

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU  
TEKNIikka**

Wallén Kai

**Materiaalinsiirto kylmävalssaamoilla ja  
kehitysmahdollisuudet**

Konetekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Tuotannonlogistiikka  
Kemi 2010

## ALKUSANAT

Insinööriyön tavoitteena oli luoda selkeä kuvaus materiaalinsiirron nykytilasta kylmävalssaamoilla. Työn tavoitteena oli myös miettiä kehitysmahdollisuuksia, joilla voisi parantaa materiaalsiirron toimivuutta nykytilanteeseen nähden.

Työn toimeksiantajana toimi Outokumpu Stainless Oy, Tornio Works. Valvojana yrityksen puolesta toimi DI Ville Haataja. Työn ohjauksesta vastasi TkL Timo Kauppi.

Kiitän Outokumpu Stainless Oy:tä taloudellisesta tuesta, valvojaa ja ohjaajaa mielenkiinnosta työtäni kohtaan, sekä valvojalle kiitos myös haastavasta ja mielenkiintoisesta aiheesta.

Kiitos kuuluu myös Martti Vallolle, jonka asiantuntemuksesta oli suuri apu työssäni.

Kiitokset vanhemmilleni kannustuksesta ja henkisestä tuesta työni aikana.

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Konetekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Kai Wallén
Opinnäytetyön nimi	Materiaalinsiirto kylmävalssaamoilla ja kehitysmahdollisuudet
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	01.12.2010
sivumäärä	62 + 10 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Timo Kauppi
Yritys	Outokumpu Stainless Oy, Tornio Works
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	DI Ville Haataja

Työn lähtökohtana oli tehdä kattava selvitys tuotantomateriaalinsiirtojen nykytilasta Tornion tehtaan kylmävalssaamoilla. Selvityksen tavoitteena oli saada hyvä kuva materiaalinsiirtoihin liittyvistä koneista, laitteista, materiaalinsiirtoihin liittyvistä ohjelmistoista ja organisaatiosta.

Työ rajattiin koskemaan kylmävalssaamoiden sisäistä ja kylmävalssaamoiden välistä materiaalinsiirtoa. Lisäksi työhön otettiin mukaan kuumavalssaamolta tuleva materiaaliliikenne ja laivaukset. Kylmävalssaamo 1:n osalta rajausta tarkennettiin päättymään levyjen ja rullien pakkaukseen.

Suurimman osan työstä muodosti tuotantolinjakohtainen tarkastelu. Linjakohtaisesta tarkastelusta saatiin tärkeätä tietoa mm. siitä, kuinka paljon ja minkälaisia materiaalinsiirron tehtäviä jokainen tuotantolinja aiheutti. Linjakohtaisen tarkastelun perusteella pystyttiin hyvin pitkälti muodostamaan kuva siitä, mikä materiaalinsiirron nykytila oli kylmävalssaamoilla. Selvitykseen tarkastelluksi aikajaksoksi otettiin 01.04.2009 - 31.03.2010.

Tuloksia saatiin automaattinostureiden ja vihivaunujen suorittamien tehtävien määristä. Lisäksi lavettiliikenteen määristä ja manuaalinostureiden tehtävämääristä saatiin olennaista tietoa. Manuaalinostureiden siirtomääristä kerättiin tietoa ensimmäistä kertaa. Tällä tiedolla pystyttiin näkemään, kuinka mikäkin nosturi oli työllistetty. Lisäksi aineiston perusteella saatiin vihivaunutehtävien kannalta tärkeätä tietoa ns. turhien siirtojen osalta, kun verrattiin tarkastelusta saatuja tietoja toteutuneiden siirtojen määriin. Tavoitteena oli saada selville kehitysehdotuksia, joita työssä mainitaan useampia.

Tulevaisuuden tuotantomäärät ja materiaalivirtojen liikkumisen tehostaminen aiheuttavat omat paineensa materiaalinsiirrolle. Tämän työn pohjalta on helpompi lähteä vastaamaan näihin tulevaisuuden asettamiin haasteisiin.

Asiasanat: kylmävalssaamo, materiaalinsiirto, automaattinosturi.

**ABSTRACT**

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Kai Wallén
Title	Material Transportation at Cold rolling plants and improvement suggestions
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	01 December 2010
Pages	62 + 10 appendices
Instructor	Timo Kauppi, MSc, LicSc (Tech.)
Company	Outokumpu Stainless Oy, Tornio Works
Contact Person/Supervisor from Company	Ville Haataja, MSc, Section Manager, Internal Transport and Shipment, Cold Rolling Plant

The objective of the thesis was to clarify how the transportation of the steel coils is handled in Outokumpu Stainless cold rolling plants at moment. This includes the equipment and software used in the transportation of the steel coils in cold rolling plants.

To get the best overview from the material flows at the cold rolling plants detailed information was collected at each production line to find out how many transportation tasks they caused. Timeline for the observed data was 01 April 2009 – 31 March 2010.

It was also necessary determine how and how many transportation task steel coils caused when they needed to be transported between cold rolling plants and from cold rolling plants to the harbour. The data also included transportation tasks from hot rolling plant to cold rolling plants. The analysed data from each line showed clearly the present state of the material transportation at cold rolling plants.

On the basis of collected data conclusion were made how transportation tasks were divided between each production line and between cold rolling plants. This information was very important especially between manually operated cranes where data was collected for the first time. Additionally, essential information about the unnecessary transportations of the AGVs was found out when the data from observations was compared to the number of realized transportations.

Production volumes in the future and efficient material flow set their own challenges to the material transportation of the cold rolling plants. This thesis gives a good basis when future improvements are considered or planned to be executed.

Keywords: cold rolling plant, material transportation, automatic crane.

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto .....	1
2.	Teoria .....	2
2.1.	Materiaaliohjaus ja varastointi .....	2
2.2.	Toiminnanohjaus.....	3
2.2.1.	Karkeasuunnittelu .....	5
2.2.2.	Hienosuunnittelu .....	5
3.	Kylmävalssaamoiden esittely.....	7
3.1.	Kuljetus- ja lähetysorganisaatio .....	7
3.2.	Kylmävalssaamo 1 .....	8
3.2.1.	Laitteistot ja järjestelmät .....	8
3.2.2.	Nosturit ja varastot .....	11
3.3.	Kylmävalssaamo 2 .....	12
3.4.	Lavettiliikenne .....	14
4.	Materiaalisiirtojen linjakohtainen tarkastelu.....	15
4.1.	Linjakohtaisen tarkastelun esittely.....	15
4.2.	Hehkutus- ja peittäuslinjat .....	18
4.2.1.	Hehkutus- ja peittäuslinja 3.....	18
4.3.	Sendzimir-valssaimet .....	21
4.3.1.	Sendzimir 3 .....	21
4.4.	Halkaisu- ja katkaisulinjat.....	24
4.4.1.	Halkaisu 1 .....	25
4.4.2.	Katkaisu 1 .....	27
4.5.	Viimeistelyvalssain 2 .....	30
4.6.	RAP5 .....	33
4.7.	Linjakohtainen yhteenveto.....	38
4.7.1.	Nosturit ja automaattivarastot .....	38
4.7.2.	Vihivaunut.....	41
4.7.3.	Lavettiliikenne .....	43
5.	Tulokset ja tulosten arvionti.....	45
5.1.	Vihivaunut.....	46
5.2.	Nosturit ja varastot .....	47
5.3.	Lavettikuormat .....	48
6.	Kehitysmahdollisuudet.....	49
6.1.	HP4:n automaattivarasto .....	49
6.2.	OSPAUT-varaston hyödyntäminen .....	54
6.3.	Halkaisu 2 .....	56
6.4.	RAP5-korkeavarasto .....	57
7.	Yhteenveto .....	59
8.	Lähdeluettelo.....	61
9.	Liiteluettelo .....	62

**KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET**

ASN	automaattinosturi
BCAUT	automaattivarasto
FGAUT	automaattivarasto
HA	halkaisulinja
HA6AUT	automaattivarasto
HIO	hiontalinja
HP	hehkutus- ja peittäuslinja
HP4AUT	automaattivarasto
HR	harjauslinja
KA	katkaisulinja
KH	kupuhehkutuslinja
KIPA	kierrätys- ja paloittelulinja
KYVA	kylmävalssaamo
KUVA	kuumavalssaamo
MAKUVA	materiaalisiirron kuljetus- ja varastointijärjestelmä
OSPAUT	automaattivarasto
PTV	puolituotevarasto
RAP5	hehkutus- ja peittäuslinja 5
RETU	kylmävalssaamon reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä
RVV	rullavihivaunu
SZ	sendzimir-valssain
SZ3AUT	automaattivarasto
TVV	tuurnavihivaunu
VA	valmistelulinja
Vihi	vihivaunu
VO	venytys-oikaisulinja
VV	viimeistelyvalssain
VV2AUT	automaattivarasto

## 1. JOHDANTO

Outokumpu Stainless Oy on yksi maailman suurimmista ruostumattoman teräksen valmistajista. Outokummun Tornion tehtaassa valmistusprosessiin kuuluu kaksi kylmävalssaamo, joiden kapasiteetti on yli miljoona tonnia vuodessa. Kylmävalssatut tuotteet vaativat useampia työvaiheita ennen valmistumistaan valmiiksi tuotteeksi ja näin ollen vaativat myös paljon materiaalsiirrolta.

Työnaihe valittiin ajankohtaisuutensa vuoksi, koska kylmävalssaamoiden materiaalivirrat ovat kasvamaan päin eikä materiaalsiirrosta oltu aikaisemmin tehty yhtä kattavaa selvitystä. Lähtökohtana oli kerätä materiaalsiirron kannalta merkittävää materiaalia ja luoda niiden pohjalta kattava kuvaus materiaalsiirron nykytilasta kylmävalssaamoilla.

Työn tarkoituksena oli selvittää Outokumpu Oy Tornio Worksin kylmävalssaamoiden nykytila materiaalsiirron kannalta, kuten millaisia laitteita ja ohjelmistoja on nykyisellään käytössä sekä kuinka materiaalsiirto on hoidettu eri tapauksissa ja tilanteissa. Lisäksi työn tarkoituksena oli tuoda esiin mahdollisia ongelmia materiaalsiirrosta sekä miettiä esiintyneisiin ongelmiin myös kehitysehdotukset. Työn suurimmaksi osioksi muodostui kylmävalssaamo 1:n linjakohtainen tarkastelu, jonka tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon jokaista tuotantolinjaa kohden tulee materiaalsiirron tehtäviä. Linjakohtaisen selvityksen merkitys oli hyvin suuri materiaalsiirron nykytilan selville saamiseksi. Varsinaisiin kylmävalssaamoiden prosesseihin tässä työssä ei ollut tarkoitus käsitellä, koska näistä tuotannon prosesseista on olemassa jo valmiiksi useita julkaisuja.

Työ rajattiin koskemaan kylmävalssaamoiden sisäistä ja niiden välistä materiaalsiirtoa. Lisäksi työhön otettiin mukaan kuumavalssaamolta tuleva materiaali liikenne ja laivaukset. Kylmävalssaamo 1:n osalta rajausta tarkennettiin päättymään levyjen ja rullien pakkaukseen.

Työn tekeminen koostui kahdesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa kerättiin tietoja ja materiaalia sekä perehdyttiin käytännössä kylmävalssaamon nykytilaan. Toisessa vaiheessa työtä keskityttiin käsittelemään kerättyä materiaalia ja kokoamaan opinnäyte valmiiksi saatujen tietojen pohjalta.

## 2. TEORIA

Teoriaosuuden tarkoituksena on käsitellä tähän työhön liittyvää tuotannonohjausta. Tuotannonohjaus ja logistiikka on hyvin laaja käsite, minkä vuoksi teoriaosuudessa keskitytään lähinnä käsittelemään tehtaan sisäistä logistiikkaa. Sisäinen logistiikka tarkoittaa tässä tapauksessa pääosin puolivalmiiden tuotteiden siirtoja ja niiden välivarastointia kylmävalssaamoilla. Tärkeimpänä ideana on, että tuotannon osuus pystytään hoitamaan niin, että tuote on valmis toimitettavaksi siihen mennessä, kun myyjä on sen luvannut asiakkaalle toimitettavan. Kylmävalssaamoiden materiaalinsiirto perustuu hyvin pitkälti varastoiden välillä tapahtuviin siirtoihin, minkä vuoksi teoriaosiossa on käsitelty erityisesti varastointia. Kylmävalssaamoiden materiaalinsiirtoon soveltuvaa aikaisemmin julkaistua materiaalia oli niukasti saatavilla.

Tuotannonohjauksen tehtävä on ohjata ja tahdittaa tuotantoa, sekä toimia informatiivisena linkkinä tuotannon ja muiden toimitusketjun osien välillä. Kylmävalssaamoiden tuotanto perustuu asiakkaiden jo tilaamaan materiaaliin. Tilausohjautuvassa toimitusketjussa tuotannonohjauksella on erityisen merkittävä rooli, koska asiakkaalle näkyvä toimitusaika sisältää koko tuotannon läpäisyajan. Kylmävalssaamon läpäisy aika on vain osa tuotteen koko tehtaan läpäisy- ja toimitusajasta.

Laaja-alaisen määritelmän mukaan logistiikalla tarkoitetaan yrityksen kaikkien materiaali virtojen ja niihin liittyvien tietojen hallintaa. Logistiikan tarkoituksena on ohjata ja hallita tuotteen koko arvoketjua, raaka-aineiden valmistuksesta aina loppuasiakkaalle saakka. Logistiikan keskeisiä tehtäviä ovatkin materiaalien hankinta, kuljetusten ja varastoinnin suunnittelu sekä ohjaus. Muita merkittäviä tekijöitä ovat valmiiden tuotteiden varastointi ja niiden kuljetusten ja jakelun suunnittelu. Yksinkertaisesti voidaankin sanoa logistiikan tavoitteena olevan saada oikea tuote oikeaan paikkaan oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin. /3, s. 461 - 462./

### 2.1. Materiaaliohjaus ja varastointi

Materiaaliohjaus käsittää raaka-aineiden, komponenttien, keskeneräisten tuotteiden, pakkaustuotteiden ja valmiiden tuotteiden hallinnon. Materiaaliohjauksen tärkeyttä yrityksessä ei voi liioitella. Materiaaliohjauksen päätökset vaikuttavat suoraan yrityksen palveluasteeseen, kilpailukykyyn ja yrityksen pääoman tuottoon. Ilman tehokasta materiaali virtaa tuotanto ei pysty valmistamaan tuotteita halutulla kustannustasolla ja sovituisissa toimitusajoissa. /6, s. 274./

Teollisuudessa varastot jaetaan tyypillisesti kolmeen ryhmään: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisteverastoon. Raaka-ainevarastossa varastoidaan kaikki hankitut raaka-aineet, komponentit, osat ja tarveaineet. Puolivalmistevarasto puolestaan käsittää puolivalmiit tuotteet, joita säilytetään tuotannon eri vaiheiden välissä. Valmisteverasto käsittää valmiit tuotteet, joita ei ole vielä toimitettu asiakkaille. /5, s. 73./



Varastonohjaus tarkoittaa varastoihin sitoutuvan pääoman hallintaa ja materiaalivirtojen ohjausta. Varastonohjauksella pyritään ohjaamaan materiaalivirtoja siten, että asiakaspalvelutaso pysyy haluttuna mahdollisimman pienin operatiivisin kustannuksin. Asiakaspalvelutasolla mitataan yrityksen toimituskykyä eli sitä kuinka suuri osa tilauksista pystytään toimittamaan suoraan varastosta. Palvelutasoa mitataan prosentteina. 90 %:n palvelutaso merkitsee siis sitä, että 90 % tilauksista voidaan toimittaa suoraan varastosta. /4, s. 31,109./

Mikäli halutaan tietää, kuinka kauan tuotteet varastossa seisovat, voidaan tutkia tuotteen varaston pysähdysaikaa. Tuotteen pysähtyminen logistisessa prosessissa ei tunnetusti lisää tavaran arvoa, päinvastoin se aiheuttaa kustannuksia. /5, s. 80./

Varastovalvonnalla tarkoitetaan tietoisuutta varastosaldoista. Nimikkeiden varastosaldojen suuruus on ensisijaisen tärkeää toiminnanohjauksen ja päätöksenteon kannalta. Varastosaldot ovat pohjatieto luvatuissa toimitusajoissa, tuotannon suunnittelussa ja etenkin materiaalin hankinnassa. Puutteellinen varastovalvonta heikentää ohjausta ja saattaa aiheuttaa suuria lisäkustannuksia. /3, s. 450./

Varastosta on tapana hukkaa, eksyä ja hävitä tavaraa kenenkään siitä tietämättä. Tällöin varaston saldot eivät täsmää todellisuuden kanssa. Tällaista hävikkiä voidaan estää pitämällä yllä seuraavia käytäntöjä:

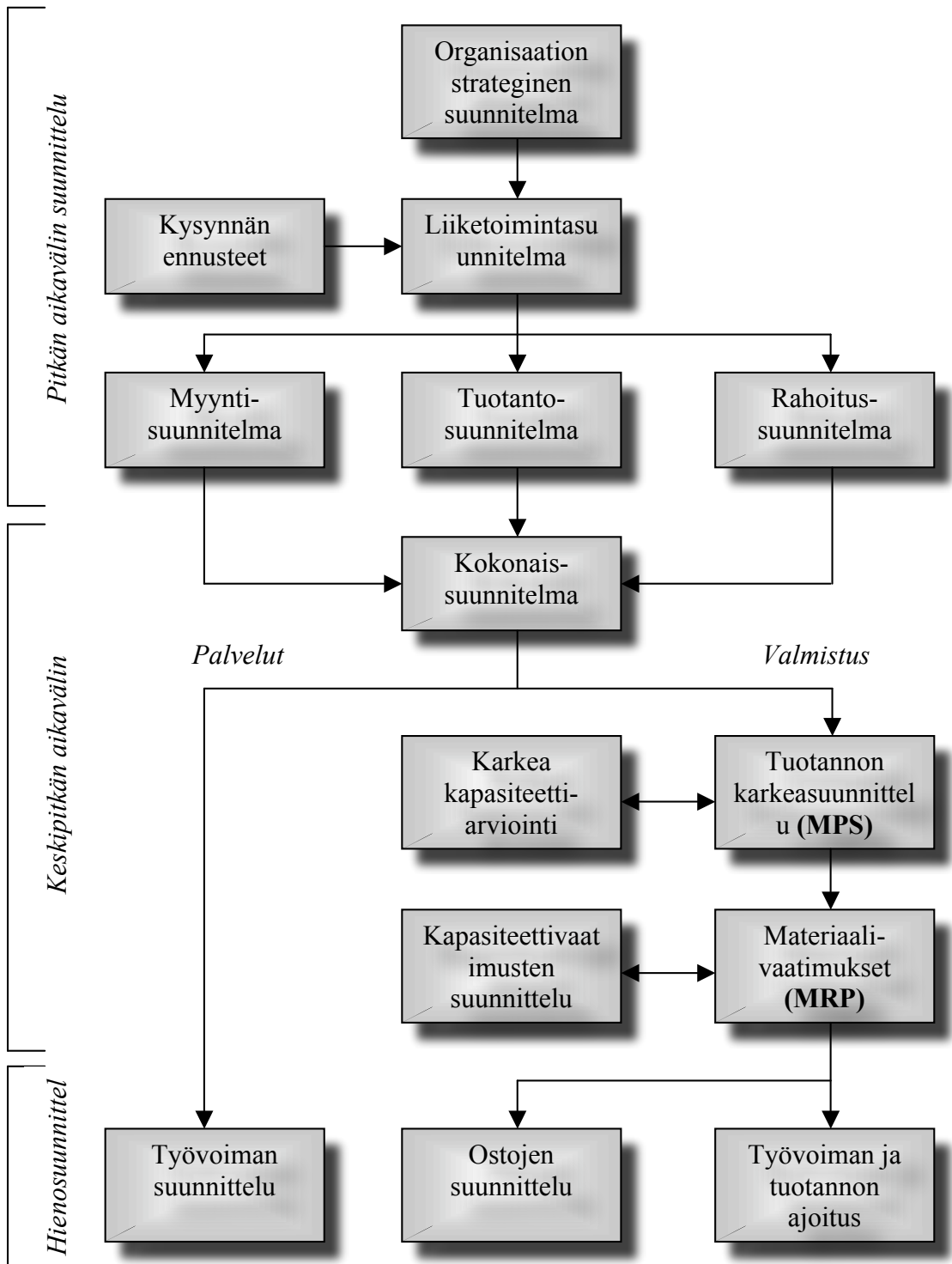
- Varastoitavat tuotteet nimetään hyvin yksilöllisin nimikekoodein.
- Varastossa on hyvä kirjanpito eli aina kun tuotetta saapuu, lähtee tai muuten vain liikutetaan, huomioidaan se kirjanpidossa.
- Varaston käyttöoikeus on rajattu. Varastosta ei voi noutaa tuotteita muut kuin sallitut käyttäjät. Sallitut käyttäjät tietävät varastokirjanpidon käytännöt, jolloin kirjanpito pysyy ajan tasaisena.
- Työntekijät opastetaan varastokäytäntöihin. Varaston käyttöoikeuden omaavien työntekijöiden lisäksi muiden työntekijöiden tulee tietää varaston käyttöön liittyvät säädökset. /1, s. 343./

Varastointi aiheuttaa aina kustannuksia. Toimitusvarmuuden takaamiseksi varastoiminen on kuitenkin välttämätöntä. Varastointikustannukset voivat olla 15 - 50 % varaston vuotuisesta arvosta /5, s. 83/. Kustannusten suuruus riippuu suuresti varastoitavista tuotteista.

Välivarastoja tarvitaan eri työvaiheiden kytkemiseen toisiinsa. Eri vaiheilla on eri nopeus, ja tuotantokoneiden kapasiteetti on rajallinen, jolloin puolivalmistetuotteet täytyy varastoida odottamaan seuraavaa vaihetta. Välivarastot hidastavat kuitenkin merkittävästi valmistuksen läpäisyäikää ja sitovat pääomaa, joten turhia välivarastoja ei tulisi olla tuotannossa. /3, s. 446 - 447./

## 2.2. Toiminnanohjaus

Yrityksen toiminnanohjaus jaetaan erilaisiksi tasoiksi suunniteltavan aikajänteen mukaan. Ohessa on esimerkki varsin yleisesti käytettävästä jaottelusta (kuva 1). /8, s. 513./



Kuva 1. Esimerkki toiminnanohjauksen jaottelusta. /8, s. 513./

### 2.2.1. Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelun (MPS, Master Production Schedule) tehtävä on koordinoita myynnin ja tuotannon yhteistoimintaa tilausten vastaanottovaiheessa, jossa karkeasuunnittelu tarjoaa tietoa tuotannon kuormitustilanteesta. Karkeasuunnittelu perustuu keskipitkän ja pitkän tähtäimen myyntisuunnitelmaan sekä tuoteinformaatioon. Lisäksi karkeasuunnitteluvaiheessa varmistetaan tuotantokapasiteetin tehokas käyttö. /2, s. 68 - 69./

Karkeasuunnittelun yhteys tuotantomaailmaan syntyy karkean tason kapasiteettisuunnittelun (RCCP, Rough Cut Capacity Planning) ja materiaalilaskennan (MRP, Materials Requirement Planning) avulla. Toisaalta karkeasuunnittelussa ei oteta vielä juurikaan kantaa tuotannon ohjauksellisiin tekijöihin, vaan tuotteiden saatavuus mallinnetaan lähinnä lopputuotevaraston kautta. Tällöin myös kapasiteettitarpeen vaihtelut tasataan useimmiten varastojen avulla. /2, s. 68 - 69./

### 2.2.2. Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa jaetaan karkeakuormituksen, tilausten, tms. perusteella muodostetut työt yksityiskohtaiseksi aikatauluksi. Hienosuunnittelun päämäärät ovat varmistaa tuotteen valmistuminen määräaikaan mennessä, ohjata tuotannon virtausta kohti lyhyitä läpäisyajkoja sekä maksimoida työpisteiden käyttösuhte. /7, s.530/

Tuotannon hienosuunnittelu suoritetaan nykyään luultavasti lähes poikkeuksetta tietokoneavusteisesti tuotannonohjaukseen erityisesti kehitetyillä ohjelmistoilla. Järjestelmät ovat olleet varsin usein räätälöityjä, mutta suuntaus on kohti valmiita kaupallisia ratkaisuja. Tuotannonohjausjärjestelmän tehtävänä on:

- suunnitella kapasiteettivaatimukset ja kapasiteetin saatavuus vastaamaan tarpeita
- suunnitella materiaalihankinnat saapumaan ajallaan ja oikeissa määrissä
- varmistaa kapasiteetin tehokas käyttö pääomaintensiivisillä laitteilla
- hallita varastot ja keskeneräinen tuotanto
- ajoittaa tuotantotoimenpiteet siten, että tehdään oikeita asioita oikeassa järjestyksessä
- mahdollistaa tuotannon tehokas seuranta
- vastata asiakastarpeisiin dynaamisessa ympäristössä
- hälyttää ongelmatilanteissa
- tarjota informaatiota yrityksen muille funktioille, kuten kustannuslaskennalle

/7, s. 2/

Hienosuunnitteluakin käsitellään usein kahdessa tasossa. Ensimmäisessä tasossa jaetaan karkeasuunnitelman perusteella muodostetut tilaukset tarkemmille esimerkiksi päiväkohtaisille aikajaksoille. Tämän lisäksi usein tarkkaa ajoitusta vaativissa

tuotantoympäristöissä, kuten esimerkiksi teräksen sulatusprosesseissa, käytetään lyhyemmälle aikavälille optimointijärjestelmiä, joiden tehtävänä on varmistaa mahdollisimman edullinen työjärjestys vaiheiden synkronisoimiseksi toistensa suhteen.

### 3. KYLMÄVALSSAAMOIDEN ESITTELY

#### 3.1. Kuljetus- ja lähetysorganisaatio

Kuljetus- ja lähetysorganisaation vastuulla on hoitaa kylmävalssaamoiden sisäiset kuljetukset ja rullien varastoinnit. Rullien ja levypakettien lähetykset kuuluvat lisäksi vastuualueeseen. Lisäksi rullien ja levyjen pakkaus on myös osa kuljetuksen ja lähetysten organisaatiota. Henkilöstöä organisaatiossa on yhteensä noin 140 työntekijää. Kesäisin vakituisen henkilöstön avuksi organisaatioon palkataan yleensä noin 50 kesätyöntekijää. Käyttöinsinööri vastaa koko organisaation toiminnasta. Lisäksi organisaatiossa on useampia mestareita joilla on omat vastuualueensa. Työvuoroissa työnteosta vastaa vuorotyönjohtaja, joita yhteensä on viisi. Materiaalisiirronvalvoja kylmävalssaamoilla on yhteensä 10 henkilöä. Näistä viisi toimii KYVA1:llä ja viisi KYVA2:lla. Kesätoissää materiaalisiirronvalvoja KYVA1:llä on vain yksi ja KYVA2:lla valvoja on kaksi.

Materiaalisiirronvalvojan työ on erityisen vaativaa KYVA1:llä, koska valvottavana ja ylläpidettävänä on lähes koko kylmävalssaamon materiaalinsiirrot. Tärkeimpänä tehtävänä on valvoa automaattinostureiden ja vihijärjestelmän toimivuutta. Lisäksi materiaalivirtojen oikeanlainen ohjailu on yksi valvojan tärkeimmistä tehtävistä ja OSPAUT-varaston yhteydessä sijaitsevan käärintäkoneen toiminnasta huolehtiminen kuuluu myös materiaalisiirronvalvojalle. Työ vaatii myös hyvää fyysistä kuntoa, koska kentällä suoritettua työtä voi työvuoron aikana olla 50 % työajasta. Lisäksi tehtaalla liikuttavat välimatkat ovat suhteellisen pitkiä. Työvuoron aikana voi pyörällä poljettuja kilometrejä tulla mittariin lähemmäs 20 km. Materiaalisiirronvalvojan työn määrä ja vaativuus voi vaihdella jopa työvuoron aikana paljon. Joissakin tapauksissa materiaalisiirron valvoja ei vain yksinkertaisesti kerkeä hoitamaan kaikkea työtaakkaa, joka lyhyessä ajassa tulee kerralla hoidettavaksi. Tämän tilanteen hoitamiseen voi kulua pidempi aika, mikä voi jo aiheuttaa ongelmina myös tehtaan tuotannolle.

Viikolla materiaalisiirronvalvojana toimii myös ns. päivämateriaalisiirronvalvoja, jonka tehtävänä on ylläpitää materiaalisiirtojärjestelmää. Tähän kuuluu vihivaunujen ja automaattinostureiden atk-järjestelmien ylläpito ja kehittäminen. Lisäksi myös materiaalisiirron koulutustehtävät ja raportoinnit esimiehelle kuuluvat työtehtäviin. Tämän työn suorittaminen tapahtuu lähes yksinomaan valvomossa. Kentällä merkittävien toimenpiteiden suorittaminen tapahtuu kolmen viikon välein vihivaunuille turvallisuustarkastukset ja raportoida havaitut virheet. Päivässä työskentelevä materiaalisiirronvalvoja työskentelee tiiviisti myös kunnossapidon ja IT-henkilöstön kanssa ja auttaa tarvittaessa vuorossa työskentelevää materiaalisiirronvalvojaa vaikeammassa ongelmatilanteissa.

KYVA2:lla työskentelevä materiaalisiirronvalvojan vastuulla on RAP5-linjan yhteydessä toimiva korkeavarasto. KYVA2:n materiaalisiirronvalvojan työtä on esitelty tarkemmin kylmävalssaamo 2:n esittelyssä.

## 3.2. Kylmävalssaamo 1

Kylmävalssaamo 1:n materiaalivirtojen kulun voi nähdä hyvin liitteenä olevasta kylmävalssaamon tuotantokaaviosta (liite 8). Kaikki rullat ei eivätkä käy kaikki linjoja läpi, vaan rullan kulku riippuu asiakkaan haluamasta lopputuotteesta. Ensimmäiseksi rulla käy valmistelulinjalla, jonka jälkeen rulla toimitetaan HP3-linjalle kuumanauhan esihehkutukseen. Tämän jälkeen hehkutettu ja peitattu kuumanauha viedään sendzimir-valssaimille loppumittaan valssattavaksi. Seuraavaksi rullat menevät uudelleen hehkutus- ja peittäuslinjalle (HP1, HP2 tai HP4). Tämän jälkeen rullat voivat mennä viimeistelyvalssaimille, venytysoikaisuun, hionta- tai harjauslinjoille ja lopuksi leikkauslinjoille. Osa rullista kuljetetaan laivalla Outokummun Hollannin tehtaalle, jossa ne leikataan, pakataan ja lähetetään loppuasiakkaalle. Kylmävalssaamo 1:ltä loput rullista jotka eivät lähde Hollantiin ja kaikki levyt menevät pakattaviksi, ja ne varastoidaan korkeavarastoihin tai muihin varastoihin odottamaan kuljetusta asiakkaille.

