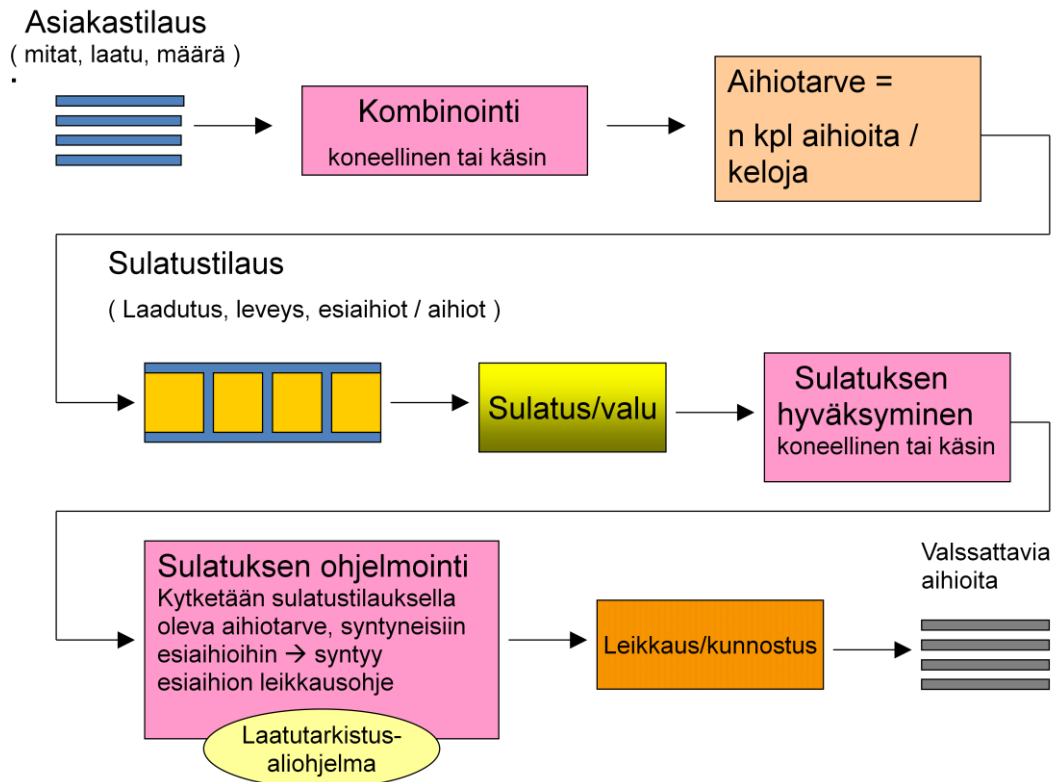
4 NAUHALEVYTUOTTEIDEN VALMISTUSKETJUN TOIMINTA

Nauhalevytuotteen valmistusketju alkaa asiakkaan tilauksen vastaanottamisesta ja päättyy, kun tuote siirretään kuljetuskalustoon ja lähetetään asiakkaalle. Ketjun alun ja pään väliin mahtuu monia toimintoja: tuotannonsuunnittelu määrittelee käytettävän teräsmateriaalin ja ohjaa aihion valmistusta terässulatolla, jonka jälkeen aihioista valssataan kuumanauhakela. Kela siirretään odotusvarastoon, josta LKT:n tuotannonohjaaja ohjaa sen oikea-aikaisesti nauhalevyleikkauslinjalle leikattavaksi. Valmis nauhalevytilaus siirretään tuotevarastoon, jossa se odottaa aineenkoetustestituloksen ennen lähetystä asiakkaalle.

Ketjun toiminnassa erityisen tärkeää on toimintojen oikea ajoitus. Hyvin suunnitellulla ajoituksella tuote on valmiina optimaaliseen aikaan, eikä turhaa välivarastointia tarvita. Samalla on huomioitava ohjaukselliset rajoitteet, joita ovat mm. tuotantolinjojen valmistustekniset rajoitteet ja järkevä valmistusjärjestys. Lisäksi mahdollisiin viiveisiin, kuten testauksen viivästymiseen ja yllättäviin laiterikkoihin, on reagoitava nopeasti hyvän toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi.

4.1 Nauhalevytuotteiden tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelu on monivaiheinen prosessi, joka alkaa asiakkaan tilauksen käsittelystä. Tilauspositio sisältää asiakkaan haluaman määrän tietynlaista teräslaatua määrätyillä mitoilla. Tuotannonsuunnittelija ajaa tilaukselle kombinoinnin eli määrittelee sen materiaalitarpeet. Seuraavaksi määritellään, millainen aihio tilaukseen kytketään. Jokaista nauhalevytilauspositiota varten tehdään kuumanauhakela, joka valssataan teräsaihiosta. Pääosin käytetään valmiita varastoaihioita, mutta mikäli asiakkaan toivomaa laatua ei ole varastossa, se valmistetaan terässulatolla. Tuotannonsuunnitteluprosessi tilauksen saamisesta valmiiksi ahioksi on esitetty kuvassa 5. (7.)



KUVA 5. Tuotannonsuunnittelu tilauksesta ahioksi (8, s. 15)

Sulatolla raakarautaan seostetaan haluttu määrä eri mineraaleja ja romurautaa kyseisen asiakaslaadun valmistamista varten. Seostus tapahtuu yleensä konverttereissa, joiden erä koko on asiakastilauksen koosta riippumatta aina joko 105 tai 125 tonnia. Konvertterista sula teräs siirretään valukoneelle, jossa siitä valmistetaan aihioita. Valmiit ahiot siirretään aihiohalliin, josta tilauspositioon kuuluvat ahiot jatkavat matkaansa eteenpäin toimitusketjussa. Loput valmistetut ahiot jäävät varastoaihioiksi tulevia tilauksia varten. Asiakkaan tilaama tonnimäärä määrittää siis aihiovaraston koon kyseiselle laadulle. (7.)

Nauhakelan valmistuksensuunnittelussa yksi tärkeimmistä asioista on valssausleveys, sillä nauhavalssauslinjalla ei pystytä tekemään radikaaleja leveyden muutoksia. Aihiohallissa pystytään leikkaamaan varastoaihioista kuhunkin tilauspositioon sopivia aihioleveyksiä, joten aina ei tarvitse sulattaa uutta konvertteripottia jokaista asiakastilausta kohti. Aihiohallissa on myös mahdollista kunnostaa valuvikaisia aihioita höyläämällä niiden pintaa helpommin valssattavaksi. (7.)

Kun sopiva aihio on kytketty tilaukseen, seuraavana prosessina tuotannon-suunnittelussa on valssausjakson suunnittelu. Valssausjakso on noin 8 tuntia kestävä nauhavalssaamon ajojakso, jonka aikana valssataan noin 70 km teräs-nauhaa, mikä vastaa noin 120 kuumanauhakelaa. Valssausjaksojen välissä valssaamon kuudesta työvalssista joko puolet tai kaikki vaihdetaan. (7; 8, s. 32.)

Valssausjaksoja suunnitellaan tuotannonsuunnittelussa vuorokauden ympäri BetaPlanner-sovelluksella. Ohjelma pyrkii järjestämään tilauksiin kytketyt aihiot optimaaliseksi valssausjaksoksi. Tuotannonsuunnittelija voi halutessaan tehdä muutoksia esimerkiksi sijoittamalla samaa toimituserää olevia tilauksia samalle jaksolle. Ajoituksen perustana käytetään asiakkaalle luvattua tilauksen toimitus-aikaa, josta lasketaan taaksepäin optimaalinen valssauspäivä. Optimaalisen päivän lisäksi ajoituksessa käytetään viikkosuunnitelmaa, johon on määritelty jatkojalostuslinjojen tavoitemäärät. Suunnittelussa käytetään apuna Factory Planner -ohjelmistoa, jolla tehdään koko tilauskannan karkeasuunnittelua ja ajoitetaan asiakastilausten valmistumista koko tuotantoketjun läpi. (7; 8, s. 20.)

Raahen kuumanauhavalssaamolla valssattavista keloista noin 25 % jatkojalos-tetaan Raahessa nauhalevyleikkauslinjoilla. Nauhalevytuotteet ovat tuotannon-suunnittelullisesti haastavia, sillä ne ovat erikoislaatuja ja lujimpia nauhavalssat-tavia tuotteita. (7.)

4.2 Nauhalevyleikkauslinjojen leikkausjärjestykset

LKT:n tuotannonohjaaja vastaa tuotannonsuunnittelusta linjojen odotusvarasto-jen ja tuotevarastojen välillä sekä laatii linjojen leikkaussuunnitelmat päivittäin. Ohjattavia linjoja ovat nauhalevyleikkauslinjat 2 ja 3, rainaleikkauslinjat 1 ja 2 sekä peittauslinja. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan nauhalevy-leikkauslinjojen leikkausjärjestyksiin, sillä nauhalevyleikkauslinjat ovat ohjauk-sellisesti muita linjoja haastavampia.

Tällä hetkellä LKT:n tuotantoa ohjataan pääkoneella olevalla KELPO-järjestelmällä. Suunnittelussa otetaan huomioon linjojen tekniset rajoitteet ja korkea kapasiteetin käyttöaste, sekä tilausten oikea-aikaisuus ja hyvä toimitus-

varmuus. Tavoitteena yleensä on saada kukin tilauspositio käsitellyksi yhtenä eränä. (9, s. 1.)

Suunnittelija ohjelmoi odotusvarastossa olevia keloja nauhalevyleikkauslinjoille ottaen huomioon muun muassa suunnitellun leikkauspäivän, koko tilauksen valmistumistilanteen ja tuotoksen maksimoinnin. Kelojen leikkaus suunnitellaan positio kerrallaan. Samalle kelalle on mahdollista sijoittaa useampi positio siten, että tilanteen mukaan joko määrällisesti pienemmät positiot tai pisimmät arkit sijoitetaan kelan keulaan leikattavaksi. Leikkaussuunnitelma sisältää tiedot siitä, minkä kokoisia ja kuinka monta nippua kelasta leikataan, montako nauhalevyä nipuissa on ja mikä nippu kuuluu millekin positiolle. (9, s. 3.)

Kun position leikkaussuunnitelma on valmis, tilaukseen liitettyjen kelojen tiedot siirtyvät leikkausjärjestyksen *jemmaan* eli paikkaan, josta tuotannon työntekijät eivät niitä vielä näe. Leikkausjärjestyksessä kelat on optimoitu jakelukiireellisyysjärjestykseen juoksevilla numeroinnilla. Jakelukiireellisyysjärjestysnumero on jemmassa olevilla keloilla yli 700. Itse leikkausjärjestyksen suunnittelu tapahtuu jakelukiireellisyysjärjestystä muuttamalla alle 700:n, jolloin kela vapautetaan tuotantoon. Kuvassa 6 on esitetty kuvake, jolla leikkausjärjestykset suunnitellaan nauhalevyleikkauslinja 2:lla. (9, s. 3.)

RAUTARUUKKI OY				TIIVISTETTY LEIKKAUSJÄRJESTYS								N309			
RA TS				ARKKI2								01 19/04/12 11:43:42			
JKK	KELANRO	R	J	PL	TIL.POS	PAKS	LEV	PIT	TN	P	ST	STEM	PAKETOINTITAPA		
002	48692	041	1	16	73783K030	15.0	1500	03000	28		3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
004	48704	031	1	16	73694K001	12.0	1250	02050	17		3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
006	48704	041	1	16	73694K001	12.0	1250	02050	17		3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
008	49225	051	1	16	75428U010	10.0	1500	03000	12	M	3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
010	48607	051	1	16	75253U001	10.0	1250	02500	24	M	3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
012	48540	069	2	5	15	73433K009	10.0	1250	03630	13	3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
014	48540	051	2	5	15	73433K009	10.0	1250	03630	13	3	7498	PERPAK.+SID.POIK.A		
016	49470	012	2	5	15	73221K010	10.0	1500	02000	10	3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
018	49495	011	1	15	73636K001	10.0	1500	12000	22		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
020	49495	021	1	15	73636K001	10.0	1500	12000	20		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
022	49495	031	1	15	73636K001	10.0	1500	12000	22		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
024	46837	089	0	3	11	73598K001	3.0	1190	02690	22	1	A022	PERPAK.+SID.POIK.A		
026	49322	051	1	16	09840C162	10.0	1255	02655	24		1	A024	EIPAK.+SID.POIK.AL		
028	49323	021	1	16	09840C162	10.0	1255	02655	24		1	A024	EIPAK.+SID.POIK.AL		
030	49323	011	1	16	09840C162	10.0	1255	02655	23		1	A023	EIPAK.+SID.POIK.AL		
032	49573	031	1	15	74093L030	4.0	1500	03000	26		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
034	49573	021	1	15	79805B003	4.0	1500	03000	26		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
036	49572	051	1	15	73536L002	5.0	1500	03000	27		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
038	49573	011	1	15	73952K010	6.0	1500	06000	19		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
040	49572	041	1	15	73603L003	8.0	1500	03000	27		3	7640	PERPAK.+SID.POIK.A		
JAK.YHT: 1355 T 060 KPL JEM.YHT: 2947 T 125 KPL															
JKK: - MAXLV: VPV: PKS: - REU:															
UUSI-JKK: KELANRO: STEM:															
KYSELY SUORITETTU, JATKUU SEUR. SIVULLA															
ENTER=KYS PF1=JAK&JEM-KYS PF2=JK:N REK PF3=LAJITTELU PF4=JK:N MASSAM															
PF5=JATKOS PF8=>N431 PF9=>N062 PF10=>N060 PF11=MENU PF12=>N314															
PF6=>N307 PF7=>N308 PF14=>N306 PF15=>N422															
II 0 27,7															

