



Sakari Helve

## **ARKITTAMON TUOTANNON TEHOSTAMINEN VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄN UUSIMISEN AVULLA**

ARKITTAMON TUOTANNON TEHOSTAMINEN  
VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄN UUSIMISEN  
AVULLA

Sakari Helve  
Opinnäytetyö  
03.10.2011  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Kone- ja tuotantotekniikka	Insinöörityö	62	+	2
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Tuotantotalous	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehtaat	Sakari Helve			
Työn nimi	Arkittamon tuotannon tehostaminen vihivaunujärjestelmän uusimisen avulla			
Avainsanat	Arkittamo, palletti, pallettivilivaunu, vihivaunujärjestelmä, AGV			

Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehtaiden arkittamalla toimii pallettivilivaunujärjestelmä, joka koostuu kymmenestä vihivaunusta. Järjestelmän tehostamiseksi investoidaan kokonaan uusi vihivaunujärjestelmä. Työssä kartoitettiin aiemman vihivaunujärjestelmän puutteita ja ongelmakohtia sekä etsittiin näihin ratkaisumalleja, joita voidaan hyödyntää uudessa vihivaunujärjestelmässä, joka tulee kokonaisuudessa olemaan valmis noin kolmen vuoden kuluttua.

Työssä on keskitytty kohtiin, joilla pystyttäisiin parantamaan tuotannon tehokkuutta sekä käytävissä olevista laitteista ja tiloista saatavaa hyötyä. Pääkohtia olivat muun muassa vihivaunujärjestelmän toiminnan keskeyttävät tekijät sekä kapasiteetin nostoon liittyvät seikat. Tämän lisäksi on haettu ratkaisukeinoja työturvallisuuden parantamiseksi. Työssä on hyödynnetty käyttäjähenkilökunnalta ja laitetoimittajalta saatuja tietoja.

Lopputuloksena työssä saatiin selville ratkaisuehdotuksia, joiden avulla uudesta vihivaunujärjestelmästä saataisiin entistä toimivampi ja tehokkaampi kokonaisuus. Tehokkuuteen ja säästöihin pystyttäisiin parhaiten vaikuttamaan vihivaunujen ajonopeuksien nostamisella sekä niiden teknisen luotettavuuden parantamisella. Työturvallisuuspuutteet eivät osoittautuneet vakaviksi, mutta puutteisiin löytyi ratkaisumallit, joilla nämä pystyttäisiin poistamaan. Suurin osa puutteista pystyttäisiin korjaamaan selkeillä merkinnöillä vihivaunujen liikkeistä.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 STORA ENSO FINE PAPER, OULUN TEHDAS .....	7
2.1 Paperikonelinjat.....	8
2.1.1 Paperikoneet .....	8
2.1.2 Päälystyskoneet .....	9
2.1.3 Kalanterit.....	10
2.1.4 Pituusleikkurit.....	11
2.2 Herman Andersson Oy.....	11
3 ARKITTAMO .....	13
3.1 Arkkileikkaus .....	14
3.1.1 Aukirullaus .....	15
3.1.2 Lastinvaihto ja karvin teko.....	16
3.1.3 Ratakireydensäätö .....	16
3.1.4 Käyryydenpoisto .....	16
3.1.5 Radanohjaus .....	16
3.1.6 Pituusleikkaus .....	17
3.1.7 Vetotelayksikkö .....	18
3.1.8 Poikkileikkausyksikkö.....	18
3.1.9 Limitysosa .....	18
3.1.10 Latojat .....	19
3.1.11 Ilmanpoistopuristin .....	20
3.1.12 Kuljettimet .....	21
3.2 Riisinleikkaus .....	21
3.3 Riisinkäärintä .....	22
3.4 Lajittelu.....	23
3.5 Arkkipakkaus.....	23
3.6 Arkkirullavarasto .....	24
4 TUOTANNONSUUNNITTELU .....	26
5 NYKYINEN VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄ .....	27
5.1 Pallettivilhien toimintaselostus .....	29
5.1.1 Yleiskuvaus.....	29

5.1.2	Järjestelmän toiminta .....	29
5.1.3	Palletin siirtotehtävä.....	30
5.2	Vihivaunujärjestelmän ongelmia.....	31
5.3	Väliavarastot .....	33
5.3.1	Arkittamon väliavarastot palleteille .....	33
5.3.2	Väliavarastojen ongelmia .....	35
5.4	Työturvallisuus .....	37
5.4.1	Turvapuskurit .....	37
5.4.2	Työturvallisuus manuaalitruckien kannalta .....	37
5.4.3	Työturvallisuus henkilöiden kannalta .....	38
6	UUSI VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄ.....	40
6.1	Kiinteä ohjausjärjestelmä NT8000.....	41
6.2	Laser-navigointi.....	41
6.3	Vihivaunun pääkomponentit.....	42
6.4	Turvatoiminnot .....	43
6.4.1	Turvapysäytys.....	43
6.4.2	Hätäpysäytys.....	43
6.4.3	Nopeuden hidastus .....	43
6.5	Tavoitteet .....	43
6.6	Parannusehdotuksia ja uudistuksia.....	45
6.6.1	Vihivaunujärjestelmä .....	45
6.6.2	Väliavarastot .....	47
6.6.3	Arkkileikkuri 5.....	51
6.6.4	Työturvallisuus .....	52
6.6.5	Riisinkäärinnän vihisiirrot.....	53
6.6.6	Vihivaunujen ajonopeudet.....	54
6.6.7	Käytettävyys.....	57
6.7	Vihivaunujen käyttöönotto .....	58
7	YHTEENVETO.....	60
	LÄHTEET.....	61
	LIITTEET	
	Liite 1. Lähtötietomuistio	
	Liite 2. Pallettivilhivaunukysely	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana on toiminut Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehtaat, josta työn ohjaajana on toiminut arkittamon osastomestari Jarmo Savikko. Oulun tehtailla arkittamon sisällä tapahtuva pallettien kuljetus tapahtuu vihivaunujärjestelmän avulla.

Tällä hetkellä pallettiviivaunujärjestelmä koostuu kymmenestä vihivaunusta ja niiden ohjausjärjestelmästä. Pallettiviivaunujärjestelmä alkaa vanhentua, joten arkittamon vihivaunujärjestelmää ollaan uusimassa. Työssä selvitetään keinoja tehostaa uutta tulevaa järjestelmää etsimällä vanhan järjestelmän sisältäviä puutteita ja ongelmakohtia sekä muodostamalla ratkaisumalleja näiden parantamiseksi.

Tarkoituksena on myös pallettiviivaunujärjestelmään liittyvien työturvallisuuspuutteiden huomioiminen ja mahdollisten parannuskeinojen etsiminen. Pallettiviivaunujärjestelmän uusimisella on tavoitteena nostaa järjestelmän kapasiteettia ja luotettavuutta. (Liite 1.)

## 2 STORA ENSO FINE PAPER, OULUN TEHDAS

Oulun tehdas on tällä hetkellä yksi maailman suurimmista ja nykyaikaisemmista puuvapaiden taidepapereiden valmistajista. Paperinvalmistuksen pääraaka-aine, happivalkaistu sellu, pumpataan tehtaalle omasta sellutehtaasta. Tarvittavat pigmentit tuodaan tehtaan satamaan. Sellutehtaalla sijaitsee myös voimalaitos, joka on yksi tarvittavan höyryn ja sähkön tuottajista. Oman voimalaitoksen lisäksi käytetään myös yhtiön muita sähkönhankintalähteitä. Tehdasalueella sijaitseva satama tehostaa merkittävästi tehtaan logistiikkaa. (1.)

Oulun tehtaan paperinvalmistuksen tuotantokapasiteetti on 1 085 000 tonnia vuodessa. Tämä on 70 prosenttia Stora Enson graafisten papereiden tuotantokapasiteetista. Päämarkkina-alueet ovat Euroopassa, jonne toimitetaan noin 75 prosenttia toimituksista. Muita markkina-alueita ovat muun muassa Pohjoismaat, Aasia ja Yhdysvallat. Oulun sellutehdas tuottaa happivalkaistua sellua. Sellutehtaan tuotantokapasiteetti on 370 000 tonnia vuodessa. Tästä määrästä noin puolet käytetään omassa paperitehtaassa. Loput paperitehtaalla tarvittavasta sellusta tuodaan Brasiliasta. (1.)

Tehtaalla valmistetaan päällystettyä paperia painotöihin. Käyttökohteita ovat muun muassa vuosikertomukset, esitteet ja muu markkinointimateriaali sekä taide- ja kuvakirjat. Tehtaan tuotemerkit ovat LumiArt ja LumiSilk. Paperitukurit myyvät tuotteita lisäksi omilla tuotemerkeillään. (1.)

Oulun tehdas sijaitsee Nuottasaarella Oulun keskustan läheisyydessä. Lisäksi tehdasalueen välittömässä läheisyydessä on Oritkarin satama. 160 hehtaarin tehdasalueella toimivat storaensolaiset yhtiöt Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehdas sekä Efora Oy. Alueella toimivia ulkopuolisia yhtiöitä ovat Arizona Chemical Oy, Eka Chemicals Oy, Eka Polymer Latex Oy sekä Oplax Oy. Viimeksi mainittu yritys valmistaa pakkauslavoja lähinnä Oulun arkittamon tarpeisiin. (1.)

## 2.1 Paperikonelinjat

Oulun tehdasalueella on tällä hetkellä kaksi paperikonelinjaa, PK6 ja PK7. PK6 käynnisti toimintansa vuonna 1991 ja PK7 hieman myöhemmin, vuonna 1997. Konelinjoilla on keskenään hyvin vähän eroja. Koneiden viiran leveys on sama, mutta koneiden suurimmat ajonopeudet eroavat toisistaan. PK6:lla tämä on 1 200 m/minuutissa ja PK7:llä vastaavasti 1 600 m/minuutissa.

Päällystyskone PPK7 on hieman leveämpi ja nopeampi kuin PPK6. PK6:lla ajetaan kuitenkin raskaampia paperilaatuja, joten sen vuotuinen tuotantokapasiteetti on tonneina PK7:ää suurempi. PK6 valmistaa lajit 130–250 g/m<sup>2</sup> ja PK7 neliöpainot 90–118 g/m<sup>2</sup>. PK6:n tuotannosta arkitetaan noin 80 % ja PK7:n tuotannosta noin puolet. Paperikonelinjojen päällystyskoneet ja pituusleikkurit ovat lähes samanlaisia keskenään, mutta paperikoneissa ja kalantereissa on havaittavissa joitain eroja. (1.)

### 2.1.1 Paperikoneet

Perälaatikon tehtävänä on levittää massa mahdollisimman tasaiseksi viiran levyiseksi suihkuksi (2). PK6:n perälaatikko on hydraulinen ja laimennussäätöinen. PK7:llä on myös käytössä hydraulinen perälaatikko, mutta profiilinsäätö tapahtuu huuliaukkoa säätämällä. Jälkimmäinen keino on hitaampaa ja epätarkempaa verrattuna laimennusperälaatikkoon. (3.)

Rainanmuodostuksessa viiraosa poistaa perälaatikon suihkuttamasta massasuspensiosta vettä. Vedenpoisto tapahtuu suodattamalla se sihtinä toimivan viirakudoksen läpi. Jotta raina on helppo siirtää viiralta puristinosalle, on saavutettava riittävän korkea kuiva-ainepitoisuus. PK6:lla on käytössä hybridiformeri eli sen viiraosa alkaa tasoviiralla. PK7:lla on puolestaan käytössä kitaformeri, jossa on perälaatikon jälkeen ylä- että alaviira. Tämä kaksipuoleinen vedenpoisto ja lyhyt vedenpoistomatka mahdollistavat PK7:n 400 m/minuutissa nopeamman ajonopeuden verrattuna PK6:een. (3.)



Kun raina tulee viiralta puristinosalle, sen kuiva-ainepitoisuus on yleensä noin 17–20 %. Puristinosalla siitä poistetaan vielä lisää vettä mekaanisesti puristamalla ja samaan aikaan raina myös tiivistyy. Märkäpuristus tapahtuu puristinhuovan ja sileän telan välissä. Toinen vaihtoehto on kahden puristinhuovan välissä. PK6:lla on käytössä neljä nippipuristinta ja vastaavasti PK7:llä kolme. Molemmilla paperikoneilla ensimmäinen puristus tapahtuu kahden puristushuovan avulla.

Molemmilla paperikoneilla kuivatus tapahtuu sylintereillä. Kuivatussyylinteri on paineastia, jota lämmitetään syöttämällä sen sisälle höyryä. Veden haihduttamiseen vaadittava lämpö saadaan sylinterissä haihtuvasta höyrystä. Lauhtuessaan lämpö siirtyy sylinterin pinnan läpi paperirainaan. Monisyylinterikuivatus on yleisin veden haihduttamiskeino paperista. Kuivatusosa eroaa PK7:llä PK:6sta siinä, että PK7:llä on kuivatusosan lopulla filminsiirtopäällystin eli SymSizer. Tällä levitetään paperiradan molemmille puolille päällystyksessä käytettävä esipasta. Ennen kiinnirullaimia PK6:lla on käytössä konekalanteri ja PK7:lla soft- eli mattakalanteri. Konekalanterissa käytetään metallinippejä ja mattakalanterissa vastaavasti ainakin toinen nipin teloista on joustava sekä polymeeripinnoitteinen. (3.)

### **2.1.2 Päällystyskoneet**

Paperin päällystykseen tavoitteena on tuotteen ulkonäön ja painettavuuden parantaminen. Ulkonäköä kuvataan muun muassa vaaleudella, kiillolla ja opasiteetilla, jolla tarkoitetaan paperin läpinäkymättömyyttä. (4, s. 10.) Painettavuuteen vaikuttavat muun muassa paperin sileys, pintalujuus ja painoväriin imeytymisominaisuudet. Päällystyksessä paperin pintaan levitetään päällystypastaa. Levitys voi tapahtua joko toiselle tai molemmille puolille paperia. Pastan levityksestä käytetään termiä applikointi. Pastaa applikoidaan paperin pinnalle ylimäärin. Tämän jälkeen poistetaan ylimääräinen pasta, jolloin saadaan säädettyä juuri oikea päällystemäärä. Kun päällystemäärä on säädetty sopivaksi, päällyste vielä kuivataan.

Kuivatus tapahtuu molemmilla linjoilla sähköinfrakuivaimilla ja kaasuleijuilla. Paperikonelinjojen välillä ei päällystyskoneissa ole suurtakaan eroa. Molemmat päällystyskoneet, PPK6 ja PPK7, käyttävät suutinapplikoinnilla varustettuja teräpäällystimiä eli jettejä. Päällystysmenetelmänä teräpäällystys on yleinen tapa. Jet-asemia on molemmilla päällystyskoneilla kaikkiaan neljä. (3.)

### **2.1.3 Kalanterit**

Paperikonelinjassa kalanteroinnilla saadaan painettavuutta ennustavat paperitekniset ominaisuudet paranemaan. Kalanteroinnissa paperi siliää ja tiivistyy, mutta samaan aikaan sen optiset ominaisuudet kuitenkin huononevat. Käyttämällä korkeita lämpötiloja paperin kiilto kehittyy nopeasti ja usean nipin avulla myös paperin sileyttä saadaan halutulle tasolle. (3.)