### 3.2.1. Laitteistot ja järjestelmät

Tehtaalla materiaalisiirronorganisaatiossa on useita erilaisia laitteistoja. Tärkeimpiä järjestelmiä ovat RETU ja MAKUVA. Näillä järjestelmillä ohjataan materiaaliliikennettä tehtaalla. Laitteistojen osalta suurimman kokonaisuuden muodostaa vihivaunujärjestelmä, jonka tehtävä on hoitaa varsinainen rullien siirtely. Lisäksi tehtaalla on useita automaattija manuaalinostureita. Rullaliikennettä tehdasalueella hoitavat lavetit mm. kuumavalssaamolta kylmävalssaamoille.

#### 3.2.1.1. RETU ja MAKUVA

Kylmävalssaamon tehdasjärjestelmä, RETU, on Outokumpu Oyj Tornio Worksin reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä. Materiaalin kuljetus- ja varastointijärjestelmä MAKUVA on RETU:n osajärjestelmä, jonka avulla hoidetaan rullien siirrot linjojen ja varastojen välillä. MAKUVA:n alaisia siirtojärjestelmiä ovat mm. automaattiset siltanosturit, vihivaunut, hallinosturit ja lavetit, joille lähetetään siirtotehtäviä. Siirtojärjestelmien tehtävänä on raportoida tehtävien edistymisestä. RETU-järjestelmässä on usein erilaisia näyttöjä, joita käytetään kylmävalssaamoiden prosessien hoitamiseen. Näitä kaikkia näyttöjä ei voi tässä työssä käydä läpi, vaan nyt keskitytään näyttöihin, jotka ovat oleellisia materiaalisiirron kannalta. Näytöt voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joita ovat nostureiden, vihivaunujärjestelmän sekä muut materiaalisiirron näytöt. Yhteensä materiaalisiirron kannalta tärkeitä näyttöjä on 28 kpl. Käyttöoikeuksia ei jokaisella ole näihin näyttöihin, vaan ne on määritelty erikseen, kuten materiaalisiirronvalvojalla on oikeudet muuttaa tietoja kaikissa materiaalisiirronnäytöissä, mutta nosturikuskeille ei ole annettu niin suuria valtuuksia.

Nostureiden näytöillä voidaan valmistella, antaa ja poistaa automaattinostureiden tehtäviä. Lisäksi näillä näytöillä voidaan päivittää rullia ja poistaa automaattivarastoista. JVH-näyttö on tarkoitettu automaattivarastojen hallintaan. Tällä voidaan muuttaa mitä tahansa automaattivarastoa. JKY-näytöllä on automaattinosturien ja vihivaunujen ketjutus. Tällä

näytöllä voidaan laittaa siirtoketjuja ns. makutilaan, jolloin ne eivät ole käytössä tai ne voidaan ottaa myös käyttöön. EVP-näytöltä voidaan katsoa varastojen parametreja.

Lisäksi jokaisella automaattinosturilla oma näyttönsä. ANS11 voidaan operoida JAS-näytöltä. JAH-näytöltä löytyvät ASN12-tehtävät ja JFG-näytöllä on ASN13- ja ASN16-tehtävät. JCB-näytöllä on ASN17-tehtävät ja hallinnointi. Tärkeä näyttö KYVA1:n materiaalsiirronvalvojan kannalta on JRT. Tältä näytöltä voidaan nähdä kaikki vihivaunutehtävät, sekä hallinnoida niitä. RAP:llä toimivan materiaalsiirronvalvojan kaksi tärkeintä näyttöä on JLM, ja JOL. JLM-näytöllä voidaan käsitellä lavettikuormia. Siltä nähdään mitä minnekin on menossa, ja sillä voidaan myös muodostaa lavettikuormia. JOL-näytöltä löytyy rullien käsittelyjonoluettelo. Näitä jonoja käynnistämällä saadaan esim. määrätyn ajo-ohjelman rullat RAP:n korkeavarastosta RAP-linjalle. JOL-näyttö käytetään myös KYVA1:n puolella, jossa tärkeimpänä tehtävä on käynnistää laivauksen rullien käsittelyjono. Loput materiaalsiirron näytöt löytyvät liitteestä 4 selityksineen.

MAKUVA:n järjestelmän avulla tiedetään mitä rullia tehtaalla on, ja mihin ne on varastoituina. MAKUVA:n lokin avulla materiaalsiirronvalvoja voi etsiä erilaisia tietoja esim. siitä, missä paikoissa määrätty rulla on liikkunut, sekä millä välineellä siirrot ovat tapahtuneet. Yleensä prosessilinjojen henkilöstö soittaa materiaalsiirronvalvojalle ja kysyy, voisiko hän katsoa, missä rulla mahdollisesti voisi olla. Tätä tapahtuu säännöllisesti, koska käsiteltävät materiaalivirrat ovat suuret, jolloin väkisinkin jotkut rullat häipyvät vahingossa järjestelmästä.

### 3.2.1.2. Vihijärjestelmä

Vihivaunujärjestelmä otettiin käyttöön kylmävalssaamalla vuonna 1995, jolloin suoritettiin ensimmäinen kuljetus. Ensimmäinen ns. pilottireitti kulki HP3-linjan loppupäästä SZ3-linjan varastoon. Syksyllä testattiin myös vihireittiä SZ2-valssaimelta HP2:lle. Vuoden 1997 syksyllä olivat kaikki vihireitit käytössä lähes nykyisellään. Suurin muutos vihireitteihin tehtiin syksyllä 2009 uuden HP2-linjan vuoksi. Nykyisellään vihireittejä on noin 4 km verran. Vihivaunu on saanut nimensä vihikoirasta. Kuten jo nimestä voidaan päätellä, vihivaunu ”nuuskii” lattiassa olevaa kaapelia ja siten se pysyy oikealla reitillä, sekä löytää perille määränpähän.

Vihijärjestelmä voidaan jakaa kahteen eri osioon, kiinteään järjestelmään ja vihivaunuihin.

Vihivaunuja järjestelmässä on yhteensä 17 kpl. Yksi vaunuista on ns. valssivihivaunu, jonka merkitys tämän työn kannalta oli vähäinen. Valssivaunun tarkoituksena on toimittaa valsseja valssaimilta valssihiomoon, sekä sieltä valssainlinjoille. Tästä johtuen valssivaunu toimii lähinnä huollon apuna eikä näin ollen sitä käsitellä laajemmin tässä työssä. Lisäksi sen merkitys varsinaiselle materiaalivirralle kylmävalssaamalla on merkityksetön.

Rullavihivaunuja järjestelmässä on 13 kpl. Nämä ovat ns. selässä kantavia vaunuja (liite 1). Tuurnavihivaunuja järjestelmässä on 3 kpl (liite 2). Tuurnavaunujen tehtävänä on toimia lähinnä leikkauslinjoilla käsitellyn materiaalin kuljetusvälineinä. Rullavihivaunut ovat pituudeltaan 5 metriä ja leveydeltään 2,1 metriä. Korkeus on 1,3 metriä ja paino 7 tonnia. Kaikki vihivaunut toimivat kyydissä olevilla akuilla joiden paino on 675 kg. Tuurnavaunujen kokonaispaino 7 800 kg on hieman suurempi kuin rullavihivaunuilla.

Nopeus molemmilla tuurna- ja rullavaunuilla on 60 m/min ilman kuormaa ja kuormattuna vauhti on 36 m/min. Maksimikuorma rullavihivaunuilla on 28 tonnia ja tuurnavaunuilla 26 tonnia.

Vihivaunuista voisi kertoa paljon tarkemmin mm. vaunujen komponenteista ja kokoonpanosta, mutta tässä työssä ei näitä esitellä niin perusteellisesti. Tärkein osa vaunussa on materiaalsiirronvalvojan kannalta vaunussa oleva näyttöpaneeli. Tästä paneelista löytyvät pääkytkin, automaattiohjauksen-merkkivalo, hätäseis-merkkivalo, virhe-merkkivalo, seis-merkkivalo, seis-painike, akkumittari ja OP7-käyttöpaneeli. Vihivaunujärjestelmästä on hyvä kuvaus vihivaunukoulutuksessa käytettävässä kalvossa (liite 3). Vihivaunut on tarkoitettu toimimaan itsenäisesti osana automaattista kuljetusjärjestelmää, mutta niitä voidaan ajaa ja niiden toimintoja ohjata myös käsiohjaimella, jollainen löytyy jokaisesta vaunusta. Manuaaliajaminen vihivaunuilla on lähinnä materiaalsiirronvalvojan vastuulla. Yleensä manuaaliohjaukseen joudutaan turvautumaan virhetilanteen sattuessa.

Kiinteäjärjestelmä koostuu keskustietokoneesta, graafisesta käyttöliittymästä, alayksiköistä, sekä lattiajohdotuksista ja latauspisteistä. Keskustietokone NT7000 koostuu tietokoneesta ja siihen asennetuista kahdesta verkkokortista. Lisäksi koneessa on 4-kanavainen liikennöintikortti ja vihiohjelmisto SW3770. NT7000-koneen tehtävänä on hoitaa mm. kuljetustehtävien vastaanotto graafiselta terminaalilta tai MAKUVA-järjestelmältä, sekä tehtävien suoritus, vihivaunun käsittely ja kuljetustehtävien siirto vihivaunuilla.

Alayksiköt eli ns. slavekaapit sisältävät taajuusyksikön, I/O-yksikön ja radion. Yhteensä slavekaapeja on 12 kappaletta. Taajuusyksikön tehtävänä on generoida ajotaajuudet lattiajohdotuksiin. Ajotaajuudet lattiassa on eroteltu käyttämällä erivärisiä johtimia kuten harmaa, keltainen, ruskea ja punainen. I/O-yksiköiden tehtävänä on hoitaa lastinkäsittelypaikkojen ja muiden laitteiden kättelyt eli lukitussignaalit. Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi sitä, että vihivaunut ja siirtovaunut keskustelevat keskenään siitä, mitä kumpikin on tekemässä. Lisäksi näillä I/O-yksiköillä ohjataan lattiajohtimien aktivoitumista risteysalueilla. Slavekaapeissa on myös radiomodeemi, jonka tehtävänä on huolehtia tiedonkulusta vihivaunujen ja järjestelmän välillä.

Graafinen käyttöliittymä C-way on käytettävissä etäyhteydellä materiaalsiirronvalvojan työpisteessä. Tämän avulla valvoja voi seurata vihivaunuja ja niiden suorittamia tehtäviä graafisesta käyttöliittymästä. Lisäksi vaunujen jo tekemiä tehtäviä voidaan tarkastella tapahtumalokista. Käyttöliittymän avulla voidaan myös perua vaunuille annettuja tehtäviä ja antaa vaunuille myös uusia tehtäviä. Lisäksi tärkeätä tietoa saadaan vaunuista mm. järjestelmän ilmoittamat virheet näkyvät käyttöliittymän avulla. Virheistä huolehtiminen kuuluu myös materiaalsiirronvalvojalle.

Vihivaunujen latauspisteitä on yhteensä 15 kpl, joista 12 kpl on tarkoitettu rullavihivaunuille ja 3 kpl tuurnavihivaunuille. Ramppeja joilta vihivaunut hakevat ja joille jättävät rullia, on yhteensä 70 kappaletta. Vihivaunuille on varattu kaksi omaa huoltotallia, joihin vaunut voidaan ajattaa suoraan automaattilla.



### 3.2.2. Nosturit ja varastot

Nostureita kylmävalssaamo 1:llä on 22 kpl. Näistä 8 kpl on manuaalisia miehitettyjä siltanostureita. Huoltonostureita on yhteensä 8 kpl ja automaattisia siltanostureita on 6 kpl (liite 7). Automaattinosturien tiedot on esitelty tarkemmin liitteessä 5. Manuaalivarastoja on yhteensä 21 kpl ja näissä on 1 826 rullapaikkaa. Automaattivarastoja on 8 kappaletta ja niissä rullapaikkoja on 2 054 kpl.

Aktiivisessa käytössä olevista manuaalinostureista vanhin on numero 10 vuodelta 1994. Nosturi 10 operoi VV1:llä ja toimii leikkauslinjojen apuna. Varastoina on hoidettavana lähinnä halkaisu- ja puolituotevarasto. Nosturi 18:sta on vuodelta 1997 ja sen tehtävänä on hoitaa HP1:n varastoja ja palvella HP1- ja VA1-linjaa. Lisäksi SZ2-linjalta lähtevät rullat kuuluvat nosturi 18:n vastuulle. Nosturi 24 vuodelta 2007 hoitaa lähinnä HP2:n varastoja ja linjaa sekä auttaa myös HA4- ja VO1-linjoja. Nosturi 23 vuodelta 2007 hoitaa hiontalinjan rullaliikenteen sekä SZ1- ja SZ2-linjoille rullat linjaan. Lisäksi nosturia 23 toimittaa rullat VV1:lle. Nosturi 25 on uusin manuaalinostureista vuodelta 2009. Nosturi 25:n tehtävänä on hoitaa HP3-linjalle tulevaa rullaliikennettä.

Kylmävalssaamo 1:llä on automaattisia ja manuaalisia varastoja. Kylmävalssaamo 2:lla varastona toimii automatisoitu korkeavarasto, joka huolehtii kaikesta rullaliikenteestä mitä KYVA2:lla on.

Automaattivarastoja ovat OSPAUT, FGAUT, VV2AUT, BCAUT, HP4AUT, SZ3AUT ja HA6OUT ja HA6IN. OSPAUT, FGAUT ja VV2AUT muodostavat oman kokonaisuuden. Nämä kolme ovat käytännössä yhtä ja samaa varastoa, ja nostureina toimivat yhdessä ASN13 ja ASN16. Nosturi ASN16 toimii varastona ns. ensimmäisenä nosturina, joka hoitaa FGAUT:a ja VV2AUT:a. Nosturi ASN13 tehtävänä on hoitaa OSPAUT:a ja FGAUT:a. Tämä varasto kokonaisuus muodostaa 1 115 varastopaikalla isoimman rullavaraston kylmävalssaamo 1:llä. BCAUT, HP4AUT ja SZ3AUT toimivat itsenäisinä varastoina, ja BCAUT-varastossa operoi nosturi ASN17, HP4AUT:ssa nosturi ASN12 ja SZ3AUT:ssa nosturi ASN11. Halkaisu 6:n varastot HA6OUT ja HA6IN ovat käytännössä samaa varastoa, jota operoi nosturi ASN22. HA6OUT sijaitsee linjan loppupäässä ja HA6IN on tarkoitettu linjaan meneville rullille.

Nosturien yhteydessä on tärkeätä tietää ns. ”penkominen”. Tällä tarkoitetaan sitä, että nosturi joutuu nostamaan yhden tai kaksi rullaa alla olevan rullan päältä. Varastoissa pinoaminen tapahtuu kahdessa kerroksessa, jolloin alimman kerroksen rullille voi tulla päälle rullia, jotka on nostettava pois ennen kuin alla olevan rullan voi nostaa. Automaattivarastoissa pinoaminen vähentää käytettävissä olevien varastopaikkojen määriä. Tämä johtuu ns. pinoamissäännöstä. Pinoamissäännön mukaan automaattinosturi ”katsoo”, voiko ylimpään kerrokseen varastoida kyseistä rullaa. Alakerroksessa olevan rullan liian pieni halkaisija voi estää rullan varastoinnin toiseen kerrokseen. Tällaisessa tapauksessa rulla, jolla on pieni halkaisija, voi viedä varastosta kaksi ylimääräistä paikkaa, koska sen päälle ei voida varastoida. Toinen pinoamissääntö on rullan leveys, jolla estetään leveämmän rullan varastoiminen kapeamman rullan päälle. Tällaisessa tapauksessa 1000 mm leveän rullan päälle ei voida varastoida leveämpää rullaa ja tällöin varastopaikkojen määrä vähenee jälleen kahdella paikalla, ellei yhtä leveätä tai kapeampaa rullaa tule varastoivaksi. Pinoamissäännön vuoksi voidaan automaattivarastoissa pitää noin 65 %

täyttöastetta hälyttävänä, jolloin varastointi vaikeutuu, kun nosturi ei löydä rullille vapaata paikkaa.

### 3.3. Kylmävalssaamo 2

Kylmävalssaamo 2:n materiaalinsiirto koostuu kokonaan automatisoidusta korkeavarastosta. Korkeavaraston tehtävänä on varastoida sekä kuuma- että kylmänauhoja. Kuumanauhat tulevat laveteilla suurimmaksi osaksi suoraan kuumavalssaamolta. Myös kylmävalssaamo 1:ltä tulee kuumanauhoja RAP5-linjalle. Kylmävalssaamo 2:lla on oma materiaalisiirronvalvoja. Vuorossa on yksi valvoja kerrallaan ja valvojia on yhteensä viisi.

Materiaalisiirronvalvojan tehtävänä on huolehtia korkeavaraston toiminnasta. Työpiste sijaitsee RAP5-linjan loppupäänvalvomossa, jossa materiaalisiirronvalvojalla on käytössä kolme valvontanäyttöä. Järjestelmä kiteytyy varastonohjausserverien ympärille. Servereillä on yhteys jokaiseen yksikköön korkeavarastossa. Yksiköitä ovat lastaus-, purku- ja käärintäasema sekä I/O-keskitin ja kolme hyllystöhissiä. Tähän järjestelmään pääsee käsiksi viideltä työasemalta, joista yksi sijaitsee valvomossa. Yksi työasemista on I/O-keskittimellä, sekä purku- että lastausasemalla on oma työasemansa. Lisäksi yksi työasema löytyy vielä käärintäkoneelta. Servereiltä tiedot kulkeutuvat MAKUVA:lle ja päinvastoin. RAP5-linjan ja korkeavaraston välinen kommunikointi hoidetaan linjan Siemens 2 -tason ohjelmiston ja APVRAP-ohjelmiston välillä. APVRAP-ohjelmisto on korkeavaraston graafinen käyttöliittymä. Materiaalisiirronvalvojan työhön kuuluu korkeavaraston toiminnan huolehtimisen lisäksi käärintäkone, joka on integroitu korkeavaraston yhteyteen.

Käärintäkone on automaattinen, jolloin materiaalinsiirronvalvojan tulisi täyttää lähinnä käärintäkalvoja ja kulmasuojanauhoja koneeseen. Käärintäkone on kuitenkin monimutkainen laite, jossa ilmenee aika-ajoin erinäisiä virheitä. Tällaisten tilanteita varten on materiaalisiirronvalvoja koulutettu operoimaan käärintäkonetta myös manuaalisesti.

Eniten materiaalisiirronvalvojaa työllistävät korkeavarastossa sattuneet virhetilanteet. Useimmiten valvoja pystyy ratkaisemaan ne omatoimisesti, mutta vaikeammassa tapauksissa on mahdollisuus turvautua kunnossapidon apuun. Useimmiten vaikeimmat viat ovat sähkövikoja, jolloin avuksi tulee sähköpäivystäjä. Näissä tilanteissa hissejä on ajettava manuaalisesti ja vain materiaalisiirronvalvoja on tähän koulutettu. Seuraavaksi on esitelty RAP5:n korkeavarasto tarkemmin, mutta tässä yhteydessä on hyvä mainita jo korkeavaraston korkeus 24 metriä, jolla on merkitystä työturvallisuuden kannalta. Kun virhetilanteita varastossa tapahtuu, käy materiaalisiirronvalvoja katsomassa, mistä syy voisi johtua. Syntynyt tilanne voi vaatia nousemista korkealle hississä olevien tikkaiden avulla. Vaikka käytössä on turvavaljaat, tällaisissa tilanteissa piilee erinäköisiä vaaroja, kun työskennellään yksin näin korkealla. Siksi materiaalisiirronvalvojalla on oltava yhteys loppupäänvalvomoon aina, kun varastossa liikkuminen vaatii korkealla kiipeilyä.

RAP5-linjan yhteydessä oleva korkeavarasto on 440 metriä pitkä, 8 metriä leveä ja 24 metriä korkea. Varastopaikkoja varastossa on yhteensä 2 000 kpl. Varastoitavan rullan maksimipaino on 30 tonnia. Varastoon voidaan varastoida kaikilla leveyksillä olevia rullia eli pienin leveys on 1 000 mm ja levein 1 600 mm. Varastossa operoi kolme

automaattihissiiä yhdellä pitkällä käytävällä. Liitteessä viisi on kuva korkeavaraston graafisesta käyttöliittymästä APVRAP:stä, josta voi nähdä hyvin varaston rakenteen. Rullat saapuvat varastoon RAPAUT L-lavettirampille, mistä yksi hyllystöhisseistä käy ne yksitellen hakemassa ja varastoi ne varastoon. Liitteessä viisi lavettiramppi on merkattu ALP1. RAP5IN-asema on RAP5-linjalle ajoon menevien rullien sisäänsyöttöramppiryhmä, jossa rampeja on kaksi kappaletta. Rampeilta rullat haetaan siirtovaunulla, joka toimittaa rullat askelpalkille. Kahdelle askelpalkille mahtuu yhteensä rullia 18 kpl. Tämä antaa melko hyvän puskurin linjalle, jos korkeavaraston toiminnassa ilmenee ongelmia. On kuitenkin muistettava linjan suuri nopeus, joka ei salli kovin pitkiä taukoja rullien toimituksissa linjalle. Kun kaikki sujuu ongelmitta RAP5-linjalla, ajetaan noin 230 tonnia tunnissa ja yhden rullan ajoaika on noin 6-7 minuuttia.

RAP5-linjalta rullat tulevat pois RAP5OUT-asemalle, jossa on myös linjaan syötön tavoin kaksi ramppia vastaanottamassa rullia linjasta. Linjalta rulla haetaan siirtovaunulla, joka myös vie rullan ensin sitomakoneen läpi ennen kuin se jättää rullan korkeavaraston rampille.

Kun rulla on tullut linjasta ulos, saa hissi tiedon saapuneesta rullasta RAP5OUT-asemalle ja lähtee hakemaan rullaa kyytiinsä. Seuraavaksi hissi toimittaa rullan varastoon. Jos rulla menisi vielä uudelleen ajoon RAP5-linjalle, hissi toimittaisi rullan varaston keskivaiheille. Muissa tapauksissa hissi jättää rullan varaston loppupäähän.

Vielä kokonaiskuvan saamiseksi rullien varastoinnista varastossa voidaan korkeavarasto eritellä vyöhykkeisiin. Liitettä viisi katsottaessa oikealta vasemmalle, eli varaston alkupäässä varastoidaan mustia rullia, joita ei ole ajettu vielä kuumavalssauksen jälkeen missään. Seuraavassa vyöhykkeessä varaston keskivaiheilla on uudelleen ajoon menevät rullat, jotka ovat jo kerran menneet RAP5-linjan läpi. Varastossa RAP5OUT-aseman kohdalla varastoidaan linjasta ulos tulleet rullat, joiden seuraava työvaihe on KYVA1:llä. Lisäksi tällä vyöhykkeellä on rullat, jotka odottavat käärintään pääsyä RAP5-linjan läpikäyneinä. Käärintään pääsillä tarkoitetaan sitä vaihetta, kun rulla odottaa varastossa hyväksyntää tuotannosuunnittelun puolesta, jonka jälkeen rullalle tulee lupa käärintään. Käärityt rullat ovat ns. viimeisessä vyöhykkeessä. Käärintäkone on korkeavaraston yhteydessä. Liitteessä viisi käärintä näkyy RAP5OUT-aseman vieressä. Käärinnälle on varastossa oma siirtoramppi, jolle mahtuu kolme rullaa samaan aikaan. Siirtorampin tarkoituksena on antaa joustavuutta rullien tuontiin käärintäasemalle ja sieltä pois vientiin. Siirtorampilta siirtovaunu hakee rullan yksitellen käärintään ja palauttaa käärityn rullan takaisin ramppivaunulle ennen uuden rullan käsittelyä. Käärinnänramppi joudutaan laittamaan otto- ja jättökieltoon esimerkiksi laivauksen yhteydessä, jottei käärintä hidasta laivausta. Tämä tietenkin edellyttää sitä, että kyseisen laivauksen rullat on saatu jo käärittyä.

Materiaalisiirronvalvoja muodostaa kuormat RAP5:llä. RETU:lla kuorma muodostetaan JLM-näytöllä. Kun kyseinen kuorma on hyväksytty, tulee korkeavaraston hisseille tehtäväksi toimittaa rulla tai rullat ALP2-lavettiasemalle. Kuorma on niin kauan rullanodotustilassa, kunnes viimeinenkin rulla on toimitettu kuormaan. Kun kuorma on tullut haku valmiiksi, näkee lavettikuski tämän ja hakee kuorman pois. Lavettikuskit ja RAP5:n materiaalisiirronvalvoja ovat yhteydessä toisiinsa puhelimitse useasti vuoron aikana ja keskustelevat toimitettavista kuormista. Tämä lavettiliikenteen seuraaminen on

myös tärkeä osa RAP:n materiaalsiirronvalvojan työtä. Kylmävalssaamo 1:n materiaalsiirronvalvoja joutuu melko vähän tekemisiin lavettiliikenteen kanssa. Lavettikuskit ovat yleensä yhteydessä RAP5:lle, kun ongelmia on KYVA 1:lla lavettiliikenteen kanssa. Kylmävalssaamo 1:lla lavettikuskien kanssa ollaan yhteydessä vain laivauksien kanssa ilmenneissä ongelmissa.

Nykyisellään ongelmia on HP3:lle menevien rullien kanssa, koska ne on varastoitu varaston alkupäähän. Normaalisti rullia tulisi ottaa sisään varastoon alkupäästä ja lähettää pois loppupäästä. Kun näitä HP3:lle meneviä rullia halutaan pois varastosta, tulisi ne lähettää alkupään kautta pois. Mikäli näitä rullia lähetettäisiin loppupäästä ulos, kuorman tekemiseen kuluisi aikaa lähes tunti, kun normaalisti kuorman tekemiseen kuluu aikaa 12-15 min. Tämä ns. väärästä päästä lähetys onnistuu silloin, kun kuumavalssaamolta ei ole painetta RAP5:lle ja lavettikuskin kanssa voidaan sopia erikoisjärjestelystä.

Linjakohtaisessa tarkastelussa on RAP5-linjasta enemmän tietoa mm. siirtomääristä.

### **3.4. Lavettiliikenne**

Lavettiliikennettä tehdasalueella hoitaa Alamäki Oy. Kalustoon kuuluu rullalavetteja ja konttilavetteja. Lavetteja on yhteensä viisi ja lavettirampeja 18 kpl. Näistä neljä ramppia ovat ns. virtuaalirampeja, koska niitä ei ole kytketty RETU-järjestelmään. Näistä virtuaalirampeista kolme kappaletta on satamassa ja yksi lähettämössä. Lisäksi HP2:lla olevaa uutta lavettiramppia ei ole vielä kytketty järjestelmään, joten se ei ole vielä rullaliikenteen käytössä.

Lavettiliikennettä voitaisiin tarkastella siinä järjestyksessä kuin myös materiaalivirrat kulkevat tehtaalla. Rullat tulevat ensimmäistä kertaa lavetin kyytiin kuumavalssaamolta, josta rullia voidaan hakea neljältä eri rampilta. Kuumavalssaamolta lavetit kuljettavat rullat joko kylmävalssaamo 1:lle tai 2:lle. Kuumanauloja ajetaan myös ns. aihio kentälle, josta niitä lähtee maailmalle ilman jatkokäsittelyä. Kylmävalssaamo 1:ltä rullia menee vielä RAP:lle jatkokäsittely varten. RAP-linjalle tulevat rullat toimitetaan korkeavaraston lavettirampille. Varaston toisessa päässä on toinen lavettiramppi, jolta tapahtuu rullien lähetys KYVA1:lle, satamaan, ja tarvittaessa myös lähettämöön. KYVA1:lle rullia voidaan lähettää alku- ja loppupäähän riippuen siitä, mille linjalle rullat ovat menossa seuraavaksi ajoon.

## 4. MATERIAALISIIRTOJEN LINJAKOHTAINEN TARKASTELU

Linjakohtaisessa tarkastelussa oli tarkoitus kerätä tietoa siitä, kuinka paljon yhden tuotantolinjan kautta materiaalia kulkee vuoden aikana. Siirtotehtävien määrät on laskettu rullamäärien avulla, jotka saatiin RETU-järjestelmästä. Saatujen rullamäärien perusteella määritettiin, kuinka paljon materiaalsiirron tehtäviä tehdään linjakohtaisesti vuoden aikajaksolla. Käsitelty aikajakso oli 01.04.2009 - 31.03.2010.

Linjakohtaisessa tarkastelussa KYVA1:lla on otettu huomioon vain KYVA1:sen sisäiset siirtotehtävät aineiston helpompaa ja selvempää tulkintaa varten. Kuumavalssaamolta tulevia rullia ei taulukoissa näy, vaan HP3-, HP1- ja RAP5-linjojen tarkastelussa nämä rullamäärät on huomioitu erikseen. Lisäksi aineistoa tuli täydentää erikseen suoritetuilla raporteilla, koska aineisto ei ollut täydellinen kaikkien materiaalsiirron tehtävien osalta.

Kokonaiskuvan saamiseksi linjakohtaisista siirroista muodostettiin lisäksi yhteenveto, jossa mukana ovat KYVA1:n ja KYVA2:n sisäiset siirrot. Lisäksi mukana on lavettiliikenne kuumavalssaamolta kylmävalssaamoille, sekä kylmävalssaamoiden väliset kuljetukset. Näiden lisäksi yhteenvetoon on mukaan otettu laivauksesta aiheutuneet materiaalsiirron tehtävät. Yhteenvedon tarkoituksena on esitellä, kuinka paljon tehtäviä kaikkiaan tuli eri laitteistoille.

Linjakohtaisessa tarkastelussa jokaiselle tuotantolinjalle tehtiin linjalle tulevista rullista taulukko, josta ilmenee saapuvien rullien aiheuttamat siirtoketjut. Jokaisesta siirtotehtävätaulukosta koottiin myös yhteenveto, josta ilmenevät linjakohtaisten siirtotehtävien määrät. Lisäksi jokaiselle linjalle tehtiin kuvaajat linjoille tulevista rullista. Tämä auttoi hahmottamaan linjojen välisen liikenteen määrää. Kylmävalssaamoilla on tuotantolinjoja yhteensä on 21 kpl, joista jokaisesta luotiin oma linjakohtainen tarkastelu. Tässä työssä esitellään esimerkin lisäksi HP3:n, SZ3:n, HA1:n, KA1:n, VV2:n ja RAP5:n linjakohtainen tarkastelu.

### 4.1. Linjakohtaisen tarkastelun esittely

Siirtotehtävätaulukoissa on esitetty, miltä linjalta rullat tulevat tarkasteltavalle linjalle ja millaisia siirtotehtäviä rulla vaatii päästäkseen määränpäähensä (taulukko 1). Siirtotehtävätaulukon on huomioitu rullien siirrot edelliseltä linjalta ulos tullessaan aina seuraavan linjan sisään menoon asti.

Esimerkkitaulukon avulla käydään läpi, kuinka aineistossa esiteltyjä siirtotehtävätaulukoita tulisi tulkita. Siirtotehtävätaulukosta esimerkkinä toimii HP1-linjan siirtotehtävätaulukko (taulukko 1).

Siirtotehtävätaulukkoa luetaan vasemmalta oikealle yksi rivi eli tuotantolinja kerrallaan. Tyhjiä ruudukoita taulukoissa ei tarvitse huomioida. Kahdessa ensimmäinen sarakkeessa

näkyä, miltä linjalta rullat tulevat, sekä kuinka monta kappaletta niitä vuoden aikana saapui HP1:lle. Vihi-sarake kertoo, millä vihivaunulla, tuurna- (TVV) vai rullavihivaunulla (RVV) rullien siirrot suoritettiin, sekä kuinka paljon niitä tuli vuoden aikana. Varasto- ja nosturisarake kertoo, mistä varastosta rullat haettiin tai mihin varastoihin ne toimitettiin, sekä millä nosturilla siirrot tapahtuivat (taulukko 1).

