

Mikko Ahonen

**NAUHALEVYNIPPUJEN PAKETOINTILINJOJEN TOIMINNAN  
KEHITTÄMINEN**

# **NAUHALEVYNIPPUJEN PAKETOINTILINJOJEN TOIMINNAN KEHITTÄMINEN**

Mikko Ahonen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2014  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotalous

---

Tekijä: Mikko Ahonen

Opinnäytetyön nimi: Nauhalevynippujen paketointilinjojen toiminnan kehittäminen

Työn ohjaajat: Antti Vasankari ja Antero Tamminen, Ruukki Metals Oy,

Eero Korhonen, OAMK

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: syksy 2014

Sivumäärä: 70 + 2 liitettä

---

Työ tehtiin Ruukki Metals Oy:n kuumanauhavalssaamon leikattujen kelatuotteiden (LKT) tuotanto-osastolle. LKT:n kahden nauhalevyleikkauslinjan tuotantoa merkittävästi rajoittaviksi tekijöiksi on havaittu linjojen jatkeina olevien paketointilinjojen häiriöt ja ruuhkautumiset. Työn aiheena oli paketointilinjojen ruuhka-aikojen vähentäminen.

Työn tavoitteena oli selvittää paketointilinjojen nykytilanne ja syyt merkittävimpien häiriöiden takana. Niiden pohjalta laadittiin toimenpidesuunnitelma, jolla linjojen tuotantokapasiteetteja saadaan nostettua ja häiriöitä vähennettyä. Teknisten häiriöiden ohella työssä keskityttiin toimintatapoihin ja toiminnallisiin puutteisiin.

Nykytilanteen selvittämiseksi työssä havainnoitiin linjojen toimintaa, haastateltiin henkilöstöä sekä tutkittiin tuotantoraportteja ja tapahtumakirjauksia vuodelta 2013. LKT:ssa tehdään tuotantoa ympäri vuorokauden viidessä vuorossa, joten työssä tarkasteltiin myös vuorojen toimintatapojen eroja.

Työn tuloksena saatiin aikaan kehitysehdotuksia, joilla häiriöaikoja saadaan vähennettyä ja linjojen toimintaa tehostettua. Merkittävä osa niistä on toimintatapamuutoksia, jotka eivät edellytä investointeja. Paketointilinjojen läpimenoaikoja voidaan lyhentää toimintatapamuutosten lisäksi muun muassa jakamalla kuljettimia useisiin osiin, jolloin linjojen odotusajat lyhenevät. Läpimenoajat ovat lyhimmillään paksuja nippuja ajettaessa, ja siksi työssä esitetään keinoja nippukokojen maksimoimiseen muun muassa tasaamalla kaikkien tuotteiden nippukoot.

Lähetyshallin ja lastauksen toiminta havaittiin erittäin kriittiseksi tekijäksi sujuvan tuotannon kannalta. Lähetyshallin toimintaa saadaan tehostettua kehittämällä hallissa toimivien työn-tekijöiden ja urakoitsijoiden välistä yhteistyötä. Teknisistä häiriöistä merkittävän osan havaittiin liittyvän sitomakoneisiin ja rajoihin. Niiden ennakkohuoltotoimintaa kehittämällä saadaan häiriöaikoja vähennettyä.

---

Asiasanat: paketointilinja, tuotantokapasiteetti, häiriöt

# ABSTRACT

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

---

Author: Mikko Ahonen  
Title of thesis: Developing Wrapping lines of Strip Plate Bundles  
Supervisors: Antti Vasankari and Antero Tamminen, Ruukki Metals Oy  
Eero Korhonen, Oulu UAS  
Term and year when the thesis was submitted: autumn 2014  
Pages: 70 + 2 appendices

---

This Bachelor's thesis was commissioned by Ruukki Metals Oy, department of cut-to-length (CTL) products at the hot rolling mill. The failures of the wrapping lines of the two cut-to-length lines have become a significant restriction for the production capacity of CTL lines. The wrapping lines are overloaded when cutting and bundling of strip plates create bundles faster than the wrapping lines are able to process them.

The aim of this thesis was to define the current state of these production lines and main reasons behind the most significant failures of the wrapping lines. The focuses of this thesis were functional deficiencies and procedures. On the basis of the current state, an action plan with a series of development proposals was created.

To define the current state of the wrapping lines, operations of both lines were observed and staff was interviewed. The event log and production reports from 2013 were also examined. The department of CTL products is in operation around the clock by five shifts, and therefore differences in procedures between different shifts were under examination, too.

As a result of this thesis a number of development proposals were created. The production capacity of the CTL lines can be increased and failure times can be reduced by implementing these improvements. The major part of these development proposals are related to changes in operation procedures. Alongside operational improvements, the turnaround times of the wrapping lines can be decreased by splitting the conveyors into smaller parts. In addition, as the turnaround times are optimal at large bundle sizes, it is important that the bundles are as large and heavy as the customer allows.

Dispatching and loading of the products was discovered to be very substantial from the viewpoint of fluent production. The operations of dispatch hall can be enhanced by developing co-operation between the workers and contractors working in the hall. A significant part of the technical failures is related to strapping machines. Failure times can be decreased by developing the preventive maintenance of the strapping machines.

---

Keywords: wrapping line, production capacity, failure time

## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö tehtiin Ruukki Metals Oy:n toimeksiannosta Raahen terästehtaan leikkattujen kelatuotteiden osastolle kevään ja kesän 2014 aikana. Työ tehtiin pääosin tehtaan tiloissa, koska se edellytti toiminnan havainnoimista, henkilöstön kanssa käytyjä keskusteluja ja tuotantoraporttien tutkimista. Työn ohjaajana koulun puolesta toimi OAMK:n yliopettaja Eero Korhonen.

Haluan kiittää LKT:n tuotantopäällikköä Pekka Paganusta mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta sekä laatupäällikkö Antero Tammista ja kehitysinsinööri Antti Vasankaria työn hyvästä ohjauksesta. Kiitokseni osoitan myös kaikille muille Ruukin työntekijöille, joiden kanssa olen ollut tekemisissä opinnäytetyössäni.

Raahessa 7.8.2014

Mikko Ahonen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	9
1 JOHDANTO	10
2 RAUTARUUKKI OYJ	11
2.1 Raahen tehdas	12
2.2 Leikatut kelatuotteet	13
3 TUOTTAVA KUNNOSSAPITO (TPM)	14
3.1 Käyttäjäkunnossapito	17
3.2 TPM-prosessin onnistuminen	18
3.3 TPM ja käyttäjäkunnossapito Ruukilla LKT:ssa	19
4 TOYOTA KATA, PÄIVITTÄINEN PARANTAMINEN	21
4.1 Parannuskata	23
4.2 Valmennuskata	24
4.3 Päivittäinen parantaminen LKT:ssa	25
5 NAUHALEVYLEIKKAUSLINJA 2	26
5.1 Paketointilinja 2	27
5.2 Paketointilinja 2:n nykytilanne	29
5.3 Häiriöiden erittely	31
5.4 Prosessista aiheutuneet häiriöt	33
5.4.1 Materiaalit	35
5.4.2 Kuljetukset	35
5.4.3 IT-järjestelmät	35
5.4.4 Käyttötekniset	36
5.4.5 Laitetekniset	36
5.5 Mekaaniset laiteviat	37
5.6 Sähköiset laiteviat	38

5.7 Vuorojen väliset erot	39
5.7.1 Lastauksen ja nosturien toiminta	41
5.7.2 Linjan varustelu	42
5.7.3 Leikkauksen ja niputuksen toiminta	43
5.7.4 Häiriötilanteissa toimiminen	44
5.8 Tuotannonohjauksen merkitys	44
5.9 Paketointilinja 2:n nykytilan yhteenveto	45
6 NAUHALEVYLEIKKAUSLINJA 3	46
6.1 Paketointilinja 3	47
6.2 Paketointilinja 3:n nykytilanne	47
6.3 Häiriöiden erittely	48
6.4 Prosessihäiriöt	49
6.4.1 Materiaalit	50
6.4.2 Käyttötekniset	51
6.4.3 Kuljetukset	51
6.4.4 Laitetekniset	52
6.4.5 IT-järjestelmät	52
6.5 Mekaaniset laiteviat	52
6.6 Sähköiset laiteviat	53
6.7 Vuorojen väliset erot	54
6.8 Niputettavan materiaalin merkitys	57
6.9 Paketointilinja 3:n nykytilan yhteenveto	57
7 TULOSTEN TARKASTELU JA KEHITYSEHDOTUKSET	59
7.1 Paketointilinja 2	59
7.2 Paketointilinja 3	60
7.3 Lastaus	61
7.4 Yhteiset	64
7.5 Tuotannonohjaus	66
8 YHTEENVETO	67
LÄHTEET	69
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	

## Liite 2 Nauhalevyleikkauslinjojen tuotetiedot



## SANASTO

219 ja 239	LKT:n lähetysvarastossa operoivat siltanosturit
alusta	Raahen tehtaan sisäisiin kuljetuksiin tarkoitettu siirrettävä varas- topaikka, kutsutaan myös tuote- ja siirtoalustaksi
Eveman	LKT:ssa käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä, jolla seurataan linjojen tuotantoa ja tapahtumia
KELPO	kuvakkeilla ohjattava tuotannonhallintajärjestelmä
käyntiaste	prosenttiluku, joka kuvaa linjan tuotannon ja häiriöaikojen suhdetta käytetystä työajasta
LKT	leikatut kelatuotteet -osasto, jossa jatkokäsitellään kuumavalssattuja nauhakeloja
nale	LKT:n nauhalevyleikkauslinja
pake	nauhalevyleikkauslinjan loppupää, paketointilinja
VCI	Volatile Corrosion Inhibitor, nauhalevynippujen käärintäkalvolla oleva korroosionestoaine
vetomestari	Raahen tehtaan sisäisistä kuljetuksista vastaava kalusto, jota käytetään tuotealustojen siirtoihin

# 1 JOHDANTO

Työ on tehty Ruukki Metals Oy:n Raahen terästehtaalte, kuumavalssaamon leikattujen kelatuotteiden (LKT) osastolle. LKT:n nauhalevyteikkauslinjojen tuotannon merkittäväksi rajoittavaksi tekijäksi on havaittu paketoitelinjojen häiriöt ja linjojen ruuhkautuminen, jolloin linjat eivät ehdi paketoimaan nippuja sitä tahtia kuin niitä leikkauslinjalta valmistuu. Seisokkiajat ovat erittäin kalliita jatkuvasti toiminnassa oleville tuotantolinjoille.

Työssä selvitetään nauhalevyjen paketoitelinjojen nykytila ja tuotantokapasiteettia rajoittavat tekijät sekä laaditaan toimenpidesuunnitelma näiden häiriöiden vähentämiseksi. Tavoitteena on kehittää paketoitelinjojen toimintaa niin, että linjojen häiriöajat vähenevät ja tuotantokapasiteetti kasvaa (liite 1). Teknisten häiriöiden ohella työssä keskitytään erityisesti toiminnallisiin puutteisiin ja parannusmahdollisuuksiin. Linjoista käytetään lyhenteitä pake 2 ja pake 3.

Työn teoriaosassa käsitellään kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa (TPM) ja Toyota Kata -menetelmää jatkuvasta parantamisesta. Ne liittyvät niihin toimintatapojen ja menetelmien parannuksiin, joita tällä opinnäytetyöllä pyritään saamaan aikaan. Niiden oppeja sovelletaan myös käytäntöön leikattujen kelatuotteiden tuotantoajoksessa.

## 2 RAUTARUUKKI OYJ

Rautaruukki Oyj on metalliteollisuuden yritys, joka perustettiin vuonna 1960 turvaamaan suomalaisen telakka- ja metalliteollisuuden raaka-ainehuolto. Perustajia olivat Outokumpu, Wärtsilä, Valmet, Rauta-Repola ja Fiskars. Raahen tehdas oli länsimaiden ensimmäinen terästehdas, joka alkoi perinteisen valannevalumenetelmän sijaan valmistaa terästä jatkuvalumenetelmällä. Rautaruukki työllisti vuonna 1960 kuusi henkilöä, mutta kymmenen vuotta myöhemmin jo yli 1 700 henkilöä. (1.)

1970-luvulla Rautaruukki alkoi panostaa tuotannon jatkojalostukseen. Hämeenlinnassa aloitettiin kylmävalssaus ja putkituotanto. Raahen tehtaan toinen masuuni käynnistettiin vuonna 1976, ja näiden uudistusten myötä yhtiön työntekijöiden määrä nousi yli 7 000 henkeen. (1.)

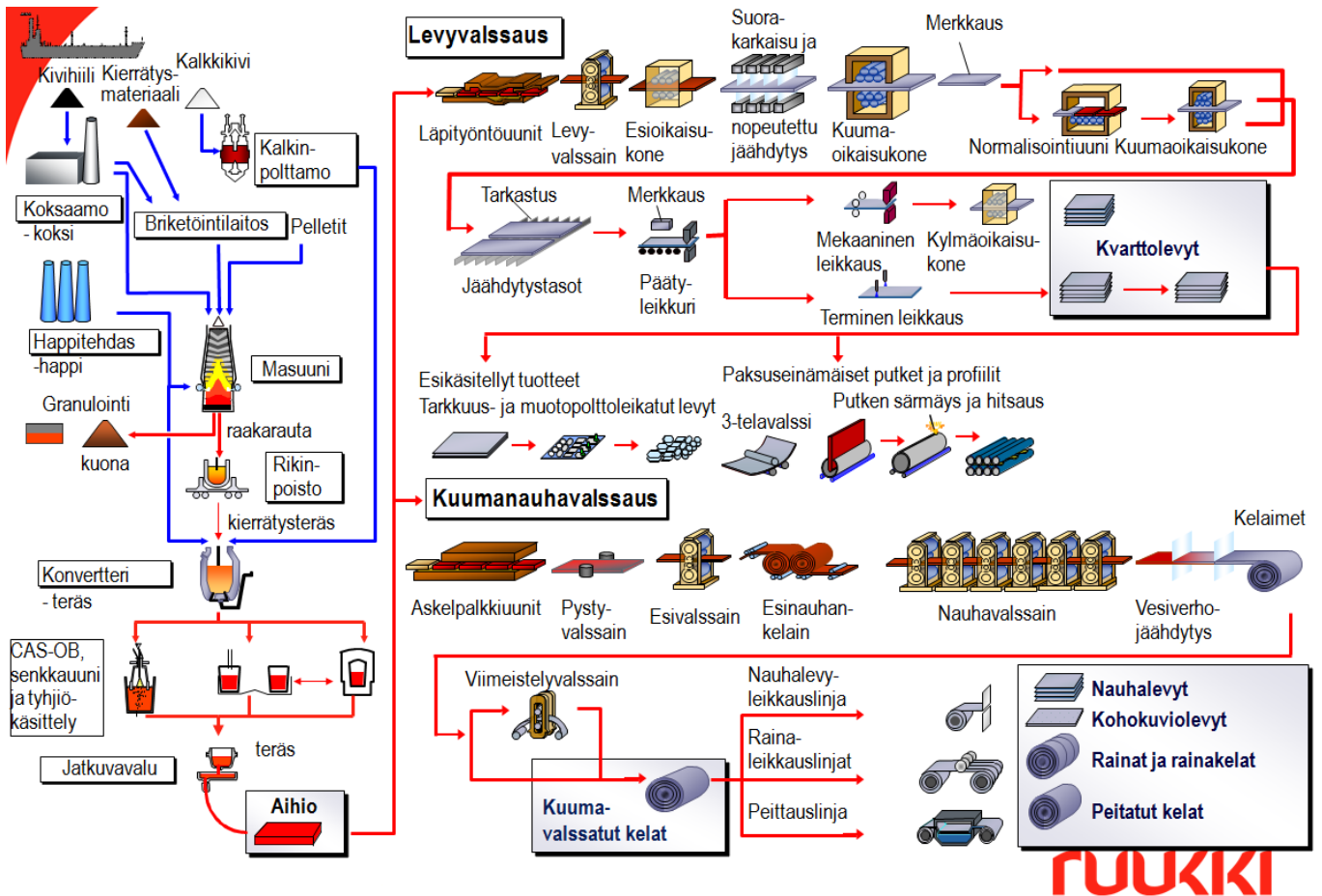
1980-luvulla Rautaruukki perusti myyntiyhtiöitä Länsi-Eurooppaan ja teki sieltä yritysostoja. Yritysostojen myötä henkilöstömäärä jatkoi nousuaan jo lähes 10 000 henkilöön. (1.)

1990-luvulla Rautaruukki investoi yhä enemmän tuotannon jalostusasteen nostamiseen ja kehitteli omia merkkituotteita. Ostettuaan kattovalmistaja Rannilan yhtiön liiketoiminta laajeni myös rakentamisen alueelle. 1990-luvulla Rautaruukki kansainvälistyi voimakkaasti Itä-Eurooppaan ja muun muassa Venäjälle. Henkilömäärä oli vuosikymmenen lopussa yli 12 000. (1.)