PK6:lla on käytössä yksi mattakalanteri ja sen lisäksi kaksi superkalanteria. PK7:llä kalanterointi on toteutettu kahdella OptiLoad-kalanterilla, joita käytetään niin kiiltävien kuin myös mattalajien kalanterointiin. Erot superkalanterin ja OptiLoad-kalanterin välillä ovat telojen materiaali sekä paperin kuormittuminen.

Superkalanteri on telapino, jossa kuitu- ja metallipinnoitteiset telat vuorottelevat. Paperi kalanteroituu metallista telaa vasten paremmin. Jotta paperi kalanteroituisi tasaisesti molemmilta puolilta, on superkalanterissa käytössä niin sanottu kääntönippi. Superkalanteri on off-machine-laite. Tämä johtuu siitä, että sen telat eivät kestä paperi- tai päällystyskoneen ajonopeuksissa. Superkalanterin hitaus aiheuttaakin sen, että niitä täytyy olla useampi kuin yksi yhtä paperikonetta kohden. (3.)

OptiLoad-kalantereissa on käytössä ainoastaan pehmeitä polymeeriteloja. Pehmeän telan ansioista nippi myötäilee kalanteroitavan radan pinnan muotoja paremmin kuin käytettäessä kovia teloja. Nippi on myös pidempi ja sen paine on pienempi. Tämä merkitsee sitä, että polymeeritelat kestävät

pidempään, niiden hiontaväli kasvaa ja saavutetaan paperin bulkin säästöä. (3.)

PK6:lla mattalajien kalanterointi onnistuu myös superkalantereilla. Normaalisti käytetään kuitenkin erillistä mattakalanteria. Kuten edellä mainittiin, PK7:llä on käytössä Soft- eli mattakalanteri kuivatusosan lopussa. Varsinainen mattakalanterointi tapahtuu OptiLoad-kalantereilla vaihtamalla niiden alatelat, joiden läpi rata ohjautuu.

#### **2.1.4 Pituusleikkurit**

Paperikonelinjassa kalantereiden jälkeen ovat pituusleikkurit. Molemmilla linjoilla, PK6 ja PK7, pituusleikkureita on kaksi. Kaikki neljä pituusleikkuria ovat keskiörullainleikkureita, ja ne käyttävät pehmeää telaa, jota painetaan muodostuvaa rullaa vasten. Tämä mahdollistaa suuremman leikkausnopeuden. (3.)

Paperikoneiden ajot trimmataan pituusleikkureille, jotka generoivat tarvittavan ajon paperikoneelle. Tässä tapauksessa se tarkoittaa paperikoneella ajettavaa tonnimäärää. Pituusleikkuri leikkaa nimensä mukaisesti paperikoneelta tulleen konerullan pituussuunnassa määrätyn kokoiseksi asiakasrullaksi. Paperikoneilta saatavat konerullat ovat noin 8,2 metriä leveitä, yli 80 tonnin painoisia ja enimmillään niissä on paperia jopa yli 100 km. Asiakasrulla vastaa asiakkaan tilausta rullaleveyden, halkaisijan sekä hylsytyypin ja -koon osalta. (5.)

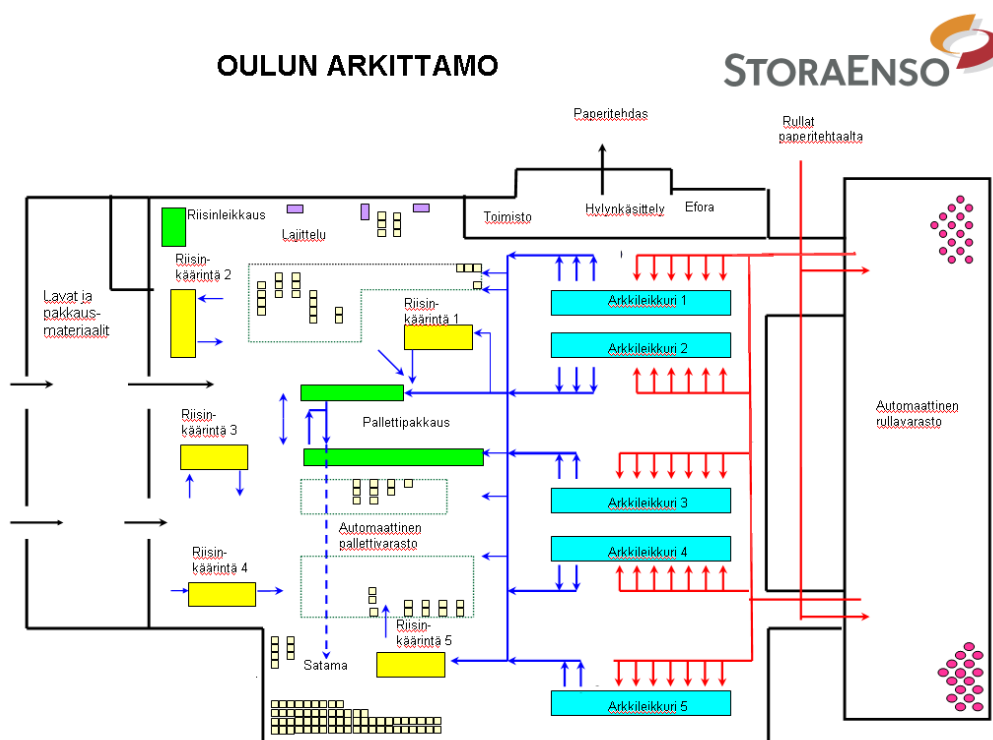
#### **2.2 Herman Andersson Oy**

Tehdas alueen välittömässä läheisyydessä toimii logistiikkayhtiö Herman Andersson Oy. Yhtiö toimii Oritkarin satama-alueella, joka on Pohjois-Suomen suurin suuryksikkösatama. Vuoden 2010 liikevaihto Herman Anderssonilla oli 16,0 miljoonaa euroa ja sen kautta kulkeneen liikenteen suuruus oli 2,86 miljoonaa tonnia. (6.)

Paperikoneilta ja arkittamolta valmiit asiakaspaperirullat ja palleitit kulkevat kuljettimia pitkin Herman Anderssonin terminaaliin. Palletti on arkittamolta valmistunut paperiarkkipino, joka on pinottu puisen kuljetuslavan päälle. Terminaalissa kuljettimilta tulevat rullat ja palleitit siirtyvät rampistoille, joissa ne kerätään yhteen ja siirretään trukilla välivarastopaikoille. Tämän jälkeen ne lastataan kontteihin.

### 3 ARKITTAMO

Arkittamon toiminnot jaetaan viiteen eri osatoimintoon. Niitä ovat arkkileikkaus, riisinleikkaus, riisinkäärintä, lajittelu ja pakkaus. Näiden lisäksi arkittamoon kuuluu automaattinen arkkirullavarasto. Paperikoneilta tulevat arkkileikkauksen lähtörullat välivarastoidaan arkkirullavarastoon, josta ne myöhemmin käytetään arkittamon tarpeisiin. Kuvassa 1 on arkittamon layout, josta nähdään prosessin kulku pääpiirteittäin sekä koneiden sijainnit. Oleellinen osa arkittamoa on myös automaattinen vihivaunujärjestelmä. Vihivaunut hoitavat arkkileikkauksessa käytettävien rullien siirtämisen varastokuljettimilta arkkileikkureille sekä valmiiden pallettien siirrot arkittamon sisällä. Arkittamolla on myös oma hyllynkäsittelyjärjestelmä, joka muuttaa ja siirtää arkittamolta syntyvän hyllyn uudestaan paperinvalmistuksen käyttöön. Arkittamolla leikattavat arkit leikataan asiakkaan haluamaan kokoon eli toiminta on asiakasohjautuvaa. (7.)

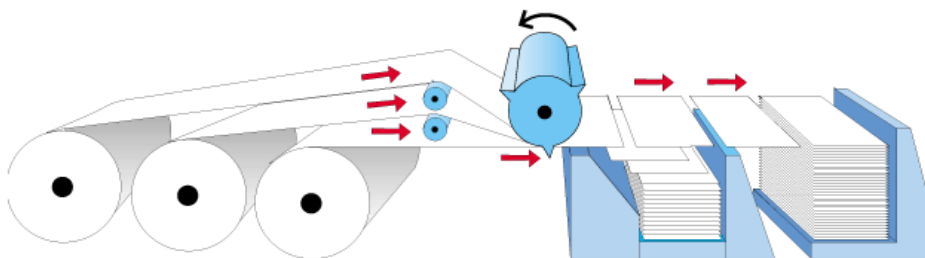


KUVA 1. Oulun arkittamon rakenne

### 3.1 Arkkileikkaus

Arkittamolla on tällä hetkellä viisi arkkileikkuria. Ensimmäiset kaksi arkkileikkuria AL1 ja AL2 ovat aloittaneet toimintansa vuonna 1992, jolloin arkittamon toimintakin alkoi. Seuraavat kaksi arkkileikkuria AL3 ja AL4 aloittivat toimintansa vuonna 1997, samana vuonna kuin toinen paperikonelinja PK7 aloitti myös toimintansa. Uusin arkkileikkuri on AL5, joka saatiin arkittamolle vuonna 2008. Arkkileikkurit eroavat toisistaan aukirullauspukkien määrältään, suurimmalta ajonopeudeltaan sekä teräkuormiltaan. AL1:llä ja AL2:lla on käytössä kuusi aukirullauspukkia, AL3:lla ja AL4:llä seitsemän ja AL5:llä aukirullauspukkeja on kahdeksan. Kuvasta 2 nähdään arkkileikkauksen periaate eli lähtörullat, poikkileikkuri sekä latojat, joihin arkit pinotaan.

AL1–AL4:llä pyritään pitämään ajonopeudet noin 200 m/minuutissa sekä suurimpana teräkuormana arvoa 1 000 g/m<sup>2</sup>. AL5:llä ajonopeus on noin 250 m/minuutissa, maksimi teräkuorman ollessa 1 050 g/m<sup>2</sup>. Ajonopeudet vaihtelevat leikattavan arkin pituuden mukaan. Teoreettisesti suurin mahdollinen ajonopeus on esimerkiksi AL5:llä jopa 350 m/minuutissa. Teräkuorma muodostuu lähtörullien määrästä kerrottuna leikattavan paperin neliöpainolla. Samaan aikaan arkkileikkurissa olevista lähtörullista käytetään nimitystä lasti. AL1–AL4:llä arkit kulkevat suurimmaksi osaksi remmien avulla, kun taas uudemmalla AL5:llä arkkien kuljetukseen hyödynnetään sähkövarauksia. Tämä mahdollistaa vähäisemmän remmien määrän, joka vähentää kiillottumia paperin pinnassa. (7.)



KUVA 2. Arkkileikkauksen periaate (8)

### 3.1.1 Aukirullaus

Arkkileikkurin aukirullaukseen kuuluu aukirullauspukit, toisin sanoen aukirullaustelinet, ratakireydensääätöjärjestelmä, käyrydenpoistolaitteet ja radanohjaustelat. Moderneissa arkkileikkureissa niin karvin teko kuin rullapohjien poisto tapahtuu automaattisesti. Karvin teko tarkoittaa käytössä olevan paperiradan ja uuden paperiradan liittämistä yhteen kaksipuolisen teipin avulla. Rullapohja on jäljelle jäävä osa leikatusta lähtörullasta, sisältäen rullan hylsyn ja jonkin verran paperia sen ympärillä.

Aukirullauspukeissa on nostovarsien päissä istukat, jotka tarttuvat rullan hylsyn sisäpintoihin. Istukat voidaan varustaa ilmanpaineen tarkkailulla ja istukoiden aseman ilmaisimilla. Näillä varmistetaan rullien pysyminen istukoissa tuotannon aikana. Aukirullauspukeissa on myös jarrut, joilla säädetään ratakireyttä. Tällä pystytään vähentämään muun muassa radan pussittumista. Pussittuminen tarkoittaa sitä, että paperi on jostain kohdasta rataa kireämmällä kuin muualta. Tätä ilmenee sellaisia rullia käytettäessä, joiden profiili ei ole toivotunlainen.



*KUVA 3. Arkkileikkuri 3:n aukirullausyksikkö ja valmisteltu uusi lasti*

### **3.1.2 Lastinvaihto ja karvin teko**

Kaikkien Oulun Stora Enson tehtaalla käytettävien arkkileikkureiden lastit valmistellaan koneen käydessä. Käyttäjät poistavat rullan pinnasta muutamia kerroksia paperia, jolla varmistetaan, ettei mahdollisia esimerkiksi kuljettimilla syntyneitä huonoksi menneitä kerroksia pääse arkkileikkurille ajoin. Valmisteltavan rullan pintaan liimataan liitosteippi, jota kutsutaan myös karviteipiksi. AL1–AL4:ssa olevan lastin loputtua radat katkaistaan manuaalisesti. AL5:llä tämä tapahtuu automaattisesti. Tämän jälkeen kaikilla viidellä leikkurilla rullan pohjat poistuvat automaattisesti jatkokäsittelyä varten. Uudet rullat siirtyvät koneeseen ja ne liitetään manuaalisesti loppuneiden rullien ratoihin karviteipin avulla.

### **3.1.3 Ratakireydensäätö**

Ratakireydensäätö tapahtuu aukirullauspukkien jarrujen avulla. Säätöjärjestelmä pyrkii pitämään ratakireyden vakiona tuotannon aikana radan jokaisessa kohdassa. Oikein toimivalla ratakireydensäätöjärjestelmällä vältytään paperin ruttaantumiselta eli rynkyltä, mittaheitolta ja käyristymisongelmilta.

### **3.1.4 Käyryydenpoisto**

Rullan käyryys kasvaa sen halkaisijan pienentyessä. Käyryydenpoisto pyrkii eliminoimaan tästä aiheutuvat haitat. Käytettävät telat voivat olla kiinteitä tai pyöriviä. Pyöriviä teloja käytetään helposti vaurioituvalle paperille, kuten painopaperille.

### **3.1.5 Radanohjaus**

Radanohjaus kohdistaa paperiradat pituusleikkurille niin, että leveyshylky jäisi mahdollisimman pieneksi. Tämän lisäksi radanohjauksella voidaan vähentää paperiin muodostuvaa rynkkyä, levittämällä paperia. AL1–AL5:llä radanohjaukseen käytetään radanohjausteloja.



### 3.1.6 Pituusleikkaus

Arkkileikkureiden pituusleikkauksessa päällekkäisistä paperiradoista leikataan reunanauhat tai sen lisäksi leikataan yksi rata useammaksi radaksi. Reunanauhat johdetaan arkkileikkureilta imuputkia pitkin pulperoitavaksi ja siitä edelleen paperinvalmistuksen raaka-aineeksi. Leikattavien ratojen määrä vaihtelee yhdestä neljään. Paras leikkaustulos saavutetaan, kun teräkuormaa ei ylitetä. Tämä ongelma on ratkaistu siten, että radat leikataan kahdessa eri nipussa, eli ylä- ja alaradat leikataan erikseen. Pituusleikkuuterien jälkeen radat yhdistyvät yhdeksi nipuksi. (8.) Kuvassa 4 näkyy kuinka paperiradat yhdistetään kahdeksi eri nipuksi ennen pystyssä olevia pituusleikkausteriä.



*KUVA 4. Arkkileikkuri 4:n pituusleikkausyksikkö*

### **3.1.7 Vetotelayksikkö**

Pituusleikkauksen jälkeen leikatut paperiradat johdetaan vetopuristimen kautta poikkileikkausyksikölle. Vetopuristimen alatela on metallipintainen ja ylätela on yleensä kumipintainen ja uritettu. Telan urituksen tarkoituksena on poistaa ilmaa.