Taulukko 1. Esimerkki siirtotehtävätaulukosta.

Tulevat rullat HP1											
Linja	/kpl	Vihi	/kpl	Varasto	Nost.	/kpl	Vihi	/kpl	Varasto	Nost.	/kpl
HIO	2				23	2	RVV	2	HP1AP1	18	4
SZ1	2278								HP1AP1	18	4556
SZ2	35						RVV	35	HP1AP1	18	70
SZ3	1460						RVV	1460	HP1AP1	18	2920
VV1	1				10	1	RVV	1	HP1AP1	18	2
VV2	2			FGAUT	ASN16	4	RVV	2	HP1AP1	18	4
HA1	6	TVV	6	BCAUT	ASN17	12	RVV	6	HP1AP1	18	12
HA6	4				ASN22	4	RVV	4	HP1AP1	18	8
VA1	198								HP1AP1	18	396
HP1	328						RVV	328	HP1AP1	18	656
HP2	20						RVV	20	HP1AP1	18	40
HP3	83						RVV	83	HP1AP1	18	166
HP4	2						RVV	2	HP1AP1	18	4
RAP	66								HP1AP1	18	132
<b>YHT.</b>	<b>4485</b>		<b>6</b>			<b>23</b>		<b>1943</b>			<b>8970</b>

Kun tarkastellaan SZ3-linjalta tulevia rullia, nähdään taulukosta 1 rullia tulevan SZ3-linjasta ulos 1 460 kpl. Seuraava tapahtuma on se, kun rullavihivaunu hakee rullan linjalta ja toimittaa sen HP1:n vihivaunurampille. Rullavihivaunutehtäviä kertyy sama määrä kuin on linjalta poislähteviä rullia. Rullien saavuttua HP1:n vihivaunurampille manuaalinosturi 18 nostaa rullat omaan varastoonsa, jolloin nosturille tulee yhtä monta nostotehtävää kuin on rulliakin. Taulukossa rullien lukumäärä on kuitenkin kerrottu kahdella, koska nosturille 18 tulee jälleen sama määrä nostotehtäviä, kun nosturi nostaa samat rullat linjaan niiden mennessä ajoon.

Jokaiselta linjalta on myös toinen taulukko, missä on esitelty kaikki linjan aiheuttamat tehtävät laitekohtaisesti. Esimerkkitaulukkoon 2 on kerätty tiedot taulukon 1 perusteella. Taulukossa 2 on esitelty siirtomäärät laitekohtaisesti, sekä kuinka paljon siirtoja yhteensä HP1:lle tulevat rullat aiheuttavat. Taulukosta 2 nähdään kuinka manuaalinosturille 18 tulee eniten siirtotehtäviä.

Taulukko 2. Kaikki materiaalsiirtotehtävät HP1:lle tuleville rullille

<b>Tehtävämäärät yhteensä HP1</b>	
<b>Man. Nost.</b>	<b>kpl</b>
23	2
18	8970
10	1
<b>yht.</b>	<b>8973</b>
<b>Aut. Nost.</b>	
ASN17	12
ASN16	4
ASN22	4
<b>yht.</b>	<b>20</b>
<b>Vihi</b>	
RVV	1943
TVV	6
<b>yht.</b>	<b>1949</b>
<b>Kaikki yht.</b>	<b>10942</b>

Taulukoissa esiintyviä varastolyhenteitä ovat: FGAUT, BCAUT, OSPAUT, VV2AUT, HP4AUT, SZ3AUT, HP1AP1, HP2AP1, HP3AP1, HIOETU ja SZETU. Varastojen paikat on hyvin havainnollistettu kylmävalssaamon materiaalsiirron kartassa, ja lisäksi tämä kartta on erinomainen apu ennestään asiaa tuntemattomille henkilöille taulukoita tarkastellessa ja tekstiä luettaessa (liite 9). Näin lukijalla on mahdollisuus nähdä, missä mitään tapahtuu ja miten mikäkin materiaalivirta kulkee kylmävalssaamo 1:llä.

Automaattinosturilyhenteitä ovat ASN13 ja ASN16. Nämä nosturit toimivat FGAUT:ssa, OSPAUT:ssa ja VV2AUT:ssa. Taulukoissa nämä nosturit ovat merkattu ASN16:ksi, koska ne jakavat tehtävät keskenään, mutta ASN16 toimii ns. ensimmäisenä nosturina. Näiden nosturien osalta tarkempi ja laajempi kuvaus on esitelty linjakohtaisessa yhteenvedossa tehtävämäärineen. Muita automaattinosturilyhenteitä ovat ASN12, joka toimii HP4AUT-varastossa ja ASN17, joka operoi BCAUT-varastossa. Lisäksi SZ3AUT-varastossa nostotehtäviä hoitaa ASN11. Tärkeimmät manuaalinosturit ovat 10, 18, 23, 24 ja 25. Manuaalinostureiden toiminta on kuvattu tarkemmin linjakohtaisen tarkastelun yhteydessä.

Siirtotehtävätaulukoiden osalta siirtoketjuja, ja kaikkien taulukoiden siirtoketjujen kokonaismäärä on suuri, jonka vuoksi tarkastelussa ei selitetä jokaista taulukon kohtaa erikseen. Taulukoista on nostettu esiin suurimmat siirtomäärät aiheuttavat ketjut ja erikoisimmat siirtoketjut. Kaiken kaikkiaan siirtoketjuja on kuitenkin olemassa enemmän kuin näissä taulukoissa on esitelty.

Taulukoissa on nyt esitelty vain ne siirtoketjut, joiden mukaan siirtojen tulisi tapahtua, ja loput siirtoketjut on tehty materiaalsiirron ohjattavuutta varten. Tämä tarkoittaa sitä, että samoilla työvaiheilla olevien rullien varastointipaikkaa voidaan vaihtaa, jolloin

siirtoketjujakin tulee olla sama määrä kuin jättöpaikkojakin. Lisäksi näistä taulukoista puuttuvat hylsyjen siirtoketjut.

## 4.2. Hehkutus- ja peittauslinjat

Hehkutus- ja peittauslinjat muodostavat perustan kylmävalssaamon prosessille. Jokainen kylmävalssattu rulla käy läpi hehkutus-peittauksen vähintään kerran ennen valmista tuotetta. Tämä myös tarkoittaa, että näiden linjojen kokonaisrullamäärät ovat suuria, vaikka hehkutus- ja peittauslinjoja on yhteensä kylmävalssaamo 1:llä neljä kappaletta. Suuri rullamäärä aiheuttaa myös suuren määrän siirtotehtäviä.

### 4.2.1. Hehkutus- ja peittauslinja 3

Hehkutus- ja peittauslinja 3:a voitaisiin pitää ns. ensimmäisenä linjana kylmävalssaamo 1:llä. Tämän voi havaita hyvin taulukosta kolme, jossa tulevien rullien määrästä valtaosa on kylmävalssaamisen prosessin alusta. Suurin rullamäärä tulee valmistelinjalta 47 %, eli näistä suurin osa on tullut alunperin suoraan kuumavalssaamolta. Yksi tärkeimmistä syistä näin suureen rullamäärään valmistelinjalta on jatkopäiden lisäys valssattaviin rulliin.

Toiseksi eniten rullia, eli lähes 28 %, tulee RAP:ltä. RAP:ltä tulevat rullat saapuvat lavetilla suoraan HP3:sen alkupäähän. Lavettirampilta nosturikuski nostaa rullat suoraan linjaan tai varastoon mikäli kuumavalssaamolta on kuormia tulossa HP3:lle, jolloin lavettiramppien tulee olla tyhjiä, jotta kuumavalssaamolta saadaan rullia pois. Kolmanneksi eniten rullia tulee uudelleen ajoon linjan loppupäästä. Näiden osuus on 24 % luokkaa, ja nämä rullat aiheuttavat yhden siirron vihivaunujärjestelmään. Tässä tapauksessa merkittäväksi tekijäksi nousee HP3:n alkupäässä oleva yksi vihiramppi. Koska käytössä on vain yksi vihiramppi, aiheuttaa se ongelmia niin linjan loppupäässä kuin alkupäässäkin. Loppupään ongelmat syntyvät, kun linjalta on lähdössä paljon rullia pois uudelleen HP3:lle. Yksi vihiramppi ei yksinään pysty vetämään tarpeeksi nopeasti varsinkaan jos vihijärjestelmässä ilmenee samalla ongelmia. Lisäksi HP3:n nosturikuskin rooli on näissä tilanteissa tärkeä. Mikäli nosturikuskillla ei riitä aikaa nostaa vihirampille tulevia rullia välittömästi pois, voi ruuhkaa syntyä alkupään rampeille, ja tämän vuoksi joutuu materiaalsiirronohjaaja kääntämään rullan muualle. Toinen tilannetta entisestään vaikeuttava syy voi olla alkupään rullien tarve muista varastoista, jolloin olisi tärkeintä saada ajo-ohjelmilla olevat rullat ensiksi menemään vihirampille, jolloin muut siirtotehtävät on pakko kääntää muualle. Tällaisissa tapauksissa olisi hyvä käyttää apuna HP1:sen ja HP2:sen alkupään vihiramppeja sekä siirtovaunua, jolla voitaisiin helpottaa syntyvää pattitilannetta.

Kuumavalssaamolta tulevien rullien määrä on huomattava verrattuna kylmävalssaamon sisäiseen liikenteeseen. Kuumavalssaamolta tulevien rullien määrä 10 755 kpl, mikä aiheuttaa nosturi 25:lle kaksinkertaisen määrän nostotehtäviä. Nämä määrät on kuitenkin huomioitu yhteenvedossa, kuten myös lavettiliikenteen määrä.



Taulukko 3. HP3:lle tulevien rullien tehtävämäärät

Tulevat rullat HP3											
Linja	/kpl	Vihi	/kpl	Varasto	Nost.	/kpl	Vihi	/kpl	Varasto	Nost.	/kpl
HIO	1			HIOETU	23	2	RVV	1			
SZ3	3						RVV	3	HP3AP1	25	6
VV1	1				23	1	RVV	1	HP3AP1	25	2
HA1	2	TVV	2	BCAUT	ASN17	4	RVV	2	HP3AP1	25	4
VA1	2002				18	2002	RVV	2002	HP3AP1	25	4004
HP1	77						RVV	77	HP3AP1	25	154
HP2	4						RVV	4	HP3AP1	25	8
HP3	1009						RVV	1009	HP3AP1	25	2018
RAP	1177								HP3AP1	25	2354
<b>YHT.</b>	<b>4276</b>		<b>2</b>			<b>2009</b>		<b>3099</b>			<b>8550</b>

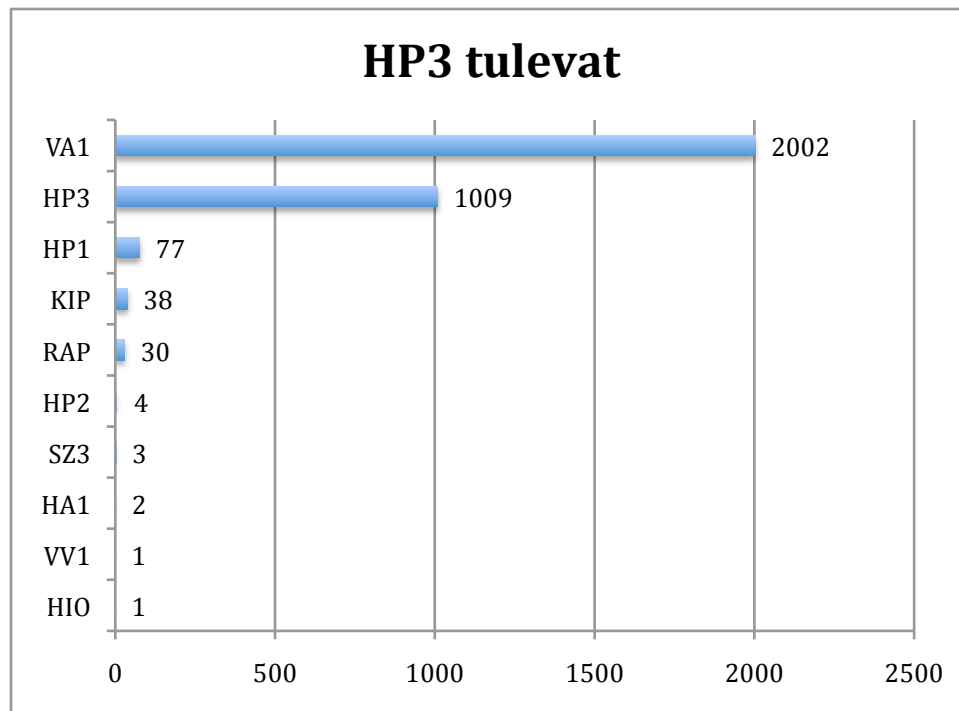
Kaikkien tehtävien määrä HP3:lle tulevien rullien osalta nousee yhteensä 35 170 kappaleeseen. Tässä luvussa ovat mukana myös kuumavalssaamolta tulevien rullien aiheuttamat tehtävät. Kylmävalssaamon sisäisiä siirtotehtäviä on yhteensä 13 660 kpl, joista nosturitehtäviä on yhteensä 10 555 kpl (taulukko 4). Nosturitehtävistä suurin osa, 8550 kpl, tulee nosturi 25:n hoidettavaksi. Lisäksi nosturille 18 tulee 2 002 kpl nostotehtävää, jotka aiheutuvat suurimmaksi osaksi VA1-linjalta lähtevistä rullista.

Vihivaunutehtävien määrä suhteutettuna kokonaisrullamäärään oli 72 prosentin luokkaa. On kuitenkin muistettava kuumavalssaamolta tulevat rullat, jolloin vihivaunutehtävien määrä suhteessa rullamäärään putoaa huomattavasti. Tällöin suhteutettuna kokonaisrullamäärään siirtomäärä on vain 21 % paikkeilla.

Taulukko 4. Kaikki materiaalsiirtotehtävät HP3:lle tuleville rullille

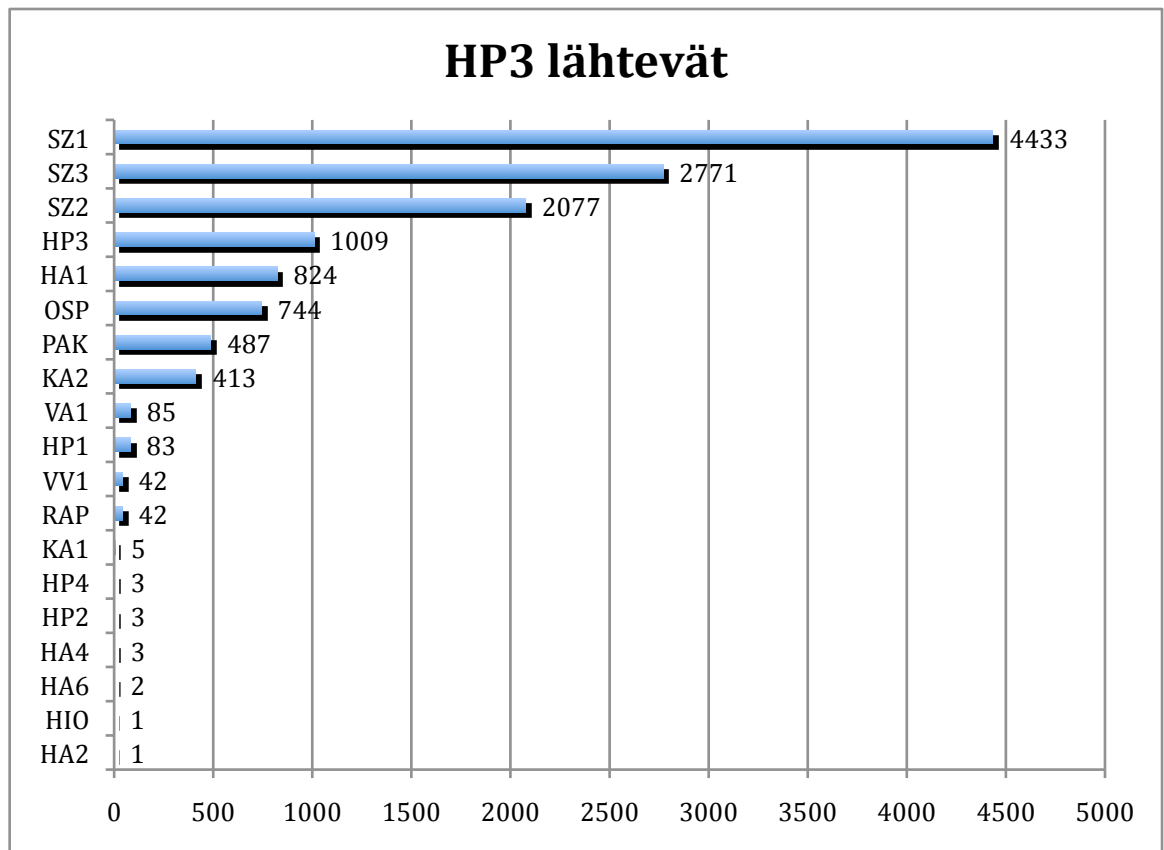
Tehtävämäärät yhteensä HP3	
Man. Nost.	kpl
25	8550
23	3
18	2002
<b>yht.</b>	<b>10555</b>
Aut. Nost.	
ASN17	4
Vihi	
RVV	3099
TVV	2
<b>yht.</b>	<b>3101</b>
<b>Kaikki yht.</b>	<b>13660</b>

Hekutus- ja peittäuslinja 3:lle rullat tulevat pääsääntöisesti VA1- ja HP3-linjalta (kuva 1). Kuvassa kuusi näkyy myös KIPA:lta tulleet rullat. Näitä rullia ei ole kuitenkaan huomioitu missään muualla, koska KIPA ei ole ollut tarkastelulla aikajaksolla käytössä koko aikaa vaan muutaman kuukauden. Kuvassa kuusi esiteltiin diagrammiin on kuitenkin kierrätys- ja paloittelulinjalta tulleet rullat jätetty havainnollistamaan, kuinka sieltä tulleet rullamäärät voivat nousta suhteellisen merkittäväksi osaksi HP3:lle tulevissa rullissa.



Kuva 1. HP3-linjalle tulevat rullat

HP3:lta lähtevistä rullista suurin osa menee SZ-linjoille (kuva 2). SZ1-linjalle rullista menee 34 prosenttia eli 4 433 kappaletta. Seuraavaksi eniten rullia lähtee SZ3-linjalle, 2 771 kpl ja SZ2-linjalle, 2 077 kpl. Linjalta suoraan OSP:iin menevien rullien määrä 744 kappaletta, on melko huomattava HP-linjalta. OSP:iin menevien rullien määrä kokonaismäärästä on 5,7 %. Suoraan pakkaukseen menevien rullien määrä on myös huomattava HP3:lta. Näitä PAK-työvaiheella olevia rullia HP3:lta tulee ulos 487 kappaletta. Nämä rullat tulevat rullavihivaunulla BCAUT-varastoon, josta rullat tilataan tarvittaessa pakkaukseen. Varastosta pois lähtiessään rullavihivaunu hakee rullan ja vie sen KN1-vihirampille, joka toimii ns. väliramppina. Tämä menettely johtuu tuurnavaunuista, koska ne eivät hae rullaa BCAUT:sta suoraan. KN1-rampilta tuurnavihivaunu hakee rullan ja vie sen vaakapakkaukseen. Myös käsipakkaukseen voi mennä osa rullista ja silloin rullavihivaunu voi hakea rullan suoraan BCAUT:sta, sekä toimittaa rullan suoraan käsipakkaajille. PAK-työvaiheella olevia rullia ei otettu huomioon linjakohtaisessa tarkastelussa niiden vähäisen määrän ja vääristävän vaikutuksen vuoksi. HP3-linjan tapauksessa kuitenkin määrä oli melko huomattava, joten se oli hyvä käsitellä tässä yhteydessä. Linjakohtaisessa yhteenvedossa tämä on kuitenkin huomioitu, sekä MAKUVA:lta on kerätty erikseen tarkempaa dataa mm. pakkaukseen menevien rullien osalta.



Kuva 2. HP3-linjalta lähtevät rullat

### 4.3. Sendzimir-valssaimet

Sendzimir-valssaimia kylmävalssaamalla on kolme kappaletta. Näillä linjoilla materiaalivirta on suurimmaksi osaksi HP-linjoilta HP-linjoille. Linjoilta tulee rullia ulos melko nopealla tahdilla mikäli kaikki menee ongelmitta. Tästä johtuen materiaalsiirron on pelattava hyvin, jottei linjojen tuotanto kärsi materiaalsiirron vuoksi. Materiaalsiirron kannalta SZ-linjat ovat ns. pullonkaulalinjoja, jolle materiaalia tulisi saada joustavasti sisään ja ulos.

#### 4.3.1. Sendzimir 3

Sendzimir 3:lle tulevat rullat saapuvat kaikki ennen linjaan menoa SZ3AUT-varastoon. Eniten rullia tulee HP3:lta, 2 771 kappaletta (taulukko 5). Tämä on 53 % kaikista tulevista rullista. HP3:lta tulevien rullien osalta ongelmia aiheuttaa SZ3-automaattivaraston täyttöaste, kun usein HP3:lta tulee samaa leveyttä useita rullia kerrallaan, saattaa varasto täytyä nopeasti. Tämä taas aiheuttaa sen, että HP3:lta tulevia SZ3:n rullia aletaan kääntää muualle varastoitavaksi, jolloin syntyy ns. turhia siirtoja. Lisäksi on muistettava, että aikaisemmin muualle käännettyjä rullia olisi myös saatava menemään varastoon mikäli linja tarvitsee ne ajoon.

Toiseksi eniten rullia tulee RAP-linjalta, 1 395 kappaletta, määrän ollessa 26,6 % kaikista rullista. Nämä rullat saapuvat nykyisin lavetilla HP4:n varastoon. HP4:n vihirampit ruuhkautuvat ajoittain, koska liikennettä on sisälle ja ulospäin, eikä kaksi vihiramppia kerkeä kunnolla palvelemaan parhaalla mahdollisella tavalla. Siksi joissakin tapauksissa SZ3:n rullia toimitetaan lavetilla HP1:n lavettirampille. Jos RAP:ltä tulevilla SZ3:n rullilla on kiire ajoon, on nopein vaihtoehto toimittaa rullat suoraan HP1:lle, josta ne lähetetään vihivaunuilla SZ3:lle. Tämä on kuitenkin siinä vaiheessa jo myöhäistä, jos rullat ovat tulleet jo HP4:n lavettirampille. Käytännössä on myös lähetetty rampille jo tulleet SZ3:n rullat lavetilla HP1:lle, koska rullilla oli jo kiire linjalle ja nosturin kenttälogiikassa oli ongelmia, eikä nosturi näin ollen suostunut hakemaan rullia lavettirampilta.

Taulukko 5. SZ3:lle tulevien rullien tehtävämäärät

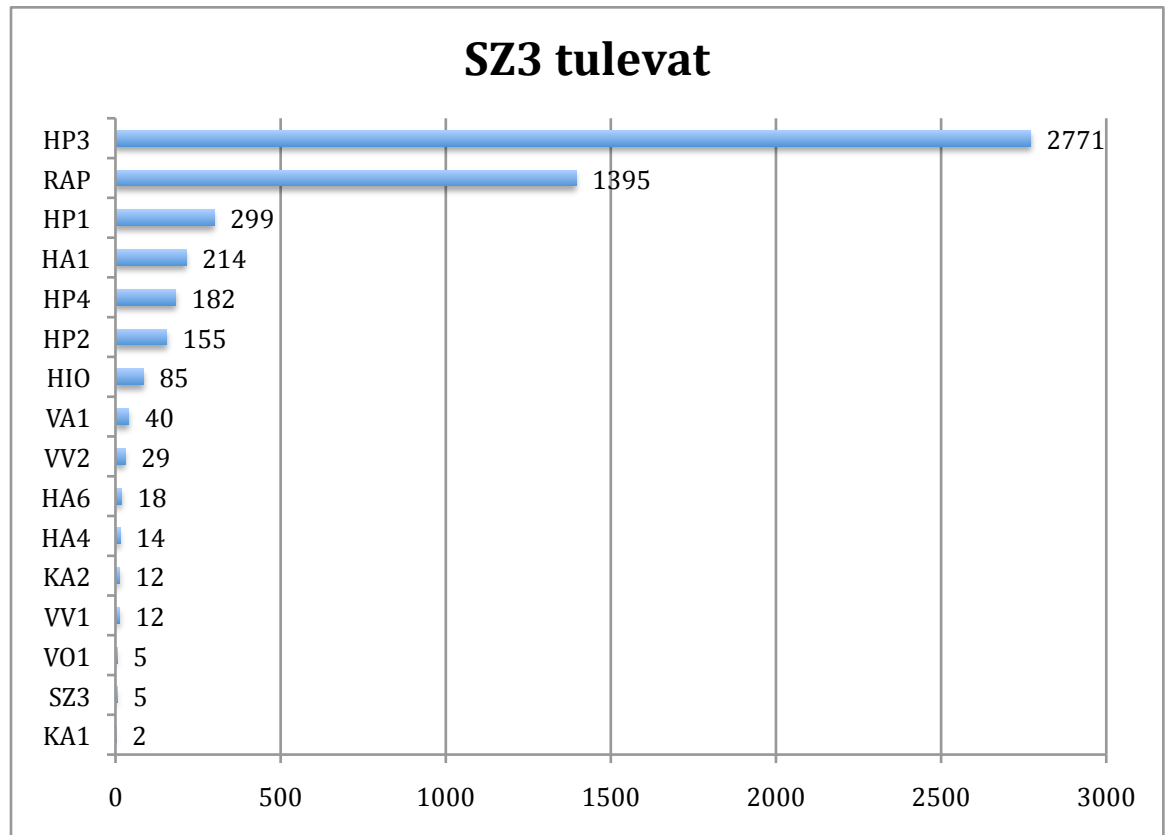
Tulevat rullat SZ3											
Linja	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl
HIO	85				23	85	RVV	85	SZ3AUT	ASN11	170
SZ3	5						RVV	5	SZ3AUT	ASN11	10
VO1	5						RVV	5	SZ3AUT	ASN11	10
VV1	12				23	12	RVV	12	SZ3AUT	ASN11	24
VV2	29			FGAUT	ASN16	58	RVV	29	SZ3AUT	ASN11	58
HA1	214	TVV	214	BCAUT	ASN17	428	RVV	214	SZ3AUT	ASN11	428
HA4	14	TVV	14	BCAUT	ASN17	28	RVV	14	SZ3AUT	ASN11	28
KA1	2	TVV	2	BCAUT	ASN17	4	RVV	2	SZ3AUT	ASN11	4
HA6	18						RVV	18	SZ3AUT	ASN11	36
KA2	12	TVV	12	BCAUT	ASN17	24	RVV	12	SZ3AUT	ASN11	24
VA1	40				18	80	RVV	40	SZ3AUT	ASN11	80
HP1	299						RVV	299	SZ3AUT	ASN11	598
HP2	155						RVV	155	SZ3AUT	ASN11	310
HP3	2771						RVV	2771	SZ3AUT	ASN11	5542
HP4	182						RVV	182	SZ3AUT	ASN11	364
RAP	1395			HP4AUT	ASN12	2790	RVV	1395	SZ3AUT	ASN11	2790
<b>YHT.</b>	<b>5238</b>		<b>242</b>			<b>3509</b>		<b>5238</b>			<b>10476</b>

Kaikkia SZ3:lle tulevien rullien aiheuttamia tehtäviä tarkastellessa huomataan manuaalisten siirtojen vähäisyys, joita on vain 177 kappaletta (taulukko 6). Automatisoituja siirtoja on näin ollen 19 288 kpl, eli 99 prosenttia kaikista siirroista. Automaattinostureista kovimmalle joutuu SZ3-varastossa oleva ASN11-nosturi, joka hoitaa 75,8 % kaikista automaattinosturitehtävistä. Automaattinostureiden osuus kaikista siirroista oli 71 %. Vihivaunujen osalta siirtoja tuli yhteensä 5 480 kpl, joista rullavihivaunujen osuus on 95,5 %. Vihivaunutehtävien määrä suhteutettuna kokonaisrullamäärään oli 104,6 prosenttia.

Taulukko 6. Kaikki materiaalsiirtotehtävät SZ3:lle tuleville rullille

<b>Tehtävämäärät yhteensä SZ3</b>	
<b>Man. Nost.</b>	
23	97
18	80
<b>yht.</b>	<b>177</b>
<b>Aut. Nost.</b>	
ASN17	488
ASN16	58
ASN12	2790
ASN11	10476
<b>yht.</b>	<b>13812</b>
<b>Vihi</b>	
RVV	5238
TVV	242
<b>yht.</b>	<b>5480</b>
<b>yht.</b>	<b>19465</b>

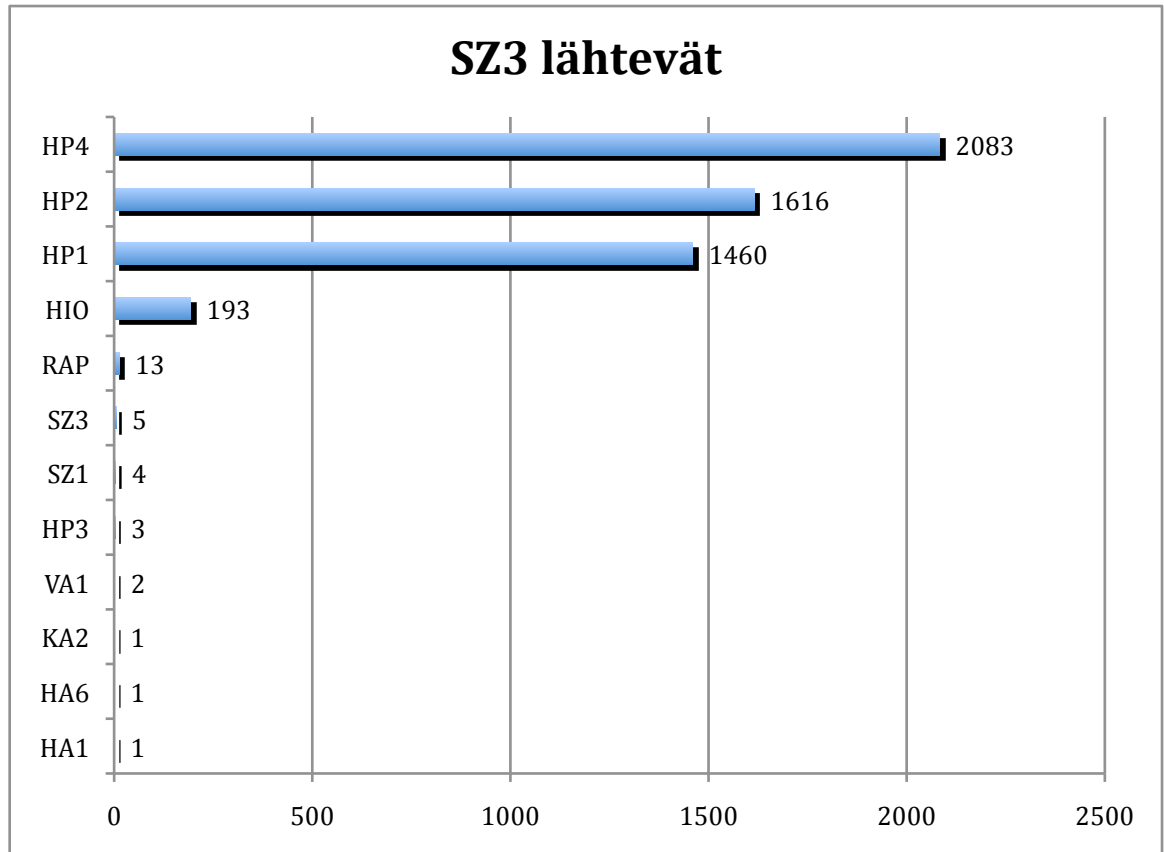
SZ3:lle rullat tulevat pääasiassa HP-linjoilta. Merkillepantavaa on HA1-linjalta tulevat rullat, joita on 214 kappaletta (kuva 3). Nämä ovat ilmeisesti menneet uudelleen kelattavaksi HA1-linjalle, jotta ne voitaisiin ajaa SZ3:lla.