KUVA 6. Nauhalevyleikkauslinja 2:n leikkausjärjestys (10)

Sääntöjä kelojen leikkausjärjestykselle on useita. Ajallisina sääntöinä ovat kelan riittävä jäähtyminen nauhavalssauksen jälkeen, ajoitettu leikkauspäivä sekä laivauspäivä, joka saadaan selville tilausposition stemminumerosta. Terienvaihtovälin sisällä leikattavat kelat leikataan pääsääntöisesti järjestyksessä ohuesta paksuun. Ryhmittelyä tehdään kuitenkin myös seuraavien tekijöiden mukaan: peitatuilla erotellaan kuivat ja öljyttävät kelat ja öljytyjen jälkeen laitetaan yleensä pienempää pinnanlaatuvaatimusta olevia niin sanottuja *puhdistuskeloja*. Nauhavalssauslinjalla suorasammutettujen kelojen pinnassa on tavallista enemmän hilsettä, minkä vuoksi ne pyritään asettamaan leikkaukseen peräjälkeen ja niiden jälkeen sijoittamaan mielellään kuviokeloja puhdistamaan linja metallihilseestä. Suorasammutettujen jälkeen linjalle ei saa ohjelmoida peitattuja öljyttäviä keloja. Muita leikkausjärjestykseen vaikuttavia syitä ovat pakkaus, lujuus, pinnanlaatu ja käytettävä rullasto. (9, s. 3.)

Nauhalevyleikkauslinjoilla on eroavaisuuksia, jotka vaikuttavat linjoille ohjattuun tilaukseen. Lujat laadut pyritään leikkaamaan linja 2:lla, jonka tuotealue on linja 3:a laajempi. Nauhalevyleikkauslinja 2:lla on myös oikaisuvalssain, jolla

pystytään poistamaan materiaalin venymiä ja tuottamaan tasalaatuisempaa terästä. Mikäli asiakas vaatii, että nauhalevyihin merkitään tunnistetiedot painokuvioilla, voidaan tilaus leikata vain nauhalevyleikkauslinja 2:lla, jossa on stanssaus kone. Nauhalevyleikkauslinja 2:lla on myös reunaleikkurit, joilla valssausreunat voidaan tarvittaessa siistiä asiakkaan niin halutessa tai mikäli tilauksen leveystoleranssit ovat tiukat.

4.3 Nauhalevytuotteiden aineenkoetustestaukset

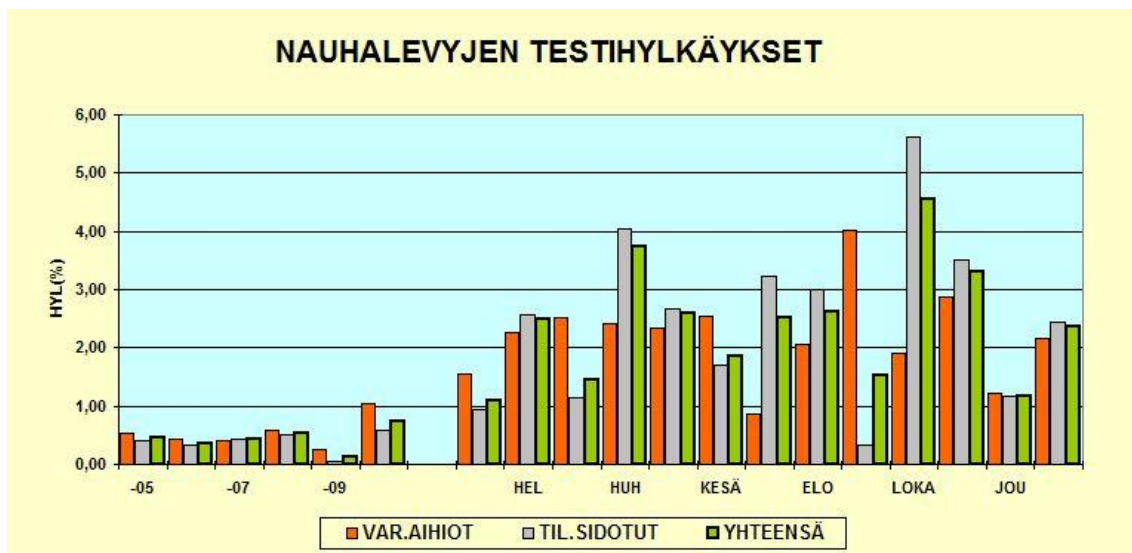
Lähes kaikille nauhalevytilauksille suoritetaan aineenkoetustestaukset Ruukin omassa testauslaboratoriossa. Aineenkoetustestaus sisältää kaikki asiakkaan vaatimat materiaalin ominaisuuksien testaukset, joita ovat esimerkiksi veto-, isku-, kovuus- ja särmäyskokeet. Myös materiaalianalyysyjä tehdään, eli selvitetään kyseisen teräslaadun tarkat alkuainepitoisuudet. Käytännössä lähes kaikenlaiset asiakkaan vaatimat testaukset on mahdollista suorittaa tässä vaiheessa. Viikossa laboratoriossa testataan noin 10 000 kappaletta tuotantonäytteitä koko Raahen tehtaan osalta. (11.)

Testausaika alkaa siitä, kun näyte eli 450–500 mm mittainen pätkä levyä irrotetaan nauhalevyleikkauslinjalla kelasta. Näytepala putoaa näytekuiluun, jossa automaatti merkitsee näytteen tiedot siihen. Nauhalevyleikkauslinjan käyttäjien vastuulla on huolehtia siitä, että näyte on irrotettu oikeasta kohdasta ja että se on tippunut ja merkitty oikein. Laboratorion työntekijä noutaa näytteet linjalta kahden tunnin välein trukilla. Näytteitä ei voi noutaa, mikäli linjalla on näytteen irrotus kesken, joten tuotannon käyttäjien vastuulla on huolehtia, että näytteiden haun aikaan ne ovat haettavissa. Mikäli laboratorion työntekijä ei voi noutaa näytteitä linjan rajoitteiden vuoksi, hän tulee kahden tunnin päästä uudelleen, jolloin näytteen testausaika pitenee. (11.)

Näytteet testataan laboratoriossa saapumisjärjestyksessä. Näytteen saapuessa laboratorioon se esikäsitellään eli plasmaleikataan ja koneistetaan oikean malliseksi näytepalasiksi, joille suoritetaan asiakkaan vaatimat testaukset. Testaus-ten valmistuessa testausaika päättyy ja tilauspositio saa testituloksen. Uusintanäytteen otto venyttää testausaikaa näytteen toimituksen, käsittelyn, koneistuksen ja testauksen verran, eli keskimäärin 24 tuntia. (11.)

Testausaika on kriittinen osa etenkin autokuljetettavien nauhalevytuotteiden kuljetusten suunnittelua, sillä autoa ei pääsääntöisesti varata ennen testaustulosten valmistumista. Niitä tuotteita, joille testaus on määritelty, ei lähetetä asiakkaalle ennen hyväksyttyä testaustulosta. Vuonna 2011 testausaika oli keskimäärin 21 tuntia, mutta laboratorion siirryttyä kokonaan 5-vuorjärjestelmään testausaika on lyhentynyt alkuvuonna 2012 keskimäärin noin 11 tuntiin. Poikkeuksia testausaikoihin tuovat miehistövajaukset sekä uusintanäytteen ottaminen ja testaaminen. (11.)

Nauhalevytuotteiden testihylkäysprosentti on kasvanut vuoden 2011 aikana. Kuvassa 7 on esitetty tilauksiin sidottujen nauhalevyjen testihylkäykset harmaana palkkina. Samaan aikaan käytettävissä oleva tuotantokapasiteetti on kasvanut, kun nauhalevyleikkauslinja 3:n asetukset on saatu kohdilleen ja linja hyvään toimintakuntoon. Hylkäysprosentin kasvu selittyy uusien ja koko ajan lumjempien teräslaatujen valmistamisen aloittamisella. Uusien laatu- ja valmistuksessa joudutaan kokeilemaan joskus hyvinkin pitkään erilaisia alkuainepitoisuuksien suhteita, jotta teräkseen saadaan halutut ominaisuudet. (11.)



KUVA 7. Nauhalevytuotteiden testihylkäyksien kasvu (11)

4.4 Tehtaan sisäiset siirrot

Ruukin Raahen tehtaalla tuotanto- ja varastotilat sijaitsevat eri rakennuksissa, joten siirrot yleensä tapahtuvat osittain ulkotiloissa. Tehtaan sisäiset tuotesiirrot suoritetaan Ruukki Metalsin omistamilla siirtoalustoilla, joiden siirroista vastaa urakoitsija Pentti Hämeenaho Oy omistamallaan siirtokalustolla eli vetomestareilla. Vetomestari alustoineen on esitetty kuvassa 8. Raahen tehtaan alueella operoi yksi vetomestari ja satamassa toinen. Satamassa on varalla myös kolmas vetomestari, jota käytetään vain kiireellisissä aluksen lastaustapahtumissa. Siirtoalustoja ohjataan ja seurataan Delivery Management -järjestelmällä eli DEMAlla, joka on vientilastien hallintajärjestelmä. (12.)



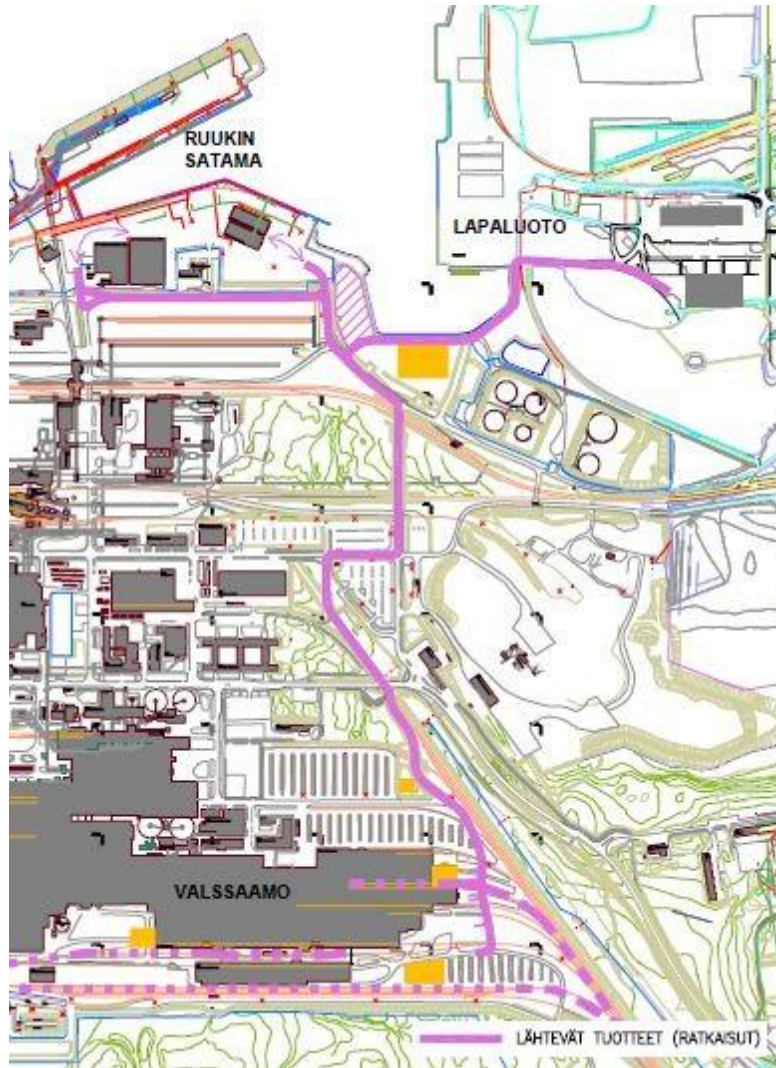
KUVA 8. Vetomestari ja siirtoalustallinen nauhalevyynippuja (13)

Tuotantoprosessin jälkeiset Raahen tehtaan sisäiset siirrot tapahtuvat pääosin tuotealustoilla vetomestarin vetäminä. Alustoja on kolmenlaisia: KE-alustoilla siirretään keloja, NL-alustat ovat nauhalevyjen kuljetusta varten ja niitä hieman kapeammat ja lyhyemmät KV-alustat kuuluvat kvarttolevyjen siirtoon. Nauhale-

vytuoitteiden siirtoon tarkoitettuja NL-alustoja on tällä hetkellä käytössä 150 ja jokaiselle lastattavan kuorman maksimipaino on 90 tonnia. (12.)