### **3.1.8 Poikkileikkausyksikkö**

Paperiratojen poikkileikkaus arkeiksi tapahtuu pyörivän terärummun avulla. Terärumpuun on kiinnitetty yksi tai kaksi giljotiiniterää. Leikkaus tapahtuu niin sanotulla saksiperiaatteella, eli alkaa radan toisesta reunasta ja päättyy toiseen. Terärummun pyörimisnopeudella säädetään leikattavan arkin pituutta. Terärumpu pyörii sykäyksittäin, eli leikatessa sen pyörimisnopeus on sama kuin paperiradan nopeus, mutta silloin kun terä ei leikkaa, sen nopeus on joko suurempi tai pienempi kuin paperiradan. Käytettävä vastaterä voi olla joko pyörivä tai kiinteä. Leikkausrumpujen säädöllä paperirataan nähden mahdollistetaan leikattavan arkin suorakulmaisuus. (8.)

### **3.1.9 Limitysosa**

Arkkiniiput eli pasmat tulevat poikkileikkausyksiköltä niin sanotulla nopealla kuljettimella limitysosan hitaalle kuljettimelle. Molemmat kuljettimet toimivat kuljetinhihnojen avulla. Jotta pasmat saataisiin ladottua tasaisesti pinoiksi, on niitä limitettävä päällekkäin. Limitys tapahtuu siten, että arkkiniippujen etureunaa puhalletaan ylöspäin ja takareunaa vastaavasti imetään alaspäin imulaatikon avulla. Tämän lisäksi hyödynnetään kuljettimien nopeuseroa. (8.) Limitysyksikön jälkeen kuljetinhihnoilla tulevat limitetyt pasmat näkyvät kuvassa 5.



*KUVA 5. Arkkileikkuri 4:n limivirta limitysyksikön jälkeen*

### **3.1.10 Latojat**

Limitysosalta limitetyt pasmat, eli limivirta tulee latojien hihnojen avulla latojalle, jossa ne pysähtyvät päätykampaan ja laskeutuvat puisten kuljetuslavojen päälle. Arkkien tulo lavalle mahdollistetaan puhallusilmojen ja yläpuolisten syöttöhihnojen avulla. Latojalla radat eritellään toisistaan pituussuunnassa olevien tärytinlevyjen avulla. Lisäksi käytössä on päätytärustin, joka tasaa pasmat poikittaissuunnassa. Päätykampa ja tärytinlevyt säädetään eli trimmataan aina ajettavan arkkikoon mukaisiksi. Päätykampa ja tärytinlevyt näkyvät kuvassa 6. Pinoihin merkataan automaattisesti riisimerkinnot joko musteella tai tusseilla.

AL1–AL4:llä on käytössä kaksi latojaa, joka mahdollistaa koneen jatkuvan käynnin muotonvaihtojen aikana. Toinen tapa varmistaa jatkuva käynti on AL5:llä käytössä oleva erotuspöytä. Pinot muodostuvat erotuspöydän päälle,

jossa ne odottavat, että tyhjt lavat siirtyvt niiden alle. Kun lavat ovat erotuspdydn alla, se vetäytyy pois ja pinot siirtyvt kuljetuslavojen päälle.



*KUVA 6. Arkkileikkuri 4:n latoja ja valmistuva muutto*

### **3.1.11 Ilmanpoistopuristin**

Latojilta valmiit paperipinot eli palleit siirtyvt kuljettimia pitkin ilmanpoistopuristimelle. Kuvassa 7 puristin puristaa pallettia pystysuunnassa, jolloin arkkien väliin puhallettu ilma poistuu ja arkit eivt pääse enää liikkumaan toisiinsa nähden. Tämä varmistaa sen, että palletti pysyy kasassa kuljettimilla, puristimesta eteenpäin.





*KUVA 7. Arkkileikkurin 1:n ilmanpoistopuristin*

### **3.1.12 Kuljettimet**

Arkkileikkureilta valmiit palleitit siirtyvät joko kuljettimia pitkin pakkaukseen tai riisinkäärintään. Toinen vaihtoehto on pallettien siirto vihivaunuilla. Tällöin palleitit ohjataan poistokuljettimille, josta vihivaunu vie palleitin sille määrättyyn paikkaan.

### **3.2 Riisinleikkaus**

Riisinleikkauksessa leikataan arkkileikkureilta tulevia palleiteja. Palleitit ovat yleensä ylimääräistä tuotantoa, eli niille ei löydy vastaavaa tilausta tai sitten palleiteissa on jotain vikaa, mistä syystä niitä ei ole voitu toimittaa suoraan asiakkaalle. Yksi syy voi olla esimerkiksi sahalaitaisuus eli arkit eivät ole kohdistuneet toisiinsa nähden kunnolla arkkileikkurin latojalla. Tällöin palleitin reunat ovat epätasaiset, eivätkä täytä palletilta vaadittua laatua.

Isommasta palletista pystytään riisinleikkauksen avulla leikkaamaan pienempiä priimalaattia olevia palleja.

Riisinleikkaukone ottaa käytössä olevasta palletista tietyn kokoisen arkinipun ja leikkaa sen reunat. Leikkauksen jälkeen nippu siirretään käsin uudelleenpinoajalle. Uudelleenpinoaja pinoaa niput automaattisesti tyhjän kuljetuslavan päälle. Leikkauksesta syntyvän reunahylyn koneen käyttäjä toimittaa pulperiin.

Riisinleikkauksella pyritään täydentämään arkkileikkureiden tuotantoa, leikkaamalla pienempiä tilauksia, jotka laskevat arkkileikkureiden tuotantototehoon. Riisinleikkauksella pystytään myös vähentämään syntyvän hylyn määrää sekä toimittamaan asiakkaan tilaamia pieniä tilauksia nopeasti.

### **3.3 Riisinkäärintä**

Riisinkäärintäkoneita Oulun arkkitehtimolla on viisi kappaletta. Wrapmatic on toimittanut näistä kaksi: RK1 (vuonna 1992) ja RK3 (1997). Loput kolme konetta on Bielomatikin toimittamia: RK2 (vuonna 1994), RK4 (1998) ja RK5 (2008). Riisinkäärintäkoneet käärivät arkit 125, 250 tai 500 arkin riiseiksi asiakkaan tilauksen mukaisesti. (7.)

Riisinkäärintäkoneilla käyttäjät valitsevat ajettavat tilauksen arkkikoon, käytettävän käären ja tilauksen exmill-päivän mukaan. Exmill-päivällä tarkoitetaan päivämäärää, jolloin tuotteen tulisi olla satamassa. Mitä enemmän samankaltaisia tilauksia pystytään yhdellä riisinkäärintäkoneella ajamaan, sitä parempi on tuotannon tehokkuus.

Palletit tulevat riisinkäärintäkoneen syöttöpään kuljettimelle joko vihivaunun tai kuljettimen tuomana. Koneessa palletin ylimmäistä riisiä kevennetään niin sanotun ilmalapion avustuksella. Ilman avustuksella kevennytty nippu siirtyy sen jälkeen mekaanisten tarttujien vetämänä käärintäkuljettimelle.

Riisi kulkee kuljettimen läpi, jossa sen ympärille tulee ennalta määrätyn mittainen kääre. Taittolevyt taittavat kääreen ja taitokset suljetaan ruiskuttamalla niihin hot-melt-liimaa. Valmiit paketit etiketöidään automaattisesti, jonka jälkeen ne kulkevat latojille. Riisinkäärintäkoneilla on myös käytössä kaksi latojaa jatkuvan käynnin takaamiseksi, aivan kuten arkkileikkureillakin. (8.) Latojilta valmiit palleetit siirtyvät pakkaukseen kuljettimia pitkin tai vihivaunuilla.

### **3.4 Lajittelu**

Lajittelussa pyritään korjaamaan tuotannosta tulleet palleetit, jotka eivät sinällään täytä laatuvaatimuksia, eikä niitä voi toimittaa suoraan asiakkaalle. Lajittelussa voidaan esimerkiksi poistaa palletista huonoja arkkeja tai riisejä, esimerkiksi niiden huonon kohdistumisen vuoksi. Lisäksi pallettiin voidaan vaihtaa esimerkiksi erilainen kuljetuslava tai yhdistää kaksi pientä pallettia yhdelle lavalle. Tästä syntyvää kahden pinon pallettia kutsutaan tupletiksi. Lajittelussa myös yhdistellään matalia palleetteja, jotta niistä saataisiin asiakkaan tilausta vastaavia tuotteita.

### **3.5 Arkkipakkaus**

Arkittamolla on käytössä kaksi automaattista Rekerin toimittamaa muovipakkauslinjaa, AP1 ja AP2. Pakkauslinjoilla pakataan kaikki arkkileikkureilta, riisinleikkauksesta, riisinkäärinnästä ja lajittelusta tulevat palleetit. Ensimmäisenä palleetit siirtyvät vaa'alle, josta niiden tiedot kulkevat käytettävään tuotannonhallintajärjestelmään OUTI:in. Tässä vaiheessa tarkastetaan vastaako palletin paino ja korkeus asiakkaan tilausta. Jos palletti on oikeanlainen, se kulkee pinonoikaisulaitteiden kautta kohti päällystys- ja verhokalvokoneita. Pallettiin tarttuu tietynkokoiset PE-muovia olevat kalvot, joiden kanssa palletti siirtyy kutisteuuniin. Uunin jälkeen palletti vielä jäähdytyspuristetaan pystysuunnassa, jotta muovikalvot saadaan mahdollisimman tiukasti palletin ympärille.

Puristimen jälkeen kuvassa 8 näkyvä automaattinen etiketöintirobotti liimaa pallein lyhyelle ja pitkälle sivulle pakkausetiketin, josta ilmenee pallein ja tilauksen tiedot. Näitä tietoja tarvitaan muun muassa satamassa, jonne palletti lopulta siirtyy.



*KUVA 8. Etiketöintirobotti ja pakattuja palleteja arkkipakkauslinja 2:lla*

### **3.6 Arkkirullavarasto**

Osana arkittamo on automaattinen arkkirullavarasto, ARV. Paperikonelinoilta siirtyvät välivarastoitaviksi arkkirullavarastoon arkittamon lähtörulliksi tilatut sekä paperikonelinjojen uudelleenrullaukseen tarkoitetut rullat. Kaksi automaattinosturia siirtävät kuljettimilta tulevat sisäänvarastoitavat rullat tyhjiin tai jo samanlaisia rullia sisältäviin pinoihin. Nosturit tarttuvat pystyssä olevaan rullaan muodostamalla alipaineen rullan päälle ja nosturissa olevan imupään välille. Arkkileikkureille rullat tilataan



OUTI:n kautta, jolloin rullatilaus rekisteröityy järjestelmään ja rullat siirtyvät arkkirullavarastosta arkkileikkurin viereen, nosturin, kuljettimien ja lopulta vihivaunujen avulla.

## 4 TUOTANNONSUUNNITTELU

Tuotannonsuunnittelulla pystytään vaikuttamaan joiltain osin myös vihivaunujen kuormitukseen. Jakamalla riisinkäärittäviä tilauksia arkkileikkureiden ajo-ohjelmiin eri aikaväleillä, pystytään tasaamaan niin vihivaunujen kuin myös välivarastopaikkojen käyttöä. Jos kolmella tai useammalla leikkurilla on samaan aikaan ajo-ohjelmassa suurehkoja riisinkäärintään menossa olevia tilauksia tai riisinkäärittävien tilausten määrä on noin 30 % tai enemmän kokonaistuotannosta, vihivaunujen siirtokapasiteetti ei riitä, lattiavarastopaikat täyttyvät, muodostuu pullonkauloja ja arkkileikkureita joudutaan seisottamaan, koska niiden palletien luovutuskuljettimet täyttyvät. Tasainen riisinkäärittävien tilausten jako arkkileikkureille takaisi tehokkaan ja toimivan vihitoiminnan arkkileikkureilta eteenpäin.

Riisinkäärintään menossa olevat tilaukset jaetaan arkkileikkureille ja riisinkäärintäkoneille tietyn toimintatavan mukaan. Niin sanottuja tupletteja, eli palleteja, joissa on kaksi arkkipinoa, leikataan pääsääntöisesti arkkileikkureilla 2 ja 5 ja palletit ohjataan riisinkäärintäkoneille 2 ja 5. Suurehkot arkkikoot leikataan arkkileikkuri 4:llä, ja ne kääritään RK3:lla. Näihin toimintatapoihin vaikuttavat koneiden omat ominaisuudet. (9.)

## 5 NYKYINEN VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄ

Vihivaunu on automaattinen teollisuuden käyttöön tarkoitettu trukki. Ne ovat sähkökäyttöisiä ja saavat tarvittavan energiansa akuista. Vihivaunut navigoivat laserin avulla hyödyntäen kiinteitä paikannuspisteitä. Vihivaunuilla saavutetaan manuaalisiin trukkeihin verrattuna parempi kustannustehokkuus ja tasaisempi kuormitus. Lisäksi ne ovat ympäristöystävällisiä ja käyttäjäturvallisia. Usean vihivaunun järjestelmä myös takaa sen, ettei koko kuljetinjärjestelmä lamaannu yhden osan/vaunun rikkoontuessa, vaan toimii lähes samalla tasolla kuin täysin ehjä kokonaisuus. Jos käytössä vastaavasti olisi kiinteä kuljetinjärjestelmä, se todennäköisesti pysähtyisi kokonaan. (10.) Arkittamon tämänhetkinen vihivaunujärjestelmä koostuu kahdesta eri osasta.

Arkkileikkureiden tarvitsemien lähtörullien siirroista vastaa Rocla:n toimittama rullavihijärjestelmä. Siihen kuuluu neljä rullien kuljettamiseen tarkoitettua vihivaunua sekä niiden ohjausjärjestelmä. Vihivaunut noutavat arkkirullavarastosta poistokuljettimille siirtyneet rullat ja siirtävät ne arkkileikkurille sen aukirullauspukin syöttökuljettimelle, johon ne on tilattu.

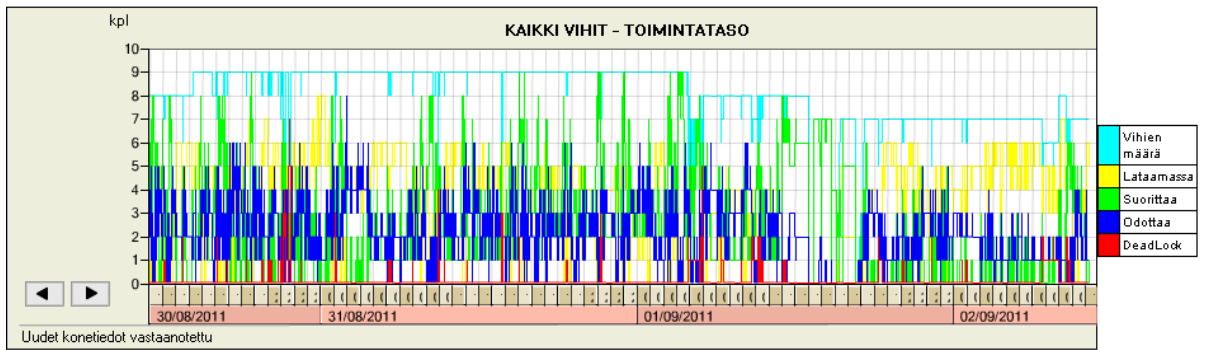
Mualla arkittamolla on käytössä pallektivihijärjestelmä, joka koostuu viidestä Solvingin ja viidestä Roclan toimittamasta pallektivihivaunusta sekä niiden ohjausjärjestelmästä. Kuvassa 9 on Solvingin valmistama vihivaunu.