Vuodesta 2004 alkaen kaikki konserniin kuuluneet yhtiöt ottivat käyttöön yhteisen markkinointinimen Ruukki. Teräsliiketoiminnan painopisteeksi valittiin erikoisterästuotteet. Ruukista muodostui kansainvälinen, metalliin perustuvia komponentteja ja järjestelmiä toimittava yritys. Yhtiö oli mukana useissa vaativissa projekteissa ympäri maailmaa. Vuonna 2013 tehtiin jako kolmeen liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Rakentamisen tuotteet, Rakentamisen projektit ja Teräsliiketoiminta. Ruukki Metals vastaa konsernin teräsliiketoiminnasta, ja se toimittaa asiakkailleen erikoisteräksiä kuten muun muassa erikoislujuja ja kulu- tusta kestäviä teräksiä. Lisäksi tuotevalikoimaan kuuluvat erilaiset standarditerästuotteet. Yrityksen asiakkaita ovat muun muassa kuljetusväline-, rakennus- ja konepajateollisuuden yritykset. (1; 2.)

## 2.1 Raahen tehdas

Raahen tehdas on Ruukin suurin tuotantolaitos, ja sinne on keskitetty yhtiön terästuotanto. Tehtaalla työskentelee noin 2 400 ruukkilaista ja vuonna 2013 siellä tuotettiin 2,3 miljoonaa tonnia terästä. Päätuotteita Raahen tehtaalla ovat kuumavalssatut kelat ja levyt. Niiden valmistusprosessi on esitetty kuvassa 1. (3, s. 16, 22.)



KUVA 1. Ruukin Raahen tehtaan prosessikaavio (3, s. 23)

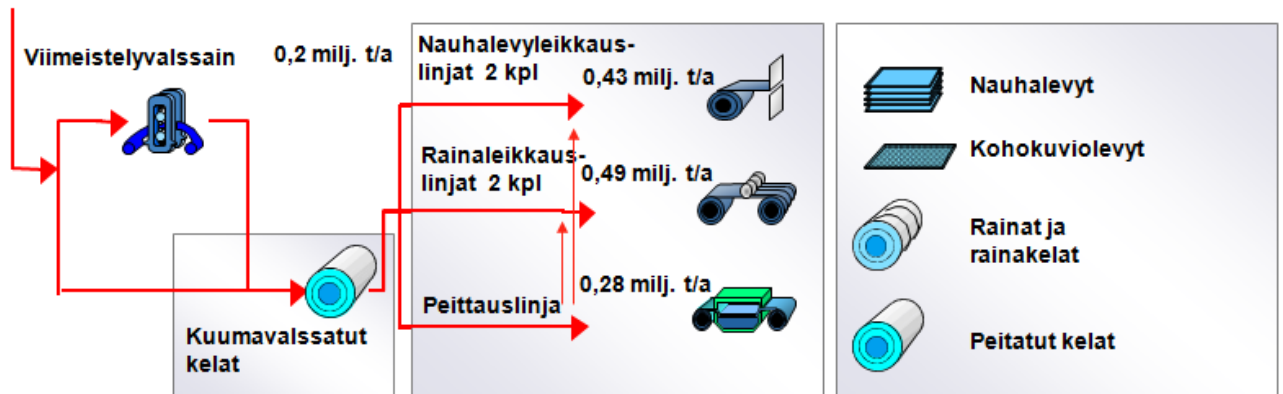
## 2.2 Leikatut kelatuotteet

Leikattujen kelatuotteiden tuotantojaosto eli LKT sijaitsee kuumavalssaamon pohjoispäädyssä. LKT:ssa nauhavalssaamolta saapuvat kelat jatkojalostetaan asiakkaan tilauksen mukaisesti. Tuotantojaosto koostuu viidestä tuotantolinjasta, jotka ovat peittäuslinja, kaksi rainaleikkauslinjaa ja tämän opinnäytetyön keskipisteessä olevat nauhalevyleikkauslinjat 2 ja 3 (liite 2).

Peittäuslinjalla nauhan pinnasta poistetaan suolahappokylvyssä valssihilse ja nauhaan saadaan puhdas, hilseetön pinta. Kela aukaistaan ja ajetaan suolahappoliuoksella täytettyjen altaiden läpi. Lopuksi teräsnauha huuhdellaan, kuivataan ja tarvittaessa öljytään, minkä jälkeen se kelataan uudestaan kelaksi ja siirretään jatkokäsittelyyn seuraavalle linjalle tai myydään asiakaskelana. Rainaleikkauslinjoilla 1 ja 2 kelat leikataan pituussuunnassa kapeammiksi nauhoiksi eli rainakeloiksi. Nauhalevyleikkauslinjojen toimintaan perehdytään tarkemmin luvuissa 5 ja 6.

Käsittelyjen jälkeen valmiit tuotteet toimitetaan asiakkaille kuorma-autoilla, junilla tai laivoilla. LKT:n lopputuotteet ja tuotantolinjojen vuosikapasiteetit on esitetty kuvassa 2.

### Nauhavalssain



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

### 3 TUOTTAVA KUNNOSSAPITO (TPM)

Perinteisesti kunnossapitoa on pidetty yrityksissä lähinnä kuluja aiheuttavana, välttämättömänä kustannuseränä, joka ei tuota mitään. Nykyään kunnossapito nähdään enemmänkin voittoa tuottavana ja tärkeänä liiketoiminnan osa-alueena. Hyvän kilpailukyvyn ja tehokkuuden edellytyksenä on hyvin toimiva kunnossapito. On taloudellisempaa ennaltaehkäistä koneiden tekniset häiriöt kuin korjata niitä. Tähän ajattelumalliin liittyy myös TPM (Total Productive Maintenance). Ruukilla jo käytössä oleva, siisteyttä ja järjestystä korostava 5S-toimintatapa on myös TPM:n perusedellytys. (5, s. 30.)

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, yleisesti suomen kielessä tuottava kunnossapito, on yrityksen toiminnot kattava kunnossapitostrategia. Se ei rajoitu vain kunnossapitoon, sillä TPM:n ensisijaisena tavoitteena on mahdollisimman suuri tuotannon tehokkuus ja laatu. TPM voidaan nähdä kunnossapitofilosofian sijaan tuotantofilosofiana. (6, s. 79.) Sen pyrkimykseen kuuluu tehtaan käyttötoiminnan, kunnossapidon ja koko organisaation saumaton yhteistyö ja sitoutuminen tuotantokapasiteetin kehittämiseen (7, s. 41).

Kokonaisvaltaisuus näkyy tuottavassa kunnossapidossa kolmella tavalla. Tuottavassa kunnossapidossa korostetaan kokonaistehokkuutta, jota mitataan taloudellisilla mittareilla. Kokonaiskattavuudella pyritään pienentämään kunnossapidon tarvetta ja helpottamaan korjaustoimintaa. Kokonaisvaltainen osallistuminen korostaa yhteisvastuuta ja koko henkilöstön yhteistä pyrkimystä häiriöttömään toimintaan. (8, s. 111.)

Tuottavan kunnossapidon ajattelumallin lähtökohtana on, että tuotannon tärkeille laitteille ja koneille luodaan optimaaliset olosuhteet toimia. Näitä olosuhteita pyritään myös ylläpitämään. Perustana tälle mallille on J.M. Juranin toteamus, jonka mukaan koneiden luotettavuus vähenee toimintaolosuhteiden muuttuessa hitaasti huonompaan suuntaan. Tuottavuuden parantaminen vaatii näiden olosuhteiden parantamista. Tärkeintä on se, että ne koneet, joista tuotanto on riippuvainen, pidetään mahdollisimman hyvässä kunnossa ja valmiudessa toimia täydellä teholla. Se onnistuu silloin, kun laitteita käyttävä henkilöstö on suoraan ja välittömästi vastuussa siitä, että niin tapahtuu. (6, s. 79.)

TPM pyrkii poistamaan tuotannon häiriötekijät ja saavuttamaan suurimman mahdollisen kokonaistehokkuuden (9, s. 68). Keskeisin tavoite ja se, millä taloudelliset tavoitteet saavutetaan, on hävikkien pienentäminen (7, s. 48). Willmottin (1996) mukaan TPM:ssä tavoitellaan täysin virheetöntä toimintaa (Zero Defects) laiterikoissa ja vioissa (6, s. 79). Käytännön prosesseissa tällaisen nollatoleranssin saavuttaminen on mahdotonta, koska täysin ideaalista tuotantolaitosta ei ole kannattavaa eikä mahdollista toteuttaa. TPM-ajattelulla pyritään kuitenkin minimoimaan viat ja laiterikot. Japan Institute of Plant Maintenance (Nakajima 1988 ja Suzuki 1994) listaa tuottavan kunnossapidon viideksi pääperiaatteeksi

- laiterikkojen vähentämisen
- koneiden pitämisen aina mahdollisimman hyvässä kunnossa
- koneiden päivittäisen puhtaana- ja kunnossapidon
- henkilöstön jatkuvan kehittämisen
- prosessin suunnittelemisen niin, että laitteet vaativat mahdollisimman vähän kunnossapitoa. (6, s. 80.)

Tuottavaan kunnossapitoon liittyy 12-kohtainen kehitysohjelma. Riittävän ajankäytön merkitys huomataan taulukosta 1, jossa tämä kehitysohjelma on esitetty. TPM:n varsinaista käynnistymistä edeltää viisi valmisteluvaihetta. Kehitysohjelmaa voidaan luonnollisesti muokata tapauskohtaisesti niin, että huomioidaan kunkin yrityksen erityispiirteet ja yksilölliset ominaisuudet. TPM ei edes sovellu sellaisenaan siirrettäväksi kulttuurista toiseen, vaan se täytyy mukauttaa kunkin tuotantolaitoksen yksilöllisiin erityispiirteisiin. (9, s. 68 - 69; 9, s. 112.)

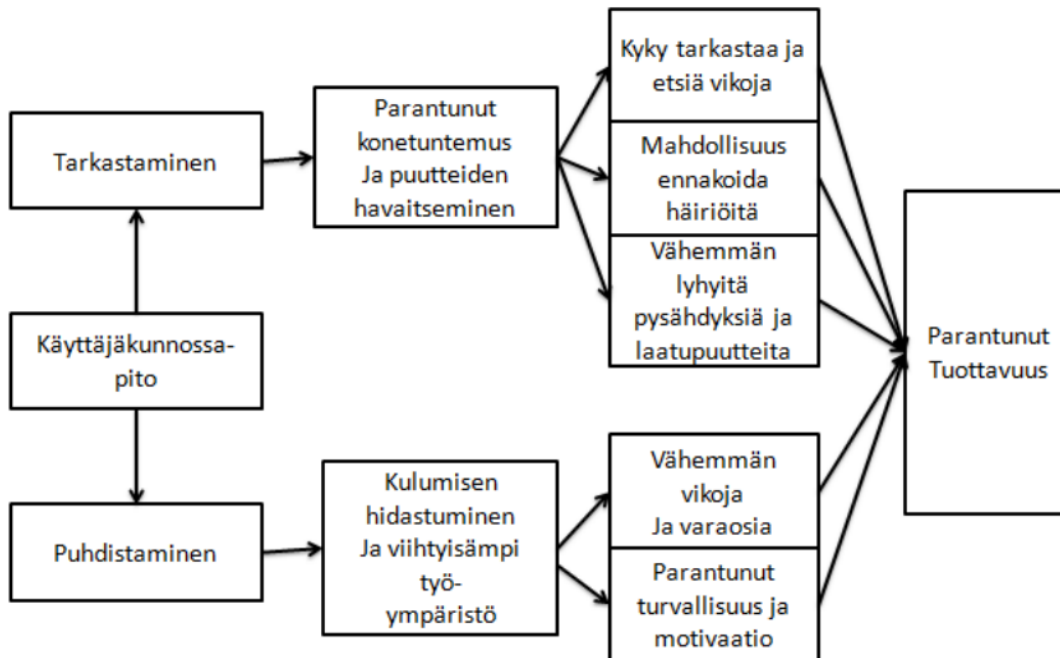
TAULUKKO 1. Tuottavan kunnossapidon kehitysohjelma (9, s. 68)

Kehitysaste	Taso	Kuvaus
Valmistautuminen	1. Ylimmän johdon päätös TPM:n käyttöönotosta	Virallinen ilmoitus TPM:n käyttöönotosta; artikkeleita yrityksen lehdessä
	2. Aloita koulutuksen ja TPM:n esittely	Johto: seminaarit Työntekijät: Luennot
	3. Perusta TPM:n tukioorganisaatio	Jokaiselle organisaatiotasolle perustetaan TPM:n työryhmä; perustetaan keskitetty johtoryhmä
	4. Määrittele toimintasuunnitelma ja tavoitteet	Nykytilanneanalyysi; tavoitteiden asetanta
	5. Laadi kirjallinen "Mastersuunnitelma" TPM:n käynnistämisestä	Laaditaan yksityiskohtainen käynnistämisuunnitelma
Toteutuksen valmistelu	6. Käynnistä TPM	Projekti esitellään sidosryhmille: asiakkaat, alihankkijat, tytäryritykset
Toteutus	7. Paranna yksittäisten laitteiden tehokkuutta	Valitaan pilottilaitteita; muodostetaan projektiryhmiä
	8. Luo kunnossapito-ohjelma käyttöhenkilöstölle	Käytetään seitsemän askeleen menetelmää; koulutetaan käyttöhenkilöstöä
	9. Luo aikataulutettu huolto-ohjelma kunnossapito-osastolle	Otetaan huomioon määräaikainen- ja ennakkoivakunnossapito, k.pidon ohjaus, varaosat, työkalut, piirustukset ja työohjeet
	10. Jatka käyttö- ja kunnossapito-taitojen kehittämistä	Vaihdetaan kokemuksia eri alueiden koulutusvastaavien kesken
	11. Ota kunnossapito huomioon hankintavaiheessa, luo hankintaohje	Kunnossapitotarpeen ennakointi; luo vastaanottotarkastukset; LCC analyysit
Vakiinnuttaminen	12. Täydellinen TPM:n käyttöönotto ja tason korottaminen	Asetetaan korkeammat tavoitteet (PM palkinto)



### 3.1 Käyttäjäkunnossapito

Yksi TPM:n tärkeimmistä asiakokonaisuuksista on käyttöhenkilöstön aktiivinen osallistuminen koneiden päivittäiseen kunnossapitoon. Koneiden käyttäjien on loogista olla mukana kunnossapidossa ja varsinkin kunnonvalvonnassa, sillä heillä on ajankohtaisin ja paras tieto koneen toiminnasta ja sen luotettavuudesta. Lähtökohtana on kokonaisvaltaisuus: kaikki tuotannon osa-alueet osallistuvat tuottavaan kunnossapitoon. Pienten kunnossapitöiden ohessa käyttäjät suorittavat samalla tarkastusta ja saattavat huomata ennalta piilevän puutteen tai vian koneen toiminnassa. Häiriöiden ehkäiseminen koneita puhdistamalla ja tarkastamalla on käyttäjäkunnossapidossa tärkeässä roolissa. (6, s. 83 - 84; 9, s.115.) Käyttäjäkunnossapidon kunnonvalvontaa ja sen vaikutuksia havainnollistetaan kuvassa 3.



KUVA 3. Käyttäjäkunnossapidon vaikutus tuottavuuteen (6, s. 84)

TPM:n mukaan koneen käyttäjä on osavastuussa sen toimivuudesta. Hänen on siis ymmärrettävä koneen toimintaa sekä normaali- että myös häiriötilanteessa. Käyttäjän tehtäviin kuuluvat päivittäinen koneen käynnin seuraaminen, tarvittavien korjaustöiden tilaaminen kunnossapidolta, tarvittaessa avustaminen korjaustyössä ja lopuksi tehdyn työn hyväksyminen ja koneen toimintakunnon toteaminen (8, s. 121).

Käytön suorittamaa kunnossapitoa ei saada käyntiin hetkessä, vaan se on pitkä prosessi. Siirtyminen käyttäjäkunnossapitoon voi tapahtua esimerkiksi 7-askeleisella ohjelmalla, jonka Nakajima (1989) on kuvannut:

- perusteellinen puhdistus
- ympäristön siistiminen
- puhdistus- ja huolto-ohjeiden laatiminen
- yleistarkastusten tekeminen
- käyttöhenkilöstön tarkastusten suorittaminen
- työpisteen järjestyksen varmistaminen
- käyttäjien osallistuminen kunnossapitoon. (8, s. 115.)

### **3.2 TPM-prosessin onnistuminen**

TPM edellyttää koko henkilökunnan osallistumista, ylimmästä johdosta työntekijöihin saakka. On tärkeää, että TPM otetaan käyttöön kaikilla osastoilla, jotka ovat koneiden kanssa jollakin tasolla tekemisissä. Parannustyötä olisi mielekkäintä suorittaa tiimeissä, jotka ovat tavoitejohdettuja. (6, s. 79). TPM:lle on keskeistä ja ominaista se, että se on pitkä prosessi, joka edellyttää koko työorganisaatiolta suuria asennemuutoksia. (9, s. 69). TPM muuttaa käyttäjien ja kunnossapitäjien välisiä, usein hyvin perinteisiä rooleja ja käsityksiä.

TPM-prosessi on vaarassa epäonnistua, jos sen toteuttamiseen ei varata riittävästi aikaa tai jos organisaatio ei ole täysin sitoutunut yhteisiin tavoitteisiin. Hanke täytyy ottaa vakavasti ja siihen on varattava riittävästi resursseja. Joidenkin arvioiden mukaan jopa kaksi kolmesta TPM-projektista epäonnistuu ainakin osittain. Onnistuessaan TPM on kuitenkin kannattava prosessi. (8, s. 121.)