RFID eli Radio Frequency IDentification on radiotaajuinen etätunnistus, jota käytetään tavaraliikenteen ja varastokierron reaaliaikaiseen seuraamiseen. Siirtoalustoissa on neljä RFID-tunnistetta, joiden avulla alusta tunnistetaan vetomestarin lukulaitteella. Lastattu ja järjestelmään valmiiksi kuitattu alusta saa siirto-ohjeen tuotannosta. Siirto-ohjeet näkyvät vetomestarin näyttöpäätteellä, urakoitsijan työnjohdolla, tuotannossa ja satamassa. Vetomestarin kuljettaja kuittaa siirretyn alustan aina jättöpaikalla ja raportoi alustan varastopaikan maanuaalisesti ohjausjärjestelmään, mikäli se poikkeaa siirto-ohjeesta. Tuotteiden siirrot perustuvat aina siirto-ohjeeseen, johon on määritelty alustan lähtö- ja tulopaikka. (14, s. 2, 8.)

Kuljetusreitti tuotannosta satamaan on esitetty kuvassa 9. Se kulkee valssaamon pohjoispäästä tehtaan päätien eritasoliittymän kautta masuunitielle ja siitä satamatien kautta satama-alueelle. Kuljetusreitillä on myös yleistä liikennettä. Valssaamon ja sataman välisissä tuotekuljetuksissa on otettu käyttöön kiinteästi vetomestarissa oleva sääsuoja, jonka tarkoitus on suojata tuotteet pitkällä matkalla. (14, s. 1–2.)



KUVA 9. Kuljetusreitti tuotannosta satamaan (15 muokattuna)

4.5 Nauhalevytuotteiden kuljetusten järjestely

Nauhalevytuotteita lähetetään asiakkaalle auto-, juna- ja laivakuljetuksina eri puolilta tehdasta riippuen tilauksen kuljetusmuodosta. Sataman työntekijät huolehtivat aluksilla kuljetettavien tilausten kuljetustenjärjestelystä ja valssaamon kuljetusten suunnittelussa keskitytään juna- ja autokuljetusten hallinnointiin.

Autokuljetuksilla asiakkaalle lähetettävät tilaukset pyritään saamaan lähetysvalmiiksi kahden vuorokauden sisällä leikkauksesta, mikä edellyttää aineen-koetustestien ja kuormausohjeiden valmistumista. Suurien tilausten lähetys venyy yleensä pitemmäksi. Myös juhlapäivät ja viikonloput venyttävät joidenkin

tilausten lähettämisaikajankohdalla. Tilauksien kuljetukset suunnitellaan auto kerrallaan LÄHTI-järjestelmällä. Suunnitelma sisältää kuljetuksen tiedot aina auton rekisterinumerosta ja lastausovesta lähtien. Autokuljetuksina lähtee pääsääntöisesti asiakastilauksia Pohjoismaihin, Tšekkiin, Puolaan ja Venäjälle. Muiden maiden sisäiset kuljetusten painorajoitukset on myös huomioitava, kuten Venäjän 22 tonnin ja Norjan 30 tonnin maksimirajoitukset maantiekuljetuksille. (16.)

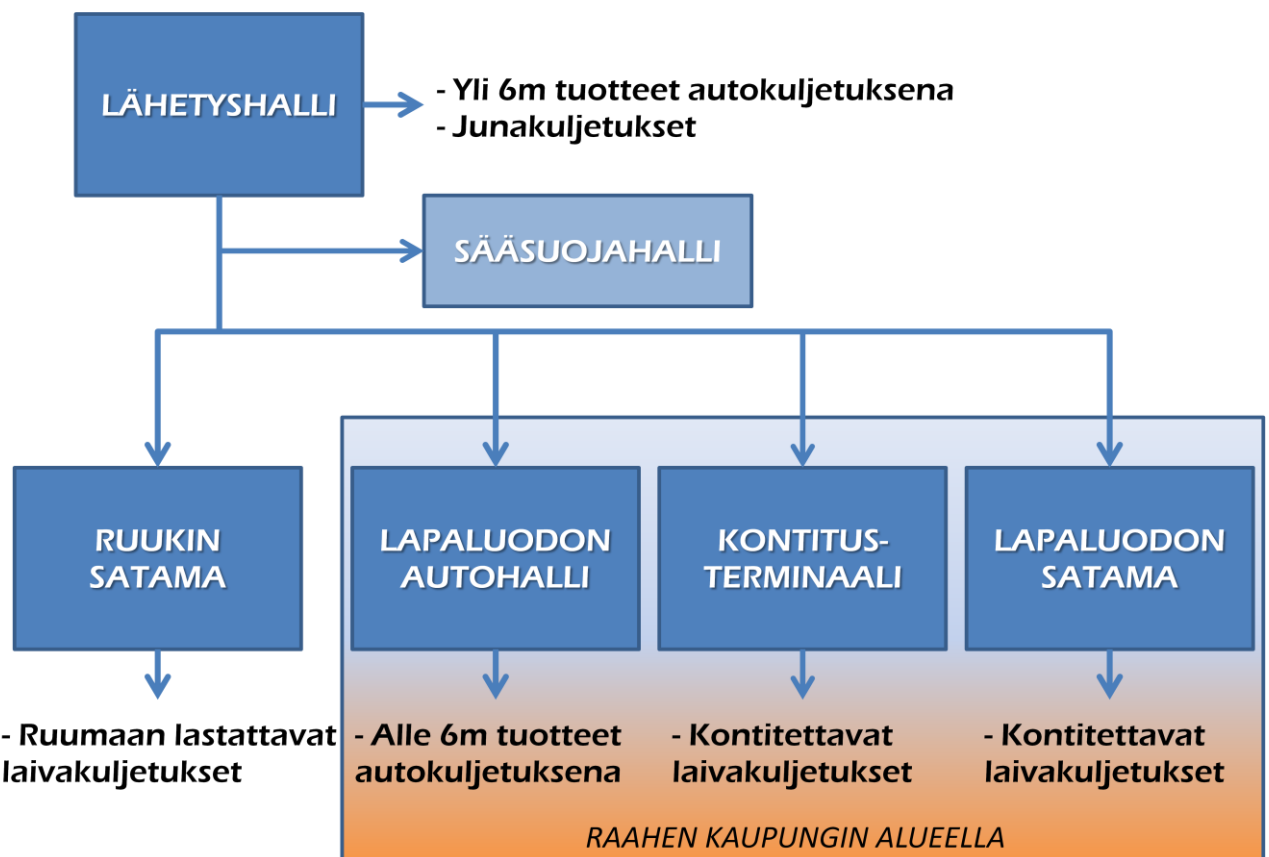
Junalla lähetettävistä tilauksista suurin osa on levyvalssaamon tuotteita, mutta junalla kuljetetaan myös nauhalevynippuja Ruukin Seinäjoen tehtaalle. Juna-tuotteiden kuljetusten suunnittelu tehdään myös LÄHTI-järjestelmän avulla. Lähetykset suunnitellaan vaunu kerrallaan. (16.)

Laivatuotteiden kuljetusten järjestelyä tehdään tuotannonsuunnittelussa tilaus-tentekovaiheessa, kun tilaukset kytketään sopivaan STEM-numeroon. Stemmi on nelinumeroinen numerosarja, joka vastaa sitä reittilaivaa, jolla tilauspositio halutaan kuljetettavan asiakkaalle. Laivalla lähetettäviä tilauksia hallitaan DEMALLA. Järjestelmässä olevasta stemmilistasta nähdään, missä järjestyksessä laivat ovat saapumassa satamaan, ja LKT:n tuotannonohjaaja vastaa tilauspositio-oikea-aikaisesta leikkauksesta. Järkevä etuaikaisuus ruumaan lastattavilla tuotteilla on alle kaksi viikkoa, kontitettavilla tarvittaessa enemmän (17).

5 NAUHALEVYTUOTTEIDEN VARASTOINTI

Ruukin toimintastrategian mukaan tuotanto joustaa markkinoiden mukana. Tämä asettaa haasteita etenkin toimituslogistiikkaan, koska tuotantomäärät voivat vaihdella hyvinkin nopeasti. Täyden tuotannon aikana on havaittu tilanteita, joissa lähetysvarastojen kapasiteettirajoitukset ylittyvät ja nauhalevytuotteita joudutaan varastoimaan väliaikaisesti jopa taivasalle.

Raahen terästehtaalta lähtevät nauhalevytuotteet varastoidaan kuljetusmuodoittain neljään tuotevarastoon, jotka on esitetty kuvassa 10. Lähetyshallin ja sataman välillä on myös sääsuojahalli, joka toimii siirtoalustojen välivarastona. Kuvassa 10 on merkittynä myös ne lähetysvarastot, jotka eivät ole Ruukin hallinnoimalla alueella.



KUVA 10. Nauhalevytuotteiden lähetysvarastot

Kuvassa 10 on esitetty myös periaatteet, joilla tilaukset jaotellaan eri tuotevarastoihin. Lähetyshalliin jäävät siltanosturilla käsiteltävät eli yli 6 metriä pitkät autokuljetettavat nauhalevyniput sekä junakuljetuksina lähtevät tilaukset. Muut tilaukset lastataan tuotealustoille ja siirretään muihin tuotevarastoihin. Ruukin sataman varastoihin varastoidaan irrallisina nippuina lähetettävät tilaukset, jotka lastataan aluksen ruumaan. Lyhyet autokuljetettavat niput siirretään Lapaluodon autohalliin. Kontitettuna lähetettävät laivakuljetukset varastoidaan joko kontitus-terminaaliin tai Lapaluodon sataman halliin. Seuraavaksi on selostettu tarkemmin kunkin tuotevaraston toimintaa sekä niiden tarjoamaa varastointikapasiteettia nauhalevytuotteille.

5.1 Lähetyshalli

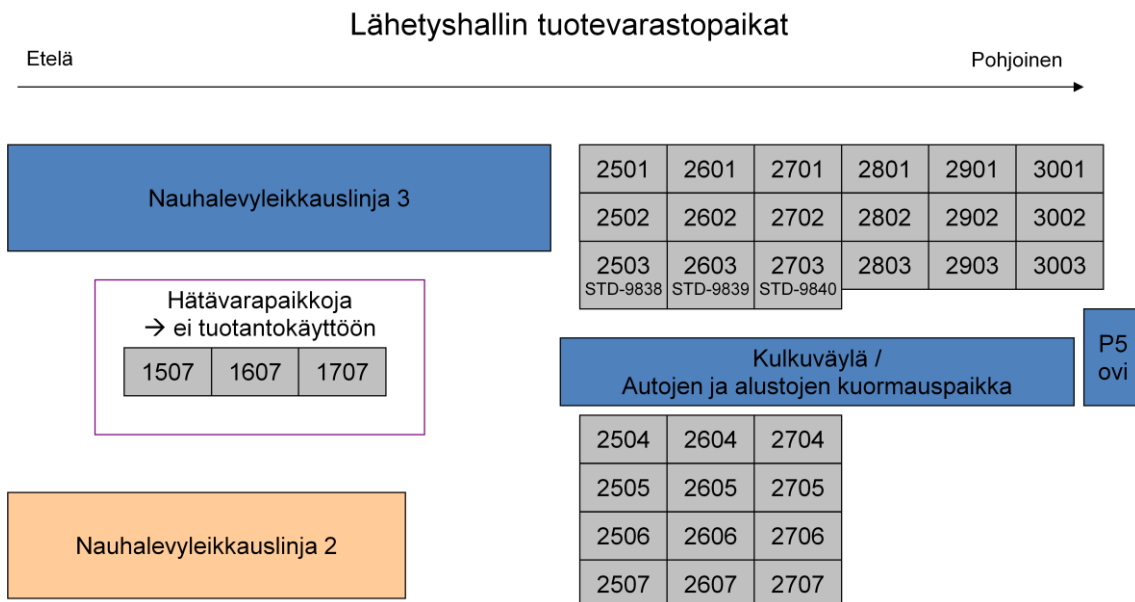
Lähetyshalli sijaitsee välittömästi tuotannon jälkeen LKT-osaston pohjoispäädyssä. Siltanosturilla siirretään paketoitua nauhalevyniput joko lähetyshallin lattiavarastopaikalle tai siirtoalustoille lastaajien ohjeiden mukaisesti. Pääsääntöisesti halliin jää varastoitavaksi vain ne tuotteet, joita ei voi tai ei kannata käsitellä muissa lähetysvarastoissa. (12.)