*KUVA 9. Vanhempaa vihivaunukalustoa, Solving Mover*

Vihivaunujen tilaseurannasta kuvasta 10 nähdään kuinka suuren osan ajasta vaunut ovat suorittamassa tehtäviä. Tehtävien suorittamiseen kuluva aika on karkeasti noin 25 prosenttia kokonaisajasta. Loput ajasta vaunut ovat latauksessa tai odottavat odotuspaikoilla uusia tehtäviä. Oman osuutensa ajasta vie myös vaunujen dead-lock-tilat, jolloin vaunu on syystä tai toisesta sellaisessa tilassa, ettei pysty suorittamaan tehtäviä, esimerkiksi vaunu on kadottanut sijaintitietonsa järjestelmässä. Vaunujen tehokkuuden ja hyötysuhteen noston kannalta suorittamiseen kuluva aika olisi saatava korkeammaksi.

Valitse näyttö: Vihit tuotannossa Valitse aikaikkuna: 72



KUVA 10. Vihit tuotannossa (Vihivaunujen seurantajärjestelmä)

## 5.1 Pallettivihien toimintaselostus

### 5.1.1 Yleiskuvaus

Tämän hetkinen vihivaunujärjestelmä koostuu kymmenestä laserohjatusta pallettivihivaunusta. Viisi vaunua on toimittanut Rocla ja loput vaunuista Solving. Vihivaunujen tehtävänä on siirtää palletoja arkkileikkureiden poistokuljettimilta riisikäärintään, lajitteluun sekä kumulatiivisille välivarastopaikoille. Lisäksi vihivaunuja käytetään siirtämään palletoja välivarastopaikoilta riisinkäärintäkoneille ja niistä edelleen pakkauskoille. Kuljetustehtävät voivat olla neljää tyyppiä:

- kuljettimelta kuljettimelle
- kuljettimelta lattialle
- lattialta kuljettimelle
- lattialta lattialle

Järjestelmää ohjaa PC-keskussyksikkö, joka käsittelee tuotannonohjausjärjestelmästä (OUTI) tulleet tehtävät ja välittää komennot vaunuille. (11, s. 2.)

### 5.1.2 Järjestelmän toiminta

Ohjausjärjestelmä on liitetty OUTI:in Roclan ja Solvingin ACI-määritysten mukaisesti. ACI tulee sanoista AGV Control Interface, joka tarkoittaa

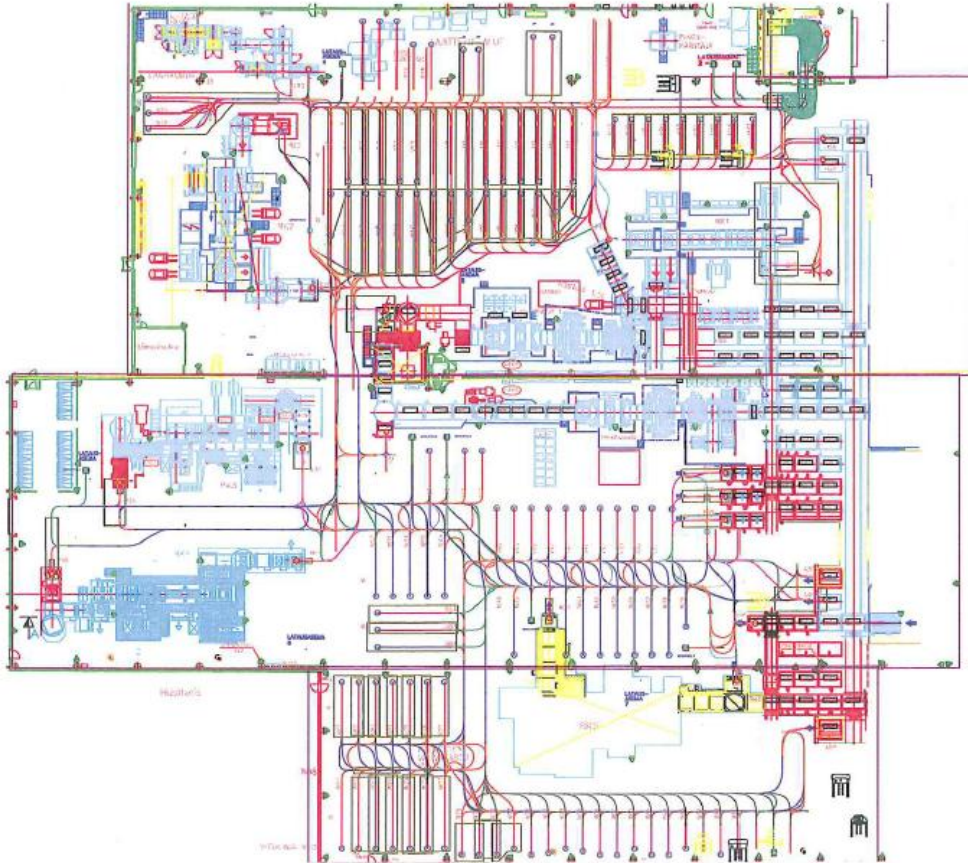
automaattisesti ohjatun ajoneuvon ohjaintietokantaa. ACI-ohjelma hyväksyy ja allokoii siirtotehtäviä viheille sekä käsittelee järjestelmään liittyviä sekvenssejä ja parametrejä. (12, s. 1.) OUTI:lta tullut kuljetuskäsky sisältää kyseessä olevan pallelin haku- ja jättöpaikanosoitteen. Käskyt siirtyvät PC-keskusyksikön puskurimuistiin, josta niitä puretaan kronologisessa järjestyksessä.

Kun tehtäviä ei ole ja puskurimuisti on tyhjä, vihit ajavat/odottavat niille määritellyissä kotiasemissaan. (11, s. 3.) Järjestelmää pystytään seuraamaan CWay-ohjelman avulla. Ohjelmasta nähdään vihivaunut ja niiden sen hetkiset lastitilanteet sekä reitit. Toimintoina ohjelmassa ovat muun muassa tilausten seuranta, vihivaunujen poistaminen järjestelmästä, esimerkiksi vaunun rikkoonnuttua, tilausten poistaminen tietyltä vihivaunulta sekä esimerkiksi vihivaunujen toisilleen aiheuttamien blokkauksen poistaminen. Tuotantotiloissa on yksi pääte, jolla kyseistä ohjelmaa pääsee myös käyttäjät käyttämään.

### **5.1.3 Pallelin siirtotehtävä**

Pallelin ollessa valmis esimerkiksi arkkileikkurin poistokuljettimella, OUTI käynnistää kuljetuskäskyn ACI:n välityksellä, haku- ja jättöosoitteineen. Järjestelmä etsii lähimpänä poistokuljetinta olevan vapaan vihivaunun ja ajatuttaa sen hakupaikan edustalle. Samalla PC-keskusyksikkö tarkistaa onko hakupaikka valmis, suorittamalla I/O-kättelyn. Tämän jälkeen vihivaunu peruttaa hakupaikalle noutamaan pallelin. Kun pallelin on vihivaunun kyydissä, se ajaa kyseessä olevaan jättöosoitteeseen. Kuljettimilla järjestelmä suorittaa I/O-kättelyn tarkastaen onko jättöpaikan kuljetin valmis vastaanottamaan pallelin. Kumulatiiviilinoilla vihi suorittaa lastinkäsittelyn vihissä olevien valokennojen avulla. Jos esteitä ole, voi vihivaunu peruuttaa ja laskea luovutettavan pallelin. Tämän jälkeen järjestelmä lähettää OUTI:lle viestin käskyn loppumisesta ja OUTI:n tietokanta päivittyy. Tehtävän päätettyä vihi on valmis vastaanottamaan seuraavan käskyn tai jos näitä ei ole puskurimuistissa, vihi ajaa lähimpään kotiasemaansa. (11, s. 3.)

Kuvassa 11 näkyvät vihivaunujen ajoreitit ja kumulatiivilinjat eli varastopaikat. Yläosassa varastopaikat ovat vihivaunureittien sisäpuolella olevia pystyviivoja ja alempana varastopaikat ovat vihivaunureitistä ulospäin lähteviä pystyviivoja.



*KUVA 11. Vihivaunureitit ja varastopaikat*

## **5.2 Vihivaunujärjestelmän ongelmia**

Vihivaunujärjestelmän tehokkuutta laskee nykyisin vaunujen toimintavarmuus. Kymmenestä vihivaunusta tuotannossa on keskimäärin 7 tai 8 vaunua. Välillä vihejä on toiminnassa esimerkiksi ainoastaan kuusi. Erinäiset viat vihien käyttömooottoreissa, valokennoissa ja paikannuksessa aiheuttavat sen, että vihivaunuja joudutaan ottamaan pois ajosta. Tällöin pallettien siirtoon varattu kapasiteetti vähenee huomattavasti.

Vihivaunut suorittavat niin sanottua turhaa ajoa arkittamon alueella kohtuullisen paljon. Vihivaunut saattavat jäädä kiertämään ajoreittejä lasti kyydissä, kunnes käyttäjä ohjaa vaunun manuaalisesti pallelin luovutuspaikalle sekä laittaa vihin uudestaan automaattimoodille ja ajoon. Ylimääräistä ajoa aiheutuu muun muassa silloin, kun arkkileikkureilta ohjataan palleteja siirrettäväksi lajitteluun. Jos yksi vaunuista on luovuttamassa palleattia lajittelun lattiapaikalle, muut vaunut kiertävät reittiä ympäri, kunnes lajittelun lattiapaikka on tyhjä vihivaunusta.

Kun ohjausjärjestelmä havaitsee vihivaunujen mahdollisen osumisen toisiinsa, se suorittaa block-toiminnon eli pysäyttää vähintään yhden vaunun kunnes reitti on vapaa. Näitä niin sanottuja blokkauksia kuitenkin tapahtuu silloinkin, kun niille ei olisi välitöntä tarvetta. Blokkaukset joudutaan poistamaan CWay-käyttöliittymästä manuaalisesti, joka taas aiheuttaa lisää työtä. Samaan aikaan vihivaunut ovat ehtineet muodostamaan ruuhkan niiden ajoreitille.

Arkittamon pallettivälivarasto VV2:n alueella lattiapaikkojen V82, V83, W82 ja W83 lähistöllä on vihijärjestelmässä puutteita, jotka aiheuttavat sen, että tällä alueella vihivaunut kadottavat usein sijaintinsa ja jäävät paikalleen. Tästä syystä kyseinen vaunu ei ole käytettävissä tuotannon tarpeisiin ja siirtokapasiteetti vähenee.

Pallettien siirtotehtävien priorisoinnissa ensimmäisenä ovat arkkileikkureilta tehdyt siirtokomennot. Sen jälkeen tulevat riisinkäärintäkoneilta tehdyt siirrot. Viimeisenä on lattiapaikalta toiselle tehdyt siirrot. Tämä järjestys aiheuttaa kuitenkin sen, että pallelin siirto lattiapaikalta toiselle voi kestää jopa kahdesta kolmeen tuntia. Jos lattiapaikoilla on erikokoisia ja eritilausten palleteja, riisinkäärintäkoneiden käyttäjien tulisi voida siirtää vääränlaisia palleteja pois lattiapaikoilta. Tämän jälkeen he pystyisivät tilaamaan riisinkäärintäkoneille haluamansa palletit. Siirtojen priorisointi aiheuttaa kuitenkin usein pullonkauloja riisinkäärintäkoneilla juuri edellä mainitun seikan vuoksi.



## 5.3 Välivarastot

Tuotannon välivarastoilla tarkoitetaan varastopaikkoja, joilla tuotannon puolivalmisteita ja tuotteita säilytetään ennen seuraavaa työvaihetta. Tuotannon materiaalivirtauksen välivarastointipaikkoja kutsutaan materiaalipuskureiksi. Materiaalipuskureilla saadaan tuotannon toimintojen suorat kytkennät poistetuiksi. (10.) Tämän vaikutuksesta toiminta-aste tehostuu ja tilauksen vaikutuspistettä tuotantoprosessissa voidaan siirtää myöhäisemmäksi. Tämä puolestaan lyhentää toimitusaikoja. Arkittamalla esimerkiksi riisinkäärintäkoneet eivät pysty toimimaan samassa tahdissa arkkileikkureiden kanssa. Ilman välivarastoa riisinkäärittävien tilausten leikkaaminen olisi epätasaista ja arkkileikkurin ajonopeus olisi täysin riippuvainen riisinkäärintäkoneen nopeudesta. Vihivaunujärjestelmä ja materiaalipuskureina toimivat pallettien välivarastopaikat mahdollistavat kuitenkin pallettien jatkuvan poissyötön arkkileikkurilta.

### 5.3.1 Arkittamon välivarastot palleteille

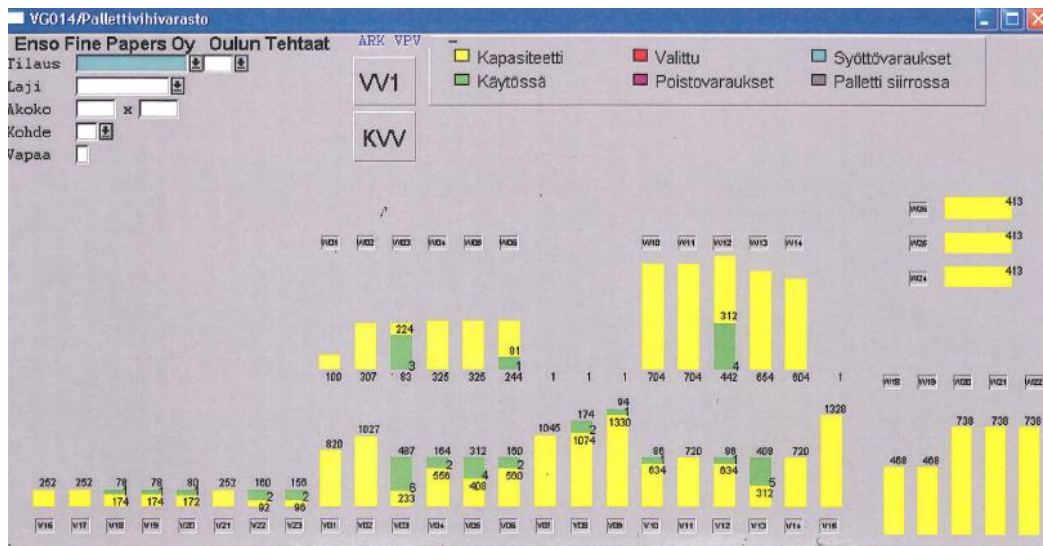
Arkittamon välivarastopaikat, jotka on tarkoitettu palleteille, on jaettu pituudeltaan erimittaisiksi lattiapaikoiksi. Paikkojen leveys, noin kaksi metriä, muodostuu vihivaunujen tarvitsemasta tilasta, kun ne jättävät tai noutavat palleteja varastopaikoilta. Pallettivilivarasto on jaettu kahteen eri osaan, VV1 ja VV2. Pallettien siirrot, välivarastoihin ja sieltä pois, ohjataan OUTI:n kautta. Samasta ohjelmasta pystytään seuraamaan varastopaikkojen vapaata ja käytettyä kapasiteettia, sekä järjestelmän syöttö- ja poistovaroja. Tässä tapauksessa välivarastosta voidaan myös käyttää nimitystä keskeneräisen tuotannon varasto (13, s. 82).