Kuva 3. SZ3 linjalle tulevat rullat

Lähtevien rullien osaltakin käy samalla tavalla kuin SZ1- ja SZ2-linjoilla. Näistä suurin osa menee HP4-, HP2- ja HP1-linjalle 95,8 % osuudella kaikista lähtevistä rullista (kuva

4). Eniten rullia menee HP4:lle, 2 083 kpl. Toisena tulee HP2, jolle rullia siirtyy 1 616 kappaletta ja kolmantena HP1, johon rullia menee yhteensä 1 460 kpl. Siirrot tapahtuvat jälleen rullaviivaunulla näiden linjojen varastoihin. Lisäksi hiontaan menee 193 rullaa, joka on kohtuullisen iso määrä muihin jäljelle jääville linjoille meneviin rulliin verrattaessa.



Kuva 4. SZ3-linjalta lähtevät rullat

#### 4.4. Halkaisu- ja katkaisulinjat

Halkaisu- ja katkaisulinjat muodostavat kylmävalssaamon loppupään linjaryppään, jossa tapahtuu tuotteiden viimeistely ja tuotteen saattaminen asiakkaan haluamaan lopulliseen muotoon. Kylmävalssaamolla on neljä halkaisu- ja kolme katkaisulinjaa.

Halkaisu- ja katkaisulinjoilla on lähtevien rullien osalta muistettava, että suurin osa rullista menee pakkaukseen, joten linjaan menevien rullien määrä on huomattavasti suurempi kuin sieltä pois lähtevien. Linjakohtaisessa tarkastelussa ei ole mukana näitä rullia, koska pakkaukseen menevien rullien määriä ei aineistossa ollut. Nämä rullat on kuitenkin huomioitu yhteenvedossa ja näillä lähtevillä rullilla on erityisen tärkeä vaikutus tuurnaavaunutehtäville, koska näiltä linjoilta nämä rullat lähtevät pois juuri tuurnaavaunuilla.

#### 4.4.1. Halkaisu 1

Halkaisulinja 1:lle tulevien rullien yhteismäärä on 2 320 kpl (taulukko 7). Näistä 1 111 kappaletta tulee RAP-linjalta, mikä on 47,8 prosenttia kaikista HA1:lle tulevista rullista. RAP:ltä tulevat rullat lähettää RAP:n materiaalsiirronvalvoja, sekä yleensä linjat soittavat RAP:lle, kun ne huomaavat, että heidän tarvitsemansa rulla on vielä RAP:n korkeavarastossa. Rullat tulevat RAP:lta lavetilla OSPAUT-varastoon L-rampille, josta ASN13-nosturi nostaa rullat ensin varastoon. Tämän jälkeen linjat tilaavat rullat, jolloin nosturilogiikalle saapuu nostotehtävä ja jompikumpi automaattinostureista ASN13 tai ASN16 toimittaa rullan vihirampille. Materiaalsiirronkartassa on hyvin esitelty FGAUT:n vihiramppien sijainti, sekä niiden toimintasuunnat. Nosturin toimitettua rullan vihirampille valikoituu tehtävälle vihivaunu, joka toimittaa rullan halkaisu1:lle.

Toiseksi eniten rullia HA1:lle tulee HP3-linjalta, 824 kappaletta. Tämä määrä on 35,5 prosenttia kaikista tulevista rullista. HP3:n tapauksessa rullat tulevat linjalta rullavihivaunulla BCAUT-varastoon. Ajoon tullessa rullat tilataan linjanmiehistön toimesta, jolloin nosturi ASN17 nostaa rullan vihirampille, jolta rullavihivaunu hakee sen ja toimittaa halkaisulinjan sisäänmenorampille.

Taulukko 7. HA1:lle tulevien rullien tehtävämäärät

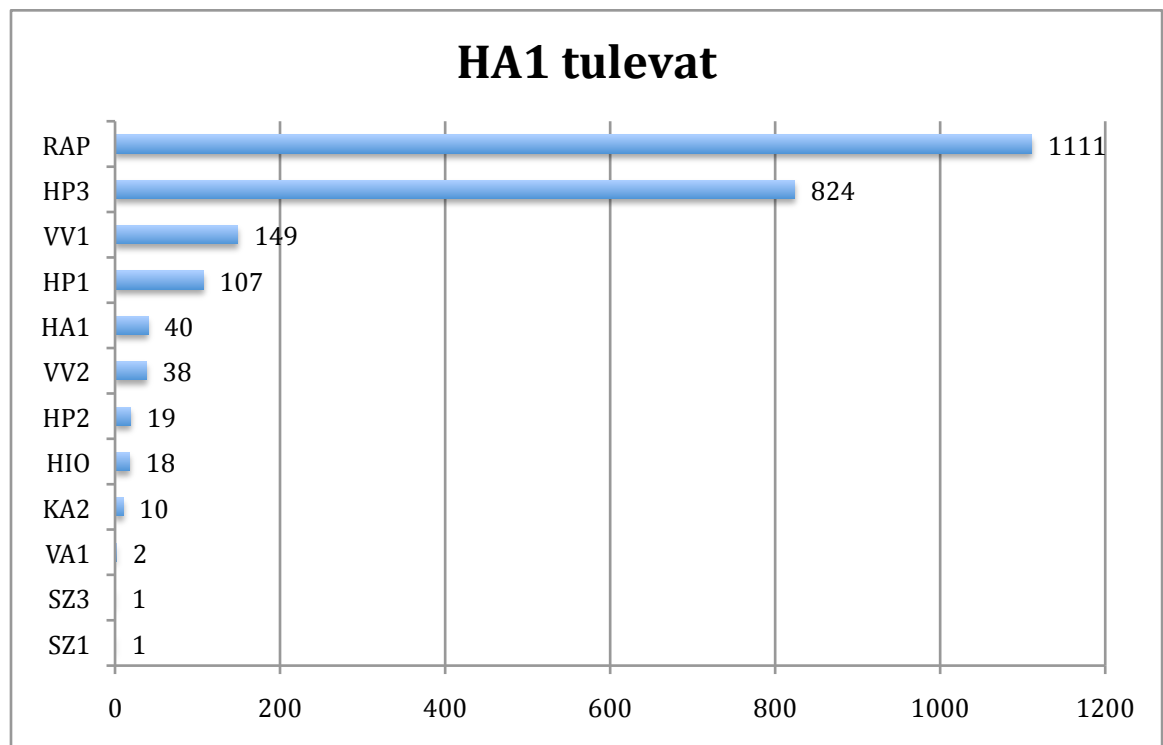
Tulevat rullat HA1								
Linja	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl	Vihi	kpl
HIO	18				23	34	RVV	18
SZ1	1	RVV	1		10	1		
SZ3	1	RVV	1		10	1		
VV1	149				10	298		
VV2	38			FGAUT	ASN16	76	RVV	38
HA1	40	TVV	40	BCAUT	ASN17	80	RVV	40
KA2	10	RVV	10	BCAUT	ASN17	20	RVV	10
VA1	2				18	2	RVV	2
HP1	107	RVV	107	BCAUT	ASN17	214	RVV	107
HP2	19	RVV	19	BCAUT	ASN17	38	RVV	19
HP3	824	RVV	824	BCAUT	ASN17	1648	RVV	824
RAP	1111			FGAUT	ASN16	2222	RVV	1111
<b>YHT.</b>	<b>2320</b>		<b>1002</b>			<b>4469</b>		<b>2169</b>

Tulevat rullat halkaisu1:lle aiheuttavat yhteensä 7 978 tehtävää, joista valtaosa 56 prosentin osuudella on automaattinosturin tehtäviä (taulukko 8). Nämä tehtävät jakautuvat tasaisesti BCAUT:n ja FGAUT:n nostureiden välillä. Vihivaunutehtävien määrä suhteutettuna kokonaisrullamäärään oli 136,7 prosenttia. Tästä on hyvin havaittavissa, kuinka paljon vihivaunulla varastoon ja sieltä pois tehdyt siirrot nostavat vihivaunujen käyttöastetta suhteutettuna juuri kokonaisrullamääriin. Luku on huomattava, kun otetaan huomioon, että pelkästään RAP5:ltä tulleet rullat ovat lähes 50 % koko rullamäärästä. Näistä RAP5:ltä tulleista rullista aiheutuu yksi vihitehtävä yhtä rullaa kohden.

Taulukko 8. Kaikki materiaalsiirtotehtävät HA1:lle tuleville rullille

<b>Tehtävämäärät yhteensä HA1</b>	
<b>Man. Nost.</b>	
23	34
18	2
10	300
<b>yht.</b>	<b>338</b>
<b>Aut. Nost.</b>	
ASN17	2171
ASN16	2298
<b>yht.</b>	<b>4469</b>
<b>Vihi</b>	
RVV	2917
TVV	40
<b>yht.</b>	<b>3171</b>
<b>Kaikki yht.</b>	<b>7978</b>

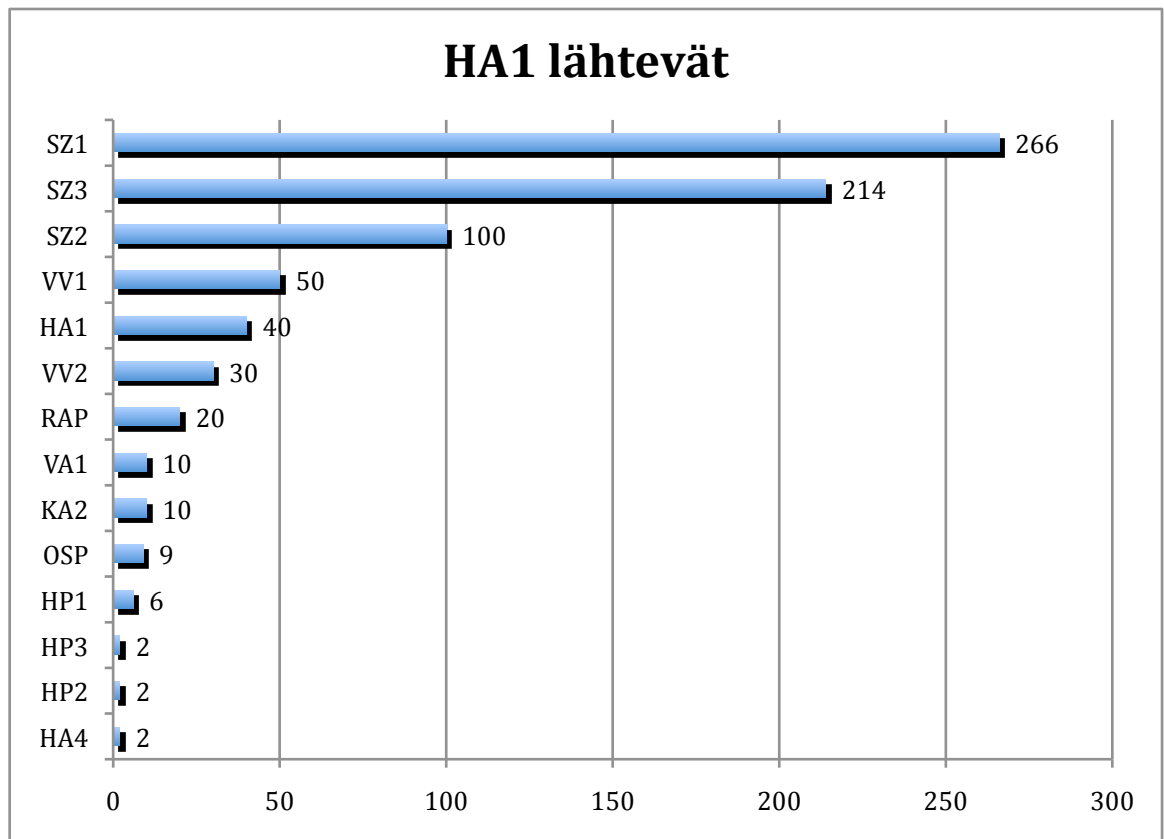
Kuva 16 havainnollistaa hyvin, kuinka linjalle tulevista rullista valtaosa, 83,4 prosenttia tulee RAP:ltä ja HP3:lta.



Kuva 5. HA1 linjalle tulevat rullat

Lähtevien rullien kokonaismäärä HA1:ltä on 761 kappaletta. SZ-linjoille lähtee suurin osa näistä rullista, joiden osuus kokonaismäärästä on 76,2 prosenttia (kuva 5). Pakattavaksi menevien rullien määrä on 1 559 kpl.





Kuva 6. HA1-linjalta lähtevät rullat

#### 4.4.2. Katkaisu 1

Katkaisulinja 1:lle tulevien rullien määrä on 790 (taulukko 9). Näistä rullista eniten tulee RAP-, hionta- ja viimeistelyvalssainlinjoilta, kuten nähdään taulukosta 24. Nämä linjat muodostavat 91,3 prosenttia kaikista rullista, joita halkaisu 1 -linjalle tulee. VV1:ltä lähtevien rullien osalta siirrot tapahtuvat seuraavasti. Nosturi 10 lähettää rullat vihivaunulla VV1:ltä BCAUT-varastoon, jossa ASN17-nosturille aiheutuu kaksinkertainen tehtävämäärä. Lopuksi rullat toimitetaan linjalle rullavihivaunulla.

Taulukko 9. KA1:lle tulevien rullien tehtävämäärät

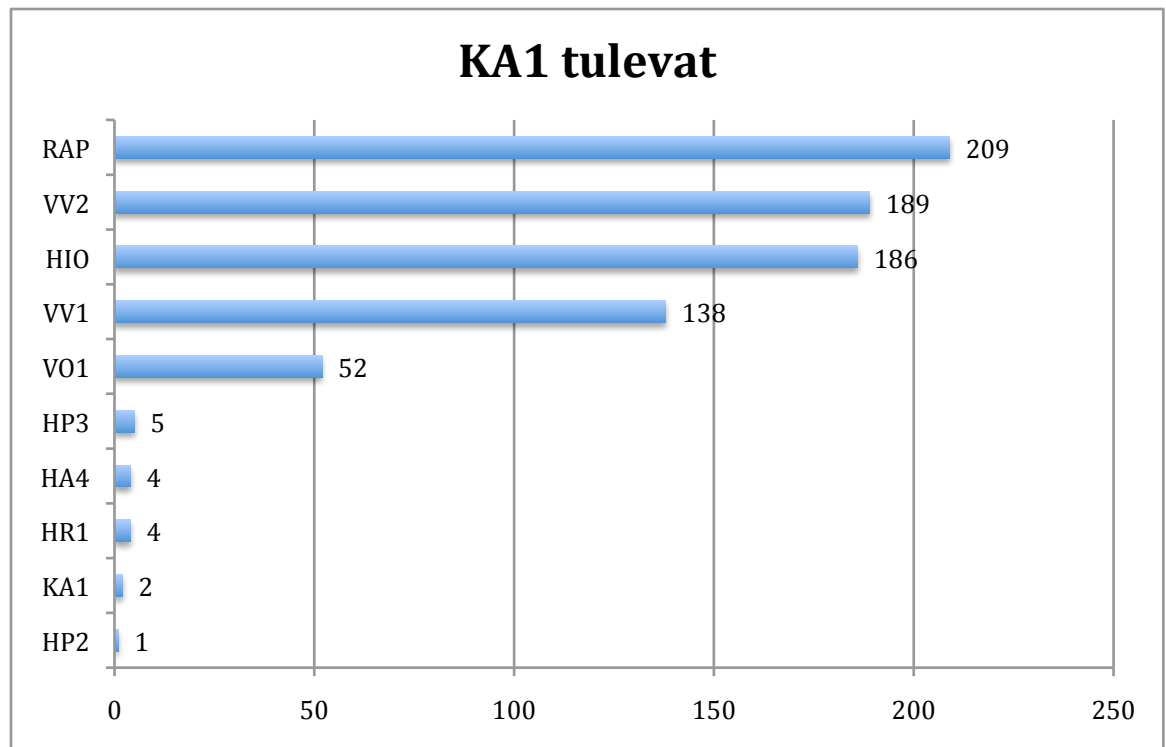
Tulevat rullat KA1										
Linja	kpl	Nost.	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl	Vihi	kpl
HIO	186	23	186	RVV	186	BCAUT	ASN17	372	RVV	186
HR1	4			RVV	4	BCAUT	ASN17	8	RVV	4
VO1	52			RVV	52	BCAUT	ASN17	104	RVV	52
VV1	138	10	138	RVV	138	BCAUT	ASN17	276	RVV	138
VV2	189					FGAUT	ASN16	378	RVV	189
HA4	4			TVV	4	BCAUT	ASN17	8	RVV	4
KA1	2						10	2		
HP2	1			RVV	1	BCAUT	ASN17	2	RVV	1
HP3	5			RVV	5	BCAUT	ASN17	10	RVV	5
RAP	209					OSPAUT	ASN16	418	RVV	209
<b>YHT.</b>	<b>790</b>		<b>324</b>		<b>204</b>			<b>1578</b>		<b>788</b>

Kaikkien tehtävien yhteismäärä oli 2 896 kpl (taulukko 10). Näistä 326 oli manuaalinostureiden tekemiä ja automaattinostureille tehtäviä tuli 1 578 kpl. Automaattinostureiden osalta tehtävämäärä jakautuivat tasaisesti FGAUT- ja BCAUT-varastoiden kesken. Vihivaunuille tehtäviä kertyi 992 kpl, joista valtaosa oli rullavihivaunujen tekemiä, kun tuurnavaunuille kertyi vain 4 kappaletta. Katkaisu 1:lla vihivaunu tehtävienmäärä suhteutettuna kokonaisrullamäärään oli 125,5 prosenttia.

Taulukko 10. Kaikki materiaalsiirtotehtävät KA1:lle tuleville rullille

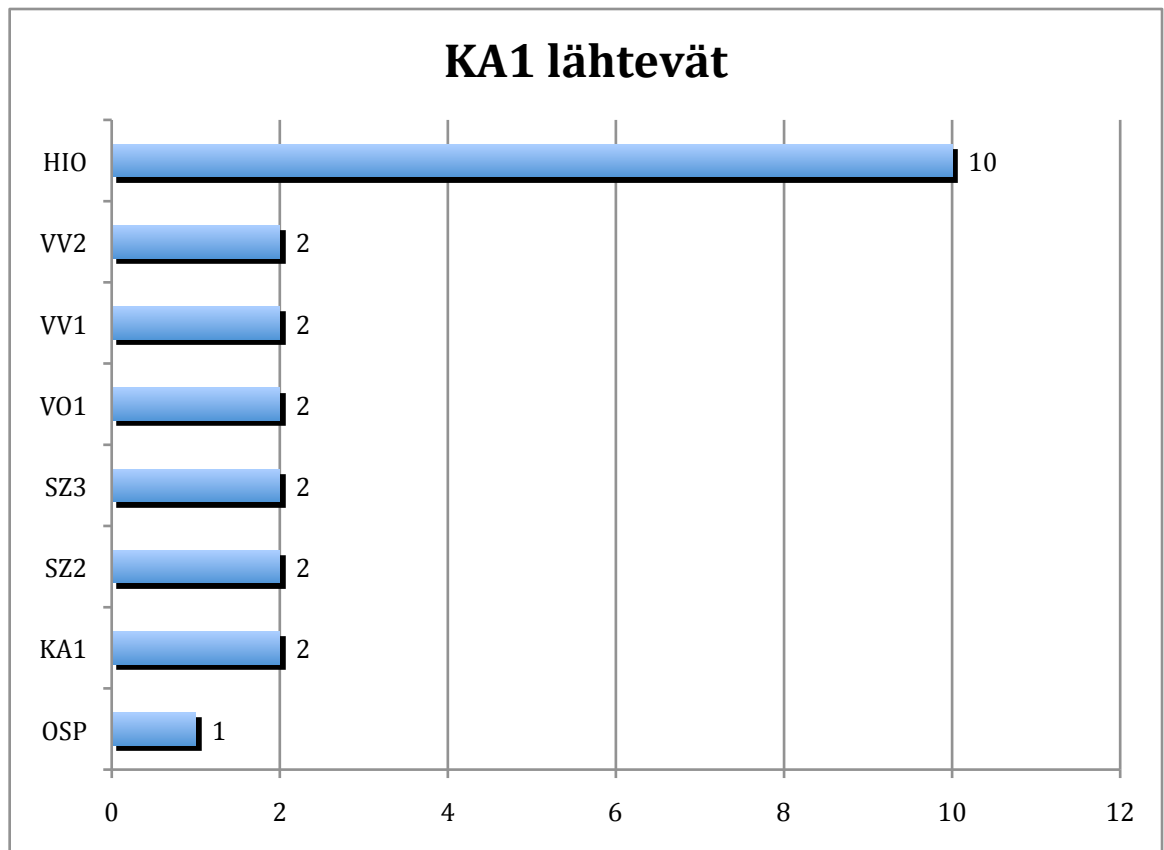
Tehtävämäärät yhteensä KA1	
Man. Nost.	
23	186
10	140
yht.	326
Aut. Nost.	
ASN17	782
ASN16	796
yht.	1578
Vihi	
RVV	988
TVV	4
yht.	992
<b>Kaikki yht.</b>	<b>2896</b>

Kuvasta 7 nähdään hyvin, kuinka valtaosa tulevien rullien materiaalivirroista jakautuu kahdesta paikkaa KA1:lle. RAP:n ja VV2:n rullat tulevat FGAUT-varastosta ja hionta-, VV1- ja VO1-linjojen rullat tulevat BCAUT-varastosta.



Kuva 7. KA1-linjalle tulevat rullat

Katkaisu 1:ltä lähtevistä rullista suurin osa menee suoraan levynpakkaukseen, mikä selittää vähäisen rullamäärän muille linjoille (kuva 8). Pakattavaksi menevien rullien määrä oli 767 kappaletta. Hiontaan takaisin menevät rullat lähtee rullavihivaunulla pois ja varastoidaan nosturi 23:n avustuksella HIOETU-varastoon.



Kuva 8. KA1-linjalta lähtevät rullat

#### 4.5. Viimeistelyvalssain 2

Viimeistelyvalssaimelle 2 tulevien rullien yhteismäärä on 11 713 kpl (taulukko 11). Näistä suurin osa tulee HP4- ja HP2-linjalta. Näiden rullien osuus on 75,3 prosenttia kaikista rullista. Nämä rullat saapuvat VV2AUT-varastoon suoraan linjojen vihirampeilta. Muut merkittävät linjat tulevien rullien osalta ovat HP1 ja VV1. Näiden osuus kaikista tulevista rullista on 21,4 prosenttia. Yhdessä nämä HP-linjat ja VV1-linja muodostavat 96,8 prosenttia kaikista tulevista rullista viimeistelyvalssaimella 2.

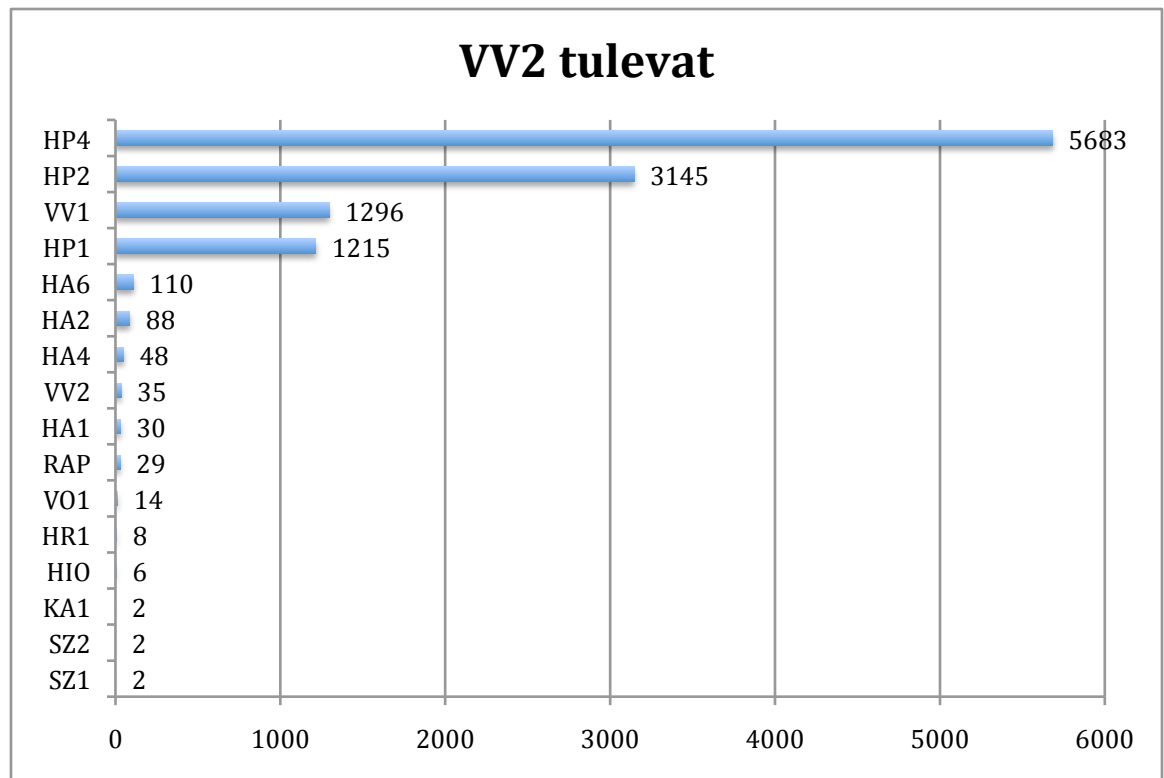
Taulukko 11. VV2:lle tulevien rullien tehtävämäärät

Tulevat rullat VV2											
Linja	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl	Vihi	kpl	Varasto	Nost.	kpl
HIO	6				23	6	RVV	6	VV2AUT	ASN16	12
HR1	8						RVV	8	VV2AUT	ASN16	16
SZ1	2						RVV	2	VV2AUT	ASN16	4
SZ2	2						RVV	2	VV2AUT	ASN16	4
VO1	14						RVV	14	VV2AUT	ASN16	28
VV1	1296				10	1296	RVV	1296	VV2AUT	ASN16	2592
VV2	35			FGAUT	ASN16	70	RVV	35	VV2AUT	ASN16	70
HA1	30	TVV	30	BCAUT	ASN17	60	RVV	30	VV2AUT	ASN16	60
HA4	48	TVV	48	BCAUT	ASN17	96	RVV	48	VV2AUT	ASN16	96
HA2	88	RVV	88	BCAUT	ASN17	176	RVV	88	VV2AUT	ASN16	176
KA1	2	TVV	2	BCAUT	ASN17	4	RVV	2	VV2AUT	ASN16	4
HA6	110				ASN22	110	RVV	110	VV2AUT	ASN16	220
HP1	1215						RVV	1215	VV2AUT	ASN16	2430
HP2	3145						RVV	3145	VV2AUT	ASN16	6290
HP4	5683						RVV	5683	VV2AUT	ASN16	11366
RAP	29			OSPAUT	ASN16	58	RVV	29	VV2AUT	ASN16	58
<b>YHT.</b>	<b>11713</b>		<b>168</b>			<b>1708</b>		<b>11713</b>			<b>23426</b>

Tehtävämääriä tarkastellessa nähdään VV2-linjan aiheuttavan eniten tehtäviä FGAUT:n nostureille. Näiden tehtävien määrä nousee 23 554 kappaleeseen, jonka selittää VV2-linjan toiminta, sekä linjaan menevät että myös linjasta pois lähtevät rullat hoidetaan automaattinostureiden avulla. Yhteensä nostureiden tehtävämäärä oli 25 134 kappaletta (taulukko 12). Vihivaunujen tehtävämäärä oli 11 881 kpl. Näistä tuurnavaunutehtäviä oli 80 kpl, loput olivat rullavihivaunuilla suoritettuja tehtäviä. Vihivaunutehtävien määrä suhteutettuna kokonaisrullamäärään oli 101,4 prosenttia.