Tuottavan kunnossapidon kehittämiseksi voi olla useita esteitä. Henkilöstö saattaa esimerkiksi ajatella etteivät asiat eivätkä parane niitä muuttamalla tai että tätä on kokeiltu jo aikaisemmin. Saatetaan myös ajatella, että työtahti on jo huipussaan. Ongelmia voi aiheuttaa myös johto, joka ei osaa johtaa muutosta oikein tai on kärsimätön. Riskinä voi

olla tiedon puute, jolloin henkilöstö saattaa pelätä kunnossapidon töiden loppumisia ja henkilöstövähennyksiä. (7, s. 75.)

Onnistuneella TPM:n käyttöönotolla pystytään luomaan aiempaa uudempi ja kannattavampi yrityskulttuuri ja paremmat olosuhteet toiminnalle. Käytännössä tämä voi näkyä esimerkiksi koneiden parantuneena käyttöasteena, millä puolestaan saavutetaan parempi toimitusvarmuus. (8, s. 121.)

Ensimmäisistä TPM-projekteista onnistumisia voi olla mahdollista mitata jo muutamien kuukausien jälkeen. Mittareina on käytetty perinteisesti kustannussäästöjä ja tehokkuuden parantumista. (8, s. 112 - 113). Usein kuitenkin projektin käynnistämistä seuraavana vuonna ei saada lisätuottoja, vaan kustannukset kasvavat koulutuksen ja koneiden kehittämisen takia. Järjestelmällisen työnteon tuloksena hyödyt näkyvät yleensä selvästi toisen ja kolmannen vuoden aikana (7, s. 87).

### **3.3 TPM ja käyttäjäkunnossapito Ruukilla LKT:ssa**

Raahen tehtaalla nauhalevyleikkauslinjoilla on viikoittaiset, suunnitellut huoltoseisokit, jotka kestävät yleensä noin yhden työvuoron ajan eli kahdeksan tuntia. Huoltopäivinä myös käyttöhenkilöstölle on määrätty tiettyjä tehtäviä, kuten linjan eri osien tarkastaminen ja puhdistaminen. Tiettyjen työtehtävien työnkuvaan nauhalevyleikkauslinjoilla kuuluvat myös säännölliset tarkastukset linjalla tuotannon aikana, mutta niiden suorittamisen on havaittu jäävän käytännössä vähäiseksi. Aistinvaraisiin havaintoihin perustuvista tarkastuskierroksista kannattaa tehdä osa päivittäistä työntekoa. Äänen perusteella on mahdollista havaita esimerkiksi alkavia laakerivikoja ja katkenneita tai löystyneitä pultteja. Kuvan 3 mukaisesti työntekijöiden konetuntemus paranee tarkastamisen kautta. Mahdollisia vikoja ennakoimalla häiriöaikoja saadaan vähennettyä. Tämä vaikuttaa myös linjan tuotteiden laatuun.

Käyttöhenkilöstön työnkuvaukseen kuuluu lisäksi se, että he auttavat tarvittaessa vuorohuoltoa ja kunnossapitoa kunnossapitotöissä. Viikkohuolloissa käyttöhenkilöstön työtehtävät ovat yleensä suoritettavissa nopeammin kuin 8 tunnissa. Tällöin voitaisiin miettiä, voisivatko käyttöhenkilöt osallistua mahdollisuuksien puitteissa kunnossapidon vastuulle kuuluvien tehtävien suorittamiseen ja parantaa myös tällä tavoin laitetuntemustaan.

Käyttöhenkilöstön tekninen osaaminen ja koneiden tuntemus vaihtelevat paljon, mutta koska kunnossapitohenkilöstön resurssit myös LKT:ssa ovat erittäin rajalliset, olisi tärkeää, että käyttöhenkilöstö pystyisi suorittamaan omatoimisesti yksinkertaisia kunnossapitotöitä.

Käyttäjäkunnossapidon määrä nauhalevyleikkauslinjoilla vaihtelee muuan muassa eri vuorojen ja käyttäjien välillä. Esimerkiksi nauhalevyleikkauslinja 3:lla osa käyttöhenkilöistä on ollut mukana projektissa, jonka tuloksena linja otettiin käyttöön. Heillä on keskimääräistä parempi käsitys linjan ja sen laitteiden toiminnasta, minkä ansiosta he pystyvät usein paikantamaan vikojen syyt nopeasti ja ilman vuorohuollon tai sähköpäivystäjien soittamista paikalle.

Hyvä esimerkki kohteesta, jossa käyttäjäkunnossapidon käyttöönotolla saataisiin toimintaa tehostettua, on siltanosturien törmäystunnistimien puhdistaminen. Nykyisessä mallissa nosturikuljettaja joutuu soittamaan sähköpäivystäjät puhdistamaan nosturin ajon estävät, likaantuneet tunnistimet. Häiriöstä saattaa tulla pitkä, varsinkin jos sähkökunnossapito on vielä samaan aikaan kiinni toisessa tehtävässä. Linjat seisahtuvat ja mahdollinen kuorma-auton lastaus keskeytyy puhdistustyön ajaksi.

Hyvä perusta TPM:lle on Ruukilla aktiivisesti käytetty 5S-menetelmä, joka korostaa järjestyä ja siisteyttä. Ympäristön siisteyden ja työpisteen järjestyksen varmistaminen ovat merkittäviä asioita käyttäjäkunnossapidossa.

## 4 TOYOTA KATA, PÄIVITTÄINEN PARANTAMINEN

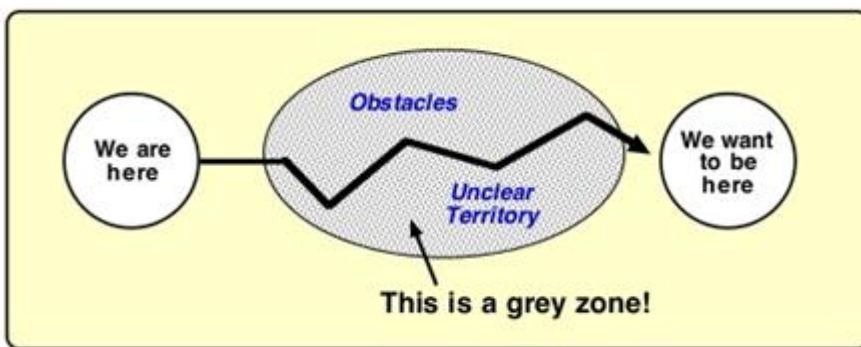
Toyota on jo pitkään ollut autoteollisuudessa suorituskyvyltään kilpailijoitaan parempi. Sen myynti on kasvanut kun muiden autonvalmistajien myynti on tasaantunut tai pienentynyt. Myös voitto ja markkina-arvo ylittävät kilpailijat. On tiedetty pitkään, että Toyotan johtamiskäytännöt tekevät siitä muita paremman jatkuvassa parantamisessa. Toyotan kyky mukautua on selvästi sen kilpailijoita parempi. (10, s. 3.)

Yksinkertaistettuna Toyota Katassa on kyse sellaisten mallien luomisesta, joilla saavutetaan parannuksia toimintatapoihin. Katat ovat toistuvia toimintarutiineja tai kaavoja, jotka parantavat tiettyjä taitoja ja ajattelutapoja. Katan harjoittaminen on kaavan harjoittamista niin, että siitä tulee luonnollinen rutiini. Rutiinit ovat tehokkaan toiminnan edellytys. Toyota Katan perusajatus on, että kaikki prosessit heikkenevät ja tilanteet muuttuvat ajan kanssa. Siksi ainoa ratkaisu ja selviytymiskeino on jatkuva parantaminen. (11, s. 6 - 8.) Toyotan johtamistyyliä on yritetty kopioida paljon, yleensä epäonnistuneesti. Ongelmana on usein se, että yritykset yrittävät kopioida valmiita ratkaisuja ja menetelmiä sovellettujen menetelytapojen sijaan (10, s. 148).

Toyota opettaa päivittäisessä johtamistyössään työskentelytapaa, kataa. Toyota Katan määritelmä johtamisesta on järjestelmällinen pyrkimys haluttuihin olosuhteisiin hyödyntämällä ihmisten kykyä. Tavoitteena ei ole ottaa käyttöön uusia tekniikoita tai periaatteita, vaan luoda jatkuvan parantamisen ja mukautumisen kulttuuri harjoittelemalla käyttäytymismallia, joka parantaa taitoja ja tapoja. Organisaation prosessit, käytännöt ja tulokset ovat ihmisten ajattelun ja käyttäytymisen tulosta. Toyotan henkilöstötyytyväisyys on korkea ja työntekijät saavuttavat täyden potentiaalinsa. (12, s. 2 - 4.)

Johtajilla on usein taipumus keskittyä vain lopputuloksiin ja ratkaisuihin. Ihmisten johtaminen pelkästään ratkaisujen toimeenpanemiseen ei tee organisaatiosta mukautuvaa ja jatkuvasti parantuvaa, koska se vahvistaa ihmisten inhoa epävarmuutta kohtaan. Tämän päivän ratkaisut eivät välttämättä vastaa huomisen haasteisiin. Ratkaisut sinänsä eivät tarjoa jatkuvaa kilpailuetua, vaan organisaation jäsenten kyky kehittää ratkaisuja. (12, s. 5)

Tavoitteena on kuvan 4 mukaisesti, että tapaa jolla haluttuun tulokseen päästään, ei tiedetä etukäteen. Uskomus siitä, että tuo harmaa alue on valmis ja selkeä, saattaa saada toteuttamaan ennalta omaksuttua suunnitelmaa sen sijaan, että oltaisiin avoimia ja vastaanottavaisia ja opittaisiin vastaan tulevista esteistä ja ongelmista (10, s. 7). Parantamisen, mukautumisen ja innovoinnin ongelmana on usein henkilöstön pyrkimys ja halu pysytellä mukavuusalueella, jotta välttyttäisiin epäonnistumisilta ja kritiikiltä. Epävarmuus ja haasteiden kohtaaminen kuuluvat parantamisen prosessiin, ja oppimisalue sijaitsee yleensä mukavuusalueen ulkopuolella. Toyotan johtamiskäytäntöjen mukaan ihmiset sietävät epävarmuutta ja mukautuvat uusiin haasteisiin, jos he ovat harjoitelleet sitä ja tottuneet siihen (12, s. 8 - 9).

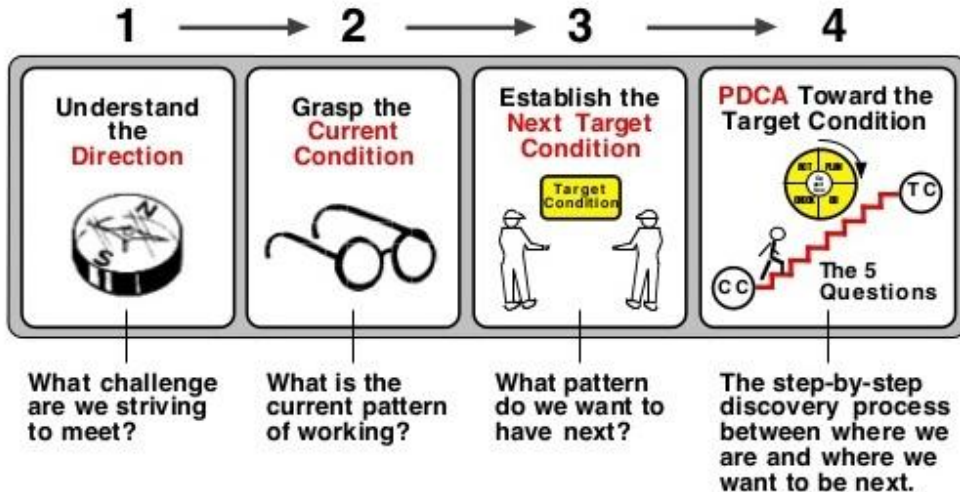


KUVA 4. Tavoitetilan saavuttaminen Toyota Katan avulla (12, s. 6)

Usein suositaan tyyliä, jossa kehitystöitä tehdään enemmänkin sysäyksinä eikä jatkuvana pienten askelten virtana. Toyotan henkilöstö koulutetaan soveltamaan jatkuvan parantamisen menettelyä rutiininomaisesti joka päivä. Toyotalla ajatellaan, että ongelmat eivät ole pelkästään huonoja asioita. Toyotalla tulkinta on, että jos ongelmaa ei ole tai asiat saadaan näyttämään siltä, kehitys pysähtyy. Ongelmatapaukset opettavat yritykselle sen työjärjestelmää ja niiden paljastama potentiaali halutaan hyödyntää ennen kuin ongelmat vaikuttavat asiakkaaseen. Tämä edellyttää positiivista ilmapiiriä, jossa ei esitetä syytöksiä. Se, että ongelmatapaukset ja niiden syyt ymmärretään, ei tarkoita että ongelmat hyväksytään. Kun yrityksen koko työvoima haastetaan ratkomaan prosessien ongelmia, yhtiön älyllisen pääoman määrä on todella suuri. (13, s. 34; 10, s. 127.)

## 4.1 Parannuskata

Parannuskata on neliosainen rutiini. Sen avulla ihmiset voivat yhdessä järjestelmällisesti liikkua kuvassa 4 esitetyllä harmaalla alueella. Kuvassa 5 on esitetty nämä neljä vaihetta.



KUVA 5. Toyotan jatkuvan parantamisen malli (12, s. 11)

Aluksi selvitetään visio tai suunta, mitä kohti prosessia halutaan kehittää. Toisessa vaiheessa selvitetään nykytilanne perusteellisesti. Suunta ja omakohtaisesti ymmärretty nykytila mielessä pitäen määritellään seuraava tavoitetilä. Viimeisessä vaiheessa tuota tavoitetilaa kohti pyritään liikkumaan askel askeelta käyttämällä PDCA-menetelmää (10, s. 67). Lyhenne tulee sanoista Plan, Do, Check, Act. Käytännössä aluksi tehdään suunnitelma tai oletus, ja tätä suunnitelmaa kokeillaan käytännössä. Check-kohdassa saatuja tuloksia verrataan odotuksiin ja lopuksi tehdään korjaavia toimenpiteitä.

PDCA-syklejä tehdään useita, ja niiden aikana opitaan ja mukaudutaan saatujen kokemusten mukaan. PDCA-syklit paljastavat niitä ennakoimattomia esteitä, joita on nykytilan ja tavoitetilän välissä. Tavoitetilä usein vielä tarkentuu sitä kohti edettäessä. (10, s.148.)

Parannuskata on siis ajattelu- ja toimintarutiini, joka valjastaa henkilöstön inhimilliset kyvyt ratkaisemaan ongelmia. Se opettaa ihmisille standardoidun keinon tilanteiden arviointiin ja ongelmiin reagointiin. Työntekijöille syntyy luottamuksen- ja varmuudentunne siitä, että heillä on väline, jolla käsitellä epävarmuutta. Toyotan parannuskatalla on mahdollista laajentaa ihmisten mukavuusalueita, mikä auttaa ihmisiä etenemään ennakoimattomia reittejä

pitkin kohti vain yleisesti määriteltyjä tavoitteita. Parannuskata hyödyntää ihmisten henkilökohtaisia kykyjä paremmin kuin nykyiset yleisimmät johtamiskäytännöt. Koska parannuskata on joukko käyttäytymisohjeita, sen oppiminen edellyttävää toistuvaa harjoittelua. Lopulta näistä käyttäytymismalleista tulee rutiineita. (10, s. 149 - 152, 172.)

## **4.2 Valmennuskata**

Parannuskata ei toteudu automaattisesti itsestään. Toyotalla johtajat työskentelevät päivittäin pitääkseen jatkuvan parannuksen käynnissä tehokkaalla tavalla. Käytännössä johtajat kehittävät ihmisiä niin, että he pystyvät parantamaan prosesseja käyttäen parannuskataa. Se on osa päivittäistä työntekoa. Valmennuskataa käyttävien johtajien täytyy olla kokeneita parannuskatan käyttäjiä (10, s. 171 - 172.)

Valmennuskata on työkalu, jolla opetetaan parannuskataa. Se koostuu joukosta valmennusrutiineja, joilla harjoitellaan tehokkaita valmennustapoja. Kyseessä on valmennuskaava, joka auttaa opettamaan parannuskatan ajattelutapaa. Valmennuskatan avulla johtajat voivat helpottaa parannuskatan käyttöä jokapäiväisessä työskentelyssä. (11, s. 13.)

Valmennus ja oppiminen eivät tapahdu teorian kautta luokkahuoneissa, vaan todellisissa prosesseissa työstettävien parannushaasteiden kautta. Jokaisella työntekijällä on mentori, joka kokeneempana työntekijänä antaa opastusta parannusten tekemisessä ja työhön liittyvien tilanteiden käsittelyssä. Mentori ei työskentele varsinaisen ongelman kanssa, eikä hän saa antaa valmiita ratkaisuja. Hänen tehtävänä on pitää mentoroitava parannuskatan määräämällä polulla. Mentori kantaa vastuuta tuloksista, ja joutuu mentoroidavan epäonnistuessa myös arvioitavaksi. (10, s. 173 - 174, 176.)