Yli kuusimetriset autokuljetustuotteet jäävät lähetyshallin lattiavarastoon, sillä ne on käsiteltävä siltanosturilla. Trukilla niitä ei voi siirtää, sillä näin pitkät nauhalevyniput taipuisivat nostettaessa. Myös junilla lähtevät niput jätetään lähetyshalliin, josta siltanosturi lastaa ne suoraan junan vaunuun. *Kiiluun* eli tehdasalueen ulkopuolella sijaitsevaan Ruukin Palvelukeskukseen menevät tuotteet pyritään jättämään myös lähetyshalliin turhien trukkisiirtojen minimoimiseksi. Mikäli lähetysvarastossa on täyttä, lähetetään myös alle kuusimetriset Kiilun tuotteet Lapaluodon autohalliin. (12.)

Lähetyshalliin varastoidaan aika-ajoin myös aineenkoetuksellisesti haastavia laatuja, joiden testihylkäysriski on suuri. Tällä menettelyllä pyritään välttämään alustojen edestakaista siirtämistä näyte-epäselvyytapauksissa, joissa jo Lapaluotoon tai satamaan siirretty alusta palautetaan lähetyshalliin uusintanäytteenottoa varten. Mikäli kyseiset tilaukset eivät mahdu lähetyshalliin, ne siirretään testaamattomina. (12.)

5.1.1 Lähetyshallin varastointikapasiteetti

Lähetyshallissa on 27 lattiapaikkaa (kuva 11). Näistä jokaiseen voidaan varastoida maksimissaan 100 tonnia nauhalevynippuja, mikä tarkoittaa suurin piirtein kolmea kelallista terästä. Teoreettinen maksimi lähetyshalliin varastoitaville tuotteille on siis 2 700 tonnia, mutta turvallisuussyistä lattiakasojen keskipaino on 30–50 tonnia ja käytännössä varastossa on maksimissaan puolet teoreettisesta tonnimäärästä. Lattiapaikkojen lisäksi lähetyshallissa on viisi suoralastauspaikkaa sekä tilaa autokuljetusten kuormaukselle. Suoralastauksella tarkoitetaan sitä, että siltanosturi nostaa linjalta valmiit niput suoraan siirtoalustalle käyttämättä niitä lattiapaikoilla. (12.)



KUVA 11. Lähetyshallin tuotevarastopaikat (12 muokattuna)

Lattiakasat eivät muodostu kuljetuksen lastausjärjestyksessä, joten usein joudutaan tilanteisiin, joissa kasan alimmat niput lastataankin ensimmäisenä. Matalat kasat ovat korkeita helpommin siltanosturin käsiteltävissä, sillä luonnollisesti niissä on vähemmän siirrettäviä nimikkeitä. Lattiakasojen kasvaminen nostaa myös työntekijöiden turvallisuusriskiä, joten kasoille on asetettu korkeusrajoituksia. (12.)

Nauhalevyleikkauslinjojen toiminnan kannalta on tärkeää, että varastopaikoista vähintään yksi on jatkuvasti vapaana, ettei linjoja tarvitse pysäyttää varaston täyttymisen vuoksi. Samasta syystä myös vähintään yksi alusta on vapaana tuotannosta saapuville nipoille. Vetomestarin kuljettaja vastaa alustojen kuljetamisesta lähetyshallista muihin tuotevarastoihin ja tyhjien palauttamisesta takaisin lähetyshalliin. Vetomestarin toiminta on hyvin kriittistä tuotantolinjan käynnissä pysymisen näkökulmasta. Nauhalevyleikkauslinjojen alustaliikenne onkin määritelty vetomestarin prioriteettijärjestyksessä ensimmäiseksi. (12.)

Lähetyshallin varastopaikoille varastoidaan pitkien, junakuljetettavien ja Kiiluun menevien tuotteiden lisäksi satunnaisesti myös muita tuotteita. Tuotannon jälkeen romutettuja tai aineenkoetustesteissä hylättyjä epäkurantteja nauhalevyjä siirretään lähetyshallin varastopaikoille, joista ne kuljetetaan alustoilla järkevän kokoisissa erissä romukentälle. Mikäli kontitettavia Lapaluodon satamaan kuljetettavia nippuja ei valmistu samaan aikaan useita, ja suurin osa alustoista on käytössä, varastoidaan myös kontitettavat niput lähetyshallin varastopaikkaan odottamaan muita samaan paikkaan lähteviä nippuja. (12.)

5.1.2 Lähetyshallin toimintamalli

Lastaajien käytössä on kaksi rinnakkaista lähetysjärjestelmää, DEMA ja LÄHTI. DEMAn kautta tulevat laivattavien tuotteiden kuormausmääräykset. LÄHTI-järjestelmästä saadaan auto- ja junatuotteiden kuormausmääräykset. Rinnakkaisten järjestelmien käyttö aiheuttaa harvoin ongelmia. (12.)

Lattiakasat muodostuvat, kun nauhalevyleikkauslinjalta valmistuva nippu päivittyy KELPON kuvakkeelle ja järjestelmä ehdottaa sille automaattisesti varastopaikkaa. Järjestelmässä on tiettyjä sääntöjä, mutta se ei ole käytännössä kovin kaan looginen, joten varastopaikkojen valinta ja hallinta on lastaajien vastuulla. Lastaajat voivat vaihtaa järjestelmän ehdottaman varastopaikan kokiessaan vaihdon tarpeelliseksi. Esimerkiksi Kiiluun meneviä nippuja kasataan päällekkäin niin paljon, kun on turvallisesti mahdollista, sillä autokuljetuksia Palvelukeskukseen kulkee arkipäivisin useita. (12.)

Muihin lähetyshalleihin siirrettävät valmiit nauhalevyniput suoralastataan leikkausjärjestyksen mukaisesti siltanosturilla tuotantolinjan päästä siirtoalustoille, joilla ne kuljetetaan vetomestarilla lähetysmääränpäähän. Niput pyritään lastaamaan tilauspositioittain kullekin alustalle, jotta tilaukset pysyvät kokonaisuuksina. Tuotannonohjaajien laatimat leikkausjärjestykset vaikuttavat lastaajien työhön. Työ helpottuu, mikäli saman tilauksen pitemmät positiot pystytään leikkaamaan ennen lyhyempiä ja näin ollen myös lastaamaan alustalle samassa järjestyksessä. Toinen tärkeä lastaussääntö on sijoittaa kullekin satamaan menevälle alustalle vain yhtä stemmiä. Lastaajien tehtävä vaatii tarkkuutta, sillä samalla stemmillä lähetettävistä tilauksista osa voi mennä Lapaluodon satamaan kontitettavaksi ja osa jäädä Ruukin satamaan. Näissä tapauksessa samaa stemmiä lastataan eri alustoille. (12.)

Kun alusta on kuormattu, lastaaja kuittaa sen valmiiksi ja alusta saa DEMasta siirto-ohjeen, josta selviää, mihin varastoon ja mille paikalle ne siirretään. Kuitaus synnyttää automaattisesti siirtokäskyn vetomestarille. Tuotannosta voidaan tehdä siirto-ohje myös manuaalisesti, mikäli vetomestarin halutaan siirtävän esimerkiksi romutettuja nippuja kierrätettäväksi. (12; 14, s. 2.)

5.2 Sääsuojahalli

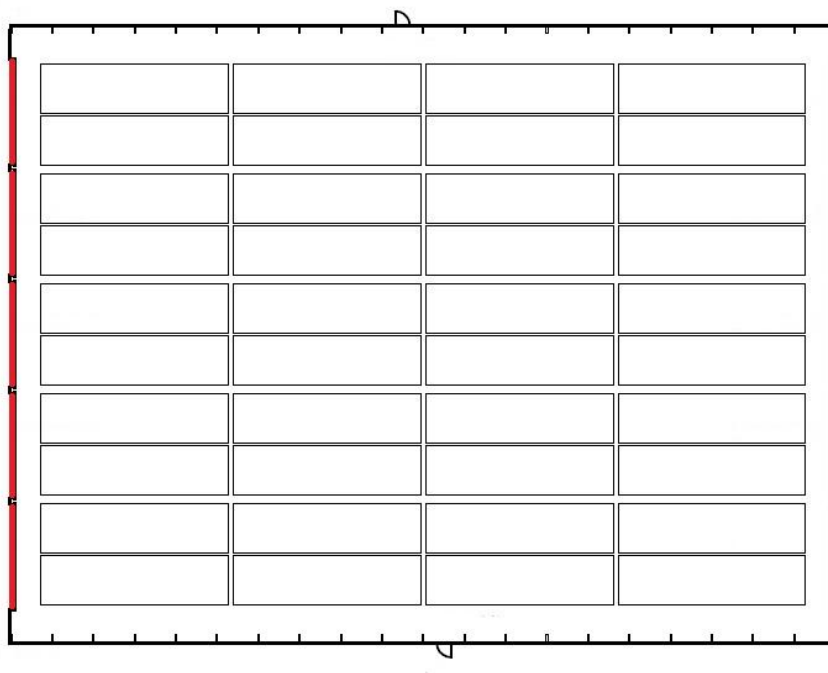
Talvella 2012 lähetyshallin välittömään läheisyyteen on rakennettu kevytelementeistä sääsuojahalli, jonka tarkoituksena on toimia välivarastona tuotannon ja sataman välillä. Sääsuojahalliin on suunniteltu varastoitavaksi etuaikaisesti leikattuja nauhalevytuotteita sekä aineenkoetuksellisesti haastavia laatuja, joissa on suuri testihylkäysmahdollisuus. Sääsuojahallin yksi rakentamisperuste oli, ettei testaamattomia tuotteita enää lähetettäisi varastointitilan puutteen vuoksi satamaan tai Lapaluotoon, joista ne joudutaan palauttamaan lähetyshalliin, mikäli testauksessa on ollut häiriötä tai näyte puuttuu kokonaan. (12; 18.)

Varastointitilan vähyyden vuoksi on aiemmin ajauduttu usein tilanteeseen, jossa tuotantolinjalta valmistuu enemmän nauhalevynippuja kuin käytettävissä oleviin varastoihin mahtuu. Tällöin alustoja on sijoitettu väliaikaisesti ulos, jossa ne ovat suojattunakin alttiita kosteudelle. Sääsuojahalli on väliaikainen PVC-

muovitetusta polyesterikankaasta ja teräskehikosta rakennettu ratkaisu tilanpuutteeseen (18).

Sääsuojahalliin siirrettävien alustojen kuormausmääräykset tehdään kuten muidenkin siirtojen tapauksissa DEMAlla. Lastaajat ilmoittavat vetomestarin kuljettajalle puhelimitse, mikäli alusta välivarastoidaan sääsuojahalliin. Lastaajat voivat myös muuttaa alustan siirto-ohjeen määränpääksi sääsuojahallin. Sataman henkilöstö huolehtii alustat stemmien mukaisesti sääsuojahallista satamaan, kun laivaan lastaaminen on ajankohtaista. Mikäli sataman varastoissa on tilaa, voidaan sääsuojahallista siirtää vähemmän etuaikaisia alustoja sinne jo etukäteen. (18.)

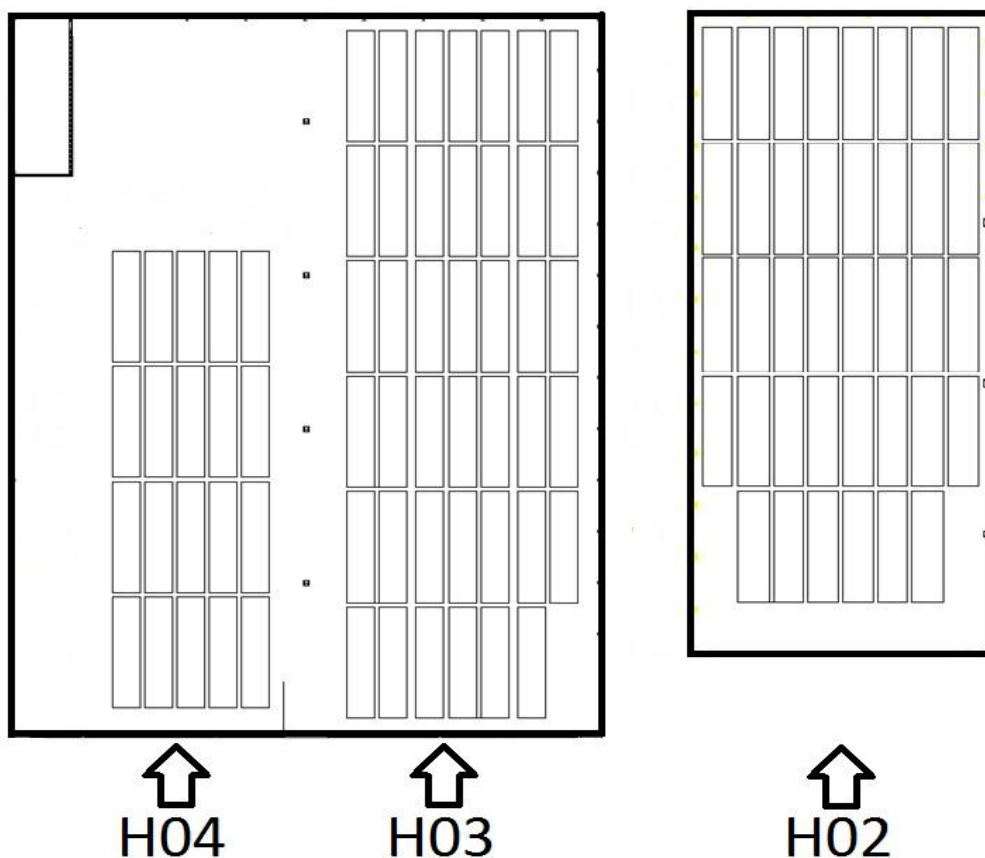
Sääsuojahallissa on 40 alustapaikkaa (kuva 12) kymmenessä rivissä, joista jokaisessa on neljä peräkkäistä paikkaa. Molemmiin puolin sääsuojahallia on viisi sähköovea, joista vetomestarit mahtuvat halliin operoimaan alustoja. Ovet on merkitty punaisella kuvaan 10. Alustapaikat on sijoitettu niin, että minkä tahansa yksittäisen alustan ulossiirto on mahdollista enintään yhtä muuta alustaa siirtämällä. (18.)