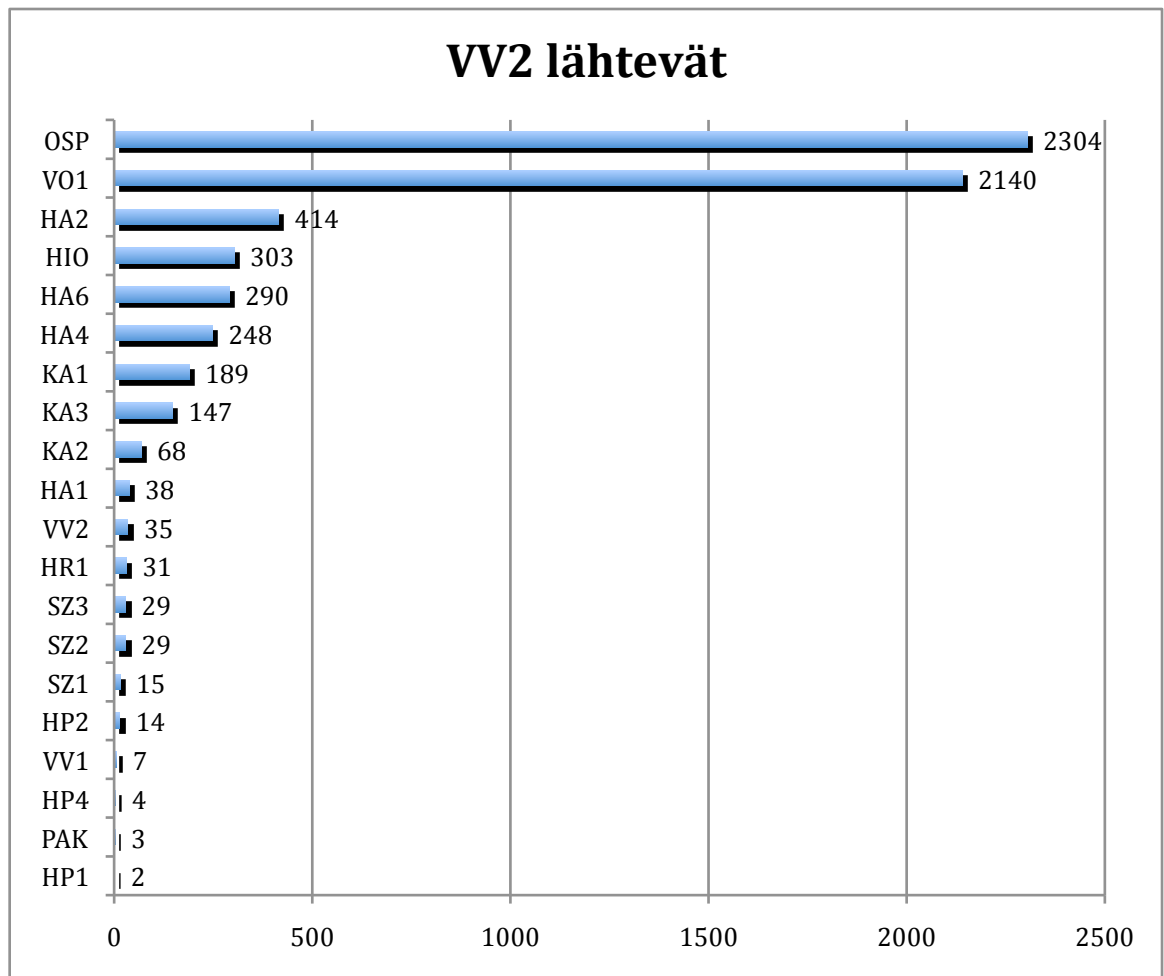
Taulukko 12. Kaikki materiaalisiirtotehtävät VV2:lle tuleville rullille

Tehtävämäärät yhteensä VV2	
Man. Nost.	
23	6
10	1296
yht.	1302
Aut. Nost.	
ASN17	168
ASN16	23554
ASN22	110
yht.	23832
Vihi	
RVV	11801
TVV	80
yht.	11881
<b>Kaikki yht.</b>	<b>37015</b>



Kuva 9. VV2-linjalle tulevat rullat

VV2:lta 70 prosenttia rullista lähtee OSP:iin ja venytysoikaisulinjalle (kuva 10). OSP:iin lähtevät rullat, 2 304 kpl, siirtyvät linjan lähtörampilta suoraan ASN16-automaattinosturilla FGAUT-varastoon. Seuraavaksi rulla menee käärintään ja käärinnästä rulla siirtyy OSPAUT-varastoon odottamaan laivausta. VO1:n rullien osalta siirto tapahtuu linjasta FGAUT-varastoon, mistä ne nostetaan FGAUT:n vihirampille linjan niitä tilatessa. Vihivaunu toimittaa lopulta rullan VO1-linjalle. Muidenkin jäljelle jäävien käsittelylinjojen osalta tilanne on samanlainen. Ainoa poikkeus on PAK-työvaiheella olevat rullat, jotka tulee ensin toimittaa rullavihivaunulla KN1-rampille, jonka jälkeen tuurnavihivaunu toimittaa rullan pakkaukseen.



Kuva 10. VV2-linjalta lähtevät rullat

#### 4.6. RAP5

Aikaisemmin työssä esiteltiin RAP5-linja, jossa perehdyttiin linjan yhteydessä olevaan korkeavarastoon sekä RAP5:n materiaalisiirronvalvojan työhön. Tässä yhteydessä tarkastellaan tarkemmin, kuinka paljon erinäköisiä siirtotehtäviä RAP5-linja aiheuttaa. RAP-linjan linjakohtainen tarkastelu eroaa hieman muista tarkastelluista linjoista, koska linjan yhteydessä toimii oma korkeavarasto.

RAP:lle tulevat rullat saapuvat lähes yksinomaan kuumavalssaamolta. Kuumavalssaamolta tulleiden rullien määrä oli 19 285 kpl (taulukko 13). Seuraavaksi kuitenkin esitellään kylmävalssaamolta 1:ltä tulevien rullien kulku RAP-linjalle. Eniten rullia tulee VA1-linjalta 994 kpl, joka vastaa 90 prosenttia kaikista rullista, jotka tulevat KYVA1:ltä. Nämä rullat aiheuttavat kaksinkertaisen määrän nostotehtäviä nosturille 18, kun rulla nostetaan linjasta pois ja uudelleen, kun rulla nostetaan varastosta lavettirampille niitä lähetettäessä RAP:lle.

Taulukko 13. RAP:lle tulevien rullien tehtävämäärät

Tulevat rullat RAP										
Linja	kpl	Vihi	kpl	Nost.	kpl	Vihi	kpl	Varasto Nost.	kpl	
HIO	7			23	7	RVV	7	HP1AP1	18	14
SZ3	13	RVV	13			RVV	13	HP1AP1	18	26
HA1	20	TVV	20	ASN17	40	RVV	20	HP1AP1	18	40
HA4	6					RVV	0	HP1AP1	18	12
HA6	4			ASN22	8	RVV	4	HP1AP1	18	8
VA1	994							HP1AP1	18	1988
HP1	12					RVV	12	HP1AP1	18	24
HP2	5					RVV	5	HP1AP1	18	10
HP3	42					RVV	42	HP1AP1	18	84
HP4	1					RVV	1	HP1AP1	18	2
<b>YHT.</b>	<b>1104</b>		<b>33</b>		<b>8</b>		<b>60</b>			<b>2208</b>

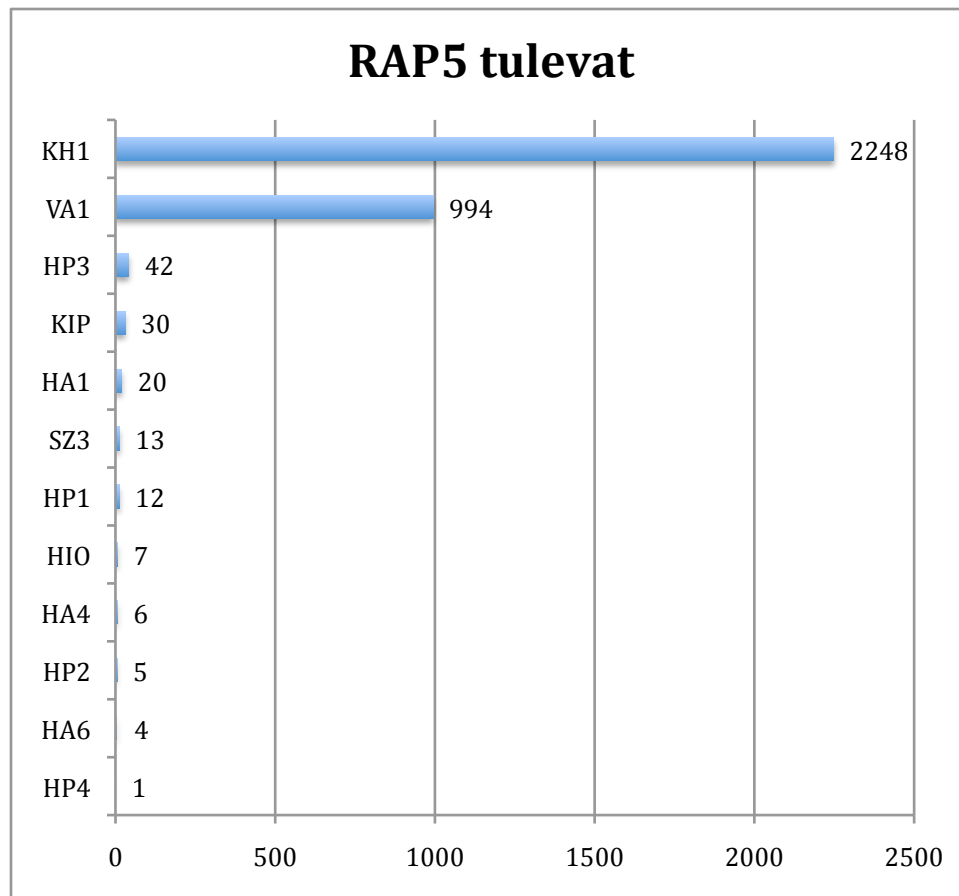
Eniten siirtomääriä aiheuttaa juuri VA1-linjan rullat jotka muodostavat 93,7 % kaikista siirtotehtävistä. Tämä voidaan hyvin havaita taulukosta 14, jossa näkyy nosturille 18 tulevat 2 208 nostotehtävää. Lavettikuormia KYVA1:ltä lähtevistä rullista tulee yhteensä 276 kpl, joka on saatu olettamalla, että jokainen kuorma, mikä RAP:lle on lähetty, on ollut täysi eli 4 kpl:n kuorma. Vihivaunujen kannalta RAP-linja työllistää näitä vaunuja 8,4 prosentin verran suhteutettuna kokonaisrullamäärään, siirtojen ollessa 93 kappaletta.

Taulukko 14. Kaikki materiaalsiirtotehtävät RAP5:lle tuleville rullille

Tehtävä määrät yhteensä RAP5	
Man. Nost.	
23	7
18	2208
yht.	2215
Aut. Nost.	
ASN17	40
ASN22	8
yht.	48
Vihi	
RVV	73
TVV	20
yht.	93
<b>Kaikki yht.</b>	<b>2356</b>

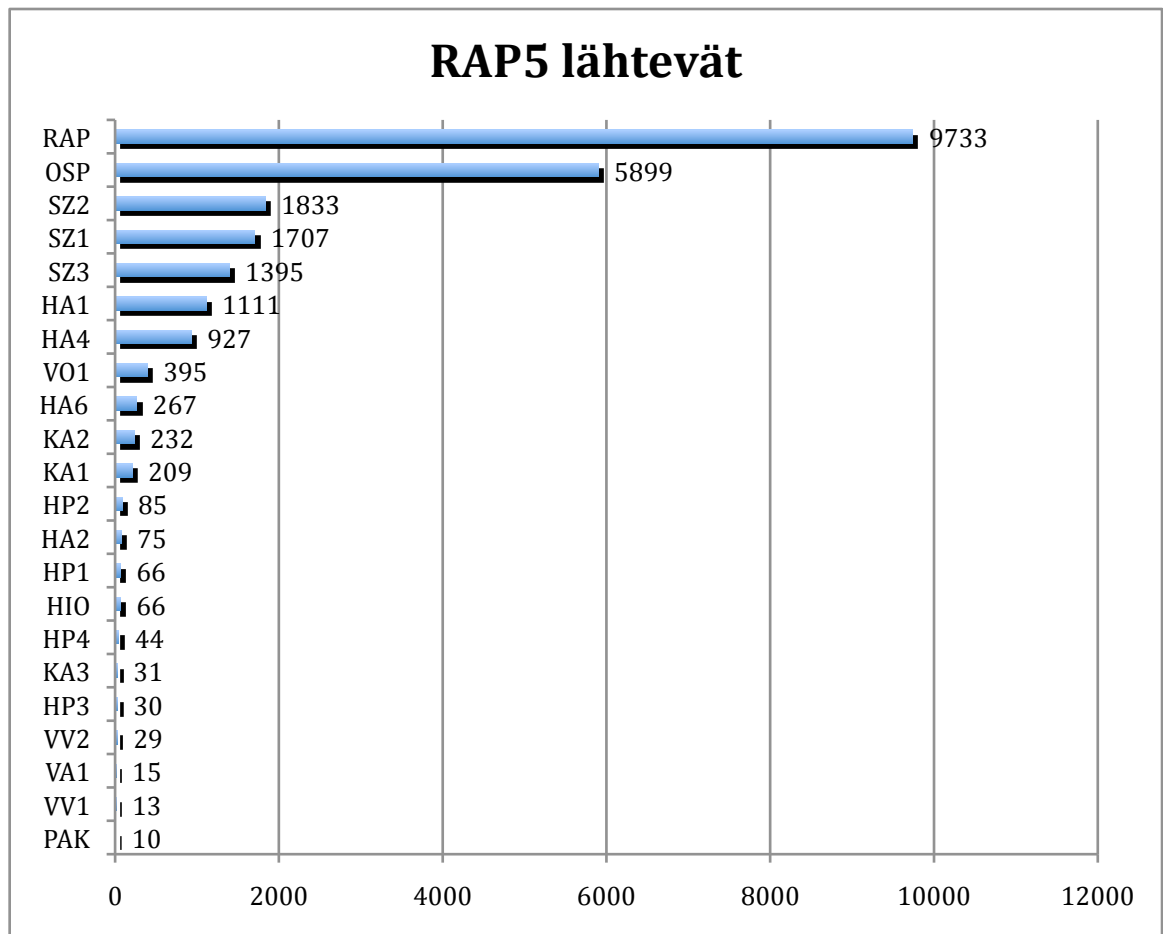
RAP-linjalle tulevia rullamääriä tarkastellessa nähdään hyvin, kuinka kuumavalssaamolta kupu-uunihehkutuksen läpikäyneitä rullia saapuu 2 248 kpl (kuva 11). Kuvasta 11 on jätetty pois muut kuumavalssaamolta tulevat rullat samoin kuin on tehty edellä HP3- ja HP1 linjojen osalta. Makuvalta saatujen tietojen perusteella muiden KUVA:lta saapuvien rullien määrä on 17 037 kappaletta. Kaikkien RAP:lle saapuvien rullien yhteismäärä on näin ollen 20 389 kappaletta.





Kuva 11. RAP5-linjalle tulevat rullat

RAP:ltä KYVA1:lle lähtevien rullien kokonaismäärä on 14 440 kappaletta. Kuvassa 12 on huomioitu myös linjalle uudelleenajoon menevät rullat, jotka vuoden aikana olivat 9 733 kappaletta. Lisäksi kuvasta 12 nähdään laivaukseen menevien rullien määrä 5 899 kpl. Kokonaismäärä, mitä RAP:ltä rullia lähti laivaukseen, oli MAKUVA:n mukaan 6 502 rullaa. Tämä 603 kappaleen erotus selittyy transitorullilla, joita lähes jokaisen laivauksen yhteydessä lähtee pois RAP:ltä. Mikäli näitä rullamääriä ei huomioida, voidaan havaita, että KYVA1:lle lähtevistä rullista valtaosa on SZ-linjoille meneviä. SZ-linjoille menevien rullien osuus kaikista KYVA1:lle menevistä rullista on 57,7 %. Muut huomattavasti muita merkittävimmät linjat ovat HA1-linja 1 111 rullalla ja HA4-linja 927 rullalla. Lavettikuljetuksia tarkastellessa voidaan laskea KYVA1:lle lähtevien rullien aiheuttavan 2 135 lavettikuljetusta. Lisäksi laivauksen rullat aiheuttavat 1 475 lavettikuljetusta. Nyt on kuitenkin muistettava, että jokainen kuorma ei ole täysi, mutta tämä on huomioitu yhteenvedon tarkemmassa tarkastelussa.



Kuva 12. RAP5-linjalta lähtevät rullat

Taulukko 15:n on saatu kerättyä erinäköistä siirtotehtävätilastoa AVPRAP:n tietokannasta ja tarkasteltu aikajakso on sama kuin linjakohtaisessa tarkastelussa 01.04.2009 - 31.03.2010. RAP5IN1 ja RAP5IN2 ovat RAP5-linjan sisäänmenorampeja, joille hissit tuovat ajo-ohjelman järjestyksen mukaisesti rullia.

Korkeavaraston hisseistä 1 ja 2 ovat yhteensä jättäneet 15 329 rullaa linjan sisäänmenorampeille. Hissikohtaisista tehtävämääristä voidaan havaita, että hissi 1 ja 2 ovat vaihtaneet paikkaa jossain vaiheessa tai jompikumpi hisseistä on ollut pois käytöstä, jolloin hissi 1 on hoitanut rullat linjalle. Lisäksi nähdään, että hissi 3:lle ei ole tullut yhtään tehtävää linjan sisäänmenorampeille, josta voidaan päätellä, että hissi 3 on ollut korkeavaraston toisessa päädyssä. Huomionarvoista on myös ottojen määrä näiltä asemilta. Nämä johtuvat suurimmaksi osaksi mm. aukikelaimen rikkoutumisesta, jolloin rullat on otettava pois linjalta. Muita tietoja ovat mm. kuinka kauan asema on odottanut rullia sekä kuinka kauan rulla on odottanut asemalla pääsyä linjan rampeille.

Ulostuleville rampeilla, eli RAP5OUT1 ja 2 on yhteensä haettu rullia 15 051 kappaletta. Näistä suurimman osan on hakenut hissi 1, joka on näin ollen ollut keskimääräinen hissi suurimman osan ajasta. Mielenkiintoisena tietona on 508 tunnin odotusaika, jolloin asema on odottanut hissiä hakemaan rullaa. Tuntia kohden odotusaikaa tulee näin ollen vain 3,5 minuuttia. Tähän odotusaikaa eniten varmasti aiheuttaa tilanne, jossa hakeva hissi on joutunut väistämään toista hissi esim. lavettikuorman valmistuksen yhteydessä. Tällä

odotusajalla ei ole suurta merkitystä linjan kannalta, vaan lähinnä korkeavaraston toiminnan osalta.

Vertailtaessa jättöjä ja ottoja ei voida suoraan päätellä, kuinka monta rullaa linjalla ja sen rampeilla on ollut. Tähän on huomioitava eteenkin loppupäästä tulevat ns. teleskooppirullat, joita ei voi varastoida korkeavarastoon, koska niiden leveys ylittää sallitun leveyden. Nämä rullat nostetaan pois linjasta manuaalinosturilla ja varastoidaan lattialle. Lattialta rullat toimitetaan jossain vaiheessa trukilla muille linjoille jatkokäsittelyyn.

Taulukko 15. RAP5-linjan sisään- ja ulostuloramppien tilastoja

RAP5 KORKEAVARASTO									
Asema	Otot	Jätöt	Hissi 1 tehtävät	Hissi 2 tehtävät	Hissi 3 tehtävät	Suunta varastoon (h)	Taakka odottaa (h)	Suunta varastosta (h)	Odottaa taakkaa (h)
RAP5IN1	75	7866	713	7228	0	9,5	5,3	4398,5	4285
RAP5IN2	86	7463	703	6846	0	8,1	4,5	4288,8	4162
<b>yht.</b>	<b>161</b>	<b>15329</b>	<b>1416</b>	<b>14074</b>			<b>9,8</b>		<b>8447</b>
RAP5OUT1	7517	0	6565	160	792	4441,7	245,3	0	0
RAP5OUT2	7534	0	6618	138	778	4437,8	263	0	0
<b>yht.</b>	<b>15051</b>		<b>13183</b>	<b>298</b>	<b>1570</b>		<b>508,3</b>		

Taulukosta 16 voidaan huomata, kuinka kaikki asemat korkeavarastossa ovat lähes yhtä tasaisesti samalla käyttöasteella. Asema ALP1 on varastoon sisään tulevien rullien lavettiasema ja ALP2 on korkeavarastosta lähtevien rullien lavettiasema. KAA-asema on käärintien ramppivaunu, johon mahtuu kerralla kolme rullaa.

Taulukko 16. RAP5-korkeavaraston käyttöaste asemittain

Asemien käyttöaste (%)	
ALP1	45,1
ALP2	46,1
KAA	38,2
RAP5IN1	44
RAP5IN2	42,7
RAP5OUT1	44,1
RAP5OUT2	44,1

Hissien osalta taulukko 17 esittelee hyvin, kuinka paljon vuosi tasolla eri hisseille tulee työmäärää. Kovimmalle hisseistä siirtojen määrässä mitattuna joutuu hissi 2, jolle kertyy vuodessa 20 201 siirtoa ja päivittäin siirtomäärä nousee näin ollen 55 kappaaleeseen päivässä. Tämä on myös havaittavissa siirtomäärissä tunnissa, joiden määrä on suuri 2,3 siirtoa/h.

Hissi 1 on ajomatkallisesti eniten töitä tekevä. Hissille 1 kertyy matkaa vuodessa 3 626 kilometriä. Lisäksi hissi 1:n nostomatkana vuodessa oli eniten, hieman yli 229 km. Yhteensä kaikki kolme hissiä tekevät 46 945 siirtotehtävää vuodessa, mikä tekee yhdessä päivässä 128 kappaletta. Ajomatkaa hisseille kertyy vuodessa yhteensä 4 880 km.

Nämä tiedot ovat hyödyllisiä erityisesti kunnossapidolle. Varastossa olevien hissien paikkojen vaihtaminen mahdollistaa sen, ettei yhdelle hissille tule samanlaista raskautusta jatkuvasti.

Taulukko 17. RAP5-korkeavaraston hissien tehtävätilastoja.

<b>Hissien tehtävätilastot</b>				
Laite	Siirtomäärä	Siirtomäärä/h	Ajomatka (m)	Nostomatka (m)
Hissi 1	14804	1,7	3626220	229558
Hissi 2	20210	2,3	757266	178088
Hissi 3	11931	1,4	497195	69930
Yhteensä	46945	5,4	4880681	477576

#### 4.7. Linjakohtainen yhteenveto

Linjakohtaisista yhteenvedossa tarkastellaan jokaiselta linjalta saatuja tietoja yhdessä, kuten vihivaunujen tehtävämääriä, nostureiden tehtävämääriä, sekä automaatti- että manuaalinostureiden osalta. Lisäksi lavettikuljetuksia tarkastellaan tarkemmin mm. niiden kokonaismäärät esitellään selvemmin.

Laskettujen siirtotehtävien määrien avulla saatiin käsitys siitä, kuinka suurella käyttöasteella automaatti- ja manuaalinosturit toimivat vuoden aikana. Lisäksi tärkeätä tietoa vihivaunuliikenteen kannalta saatiin vertailtaessa vihivaunujen siirtotehtävien määrää Rocla -tietokannasta saatuihin, todellisuudessa tehtyihin siirtomääriin. Rocla-tietokannasta saadut tiedot ovat luotettavia ja lisäksi päivävuorossa toimivalta materiaalisiirronvalvojalta löytyy tiedot myös paperidokumentteina kuukausitasolla, joten näitä tietoja ei vääristä esim. ohjelmistopäivitykset, jolloin osa tiedoista voi poistua. Näitä saatuja tietoja keskenään vertailemalla pystyttiin laskemaan ns. turhat siirrot, joita syntyi mm. vaikean varastotilanteen vuoksi. Materiaalisiirron kokonaiskuvan saamisen lisäksi linjakohtaisen tarkastelun tarkoituksena oli saada tulokset ns. turhista siirroista, jotta nähtäisiin kuinka paljon ylimääräistä työtä korkeavarastotilanne, työvaihemuutokset, sekä muut tekijät aiheuttavat materiaalisiirrolle.

Linjakohtaista dataa tuli myös täydentää lisäaineistolla, jota haettiin erikseen MAKUVA:n tietokannasta. Aineistoa haettiin täydentämään vihivaunutehtävien ja automaattinosturitehtävien määrää, jotka puuttuivat linjakohtaisesta aineistosta. Lisäksi lisähakuja tuli suorittaa rullaliikenteestä, jota ei oltu huomioitu linjakohtaisessa aineistossa.

##### 4.7.1. Nosturit ja automaattivarastot

Manuaalinostureiden siirtotehtävät olisivat kokonaisuudessaan 108 587 kappaletta. Tämä määrä ei kuitenkaan vastaa todellista määrää, koska näistä puuttuvat penkomiseen vaadittavat tehtävät. Tätäkään ei voi yksiselitteisesti laskea, koska yhtä rullaa kohden voi tulla yksi tai kaksi penkomistehtävää. Nosturikohtaisesti penkomistehtävien määrään vaikuttaa hyvin paljon varastojen koko, sekä niiden täyttöasteet. Manuaalinostureista eniten siirtotehtäviä tilastojen mukaan tulisi nosturi 23:lle, jonka siirtomääräksi tuli 39 142

kpl. Tämän voidaan todeta myös pitävän paikkaansa käytännössä saatujen havaintojen perusteella. Nosturi 23:n vastuulla on toimittaa VV1-, SZ1- ja SZ2-linjoille ajoon menevät rullat, sekä lisäksi hoitaa hiontalinjan rullaliikennettä. Nosturi 23:n alueella on useampia varastoja, joista tärkeimpiä ovat HIOETU ja SZETU. Nämä varastot sekä muut pienemmät varastot nosturi 23:n alueella on hyvin havaittavissa materiaalsiirron kartasta (liite 6).

Toiseksi eniten siirtotehtäviä tulisi nosturi 25:lle, jonka 30 060 kappaleen nostoista suurin osa koostuu kuumavalssaamolta tulevasta rullista. Nosturi 25:n ajomatkat rullien vuoksi ovat melko pieniä verrattaessa esim. nosturi 23:een, joka joutuu ajamaan neljän linjan vuoksi pidempiä matkoja. Nosturi 25:n tärkein tehtävä on syöttää linjaan ajo-ohjelmilla olevia rullia, jolloin varsinaista ajoa nosturille tulee hyvin vähän, kun varastokin sijaitsee HP3-linjan alkupään läheisyydessä. Nosturi 25:n optimisiirtojen määrää voidaan pitää melko lähellä todellista määrää. On kuitenkin jälleen muistettava penkomistehtävät, mutta näiden osuus tällä linjalla on melko vähäinen rullien nopean vaihtuvuuden vuoksi.

Nosturi 24:n siirtotehtävät olisivat vuositasolla 12 484 kappaletta. Tämä määrä todellisuudessa oli varmasti huomattavasti korkeampi johtuen ns. vääristä rullista, joita sen varastoihin lähetettiin varastoitavaksi väliaikaisesti. Tämä järjestely johtui vaikeasta varastotilanteesta, jolloin muista varastoista oli ajettava pois sinne kuulumattomia rullia sekä linjoilta tulevia rullia täytyi kääntää sinne, missä oli tilaa tarjolla.

Nosturi 10:n osalta siirtomäärä näyttää hyvin vähäiseltä verrattaessa muihin nostureihin. Nosturi 10:n tärkeimmät tehtävät on nostaa VV1-linjalta poislähtevät rullat, sekä nostaa HA1- ja HA2-linjaan meneviä rullia, joita vihivaunut eivät linjoille tuo. Lisäksi nosturi 10:n nostotehtäviin, kuten kaikkien muidenkin nostureiden nostotehtäviin on laskettu vain rullista aiheutuvat siirrot, jolloin muut linjoille suoritettavat nostotoimenpiteet, kuten romukippojen tyhjennykset ovat jääneet pois. Kuitenkin käytännössäkin on havaittu nosturi 10:n vähäinen työmäärä muihin manuaalinostureihin verrattuna.

Nosturi 18:n kohdalla nostotehtäviä kertyisi 24 215 kappaletta. Tämä voi olla hyvinkin lähellä totuutta, koska 4 921 rullaa, jotka tulivat SZ1-linjasta ulos, lähetään suoraan pois seuraaville linjoille. Lisäksi VA1-linjalta tulleet n. 3 000 rullaa lähtevät RAP:lle ja HP3:lle suoraan, jolloin ne vaativat vain yhden nostotehtävän. Muut ylimääräiset nostotehtävät toki lisäävät jossain määrin siirtoja esimerkiksi jatkopäiden kuljettelut VA1-linjalle.

Automaattinostureiden osalta oli mahdollista saada oikeata dataa siirtotehtävien määrästä lukuun ottamatta ASN22:a Muiden automaattinosturin osalta saatiin tarkastellulta aikajaksolta siirtomäärät siitä, kuinka paljon jokainen oli vuoden aikana suorittanut nostoja. Näissä tilastoissa ei ole mukana keskeytyneitä siirtotehtäviä mutta ns. penkomistehtävät ovat.

Automaattinosturi ASN22:n siirtomääräksi tuli tarkastelussa 736 kpl. Tämä vähäinen siirtomäärä selittyy sillä, ettei pakattavaksi menevien rullien siirtomääriä ole tässä luvussa mukana.

Automaattinosturi ASN11:n osalta nostotehtäviä tulisi suoritettavaksi 10 476 kpl. Todellisuudessa vuoden aikana nostoja kertyi kaikkiaan 16 020 kpl, mutta tässä luvussa ovat mukana myös hylsyjen aiheuttamat siirtotehtävät (taulukko 17). Tämän perusteella

penkomistehtävien määrä olisi 5 544 kpl. On myös selvää, että SZ3AUT-varastossa on myös ollut sinne kuulumattomia rullia, joista aiheutuu niitä sinne ajettaessa yksi nosto sekä niitä pois haettaessa tulee yksi nostotehtävä lisää. Myös työvaihemuutokset ovat aiheuttaneet sen, että SZ3AUT-varastossa on ollut sinne kuulumattomia rullia. Näiden rullien todellista määrää on mahdotonta tietää tarkalleen. Linjakohtaisesta tarkastelusta saatuja tietoja vertaamalla todellisiin siirtomäärien saatiin 34,6 % osuus ns. turhista nostoista. Tässä on mukana myös penkomistehtävät, jotka ovat välttämättömiä, kun rullia varastoidaan kahteen kerrokseen. Tätä saatua prosenttilukua voidaan käyttää suuntaa antavana vertailtaessa automaattinostureita keskenään, kuinka paljon mm. tehtävistä on penkomistehtäviä. Nosturi ASN11:n siirtopyynnöissä näkyy myös hylsy, joiden tarkkaa osuutta oli hyvin vaikea saada selville. Näitä hylsyjen ja romurullien siirtoja ei aineistossa ole otettu huomioon vaikeasta datan saannista johtuen. Nämä ollaan huomioitu vain tulosten arvioinneissa.

Seuraavaksi tarkasteluun tulee ASN12 automaattinosturi, jonka laskettu nostomäärä olisi 27 540 kappaletta. Todellisuudessa ASN12:n nostotehtävämäärä oli vuoden aikana 34 479 kpl. Näiden erotukseksi tulee 6 939 nostoa ja todelliseen kokonaismäärään verrattaessa penkomistehtävien määrä olisi 20,1 prosenttia. Tätä lukua verrattaessa suhteessa ASN11:n penkomistehtävien määrään voisi luku olla hyvin lähellä totuutta. Ainakin tarkastelukauden lopulla oli käytännössä havaittavissa SZ3AUT-varaston korkea käyttöaste, mm. 1 300 ja 1 500 leveiden rullien osalta, jolloin nosturi joutui penkomaan useammin. Lisäksi HP4AUT-varastossa oli useampi pohjapaikkoja vapaana, jolloin penkomistehtävien määrä jäi vähäisemmäksi, kun rullat voitiin varastoida suoraan alimpaan kerrokseen, eivätkä ne näin ollen estäneet muiden rullien saantia varastosta. Automaattinosturi ASN11 tapaan myös ASN12 nostelee hylsyjä, jotka näkyvät nostotehtävien yhteismäärässä.