Mentorin ja mentoroidavan väliseen suhteeseen liittyvät olennaisesti myös pienet virheet. Mentori odottaa oppilaansa tekevän niitä, ja juuri niissä pienissä virhekohtissa mentoroidava kehittyy ja mentori näkee, millaista valmennusta tarvitaan. Nämä virheet eivät luonnollisesti saa vaikuttaa asiakkaaseen. (10, s. 176.) Mentoroinnilla varmistetaan, että oppija saa riittävät taidot ja riittävän ymmärryksen, jotta hän pystyy toteuttamaan päivittäistä parantamista työssään.



### 4.3 Päivittäinen parantaminen LKT:ssa

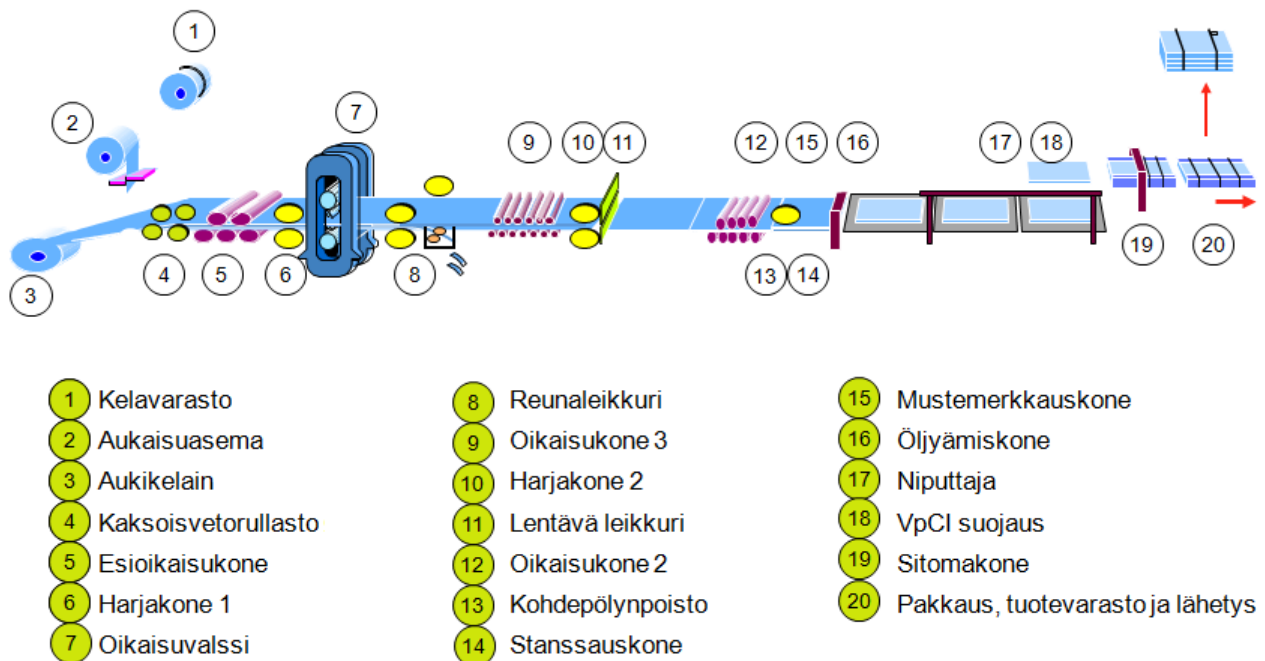
LKT:lla ja paketoitilinoilla tilanne on jatkuvan parantamisen kannalta hyvä, koska henkilöstö tiedostaa ongelmat ja epäkohdat hyvin ja miettii aktiivisesti niihin ratkaisuja. Työntekijöillä on myös pääsääntöisesti erittäin hyvä ja kattava tietämys prosessin toiminnasta ja nykytilanteesta, mikä ilmenee muun muassa kehitysehdotuksina. Johto käy LKT:n päiväkirjaan ja tapahtumakirjauksiin merkittyjä ongelmia tarkoin läpi ja epäkohdissa puututaan niiden juurisyihin pelkkien seurausten sijasta.

LKT:lla on käynnissä pilottihanke, jossa käydään tuotantolinjan ongelmakohtia läpi päivittäisen parantamisen periaatteita noudattaen. Linjalla on tietty ongelmia aiheuttava toiminto, esimerkiksi rainaleikkauslinjan näytteenotto. Tämän toiminnon nykytila selvitetään tarkasti ja siltä pohjalta määritellään tavoitetila, jota kohti edetään pienin päivittäisin askelin. Päivittäisellä parantamisella on saatu hyviä tuloksia aikaan.

## 5 NAUHALEVYLEIKKAUSLINJA 2

Nauhalevyleikkauslinjoilla nale 2 ja 3 jatkokäsitellään nauhavalssaamolta saapuvat kelat. Käsiteltävien kelojen täytyy olla jäähtyneitä, ettei niihin jää oikaisun jälkeen sisäisiä jännityksiä. Linjat ovat automaattilinjoja. Molempien linjojen lopussa sijaitsevat pakointilinjat. Nale 2 on otettu käyttöön vuonna 1989. Voidaan sanoa, että suurimpien tuotantopaineiden alainen linja LKT:ssa on nauhalevyleikkauslinja 2.

Valssatun nauhakelan jatkokäsittely nale 2:lla tapahtuu kuvan 6 mukaisessa prosessissa. Aluksi nosturi nostaa kelan kelavarastosta aukaisuasemalle, missä käyttökäyttäjä katkaisee kelan vanteet aukikelaimen ohjaamosta käsin. Kelan pää leikataan leikkurilla tasaiseksi niin, että pudotus linjalle onnistuu helpommin. Kelavaunu siirtää kelan aukikelaimelle. Avatun nauhan ensimmäinen oikaisu tapahtuu esioikaisukoneessa. Esioikaistun nauhan pinnasta poistetaan hilse, kun se kulkee ensimmäisen harjakoneen läpi oikaisuvalssiin. Toisin kuin nale 3:lla, kakkoslinjalla nauhan reunat voidaan tarvittaessa leikata reunaleikkurilla, joka sijaitsee linjalla oikaisuvalssista seuraavana. (14, s. 8.)



KUVA 6. Nauhalevyleikkauslinja 2:n prosessi (4, s. 8 muokattuna)

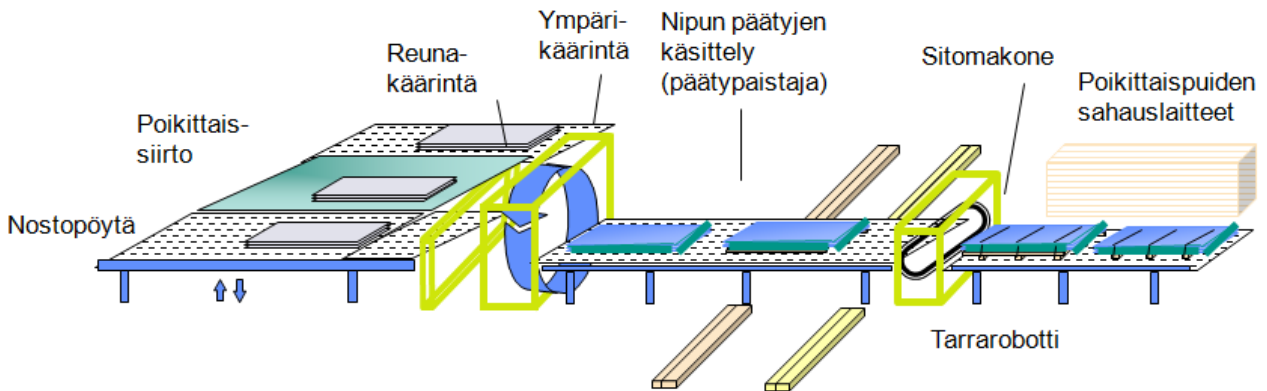
Seuraavaksi nauha oikaistaan oikaisukone 3:lla. Nauha oikaistaan tasomaiseksi ja siitä poistetaan sisäiset jännitykset. Nauha puhdistetaan uudestaan harjakone 2:lla. Mekaaninen lentävä leikkuri leikkaa nauhasta määrämittäisiä arkkeja asiakkaan tilauksessaan määrittelemän pituuden mukaan. Arkkien pituudet vaihtelevat välillä 1,5 - 12,3 metriä. Niimensä mukaisesti lentävä leikkuri on varustettu liikkuvalla leikkausvaunulla, eli se leikkaa arkit lennosta nauhan yhä liikkuesssa. Linja ei siis pysähdy leikkauksen ajaksi. Leikatut arkit oikaistaan oikaisukone 2:lla. Oikaisukone 2:n jälkeen suoritetaan pölynpoisto kohdeimulla. (14, s. 8.)

Arkit merkataan stanssaus- ja mustemerkkaus-koneilla. Asiakkaan halutessa levyt vielä suojaöljytään öljyämiskoneella. Automaatilla toimivassa niputtajassa arkeista kootaan asiakkaan tilauksen mukaisia nippuja, joiden maksimipaino voi olla 8 000 kg. (14, s. 8.)

Kuvasta 6 poiketen VCI-suojaus ei ole enää erillinen osaprosessi, vaan korroosiosuojaine on valmiina reunamuovilla, joka kääritään nippuun paketoitilinjalla. Ennen nipun paketointiin siirtymistä sitomakone sitoo nipun kahdella muovivanteella sen molemmista päädyistä.

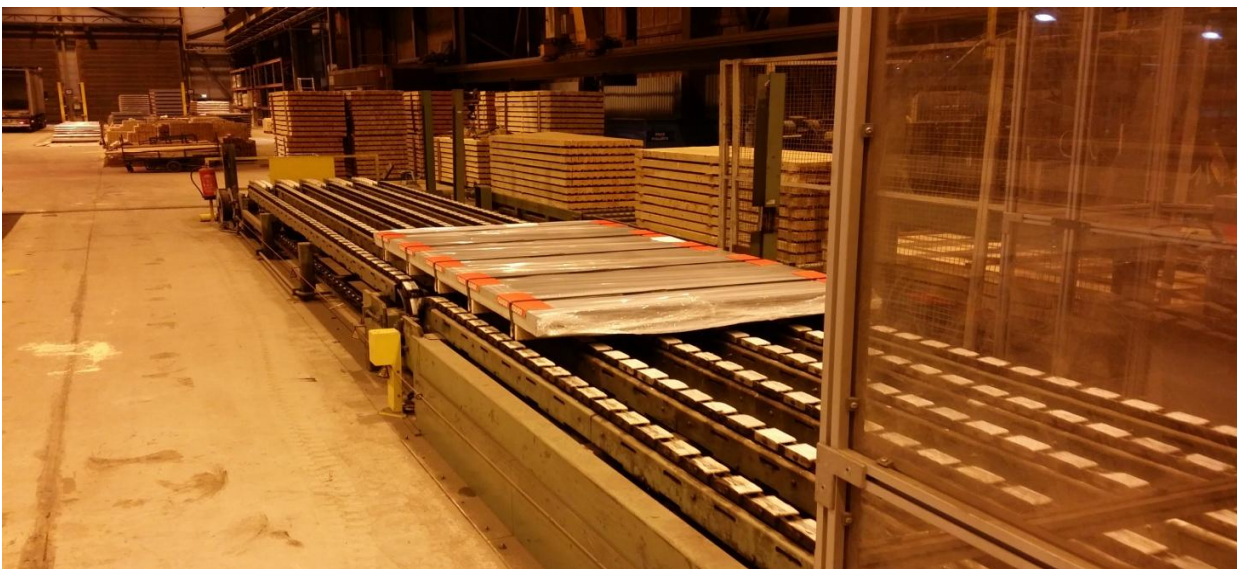
## **5.1 Paketoitilinja 2**

Nauhalevynippu jatkaa sivuttaissiirtäjällä paketoitilinjan nostopöydälle, edellyttäen ettei nippu ole yli 8 metriä pitkä. Pitkillä nipuilla siirtoon tarvitaan siltanosturia kuljettimen lyhyden vuoksi. Paketoitilinja on alun perin suunniteltu enimmillään 6 metriä pitkille nipuille. Käärintäkoneella nippuun tulee ensin reunakäärintäkalvo, joka sisältää myös nippua korroosiolta suojaavan VCI-aineen. Seuraavaksi käärittävä ympärikäärintäkalvo suojaa nippua kosteutta ja likaa vastaan, ja siksi enemmistö asiakkaista tilaa niput suojamuoviin käärityinä. Nipun päädyistä kalvot sulatetaan kiinni päätypaistajalla kuvan 7 kohdassa päätyjen käsittely.



KUVA 7. Paketointilinja 2:n prosessi (4, s. 9)

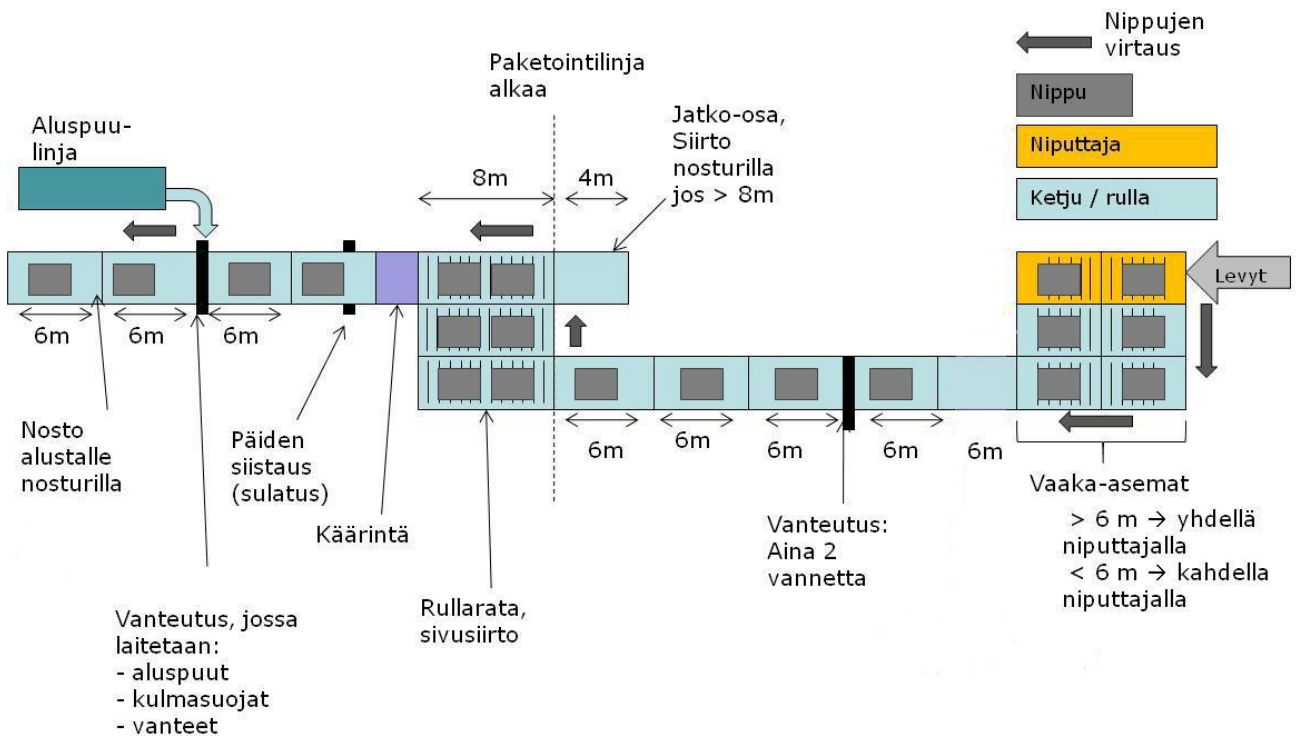
Paketointilinjan sitomakone käyttää teräsvannetta. Vanteutuksen yhteydessä nipun molemmille puolille tulevat vannesuojat, jotka suojaavat arkkeja vanteilta. Nipun alle tulevat aluspuut, jotka helpottavat nippujen käsittelyä. Sitomakoneen teräsvanne sitoo myös vannesuojat ja aluspuut nippuun kiinni. Aluspuut tulevat määrämittaan sahattuina automaattiselta sahauslaitteistolta. Sidonnan aikana käsivarsirobotti liimaa nippuun nipun tiedot sisältävän etikettitarran. Lopuksi siltanosturi nostaa valmiin nipun siirtoalustalle tai lähetysva-rastoon odottamaan lastausta. Kuvassa 8 on paketoitu nauhalevynippu paketointilinja 2:n päässä.



KUVA 8. Valmis nauhalevynippu paketointilinja 2:n loppupäässä

## 5.2 Paketointilinja 2:n nykytilanne

Paketointilinjan käyttöönottovuonna 2000 noin puolet linjan tuotannosta paketoitiin. Linja oli tuolloin suunniteltu enintään 6 metriä pitkille nipuille. Nykyään enemmistö, noin 80 % leikatuista nipuista menee paketoinnin kautta. Teknisten muutosten myötä linjalla pystytään nykyään käsittelemään yli 12 metriä pitkiä nippuja. Arvion mukaan tulevaisuudessa pitkien eli 8 - 12 metriä pitkien nippujen osuus myytävistä tuotteista tulee kasvamaan entisestään. (15, s. 4.) Kuvassa 9 on esitetty virtauskaaviona niputtaja ja paketointilinja.