Kuvassa 12 olevalla VV1:llä lattiapaikkoja on käytössä 42 kappaletta. Paikat ovat nimetty vastaavasti: W01–W14, W18–W22, W24–W26 ja V01–V23. Nämä paikat ovat tuotannon vapaassa käytössä, pois lukien paikat W01–W02, W18–W22 ja W24–W26.



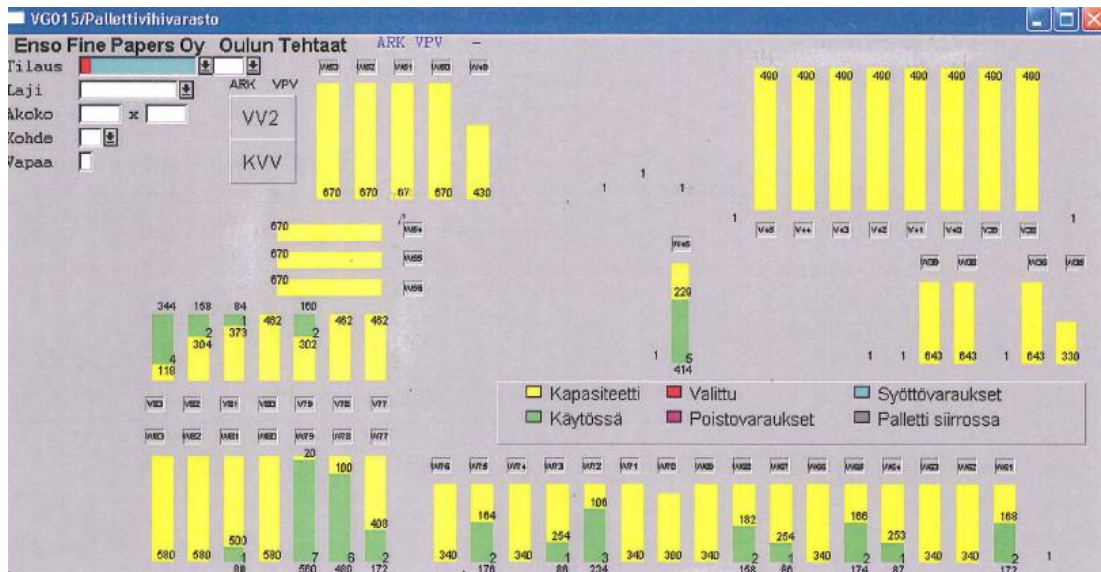
KUVA 12. Palletteja varastoituna pallettivilvarastoon VV1

Paikat W18–W22 ovat lisäksi varattu riisinleikkauksen käyttöön. Kuvissa 13 ja 14 näkyvät keltaiset palkit kuvaavat vapaata tilaa ja vihreä väri osoittaa käytetyn kapasiteetin. Lisäksi kuvista ilmenee paikan tunnus ja pituus.



KUVA 13. Pallettivilvarasto VV1 (Tuotannonhallintajärjestelmä OUTI)

VV2:lla on käytössä yhteensä 51 lattiapaikkaa. Paikat ovat W35, W36, W38, W39, W45, W49–W56, W61–W83, V38–V45 ja V77–V83. Näille paikoille ei ole rajoituksia, vaan ne ovat kaikki tuotannon käytettävissä.



KUVA 14. Palattivihivarasto VV2 (Tuotannonhallintajärjestelmä OUTI)

### 5.3.2 Välivarastojen ongelmia

Suurimmaksi osaksi tuotannossa on tarvetta suurille välivarastopaikoille. Tällöin arkkileikkureilta tulevat, esimerkiksi riisinkäärintään menossa olevat palleit, mahtuisivat mahdollisimman lähelle toisiaan sekä hukkatilaa lattiapaikoille jäisi mahdollisimman vähän. Tarkoituksena olisi, että samalle varastopaikalle ei laitettaisi kuin samankokoisia, saman tilauksen palleteja. Suuret tai tässä tapauksessa pitkät varastopaikat kuitenkin aiheuttavat sen, että vihivaunuliikenne voi ruuhkautua, kun palleteja syötetään ainoastaan yhdelle tai muutamalle varastopaikalle. Lisäksi silloin, kun on tarvetta syöttää lattiavarastoon vain muutama samankokoinen palletti, voi ongelmia tulla esille lattiailan hyödyntämisen näkökulmasta. Syynä edellä mainittuun tilanteeseen voi olla esimerkiksi se, että yhdelle lattiapaikalle on mahtunut esimerkiksi koko tilaus pois lukien kaksi pallettia. Näiden kahden pallettien syöttäminen suurille varastopaikoille ei ole tilanhyödyntämisen kannalta edullista. Vaihtoehtona on toki se, että muutamille paikoille syötetään eri tilausten, erikokoisia palleteja sekaisin.

Välivaraston käyttöä hidastavat myös tyhjen varastopaikkojen lukitukset. Kun arkkileikkurilta tai muulta toimipisteeltä aloitetaan pallettien syöttäminen

lattiapaikoille, varastopaikka lukitaan kyseisen toimijan käyttöön. Kun varastopaikka on tyhjentynyt, sen syöttölukitus ei kuitenkaan poistu automaattisesti. Tämä aiheuttaa sen, että vapaita lattiapaikkoja saattaa olla, mutta käyttäjiltä kuluu aikaa siihen, että lattiapaikat saadaan mahdollisesti avattua.

Arkittamo on jaettu niin sanotusti vanhaan ja uuteen puoleen. Vanhalla puolella ovat arkkileikkurit 1 ja 2, riisinleikkaus, lajittelu 1, arkkipakkauslinja 1 ja riisinkäärintäkoneet 1 ja 2. Uudella puolella vastaavasti toimivat arkkileikkurit 3–5, lajittelu 2, arkkipakkauslinja 2 ja riisinkäärintäkoneet 3–5. Pallettien siirrot vanhan ja uuden puolen välillä hidastavat vihiliikennettä merkittävästi. Vihivaunuilla menee pitkiin siirtoihin enemmän aikaa ja samalla erilaisten häiriötilanteiden riski kasvaa risteävän liikenteen vuoksi. Pitkät siirrot kertautuvat vielä siinä tapauksessa, että palleit siirretään lattiavarastopaikalta esimerkiksi riisinkäärintäkoneelle, joka on toisella puolella tuotantotiloja. Lähinnä risteävä liikenne eripuolien välillä johtuu käyttäjien määrittelemistä pallettien jättopaikoista. Esimerkiksi AL1:ltä pallettien syöttäminen kuvassa 15 oleville VV2:n välivarastopaikoille ja sieltä riisinkäärintäkone 2:lle.



*KUVA 15. Pallettivihivaraston VV2 varastopaikkoja*

## **5.4 Työturvallisuus**

### **5.4.1 Turvapuskurit**

Tämän hetkisisissä vihivaunuissa on turvapuskurit edessä ja takana. Puskurin osuessa esteeseen, sen tukivaijeri löystyy, johon rele reagoi ja pysäyttää lopulta vaunun. Vaunuissa on lisäksi hätäseis-painikkeet.

### **5.4.2 Työturvallisuus manuaalitruckien kannalta**

Yksi vihivaunujen aiheuttama mahdollinen työturvallisuus riski liittyy vihien kääntöpaikkaan arkkipakkauslinja 2:n ja riisinleikkauskone 5:n välissä. Tässä kohdassa on viheillä mahdollista suorittaa 180 asteen käänös. Vihivaunujen nopeasti suorittamat käännökset aiheuttavat useasti yllättävän tilanteen liikuttaessa alueella manuaalitruckeilla. Vihivaunut ilmoittavat kääntymisestään vilkkuvaloilla, mutta tämä jää usein käyttäjiltä huomioimatta.

Myös vihivaunujen etäisyydet edellä ajavaan vaunuun ovat varsin pieniä. Jos vihivaunujen väliin ajautuu truckilla kapeassa kohdassa ja edellä ajava vaunu joutuu syystä tai toisesta hidastamaan, on vaunujen väliin jääminen manuaalitruckilla helpohkoa. Takana tuleva vihivaunu osuu helposti manuaalitruckin takaosaan, jos vihivaunujen reitiltä ei pääse tavalla tai toisella poistumaan.

Riisinkäärintäkone 5:n vieressä oleva vihivaunujen latauspaikka on aiheuttanut myös mahdollisia vaaratilanteita. Kun pallettia siirretään manuaalitruckilla riisinkäärintäkoneella ja vihivaunu lähtee liikkeelle latauspaikalta, on erittäin todennäköistä, ettei manuaalitruckilla ehdi siirtyä pois edestä.

Arkkipakkaus koneiden päässä olevalla vihireitillä vihivaunut suorittavat nopeita ajolinjojen muutoksia siitä syystä, että niiden ajoreitti ei ole suora.

Vaunujen liikkeet ovat niin nopeat, etteivät manuaalitrakin käyttäjät ehdi aina reagoimaan tähän. Riskinä on vihivaunun ja manuaalitrakin yhteen osuminen.

Vihivaunut ilmoittavat ajosuuntansa merkkisignaalein äänillä ja vilkuilla. Vaunujen yleiskunto on kuitenkin päässyt heikkenemään, mistä syystä muun muassa niiden vilkkujen toimimisessa on parantamisen varaa. Arkittamon tuotannontyöntekijöiden kannalta tämä on merkittävä työturvallisuusriski. Liikuttaessa vihivaunujen alueella on hankalahkoa ennustaa niiden liikkeitä, jos merkkisignaaleja ei havaitse. Riskinä on vihivaunun ja henkilön tai vihivaunun ja trakin yhteentörmäys.

### **5.4.3 Työturvallisuus henkilöiden kannalta**

Poikkeustilanteissa vihivaunuja joudutaan ohjaamaan manuaalisesti käsiohjaimen avulla. Näissä ohjaimissa on kuitenkin havaittu paljon vikoja, jotka aiheuttavat pieniasteisia sähköiskuja käyttäjille.

Vihivaunujen liike on mahdollista pysäyttää manuaalisesti vaunun etuosassa sijaitsevasta pehmeä pysäytys -painikkeesta. Tällöin vaunu hidastaa ja pysähtyy, kunnes painike vapautetaan. Pysäytys tapahtuu hallitusti ja mahdollisesti lastina oleva palletti ei vaurioidu. Tätä toimintoa käytetään, kun vaunu on tuotannossa ja jonkun sen edessä olevan esteen vuoksi käyttäjä joutuu pysäyttämään vaunun. Pehmeä pysäytys -painikkeen sijainti on kuitenkin varsin epäkäytännöllinen. Käyttäjä joutuu menemään vaunun eteen ja painamaan varsin pientä, noin 3 cm halkaisijaltaan olevaa, painiketta. Riskinä on vaunun ja henkilön osuminen toisiinsa, jos henkilö ei ole riittävän nopea toiminnoissaan tai ei syystä tai toisesta heti osu painikkeeseen.

Turvapuskureissa ja muun muassa vihivaunun ajonopeuden alentamiseen käytettävissä skannereissa on havaittu puutteita. Turvapuskurit ovat päälisin puolin ehjiä, mutta niiden osuessa esteeseen vihivaunu ei kuitenkaan

pysähdy tavalla, jolla sen kuuluisi pysähtyä. Lisäksi puskurin mataluus aiheuttaa sen, että esteen ollessa riittävän ylhäällä ei puskuri osu siihen ja vihivaunu osuu esteeseen.



## 6 UUSI VIHIVAUNUJÄRJESTELMÄ

Uuden vihivaunujärjestelmän on tarkoituksena nostaa materiaalsiirtokapasiteettia sekä parantaa järjestelmän luotettavuutta sekä diagnosoitavuutta. Järjestelmä on suunniteltu toimimaan vuorokauden ympäri jokaisena vuoden päivänä, pois lukien ennako- ja määräaikaishuollot. Uusien vaunujen on tarkoituksena käyttää pääsääntöisesti jo olemassa olevaa vihivaunureitistöä. (14, s. 1.)

Tarkoituksena on, että nykyinen kymmenestä vaunusta koostuva järjestelmä olisi täysin uusittu kolmen vuoden kuluttua. Tässä vaiheessa Rocla toimittaa automaattitrukkijärjestelmän, joka sisältää kolme uutta AWT-vaunua sekä kiinteän ohjausjärjestelmän. Kaksi uutta vaunua näkyvät kuvassa 16.



*KUVA 16. Uusia Rocla AWT -vaunuja*



Uuden järjestelmän kontrollerina toimii NT8000-ohjelma, joka kommunikoi vihivaunujen kanssa, hyödyntäen WLAN-modeemeja. Kenttä-I/O on kytketty I/O-yksikköön. Tarvittavat WLAN-yhteydet on rakennettu arkittamolle kesän 2011 aikana. Pallettien siirrot tapahtuvat niin sanotun taxi-periaatteen mukaisesti eli vihit suorittavat kuljetustehtävät tilausten mukaan. Tilaukset tulevat kenttä-I/O:lta ohjausjärjestelmä NT8000:een. (15, s. 3.)

## **6.1 Kiinteä ohjausjärjestelmä NT8000**

Ohjausjärjestelmään kuuluvat NT8000-ohjelma, I/O-signaalit, WLAN-kommunikointi, navigointi heijastimet ja varaajat. Siirtotehtävien käynnistymisestä, niiden toteutumisesta ja liikenteen valvonnasta vastaa NT8000-ohjelma. Ohjausjärjestelmä suorittaa jatkuvasti kyselyjä vihivaunuille siitä, mikä on niiden sijainti ja status. Näin ollen järjestelmä pysyy reaaliajassa. NT8000-ohjelmaa voidaan käyttää CWay:n avulla. CWay on graafinen käyttöliittymä, jolla käyttäjä voi manuaalisesti käynnistää tehtäviä ja diagnosoida tehtävien edistymistä sekä järjestelmän toimintaa. (15, s. 4.)

Vihivaunujärjestelmä ja ulkopuoliset laitteet, kuten kuljettimet, kommunikoivat keskenään I/O-signaalien avulla. Näiden signaalien avulla järjestelmä suorittaa niin sanotut kättelyt. Esimerkiksi lastinkäsittelyn aikana vihivaunu lähettää kuljettimelle lukitus-signaalin, jonka perusteella kuljetin ei liiku tuona aikana, kun vihivaunu on alueella. (15, s. 4.)

## **6.2 Laser-navigointi**

Vihivaunut paikantavat itsensä seinään kiinnitettyjen heijastimien avulla. Jokaiselle heijastimelle on mitattu X- ja Y-koordinaatit sekä heijastimien kulmatiedot, jotka ovat tallennettu layout-ohjelmaan. Vihivaunuissa olevat laser-skannerit pyörivät vastapäivään kuusi kertaa sekunnissa ja tutkivat näin heijastinympäristöä. Paikantaminen tapahtuu heijastintiedon ja

enkooderitietojen perusteella. Laser-skanneri on kytketty vaunun VMC-500-kontrolleriin. (15, s. 4.)

### **6.3 Vihivaunun pääkomponentit**

Vihivaunun kaikkia toimintoja seuraa VMC500-kontrolleri. Sen tehtäviä ovat muun muassa

- kommunikointi ohjausjärjestelmä NT8000:een
- oikean ajonopeuden laskeminen
- ajosuunnan valinta
- moottorien ohjaukomentojen suorittaminen
- ohjelmakiertojen suorittaminen. (15, s. 5.)