KUVA 12. Sääsuojahallin pohjapiirustus (18 muokattuna)

5.3 Ruukin satama

Ruukin satama sijaitsee yrityksen alueella Raahen sataman läheisyydessä. Vetomestareiden ohjaukseen ja tuotteiden varastointiin käytetään satamassa DE-MAa. Tuotteet kuljetetaan tuotannosta satamaan siirtoalustoilla vetomestarikuljetuksina. Sataman useista halleista alustojen varastointiin on tarkoitettu hallit H02, H03 ja H04, joihin alustapaikat on merkitty pituussuuntaisesti kuvan 13 mukaisesti. Halleissa alustat sijoitetaan yleensä stemmeittäin linjoihin. Halleista H03 on varattu Rotterdamin satamaan meneville tuotteille, H02 muihin satamiin meneville ja H04 etuaikaisille tuotteille sekä useaa eri stemmiä sisältäville alustoille. (19, s. 1.)



KUVA 13. NL-alustojen varastointiin käytettävät hallit Ruukin satamassa (17 muokattuna)

Hallien H02–H04 varastokapasiteetit on esitetty taulukossa 1. Halleihin varastoitavien alustojen maksimikapasiteetti ilmoittaa, kuinka paljon halliin ihanne-tapauksessa tulisi mahtua alustoja. Todellisuudessa alustapaikkoja on hieman vähemmän, sillä alustojen paikkahajonnat ja hallien palkkirakenteet määrittelevät kunkin tilanteen todellisen varastokapasiteetin (17). Todellinen varastokapasiteetti on laskettu NL-alustojen tämänhetkisen keskipainon 55 tonnin mukaan. NL-alustojen osuus koko varastosta on laskettu vuoden 2012 ensimmäisen neljänneksen tietojen perusteella.

TAULUKKO 1. Sataman varastohallien kapasiteetit

Halli	Alustapaikat MAX	Todelliset alustapaikat	Todellinen varastokapasiteetti	NL-alustojen osuus
H02	40	38	38 * 55 t = 2 090 t	26 %
H03	42	38	39 * 55 t = 2 090 t	62 %
H04	25	23	23 * 55 t = 1 265 t	54 %
YHTEENSÄ	107	99	99 * 55 t = 5 445 t	45 %
H05+H06	40	38	38 * 55 t = 2 090 t	27 %

Jos alustoille on sijoitettu eri stemmejä ja alusta jää hyvin vajaana varastoon, se voidaan purkaa halliin H05. Kyseisessä hallissa on varattu paikat mittojen ja stemmien mukaan eri vientisatamille. Sataman henkilöstö purkaa alustat tarvittaessa ja raportoi niput oikeille varastopaikoille. Halleihin H05 ja H06 voidaan tilanteen niin salliessa varastoida myös alustoja taulukossa 1 esitettyjen rajoitusten mukaisesti. (17; 19, s. 2.)

5.4 Lapaluodon autohalli

Lapaluodon autohalli sijaitsee Raahen satama-alueella, ja se on Raahen kaupungin omistama kiinteistö. Autohallin käytön tavoitteena on parantaa asiakkaalle lähetettävien tuotteiden toimitusvarmuutta ja toimitusten laatua. Halliin on keskitetty alle 6-metrinen nauhalevynippujen varastointi ja kuormaus tieliikenneajoneuvoihin. Tuotteet lähtevät joko kotimaan- tai ulkomaankuljetuksina. (20, s. 1.)

Lapaluodon autohalli on suunniteltu käsittelemään maksimissaan 120 000 tonnia vuodessa. Hallin molemmissa päissä on yhteensä 12 alustapaikkaa. Hallin keskiosassa on 45 kappaletta purettaville kuormille tarkoitettua lattiavarastopaikkaa, joista jokaiseen voidaan varastoida 60 tonnia nauhalevynippuja. Lattiapaikkojen lisäksi käytössä on myös 15 kappaletta hyllytasoja, jolloin tuotteita voidaan trukilla varastoida kahteen kerrokseen. Hyllyjen kantavuus on 30 tonnia ja niille sijoitetaan lähinnä *rippeitä* eli yksittäisiä nippuja, jotka ovat hallissa yleensä muita kauemmin odottaessaan samaan määränpäähän meneviä muita tilauksia. (20, s. 1–2; 21.)

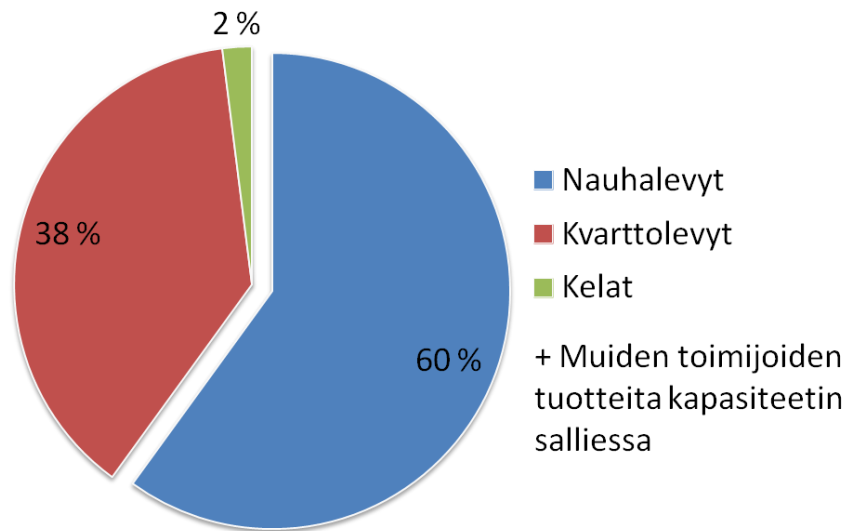
Tuotannon lähetyshallissa siirtoalustoille suoralastatut nauhalevyniput siirretään vetomestarilla Lapaluodon autohalliin. Yleisperiaatteena autohallin toiminnassa on, että 2–3 vuorokauden sisällä lähtevät toimitukset jätetään siirtoalustoille ja lastataan ajoneuvoon suoraan siitä. Sitä etuaikaisemmat puretaan alustoilta haarukkatrukilla lattiapaikoille ja rekisteröidään kyseiselle paikalle ohjausjärjestelmään eli DEMAan. Nippujen väliin on suoralastausvaiheessa asetettu välipuita helpottamaan trukkinostoja, eli jokaista nippua voidaan käsitellä yksikkönä. (20, s. 1.)

5.5 Kontitusterminali

Raahen terästehtaan tuotteet kontitetaan Lapaluodossa aivan autohallin vieressä sijaitsevassa kontitusterminalissa, jonka on määrä aloittaa toimintansa 1.7.2012. Raahen kaupunki rakennuttaa hallin, joka on suunniteltu nimenomaan kontittamista varten. Hallissa on siltanosturi, levynippujen käsittelyyn suunnitellut laitteet, sekä kontituslaite, jolla tuotteet siirretään kontin sisään. Urakoitsija suorittaa tuotteiden kontituksen DEMA-ohjausjärjestelmässä olevan järjestyksen mukaan. (22, s. 1–2.)

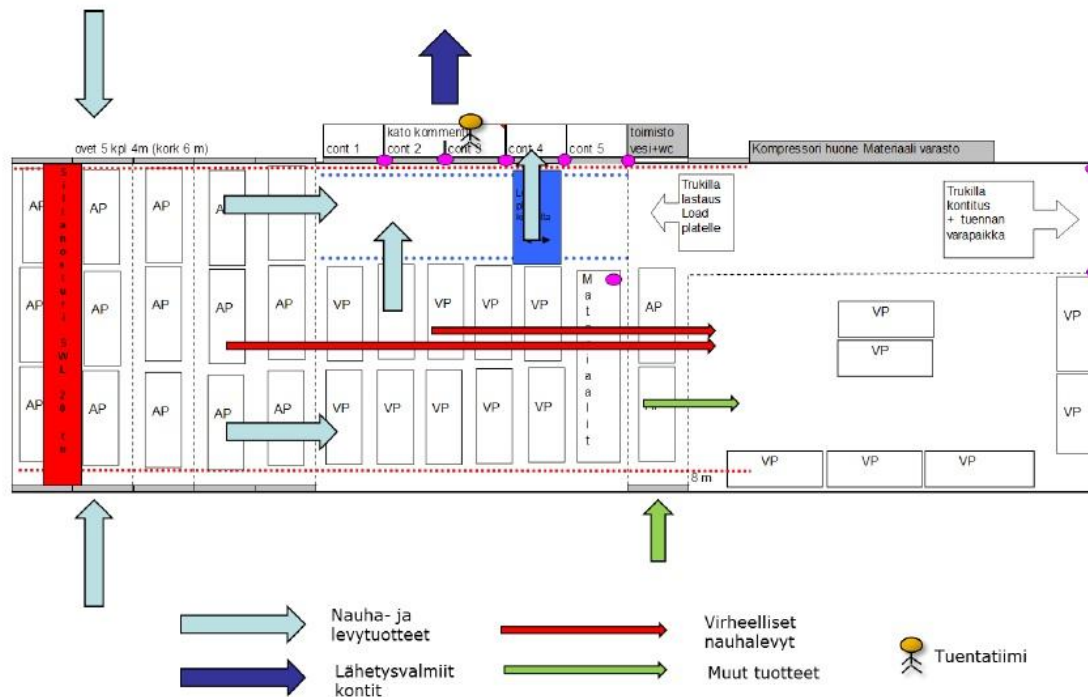
Ennusteiden mukaan kontitettavien tuotteiden määrä tulee olemaan 100 000–120 000 t/vuosi. Terminalin maksimikapasiteetiksi on simuloimalla määriteltä 4 800 konttia vuodessa, joka vastaa keskimäärin 72 konttia viikossa. Simuloimalla on todennettu tarvittavien alusta- ja lattiapaikkojen riittävyys erilaisilla tuotantomäärillä. Kontitettavien tuotteiden tuotejakauma on arvioitu kuvan 14 mukaiseksi. (22, s. 1.)

Kontitettavien tuotteiden tuotejakauma



KUVA 14. Kontitettavien tuotteiden tuotejakauma

Kontitustermiinalin toiminnassa on huomioitava, että kontitettavien tuotteiden on oltava sisätiloissa koko toiminnan ajan. Sisätiloissa on 15 alustapaikkaa tuleville tuotteille, ja 10 lattiapaikkaa purettaville alustakuormille. Kuten kuvassa 15 on esitetty, lattiapaikat sijaitsevat kontituslaitteen läheisyydessä. Siltanosturin toimintasäde on kontitusaluetta pidempi, joten lattiapaikkoja on mahdollista saada tarvittaessa enemmän käyttöön. (22, s. 2.)



KUVA 15. Kontitusterminaalien tuotevirrat ja layout (23, s. 5)

Toiminta kontitusterminaalissa on suunniteltu siten, että nauhalevyistä 1/3 on valmiina kaksi viikkoa etuajassa ja loput 2/3 tehdään viikon etuajalla. Tarvittaessa etuaikaista tuotantoa voidaan kontittaa etukäteen, mikäli käytössä on tyhjiä kontteja. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi silloin, kun tulevan viikon kuorma ylittää kontituksen viikkokapasiteetin. (22, s. 3.)

Tuotteet tuodaan siirtoalustoilla terminaaliin, jossa ne varastoidaan joko alustoille tai lattiapaikoille nostettuna. Tuotteet siirretään pääsääntöisesti nosturilla, mutta myös trukki siirrot ovat mahdollisia. Laskennallinen keskiarvo tuotemääräksi yhtä konttia kohden on noin 25 tonnia, johon tarvitaan kolme siirtotapahtumaa. Tuotteet työnnetään konttiin toimintaan suunnitellulla laitteella. Laitteessa on sivuttaissiirtomahdollisuus, joka mahdollistaa maksimissaan neljän kontin yhtäaikaista lastauksen. Optimaalisena tilanteena pidetäänkin neljän kontin sarjakäsittelyä. Liikkuvilla konttialustoilla mahdollistetaan tyhjien konttien siirto hallin ulkopuolelta sisälle ja vastaavasti kuormattujen konttien siirto hallista ulos. (22, s. 2–4.)