KUVA 9. Pake 2:n virtauskaavio (15, s. 5 muokattuna)

Vuonna 2013 pake 2:n kokonaistuotanto oli 142 873 tonnia myyntikelpoista terästä. Asetetusta tuotantotavoitteesta jäätin noin 36 300 tonnia. Paketointilinjan läpi kulki vuoden aikana 53 370 nippua. Linjan toimintaan vaikuttanut häiriöaika oli yhteensä noin 1 222 tuntia. Linjan käyntiaste vuonna 2013 oli 77,4 %. (16.)

Vuonna 2013 paketointilinjoilla 2 ja 3 kirjattiin yhteensä noin 1 000 tuntia *Ruuhka pake*-häiriötä. Pake 2:n osuus tästä oli noin 360 tuntia. Käytännössä luku saattaa olla vielä suu-

rempi, koska toisin kuin nauhalevyleikkauslinja 3:lla, 2-linjalla *Ruuhka pake* -häiriö ei kirjaudu Evemaniin automaattisesti vaan käyttöhenkilöiden käsin kirjaamana. *Ruuhka pake* -häiriö on kyseessä silloin, kun paketointilinjan kuljettimet ovat täynnä niin, että nauhalevyleikkauslinjan alkupäässä arkkien leikkaus ja niputtaminen pysähtyy. Toisaalta häiriön takana saattaa usein olla myös muita, paketointilinjasta riippumattomia asioita. Häiriöiden yhteenlaskettu lukumäärä on 510, joista 181 kappaletta ja 180 tuntia on häiriöstä tai viasta aiheutuvia, esimerkiksi sitomakoneen ongelmasta tai nosturien taukoajosta. Häiriöistä 229 kappaletta ja 140 tuntia olivat tuotteesta aiheutuneita, muun muassa paljon pitkiä, yli 10 metrisiä tai matalia nippuja. Määrittelemättömiä oli 100 kappaletta ja 42 tuntia.

Kuvan 9 virtauskaavion mukaisesti niputtaja pystyy niputtamaan kahta korkeintaan 6 metriä pitkää nippua yhtä aikaa. Niputtajalta niput siirtyvät ketjukuljettimia pitkin ensimmäiseen vannehdintaan, jossa niihin sidotaan niiden pituudesta riippumatta kaksi vannetta. Sivusiirtorullaradalla korkeintaan 8 metriä pitkät niput siirtyvät automaattilla sivulle, josta hydraulinen nostopöytä nostaa niput käärintään. Kuvan 8 mukaisesti sivusiirrin toimii myös välivarastona nipuille, jos paketointilinjan loppupää jarruttaa tuotantoa. Näin niputtajalla voidaan tehdä pidempään nippuja, ennen kuin linja pysähtyy kuljettimien täytyttyä.

Jos nippu on yli 8 metriä pitkä, sen käärintäpöydälle nostamiseen tarvitaan siltanosturin apua. Paketointilinja palvelee kaksi siltanosturia, nosturit 219 ja 239, joihin viitataan yleensä pelkillä numeroilla. Jos nippu on yli 12 metriä pitkä, nostetaan nippu 239:n pidemmällä nostopuomilla. 219 nostaa alle 12 metriset ylipitkät niput linjalla eteenpäin. 219 nostaa myös linjalta valmistuneet niput varastoon. Tästä syystä loppupää saattaa pysähtyä ja linja ruuhkautua hetkellisesti, kun varastokuljettimet täyttyvät eikä 219 ole nostamassa niitä lähetysvarastoon hallin pohjoispäättyyn. Nosturilla saattaa olla myös meneillään muita tehtäviä, kuten hylättyjen ja romutettavien arkkien nostamista linjoilta.

Käyttöhenkilöstöä haastatteleamalla ja linjan toimintaa seuraamalla tuli nopeasti ilmi, ettei paketointilinja 2 usein pysty paketoimaan nippuja sitä tahtia, kun niitä leikkauslinjalta valmistuu, vaikka se toimisi ilman ylimääräisiä häiriöitä. Sujuvasti toimiessaan leikkaus ja niputus tekevät nippuja niin nopeaan tahtiin, että ketju- ja rullaradat täyttyvät aiheuttaen paketointilinjan ruuhkautumisen. Ongelma korostuu pitkillä, yli 8 metriä pitkillä nipuilla. Pake-

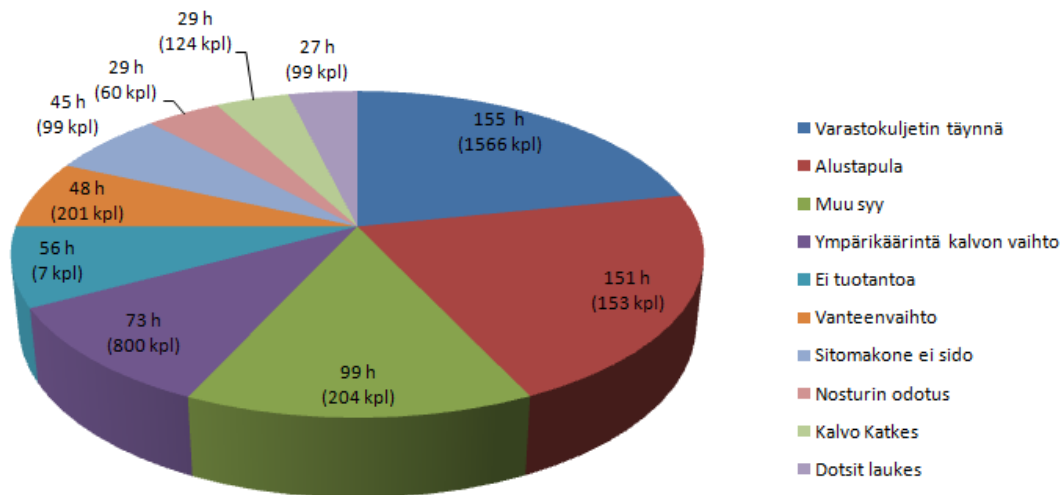
tointilinja on käytännössä pullonkaula nauhalevyleikkauslinjalla. Kyseessä on vanha, alun perin erilaiselle materiaalille suunniteltu linja, jota on myöhemmin päivitetty vastaamaan Ruukin nykyistä tuotevalikoimaa.

Läpimenoaikaan vaikuttaa paljon se, millaista ajettava materiaali on. Esimerkiksi pitkät ja ohuet niput ruuhkauttavat linjan helposti, kun niitä valmistuu leikkauksesta nopeaan tahtiin. Sen lisäksi, että pitkät niput täyttävät varastokuljettimet suhteellisen nopeasti, niiden siirtämiseen paketointilinjan nostopöydälle tarvitaan nosturia. Käärinnässä olevat niput liikkuvat normaalia nopeutta hitaammin, ja aina käärinnän alussa ja lopussa niput pysähtyvät hetkeksi. Pitkien nippujen alkupäiden sulatus alkaa usein, kun käärintä on vielä kesken, mikä keskeyttää käärinnän. Samoin nipun loppupää saattaa olla sulatettavana kun alkupää on siirtymässä jo vannehdintaan. (15, s. 5.) Häiriötapauksissa nippuja joudutaan toisinaan liikuttamaan kuljettimilla manuaalisesti, mikä varsinkin pitkillä nipuilla voi olla melko vaikeaa lyhyiden kuljettimien ja automaatiossa mahdollisesti syntyvien sekaannusten vuoksi.

### **5.3 Häiriöiden erittely**

Eveman on LKT:lla käytössä oleva raportointijärjestelmä, jonka avulla hallitaan tuotantoa, seurataan linjojen toimintaa ja kirjataan tapahtumia. Se mahdollistaa tuotantolinjojen käytettävyyden ja tehokkuuden seuraamisen. Evemaniin kirjataan kaikki linjalla tapahtuvat häiriöt, viat ja linjojen tauot (14, s. 18). Ohjelman tapahtumalistauksia tulkittaessa on otettava huomioon, että eri vuorojen tavoissa ja täsmällisyydessä kirjata vuoron aikaisia tapahtumia on eroavaisuuksia ja että jotkin häiriöt kirjautuvat järjestelmään automaattisesti, eivätkä aina välttämättä oikealla tavalla.

Kuvassa 10 on kuvattu kymmenen linjalle eniten seisokkia aiheuttanutta häiriötä ja niiden tuntimäärät. Kymmenen suurimman häiriön yhteenlaskettu häiriöaika on 711 tuntia, mikä on selvästi yli puolet koko linjan vuoden häiriöajasta, joka oli 1 222 tuntia. Luvusta on vähennetty nippupulasta ja henkilöstön tauoista aiheutuneet seisokit, koska ne eivät ole paketointilinjan aiheuttamia.



KUVA 10. Pake 2:n merkittävimmät häiriöt

Selkeästi suurimmat häiriöt ovat *Varastokuljetin täynnä* ja *Alustapula*. *Varastokuljetin täynnä* -häiriö kirjautuu Evemaniin automaattisesti silloin, kun paketointilinjan kuljettimet ovat täynnä. Alustapulan käyttöhenkilöstö kirjaa manuaalisesti, kun alustojen siirtoja suorittava vetomestari ei ole pystynyt tuomaan lähetysvarastoon tuotealustaa, jolle valmiit tuotteet lastataan. Nauhalevyjen siirtoon tarkoitettuja NL-alustoja on tällä hetkellä tehtaalla käytössä noin 180 kappaletta, ja niiden kunkin kuorman teoreettinen maksimipaino on 90 tonnia (17, s. 28). Syynä alustapulaan on yleensä tyhjien alustojen puute tai lähetysvarastossa lastattavana oleva kuorma-auto, joka estää vetomestarin pääsyn halliin. Lisäksi laivaan lastattavat tuotteet lastataan suoraan alustoilta, jolloin ne vapautuvat satamasta vasta laivauksen jälkeen.

Kolmanneksi suurin häiriö on ollut *Muu syy*. Siihen on vuoroista riippuen kirjattu hyvin laajasti eri asioita, esimerkiksi erilaisia laitevikoja ja nipputietojen sekaannuksia. Ympärikäärintäkalvon vaihto on seisottanut linjaa 73 tuntia. Koska rullia on koneessa vain yksi, vaihtotyö on nopea suorittaa, mutta se joudutaan tekemään suhteellisen usein jos tuotantoa tehdään normaalisti. Joskus käärintäkalvo voi olla laadultaan niin huonoa, että se joudutaan vaihtamaan jo ennen rullan loppumista. *Ei tuotantoa* -häiriö on seurausta yksittäisestä, noin viikon kestäneestä henkilöstövajauksesta, jonka aikana nale 2:lla ei ollut tuotantoa.



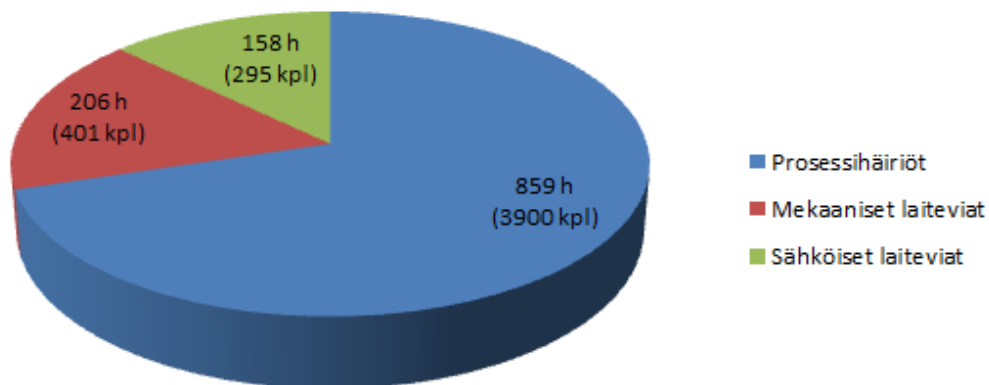
Sitomakone liittyy kahteen merkittävään häiriöön. Vuonna 2013 sitomavanteen vaihtoon kului 48 tuntia. Joskus täysiä vannerullia ei edes ollut valmiina käytettävissä, jolloin niitä jouduttiin odottamaan. *Sitomakone ei sido* -häiriö kirjataan, kun vanteen sitomisessa on ongelmia. Vanne ei välttämättä kiristy tarpeeksi tiukalle, vanne saattaa tökätä koneen sisällä tai sidonta muuten epäonnistuu.

Nosturin odotuksesta aiheutunutta häiriötä kirjattiin 29 tuntia. Syynä ovat useimmiten nosturien tauot tai viat. Nosturi joutuu tekemään satunnaisesti myös erilaisia apunostoja kuten nostamaan romuarkkeja pois linjoilta. *Kalvo katkes* -häiriöt aiheutuvat joko huonolaatuisesta kalvosta tai viasta käärintäkoneessa. Tähän häiriöön liittyy usein myös nippujen teip-  
paamista käsin, mikä pidentää häiriöaikaa. Pienin kuvan 10 häiriöistä oli *Dotsit laukes*, mitä on tapahtunut lähes pelkästään aluspuiden sahauslaitteistolla. Silloin johdonsuojakatkaisija on lauennut, ja sähkömiehen on käytävä kytkemässä se uudelleen käyttöön. Useimmiten automaattisulakkeen laukaisee rimaraappa, joka ei saa aluspuunipun päällä olevia rimoja poistettua ja jää jumiin.

Häiriöiden tarkempaa erittelyä varten samantyyppiset häiriöt jaoteltiin omiin ryhmiinsä. Jaotteluperusteena käytetään jakoa prosessista aiheutuviin, mekaanisiin ja sähköisiin häiriöihin.

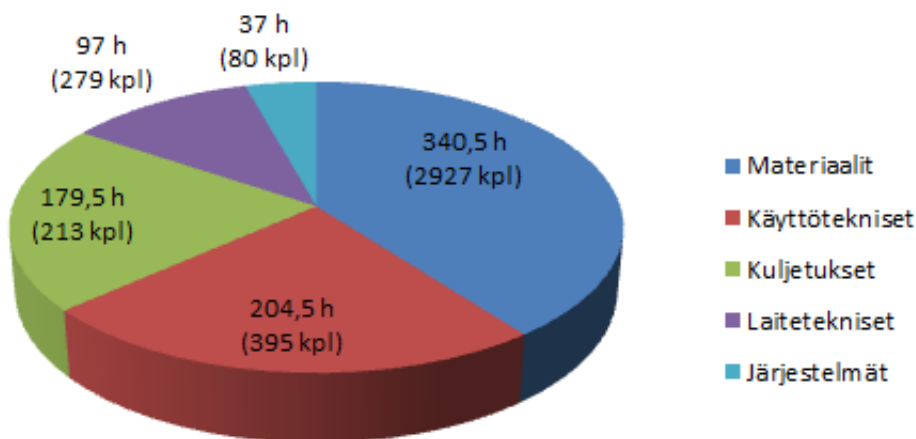
#### **5.4 Prosessista aiheutuneet häiriöt**

Linjan toimintaan vaikuttanutta häiriöaikaa oli yhteensä noin 1 222 tuntia. Kuvan 11 mukaisesti valtaosa häiriöistä eli noin 70 % oli prosessista aiheutuneita. Tässä työssä keskitytään teknisten ongelmakohtien sijaan vielä enemmän prosessista ja toimintatavoista aiheutuviin häiriöihin. Tähän ryhmään kuuluvat esimerkiksi linjan varustelusta, materiaalista, kuljetuksesta, ohjelmahäiriöstä tai täydestä varastokuljettimesta aiheutuvat seisokit.



KUVA 11. Pake 2:n häiriöiden 3-jako

Prosessista aiheutuneet häiriöt on jaoteltu vielä viiteen ryhmään, jotka ovat materiaalit, kuljetukset, IT-järjestelmät, käyttötekniiset ja laitetekniiset. Samaa jakoa noudattaa myös Eveman, josta tiedot on haettu. Seuraavissa erittelyissä ei ole käyty läpi kaikkia kyseiseen ryhmään kuuluvia häiriötyyppejä, vaan ainoastaan usein ja pitkinä toistuvat ja sellaiset, joihin on mahdollista vaikuttaa. Kuvassa 12 on eritelty prosessista aiheutuneet häiriötyypit ja niiden pituudet tunteina.



KUVA 12. Pake 2:n prosessista aiheutuneet häiriöt

### 5.4.1 Materiaalit

Linjan varusteluihin kuuluu esimerkiksi ympärikäärintäkalvon vaihto. Varustelut ovat välttämättömiä toimenpiteitä ja ne aiheuttavat linjalle seisokkia. Kehitysehdotuksissa mietitään sellaisia toimenpiteitä, joilla varustelua voitaisiin kehittää ja häiriöiden pituutta vähentää. *Kalvo katkes* -häiriössä ympärikäärintä- tai reunakalvo katkeaa kesken käärittämisen. Syynä voi olla vika käärittäkoneessa tai huonolaatuinen kalvo. Jos kela ei ole ehtinyt jäähtyä tarpeeksi kauan valssauksen jälkeen, saattavat niput olla niin kuumia että kalvon katkeilu lisääntyy.

Materiaalista aiheutuviin häiriöihin kuuluvat myös aluspuiden ongelmat. Puut saattavat kaatua sitomakoneella niin, että sitomavanteelle tarkoitettu ura ei ole oikealla kohdalla ja puu täytyy käydä kääntämässä käsin. Myös aluspuiden laatu vaihtelee. Ajoittain puut ovat niin kieroja, ettei sahauslaitteisto pysty käsittelemään niitä ongelmitta.