Vihivaunu on varustettu yhdellä ajo- ja ohjausmoottorilla. Moottorit on sijoitettu samaan yksikköön ja niitä ohjataan Mitsubishin moottorin ohjaimilla. Tällaisesta järjestelmästä käytetään nimitystä Steer/Drive. (15, s. 5.)

VMC500 vastaa myös lastinkäsittelystä. Kontrolleri ohjaa hydraulista pumppumoottoria, MILLIPAK-ohjainta ja venttiilejä. (15, s. 5.)

Ajo- ja ohjausmoottoreiden liikkeet kontrolloidaan enkoodereiden avulla. Enkoodereilta saadaan takaisinkytkentä VMC500-yksikölle. Tämä koskee myös nostoliikkeitä, joilta saadaan takaisinkytkentänä korkeus- ja nopeustiedot. (15, s. 5.)

Vihivaunussa on myös manuaalisen käyttöön tarkoitettu MCD7-käsiohjain. Ohjaimesta voidaan valita yksi kolmesta operointitavasta. Näitä ovat manuaalinen, puoliautomaattinen ja automaattinen. Kun vaunu on tuotannossa, sen moodi on tyypillisesti automaattinen. Lisäksi on kosketusnäyttö, jolta voidaan muun muassa diagnosoida vaunun kulloinenkin tila. (15, s. 5.)

## **6.4 Turvatoiminnot**

Vihivaunuissa käytetään kahdennettuja turvatoimintoja. Pysäytykset ovat joko turvapysäytyksiä tai hätäpysäytyksiä. Molemmat näistä ovat kontrolloituja turvareleillä. (15, s. 5.)

### **6.4.1 Turvapysäytys**

Turvapysäytyksen voivat aiheuttaa vihivaunun sivuturvareunat, SICK-laserskanneri tai takapuskurit. Pysäytystoiminto on aktiivinen vain pysäytettävän laitteen aktivoituessa. Jos laite palautuu aktivoitumisen jälkeen, turvapysäytys vapautuu. Turvapysäytykset toimivat kaikilla ajotavoilla, mutta hätäseisohitus voidaan suorittaa vain vaunun ollessa manuaalimoodissa. (15, s. 6.)

### **6.4.2 Hätäpysäytys**

Hätäpysäytys voidaan aktivoida käyttäen jotain yhdestä vihivaunun neljästä hätäseis-painikkeesta. Hätäpysäytys pysyy aktiivisena niin kauan kunnes painike vapautetaan ja tilanne kuitataan vaunun etupaneelista. Hätäpysäytystä ei voida ohittaa MDC7-käsiohjaimesta. (15, s. 6.)

### **6.4.3 Nopeuden hidastus**

Vaunun etuosassa on SICK-turvaskanneri esteiden tunnistamiseksi. Skannerista saadun tiedon avulla vaunu voi alentaa ajonopeutta, antaa varoittavan äänimerkin tai tehdä turvapysäytyksen ennen esteeseen osumista. (15, s. 6.)

## **6.5 Tavoitteet**

Uuden vihivaunujärjestelmän tavoitteena on lisätä vaunujen tekemien tehtävien määrää aikayksikössä. Tämän lisäksi mahdollistaa vaunujen parempi toimintavarmuus. Työturvallisuuden osalta uudistuksen tulisi

selventää vihivaunujen liikkumista arkittamon alueella sekä puuttua aiemmin todettuihin työturvallisuutta vaarantaviin tekijöihin.

Rocla on antanut hankintasopimuksessa kapasiteettitakuun uusille pallektivihivaunuille. Normaaleissa tuotanto-olosuhteissa järjestelmä pystyy käsittelemään 110 pallettia tunnissa seuraavalla pallektivirran jaolla:

- 40 pallettia tunnissa AL1–AL5:lta pallettivarastoon
- 25 pallettia tunnissa pallettivarastosta RK1–RK5:lle
- 35 pallettia tunnissa RK:lta pakkauslinjoille
- 10 pallettia tunnissa lajitteluun/lajittelusta pakkauslinjoille.

Kyseiset toiminnot on laskettu olettaen, että vihivaunujen akut ovat täysiä ja tehtävät suoritetaan niin sanotulla lentävällä lähdöllä, eli toisin sanoen vihivaunut ovat pääajoreitillä. (16, s. 1.)

Kun tarkastellaan taulukon 1 tuotantomääriä, voidaan todeta, että keskimääräinen riisinkäärittävien pallettien määrä vuorokautta kohden on vajaa 315 pallettia. Pallettien määrä on saatu jakamalla tonnimäärä 700 kg:lla, joka on keskimääräinen pallettin paino. Palletit siirretään pääsääntöisesti ensin lattiavarastoon ja sen jälkeen riisinkäärintäkoneille. Riisinkäärintäkoneilta palletit siirretään vielä arkkipakkauslinjoille. Näiden vuoksi siirtojen määrä on noin kolminkertainen verrattuna pallettien lukumäärään 315. Tämän lisäksi vihivaunut suorittavat muita siirtotehtäviä, josta päästäneen siirtomäärään noin 1000 siirtoa vuorokaudessa. Edellä mainitun vihivaunujen siirtokapasiteetin tulisi näin ollen riittää, mikäli pallektivirta on lähes tasaista.

TAULUKKO 1. Vuoden 2011 arkittamon tuotanto (Tuotannonhallintajärjestelmä OUTI)

VUOSI 2011		
Kuukausi	Pakkaustapa BU	RI
Elokuu	31057,60	5509
Heinäkuu	27088,10	6523
Kesäkuu	24092,40	7734
Toukokuu	28323,50	7669,4
Huhtikuu	28937,10	6390,5
Maaliskuu	29431,10	5171,7
Helmikuu	24757,00	5730,2
Tammikuu	32427,10	8099,8
	226113,90	52827,6 [t]
	278941,50 [t]/8kk	
	81,061405	18,93859 %
	323019,86	75468 kpl palleteja
	<b>Riisinkäärättävät:</b>	
	6603,45 kk k.a. [t]	
	9433,5 kk k.a. kpl palleteja	
	314,45 pvä k.a. kpl palleteja	

## 6.6 Parannusehdotuksia ja uudistuksia

Parannusehdotuksien ja uudistuksien lähtökohtana on käytetty omakohtaista tuntemusta arkittamon toiminnasta, vihivaunujärjestelmän toimittajalta saatuja dokumentteja sekä tuotannon työntekijöille suunnattua kyselyä (liite 2).

### 6.6.1 Vihivaunujärjestelmä

Tekniseltä luotettavuudeltaan uusien vihivaunujen tulisi olla aiempia parempia. Edeltävät vaunut ovat kärsineet mekaanista kulutusta tuotannossa, josta johtuu suurin osa niissä havaituista vioista. Valokennot, turvapuskurit ja anturit ovat olleet kuluneita ja niiden uudelleen säätämiset

tai vaihdot vastaaviin eivät ole tehneet niistä missään tapauksessa uudenveroisia. Uusien vaunujen turvatoimintojen pitäisi toimia niiltä odotetulla tavalla, mutta aika näyttää lopullisesti millä tavoin uudet vaunut alkavat toimia tuotannossa.

Uusissa vaunuissa ei pitäisi olla toistuvia vikoja. Rocla lupaa myös, että vikoja, jotka vaativat vihivaunun pois ottamista ajolta, ei tulisi olla yhtä useampaa (16, s. 1.)

Vihivaunujen turhat ajelemiset vähentyisivät hyvin toimivilla niin sanotuilla lentävillä tilausten vastaanottamisilla. Vihivaunut eivät ajaisi turhaan odotuspaikoille tehtävän suoritettuaan vaan menisivät suorittamaan lähimpänä olevaa noutotehtävää. Myös aiemmassa järjestelmässä siirtotehtävät ovat jaettu suoraan lähimpänä poistopistettä olevalle vapaalle vihivaunulle, mutta tämä ei ole ollut aivan aukotonta. Seuraamalla järjestelmää on voinut huomata, että tehtävät eivät osoittaudu välttämättä lähimmälle vihivaunulle vaan sen sijaan vihivaunulle, joka on lähimmällä odotuspaikalla.

Jos vihivaunun suorittamaan tehtävään kulunut aika ylittäisi jonkin tietyn aikarajan, vihivaunu voisi hylätä tehtävän ja viedä palletrin hylkypaikalle. Tällä vältyttäisiin vaunujen turhilta ajeluilta ja tehtäviltä, joita vaunu ei syystä tai toisesta pysty suorittamaan loppuun vaan kiertää reittiä palletrin kanssa.

Selkeä muutos aiempaan ohjausjärjestelmään on se, että uuden ohjelman myötä vihivaunut voivat myös etsiä tehtävää, sen sijaan, että ne odottaisivat tehtävää järjestelmältä. Vaunujen niin sanottuja koti- ja latauspaikkoja myös siirretään lähemmäksi noutopisteitä, joka vähentää niin sanottua turhaa ajoa ja parantaa näin ollen tuotantotehokkuutta. (14, s. 1.)

Ohjelmallisesti voitaisiin vaikuttaa myös muun muassa siihen, ettei esimerkiksi siinä tapauksessa, kun vihivaunu on jättämässä pallettia lajitteluun, seuraavana lajitteluun tuleva vihivaunu vain ajaisi ohi ja uudelle

kierrokselle, vaan sen sijaan jäisi odottamaan reitille, kunnes edellä oleva vaunu on poistunut lajittelusta ja siirtyisi itse kyseiselle paikalle.

Uusien vihivaunujen mukana tuleva ohjausjärjestelmä NT8000 näyttää ajan kanssa, kuinka toimiva kokonaisuus on. NT8000-ohjausjärjestelmän ylläpidosta tulee vastaamaan sen toimittaja eli Rocla.

Lattiavarastopaikkojen V82, V83, W82 ja W83 alueella oleva häiriötekijä, joka on aiheuttanut aiempien vihivaunujen sijainnin kadottamisen, on ilmennyt myös uusilla vihivaunuilla. Ongelmakohtana ovat järjestelmän sisältämien vihivaunujen sijainnin tarkastuspisteiden pitkät välit kyseisellä alueella. Vihivaunuille on ennalta määritelty tietty sallittu sijaintipoikkeama yhdellä tarkastuspisteiden välillä. Jos alueelle lisätään tarkastuspisteitä niin, vihivaunujen poikkeamat sijainniltaan kertautuvat. Mahdollisimman pitkät tarkastuspisteiden välit pitäisivät vihivaunujen sijainnit ja tiedot niiden tilasta mahdollisimman todenmukaisina. Yksiselitteistä ratkaisukeinoa ongelmaan ei vielä tässä vaiheessa ole löydetty.

Vihivaunujen suorittamien tehtävien priorisointia tulisi voida muuttaa, joko vuoromestarin tai erikoisosaavien käyttäjien toimesta. Siirtoja voisi esimerkiksi tehdä tavallisina siirtoina, jolloin käytössä olisi järjestelmän luoma priorisointi, tai kiireellisinä siirtoina, jolloin voitaisiin antaa siirtokäskyjä ohi siirtojonon. Tämä kuitenkin edellyttäisi ominaisuuden järkevä hyödyntämisen ilman, että järjestelmä ruuhkautuisi.

### **6.6.2 Välivarastot**

VV1:n lattiavarastopaikat V16–V23 muutetaan siten, että paikat yhdistetään poikittaissuunnassa ja jäljelle jää kaksi pidempää lattiavarastopaikkaa V21 ja V22. Aiempien pienten paikkojen pituudet ovat olleet 252 mm ja uusien paikkojen pituudet ovat 686 ja 846 mm. Tämän uudistuksen myötä vihivaunujen niin sanottu latauspaikka on siirtynyt lähelle AL1:n poistokuljetinta paikan V22 sivustalle. Jos AL1:n tai AL2:n poistokuljettimilta

joudutaan siirtämään palleja manuaaliturkilla voi alue käydä ahtaaksi siinä tapauksessa, kun vihivaunu lähtee latauspaikalta liikkeelle. Vihivaunun liikkeelle lähdön viivettä siitä, kun lähdöstä kertovat merkkisignaalit aktivoituvat voitaisiin mahdollisesti pidentää.

Edellä mainitun lattiavarastopaikkojen yhdistämisen myötä VV1:llä olevien lyhyempien paikkojen määrä käytännössä häviää. Pienemmille varastopaikoille voisi kuitenkin olla tarvetta ja tämä voitaisiin mahdollistaa muuttamalla varastopaikkoja V01 ja V02 sekä W01 ja W02. Varastopaikkojen V01 ja V02 alkuun muodostettaisiin kaksi nykyiseen suuntaan poikittain olevaa varastopaikkaa, joiden leveys olisi 200 cm ja pituus 400 cm. Jäljelle jäävä osuus yhdistettäisiin, jolloin varastopaikkojen W01 ja W02 pituus kasvaisi.

Varastopaikoille V03–V06 ja W03–W06 sekä V10–V14 ja W10–W14 voitaisiin luoda mahdollisuus paikkojen yhdistämiseen pituussuunnassa. Käyttäjä voisi halutessaan yhdistää paikan yhdeksi pidemmäksi varastopaikaksi, mutta samalla jäisi mahdollisuus palleiden poistoon paikan molemmista päistä. Tämä helpottaisi palleiden lattialle syöttöä, kun käyttäjä voisi käyttää samaa lattiapaikkaa suurempia tilausten yhteydessä. Tämän lisäksi varastopaikoille syntyvän hukkatilan määrä vähenisi. Lattiavarastopaikkojen V01–V09 pituuksia myös tasataan aiemmista.

VV2:lla lattiavarastopaikkojen pituuksia kasvatetaan aiemmista, poistamalla arkittamon lattialla olevaa ylimääräistä tilaa. AP2:n vieressä olevien paikkojen V40–V45 pituuksia kasvatetaan arkkipakkauslinjan suuntaan. Aiemmat pituudet ovat 490 mm ja uusien paikkojen pituuksiksi saadaan 524 ja 662 mm sekä loppujen paikkojen, V42–V45, pituuksiksi 766 mm. Yhden latauspaikan poistuttua, kyseisten paikkojen viereen tehdään kuvassa 17 näkyvät kuusi uutta varastopaikkaa. Tämä vähentää arkkipakkauslinjan viereen jäävää työskentelytilaa, mutta uusienkin lattiapaikkajärjestelyjen myötä tilaa pitäisi olla silti riittävästi.





*KUVA 17. AP2:n edustan uudet varastopaikat*

Lajittelu 2:n vieressä olevia paikkoja W54–W56 aiemmasta 670 mm:stä 850 mm:iin. Uudistuksen myötä lajitteluun jää silti riittävästi työskentelytilaa. Varastopaikkoja V77–V83 ja W77–W83 myös pidennetään. Aiemmat pituudet ovat 462 ja 580 mm. Uusiksi mitoiksi saadaan 570 ja 756 mm. Pituuksien nostot toteutetaan ohjelmallisesti, jolloin paikkoihin on mahdollista syöttää enemmän palletoja kuin ennen.