Automaattinostureiden ASN13:n ja ASN16:n osalta linjakohtaisessa tarkastelussa merkattiin tiedot ASN16:n tekemiksi. Tämä johtuu, että tietoa siitä, mitä nostoja kumpikin nosturi teki, ei ollut saatavana, koska yhdessä ne hallinnoivat mm. FGAUT-varastoa. Todelliset tiedot kuitenkin saatiin molempien nostureiden osalta. ASN13 teki nostoja 165 412 kpl ja ASN16 suoritti nostoja 191 212 kpl. ASN16 suurempi nostomäärä selittyy sillä, että se toimii ns. ensimmäisenä nosturina. Lisäksi molempien nostureiden ollessa käytössä ASN16 hoitaa VV2AUT-varastoa yksinään. Linjakohtaisesta tarkastelusta siirtotehtäviä saatiin yhteensä 45 106 kappaletta. Tässä luvussa on mukana linjoille menevät rullat, sekä linjoilta laivaukseen tulevat. Laivaukseen menevien rullien määrä 8 036 tulee kertoa neljällä, koska rullat on nostettava varastoon, sekä varastosta käärintään että käärintästä vielä OSP:in varastoon, ja vielä laivauksen yhteydessä lavettirampille. Tällä tavalla siirtojen kokonaismäärä nousee 77 250 kappaleeseen. Tämä määrä täytyy kertoa vielä kolmella olettaen, että jokaiselle siirrolle tulee kaksi penkomistehtävää, vaikka tämä tuskin käytännössä toteutuu näin. Tällä tavalla kokonaismääräksi kaikkien siirtojen osalta saadaan 231 750 kpl. Tämäkin luku on kuitenkin hyvin kaukana 356 624 kappaleen todellisesta kokonaismäärästä. Erotukseksi saadaan 124 874 siirtoa, mikä antaa 35 prosenttia ylimääräisten tehtävien osuudeksi.

Siirtomääriä tarkasteltaessa on myös muistettava vaikea varastotilanne erityisesti FGAUT-varastossa, jossa materiaalsiirronvalvojen on täytynyt penkoa varastoa, koska automaattisesti toimiva varastointialgoritmi ei ole enää osannut varastoida rullia varastoon.

Näissä tapauksissa on rullia täytynyt pinota ”käsin” nostureiden näytöllä, jotta on saatu tyhjää tilaa varastoon. Lisäksi OSP:in varastoa on käytetty apuna kun FGAUT-varasto on ollut ihan täysi. Tällöin on siirrelty rullia FGAUT-varaston puolelta OSPAUT-varaston puolelle, jolloin on syntynyt yksi ns. turha siirto. Tämän lisäksi kyseisten rullien tullessa ajoon linjat ovat tilanneet rullan, mutta joissakin tapauksissa nosturit eivät tajua nostaa joidenkin linjojen rullia suoraan vihirampille OSPAUT-varastosta. Tämä johtuu siitä, ettei niille ole olemassa sieltä suoraa siirtoketjua. Näissä tapauksissa materiaalsiirronvalvojan on täytynyt nostaa rulla ensin OSPAUT-varastosta FGAUT-varaston puolelle. Tämän jälkeen linja on voinut tilata rullan, mutta jälleen oli syntynyt yksi ylimääräinen nostotehtävä. Nämä selittävät suurelta osin nostureiden suuren tehtävämäärän. Lisäksi varastossa on ollut myös sinne kuulumattomia rullia, kun FGAUT:a on käytetty apuna varastoinnissa, kun muuallakin varastotilanne on ollut vaikea korkean täyttöasteen vuoksi.

Kolmantena nostotehtäviä lisäävänä tekijänä voidaan pitää käärintään meneviä rullia. Käärintäkoneen yhteydessä olevalle siirtovaunulle nosturi toimittaa rullan, kun se saa luvan käärintäkoneelta. Luvan saadessaan nosturi hakee rullan varastosta ja lähtee toimittamaan rullaa käärintään, mutta jos tällä välin käärintäkone on mennyt virheelle jostain syystä lupaa tuoda rullaa siirtovaunulle ei enää ole. Tällöin nosturi toimittaa rullan takaisin varastoon ja tästä syntyy jälleen yksi ylimääräinen nosturitehtävä lisää.

Taulukko 17. Kaikki nosturi- ja vihivaunutehtävät yhteensä

<b>Kaikki tehtävämäärät yhteensä</b>		
<b>Man. Nost.</b>	<b>Optimi</b>	<b>Todellinen</b>
10	3316	
18	24215	
23	38833	
24	12484	
25	30060	
yht.	108587	
<b>Aut. Nost.</b>		
ASN11	10476	16020
ASN12	27540	34479
ASN13/16	45106	
ASN13		165412
ASN16		191212
ASN17	14426	24561
ASN22	736	
yht.	99402	431684
<b>Vihi</b>		
RVV	81653	110142
TVV	34260	35375
yht.	108364	145517
<b>Kaikki yht.</b>	237826	

#### 4.7.2. Vihivaunut

Vihivaunujen osalta linjakohtaisesta tarkastelusta saatiin rullavihivaunujen tehtävämääräksi 73 457 siirtoa. Tähän lukuun oli lisättävä vielä linjoilta OSP:iin menevät

rullat 5 732 kpl, käsipakkauksen KP1 VA-rampille tulevat rullat 628 kpl, sekä KN1 VA-rampille 1 836 saapuvaa rullaa. Nämä tiedot täytyi kerätä erikseen MAKUVA:n tietokannasta, koska linjakohtaisesta materiaalista ei löydy OSP:iin menevää rullaliikennettä, eikä pakkaukseen menevien rullien osalta. Tämä johtuu siitä, että linjoilta lähtiessään rulla ei ole OSP-työvaiheella, vaan rullalle OSP-työvaihe tulee vasta, kun rulla hyväksytään laivauseralle. Muutamia OSP-työvaiheen rullia aineistossa oli, mutta nämä rullat olivat korjauskäsiteltyjä, joille työvaihe oli jo valmiiksi OSP. Näiden siirtojen laskeminen oli merkittävää erityisesti tuurnavaunujen osalta. Rullavihivaunujen lopulliseksi tehtävämääräksi saatiin lopulta 81 653 siirtoa vuoden aikana. Rullavihivaunutehtävien kokonaismäärää verrattaessa todelliseen 110 142 rullan siirtomäärään saatiin erotukseksi 28 222 kpl siirtoja.

Tuurnavaunuille linjakohtainen tarkastelu antoi vain 1 007 tehtävää. Tämä johtui siitä, ettei tarkastellussa materiaalissa ollut enää pakkaukseen menevien rullien tietoja. Nämä tiedot kerättiin kuitenkin MAKUVA:lta. Sieltä saadut rullatiedot lisättiin taulukkoon 17, mukaan lukien linjakohtaisesta saadut tiedot. Eniten tuurnavaunutehtäviä aiheutti vaakapakkaukseen saapuvat rullat, 23 786 kpl. Pakkauskiellon seinälle rullia saapui 2 259 kpl. Nämä pakkauskieltoon menevien rullien siirrothan ovat kaikki käytännössä turhia, koska niiden tulisi mennä suoraan varastoihin tai pakkaukseen. Lisäksi käytännössä alunperin tämän pakkaskiellon seinän tarkoituksena oli juuri säilyttää pakkauskiellon saaneita rullia, mutta nykyään seinää pidetään puskurivarastona. Tämä on aiheuttanut sen, että puskurivaraston risti on jäänyt lähes käyttämättömäksi, koska MAKUVA:n mukaan sille oli saapunut rullia vain 50 kpl vuoden aikana. Käsipakkaukseen tuurnavaunulla menevien rullien määrä oli 1 596 kpl ja pystypakkaukseen 2 391 kpl. Lisäksi materiaaliin oli otettava mukaan BCAUT-varastoon saapuvien rullien määrä muualta kuin linjoilta. Näitä rullia oli yhteensä 1 278 kpl. Nämä kaikki rullat yhteenlaskettuna antoi kaikkien tuurnavaunutehtävien 34 260 kappaleen lukumäärän, joka löytyy taulukosta 17.

Vihivaunujen tehtävämäärä linjakohtaisessa tarkastelussa oli yhteensä 108 364 kappaletta, joista rullavihivaunulla suoritettiin 81 920 kappaletta tehtävistä (taulukko 17). Rullavihivaunujen osuus oli 75,5 prosenttia linjakohtaisessa tarkastelussa ja tuurnavihivaunujen osuus oli 24,5 prosenttia, 34 260 siirrolla. Roclan-tietokannasta kerättyjen tietojen perusteella todellisuudessa rullavihivaunuilla suoritettujen tehtävien määrä oli 110 142 kpl ja tuurnavihivaunujen tehtävämäärä oli 35 375 kpl. Näiden osuudet kokonaismäärästä jakautuivat rullavihivaunuille 75,7 % osuudella ja tuurnavaunuille 24,3 % osuudella. Nämä todellisten siirtojen prosenttiosuudet ovat todella lähellä toisiaan verrattaessa linjakohtaisista siirroista saatuihin prosenttiosuuksiin. Näistä voidaan päätellä linjakohtaisen tarkastelun olevan hyvin lähellä totuutta erityisesti vihitehtävien jakautuneisuuden osalta.

Tärkeintä olisi saada tiedoista näkyviin, että rullavihivaunujen ylimääräisten tehtävien osuus oli huomattavasti isompi kuin tuurnavaunujen. Näin myös saatiin, kun ylimääräisten tehtävien osuutta verrattiin todelliseen tehtävämäärään. Tuurnavihivaunujen osalta erotukseksi optimi- ja todellisten siirtojen välillä tuli 1 115 kpl, eli tämä myös oli ns. turhien siirtojen määrä. Näiden turhien siirtojen osuus todellisista siirroista oli 3,2 prosenttia. Tuurnavihivaunuilla turhien siirtojen määrä pitäisi olla melko pieni, joka tässä tapauksessa toteutuikin.

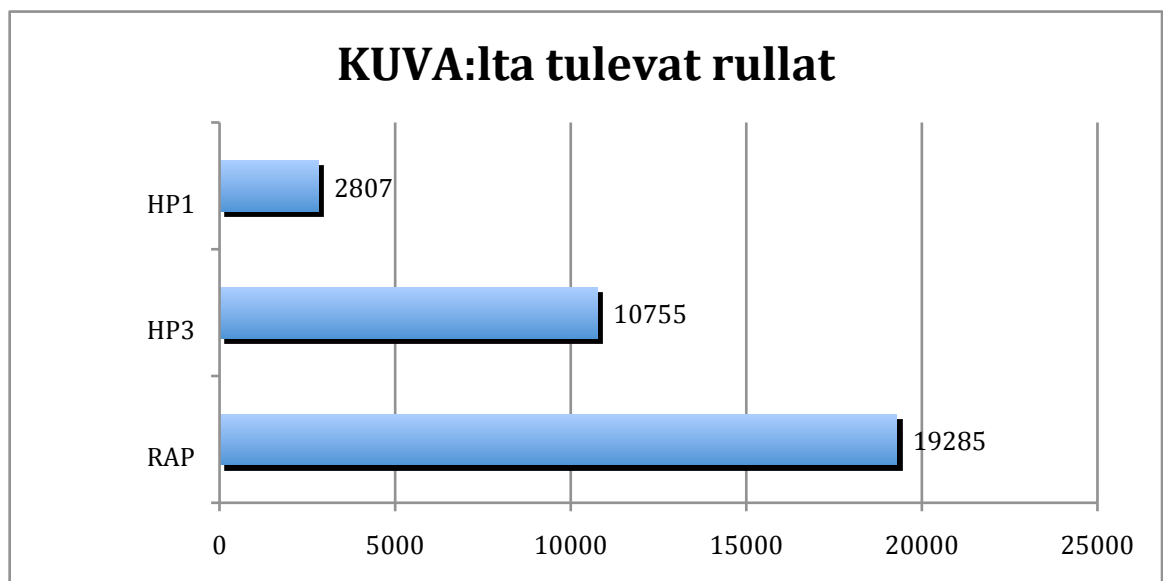


Rullavihivaunuilla turhien siirtojen osuus pitäisi olla huomattavasti suurempi kuin tuurnavihivaunuilla. Rullavihivaunuilla optimi- ja todellisten siirtomäärien erotukseksi tuli 28 222 kpl, joka on ns. turhien siirtojen määrä. Turhien siirtojen määrää verrattaessa kokonaismäärään saatiin turhien siirtojen osuudeksi 25,6 prosenttia. Näiden saatujen lukujen ja tietojen perusteella voidaan pitää linjakohtaisen tarkastelun olevan hyvin lähellä totuutta.

Tuurnavaunuilla turhia siirtoja vuodessa tuli 1 115 kpl, mikä vuorokaudessa tarkoittaisi noin kolmea siirtoa. Tämän perusteella kolmivuorotyössä yhden vuoron aikana tapahtuisi noin yksi turha siirto. Rullavihivaunuilla turhia siirtoja vuodessa oli 28 222 kpl. Tämä tarkoittaisi 77 turhaa siirtoa vuorokaudessa. Työvuoroa kohden luku olisi lähes 26 turhaa siirtoa. Rullavihivaunuilla luku kuulostaa korkealta, mutta kun joku varastoista on esimerkiksi täynnä, on kaikki sinne varastoon tulevat rullat ajettava muualle, voi tällöin jo tunnin aikana turhia siirtoja kertyä huomattava määrä.

### 4.7.3. Lavettiliikenne

Kuumavalssaamolta tulevia rullia tarkasteltaessa saadaan vuositasolla kylmävalssaamoille rullia yhteensä 32 847 kappaletta (taulukko 18). Näistä suurin osa, 19 285 rullaa menee suoraan RAP5-linjalle 58,7 prosentin osuudella (kuva 13). Taulukosta 18 voidaan nähdä näiden rullien aiheuttavan 4 821 lavettikuormaa. Taulukon 48 lavettien kuormamäärät on saatu jakamalla rullamäärä neljällä, joka on rullien määrä, mitä maksimissaan mahtuu lavetin kyytiin kerralla. HP1-linjalle kuumavalssaamolta tulee 2 807 rullaa, joka on 8,5 prosenttia kaikista kuumavalssaamolta tulevista rullista. Kuumavalssaamolta HP3-linjalle tulee 32,7 % kaikista rullista, joka tekee kappalemäärässä 10 755 rullaa. RAP5-linja käsittelee yli 60 prosenttia kuumavalssaamolta tulevista rullista, kun vielä otetaan huomioon lähes 1 000 kuumavalssattua rullaa, jotka tulevat kylmävalssaamo 1:n VA1-linjalta RAP:lle.



Kuva 13. Kuumavalssaamolta tulevat rullat

RAP:ltä kylmävalssaamo 1:lle menevät 14 440 rullaa aiheuttavat 3 610 lavettikuormaa. Näiden rullien osalta on hyvä muistaa, että suurin osa on SZ-linjoille meneviä rullia, jotka lavetti käy viemässä pääsääntöisesti HP4:n varastoon, johon kerralla voidaan toimittaa kolme rullaa. Kun tämä otetaan huomioon, lisääntyy RAP - KYVA väliset lavettimäärät 400 kappaletta. Näiden 400 lavettikuorman lisäksi taulukosta 18 puuttuu RAP:ltä lähettämöön menneet 350 rullaa, joiden voidaan olettaa aiheuttaneen vähintään 86 kappaletta lavettikuormia.

Laivaukseen menevät rullat KYVA1:ltä OSP:in varaston kautta on merkitty taulukossa KYVA - LAI lyhenteellä ja RAP:ltä laivaukseen menevät RAP - LAI. Laivauksen rullien yhteismäärä oli 14 538 kappaletta, joista 8 036 kpl lähti KYVA1:ltä, ja loput 6 502 rullaa RAP:ltä. KYVA1:n rullien osuus laivauksessa oli 55,2 prosenttia, ja loput 44,8 % lähtivät RAP:ltä. Laivauksesta yhteensä aiheutuu 3 635 lavettikuormaa. Tässä yhteydessä on muistettava, että taulukossa 18 esitetyt rullamäärät eivät kuvaa, paljonko tehtaalta lähti rullia vuoden aikana yhteensä. Näissä luvuissa ovat mukana vaan Hollantiin menevät rullamäärät, joista puuttuvat esimerkiksi lähettämöstä lähtevät rullat. Yhteensä lavettikuormia muodostui 16 068 kappaletta.

Taulukko 18. Lavettiliikenteen määrät

<b>Lavettiliikenne</b>		
<b>Mistä-Mihin</b>	<b>Rullat</b>	<b>Kuormat</b>
KUVA-HP1	2807	702
KUVA-HP3	10755	2689
KUVA-RAP	19285	4821
KYVA-RAP	1104	276
KYVA-LAI	8036	2009
RAP-LAI	6502	1626
RAP-KYVA	14440	3610
<b>Yhteensä</b>	<b>62326</b>	<b>15582</b>

## 5. TULOKSET JA TULOSTEN ARVIONTI

Työn tärkeimpänä tavoitteena oli saada kuva siitä, mikä on kylmävalssaamoiden nykytila materiaalsiirron kannalta ja kuinka paljon erilaisia materiaalsiirron tehtäviä kylmävalssaamoilla vuoden aikana kertyy. Tuloksia saatiin nostureiden suorittamista nostotehtävistä niin manuaali- kuin automaattinosturienkin osalta. Lisäksi erittäin tärkeätä tietoa saatiin vihivaunujärjestelmästä tapahtuneista siirtomääristä.

Jotta saataisiin mahdollisimman hyvä ja tarkka kuvaus nykytilasta, tarkasteltiin rullaliikennettä linjoittain. Jokaisesta linjasta muodostettiin taulukko, josta näki, kuinka paljon rullia millekin linjalle miltäkin linjalta tulee. Taulukosta voitiin nähdä myös tapahtuivatko siirrot nostureilla vai vihivaunuilla sekä niiden lukumäärät. Avuksi taulukkoon merkattiin myös varastot, jotta taulukoiden luku olisi helpompaa asiasta ensi kertaa lukevalle. Lisäksi taulukoiden avuksi on liitteeksi lisätty materiaalsiirron kartta, jonka avulla voi hyvin muodostaa kokonaiskuvan materiaaliavirroista kylmävalssaamo 1:llä.

Rullavihivaunuista linjakohtaisen tarkastelun perusteella saatiin tietoa siitä, kuinka paljon niiden normaalisti tulisi suorittaa siirtotehtäviä rullamääriin nähden. Jokaiselta tuotantolinjalta kerättiin tiedot tulevien rullien osalta. Lähtevien rullien osalta tiedot kerättiin vain OSP:in varastoon sekä pakkaukseen menevistä rullista. Tämä tarkoittaa niitä rullia, joiden käsittely oli loppunut Tornion tehtaan kylmävalssaamoilla. Tulevia rullia tarkasteltaessa rullinsiirrot otettiin huomioon edelliseltä linjalta aina seuraavalle linjalle, mukaan lukien kaikki mahdolliset siirrot näiden linjojen välillä. Tällä tavalla tehtyyn tarkasteluun jouduttiin ottamaan enää huomioon kuumavalssaamoilta tuleva rullaliikenne.

Tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että nämä rullat, jotka tulivat kuumavalssaamolta kylmävalssaamolle eivät ole samoja rullia, jotka lopulta lähtivät kylmävalssaamolta pois. Tämä sen vuoksi, koska kylmävalssaamoille tarkastellun ajan alussa oli valmiiksi materiaalia käsittelyssä ja tarkastelun loppuvaiheessa kylmävalssaamolle tullut materiaali virta oli vasta saapunut prosessin alkuvaiheille, joten näiden rullien aiheuttamien siirtomäärien vaikutusta ei tässä materiaalissa vielä näy. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut merkittävästi saatuihin tuloksiin, koska tarkastelussa eivät olleet yksittäiset rullat vaan materiaalsiirron tehtävämäärät, sekä materiaaliavirrat.

Linjakohtaiseen materiaaliin ovat voineet vaikuttaa ns. rullat, joilla ei ole ollut varsinaista työvaihetta linjalta lähtiessään. Tämä on vaikuttanut vähentävästi tarkasteltuun rullamäärään. Näitä työvaiheita ovat olleet mm. PTV-työvaihe. Näitä on kuitenkin ollut vuositasolla vähäinen määrä, kun kokonaismateriaali on tarkasteltu. Lisäksi on muistettava, että tarkasteltu materiaali on otettu tulevien rullien osalta, joilla työvaihe on määrätty jo linjalle tullessaan, joten linjoille tulevien rullien määrät pitävät hyvin paikkaansa. Lähtevien rullien osalta pientä virhettä on voinut tulla viimeistelylinjoja tarkasteltaessa. Viimeistelylinjoilta lähtevillä ”erikoisrullilla” on voinut olla vaikutusta nosturien ja vihivaunujen tehtävien yhteismäärään. Lisäksi odottamattomat työvaihemuutokset ovat voineet vääristää käsiteltyä materiaalia.

## 5.1. Vihivaunut

Vihivaunuista linjakohtaisen tarkastelun perusteella saatiin tietoa siitä, kuinka paljon niiden normaalisti tulisi suorittaa siirtotehtäviä rullamääriin nähden. Jokaiselta tuotantolinjalta kerättiin tiedot tulevien rullien osalta. Lähtevien rullien osalta tiedot kerättiin vain OSP:iin ja pakkaukseen menevien rullien osalta, eli niiden rullien osalta joiden käsittely on loppu Tornion tehtaan kylmävalssaamoilla. Tulevia rullia tarkasteltaessa rullien siirrot otettiin huomioon edelliseltä linjalta aina seuraavalle linjalle, mukaan lukien kaikki mahdolliset siirrot näiden linjojen välillä. Tällä tavalla tehtynä jouduttiin rullaliikenteeseen ottamaan enää huomioon kuumavalssaamoilta tulevat rullat.

Rullavihivaunujen optimisiirtomääräksi saatiin 81 920 kpl, kun todellinen siirtojenmäärä oli 110 142. Näiden erotukseksi tuli 28 222 kappaletta siirtoja. Jos tarkasteltaisiin pelkästään turhiensierrojen määrää, tulisi saadusta luvusta vielä vähentää romurullien ja hylsyjen siirrot. Hylsyjen ja romurullien osalta tieto oli vaikea saada. Tuurnavaunujen siirtomääriin hylsyillä ja romurullilla ei ole suurta merkitystä, koska tuurnavaunuilla ei hylsyjä liikutella, eikä romuja normaalitapauksissa haeta linjoilta pois.

Koska tarkasteltu aikajakso oli tuotannon kannalta melko hiljainen, johtuen kansainvälisestä taantumasta, jäi kokonaisuutenaan vähäisemmäksi kuin tuotannon huippu vuosina. Näin ollen tuloksia voitaisiin verrata vuoteen 2006, joka oli tuotantomääriltä erinomainen. On kuitenkin muistettava, että lukuja ei voi suoraan verrata keskenään, kun isompi materiaalivirta aiheuttaa jo useamman muuttujan vaihtumisen erisuureksi. Tämä toimii kuitenkin suuntaa antava, eikä suurempi materiaalivirta tilannetta ainakaan helpommaksi muuta esimerkiksi turhien tehtävien osalta.

Tarkastelulla aikajaksolla 01.04.2009 - 31.03.2010 rullavihivaunutehtäviä oli 110 142 kappaletta ja tuurnavaunu tehtäviä 35 375 kpl. Kun verrattiin 01.04.2006 - 31.03.2007 aikaväliä saatiin vastaaviksi luvuksi, 154 014 kpl rullavihivaunu- ja 50 649 kpl tuurnavivihivaunutehtävää. Rullavihivaunuilla tehtäviä oli siis 43 872 kpl enemmän, mikä prosentuaalisesti tekee 28,4 %. Tuurnavivihivaunuilla tehtäviä oli 15 274 kappaletta enemmän, ja prosentuaalisesti 30,1 %. Turhia siirtoja tulisi rullavihivaunuille 39 427 kpl, kun käytetään samaa prosenttiosuutta kuin aineiston perusteella on saatu. Tämä luku tarkoittaisi jo 108 turhaa siirtoa vuorokaudessa, ja yhden työvuoron aikana siirtoja tulisi 36 kpl. Tuurnavaunuilla turhien tehtävien määrä olisi ollut vastaavana aikana 1 620 kpl. Tämä määrä tarkoittaisi hieman yli neljää turhaa siirtoa vuorokaudessa ja yhden vuoron aikana siirtoja tulisi 1,5 kpl.

Kapeat kaistat joita lähetetään yleensä katkaisujen välirampeilta, voivat aiheuttaa pientä vääristymää vihitehtäviin, verrattaessa niitä linjakohtaisesta tarkastelusta saatuihin tietoihin. Tämän aiheuttaa toimintatapa, jossa erityisen kapeat ja korkeat kaistat toimitetaan tuurnavivihivaunuilla. Muulloin rullat siirtyvät rullavihivaunuilla riippuen tietenkin rullan jättöpaikasta. Tuurnavivihivaunua vaativat kaistat ovat yleensä alle 800 mm. Näitä siirtoja ei voitu eritellä linjakohtaisessa tarkastelussa, koska tietoja ei ollut saataville rullien leveysistä ja tarkastelu olisi mennyt liian monimutkaiseksi. Näiden siirtojen osuus on

kuitenkin tulosten kannalta melko vähäinen, koska näitä siirtoja vuositasolla on vähän verrattaessa kaikkiin tuurnavihvaunujen siirtomääriin.

## 5.2. Nosturit ja varastot

Kaikkien manuaalinostureiden osalta on muistettava, että ne palvelevat linjoja myös muutenkin, kuin pelkkien rullasiirtojen osalta. Linjoilla vaaditaan nostureita päivittäin erilaisissa tehtävissä, kuten mm. huoltotöiden apuna. Tämä vei nosturien kapasiteettia pois muilta tehtäviltä ja voi aiheuttaa viivästyksiä esim. rullien odotuksissa.

Manuaalinostureiden todellista nostojen määrä ei voida tietää tarkalleen edes rullien osalta, koska mitään tilastoja niiden osalta ei ole käytettävissä. Tulevaisuuden kannalta tämän voisi selvittää noin parin kuukauden otoksella nosturikohtaisesti, kuinka paljon rullia ja penkomistehtäviä niille syntyy tänä aikana. Tämä kuitenkin edellyttäisi nosturikuskien sitoutumista keräämään henkilökohtaisesti tilastoa jokaisen vuoron ajalta. Tämä olisi juuri tärkeää tehdä nosturikohtaisesti, koska juuri niiden hoitamien varastojen koolla on suuri merkitystä penkomistehtävien kannalta. Näiden tietojen avulla voitaisiin laskea jokaiselle nosturille ns. penkomiskerroin. Penkomiskertoimella voitaisiin laskea rullamääränperusteella, kuinka paljon nostotehtäviä nosturille tulisi, kun tiedetään kokonaisrullamäärä. Penkomiskertoimella olisi suuri merkitys, jos materiaalivirtoja muutettaisiin manuaalinostureiden alueella. Automaattinosturien osalta tämä olisi mahdollista jo nyt laskea tarkkailujakson avulla, mutta tämän työn yhteydessä siihen ei lähdetty, koska työlle tarkoitettu aika olisi ylittynyt ja laajuus kasvanut liian suureksi.

Saatujen tuloksien perusteella manuaalinostureiden siirtotehtävät olisivat olleet kokonaisuudessaan 108 587 kappaletta. Tämä määrä ei kuitenkaan ole todellinen määrä, eikä edes lähellä sitä. Tähän lukuun olisi lisättävä penkomistehtävien määrä, sekä vihivaunutehtävien perusteella saatu turhien rullasiirtojen määrä. Nämä turhat siirrot kertoisivat, kuinka paljon rullia on mennyt väriin varastoihin, mutta sitä, kuinka paljon esimerkiksi ne ovat aiheuttaneet turhia nostoja manuaalinostureille, on täysin mahdoton tietää.

Automaattinostureiden siirtomäärä linjakohtaisessa tarkastelussa oli 99 402 kappaletta. Todellisuudessa kokonaismäärä oli 431 684 kpl. Näiden lukujen erotus 332 282 kappaletta on hyvin suuri. Linjakohtaisessa yhteenvedossa on nosturikohtaisesti perusteltu mistä nämä erot voivat johtua. Suurin syy suuren eron syntymiseen ovat penkomistehtävät. Penkomistehtävien määrää on vaikea sanoa, kun ei tiedetä, onko yhtä rullaa kohden jouduttu penkomaan kaksi, vai yksi rullaa pois päältä, vai onko yhtään. Lisäksi eri nostureilla on erilaiset varastot ja varastojen täyttöasteet, jolloin penkomistehtävien määrä on hyvin nosturikohtainen. Automaattinostureiden ASN12:n ja ASN11:n nostomäärissä ovat myös hylyjen siirrot.

### 5.3. Lavettikuormat

Lavettikuormien osalta tuloksia laskettiin rullamäärien mukaan.

RAP:lta KYVA1:n puolelle menevissä lavettikuormissa on syytä tarkastella kuormien täyttöastetta. Lisäksi OSP-varastoon menevien rullien osalta linjat yleensä soittavat RAP:lle, jonka jälkeen materiaalsiirronvalvoja lähettää rullat KYVA:lle. Vaikeana varastotilanneaikana, jolloin OSP-varasto on ollut liian täynnä on sinne lähetetty vain ohjelmalla olevia rullia. Tämä tarkoittaa sitä, että useita vajaita lavettikuormia on jouduttu toimittamaan kylmävalssaamo 1:lle. Lisäksi edellä on jo mainittu SZ-linjojen rullista, jotka toimitetaan HP4:lle kolmen rullan kuormissa. Vuoden aikana näitä rullia oli yhteensä 4 935 kappaletta, joka on lähes 60 % kaikista KYVA1:lle menevistä rullista. Kolmen rullan lavettikuormilla siirtoja tuli 1 645 kpl vuodessa, ja neljän rullan lavettikuormilla siirtoja olisi tullut 1 233 kpl. Mikäli sedzimirien rullat olisi ajettu HP1:n kautta omiin varastoihinsa siirtomäärä olisi vähentynyt 412 kuormalla. On muistettava, että tämä olisi myös vähentänyt HP4AUT-varaston käyttöastetta huomattavasti.

RAP:ltä laivaukseen menevien lavettikuormien vertailua varten haettiin tiedot myös MAKUVA:n tietokannasta RAP:ltä satamaan menevien lavettikuormien osalta. Näiden tietojen perusteella erotukseksi saatiin 150 lavettikuormaa, eli karkeasti vuoden aikana vajaana ajettavat lavettikuormat aiheuttavat 150 ylimääräistä lavettien siirtotehtävää. On kuitenkin muistettava, että jokaisen laivauksen yhteydessä eivät rullamäärät mene tasan, jolloin on lähetettävä esim. yksi jäljelle jäänyt rulla erikseen. Lisäksi oman lisänsä tuovat transito-rullat, jotka täytyy lähettää erikseen RAP:ltä laivauksen yhteydessä. Näissä tilastoissa ei ole täysin luottamista MAKUVA:an, koska mm. materiaalsiirronvalvoja on joutunut lähettämään transito-rullia HP1:lle, koska työvaiheen vuoksi näistä ei ole pystynyt muodostamaan kuormaa suoraan satamaan. Lisäksi päivitykset aiheuttavat MAKUVA:n tietoihin vääristymiä.

Lavettiliikenteen osalta tulosten virheellisyyteen on voinut vaikuttaa laskentatapa, jossa rullamääriä on laskettu lavettikuormien perusteella, sekä toisinpäin, eli lavettikuormien perusteella on laskettu rullamääriä. Nämä virheet ovat syntyneet tilanteissa, joissa lavettikuormien on oletettu sisältävän neljä rullaa, vaikka määrättyissä tapauksissa lavetin kyydissä oleva rullamäärä on voinut olla vähäisempi.