*Varastokuljetin täynnä* -häiriö kirjautuu Evemaniin automaattisesti, kun kuljettimet täyttyvät ja linja pysähtyy. Häiriö kuittaautuu päättyneeksi kun kuljettimet taas liikkuvat.

### 5.4.2 Kuljetukset

Autojen lastaus on välttämätön toimenpide, jotta tuotteet saadaan toimitettua asiakkaille ja jotta varastoon saadaan lisää tilaa. Lastaus kuitenkin hidastaa merkittävästi tuotantoa nauhaleivyleikkauslinjoilla, koska lastaus varaa nosturin käyttöönsä ja saattaa estää tyhjän siirtoalustan tuomisen halliin. Alustapulaa pahentaa usein se, että alustoja joudutaan lähettämään hallista vajaina, esimerkiksi vain yhden kelan nipuilla lastattuina. Työssä pyritään kehittämään ratkaisuja, joilla kuljetuksista aiheutuvat häiriöajat lyhenevät.

### 5.4.3 IT-järjestelmät

Järjestelmähäiriöt koostuvat KELPO-häiriöistä ja tarran tulostus -häiriöistä. KELPO on LKT:ssa käytössä oleva tuotannonhallintajärjestelmä, jota ohjataan kuvakkeilla (17, s. 8). KELPO-häiriössä nippujen tiedot ovat yleensä sekaisin, jolloin esimerkiksi jokin nippu voi olla jäänyt ilman nipputietoja, jolloin toiseen nippuun tulee väärä etikettitarra. *Tarra ei tulostu* -häiriössä nippuihin liimattavat tuotetietotarrat saattavat olla lopussa tai jumissa tulostimessa. Joskus robotin tassu ei saa tarrasta otetta.

#### 5.4.4 Käyttötekniset

Suurin käyttötekkinen häiriötyyppi on *Henkilöstövajaus*. Tähän oli syynä viikon kestänyt 56 tunnin yksittäistapaus, jolloin linjaa ei voitu yhden vuoron toimesta ajaa. *Varustelu muu syy* ja *Käärintä muu syy* -häiriöt kestivät kumpikin noin 45 tuntia. Ne kuvaavat erilaisia, yleensä prosessista tai järjestelmästä aiheutuvia vikoja käärinnässä ja sidonnassa. Kirjaustavat vaihtelevat vuorokohtaisesti, ja osa näistäkin häiriöistä olisi ollut kirjattavissa myös mekaanisina vikoina. *Nipputiето-timeout* -häiriötä on esiintynyt yli 11 tuntia. Se aiheutuu, kun järjestelmä hukkaa jonkin tiedon nipun paketoinnista, jolloin linja seisautuu ja se on käynnistettävä uudelleen. Koulutuksen ja projektien aiheuttamaa häiriötä oli yhteensä noin 25 tuntia.

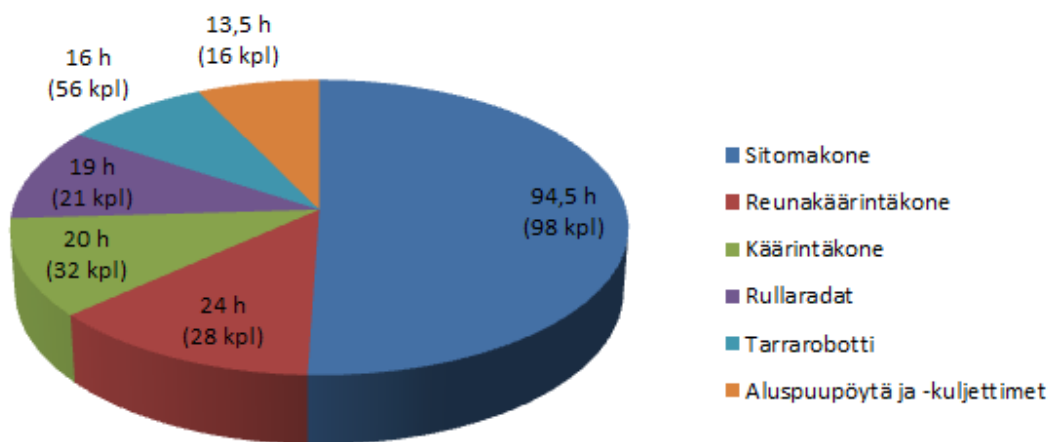
#### 5.4.5 Laitetekniset

Laiteteknisistä häiriöistä lähes puolet, 45 tuntia, koostuvat *Sitomakone ei sido* -häiriöistä. Ongelmana on usein vanteen syöttöhäiriö, jolloin vanne karkaa sitomakoneesta tai syltäännytty koneen sisälle. Vanteen kiristyshäiriössä vanne jää roikkumaan liian löysälle, jolloin aluspuutkaan eivät pysy paikoillaan. Yleinen laitetekkinen häiriö 26 tunnilla oli myös *Dotsit laukes*. Niin sanotut dotsit ovat automaattisulakkeita, joiden laukeamiset ovat tapahtuneet lähes poikkeuksetta aluspuiden sahauslaitteistolla. Usein aiheuttajana on ollut rimaaraappa, joka poistaa puunipuissa varvien eli puurivien välissä olevat välirimat. Joskus rimaaraappa jää jumiin, mistä aiheutuu automaattisulakkeen laukeaminen. Uudelleenkytkemisen hoitavat sähköpäivystäjät.

Vannesuojat aiheuttivat häiriöitä yhteensä yli 13 tuntia. Vannesuojien syöttöhäiriössä suojat voivat tökätä nipun kylkeen, asettua huonosti tai väärinpäin paikalleen tai pudota välille. Syynä voivat olla vialliset vannesuojat tai huonosti säädetty vannesuojien syöttö. Vannesuojan kulman pitäisi olla mahdollisimman lähellä 90:tä astetta, jotta se asettuisi mahdollisimman hyvin nippuun. Kostuneen tai vääntyneen suojan kulma on usein alle 90 astetta.

## 5.5 Mekaaniset laiteviat

Mekaanisia laitevikoja vuonna 2013 kirjattiin noin 205 tuntia. Tässä listauksessa eivät välttämättä ole kaikki mekaaniset viat, koska osa työntekijöistä merkitsee ne eri kategorioiden häiriöiksi. Laitevikahäiriöiden tulkintaa vaikeuttaa myös se, että käyttöhenkilöstöllä ei ole aina varmuutta siitä, onko kyseessä mekaaninen vai sähköinen vika ja tästä syystä samanlaisia häiriökirjauksia löytyy molemmista ryhmistä. Kuvasta 13 ilmenee, missä koneessa tai laitteessa vikoja on ollut eniten.



KUVA 13. Pake 2:n mekaanisten laitevikojen jakautuminen

Sitomakone on ollut selkeästi vikaantunein laitekokonaisuus pake 2:lla. Yleisimpiä vikoja olivat vanteen kiristysongelmat, nipuntunnistus- ja rajaviat ja ongelmat vannesuojan syötössä niin, että kone joko pudottaa suojan ennen aikojaan tai se osuu huonosti nipun reunaan. Laajoja huoltotöitä sitomakoneille ei yleensä tehdä linjalla, vaan sitomapää toimitetaan korjaamolle huoltoon ja käyttöön otetaan varalaite.

Muovikäärintäkoneet aiheuttivat 44 tuntia seisokkia. Reunakäärinnässä kalvon riittämätön kiristys ja siitä seuraava rajavika aiheuttivat paljon häiriöitä. Ympärikäärintäkoneessa eniten vikoja oli ohjaus-, painin- ja jarrurullissa.

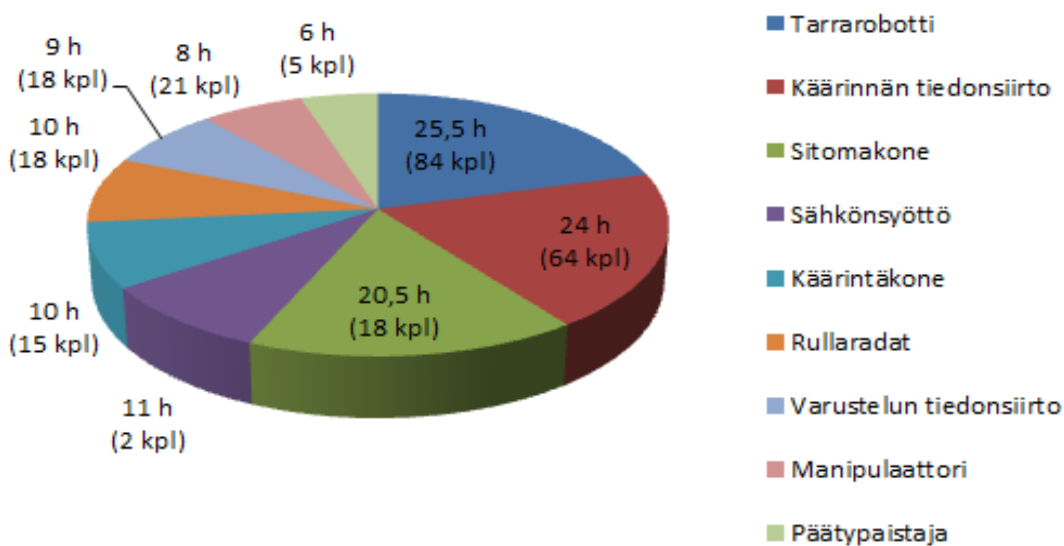
Linjan tuorein laiteuutuus, tarrarobotti, aiheutti suuria haasteita käyttöönoton jälkeen syksyllä 2013. Robotin liikeradoissa ja etikettitarran liimaamisessa oli runsaasti ongelmia. Tar-

ratulostin saattaa tulostaa robotille huonolaatuista tarraa, josta on vaikea saada kiinni. Robotin kouran alipainetarttuja ei saa hyvääkään tarraa aina kiinni. Ongelmat ovat vähentyneet kovasti, kun robotti on saatu kunnolla ajettua sisään.

Suurin osa rullaratahäiriöistä aiheutui poikki menneestä akselista, eli kyseessä on yksittäistapaus. Myös aluspuun kuljetinten häiriöt ovat erilaisia yksittäistapauksia, muun muassa hammashihnan katkeamisia.

## 5.6 Sähköiset laiteviat

Merkittävimmät sähköiset laiteviat näkyvät kuvasta 14. Niistä suurimpia ovat olleet automaatiojärjestelmän tiedonsiirtovaikeudet, jolloin materiaalinseuranta ei toimi. Nipun varustelu jää kesken, nipputiedot sekoittuvat tai kuljettimella mitattu pituus ei täsmää nipun todelliseen pituuteen. Laitteista eniten sähkövikoja on ollut tarrarobotissa ja sitomakoneessa. Tarrarobotin ongelmia ovat olleet tarran sylttääntyminen tulostimella, huonosti nippuun asetettu tarra tai tarrojen sekoittuminen, jolloin nipuissa on väärä tarroja.



KUVA 14. Pake 2:n sähköisten laitevikojen jakautuminen

Sitomakoneen vioista suurin osa on ollut erilaisia rajavikoja, jolloin nippu ei osaa pysähtyä sidonnassa oikeaan kohtaan tai jokin sitomakoneen osa, esimerkiksi aluspuunostin, ei tunnista sijaintiaan. Rajat saattavat olla likaisia, huonosti suunnattuja tai kokonaan rikki.

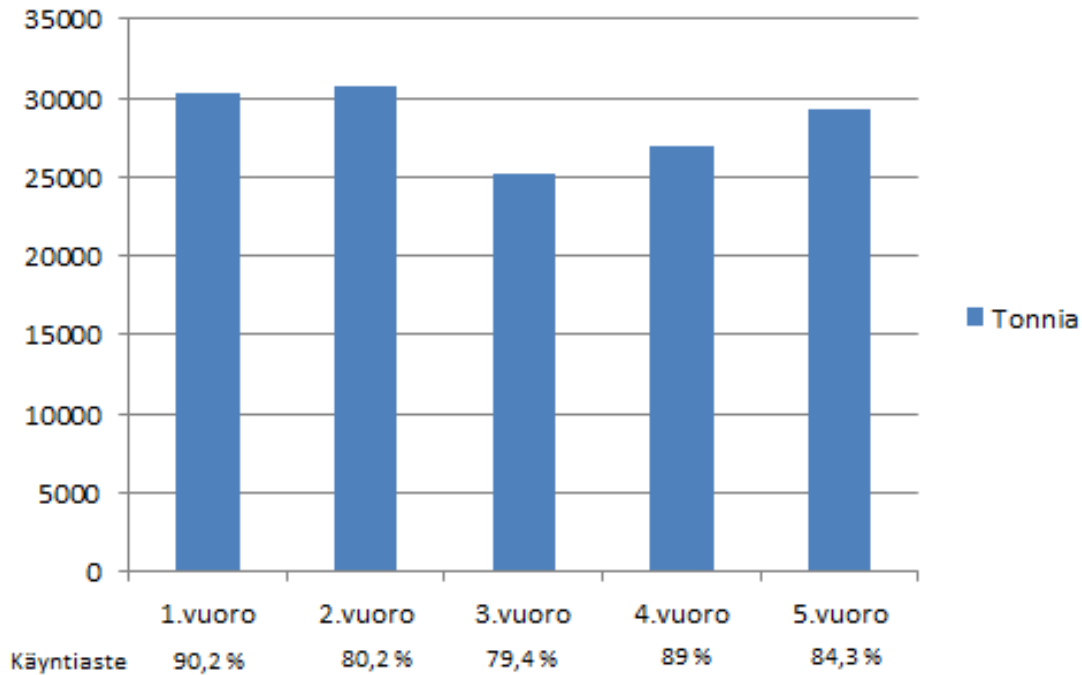
Rajaviat vaivasivat myös käärintäkonetta. Reunakäärintäkoneella yleinen häiriö oli 6AB10-anturin vika, jolloin reunakalvo jää liian löysälle eikä se kääriydy nippuun oikein. Reunakäärintäkalvon merkitys on erityisen suuri nyt, kun VCI-ainetta ei lisätä nippuun erikseen, vaan se on valmiina reunakäärintäkalvolla.

Muilla laitteilla kuten päätypaistajalla, rullaradoilla ja manipulaattorilla on ollut lyhyempiä sähkövikoja. Erot käyttöhenkilöstön tavoissa kirjata häiriöitä näkyvät erityisen hyvin laitevikoja tarkasteltaessa. Useita samoja häiriöitä löytyy prosessista aiheutuvista häiriöistä ja sähköisistä vioista, esimerkkinä moottorinsuojakytkimen laukeaminen.

## **5.7 Vuorojen väliset erot**

Nauhalevyleikkauslinja 2:n tuotanto on toiminnassa ympäri vuorokauden. Tuotantoa tehdään viidellä vuorolla. Vuoroilla on omat erityispiirteensä, ja näitä eroavaisuuksia pyritään kartoittamaan, löytämään kustakin vuorosta niiden vahvuudet ja ottamaan hyväksi havaittuja toimintatapoja käyttöön laajemmassa mittakaavassa. Selkeyden vuoksi analysoinnissa keskitytään erityisesti kahteen vuoroon, joiden erot tuotantomäärissä ovat suurimmat. Koska toteutuneisiin tuotantomääriin vaikuttavat monet asiat, esimerkiksi ajossa oleva materiaali ja sattuneet laiterikot, tuloksissa on jonkin verran sattuman vaikutusta mukana. Tarkasteltava aikaväli on kuitenkin 12 kuukautta, joten eroavaisuuksia saadaan esille.

Kuva 15 havainnollistaa eri vuorojen tuotantomääriä ja käyntiasteita. Käyntiasteiden vertailussa on otettava huomioon vuorojen eroavaisuudet tapahtumakirjaamisen aktiivisuudessa. Esimerkiksi vuorot 1 ja 4 ovat kirjanneet noin sata tuntia vähemmän häiriöitä kuin muut vuorot, mikä osaltaan vaikuttaa käyntiasteeseen. Koska paketointilinja on vain osa nauhalevyleikkauslinjaa, myös leikkauksen ja niputuksen toiminnan tehokkuudella on suuri vaikutus toteutuneeseen tuotantomäärään.