Pallettien siirtojen virtaviivaisuuteen voitaisiin kiinnittää enemmän huomiota. Tämä tehostaisi sisäistä logistiikkaa lyhentämällä siirtomatkoja. AL1:ltä ja AL2:lta tulevat palletoit pyrittäisiin varastoimaan VV1:lle. Ja jos ne ovat menossa riisinkäärintään, ne pyrittäisiin käärimään RK1:llä tai RK2:lla. Vastaavat toiminnot tehtäisiin myös AL3:lla, AL4:llä ja AL5:llä. Niiden palletoit varastoitaisiin VV2:lle, josta ne siirrettäisiin RK3:lle, RK4:lle tai RK5:lle. Suositeltavaa olisi vielä, että AL5 käyttäisi mahdollisesti vain RK5:tä ja hyödyntäisi lattiavarastopaikkoja kyseessä olevien koneiden lähistöllä.

Lattiapaikkojen lukitukset voitaisiin toteuttaa siten, että lattiapaikka avautuu esimerkiksi heti sen täytyttyä tietyn verran. Jos jäljellä oleva tyhjä tila olisi

esimerkiksi vähemmän kuin 50 cm, kuten on kuvassa 18, lattiapaikan lukitukset poistuisivat. Toinen vaihtoehto voisi olla muun muassa aikaviive viimeisestä syötetystä palletista, jonka jälkeen paikka vapautuisi. Tämä aikaviive voisi olla esimerkiksi 1–2 tuntia. Tämän lisäksi jäisi kuitenkin vaihtoehto, joka jättäisi paikan lukituksen voimaan, esimerkiksi siinä tapauksessa, että paikalla on palleja, joita ei vihivaunulla pystytä siirtämään. Esimerkiksi pienet lavakoot, jotka eivät mahdu vihivaunujen nostopiikkeihin.



*KUVA 18. Vihivaunu jättämässä pallettia lattiavarastopaikalle*

Riisinleikkauksen vieressä olevat lattiavarastopaikat W18–W22 voitaisiin avata käyttöön. Jos kaikkia paikkoja ei olisi mahdollista avata niin ainakin yksi tai kaksi paikkaa. Tällöin olisi mahdollista syöttää arkkileikkureilta tulevat esimerkiksi mahdolliset sahalaitaiset palleit suoraan riisinleikkaukseen ja sieltä taas edelleen arkkipakkauslinjalle. Tällä hetkellä palleit syötetään lajittelu 1:n lattiapaikalle, josta palletti siirretään trukilla

riisinleikkauskoneelle. Kun palletti on leikattu, se toimitetaan manuaalisesti taas eteenpäin. Tämä järjestely edellyttäisi kuitenkin arkkileikkureilla työskenteleviltä käyttäjiltä ammattitaitoa siihen, että riisinleikkaukseen lähetettäisiin vain sinne sopivia palleteja.

VV2:n alueella sijaitsevalla lajittelu 2:n toimipaikalla ei aiemmin ole ollut mahdollista käyttää vihivaunujen siirtoja. Lattiapaikkoihin voitaisiin tehdä muutoksia siten, että LJ2:lle voitaisiin syöttää palleteja kuten LJ1:sellekin. Tämä vähentäisi manuaalitrukilla pallettien siirtoja.

### **6.6.3 Arkkileikkuri 5**

Kun arkkileikkuri 5:llä on ajo-ohjelmassa riisinkäärintään menossa olevia tilauksia, palletit pyritään syöttämään suoraan kuljetinta pitkin riisinkäärintäkone 5:lle. AL5:n ja RK5:n välissä on varastoiva kuljetin KVV. Arkkileikkurin suurempi ajonopeus kuitenkin aiheuttaa sen, että riisinkäärintäkone ei ehdi käärimään kaikkia palleteja sitä mukaan, kun niitä valmistuu arkkileikkurilta. Tämän seurauksena palleteja joudutaan syöttämään välivarastoitavaksi lattialle.

Toinen syy pallettien vihisiirtoihin voi olla esimerkiksi niiden siirto lajitteluun. AL5:n poistopaikka sijaitsee etäällä vihivaunujen päätoiminta-alueesta. Siitä aiheutuu, että suuremmalla vihivaunujen käytön tarpeella niiden toiminta on pitkistä siirroista johtuen hidasta. Jos AL5:ltä olisi mahdollista käyttää AL3:n tai AL4:n poistokuljetinta, saataisiin vihivaunujen liikkeet keskitettyä paremmin. Suurin osa vihien liikkeistä VV2:n alueella tapahtuu AL3:n ja AL4:n edustalla. AL3:n ja AL4:n poistokuljettimien tulisi kuitenkin olla ensisijaisesti käytössä kyseiseltä leikkurilta tulevien pallettien siirtoihin.

Kun AL5:ltä tulee palletti, joka ohjataan hylkypaikalle, tuotannonhallintajärjestelmä OUTI ilmoittaa automaattisesti hylkypaikaksi lattiavarastopaikkaa HY2. AL5:n käyttämä hylkypaikka on kuitenkin HY3. Tämä tieto joudutaan muuttamaan käsin jokaisen hylkyyn menevän palletrin

kohdalla. Tämä kohta voitaisiin muuttaa OUTI:in, joka taas vähentäisi mahdollisia käyttäjän virheitä ja vähentäisi käsin tehtävää työtä. Muutokset OUTI:in olisi mahdollista tehdä ABB:llä.

#### **6.6.4 Työturvallisuus**

Vihivaunujen kääntöalue arkkipakkauslinja 2:n ja riisinkäärintäkone 5:n välissä voitaisiin merkitä selvästi lattiaan. Esimerkiksi huomioteippauksella varmistettaisiin se, että käyttäjät tiedostaisivat alueen, jossa vihivaunut voivat suorittaa nopeita 180 asteen käännöksiä.

Vihivaunujen etäisyydet toisistaan ajoreiteillä voisivat olla sen verran pitkät, että jos niiden väliin ajautuu manuaalitrukilla ja sivulle väistäminen ei ole mahdollista, niin siinä mahtuisi kuitenkin trukilla ajamaan. Vaikka vihivaunuissa on skanneri, joka tutkii edellä olevia esteitä ja sopeuttaa ajonopeuden sen mukaan, on aina olemassa riski, että skanneri on esimerkiksi niin likainen, ettei se havaitse esteitä. Ohjelmallisella vihivaunujen etäisyyden määrittämisellä varmistettaisiin muun muassa se, ettei trukilla vihivaunujen väliin jääminen olisi mahdollista.

Riisinkäärintäkone 5:n vieressä sijaitsevan latauspaikan suhteen voitaisiin muuttaa viivettä siihen, kuinka kauan vihivaunulla kestää lähteä liikkeelle siitä kun vihivaunu ilmoittaa merkkisignaalein liikkeelle lähdöstä. Jos vihivaunu pysyisi paikallaan pidempään ja antaisi informaatiota liikkeelle lähdöstä, mahdollisesti alueella toimiva manuaalitrukinkäyttäjä saisi enemmän aikaa vihivaunun edestä poistumiseen.

Arkkipakkauslinjojen päässä oleville vihireiteille voitaisiin merkitä selvemmin vihivaunujen käyttämät ajolinjat. Merkinnät voitaisiin tehdä huomiomaalauksella tai -teipillä suoraan lattiaan. Lisäksi alueella voisi olla mahdollisesti tästä kertovat kyltit.

Roclan toimittamat uudet vihivaunut ovat lähtökohtaisesti moitteettomassa kunnossa. Tämä takaa sen, ettei vanhemmissa vaunuissa havaittuja

puutteita liittyen vilkkuihin, turvapuskuireihin ja manuaaliohjaimiin pitäisi enää olla. Uusien vaunujen vilkut ovat huoltovapaita LED-vilkkuja, joten niiden tulisi toimia oletetulla tavalla, ilman aiemmissa vaunuissa todettuja häiriöitä (14, s. 3.)

Uusissa vihivaunuissa pehmeä pysäytys -painikkeet ovat sijoitettu vaunun molemmin puolin. Tämän johdosta käyttäjän ei tarvitse enää mennä vaunun eteen, kun on pysäyttämässä vaunua hallitusti.

Vihivaunujen selkeällä huomiovärillä, pystyttäisiin mahdollisesti alentamaan käyttäjähenkilökunnan ja vaunujen välisiä vaaratilanteita. Vaunujen huomiointi olisi helpompaa ja niiden liikkeisiin pystyttäisiin reagoimaan aikaisemmin.

### **6.6.5 Riisinkäärinnän vihisiirrot**

Arkkileikkureilta lattiavarastoon syötetyt, riisinkäärintään menossa olevat ja samaa tilausta olevat, palleetit voidaan siirtää joukkosiirrolla lattiavarastosta riisinkäärintäkoneille. Vihivaunu vie palleetit RK:n syöttökuljettimelle. Ohjelma ei kuitenkaan odota, että syöttökuljetin on tyhjä ennen kuin seuraava vihivaunu on jo tuomassa seuraavaa pallettia. Vihivaunu jää odottamaan syöttökuljettimen eteen lasti kyydissä, kunnes kuljetin on tyhjä. Jos syystä tai toisesta kuljettimen tyhjeneminen kestää kauan, vihivaunu on sitoutunut meneillään olevaan tehtävään mahdollisesti pitkänkin aikaa.

Pallettien siirrot voisivat edetä siten, että seuraavan palleetin siirtokomento aktivoituu vasta, kun RK:n syöttökuljetin on tyhjä. Tällä välttyttäisiin turhilta odotuksilta ja vihiresurssien varaamiselta. RK:n poistokuljettimelta vihivaunujen suorittamat pallettien noudot voisivat tapahtua esimerkiksi aikaviiveellä. Kun palletti on noudettu poistokuljettimelta, seuraava vihivaunu tulisi noutamaan seuraavan palleetin 3–5 minuutin kuluttua. (17, s. 3.) Kuvassa 19 nähdään vihivaunu RK 5:n poistopaikalla.



*KUVA 19. Vihivaunu noutamassa pallettia riisinkäärintäkone 5:ltä*

### **6.6.6 Vihivaunujen ajonopeudet**

Niin edellisten kuin myös uusien vihivaunujen ajonopeus on 1 m/s. Nopeuden nosto olisi teoriassa ainakin mahdollista. Tällöin saavutettaisiin suurempi määrä siirtoja samassa aikayksikössä. Pallettien lastaukseen ja luovuttamiseen käytettävään aikaan ei juuri pystytä vaikuttamaan. Se mihin voitaisiin vaikuttaa, on uusien vihivaunujen ajonopeus reiteillä vihivaunun ollessa tyhjä tai lastattu.

Jos nopeutta nostettaisiin 1,5 tai 2 m/s:iin säästettäisiin aikaa vihivaunujen pidemmissä siirtymissä. Tämä kuitenkin edellyttäisi, että vihivaunun edessä ei olisi vanhempaa vaunua, jonka ajonopeus on 1 m/s. Tästä syystä tyhjän vihivaunun tulisi tarkkailla edessä olevaa tilaa skannerilla ja jos riittävä määrä tyhjää tilaa olisi, se nostaisi nopeuden 1,5 tai 2 m/s:ssa. Jos ajonopeutta lastattuna on 1,5 tai 2 m/s, voi vihivaunulle tulla ongelmia pallelin pystyssä pitämisen kanssa. Varsinkin, jos kyseessä ovat pienet arkkikoot ja kevyet sekä kiiltävät paperilajit. Yksi mahdollisuus ajonopeuksiin

olisi se, että nopeus olisi tyhjänä ajettaessa suurempi kuin lastattuna ajettaessa.

Jos AL1:ltä syötetään palleja VV1:llä sijaitsevalle V08-lattiapaikalle, ajomatkaa on noin 90 metriä. Lattiapaikka V08 on keskimääräisen etäisyyden päässä arkkileikkuri 1:ltä. Palletin noutoon AL1:ltä, vientiin varastopaikalle ja takaisin ajoon noutopaikalle kuluu vihivaunulta aikaa noin 3,5 minuuttia, jos ajonopeutena on 1 m/s. Palletin kyytiin ottamiseen ja varastopaikalla ajoon sekä palletin luovutukseen kuluu vihivaunulta molempiin aikaa noin minuutti. Kun hyödynnetään kaavaa 1, saadaan laskettua, että itse ajoon vihivaunulta kuluu aikaa noin 1,5 minuuttia.

$$t=s/v \quad t=90 \text{ m} / 1 \text{ m/s} = 90 \text{ s} = 1,5 \text{ minuuttia} \quad \text{KAAVA 1.}$$

Kun käytetään lastattuna ajonopeutta 1 m/s ja vaunun ollessa tyhjä ajonopeutta 1,5 m/s, saadaan siirtoon käytetyksi ajaksi 3,13 minuuttia. Lastattuna ajettava matka on noin 24 metriä ja tyhjänä ajettava matka noin 66 metriä.

Ajonopeuden ollessa koko ajan 1,5 m/s aikaa siirtoon kuluu 3 minuuttia. Jos ajonopeus on lastattuna 1,5 m/s ja tyhjänä ajettaessa 2 m/s, siirtoon kuluu aikaa 2,81 minuuttia. Viimeinen vaihtoehto on se, että käytössä on koko ajan ajonopeus 2 m/s, jolloin siirto valmistuu 2,75 minuutissa.

Taulukosta 2 nähdään mahdolliset ajalliset säästöt, jotka saavutettaisiin ajonopeuksien nostolla. Tämä edellyttäisi kuitenkin, ettei reitillä olisi vanhoja hitaampia vaunuja eikä muita vaunuja, jotka tekevät siirtotehtäviä alueella tai, että kaikki vaunut olisivat uudempia ja nopeampia.



## TAULUKKO 2. Vihivaunujen nopeuksien vaikutukset siirtoaikoihin

Siirtotehtävä AL1 -> V08 ( noin 90 metriä )		
Palletin lastaus: noin 1 minuutti		
Palletin luovutus varastopaikalle: noin 1 minuutti		
Ajomatka lastattuna 24m, tyhjänä 66m		
Ajonopeudet:		
1. Koko ajan 1 m/s		
2. Lastattuna 1 m/s, tyhjänä 1,5 m/s		
3. Koko ajan 1,5 m/s		
4. Lastattuna 1,5 m/s, tyhjänä 2 m/s		
5. Koko ajan 2 m/s		
Tehtävään kulunut aika:	Ajallinen säästö:	
1.	3,5 min	
2.	3,13 min	11,82 %
3.	3 min	16,67 %
4.	2,81 min	24,56 %
5.	2,75 min	27,27 %

Toinen esimerkki on AL3:lta pallettien syöttö VV2:lla olevaan lattiapaikkaan V83. Ajoreitinpituus pelkän ajon osalta on noin 92 metriä. Tästä matkasta noin puolet vihivaunu ajaa lastattuna ja loput puolet tyhjänä takaisin noutopaikalle. Taulukosta 3 nähdään siirtotehtäviin kuluvat ajat sekä mahdolliset ajalliset säästöt. VV2:n alueella lattiapaikka V83 on sijainniltaan hyvä keskiarvo siirrolle.