## 6. KEHITYSMAHDOLLISUUDET

Kylmävalssaamo 1:n osalta kehitysmahdollisuuksia tuli eteen useampia. Näistä valittiin työhön mukaan tärkeimmät ehdotukset, joiden toteutus olisi ensimmäisenä toteutettavien muutosten listalla erityisesti nykytilannetta tarkastellessa. HP4AUT- ja OSP-varastoon on esitelty kehitysmahdollisuudet laajasti ja hyvin pitkälle vietyinä. Lisäksi mukaan on otettu HA2:n rullien toimittaminen suoraan BCAUT-varastosta linjalle. Kylmävalssaamo 2:n osalta nousi esiin muutama pieni kehitysmahdollisuus RAP5:n korkeavaraston kannalta. Näiden kehitysehdotuksen edellytyksenä olisi korkeavaraston ohjelmistopäivitys. RAP:n korkeavaraston ja HA2:n kehitysehdotukset on käsitelty lyhyesti. Kaikkien kehitysehdotusten tarkoituksena on nostaa toimitus- ja tuotantovarmuutta, sekä parantaa toimitustäsmällisyyttä.

### 6.1. HP4:n automaattivarasto

Hehkutus- ja peittäuslinja 4:n automaattivaraston toimivuus on osoittautunut käytännössä vaikeaksi materiaalivirtojen kannalta. Suurimpana syynä on ollut kaksi vihiramppia, jotka toimivat tulevien ja lähtevien rullien rampeina. Näiden kahden rampin kapasiteetti ei yksinkertaisesti riitä hallitsemaan koko materiaalivirtaa, joka sen kautta tulisi kulkea ja seurauksena on ollut ns. pullonkaula. Taulukossa 19 on esitelty suurimmat ja merkityksellisemmät rullamäärät, joita näiden vihiramppien läpi kulki tarkasteltavan vuoden aikana. Taulukossa ensimmäisenä on esitelty kylmävalssaamo 1:n sisältä tulevat rullat HP4AUT-varastoon. Tätä materiaalivirtaa voisi kutsua sisäänpäin tulevaksi materiaalivirraksi. Suurimmat materiaalivirrat tulevat SZ-linjoilta, joiden rullien yhteismäärä oli 8 088 kpl vuodessa. Yhteensä vuoden aikana HP4AUT-varaston vihiramppien kautta kulki 13 164 rullaa.

Taulukko 19. HP4AUT-varastoon tulevia rullamääriä

#### HP4AUT varastoon tulevat rullat

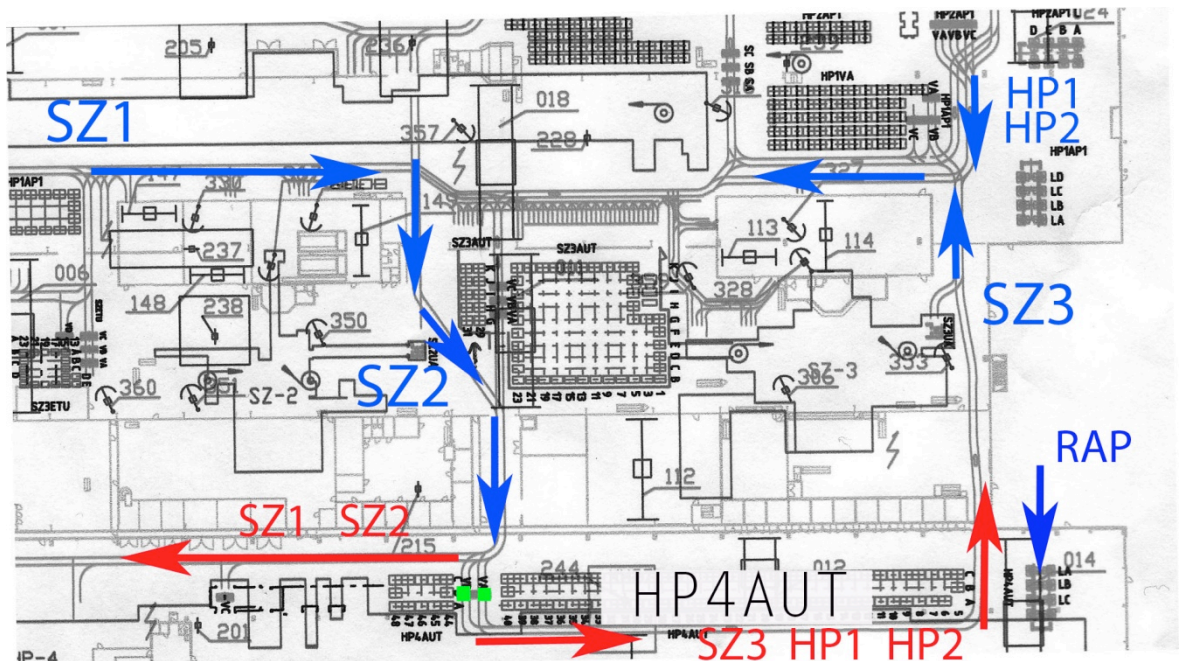
<b>KYVA1</b>	
SZ1	2738
SZ2	3267
SZ3	2083
yht.	8088
<b>RAP</b>	
SZ1	1707
SZ2	1833
SZ3	1395
yht.	4935
<b>Kaikki yht.</b>	<b>13023</b>

SZ1-linjalta rullat lähtevät sitä mukaa kun nosturi 18:n kuski niitä lähettää. Tässä tilanteessa olisi nosturikuskin optimitilanne saada nostaa SZ1-linjalta tulevat rullat suoraan vihirampeille ja lähettää ne suoraan HP4AUT-varastoon. Nosturilla 18:n on myös mahdollisuus varastoida rullia omaan varastoonsa väliaikaisesti, mutta lopulta ne on kuitenkin lähetettävä HP4:lle niiden tullessa ajo-ohjelmille.

SZ2- ja SZ3-linjoilta rullat lähtevät automaattisesti, kun ne päivittyvät rampeille ja saavat vihitehtävän. Näiltä linjoilta vihivaunujen tulisi hakea ne mahdollisimman nopeasti, jotta linjan tuotanto ei pysähdy lähtemättömien rullien vuoksi. Mikäli jättöpaikan vihirampit ovat varattuina, eivät rullat tule lähtemään näiltä rampeilta, vaan ne jäävät paikkaodotukselle.

HP4AUT-varastoon varastoidaan myös RAP-linjalta tulevat rullat. Nämä rullat ovat SZ-linjojen ohjelmarullia, jotka RAP:n materiaalsiirronvalvoja lähettää ne niiden tullessa ajo-ohjelmille. RAP:ltä tulevat rullat saapuvat kolmen rullan erissä lavetilla HP4AUT-varaston lavettirampille. Lavettirampilta automaattinosturi ASN12 nostaa rullat ensin varastoon, jonka jälkeen linjojen henkilöstö tilaa rullat varastosta. Taulukossa 19 on esitelty kappalemäärittäin, paljonko RAP:ltä millekin linjalle rullia tulee. Yhteensä RAP:ltä tuli 4 935 kpl rullaa tarkastellulla vuodenaikajaksolla.

Seuraavaksi esitellään ns. pullonkaulatilanne, joka on käytännössä todettu useasti. Tilanteesta voi olla useampia eri versioita, jotka kaikki kuitenkin kiteytyvät vihiramppien määrään ja tilanteeseen. Kuvassa 14 on havainnollistettu, kuinka materiaalivirrat kulkevat varaston läpi, kuten mitä rullia varastoon olisi tulossa ja mitä sieltä olisi pois lähdössä. Sinisillä nuolilla kuvassa 14 on merkitty varastoon tuleva materiaalivirta ja punaisella varastosta pois lähtevä. Nämä merkinnät materiaalsiirronkarttaan on tehty nykytilanteen pohjalta. Mikäli haluaa tilannetta tarkastella laajempaa kokonaisuutena, voi apuna käyttää liitteenä olevaa materiaalsiirronkarttaa, joka kattaa koko kylmävalssaamon.



Kuva 14. HP4:lle tuleva ja lähtevä materiaalivirta

Nykyisin HP4:n varastossa vihiramppien toimintasuunta molemmilla rampeilla on sekä varastoon että varastosta poispäin. Tällöin tilanteita voi olla erilaisia, mm. vihirampeista molemmat voi olla varattu poislähtevien rullien vuoksi. Lisäksi ramppi voi olla varattuna, vaikka rullaa ei vielä rampilla olisikaan, vaan nosturi on toimittamassa rullaa sille parhaillaan. Nosturitehtävä voi kestää pidemmän aikaa, jos nosturi esimerkiksi joutuu



penkomaan varastoa saadakseen halutun rullan pohjakerroksesta. Tällöin ramppi voi olla varattuna ilman rullaa noin 10 minuuttia. Tämä on siinä tapauksessa, mikäli nosturi ei mene virheelle. Jos jonkinlainen virhe tapahtuu nosturilla, viivästyy rullan toimitus rampille. Tämä viive voi olla pitkäkin, koska materiaalsiirronvalvoja voi itse havaita nosturin olevan virheellä tai saada tiedon nosturivirheestä useiden minuuttien päästä virheen sattumisesta. Tähän viiveeseen vaikuttavat monet tekijät, kuten HP4:n linjamiehistön omatoimisuus nosturin osalta, sekä materiaalsiirronvalvojan kiireisyys, eli kuinka nopeasti hän pystyy havaitsemaan virheen olevan päällä muun työn ohessa. Tällaisen tilanteen sattuessa molemmat rampit voivat olla yhtä aikaa varattuina, kun rullan toimitus on keskeytynyt toiselle rampille ja toisella rampilla oleva rulla odottaa nostoa varastoon. Lisäksi tällä välin SZ-linjoilta on tullut pois lähteviä rullia HP4:lle jonoon. Näissä tilanteissa, kun vihirampit eivät vedä, ja SZ-linjoilta lähtevät rullat ovat odottaneet vihivaunua jo liian kauan, on ne käännettävä varastoitavaksi muualle.

Materiaalsiirronvalvojan vasteaikaa voisi vähentää yleiselläkin tasolla, jos valvojalla olisi käyttävissä polkupyörä ns. etänäytöllä. Näytöllä tulisi olla useampi virtuaalityöpöpytiä, joilta valvoja näkisi nopeasti esim. automaattinostureiden ja vihiliikenteen tilanteen. Nykytekniikan avulla etävalvontalaite olisi helppo toteuttaa, kun nykyisin materiaalsiirronvalvojalle tärkeä informaatio on sidottu lähes yksinomaan valvomoon.

SZ3:lta tulevien rullien osalta on helpointa kääntää rullat HP1:lle. Lisäksi samaan aikaan, kun lähteviä rullia varastosta yritetään saada liikkeelle, voi sisään tulevaa materiaalivirtaa olla HP4:n ohjelmarullien muodossa, kuten SZ1:ltä tulleet rullat, jotka ovat HP1:sen loppupään varastossa tai muilta linjoilta tulleet rullat, jotka ovat HP1:sen alkupään varastoissa. Lisäksi HP2:en varastoissa voi olla HP4:n ajo-ohjelmilla olevia rullia, joten sisäänpäin oleva materiaalivirta voi olla joissakin tapauksissa suurtakin. Lisäksi on muistettava, että SZ-linjoilta ulos tulevilla rullilla on myös tarve päästä HP4AUT-varastoon HP4:n ohjelmarullien ohella ja näillä rullilla myös on suurin prioriteetti vihivaunujärjestelmässä. Näin ollen HP4:n ajo-ohjelmarullia on vaikea saada perille, kun niitä ei ole suoraan pystytty ajattamaan HP4AUT-varastoon niiden tultua linjoilta ulos. Jos näissä tilanteissa jälleen aletaan kääntämään SZ-linjoilta tulevia rullia muualle, on edessä loputon kierre. Toinen syy HP4:n rullien varastoimiseen väärin varastoihin on tuotannosuunnittelu, joka voi vaihtaa seuraavaa työvaiheen HP4:lle. Tällöin rullat ovat jälleen väärässä varastossa.

Edellä on lähinnä esitelty tilannetta, jossa oli vaikeuksia saada materiaalivirtaa varastoon. Kun tähän tilanteeseen lisätään vielä ulospäin haluttu materiaalivirta, ollaan vaikeassa tilanteessa. Vaikka linjat ja nosturit tilaavat ajo-ohjelmilla olevat rullat ajoissa, voi näiden rullien viive olla odotettua pidempi. Joissakin tapauksissa linjat soittavat materiaalsiirronvalvojalle ja ilmoittavat, että olisi hyvä saada rulla lähtemään linjan rampilta. Kuitenkin tässä vaiheessa voi olla syntynyt linjalle jo odotusta rullan vuoksi, eikä materiaalsiirronvalvojakaan aivan hetkessä pysty tilannetta tämän jälkeen purkamaan. Tällöin rulla on viisainta kääntää toiseen varastoon, jotta tilanne laukeaa mahdollisimman nopeasti.

HP4:n vihiramppien läpi kulkevaa materiaalivirtaa voisi vertailla VV2AUT-varastossa olevaan, myös kahden kappaleen vihiramppiryhmään. Näin saataisiin jonkinlainen vertailukohta. VV2AUT:ssa vihirampeille tuli rullia 11 713 kpl, kun se HP4:llä vastaavana

aikana oli 13 164 kappaletta. Nyt on muistettava, että VV2:lla vihirampeille tuleva materiaalivirta on lähes täysin sisäänpäin menevää, lukuun ottamatta muutamia pois päin lähteviä rullia, joilla työvaihe on voinut muuttua varastossa ollessaan. Näin voidaan sanoa suoraan, koska VV2AUT-varasto on tarkoitettu vain VV2:n rullille ja sen kapasiteetti on hyvin pieni, jolloin sinne ei yksinkertaisesti kannata varastoida muiden linjojen rullia. VV2AUT-varastoon tuli näin ollen 1 451 rullaa vähemmän kuin HP4AUT-varastoon yhteensä. Tämä tarkoittaisi, että HP4:n vihiramppien kautta kulki 12,3 prosenttia enemmän rullia. Tällaisenaan luku ei kuulosta suurelta, mutta esimerkiksi kuukausitasolla tarkasteltuna HP4:n vihiramppien kautta kulki vuoden aikana 1,5 kuukauden verran enemmän rullia, kuin vastaavana aikana VV2:lla. Lisäksi on huomioitava nyt se seikka, että juuri HP4:llä ongelmia aiheutuu lähtevän ja tulevan materiaalivirran kohdatessa toisensa. Näin ei VV2:lla ole, vaan vihirampit hoitavat tulevan materiaalivirran lähes moitteettomasti. On hyvä myös muistaa, että nyt tarkasteltu aikajakso on ollut hiljainen esim. verrattaessa huippuvuoteen 2006, jolloin materiaalmäärät olivat suurempia. Materiaalmäärien kasvu myös kasvattaa syntyneitä eroja samassa suhteessa rullamäärien kannalta tarkasteltuna.

Hehkutus- ja peittäuslinja 4:n automaattivarastossa materiaalivirran suurin ongelma on vihirampit, joiden kapasiteetti ei riitä käsittelemään kunnolla nykyistä materiaalivirtaa. Tähän tilanteeseen voisi ehdottaa seuraavanlaista ratkaisua, kun otetaan huomioon nykyiset laitteistot, HP4AUT-varaston kapasiteetti, sekä nykytavan mukaan ohjatut materiaalivirrat.

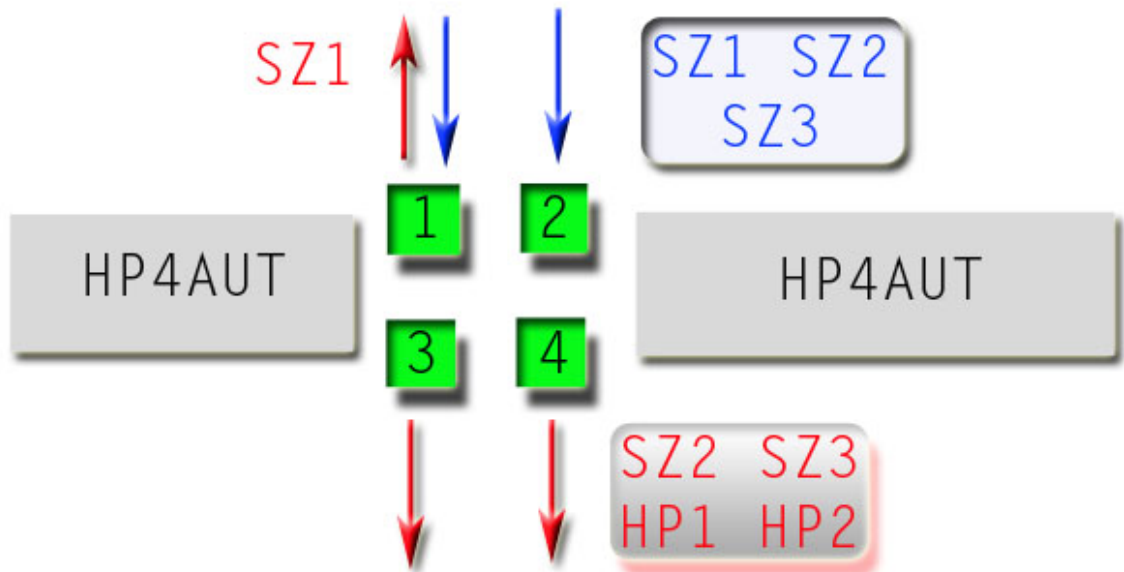
Varastokapasiteetti HP4:llä riittää käsittelemään nykyisellään läpi kulkevan materiaalivirran. Siksi ongelman suurin syy on juuri vihirampit, jotka eivät pysty tyydyttämään rullien saannin ja pois lähdön tarvetta. Tämän vuoksi olisi viisainta lisätä vihiramppien määrää. Kuvassa 15 on havainnollistettu kuinka vihirampit tulisi sijoittaa ja niiden määrä, sekä kuinka materiaalivirrat tässä tilanteessa suuntautuisivat. Ehdotuksessa on vihiramppien määrä nostettu neljään kappaleeseen. Taulukossa 20 on esitelty tarkemmin kuinka jokaisen rampin tulisi toimia, sekä materiaalivirtojen hallinnan kannalta tärkeät nosturien prioriteetit ovat mainittu myös taulukossa. Lisäksi taulukossa on vaunujen prioriteetit, sekä miten liikenne suuntautuisi rampeilta ja minne.

Vihiramppi 1:n tarkoitus olisi hoitaa rullaliikennettä, sekä sisään että ulospäin varastosta (taulukko 20). Tältä rampilta rullia lähtisi vain SZ1-linjalle ja tuleva rullaliikenne olisi kaikilta linjoilta mahdollisista, mikäli ensisijainen jättöramppi olisi varattu. Ensisijaisena jättöramppina toimisi ramppi 2, jolta rullia ei lähetettäisi ollenkaan. Tällä menetelmällä otetaan huomioon tulevien rullien mahdollisimman joustava pääsy varastoon. Ramppi 1:n osalta SZ2:n rullia ei ole ajateltu lähteväksi juuri tämän tulevan materiaalivirran vuoksi. Vihiramppi 1:n nosturin prioriteetti on asetettu korkeimmaksi, jotta tulleet rullat lähtevät siltä mahdollisimman nopeasti pois, ja näin ramppi saadaan tyhjäksi mahdollisille SZ1:n lähteville rullille. Nyt kun SZ1:n lähtevillä rullilla on käytössä vain yksi ramppi, vältetään tilanteelta, jossa yksi linja varaisi kaikki käytettävissä olevat vihirampit. Vihiramppi 1:n prioriteetti vihivaunutehtäville tulisi olla neljä, eli korkein näistä vihirampeista, jotta SZ1:n rullat eivät varaisi ramppia liian pitkään pienen prioriteetin vuoksi.

Taulukko 20. Suunnitelma uusien vihiramppien osalta

HP4AUT:n uudet vihirampit							
Vihiramppi	Lähtevä	Tuleva	Prioriteetti ASN12	Prioriteetti vihivaunu	Tulevat linjoittain	Lähtevät linjoittain	Käyttöaste
1	Kyllä	Kyllä	5	4	Kaikki	SZ1	Korkea
2	Ei	Kyllä	4		Kaikki		Korkea
3	Kyllä	Ei	3	3		SZ2/SZ3/HP1/HP2	Kohtalainen
4	Kyllä	Ei	3	3		SZ2/SZ3/HP1/HP2	Kohtalainen
Lavettiramppi		Kyllä	2		RAP		
HP4-linja			9				

Vihirampit 3 ja 4 toimisivat pelkästään lähetysramppeina. Näiltä rampeilta materiaalivirta suuntautuisi lähinnä SZ2- ja SZ3-linjoille, sekä HP1- että HP2-linjoille, joille menee rullia lähinnä tuotannosuunnittelun muutettua rullien seuraavia työvaiheita. Rampeilla kolme ja neljä, nosturiprioriteetti olisi vihirampeista alhaisin, koska käytössä olisi kaksi ramppia. Vihitehtävien osalta prioriteetti tulisi olla kolme, jotta ohjelmilla olevat rullat saadaan lähtemään hyvin linjoille. Kuvassa 15 on havainnollistettu yksinkertaisesti, kuinka ramppien tulisi sijaita, sekä miten niiltä materiaalivirrat suuntautuisivat minnekin.



Kuva 15. Suunnitelma uusien vihiramppien toiminnasta HP4AUT-varastossa

Lavettirampilla on nykyisin korkein nosturiprioriteetti 9, yhdessä linjan kanssa. Tämä jäännö on ajoilta, kun rullien toimittajalle tuli maksaa odotusajasta, kun lavetti ei päässyt toimittamaan seuraavia rullia ramppille. Nykytilanteessa korkein prioriteetti lavettirampille olisi turha, koska nosturilla riittää aikaa nostaa rullat jossakin vaiheessa varastoon, mutta nyt lavettikuorman tullessa nosturi jättää tärkeämmät tehtävät kesken, kuten ohjelmarullien toimituksen linjoille ja vihirampeilta pois. Tämän vaikutus korostuu erityisesti, jos penkomistehtävät jäävät kesken jollakin rullalla, voi nosturi nostaa sillä välin lavetilla tulleen rullan juuri pengottuun paikkaan ja näin aikaisempi tehtävä keskeytyy, koska tarvittavan rullan päälle on tullut jo uusi rulla. Tällöin vanha tehtävä on annettava uudestaan. Lisäksi lavettirampille tulleet rullat voivat sekoittaa meneillä olleen tehtävän

niin, että jo toimitettu rulla voidaan hakea vihirampilta tai linjanrampilta pois ja toimittaa uudelleen. Näiden tilanteiden vuoksi RAP:ltä tulevien rullien prioriteetti tulisi olla matalin, mutta HP4-linjalle menevien rullien voisi säilyttää korkeimpana. Lisäksi nosturin logiikalle tulisi tehdä päivitys, jotta välttyttäisiin edellä mainituilta ongelmilta.

Resursseina kehitysehdotus vaatisi kaksi vihiramppia lisää ja päivityksen ASN12:n automaattinosturin logiikalle. Lisäksi resursseja vaatisi uusien sekä päivitettävien siirtoketjujen tekeminen tuleville ja pois lähteville rullille RETU-järjestelmään.

Tässä kehitysehdotuksessa tärkeimpänä ideana ovat juuri kaksi rinnakkain asennettavaa kahden vihirampin ryhmää, jotka mahdollistavat materiaalivirtojen kulkemisen sekä sisään että ulos varastosta mahdollisimman hyvin. Vihiramppien ja nosturitehtävien priorisoinnit on tässä aineistossa hyvin pitkälti mietitty valmiiksi, mutta viime kädessä käytännön optimoinnilla ja viimeistelyllä on erittäin tärkeä rooli koko muutoksen kannalta. Tämä on muistettava käyttöönottovaiheessa, mikäli tämä ehdotus aiotaan toteuttaa jossain vaiheessa.

## 6.2. OSPAUT-varaston hyödyntäminen

OSPAUT-varasto on nykyisin varattu laivaukseen meneville rullille. Kaikki käärintien läpi käyneet rullat varastoidaan suoraan OSPAUT-varastoon. Varastopaikkoja OSPAUT:ssa on yhteensä 373 kappaletta. Laivuserät varastoidaan pääsääntöisesti jokainen omille riveilleen niin, että jokaisella laivuserällä on käytössään jokaiselle rullaleveydelle oma rivi. Käytännössä, tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi ensimmäisen laivuserän rullat ovat katsottaessa riveillä I, J ja K (liite 8). Yhdellä riveistä on 1 000 mm, toisella 1 300 mm ja kolmannella 1 600 mm leveät rullat yhdestä laivuserästä. Yleensä varastossa on kahden laivuserän rullia yhtä aikaa, joka tarkoittaa, että laivaukseen vaadittava rivimäärä on 6 kappaletta. Nämä rivit kun varataan laivauksen rullille, jää jäljelle viisi riviä varastopaikkoja, joiden yhteismäärä on 165 kpl. Liitteessä 8 on esitelty nosturiohjelmalta saadun varastokartan avulla, kuinka varastopaikat tulisi jakaa. Tällä hetkellä varastossa olevat rullat, jotka sinne eivät kuuluisi, ovat suurimmalta osin rullia, joille ei ole tiedossa seuraavaa työvaihetta. Näitä rullia on varastoitu FGAUT:in OSPAUT:in puolelle, jotta tilanne siellä on helpottunut korkean täyttöasteen vuoksi.

Yksi suurin syy miksi OSPAUT-varastoa tulisi hyödyntää, on juuri FGAUT:in korkean täyttöasteen helpottaminen. Mietittäessä sitä mitä rullia OSPAUT-varastoon pitäisi varastoida nousee esiin RAP:ltä tuleva materiaalivirta. RAP:lta tulevat rullat ovat kaikki ohjelmilla olevia rullia, koska ne lähetetään nykyisellä käytännöllä RAP:ltä vasta niiden tullessa ajoon johtuen vaikeasta varastotilanteesta FGAUT:ssa. Näin ollen niiden ei tulisi viipyä enää pitkään varastossa ennen linjalle menoa. Optimi näiden rullien osalta olisi, että ne menisivät suoraan linjoille, mutta tätä siirtoketjua on mahdotonta saada näin tarkaksi, jolloin nämä rullat tulee lavettirampille tullessaan nostaa ensin varastoon. Toinen syy miksi RAP:ltä tulevat rullat olisi hyvä varastoida OSPAUT:iin on nostureiden ASN13:n ja ASN16:n suuri 356 624 kappaleen tehtävämäärä vuositasolla, joka rasittaa näitä nostureita kovasti. Jos näiden nostureiden nostomäärä saisi edes hieman tiputettua, olisi siitä suuri apu ajatellen myös nostureiden kestävyyttä. Tämä tarkoittaisi sitä, että nostureiden penkomistehtävien määrää tulisi, jollain tapaa vähentää. Tähän ratkaisu olisi rullien varastointitapa. RAP:ltä tulevat rullat tulisi varastoida vain yhteen kerrokseen, jolloin

penkomistehtävät jäävät kokonaan pois. Tästä seuraisi myös se, että linjoille tilattavat rullat tulisivat vihirampeille ja linjoille paljon nopeampaa, kun penkomistehtäviin käytetty aika jäisi pois. Ajallisesti on vaikea sanoa, kuinka paljon kahden penkomistehtävän jäädessä pois aikaa säästyisi, mutta jos penkomistehtävä menee virheelle voidaan puhua jo kymmenistä minuuteista.

Tarkastelulla ajalla vuoden aikana RAP:ltä rullia OSPAUT:iin tuli yhteensä 3 355 kpl. Tämä määrä olisi pahimmillaan aiheuttanut 6 710 kpl turhaa penkomistehtävää. Sitä, kuinka paljon tämä määrä olisi vähentänyt rullien odotusta linjoilla on vaikea sanoa, koska rullia, jotka ovat RAP:llä on vaikea saada mm. laivauksen ollessa käynnissä. Yleensä tällaisessa tilanteessa on, jossa RAP:in materiaalsiirronvalvoja saa soiton KYVA 1:ltä, kuinka määrätty rullat tulisi saada sinne ajoon. Laivauksen ollessa käynnissä materiaalsiirronvalvojan on todettava, että rullat saa vasta, kun laivaus keskeytyy yöllä tai laivauksen loputtua kokonaan. Näissä tapauksissa rullia ei voi odottaa RAP:ltä, vaan on siirryttävä muihin rulliin. Tällaisia tilanteita ei pitäisi edes syntyä, koska tiedossa on minä päivinä laivaukset ovat, sekä kuinka kauan ne yleensä kestävät. Tämä on lähinnä niissä tilanteissa, jolloin rulla on katsottu vaan olevan RAP:llä ja se on laitettu ajo-ohjelmalle, sekä sitten soitettu saman tien RAP:lle, että tämä rulla tulisi saada KYVA 1:lle, koska se menee kohta ajoon. Tämä käytäntö on hieman väärä muissakin tilanteissa kuin laivauksien ollessa käynnissä. Rullien siirtoketjuun käytettävä aika RAP:ltä KYVA 1:lle voi muodostua erittäin pitkäksi, koska mukana on jo monta tekijää, joten tarveaika näille rullille tulisi olla tarpeeksi pitkä.

Penkomistehtävien poisjänti ja nopeampi rullien toimittaminen vihirampeille ovat melko suuria hyötyjä, joita tällä menetelmällä saavutettaisiin. Kun rullia varastoitaisiin yhteen kerrokseen, varastopaikkoja olisi käytettävissä 85 kappaletta. Tällaista määrää on harvoin ohjelmilla olevia OSPAUT:iin tulevien rullien osalta. Tämä tarkoittaisi että RAP:ltä voitaisiin ajaa jo ennakkoon etuvarastojonossa olevia rullia, jotta rullat olisivat ajoon tullessaan jo oikeassa paikassa oikeaan aikaan. On kuitenkin muistettava, että etuvarastorullia ajettaisiin varastoon maltillisesti, jotta varastossa olisi tilaa myös ajo-ohjelmilla oleville rullille.

Tämän kehitysehdotuksen toteuttaminen vaatisi muutosta ASN13:n ja ASN16:n varasto-ohjelmaan. Ohjelmistoon tulisi muuttaa OSPAUT-varasto-osion kohdalla varastopaikoista viisi riviä RAP:ltä tulevien rullien käyttöön. Lisäksi lavettikuormien tullessa OSPAUT:in L-rampille, tulisi nosturille tulevien siirtotehtävien määränpää muuttaa OSPAUT:iin, jotta rullat toimitettaisiin niille varatuille paikoille. Lisäksi RETU:n puolelle tulisi tehdä siirtoketjut OSPAUT:sta suoraan vihirampeille FGAUT-varastoon. Tämä tarkoittaa sitä, että linjan tilatessa RAP:ltä tulleen rullan se toimitetaan OSPAUT:sta suoraan FGAUT:ssa oleville vihirampeille ja tästä eteenpäin normaalisti aina linjalle asti. Nämä siirtoketjut nosturiohjelmassa voivat olla samoilla asetuksilla ja kriteereillä kuin tälläkin hetkellä on FGAUT:sta lähtevillä rullilla. Nosturiohjelman tehtävät muutokset ovat työläämpi toteuttaa kun uusien siirtojenketjujen muodostaminen on toteutettavissa suhteellisen pienellä vaivalla.