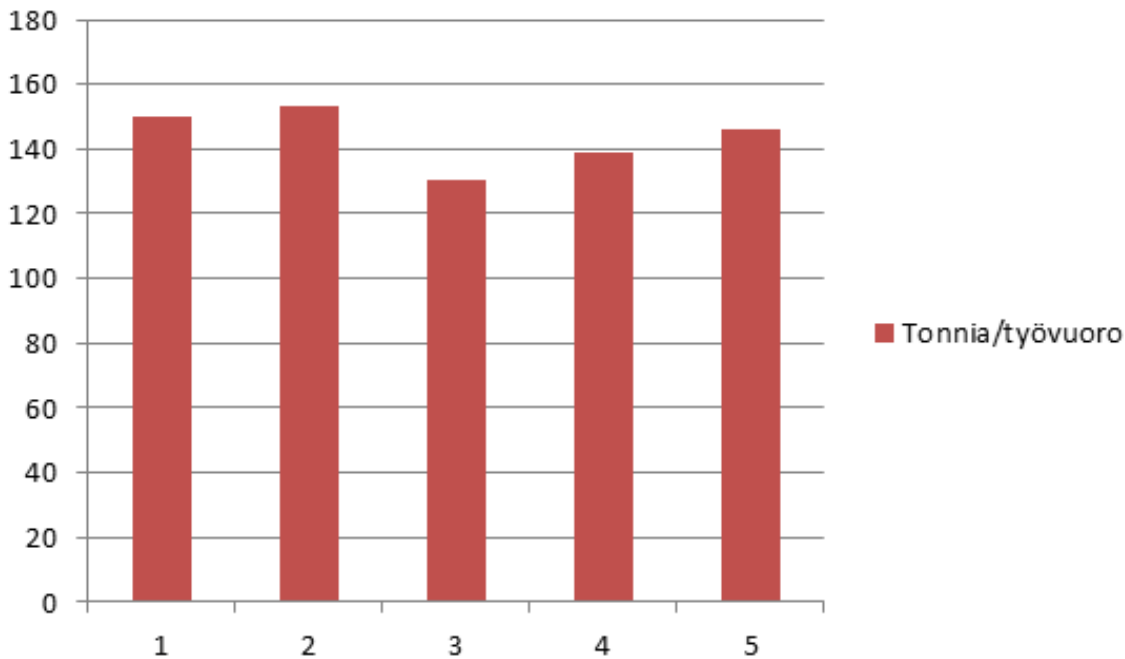


KUVA 15. Pake 2:n vuorojen tuotantomäärät ja käyntiasteet

Vuorot 1, 2 ja 5 ovat tuottaneet myyntikelpoista materiaalia suhteellisen samankokoiset määrät, 30 000 tonnin molemmin puolin. Vuorot 3 ja 4 erottuvat joukosta, niiden tonnimäärät ovat 25 100 ja 26 900. Erot ovat suurimmat 2- ja 3-vuorojen välillä. Esiin nostettavat, hyvät toimintatavat eivät silti todennäköisesti ole käytössä kaikissa muissakaan vuoroissa, joten havaittavia parannuksia kannattaa ottaa käyttöön kaikissa vuoroissa.

Vuonna 2013 2-vuoro tuotti 30 728 tonnia myyntikelpoista materiaalia. Samassa ajassa 3-vuoro tuotti 25 137 tonnia. Eroa kertyi 5 591 tonnia. Tuotantoajaksi muutettuna tonnimäärä vastaa karkeasti yli 200 tuntia tuotantoa. Pake 2 -linjalla vuorokohtainen tuotantotavoite on 180 tonnia, eli kyseessä on kohtalaisen suuri ero, noin 18 %. Erot häiriöajoissa olivat kuitenkin vähäiset. 2-vuorolla häiriöaikaa on ollut 280 tuntia ja 3-vuorolla 297 tuntia. Häiriökirjausten säännöllisyydessä on suuria vuorokohtaisia eroja, esimerkiksi 1-vuoro kirjasi vuonna 2013 vain 145 tuntia häiriöitä. Muun muassa ympärikäärintäkalvon vaihdosta on kirjattu vain 8 häiriötä, vaikka tavallisesti vaihtotyö joudutaan suorittamaan useamman keran työvuoron aikana. Kuvassa 16 on vertailtu jokaisen vuoron tuottamaa keskimääräistä tonnimäärää työvuoroa kohti. Työvuorojen määrissä oli pieniä vuorokohtaisia eroja.





KUVA 16. Pake 2:n vuorojen tuotantomäärät työvuoroa kohti

Eniten tuottaneessa 2-vuorossa häiriötilanteita tutkitaan kahden, joskus jopa kolmen käyttömiehen voimin, jolloin ongelmat selviävät nopeammin. Tehokkaimpien vuorojen työntekijät ratkovat useita ongelmia itsenäisesti, ilman kunnossapidon apua. Eroja on myös siinä, miten taukojen pitäminen hoidetaan. 3-vuorossa sitomakoneen teräsvanteen loppuessa odotetaan toisen käyttömiehen tauon päättymistä, ennen kuin vannerulla vaihdetaan. Tästä toimintatavasta voi aiheutua enimmillään noin puolen tunnin mittainen seisokki, jonka aikana paketointilinja ei ole tuotannossa. Vertailussa mukana olevalla 2-vuorolla tauko keskeytetään vaihtotyön ajaksi, ja taukoa jatketaan sen jälkeen.

Myös vetomestareiden aktiivisuudessa on eroavaisuuksia. Esimerkiksi 5-vuoron vetomestari hakee valmiiksi kuitatut alustat yleensä erittäin nopeasti, kun taas 1-vuorossa valmiit alustat joutuvat usein odottamaan noutoa hallissa pidempään.

### 5.7.1 Lastauksen ja nosturien toiminta

Lähetysvaraston tapahtumat ovat yksi suurimmista paketointilinjan tuotantoa rajoittavista tekijöistä. Eroja on muun muassa nosturien toiminnassa silloin, kun kuorma-auto tulee hakemaan tuotteita hallista. Nosturi 239 vastaa autojen lastauksesta, jolloin nippujen varas-

topaikkojen sijainnista riippuen 219 pystyisi purkamaan myös kuljettimilta nippuja mukaillemalla 239:n liikkeitä. Tämä edellyttää sitä, että varastoon nostettavien nippujen varastopaikka sijaitsee ennen autoon lastattavia nippuja. Erityisen hyödyllistä tällainen toiminta on pitkällä nipuilla, kun yhden noston jälkeen pakointilinjalla on taas suhteellisen pitkäksi aikaa tilaa ja töitä. Näin saadaan pitkällä aikavälillä aikaan suuria eroja tuotantomäärissä.

Nosturien sujuva toiminta on tuotannon kannalta erittäin tärkeää, ja siinä on merkittäviä eroja vuorojen välillä. Vuoronvaihdon yhteydessä joillain vuoroilla kestää selkeästi muita pidempään ennen kuin kuljettaja on nosturissa ja nostaa nippuja pois linjalta. Kun tuotantolinja on lisäksi edellisen vuoron jäljiltä täynnä nippuja, voidaan linjan ajo aloittaa vasta kun nosturi on alkanut tyhjentää linjaa. Tästä saattaa aiheutua jopa yli puolen tunnin seisokki vuoronvaihdon yhteydessä.

Joillakin vuoroilla toiminta on myös melko joustamatonta. Esimerkiksi tapauksessa, jossa 219 on kiinni toisessa tehtävässä eikä 3-linjalta tule häiriön vuoksi nippuja, olisi 239:n järkevää nostaa 2-linjalta saapuvia nippuja. Tällaista yhteistyömallia ei kuitenkaan kaikissa vuoroissa ole käytössä.

Kummallakin linjalla työskentelee yksi lastaaja, jonka tehtäviin kuuluu varastopaikkojen valinta ja hallinta. LKT:n lopputuotteita voidaan varastoida viiteen paikkaan: lähetyshalliin, sen vieressä sijaitsevaan sääsuojahalliin, Lapaluodon autohalliin, kontitustermiiniin ja satamaan (17, s. 31). Tehokkaasti johdetuissa vuoroissa lastaajat varastoivat samalle alustalle eri linjojen nippuja jos ne ovat menossa samaan tuotevarastoon, koska muuten alustat jäävät vajaiksi. Tästä kannattaa tehdä yleinen toimintatapa, koska varastopaikat ja alustat ovat usein vähissä. Myös tuotantoa ja ajojärjestystä suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon tuotteen varastointipaikka. Mikäli tuotannollisia esteitä ei ole, näin toimimalla saadaan samaan paikkaan varastoitavia keloja ajoon peräkkäin, mikä vähentää vajaina lähetettäviä alustoja. (18.)

### **5.7.2 Linjan varustelu**

Pake 2:n varusteluun kuuluu reuna- ja ympärikäärintäkalvon vaihto, vannerullan vaihto sitomakoneelle, vannesuojien ja tulostimen etikettien lisääminen ja aluspuunippujen nos-

taminen aluspuulinjastolle. Käärintäkalvon ja vannerullan vaihto pysäyttää linjan, mutta muu varustelu on mahdollista ja järkevää tehdä linjan käydessä.

Vuorojen välillä on eroja siinä, miten aktiivisesti linjan varustelut valmistellaan etukäteen. Käytännössä tämä tarkoittaa muuan muassa kalvo- ja vannerullien avaamista paketeistaan ja nostamista valmiiksi nosturin varaan. Tällä tavalla itse vaihtotyö pystytään tekemään mahdollisimman nopeasti ja linjan seisokkiaika voidaan minimoida. 3-vuorolla ympärikäärintäkalvon vaihtoon meni keskimäärin 7,2 minuuttia ja 2-vuorolla 5,2 minuuttia. Myös reunakalvon vaihto aika oli 2-vuorolla lyhyempi. Tästä voidaan päätellä, että etukäteisvalmistelut tehdään paremmin 2-vuorossa.

Pake 2:n sitomakoneessa käytetään teräsvannetta, jonka vaihtotyö on turvallisuusriski, jos se tehdään yksin. Vuorojen välillä havaittiin toimintatavoissa eroa siinä, keskeytetäänkö toisen käyttömiehen meneillään oleva tauko vaihtotyön ajaksi, vai odotetaanko toisen työntekijän tauon ajan ennen kuin vaihtotyö tehdään.

Koska vuoronvaihdon yhteydessä kestää yleensä jonkin aikaa ennen kuin nippuja valmistuu leikkauksesta tai nosturi alkaa nostaa nippuja linjalta, kannattaisi paketointilinjan käyttöhenkilöiden käyttää tämä seisokkiaika hyödyksi. Jokaisen työvuoron alussa käyttöhenkilöiden kannattaisi kiertää linja läpi tarkistaen laitteiden kunto päällisin puolin ja täydentää samalla linjan varustelut, kuten tehokkaimmissa vuoroissa tehdään.

### **5.7.3 Leikkauksen ja niputuksen toiminta**

Joissain vuoroissa lastaajat pyytävät satunnaisesti linjan alkupäätä muuttamaan ajojärjestystä, muun muassa arkkien pituuksien vuoksi niin, että niput saataisiin paremmin aseteltua alustoille. Yhteistyötä kannattaisi tehdä myös silloin, jos havaitaan että alusta olisi jäämässä vajaaksi mutta ajojärjestystä muuttamalla samalle alustalle sopivia tai samaan varastoon meneviä keloja olisi ajettavissa.

Koska paketointilinja on leikkauksen ja niputuksen sisäinen asiakas, vaikuttavat linjan alkupään tapahtumat myös paketointilinjaan. Jos alkupäässä ei havaita esimerkiksi huonoa pinnanlaatua tai sekaisin menneitä nipputietoja, ne joudutaan selvittämään paketointilinjalta ja häiriöt kirjautuvat sinne. Vuorokohtaiset erot korostuvat, kun tapahtumiin vaikuttaa

useampia henkilöitä. Nippusekaannuksista seuraa yleensä suhteellisen pitkiä häiriöitä, joita kaikki vuorot eivät edes kirjaa Evemaniin. Pake 2:n automaatio on vanhempi ja mutkikkaampi kuin 3-linjan, ja yleensä nipputietojen pykäläessä järjestelmä ei anna ohjaamoon edes tietoa häiriöstä vaan linja jatkaa normaalisti toimintaansa.

#### **5.7.4 Häiriötilanteissa toimiminen**

Käyttöhenkilöstön teknisissä tietotaidoissa ja laitteiston tuntemuksessa on eroja, ja joissain vuoroissa tiettyjä vikatilanteita pystytään selvittämään ilman vuorohuolto- tai sähkömiehiä. Varsinkin nale 3:n kehitykseen osallistuneilla henkilöillä on syvä tietämys linjan toiminnasta. Kunnossapidolla on usein päällekkäisiä työtehtäviä, jolloin häiriöaikoja voidaan lyhentää merkittävästi, jos pieniä huoltotöitä tehdään itsenäisesti.

#### **5.8 Tuotannonohjauksen merkitys**

Scanian aliurakoitsijalle Ferruformille Ruotsiin toimitettavilla standardituotteilla on tuotannonohjauksessa käytössä automaattinen nippukokojen tasaaminen. Järjestelmä pyrkii tasaamaan niput samankokoisiksi niin, että nipuissa olisi niiden maksimimäärä arkkeja. Viimeiseen nippuun saattaa tapauksesta riippuen jäädä selvästi vähemmän arkkeja. Näitä standardituotteita toimitetaan nauhalevyleikkauslinjoilta keskimäärin noin 5 kelaa viikossa. (19.)

Muilla tuotteilla tietyssä vaiheessa kelan leikkausta arkkien lukumäärä nipuissa saattaa muuttua. Arkkien lukumäärä saattaa olla 12, vaikka asiakas sallisi 15 arkin nippuja. Niput eivät ole maksimikokoisia, koska viimeiseenkin nippuun pyritään saamaan riittävästi arkkeja. Syynä on se, että jos viimeinen nippu on alle 15 millia paksu, sitä ei voida ajaa pake-tointilinjalle, vaan nippu menee romutukseen.

Ongelmana tässä mallissa on kuitenkin se, että keloista joudutaan usein tekemään kymmenien metrien pituisia romutuksia, jolloin ennakkoon suunnitellut nippukoot ja -määrät eivät toteudu. Silloin niputtajalla tehdään turhaan pienempiä nippuja, kuin mitä asiakas enimmillään sallisi. Standardituotteilla käytössä oleva nippujen kokojen tasaaminen olisi kannattavaa ottaa käyttöön kaikille tuotteille, varsinkin suorasammutetuille. Suuremmat nippukoot ja siitä seuraavat pienemmät nippumäärät mahdollistavat nopeammat läpi-

menoajat ja korkeamman tuotantokapasiteetin. Tämä koskee molempia nauhalevyleikkauslinjoja. (19.)

## 5.9 Paketointilinja 2:n nykytilan yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että pake 2:n tuotantokapasiteettia rajoittaa eniten lähetys-halli, eli lastattavat kuorma-autot ja alustapulat. Autojen lastauksen aikana nosturi 219:n toiminta saattaa estyä, riippuen pake 2:n nippujen varastopaikoista. Kuorma-auton lastaus aiheuttaa alustapulan, kun vetomestari ei pysty lastauksen aikana tuomaan uutta alustaa halliin. Myös junavaunut ja VR:n palveluajat ovat muuttujia, jotka saattavat vaikeuttaa lähetyksvaraston tilanteita.

Nostureiden työtehtäviin kuuluu muun muassa myös ylipitkien nippujen nostaminen sivuttaissiirtokuljettimelta nostopöydälle. Nostureilla on usein päällekkäisiä työtehtäviä, jolloin viivästyksiä tulee vääjäämättä. Nosturin odotuksesta kirjattiin häiriötä 29 tuntia.

Linjan varusteluun on mennyt Evemanin kirjausten mukaan noin 140 tuntia. Todellisudessa aikaa on mennyt vielä enemmän, koska kaikkia varustelutöitä ei ole kirjattu tapahtumiin. Koska kyseessä ovat välttämättömät ja usein toistettavat toimenpiteet, varustelusta tulisi pyrkiä tehdä mahdollisimman tehokkaita. Varusteluiden viivästyminen taukojen vuoksi pidentää häiriötä paljon.

Koneista selkeästi eniten vikoja on ollut sitomakoneessa. *Sitomakone ei sido* -häiriöiden yhteenlaskettu aika on 45 tuntia. Lisäksi mekaanisia ja sähköisiä vikoja on ollut yhteensä 115 tuntia. Sulakevioista suurin osa aiheutui sahauslaitteiston jumiin jääneestä rimaraapasta. Likaantuneet ja vialliset rajatunnistimet aiheuttivat häiriötä monissa paikoissa.

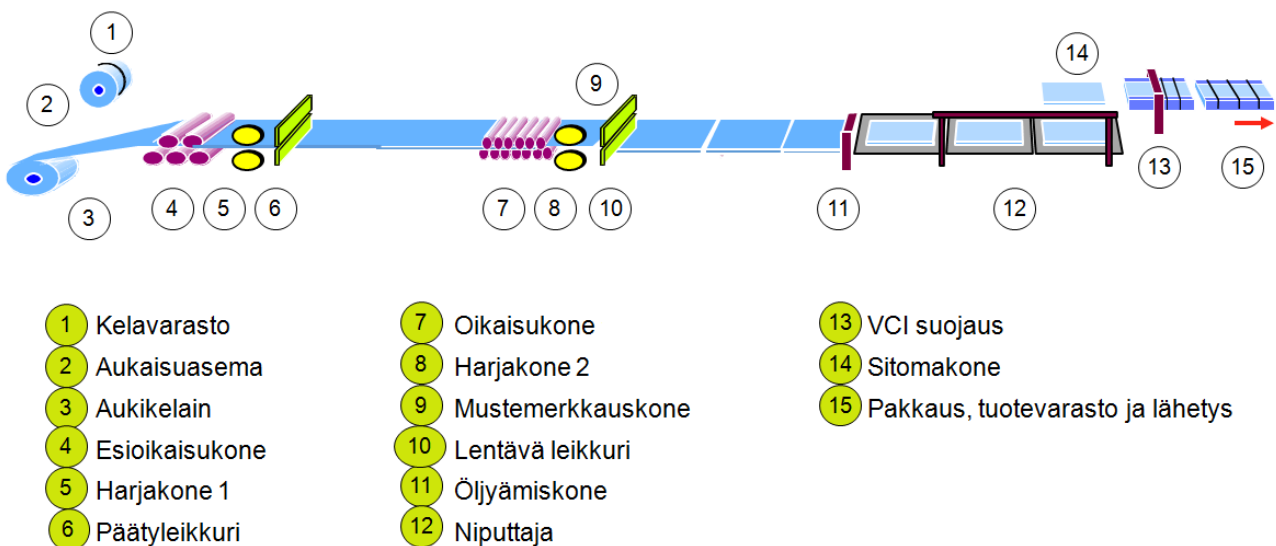
Koska nippukokojen tasaaminen ei ole suurimmalla osalla myytäviä tuotteita käytössä, osaan kelan nipuista ei niputeta suurinta sallittua määrää arkkeja, jolloin nippujen määrät kasvavat. Yhdestä kelasta saattaa tulla yksi tai jopa kaksi ylimääräistä nippua, mikä vaikuttaa läpimenoaikoihin paketointilinjoilla. Lisäksi tästä saattaa aiheutua turhia hylkäyksiä, jos viimeisen nipun minimipaksuus ei täytykään, eikä sitä voida siirtää paketointilinjalle.