## TAULUKKO 3. Vihivaunujen nopeuksien vaikutukset siirtoaikoihin

Siirtotehtävä AL3 -> V83 ( noin 92 metriä )		
Palletin lastaus: noin 1 minuutti		
Palletin luovutus varastopaikalle: noin 1 minuutti		
Ajomatka lastattuna 46m, tyhjänä 46m		
Ajonopeudet:		
1. Koko ajan 1 m/s		
2. Lastattuna 1 m/s, tyhjänä 1,5 m/s		
3. Koko ajan 1,5 m/s		
4. Lastattuna 1,5 m/s, tyhjänä 2 m/s		
5. Koko ajan 2 m/s		
Tehtävään kulunut aika:	Ajallinen säästö:	
1.	3,53 min	
2.	3,27 min	7,95 %
3.	3,02 min	16,89 %
4.	2,89 min	22,15 %
5.	2,77 min	27,44 %



Korotetulla ajonopeudella 2 m/s, Rocla lupaa, että yhdeksällä uudella vaunulla päästään samaan siirtokapasiteetti määrään kuin edellä on mainittu (16, s. 2.). Kaksinkertaistettu ajonopeus kuitenkin vaatisi muutoksia alueen manuaalitruckiliikenteeseen. Vihivaunujen reiteillä tulisi välttää muuta liikennöintiä ja reitit olisi merkittävä erittäin selkeästi. Muussa tapauksessa turvallisuusriskit kasvaisivat liian suuriksi. Samalla kasvaisi riski, että palleit eivät pysyisi enää vihivaunun kyydissä suorina, vaan niiden reunat alkaisivat kallistua ja pahimmassa tapauksessa palleit saattaisivat kaatua.

Ajonopeuksien todellista vaikutusta ei pystytä kuitenkaan simuloimaan, joten arvot ovat laskennallisia ja teoreettisia. Käytännön tilanteeseen vaikuttavat aina siirtotehtävien erilaisuus ja muut reitillä olevat vaunut. Tämän lisäksi järjestelmän toimivuuteen ja siirtoaikoihin vaikuttavat mahdolliset blokkaukset ja muut häiriötilanteet. Karkeasti arvioituna uusien vihivaunujen ajonopeuden nosto 1,5 m/s:ssa olisi mahdollista ja tällä saavutettaisiin noin 10–17 prosentin ajallinen säästö. Tämä johtaisi siihen, että ainakin teoriassa 9 uutta vaunua nopeudella 1,5 m/s pystyisi suoriutumaan nykyisten 10 nopeudella 1 m/s toimivan vaunun siirtotehtävistä samassa ajassa.

### **6.6.7 Käytettävyys**

Käytettävyydellä tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä aikaa, milloin vihivaunut ovat tuotannon käytettävissä niiltä odotettavalla tavalla. Käytettävyyden parantamisella pyritään nostamaan saavutettavaa hyötysuhdetta. Poistamalla ylimääräiset häiriötekijät ja luomalla optimaalinen käyttöympäristö vihivaunuille, niiden tehokkuus paranee. Aiemmin käytettävyyttä laskivat selvästi vihivaunuihin liittyvät ongelmat, joiden vuoksi vaunuja jouduttiin poistamaan hetkellisesti pois järjestelmästä.

Kymmenestä vaunusta jo pelkästään kahden vaunun ollessa pois järjestelmästä, käytettävyys tippuu 80 prosenttiin. Vihivaunujen toimintavarmuuden ja teknisen luotettavuuden parantamisella saavutettaisiin selkeitä parannuksia tehokkuuden nostamiseen. Tekniseen luotettavuuteen

pystyttäisiin vaikuttamaan muun muassa säännöllisillä tarkastuksilla, joissa käytäisiin läpi vihivaunun toiminnan kannalta kriittiset kohdat. Myös käyttäjien nopea puuttuminen vihien häiriötilanteisiin niiden liikkussa reiteillään, vaikuttaisi siihen, että vihiliikenne ei ehtisi ruuhkautua ja vaunut olisivat mahdollisimmat suuren ajan tuotannossa. Täten voitaisiin välttää reiteille muodostuvia pullonkauloja.

Rocla järjestää niin käyttäjä- kuin myös kunnossapitohenkilökunnalle koulutuksen, jossa käydään läpi vihivaunuihin ja järjestelmään liittyvät seikat. Koulutus sisältää teoreettista ja käytännönkoulutusta. Näissä käy ilmi vaunujen käyttöä, häiriötilanteita, automaatiojärjestelmää ja työturvallisuutta koskevia asioita. Vihivaunujen kunnossapidosta vastaa Efora, joka tulee käyttämään kunnossapitotöihin alihankkijayritystä. Kunnossapitoon Rocla tulee toimittamaan ennakkohuolto-ohjeet myöhemmin.

## **6.7 Vihivaunujen käyttöönotto**

Käyttöönotossa testattiin yhdelle uudelle vaunulle ajonopeutta 1,5 m/s. Vaunun skanneri tiedusteli edellä olevaa liikennettä hyvin ja pystyi sovittamaan ajonopeuden edellä ajavan hitaamman vaunun mukaan. Palletit pysyivät pääsääntöisesti muuttumattomina vihivaunun kyydissä. Muutaman palletrin kohdalla, lähinnä kiiltävillä paperilaaduilla, pystyi silmämääräisesti huomaamaan muutoksia pinonkohdistumisessa ja sivujen kohtisuoruudessa. Tästä voidaan päätellä, että ajonopeus 2 m/s olisi hyvin todennäköisesti liian suuri nopeus vihivaunulle, kun sillä on palletti kyydissä. Toki ajomoottorin mahdollistamaa 2 m/s ajonopeutta voitaisiin hyödyntää silloin, kun vihivaunu on tyhjä.

Uusien vihivaunujen, numeroiltaan 21, 22 ja 23, käyttöönotossa ilmeni muutamia, lähinnä ohjelmallisia vikoja. Vaunu 21:n peruutusvalo ei toiminut halutulla tavalla muutamaa otteeseen, vaunun peruuttaessa AL1:n ja AL2:n poistopaikoille. Vihivaunun manuaalinen ohjain on myös jouduttu vaihtamaan kertaalleen.

Vaunulla 22 on ollut ongelmia skannerien herkkyyksissä. Vaunu on ollut suorittamassa siirtoa varastopaikalta V03 riisinkäärintäkone 5:lle, jolloin yläskanneri on pysäyttänyt vaunun mutkaan juuri ennen RK5:tä. Alaskanneri on saanut vääränlaisia heijastuksia kuljettimien tukijaloista, varsinkin vaunun peruuttaessa. Tämän lisäksi muutamat tehtävät on poistunut itsestään ja vaunu on miltei kaatanut kyydissä olevan pallein.

Alaskannereiden aiheuttamaa peruutusongelmaa on myös vaunulla 23. Kun vihivaunun ”jalat” peittää, niin peruutus onnistuu. Yläskanneri on pysäyttänyt vaunun turhaan RK5:n lähistöllä. Lisäksi on ollut ongelmia lähettää vaunu automaattiajolla liikkeelle sen jälkeen, kun vaunua on jouduttu ajamaan käsin manuaalisesta ohjaimesta.

Ylimääräisiä pysäytyksiä ja niin sanottuja blokkauksia ovat aiheuttaneet latauspaikka numero 8 (RK5:n lähellä) ja lastikennon vaikuttaminen kesken ajon. Latauspaikalla 8 vaunu ilmoittaa ”REMOTE MISSING”, jolloin vaunu ei lataudu ja estää muun vihiliikenteen. Lastikennon vaikuttuessa kesken ajon, vihivaunu pysähtyy ja voi seistä turhaan hyvinkin pitkään. Lastikennon on ollut vaikuttuneena kesken ajon ainakin vihivaunulla 23.

Lajittelu 1:n syöttöpaikalle tuotavat palleit tulevat hyvin lähelle toisiaan. Tähän vaikuttavat vihivaunujen lähestymiskennot.

Lajittelu 2:n alueella on ilmennyt blokkauks-ongelmia. Vaikka vaunujen etäisyydet ovat riittävät, ne estävät silti toistensa liikkeit. Jos alueella on selvästi useampia vaunuja, on mahdollista, että jokin vaunuista jää ”loukkuun”, eikä vihivaunujen normaalitoiminta voi jatkua ennen kuin blokkaukset puretaan manuaalisesti. Samankaltaista ongelmaa on esiintynyt myös silloin, kun vaunut noutavat tai jättävät samaan aikaan palleiteja viereisille lattiavarastopaikoille. Tässä tapauksessa vaunujen lastinkäsittelyalueiden rajat menevät toistensa päälle ja vaunut blokkavat toisensa.

## 7 YHTEENVETO

Työn selvitettiin käytössä olevan pallektivihivaunujärjestelmän puutteita ja ongelmakohtia, työturvallisuus huomioiden. Näihin puutteisiin löydettiin ratkaisumalleja, joiden avulla uudesta tulevasta järjestelmästä saadaan mahdollisimman tehokas.

Työssä tutkittiin järjestelmää ohjausjärjestelmän, pallektivihivaraston ja vihivaunujen näkökulmasta. Uusi järjestelmä olisi tarkoituksena saada käyttöön kokonaan noin kolmen vuoden sisällä. Tästä syystä sitä, miten uusittu järjestelmä tulee käytännössä toimimaan, ei vielä varmuudella tässä vaiheessa tiedetä.

Pallektivihivaunujärjestelmästä löydettiin ongelmakohtia sekä mahdollisia ratkaisuja uuden järjestelmän kapasiteetin nostamiseksi. Suurimmat tekijät, joilla tehokkuuteen voitaisiin vaikuttaa, ovat vihivaunujen teknisenluotettavuuden parantaminen ja ajonopeuksien nostaminen. Pallektivihivaraston varastopaikka uudistuksilla saadaan aikaan parempi lattiatilan hyödyntäminen samalla nostaen järjestelmän varastointikapasiteettia.

Ajonopeuksien mahdollisella nostamisella saavutettaisiin säästöjä siinä mielessä, että uusi järjestelmä pystyisi suoriutumaan samasta määrästä siirtotehtäviä kuin aikaisempi, yhtä vaunua suppeammalla määrällä, eli kymmenen vihivaunun sijaan riittäisi yhdeksän vihivaunua. Työssä esitellyt laskennat ovat kuitenkin teoreettisia ja lopullinen varmuus saataisiin vasta, kun uusi järjestelmä on kokonaan käytössä.

Työturvallisuuteen liittyvät puutteet eivät osoittautuneet kovin vakaviksi, mutta pieniä puutteita ilmeni silti. Osa näistä puutteista korjaantuu suoraan uusien vihivaunujen myötä ja suurin osa jäljelle jäävistä puutteista korjaantuisi selkeillä merkinnöillä vihivaunujen liikkeistä.

## LÄHTEET

1. Stora Enso Oyj, Oulun tehdas, insite. 2011. Saatavissa:  
<http://insite.storaenso.com/mills/finland/oulu-mill/Pages/oulu-tehtaan-paasivu.aspx>. Hakupäivä 4.7.2011.
2. VTT Tuotteet ja tuotanto. KnowPap. Versio 7.0 VTT tuotteet ja tuotanto. 2005. Saatavissa:  
[http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper\\_technology/general/5\\_papermaking/frame.htm](http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper_technology/general/5_papermaking/frame.htm). Hakupäivä 7.7.2011.
3. VTT Tuotteet ja tuotanto. KnowPap. Versio 7.0 VTT tuotteet ja tuotanto. 2005. Saatavissa:  
[http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper\\_technology/general/6\\_finishing/frame.htm](http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper_technology/general/6_finishing/frame.htm). Hakupäivä 8.7.2011.
4. Mäkelä, Merja 2003. Paperin laatusuureiden mittaus ja säätö. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry.
5. Tiuraniemi, Sami 2005. Luento Paperikoulu, 24.2.2005. Oulu: Stora Enso Fine Paper Oy.
6. Herman Andersson Oy. Saatavissa:  
<http://www.hermanandersson.fi/FI/etusivu.html>. Hakupäivä 11.7.2011.
7. Viinikanoja, Jari 2005. Tuotantoinsinööri. Luento Oulun paperikoulu, 16.6.2005. Oulu: Stora Enso Fine Paper Oy.
8. VTT Tuotteet ja tuotanto, KnowPap. Versio 7.0 VTT tuotteet ja tuotanto 2005. Saatavissa:  
[http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper\\_technology/91\\_sheeting/5\\_machine/frame.htm](http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper_technology/91_sheeting/5_machine/frame.htm). Hakupäivä 12.7.2011.

9. Rutanen, Jakke 2011. Tuotannonsuunnittelija, Stora Enso Fine Paper Oy, Oulun tehtaas. Haastattelu 8.9.2011.
10. VTT Tuotteet ja tuotanto, Knowpap. Versio 7.0 VTT Tuotteet ja tuotanto 2005. Saatavissa:  
[http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper\\_technology/91\\_sheeting/6\\_transfer\\_storage/frame.htm](http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/paper_technology/91_sheeting/6_transfer_storage/frame.htm). Hakupäivä 13.7.2011.
11. Vihi-systeemi. Arkittamon pallelin käsittely VIHI-LRH-20 Toimintaselostus 1997. Stora Enso Fine Paper Oy, Oulun tehtaas.
12. Vihi-systeemi. Arkittamon pallelin käsittely VIHI-LRH-20 ACI, VCP8514 1997. Stora Enso Fine Paper Oy, Oulun tehtaas.
13. Ritvanen-Inkiläinen-von Bell-Santala 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
14. Stora Enso hankintasopimus 4501357959. Liite 3. 2011. Oulu: Stora Enso Fine Paper Oy.
15. Järjestelmäkuvaus 3371 Stora Enso. Rocla Oy. 2011. Oulu: Stora Enso Fine Paper Oy.
16. Stora Enso hankintasopimus 4501357959. Liite 1. 2011. Oulu: Stora Enso Fine Paper Oy.
17. Kurttila, Mika 2011. Loppuraportti ArkkiBOOST-projekti. Stora Enso Fine Paper Oy, Oulun tehdas.

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä<sup>1</sup> Sakari Helve, 040-5176106, sakari.helve@pp1.inet.fi \_\_\_\_\_

Tilaaaja<sup>2</sup> Reeta Hautamäki, Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehdas, arkittamo \_

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot<sup>3</sup> Jarmo Savikko, 0400-855870 \_\_\_\_\_

Työn nimi<sup>4</sup> Arkittamon tuotannon tehostaminen vihivaunujärjestelmän uusimisen avulla. \_\_\_\_\_

Työn kuvaus<sup>5</sup> Automaattisen vihivaunu- ja ohjausjärjestelmän uusiminen. Nykyisten ongelmakohtien selvittely ja työturvallisuuden huomioiminen. \_\_\_\_\_

Työn tavoitteet<sup>6</sup> Järjestelmän kapasiteetin nosto sekä ongelmakohtien ratkaisumallien hakeminen. \_\_\_\_\_

Tavoiteaikataulu<sup>7</sup> Lokakuu 2011. \_\_\_\_\_

Päiväys ja allekirjoitukset<sup>8</sup> 15.4.2011 \_\_\_\_\_

Sakari Helve \_\_\_\_\_

Jarmo Savikko \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

<sup>2</sup> Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.

<sup>3</sup> Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.

<sup>4</sup> Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.

<sup>5</sup> Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.

<sup>6</sup> Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.

<sup>7</sup> Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun.

<sup>8</sup> Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.

<sup>8</sup> Lähtötietomuiستio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö.

## **Pallettivihivaunukysely**

- **Listaa mielestäsi kolme eniten ongelmia aiheuttavaa tekijää, jotka liittyvät pallettivihivaunuihin tai niiden reititykseen.**

**1.**

**2.**

**3.**

- **Jos mielessäsi on lisäksi edellä mainittuun liittyviä työturvallisuuspuutteita, listaa ne tähän.**

**1.**

**2.**

**3.**

Kiitos palautteestasi, kysely on anonyymi ja sitä tullaan hyödyntämään insinööritutkinnon opinnäytetyössä.

Sakari Helve

Stora Enso

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

**PALAUTUS VUOROMESTARIN TOIMISTOON, KIITOS!**