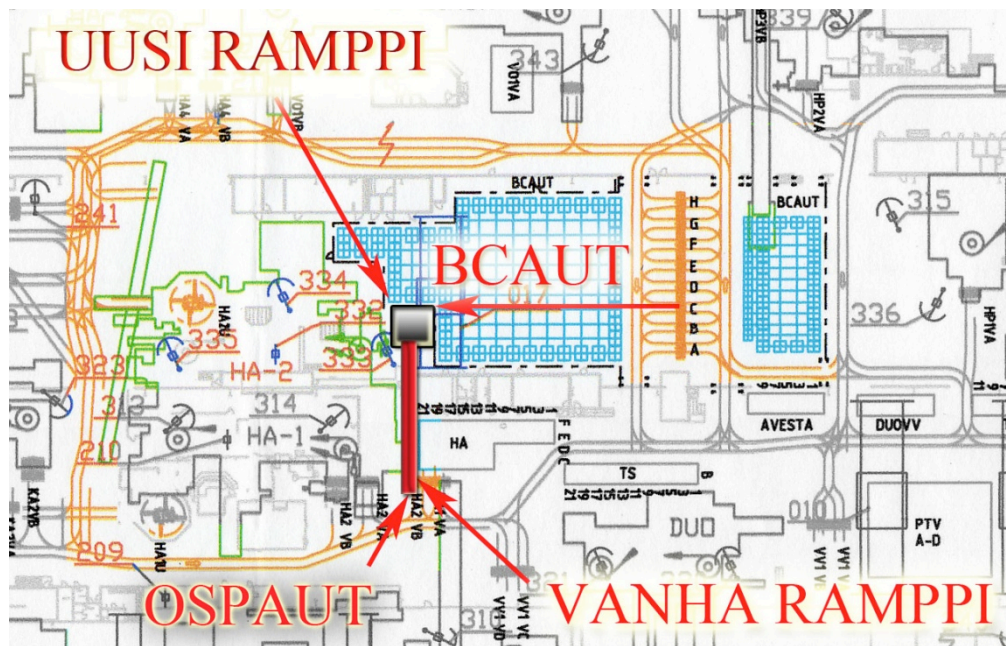
### 6.3. Halkaisu 2

Halkaisu 2:lle saapuvien rullien materiaalivirtaa voisi tehostaa muuttamalla osalle linjalle tulevien rullien kulkureittiä. Kehitysehdotuksesta tekee hieman vaikean HA2-linjan modernisointi, joka voi muuttaa nykyisiä materiaalivirtojen määriä. Kehitysehdotuksen voi kuitenkin esitellä pääpiirteittäin nykyisenkin tilanteen perusteella.

Halkaisu 2:lle saapui tarkasteltuna aikana rullia 1 172 kpl. Näistä 683 kappaletta tulisi varastoida BCAUT-varastoon. Nyt, kun huomioidaan HA2-linjan modernisoinnin viemä aikajakso tuotannosta, saadaan vuositasolla rullien määräksi 910 kpl, jotka kulkevat BCAUT-varaston läpi. Eli suurin osa HA2:lle menevistä rullista varastoidaan BCAUT-varastossa.

Nykyisin HA2:lle rullat toimitetaan BCAUT-varastosta vihivaunuilla linjan rampille. Jos rullat pystyttäisiin toimittamaan suoraan linjalle BCAUT-varastosta, vähenisi vihivaunutehtävät 910 kappaleella. Tämän määrän poistuminen vihivaunutehtävistä vapauttaisi vaunukapasiteettia muihin tehtäviin. Vuorokausitasolla määrä olisi 2,5 vihitehtävää vähemmän. Tämä ei siirtomäärinä ole kovin paljon, mutta voidaan kysyä, kuinka paljon tällä olisi vaikutusta tuotantovarmuuden nostoa ajatellen. Tätä laskettaessa tulisi perehtyä paremmin modernisoinnin aiheuttamiin materiaalivirtojen muutoksiin ja kuinka tuotannonsuunnittelulla voitaisiin muuttaa ja parantaa materiaalivirtoja, kun tiedettäisiin BCAUT-varastosta olevan tehokas materiaalin toimittaminen HA2-linjalle. Lisäksi materiaalivirran määrää voi nostaa entisestään, kun työvuorojen määrä lisääntyy yhdellä HA2:lla.

Käytännössä kehitysehdotus edellyttäisi ramppia BCAUT-varaston yhteyteen. Ramppi tulisi sijoittaa HA2-linjan ja BCAUT-varaston yhteyteen niin, että nosturi ASN17:n voisi tuoda rullan rampille, jolta siirtovaunu kävisi hakemassa rullan linjalle. Ramppi toimisi myös lisäpuskurina linjalle menevien rullien osalta, kun rampille voisi tilata rullan valmiiksi odottamaan linjalle pääsyä. Kuvassa 16 on esitelty, kuinka uuden ja vanhan rampin tulisi palvella linjaa. Vanhalle rampille tulisi lähinnä VV2:lta ja RAP:ltä tulleet rullat OSPAUT:in kautta. Lisäksi hionnasta tulevat rullat voisi toimittaa HIOETU-varastosta suoraan HA2:lle, mutta usein nosturikuskit lähettävät ne pois muihin varastoihin, jos varasto on heillä korkealla täyttöasteella. Mikäli tilanne vaatisi hionnan rullien lähetystä pois varastosta, olisi ne hyvä lähettää juuri BCAUT-varastoon eikä esim. FGAUT-varastoon, josta niiden uudelleen lähetys vaatisi jälleen yhden vihitehtävän lisää.



Kuva 16. Kehitys ehdotuksen mukainen ramppiratkaisu HA2:lle

Tämän kehitysehdotuksen toteuttaminen vaatisi muutosta nosturi ASN17:n ohjelmistoon, sekä uuden lisärampin hankkimisen. Ehdotuksen voisi toteuttaa myös toisella tavalla kuten niin, että nosturi voisi toimittaa rullan suoraan linjalle. Näihin tarkempiin suunnitelmiin ei paneuduta tämän työn yhteydessä, vaan yksinkertaisesti ideana on vähentää HA2:n aiheuttamien vihivaunutehtävien määrää antaen vihivaunukapasiteetti muuhun käyttöön ja tehostaa materiaalivirtojen kulkua.

#### 6.4. RAP5-korkeavarasto

Kylmävalssaamo 2:lla kehitettävää kohdetta ei varsinaisesti tullut esiin. Kuitenkin korkeavaraston ohjelmaan voisi tehdä muutoksen, jolla saataisiin nopeutettua alkupään lavettirampin ALP1:n tyhjennystä. Tällä haetaan helpotusta jokapäiväiseen tilanteeseen, jossa lavettirampin tyhjennys on hidasta samalla, kun RAP5-linja pyörii normaalilla nopeudella. Tämä tilanne aiheuttaa myös laveteille odotusta seuraavan kuorman kanssa. Kun lavettirampille tulee neljä rullaa kuuma- tai kylmävalssaamolta ja linjalle sisään menevistä rampeista toinen tyhjenee, lähtee hissi toimittamaan rullaa linjanrampille jättäen lavettirampin tyhjennyksen kesken. Tämä menettely on ihan oikein, mutta tämän jälkeen hissi jää miettimään liian kauaksi aikaa, mitä se seuraavaksi tekisi. Tämä on hyvin havaittavissa käytännössä, kun materiaalsiirronvalvoja on hoitamassa virhetilannetta ALP1:llä. Tällöin hissin liikkeen kuulee hyvin, kuinka hissi jää miettimään. Tätä viivettä tulisi saada pienemmäksi, jolloin alkupään tehtävien toteutus nopeutuisi ja se palvelisi paremmin sisään varastointia.

Toinen merkittävä päivitys ohjelmistoon olisi keskitysvirheiden automatisointi. Nykyisin keskitysvirheet syntyvät varastoon tulevien rullien osalta, kun kuumavalssaamolla rullat eivät ole keskittyneet oikein rampille. Lisäksi lavetin keskittyessä hieman toiseen laitaan

syntyy virhettä mahdollisesti vielä enemmän. Virhe syntyy, jos rulla on 100 mm verran virheellisesti keskittynyt. Tämän virheenpoisto materiaalsiirronvalvojalta vie suhteellisen paljon aikaa. Aluksi hissin mennessä keskitysvirheelle, hissi tulee ajaa koordinaattiajolla varaston keskivaiheille, jotta materiaalsiirronvalvoja pääsee hissille.

Materiaalsiirronvalvojan tulee pysäyttää koko varaston toiminta ja siirtyä hissin ohjaamoon poistaakseen virhe. Hissillä kyydissä oleva rulla tulee ajaa manuaalilla tyhjän varastopaikan keskelle. Tämän jälkeen hissin haarukka, jolla rulla oli, tulee ajaa vielä aivan perille asti kohden varaston seinustaa. Tämän jälkeen rulla on keskellä hissin haarukkaan nähden ja se voidaan nostaa kyytiin. Tämän jälkeen tulee ajaa vielä hissin haarukka keskelle. Näiden toimenpiteiden apuna toimii hississä oleva näyttö, josta voidaan lukujen perusteella keskittää rulla oikein. Tähän käytetty aika on yli 10 minuuttia. Tämän jälkeen luultavimmin linja haluaa jo rullaa, joten lavettirampilla odottaa edelleen kolme rullaa. Jos tämä sama keskitysvirhe tapahtuu kaikkien neljän rullan kanssa, tulee lavettiaseman purkuajaksi noin yksi tunti. Tämä aiheuttaa jo varastoon tulevien rullien osalta painetta. On myös huomioitava, että manuaalilla ajettaessa hissin liikkeet ovat hitaammat kuin automaatilla. Tämän toiminnan automatisointi olisi merkittävä uudistus, joka vähentäisi keskitysvirheistä syntyvää katkosta korkeavaraston toiminnassa. Korkeavaraston toimintavarmuuden parantumisen lisäksi, toiminnan automatisointi myös vähentäisi materiaalsiirronvalvojan työtaakkaa ja työturvallisuuden kannalta on aina parempi, mitä vähemmän korkeavarastossa joudutaan manuaalisesti toimimaan. Lisäksi on muistettava turvallisuuden kannalta, että automatisointiin pitäisi asettaa myös rajat, ettei liian suurta keskitysvirhettä tulisi korjata automaattisesti, vaan toleranssi voitaisiin määrittää esim. rullan kokonaisleveyden mukaan.

Näiden edellä mainittujen muutosten teko optimoisi RAP:n korkeavaraston toiminnan melko pitkälle tulevaisuuteen.



## 7. YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli antaa lukijalle tarkka- ja laaja kuvaus kylmävalssaamoiden materiaalinsiirrosta. Työssä paneuduttiin erityisesti materiaalinsiirron tehtäviin ja muodostettiin hyvin tarkka kuvaus linjakohtaisesti siitä, kuinka materiaalinsiirron tulisi toimia. Jokaiselta tuotantolinjalta kerättiin tiedot mm. siitä, kuinka paljon rullia kyseiselle linjalle tulee mistäkin. Linjakohtaisen tarkastelun perusteella saatiin tietoa myös siitä, kuinka paljon materiaalinsiirron tehtäviä jokainen linja aiheutti vuoden aikana. Siirtotehtäviä esiteltiin nostureiden sekä vihivaunujärjestelmän osalta. Nosturien kannalta tärkeätä tietoa saatiin mm. siitä kuinka paljon nostoista tuli manuaalinostureiden hoidettavaksi sekä, kuinka paljon oli automaattinostureiden tehtävämäärä.

Vihivaunujärjestelmän kannalta saatiin tuloksien perusteella hyvin tärkeätä tietoa vihivaunutehtävien määrästä. Tämän tiedon avulla pystyttiin arvioimaan, kuinka paljon turhaa työtä aiheutetaan vihivaunuille, kun tehdään työvaihemuutoksia sekä ajatetaan rullia vääriin paikkoihin, jolloin niiden tehtävämäärä kaksinkertaistuu. Vihivaunuliikenteen siirtomäärä linjakohtaisessa tarkastelussa oli pienempi kuin todellisuudessa tapahtuneiden siirtojen määrä. Rullavihivaunujen osalta ns. ylimääräisiä siirtoja kertyi vuodessa 28 222 kpl, joka kahdeksan tunnin työvuoroa kohden teki 26 ylimääräistä siirtoa. Tätä määrää voidaan pitää huomattavana. Tuurnavihivaunuilla turhia siirtoja kertyi vuodessa 1 115 kpl, joka työvuoroa kohden tarkoittaa yhtä turhaa siirtoa. Tuurnavaunujen osalta ylimääräisten siirtojen määrä ei ole huomattava materiaalinsiirron kannalta.

Manuaalinostureiden siirtomäärästä saatiin tietoa ensimmäistä kertaa. Nykyisten siirtomäärien perusteella pystyttiin näkemään, kuinka eri manuaalinosturit ovat kuormittuneina. Tämä tieto on erittäin tärkeää, jos halutaan muuttaa materiaalivirtojen kulkua kylmävalssaamo 1:llä. Viiden manuaalinosturin siirtomääräksi vuositasolla tuli yhteensä 108 587.

Yksi työn suurimmista haasteista oli työn laajuus. Työtä tehdessä oli vaikeata päättää, mitä työhön tulisi ottaa ja, mitä siitä voisi jättää pois. Lisäksi erityisen vaikeata oli päättää, kuinka tarkasti eri asioista kertoisi. Tämän huomasi erityisen hyvin tehdessä linjakohtaista tarkastelua. Vaikka linjakohtaiseen tarkasteluun sai lähes valmiin materiaalin käsiteltäväkseen, tuli vielä kuitenkin ottaa huomioon lukuisia asioita ennen kuin materiaalin sai tässä työssä esiteltynä muotoon. Linjakohtainen tarkastelu onkin suurin ja merkittävin osa työtä, sekä tähän myös käytettiin suurin osa työlle annetusta ajasta. Työn tarkoituksena oli antaa mahdollisimman hyvä kuva materiaalinsiirron nykytilasta kylmävalssaamoilla. Tähän tavoitteeseen päästiin juuri linjakohtaisen tarkastelun avulla, erityisesti kylmävalssaamo 1:n osalta.

Kehitysehdotuksia työhön syntyi useampia, joista tärkeimpänä voisi pitää HP4:n automaattivarastoon suunniteltua kehitysehdotusta. Nykyinen kahden rampin kapasiteetti ei riitä ylläpitämään rullaliikennettä tarpeeksi tehokkaasti. Tämä aiheuttaa vaikeuksia rullien toimituksessa varastoon, sekä sieltä pois. Kehitysehdotuksessa ratkaisuksi on esitelty ramppimäärän kasvattamista kahdella. Nämä neljä ramppia pystyisivät käsittelemään nykyistä rullaliikennettä huomattavasti paremmin ja palvelisivat

tuotantolinjoja juohevammin. Tämä heijastuisi tuotantovarmuuteen ja toimitustäsmällisyyteen, kun materiaalsiirrosta aiheutuneet ongelmat vähenisivät.

Kylmävalssaamoiden materiaalivirrat ovat jälleen talouden elpyessä kasvussa, mutta eivät vielä kovin lähellä huippuvuotta 2006, joka oli tuotantomääriltään kylmävalssaamoiden vilkkain vuosi. Kasvavaan materiaalivirtaan oman lisänsä antaa HP2-linjan modernisointi, joka on kasvattanut linjan kapasiteettia ja näin myös kylmävalssaamo 1:n kokonaismateriaalivirtaa. Lisäksi HP2:n vaikutusta ei ole vielä päästy näkemään ns. suurten materiaalivirtojen aikana, koska uusi HP2-linja valmistui juuri vaikean taloustilanteen aikana, jolloin KYVA1:n sisäinen rullaliikenne oli vähäistä. Nämä kasvavat materiaalivirrat tulisi huomioida materiaalsiirrosta ja miettiä, riittääkö nykyinen järjestelmä palvelemaan tulevaisuuden kasvavia materiaalivirtoja tarpeeksi hyvin. Lisäksi tuotannosuunnittelun ja materiaalsiirron tulisi ymmärtää toisiaan hyvin, jotta saataisiin tehokkaasti toimiva materiaalsiirto kylmävalssaamoille. Näiden keinojen avulla voitaisiin parantaa materiaalsiirtoa nykytasoltaan ja kehittää sitä vastaamaan paremmin tulevaisuuden haasteisiin. Materiaalsiirron tärkeimpänä tehtävänä on palvella jokaista tuotantolinjaa toimittamalla materiaalia linjoille ja pois linjoilta. Näin ollen materiaalsiirtoa voisi kutsua tehtaan selkärangaksi, koska ilman materiaalsiirtoa tuotantolinjat eivät pystyisi toimimaan. Jos materiaalsiirto toimii vain tyydyttävästi, toimisivat myös tuotantolinjat tyydyttävästi, vaikka niillä olisi edellytykset omasta puolesta parempaan toimintaan. Tämä myös pätee toisinpäin jolloin erinomaisesti toimiva materiaalsiirto antaa tuotantolinjoille mahdollisuuden toimia erinomaisella tasolla.

## 8. LÄHDELUETTELO

- /1/ Arnold, J. R. T., Chapman, S. N. & Clive, L. D., Introduction to materials management, 6th ed., Upper Saddle River (NJ), Prentice Hall, 2008.
- /2/ Bertrand, J. W. M., Wortmann, J. C. & Wijngaard, J., Production Control: A Structural and Design Oriented Approach, Elsevier, Amsterdam, 1990.
- /3/ Haverila, M., Uusi-Rouva, E., Kouri, I. & Miettinen, A., Teollisuustalous, 5. painos, Tampere, Tammer-paino Oy, 2005.
- /4/ Reinikainen, P., Mäntynen, J. & Rantala, J., Logistiikan perusteet, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 1997.
- /5/ Sakki, J., Tilaus-toimitusketjun hallinta; Logistinen b- to -b –prosessi, 6.painos, Espoo, Jouni Sakki Oy, 2003.
- /6/ Stock, J.R. & Lambert, D.M., Strategic logistics management. 4th ed., Boston, McGraw-Hill, 2001.
- /7/ Vollmann, T. E., Berry, W. L. & Whybark, D. C., Manufacturing Planning & Control Systems, New York, McGraw-Hill, 1997.
- /8/ Vonderembse, Mark A. & White, Gregory, P., Operations Management: Concepts, Methods And Strategies, Third Edition, St. Paul, West Publishing Company, 1996.

## 9. LIITELUETTELO

LIITE 1. Kuva rullavihivaunusta

LIITE 2. Kuva tuurnavihivaunusta

LIITE 3. Kalvo vihivaunujärjestelmästä

LIITE 4. RETU-näyttöluettelo

LIITE 5. Kuva RAP:in korkeavaraston layoutista

LIITE 6. Kuva OSPAUT-varaston layoutista

LIITE 7. Kuva siltanosturista

LIITE 8. Kuva kylmävalssaamon tuotantoprosessista

LIITE 9. Materiaalisiirron kartta



Selässä kantava rullavihivaunu.



Tuurnavihivaunu

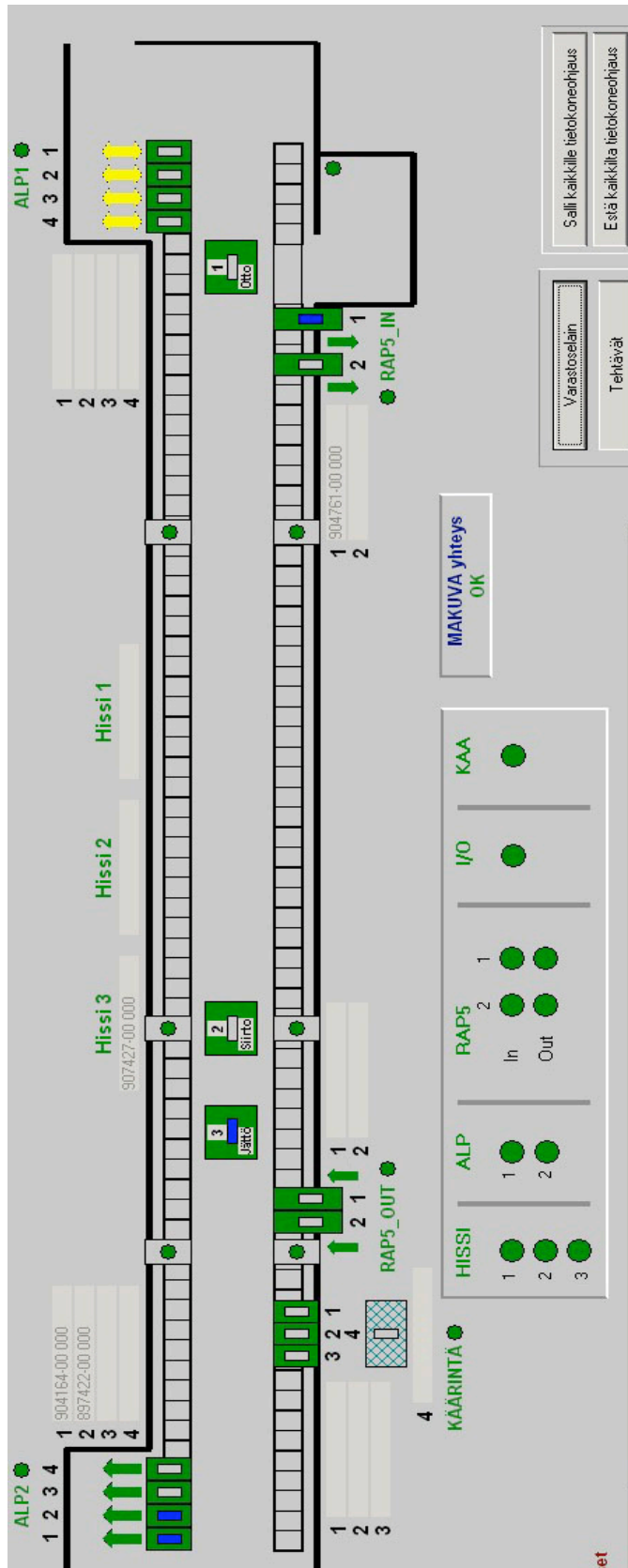


Vihijärjestelmän kuvaus

## RETU-näytöt (Materiaalsiirto)

JVH = Automaattivaraston hallinta  
EVP = Varastoiden parametrit  
JKY = Automaattinostureiden ja vihivaunujen ketjutus  
JSL = Automaattinostureiden ja vihivaunujen siirtoluettelo  
JAS = ASN11 tehtävät  
JAH = ASN12 tehtävät  
JFG = ASN13/16 tehtävät  
JRP = ASN13/16 käärinten tehtävät  
JBC = ASN17 tehtävät  
JHL = ASN22 tehtävät  
JVA = Vihikuljetusten osoitteiden muutos  
JRT = Vihivaunujen tehtävät  
JKL = Siirtoketjuluettelo  
JSJ = Automaattinostureiden ja vihivaunujen parametrit  
EVH = Manuaalivarastojen hallinta  
JAO = Linjojen ajo-ohjelmat  
ELV = Linjalta valmistuneet rullat  
NTV = Rullan työvaihetapahtumat  
DOK = Kaistatietojen korjaus  
JOL = Rullien käsittelyjonot  
JOH = Käsittelyjonon luominen  
ORA = Rullan reititys  
JLM = Lavettikuorman muodostus  
JLK = Lavettikuorman tilanne  
JLA = Lavettiasematilanne  
LLT = Laivauserän tilanne  
ERS = Laivauserän pakattavat rullat





RAP5:n korkeavaraston graafinen käyttöliittymä

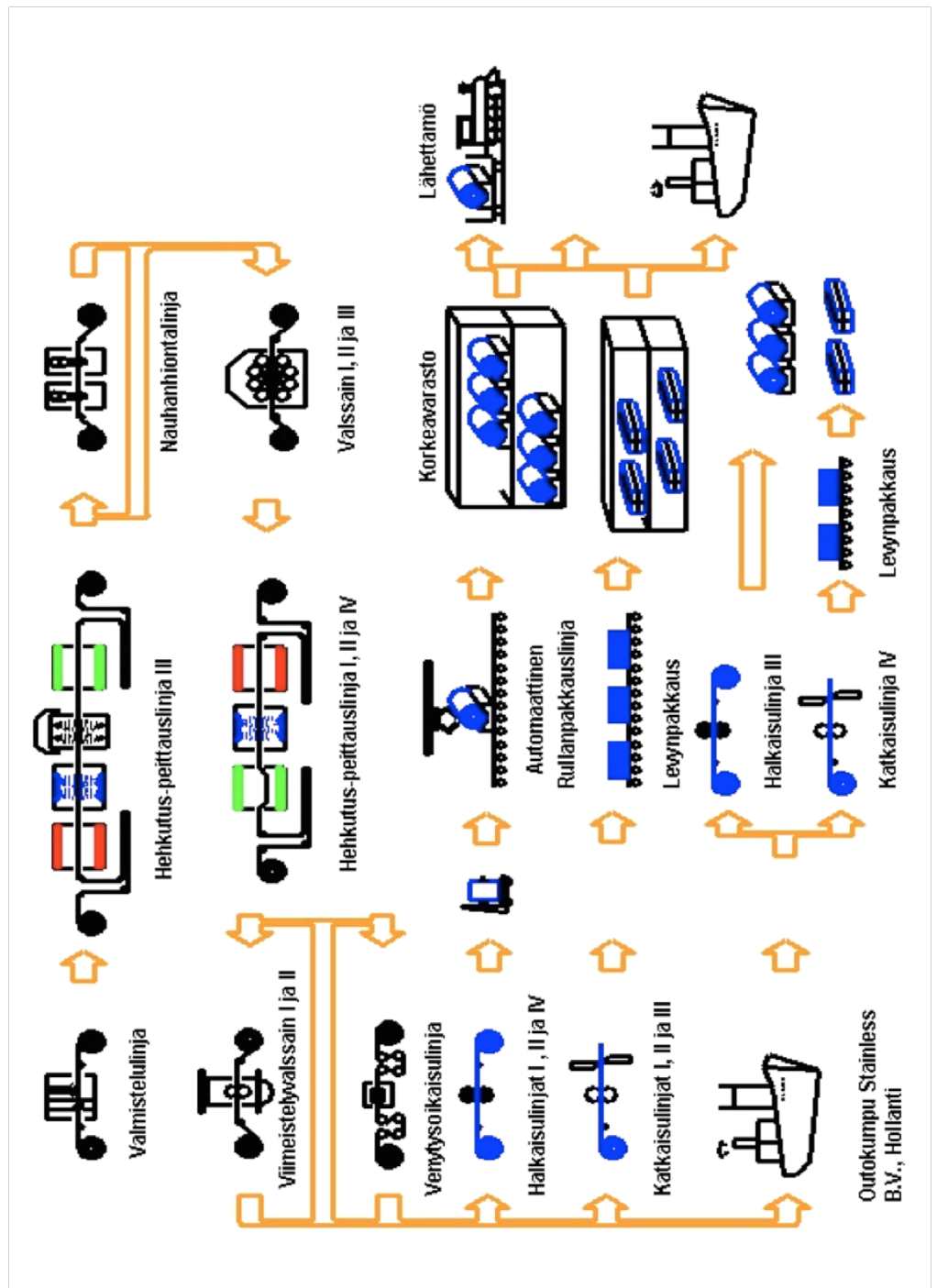
Ovi 5: rivi 101, vas.reuna

<<< Laivauksen rullat											
129											
128											
127											
126											
125											
124											
123											
122											
121											
120	RAP:ltä					Laivauserä		Laivauserä			
119	tulevat rullat					2		1			
118											
117											
116											
115											
114											
113											
112											
111											
110											
109											
108											
107											
106											
105											
104											
103											
102											
101											
100											
99											
98											
97											
96											
95											
94											
93											
92											
91											
90	>>> RAP:ltä tulevat rullat										
89											

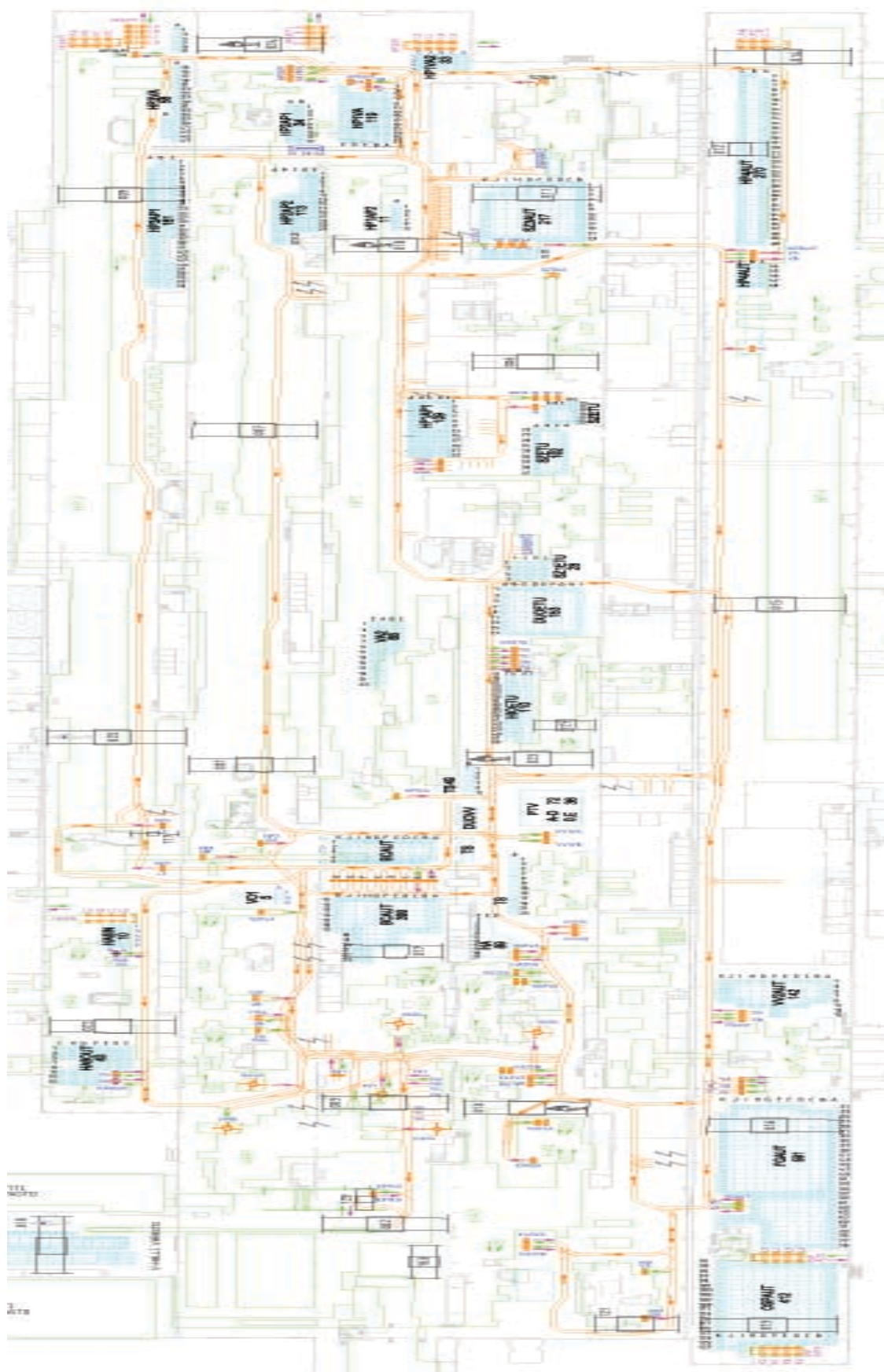
OSPAUT-varastopaikkojen jako kehitysehdotuksen mukaisesti.



Kuva siltanosturista.



Kylmävalssaamon tuotantoprosessi



Materiaalisiirronkartta