5.6 Lapaluodon satama

Lapaluodon satama on Raahen kaupungin satama, ja siellä on viisi varastohallia. Halleihin varastoidaan satamasta laivattavia nimikkeitä, joiden lastauksen hoitaa huolintayhtiö. Ruukin tuotteiden lisäksi halleihin varastoidaan paljon myös muiden toimijoiden tuotteita. Lapaluodon satamaan siirretään Ruukin tuotteista lähinnä vain konttikuormia, sillä ruumaan lastattavat irtotuotteet lastataan Ruukin satamassa. (17.)

Ennen kuin konttustermiinali valmistuu kesällä 2012, konttitettavat tuotteet siirretään alustoilla tuotannosta Lapaluodon sataman halliin numero 5. Siellä alustat varastoidaan hallin pohjoispäähän hallin aukioloaikoina arkipäivisin. Muina aikoina alustat välivarastoidaan halliin numero 1. Hallissa 5 alustat puretaan ja varastoidaan trukilla konttikuormittain. Konttustermiinalin käyttöönottamisen jälkeen halli numero 5 vapautetaan muuhun käyttöön. (14, s. 5; 17.)

Konttustermiinalin valmistumisen jälkeen alustojen välivarastoiminen Lapaluodon sataman halleihin on edelleen mahdollista halliin numero 5. Alustoille ei kuitenkaan ole määritetty paikkoja eikä minkäänlaista kapasiteettirajoitetta, mutta on arvioitu, että ihanneolosuhteissa sinne voisi varastoida 16 alustaa puskuriksi konttustermiinalille, Lapaluodon autohallille tai Ruukin satamalle (21). Käytäntönä on, että alustoja sijoitetaan halliin tarpeen mukaan, mikäli vapaata varastotilaa on käytössä.

5.7 Tuotevarastojen kokonaiskapasiteetit

Tuotevarastojen kokonaiskapasiteetin määrittäminen nauhalevyjen osalta on tärkeää, jotta LKT:n tuotannonohjauksessa osattaisiin arvioida varastojen täytymistä. Varastokapasiteetin ylittäminen aiheuttaa ongelmia lähetyksvarastojen toiminnassa, kun osa tuotteista joudutaan väliaikaisesti varastoimaan ulos. Nauhalevynippujen varastointi kosteudelle alttiissa ulkotiloissa voi aiheuttaa tuotteen laadun heikkenemistä ja joissakin tapauksessa jopa ruostuttaa tuotteen täysin myyntikelvottomaksi.

Taulukossa 2 on esitetty tuotevarastojen varastopaikkamäärät ja kapasiteetit nauhalevytuotteiden varastoinnin osalta. Lähetyshallin tapauksessa on huomioi-

tu myös, että yksi lattia- ja alustapaikka on oltava vapaana, jotta nauhalevyleikkauslinjojen tuotanto voi jatkua keskeytymättä. Ruukin sataman osalta nauhalevyjen osuus koko varastosta perustuu vuoden 2012 ensimmäisen neljänneksen varastointitietoihin. Kontitusterminalin varastopaikkojen osuus perustuu simuloituun arvioon tuotejakaumasta.

TAULUKKO 2. Tuotevarastojen kokonaiskapasiteetit nauhalevyjen osalta

Tuotevarasto	Lattiapaikat* (kpl)	Alustapaikat** (kpl)	NL osuus varastosta (%)	Todellinen nauhalevyjen varastointikapasiteetti (tonnia)
Lähetyshalli	27 - 1	5 - 1	100 %	1 520
Sääsuojahalli		40	100 %	2 200
Ruukin satama		99	45 %	2 450
Lapaluodon autohalli	45 + 15***	12	100 %	3 210
Kontitusterminali	10	15	60 %	795
Lapaluodon satama		16	100 %	880
YHTEENSÄ				11 055

* Keskimäärin 50 tonnia / lattiapaikka

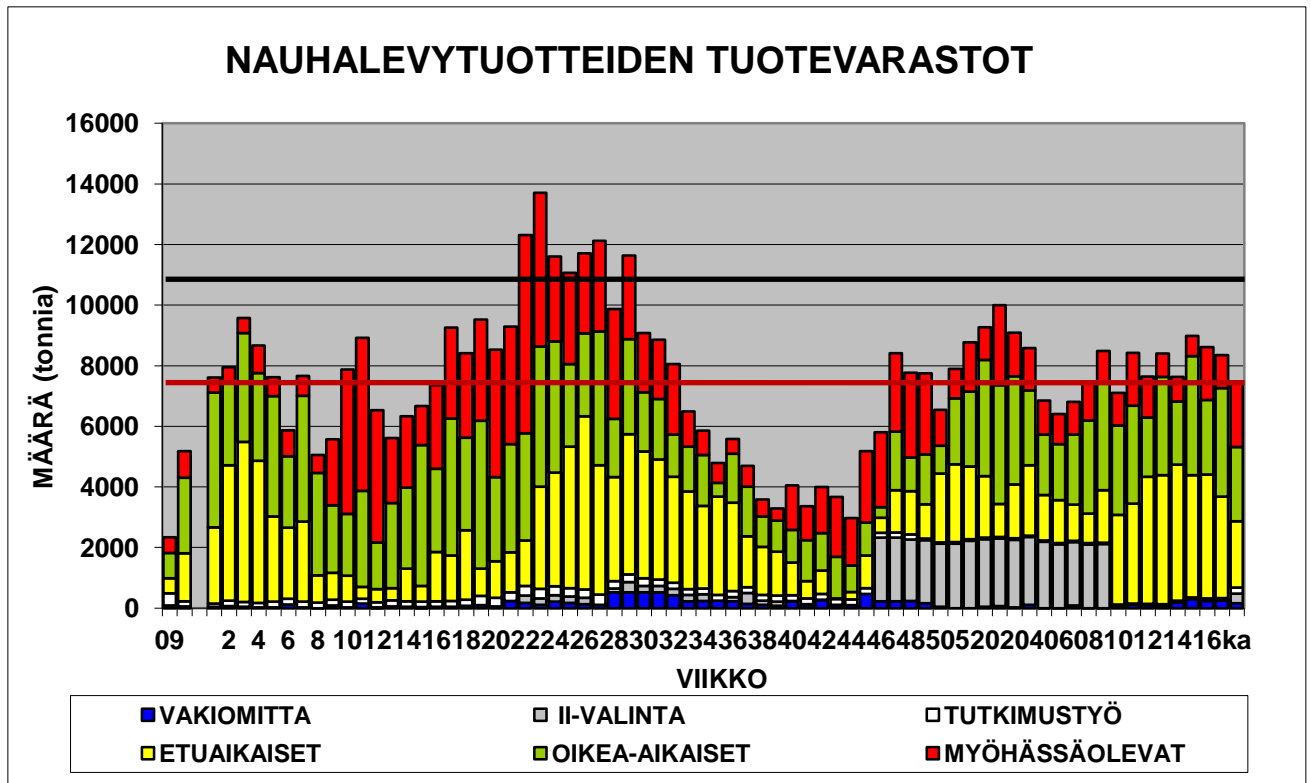
** Keskimäärin 55 tonnia / alusta

*** Hyllypaikka 20 tonnia / hylly

Taulukon 2 laskelmissa on käytetty keskimääräistä arviota lattiapaikoille varastoitavista tuotteista. Vaikka lattiapaikoille saisikin varastoida lähetyshallissa 100 tonnia ja Lapaluodon autohallissa 60 tonnia nauhalevynippuja, on laskelmat suoritettu 50 tonnilla, joka on realistinen lattiakasan koko (12; 21). Alustojen keskipaino on laskettu vuoden 2012 ensimmäisenä neljänneksenä lastattujen NL-alustojen painoista (17). Lapaluodon autohallin varastohyllyjen kantokyky on 30 tonnia (21), mutta realistisempaa on arvioida 20 tonnia nauhalevynippuja kutakin hyllyä kohden.

Kuvassa 16 on esitetty nauhalevytuotteiden tuotevarastojen koko vuonna 2011, sekä vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä. 2011 varastointikapasiteetti oli huomattavasti pienempi kuin nyt, kun kaksi uutta tuotevarastoa on rakenteilla. Sääsuojahalli ja kontitusterminali ovat vasta valmistuvia tuotevarastoja, joista vasta sääsuojahalli on tällä hetkellä käytössä. 2011 Lapaluodon autohallissa ei

ollut myöskään varastohyllyjä, joten näiden laskelmien mukaan varastojen kokonaiskapasiteetti oli 3 295 tonnia pienempi eli yhteensä vain 7 760 tonnia. Kyseinen varastojen maksimikapasiteetti on merkitty kuvaan 16 punaisella viivalla. Vertailun vuoksi kuvaan 16 on merkitty mustalla viivalla myös uusi varastointikapasiteetti, joka on 11 055 tonnia.



KUVA 16. Nauhalevytuotteiden tuotevarastot vuonna 2011 ja alkuvuonna 2012 (24, muokattuna)

Kuvasta 16 on erotettavissa tuotantopiikit, jolloin tuotevarastojen kapasiteetti on ylitetty selkeästi. Yleensä näiden tuotantopiikkien aikaan on valmistettu erityisen paljon etuaikaisia tuotteita, jotka näkyvät kuvassa 16 keltaisella. Etuaikaiset tuotteet ovat ennen suunniteltua leikkauspäivämäärää leikattuja tuotteita, joita on joissakin tapauksessa aiheellista valmistaa. Esimerkiksi laivattavien tuotteiden järkevä etuaika on maksimissaan 2 viikkoa, jolloin tuotteiden valmistus kannattaa aloittaa, jotta suunniteltu laivausaika ehditään valmistaa ajoissa. Kon- titettavien laivatuotteiden valmistus aloitetaan sitäkin aikaisemmin. Auto- ja ju- natuotteet pyritään leikkaamaan yleensä maksimissaan parin päivän etuajalla,

mutta leikkausjärjestysteknisistä syistä niitäkin joudutaan joskus leikkaamaan aikaisemmin.

6 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

6.1 Tuotevarastojen toiminta

Tuotevarastojen toiminta on pääosin loogista ja järjestelmällistä. Tuotteiden varastointi kuljetusmuodon perusteella on johdonmukaista ja selkeää. Tuotannonohjaajien tiedossa on jo tilausten ohjelmointivaiheessa yleensä käsitys siitä, mihin tuotteet varastoidaan. Kontitettavia, Lapaluodon satamaan tai kontitusterminaaliiin siirrettäviä tilauksia ei ole kuitenkaan eroteltu muista stemmitilauksista kuvakkeella.

Kiiluun meneviä nauhalevyjä varastoidaan pääosin lähetyshalliin, mutta joskus niitä siirretään Lapaluodon autohalliin tilanpuutteen vuoksi. Nämä siirrot ovat turhia, ja ne voitaisiin välttää esimerkiksi yhdistämällä Ruukin ja Kiilun tuotannon suunnittelujärjestelmät niin, että aineenkoetuksellisesti vakaita laatuja voitaisiin lähettää testaamattomana Kiiluun. Tällöin Kiilun aukioloaikoina arkipäivisin nämä tilaukset voitaisiin lastata lähestulkoon suoraan ajoneuvoon ja lähettää sinne. Vastaavasti viikonloppuisin Kiilun tuotteita ei ohjattaisi ollenkaan nauhalevyleikkauslinjoille, sillä ne varaisivat turhaan varastointitilaa viikonlopun ajan.

Tuotevarastopaikkoja on määrällisesti paljon, mutta silti tila tuntuu loppuvan välillä kesken. Tällä hetkellä tuotannosta valmistuu nauhalevyjä, jotka varastoidaan, kunnes kuljetuserät ovat valmiita ja tuotteiden lähetys on ajankohtaista. Mikäli tuotanto olisi kuljetusten mukaan imuohjautuvaa, varastointia olisi huomattavasti vähemmän. Tällöin tuotteita valmistuisi vain ehdottomaan tarpeeseen ja esimerkiksi autokuljetettavat tuotteet lähetettäisiin välittömästi testitulosten valmistuttua.

6.2 Tuotevarastojen kapasiteetit

Tuotevarastojen tarkkaa kokonaiskapasiteettia on hankala määrittää, sillä Ruukin satamassa, kontitusterminaalissa ja Lapaluodon satamassa varastoidaan myös paljon muitakin Ruukin tuotteita, eikä tuoteryhmille ole merkitty mitään tiettyä varastointialuetta. Käytännössä alustoja varastoidaan kuhunkin varas-

toon tarpeen mukaan tilojen puitteissa. Nauhalevytuotteiden osuus Ruukin satamassa ja kontitusterminalissa kasvaa koko ajan, kun nauhalevytuotteiden kysyntä kasvaa jatkuvasti. Ruukin omien tuotteiden lisäksi Lapaluodon alueen tuotevarastoissa varastoidaan myös muiden toimijoiden tuotteita, mikä toki vie varastointikapasiteettia Ruukin tuotteilta. Muiden tuotteiden osuutta on yleensä hankala ennustaa pitkälle eteenpäin.

Haastavaa kokonaiskapasiteettien laskemisesta tekee myös tuotealustoille lastattavien nauhalevyjen määrän suuri hajonta. Vaikka alustalle lastattavan kuorman suurin sallittu paino on 90 tonnia, jää tonnimäärä lastausteknisistä syistä reilusti alle maksimin. Vuoden 2012 ensimmäisen neljänneksen aikana tuotealustoille lastattavien nauhalevyjen keskimääräinen paino on ollut 55 tonnia, jonka mukaan laskelmat on tehty (17).

Varaston maksimiarvo on lähetystahdin osalta laskettu varsin realistisesti, sillä lattiapaikkojen keskipainoksi arvioitiin 50 tonnia. Käytännössä tämän korkuiset lattiakasat ovat vielä turvallisia käsitellä, mutta äärimmäisessä tilanpuutteessa kasan korkeutta voitaisiin vielä nostaa. Sääsuojahallin kapasiteetti on laskettu niin, että hallissa on kaikki 40 varastopaikkaa täynnä, ja alustoille on lastattu tämänhetkisen keskiarvon verran, eli 55 tonnia nauhalevyjä. Näkisin myös tämän laskelman suhteellisen luotettavana arvona.

Ruukin sataman varastokapasiteetti on laskettu vain halleista H02–H04. Alustapaikkojen määrä on arvioitu realistisesti, joten niissä on huomioitu, ettei vetomestarilla välttämättä aina pystytä sijoittamaan alustoja riittävän tiiviisti. Sataman halleja H05 ja H06 ei ole otettu mukaan laskelmiin, sillä niissä ei pääsääntöisesti varastoida nauhalevytuotteita. Hätätapauksissa täältä löytyy lisäkapasiteettia, mikäli muut tuoteryhmät eivät kyseisellä ajanhetkellä käytä näitä varastoja. Vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä näihin halleihin varastoitiin yli 3 300 tonnin verran nauhalevyjä, mikä on 27 % hallien H05 ja H06 kapasiteetista.

Myös Lapaluodon autohallin lattiapaikoille varastoitavien nippujen keskipainoksi arvioitiin 50 tonnia. Varastohyllyjen kantavuus on 30 tonnia, mutta käytännössä sinne todennäköisesti varastoidaan maksimissaan 20 tonnin edestä nippuja.

Laskelmat tehtiin hieman pienemmällä kertoimella, jotta ne vastaisivat mahdollisimman hyvin todellista varastointimallia.

Kontitustermiinalin tapauksessa kapasiteetilaskelmat perustuvat vain arvioituihin tuotemääriin ja termiinalin simuloinnin tuloksiin (22, s. 1). Kontitustermiinalin lattiapaikkoja voidaan lisätä, mikäli se koetaan tarpeelliseksi. Samalla tavalla myös Lapaluodon sataman halli numero 5 alustapaikkojen määrä perustuu ainoastaan arvioon siitä, millaiseksi sen toiminta tulee muodostumaan, kun kontitustermiinalin toiminta aloitetaan.

6.3 Käytännön ongelmia

Nykyinen nauhalevyjen ohjaus- ja varastointimalli on aiheuttanut ongelmia varastojen toimintaan. Joissakin tapauksissa tämä on johtanut valmiiden tuotteiden laadun heikentymiseen tai täydelliseen pilaantumiseen. Ongelmat on saatava kitkettyä pois, jotta Raahen tehdas pystyy pitämään yllä hyvää toimitusvarmuuttaan.

Seuraavaksi on perehdytty muutamaan suurimpaan ongelmaan valmiiden tuotteiden varastoinnissa. Nämä tilanteet aiheuttavat varastokapasiteetin huonoa ennustettavuutta, häiritsevät tilaus-toimitusketjun toimintaa ja vaikeuttavat tuotevarastojen ohjausta.

6.3.1 Etuaikaiset tuotteet tukkivat varastot

LKT tuotannonohjaajan tehtävänä on pyrkiä mahdollisimman korkeaan tuottavuuteen ja kapasiteetin käyttöasteeseen, mutta huomioida myös tilausten oikea-aikaisuus ja valmistuvien tuotteiden laadukkuus. Tuotannon ohjaaminen onkin yleensä mutkatonta, kun tilauksia on tuotantokapasiteetteihin nähden riittävästi. Ongelmia tulee tilanteissa, joissa vapaata tuotantokapasiteettia löytyy ja tilauksia on vähän. Tällöin on helppoa leikata etuaikaisia tilauksia varastoon, jolloin nauhalevyleikkauslinjat pysyvät käynnissä eikä prosessi keskeydy.

Ongelmat havaitaan vasta tuotevarastoissa, joiden kapasiteetti ei riitä viikkojen etuaikaa. Etenkin sataman ja Lapaluodon varastojen täyttymistä on hyvin hankala ennustaa, kun nauhalevytuotteet eivät ole ainoa lähetettävä tuoteryhmä.

Lisäksi on vielä Ruukin ulkopuolisia lähetyksiä, jotka varaavat varastointikapasiteettia Lapaluodon tuotevarastoissa. Varastojen täyttyessä ajaututaan tilanteeseen, jossa siirtoalustoja täytyy varastoida ulos. Tuotteiden varastointi ulkona tuo omat ongelmansa, joista lisää kohdassa 6.3.2.

Erityisen hankalaa onkin määrittää se piste, jolloin leikataan liian etuaikaisia tilauksia. Tarkkaa määrittelyä ei ole tehty siitä, missä vaiheessa on taloudellisesti kannattavampaa pysäyttää linja kokonaan kuin leikata etuaikaista, joiden varastoon mahtuminen on kyseenalaista. Tilanne korjaantuu tuotannonohjausjärjestelmän uusimisella, sillä uuteen järjestelmään on kaavailtu reaaliaikaista varastojen kapasiteettiseurantaa, joka laskee vapaan varastokapasiteetin viikkoja eteenpäinkin. Järjestelmän ollessa vasta suunnitteluasteella, täytyy keksiä väliaikainen toimintamalli varastotilanteiden seuraamiseen.

Väliaikainen ratkaisu saattaisi löytyä DEMAn käytön opastuksella ja tuotannonohjaajan rutiineihin ottamisella. DEMA-järjestelmä sisältää runsaasti tietoa siirtoalustoille varastoiduista tilauksista. Tuotannonohjauksessa ei kuitenkaan seurata säännöllisesti DEMAA. Lisäksi tuotannonohjaajat voisivat ottaa käyttöön yksinkertaistetun seinätaulun, josta näkyy tuotevarastojen varastokapasiteetit ja kunkin tuoteryhmän järkevä etuaikaisuus.

6.3.2 Tuotteiden varastointi ulos

Leikatut nauhalevyt ovat herkkiä sääolosuhteille jopa ollessaan paketoituna suojamuoviin. Pakkausta ei ole suunniteltu niin tiiviiksi, että se kestäisi suoran vesi- tai lumisateen. Sään ollessa sateinen Lapaluotoon ja Ruukin satamaan siirrettävät alustat peitetään vain kevytpeitteillä siirron ajaksi. Alustojen peittämisestä vastaavat lähetyshallin lastaajat vuorotyönjohtajan käskystä. Lisäksi on otettu käyttöön vetomestarissa kiinteästi oleva sääsuojakatos, joka suojaa alustaa siirron ajan.

Vaikka kevytpeitteiden käyttö on tarkoitettu vain siirron ajaksi, saattaa alustasyystä tai toisesta jäädä ulos väliaikaisesti, kuten kuvan 17 tilanteessa on käynyt. Syynä voi olla varastojen täyttyminen tai inhimillinen unohdus. Joka tapauksessa kevytpeitteet eivät pysy tuulessa täydellisesti tuotteiden päällä. Lisäksi

nauhalevynippujen terävät kulmat repivät peitteisiin reikiä, jolloin ne eivät pidä vettä.



KUVA 17. Ulos jätetty tuotealusta (25)

Mikäli tuote pääsee kosketuksiin veden tai lumen kanssa ja neste pääsee valumaan pakettin sisäpuolelle, on tuote vaarassa ruostua. Yleisimmissä tapauksissa ruostunut tuote on pilaantunut ja asiakkaalle täysin käyttökelvoton. Tällöin tuotantoprosessi on aloitettava alusta kyseisen tilauksen osalta. Ruostunut tuote joudutaan myymään edullisemmin kakkoslaatuisena tai pahimmassa tapauksessa niput joudutaan romuttamaan kokonaan (16).

Joillekin herkille teräslaaduille ulos joutuminen on muita haitallisempaa, jolloin myyntiosasto kirjoittaa lisäohjeita tilausposition käsittelyyn. Lisäohjeeseen tulee teksti, ettei tuotetta saa varastoida ulos ja että siirronkin on tapahduttava sääolosuhteista riippumatta aina peitettynä. Silti näitäkin tuotteita löytyy aika-ajoin ulos unohtuneena. (12.)

Ulos unohtuneiden alustojen ongelman poistamiseksi näkisin siirtokuljetushenkilöstön tarkemman ohjeistuksen ja muistutuksen siitä, kuinka herkkä teräs on sääolosuhteille. Samalla voitaisiin muistuttaa, kuinka paljon valmiiseen tuotteeseen on sitoutuneena rahaa ja kuinka suurta tuhlausta on romuttaa tuote tässä vaiheessa toimitusketjua. Alustojen peittämiseen tarkoitettujen pressujen materiaali voisi olla myös vahvempi, jolloin ne kestäisivät useampia käyttökertoja ja suojaisivat tuotteita paremmin. Lisäksi peitteiden kiinnitysmenetelmiä voitaisiin kehittää, jotta ne pysyisivät paremmin alustan päällä.

6.3.3 Laivauksen eränsuunnitteluongelma

Tuotannonohjaajien tehtävänä on huolehtia laivaan lastattavien tilausten oikea-aikaisesta valmistumisesta, mutta poikkeuksia, kuten laiterikkoja ja viivästymisiä tulee aina. Vaikka rahtilaivaan päätetään lastata tietty tonnimäärä, merkitään ylimääräisiäkin tilauksia samalla STEM-numerolla, jotta haluttu lastimäärä valmistuu ajoissa tuotannosta ja laivan täyttöaste olisi mahdollisimman korkea. Paikkavaraukset suljetaan laivan lähtöä edeltävänä päivänä klo 12.00 ja tällöin päätetään lopullisesti, mitä tilauksia laivaan lastataan. (17.)

Mikäli tilauksia on valmistunut yli varatun lastimäärän, siirretään ylimenevä osa seuraavaan laivaan eli sen stemmi muutetaan. Tuotteet jäävät odottamaan laivaa alustoille sataman varastotiloihin, jossa ne varaavat tilaa muilta alustoilta ja tilauksilta. Samaan päätesatamaan menevää reittialusta voidaan joutua odottamaan viikkoja, jolloin tuotteet ovat kuljetusten ajoituksen suhteen hyvin etuakaisia. (17.)

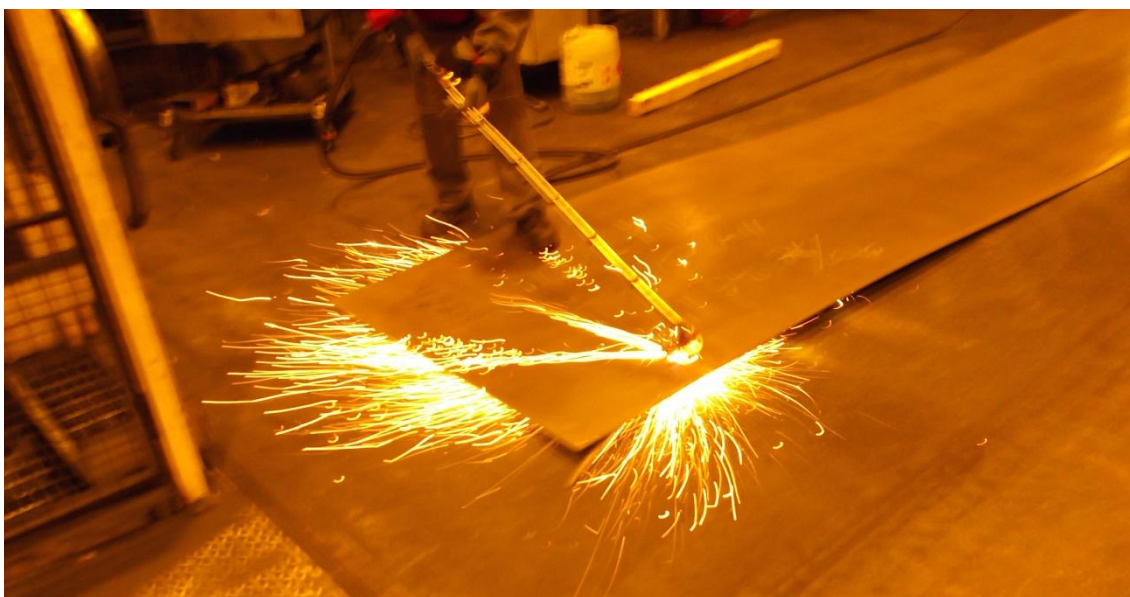
Jos käykin niin, ettei tilauspositioita ole valmistunut riittävästi, lastataan alukseen vain valmistunut määrä. Tällöin laiva lähtee vajaana ja tuotteet, jotka eivät ehtineet alukseen, siirtyvät seuraavaan laivaan. Tilausten stemmi muuttuu jälleen, mikä aiheuttaa haasteita seuraavan laivan eränsuunnitteluun, kun lastattavien tuotteiden määrä kasvaa. Samalla yritys maksaa myös ns. *kuolleesta rahdista*, eli varatusta lastitilasta, joka onkin laivan lähtiessä tyhjä. (17.)

Tilanne on ajoituksen kannalta ongelmallinen, mutta väistämätön. LKT:ssä pyritään jatkuvasti kehittämään ennakoivaa kunnossapitoa ennustamattomien laite-

rikkojen minimoimiseksi ja reagoimaan vajaamiehityksiin mahdollisuuksien mukaan. Lastauksessa ylijäävät tilaukset täyttävät varastoa tarpeettomasti, mutta se täytyy vain sietää.

6.3.4 Alustojen palautus näyte-epäselvyytapauksissa

Asiakkaalle tuotteet eivät koskaan lähde ennen testaustulosten valmistumista, mutta mikäli tuotantotahti on nopea ja varastointitilasta lähetyshallissa on puutetta, lähetetään tuotteita testaamattomina Lapaluotoon tai satamaan. Satunnaisesti tulee vastaan tilanteita, joissa näyte on linjalla unohtunut irrottaa tilauksesta. Testaamossa huomataan näytteen puuttuminen ja koko alusta joudutaan palauttamaan satamasta takaisin lähetyshalliin, jossa se puretaan ja haluttu nippu aukaistaan testikappaleen irrottamiseksi käsin (kuva 18). Tämä on täysin turhaa materiaalin uudelleen käsittelyä etenkin, jos alusta on jo ehditty siirtää satamaan ja se joudutaan kutsumaan takaisin.



KUVA 18. Mikäli näyte on unohtunut irrottaa linjalla, se joudutaan polttamaan käsin irti (26)

Sääsuojahalli vähentää satamasta palautettavien alustojen määrää, kun ai-
neenkoetuksellisesti haastavat laadut varastoidaan sinne ja ovat näin ollen lä-
hempänä lähetyshallia. Tämän lisäksi parhaillaan tutkitaan mahdollisuutta pys-

tytäänkö tarvittavat näytteet irrottamaan satamassa esimerkiksi Lapaluodon autohallissa.

Näytteiden otto tuotantotilojen ulkopuolella on perusteltua, sillä alustan palauttaminen satamasta tuo ylimääräisiä kuljetuskustannuksia. Lisäksi oikean nipun etsiminen ja nostaminen pois alustalta varaa ennestäänkin kriittiseksi todettua nosturikapasiteettia. Nipun aukaisu ja näytteen poltto oikeasta levystä ja kohdasta kuluttaa lastaajien työaikaa.

Tällä hetkellä nauhalevyleikkauslinjojen järjestelmät eivät anna virheilmoitusta, mikäli tilauksen näytettä ei ole irrotettu (12). Jo leikkaushetkellä tuleva selkeä virheilmoitus saattaisi korjata ongelman kokonaan, kun tieto irrottamattomasta näytteestä tulee heti ja näyte voitaisiin irrottaa saman tien.

6.3.5 Tuotteiden kylmävarastointi

Suurin osa tuotevarastoista on kylmävarastoja, sillä lähetysshalli on ainoa lämmitetty tuotevarasto. Tämä on ongelma etenkin talvella kovien pakkasten aikaan, kun kylmävarastoihin siirretään valmiita ja vielä hieman lämpimiä nauhalevynipuja odottamaan seuraavaa kuljetusmuotoa. Niput keräävät päälleen kylmässä ilmassa huurretta, joka lämpötilojen vaihdellessa tiivistyy vedeksi viimeistään asiakkaan lämpimässä vastaanottovarastossa. (12.)

Kun paketti aukaistaan, on kondenssiovesi syövyttänyt ruostetäpliä peltiin. Tämä on laatuvirhe, jota ei vielä lähetysvaiheessa ollut olemassakaan, mutta joka johtuu väliaikaisesta kylmästä varastoinnista. Esimerkiksi kuvan 19 nauhalevy on vielä tuotannon jälkeen ollut laadultaan hyvä, mutta asiakkaalle saapuesaan ruosteessa, jolloin asiakas on tehnyt reklamaation. Sen lisäksi, että nauhalevytuotteiden tulisi olla suojattuna, niiden olisi laadunvarmistamiseksi kannattavaa olla varastoituna lämmitettyihin tuotevarastoihin.



KUVA 19. Kylmävarastoinnin seurauksena ruostunut nauhalevy (25)

Ainoana mahdollisuutena näkisin lisäinvestointien tekemisen ja lämmitettyjen varastojen rakentamisen. Lähetysshallia voitaisiin jatkaa, jolloin saataisiin lisää varastointitilaa nauhalevynipuille. Toisaalta myös korkeavarastointia voitaisiin harkita tilanpuutteeseen. Korkeavarastot ovat hyvin pitkälle automatisoituja, jolloin voitaisiin välttää inhimilliset virheet ja nippujen unohtuminen ulkotiloihin.

Jokainen trukkisiirto on riski tuotteen laadulle, sillä pakkausmateriaalit rikkoutuvat trukin piikkien kosketuksessa. Lähetysshallin jatkaminen tai korkeavaraston rakentaminen vähentäisivät myös turhia tuotesiirtoja, kun kaikki autokuljetuksilla asiakkaalle lähtevät tuotteet saataisiin varastoitua yhteen paikkaan, josta kuljetuskalustoon kuormaus suoritettaisiin siltanosturilla tuotetta vahingoittamatta.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää nauhalevytuotevarastojen toimintamallit ja määrittää varastoiden kokonaiskapasiteetit, jotta tuotannonohjaajat osaisivat arvioida varastojen täyttymistä kullakin tuotantotahdilla. Samalla tehtiin perusteellinen selvitystyö nauhalevytuotteiden koko valmistus- ja logistiikkaketjun toiminnasta ja selvitettiin toiminnan ongelmakohdat.

Lähetysvarastojen toiminnan läpinäkyvyys saavutettiin selvittämällä kunkin lähetysvaraston maksimikapasiteetit ja varastoinnin toimintamallit. Työssä selvitettiin myös, kuinka suuri osa tuotevarastoihin varastoiduista tuotteista on nauhalevytuotteita ja mikä on realistinen nauhalevyjen varastointikapasiteetti. Nauhalevytuotteiden varastointikapasiteetin määrittäminen ilmeni hankalaksi toiminnan monien muuttujien vuoksi, mutta tämänhetkiseksi realistiseksi maksimikapasiteetiksi arvioitiin hieman yli 11 000 tonnia. Laskelmissa on otettu huomioon, että mikäli tuotevarastoihin on varastoitu maksimikapasiteetin verran nauhalevyjä, varastojen toiminta on edelleen toimivaa, eivätkä ne ole vielä kokonaan täynnä. Suunnitteilla oleva tuotannonohjausjärjestelmä varastokapasiteetilaskureineen tulee helpottamaan tuotteiden leikkauksen ajoitusta huomattavasti.

Tuotevarastojen toiminta todettiin loogiseksi ja eri kuljetusmuodoilla lähetettävien tuotteiden varastointi eri tuotevarastoihin hyvin perustelluksi. Nauhalevytuotteiden varastoinnista esitettiin ongelmakohtia, jotka pääsääntöisesti aiheuttavat varastotason hankalan ennustamisen, varastojen täyttymisen ja valmiin tuotteen pilaantumisen. Ongelmiin esitettiin mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja, mutta lopullinen ratkaisu saattaisi löytyä siirtämällä tuotantoimu kuljetusvälineisiin.

Nauhalevyjen osuus Raahan tehtaan tuotekannasta on koko ajan kasvava, joten niiden varastointia täytyy kehittää tulevaisuudessakin. Lisäksi toimintamalleihin, jotka saattavat aiheuttaa valmiin tuotteen pilaantumisen, on löydettävä ratkaisu mahdollisimman pian.

LÄHTEET

1. Ruukki Metals osana konsernia. 2011. Rautaruukki Oyj. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Konsernirakenne/Ruukki-Metals>. Haettu: 31.1.2012.
2. Raahen tehtaan prosessikaaviot. 2010. Power Point -esitys. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
3. Paganus, Pekka 2012. Leikattujen kelatuotteiden esittely. Power Point -esitys. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
4. Haverila, Matti – Uusi-Rauva, Erkki – Kouri, Ilkka – Miettinen, Asko 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.
5. Hokkanen, Simo – Karhunen, Jouni – Luukkainen, Martti 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uudistettu painos. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.
6. Ritvanen, Virpi – Inkiläinen, Aimo – von Bell, Anders – Santala, Jouko 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Reijo Rautuoman säätiö.
7. Luoto, Pasi 2012. Production Control Manager. Ruukki Metals Oy. Keskustelu nauhalevytuotteiden tuotannonsuunnittelusta 29.3.2012.
8. Luoto, Pasi 2012. Tuotannonsuunnittelu Raahen tehtaalla. Power Point -esitys. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
9. Paganus, Pekka. 2012. LKT Tuotannonsuunnittelu. Työohje. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
10. Tiivistetty leikkausjärjestys, arkki 2. 2012. Kuva KELPO-järjestelmän kuvakkeesta N309. Kuva otettu 19.4.2012. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
11. Uusitalo, Timo 2012. Testauksen ohjaaja, laboratorion vuorotyönjohtaja. Keskustelu laboratorion toiminnasta 13.3.2012.

12. Kauppila, Jukka 2012. LKT Vuorotyönjohtaja, Ruukki Metals Oy. Keskustelut lähetysshallin toiminnasta 10.2.2012, 2.4.2012 ja 20.4.2012.
13. TTS Liftec Oy. 2012. TTS Liftec wins load handling cassettes contract with Rautaruukki. Saatavissa: <http://www.ttsgroup.com/Pressroom/Press-release-archive/TTS-Liftec-wins-load-handling-cassettes-contract-with-Rautaruukki/>. Haettu: 3.4.2012.
14. Leukkunen, Reijo. 2007. Tuotteiden alustakuljetukset ja –siirrot. Työohje. Päivitetty 2.2.2012. Raahe: Rautaruukki Oyj.
15. Raahen tehtaan kuljetusreitit. 2009. PDF-kuva. Raahe: Rautaruukki Oyj.
16. Peltoniemi, Pentti 2012. Dispatch Planning Manager, Ruukki Metals Oy. Keskustelu nauhalevytuotteiden lähetyslogistiikasta 21.2.2012.
17. Kittilä, Kari 2012. Production Technician, Ruukki Metals Oy. Keskustelu sataman ja Lapaluodon toiminnasta 21.2.2012 ja 16.4.2012.
18. Hämäläinen, Kalevi 2012. Development Technician, Ruukki Metals Oy. Keskustelu sääsuojarahallista 10.2.2012.
19. Torvikoski, Keijo. 2008. Tuotteiden varastointi satamassa. Toimintakuvaussuunnitelma. Versio 5. Raahe: Rautaruukki Oyj.
20. Työohje Lapaluodon autohallin toimintoihin. 2012. Työohje. Raahe: Kuljetusliike Pentti Hämeenaho Oy.
21. Torvikoski, Keijo 2012. Development Engineer, Internal Logistics, Ruukki Metals Oy. Sähköpostikeskustelu Lapaluodon sataman ja autohallin toiminnasta 19.4.2012.
22. Torvikoski, Keijo. 2012. Tuotteiden kontittaminen ja konttivaraston hoito. Toiminnan kuvaus. Raahe: Rautaruukki Oyj.
23. Selvitystyö: Tuotteiden konttikuljetukset. 2011. SW-Development Oy.

24. Kuuma-arkin tuotevarastot. 2011. Tuotannon raportit. Excell-taulukko. Raahen: Rautaruukki Oyj.
25. Vasankari, Antti 2012. Development Engineer, Ruukki Metals Oy. Kuvia pilaantuneista tuotteista 7.5.2012.
26. Luovi, Pasi 2012. LKT Vuorotyönjohtaja, Ruukki Metals Oy. Kuva näytteen irrotuksesta käsin 7.5.2012.