Huonolaatuiset materiaalit ovat aiheuttaneet useita häiriöitä. Niihin kuuluvat ympärikäärinä- ja päällykalvot, sitomavannerullat, aluspuuniput ja vannesuojat.

## 6 NAUHALEVYLEIKKAUSLINJA 3

Nauhalevyleikkauslinja 3 (nale 3) on nale 2:ta uudempi linja, ja sen tuotanto aloitettiin vuonna 2010. Linja vastaa periaatteiltaan nale 2:sta, mutta linjojen toiminnallisuuksissa on eroja. 3-linjalla voidaan ajaa enintään 13 metrisiä arkkeja, jotka ovat enintään 10 millia paksuja. Nauhalevyleikkauslinja 3:lla on tuotantoa neljässä vuorossa. Aluksi robotti katkaisee vanteet linjalle nostetusta kelasta aukaisuasemalla, minkä jälkeen kela siirtyy aukikelaimelle. Tämän jälkeen nauha esioikaistaan esioikaisukoneessa ja harjakone poistaa hilseen nauhan pinnasta. Nauhan pääty leikataan tasaiseksi päätyleikkurilla.

Oikaisukoneessa nauhasta pyritään saamaan tasomainen ja suora. Oikaisukoneen jälkeen nauha kulkee toisen harjakoneen läpi mustemerkkauskoneelle. Nale 3:n hydraulinen lentävä leikkuri leikkaa nauhasta määrämittäisiä arkkeja linjan pysähtymättä leikkauksien ajaksi. Leikatut arkit öljytään asiakkaan tilauksesta riippuen, ja ne niputetaan niputtajassa. Seuraavaksi valmiit niput siirtyvät paketointilinjalle. Kuvan 17 VCI-suojaus ei ole enää käytössä, vaan suoja-aine on nykyään valmiina paketointilinjan päällykalvolla.



KUVA 17. Nauhalevyleikkauslinja 3:n prosessi (4, s. 14 muokattuna)

## 6.1 Paketointilinja 3

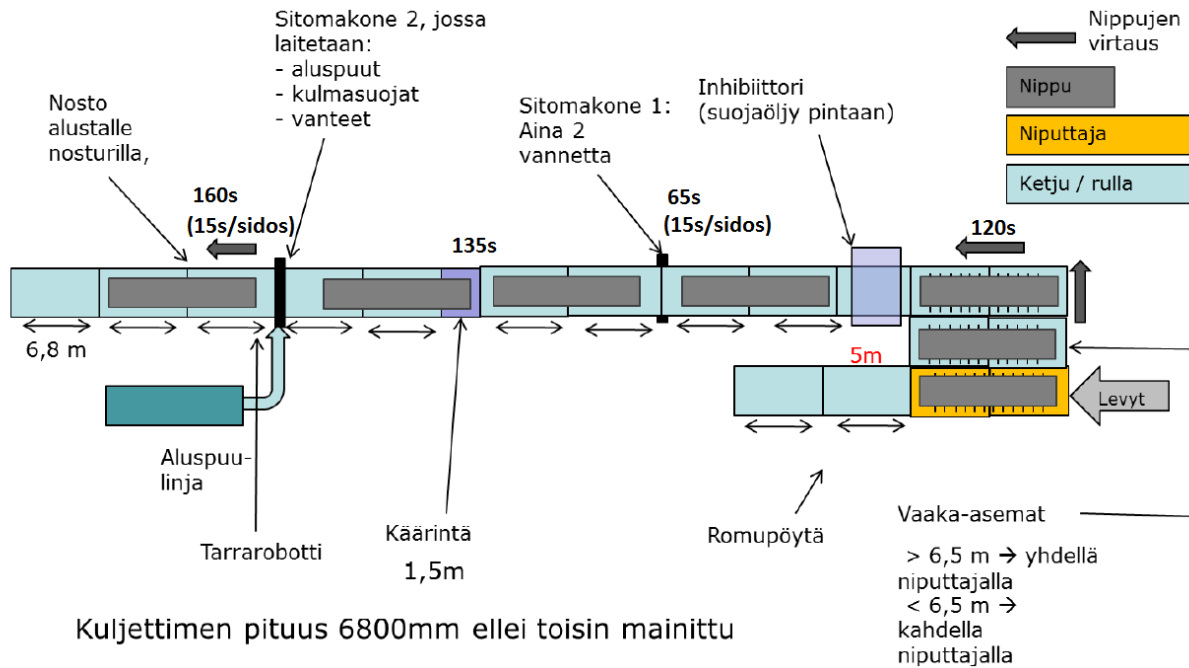
Paketointilinjalla ensimmäisenä on sitomakone 1, jossa nippuihin sidotaan kaksi muovivannetta. Seuraavana on käärintäkone, joka käärii nippuun päälly- ja ympärikäärintäkalvon. Käärintäkoneessa on pake 2 -linjasta poiketen kaksi käärintäkelkkaa, joten se käärii nipun 2-linjaa nopeammin. Päällykalvolla on myös VCI-korroosionsuoja-aine, joka suojaa nippuja korroosiolta.

Käärinnän jälkeen niput siirtyvät sitomakone 2:lle, jossa käytetään muovivannetta sitomiseen. Samalla nippuihin sidotaan tilauksesta riippuen vannesuojat ja aluspuut. Aluspuut käsitellään pake 2 -linjan mukaisesti automaattisella sahauslaitteistolla. Vanteiden, puiden ja vannesuojien määrä riippuu nipun pituudesta. Sidonnan aikana käsivarsirobotti liimaa nippuun etikettitarran, josta luetaan nipun tiedot. Valmis nippu siirtyy ketjukuljettimilla linjan päähän, josta nosturi nostaa sen lähetysvarastoon tai alustalle.

## 6.2 Paketointilinja 3:n nykytilanne

Paketointilinja 3 on otettu käyttöön vuonna 2010. Linja on toiminnaltaan pake 2:ta modernimpi ja helppokäyttöisempi. Toisin kuin pake 2:lla, pake 3:lla kaikki niput, myös ei-paketoitavat, kulkevat linjan lävitse. Niput liikkuvat linjan läpi automaattisesti, eikä pitkälläkään nipuilla tarvita nosturia niiden siirtämiseen. Linjan molemmat sitomakoneet käyttävät muovivannetta.

Pake 3:n prosessi on esitetty virtauskaaviona kuvassa 18. Kuvasta poiketen inhibiittori ei ole enää käytössä, vaan korroosionestoaine on nykyään valmiina päällykalvolla. Virtauskaaviossa jokaisen osaprosessin kohdalle on merkitty vaiheen pituus sekunneissa. Ajat on mitattu 8 metriä pitkällä nipulla, jossa on kuusi 8 millimetrin paksuista arkkia ja johon sidotaan sitomakone 2:lla 8 vannetta. Mitatuista vaiheajoista huomataan, että viimeinen työvaihe, sitomakone 2:lla tehtävä sidonta, on hitain. Varsinkin pitkällä nipuilla aiemmat työvaiheet joutuvat odottamaan suhteellisen pitkään sidonnan valmistumista.



KUVA 18. Pake 3:n virtauskaavio (20, s. 6 muokattuna)

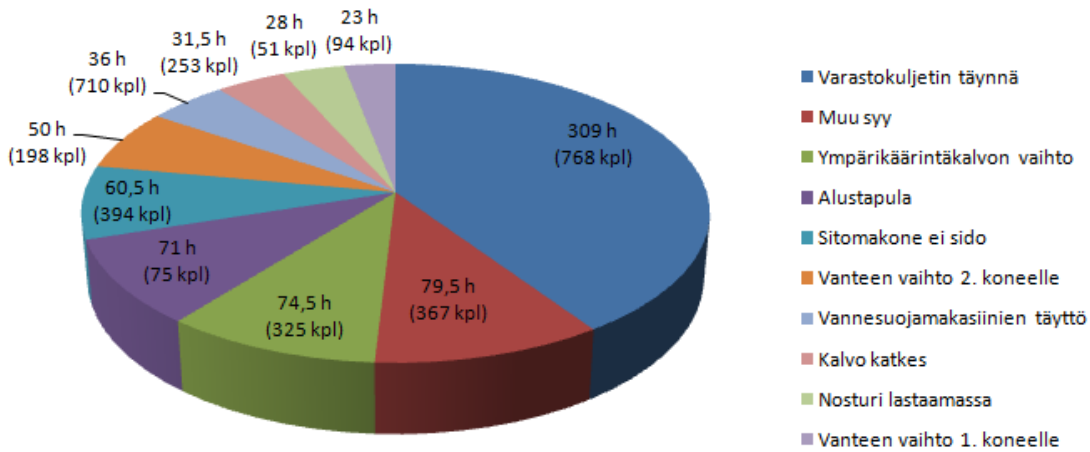
Vuonna 2013 pake 3:n kokonaistuotanto oli 114 171 tonnia terästä. Asetetusta tuotantotavoitteesta jäätii noin 31 000 tonnia. Nippuja linjan läpi kulki 45 569 kappaletta. Käyntiaste oli 73,8 % ja häiriöaikaa oli 1205 tuntia. (16.) Nale 3:n alkupäästä kirjautuu Evemaniin automaattisesti *Ruuhka pake* -häiriö, kun paketointilinja on täynnä eivätkä niput etene niputtajalta paketointiin. Samanlaista jakoa tuotteesta tai viasta aiheutuneisiin ruuhkiin kuin pake 2:lla ei ole. *Ruuhka pake* -häiriötä 3-linjalla oli vuonna 2013 noin 640 tuntia. Luvun tulkintaa vaikeuttaa se, että häiriö saattaa joskus kirjautua jostain muusta syystä kuin pake-linjan ruuhkautumisesta, ja joskus häiriö ei kuittaudu päättyneeksi heti ruuhkan päätyttyä.

### 6.3 Häiriöiden erittely

Kuvassa 19 on kuvattu 10 eniten seisokkia aiheuttanutta häiriötä pake 3:lla. Niiden yhteenlaskettu pituus oli 762 tuntia, eli yli 63 % kokonaishäiriöajasta. Selkeästi suurin yksittäinen häiriö on *varastokuljettimien täytyminen*. Häiriö tarkoittaa, että paketointilinja on täynnä eivätkä niput pysty liikkumaan. Ympärikäärintäkalvon vaihtoon on kulunut saman verran aikaa molemmilla pake-linjoilla. 3-linjan käärintäkoneen kaksi kalvorullaa riittävät pidemmäksi aikaa, mutta myös niiden vaihtaminen kestää kauemmin. Pake 3:lla sitomakoneita on kaksi, joista sitomakone 2 käyttää sitomavannetta huomattavasti enemmän. Pake 2:sta



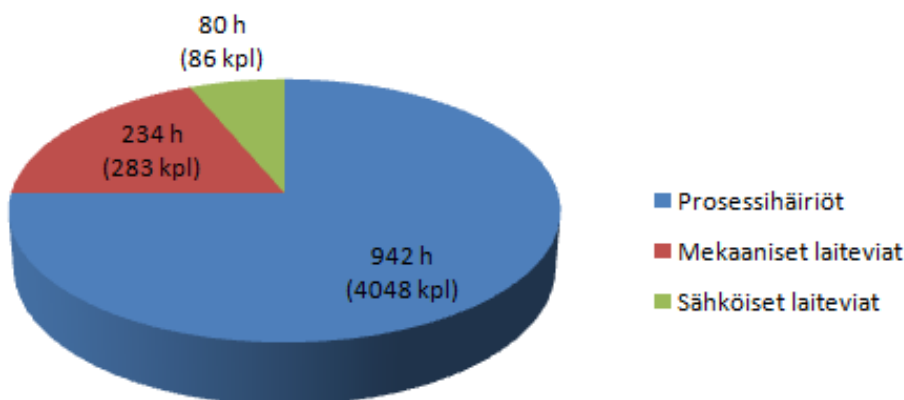
poiketen pake 3:lla vannesuojamakasiinien täyttöä ei tehdä linjan liikkeessa. Tästä kertyi yli 36 tuntia häiriötä. Kuten viereisellä pake 2:lla, myös pake 3:lla alustapula rajoittaa tuotantoa merkittävästi.



KUVA 19. Pake 3:n merkittävimmät häiriöt

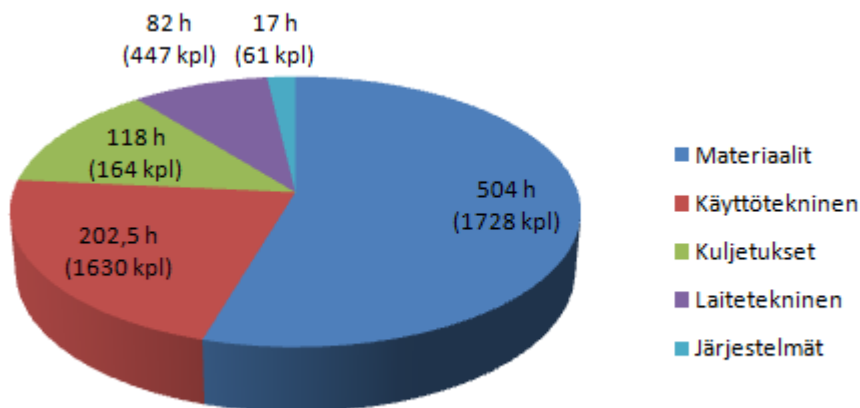
## 6.4 Prosessihäiriöt

Kuvasta 20 nähdään pake 3:n häiriöiden jakaantuminen. Pake 3:lla prosessihäiriöiden osuus on hieman pake 2:ta suurempi, kolme neljästä häiriöstä kuuluu niihin. Sähköisten laitevikojen osuus on suhteellisen pieni, noin 80 tuntia.



KUVA 20. Pake 3:n häiriöiden 3-jako

Prosessihäiriöiden osuus on merkittävä ja ne on jaoteltu pake 2:n tapaan viiteen ryhmään. Tämä jako näkyy kuvassa 21.



KUVA 21. Pake 3:n prosessista aiheutuneet häiriöt

#### 6.4.1 Materiaalit

Suurin yksittäinen häiriö on ollut selkeästi *Varastokuljetin täynnä*, joka on enemmänkin seurausta kaikista muista häiriöistä ja kirjautuu Evemaniin automaattisesti. Yksi merkittävä häiriön aiheuttaja on lastaus ja sen ongelmat. Nosturit saattavat toimia taukoajolla tai olla poissa käytöstä, lähetysvarastossa saattaa olla kuorma-auto lastattavana tai tuotealustoja ei ole saatavilla.

Ympärikäärintäkalvon vaihto aiheutti noin 75 tuntia seisokkiaikaa. Pake 3:n käärintäkoneessa on kaksi käärintäkelkkaa, joihin vaihdetaan samalla molemmat kalvorullat. Ongelmia kalvon vaihtoon aiheutti satunnaisesti huonolaatuinen kalvo, joka varsinkin ensimmäisillä kierroksilla katkeaa herkästi. Joskus kun materiaali on poikkeuksellisen huonoa, juuri vaihdettu kalvorulla saatetaan joutua vaihtamaan pian uudelleen. *Kalvo katkes* -häiriö onkin materiaalista aiheutuneista häiriöistä neljänneksi suurin, 31 tuntia. Katkeilu voi aiheutua myös käärintäkoneen viasta tai epäsopivasti säädetyistä parametreista.

Vanteenvaihdot kestivät sitomakone 1:llä 24 tuntia ja sitomakone 2:lla 50 tuntia. Myytäviin nippuihin sidotaan sitomakone 1:llä vain kaksi vannetta, hylättäviin nippuihin useampia. 2-koneella vanteiden määrä riippuu nipun pituudesta. Vanne- ja kalvorullien vaihdossa vaih-

totyötä nopeuttaisi se, että rullat olisivat valmiiksi purettu pakkauksistaan ja nostettu nosturin koukkuun odottamaan vaihtoa.

#### **6.4.2 Käyttötekniiset**

Suurin yksittäinen tuotantotekninen häiriö paketoitilinja 3:lla oli *Vannesuojamakasiinien täyttö*, josta kertyi häiriöaikaa yli 36 tuntia. Kyseessä on lyhyt, noin 3 minuutin työ joka toistuu usein, ja siitä syystä on voinut jäädä usein kirjaamatta Evemaniin. Todellista häiriöaikaa on todennäköisesti enemmän. Näistä häiriöistä suurin osa olisi vältettävissä.

Vuonna 2013 päällykalvon vaihdot kestivät yhteensä noin 18 tuntia. Kalvokelkoissa 1 ja 2 on saman levyistä kalvoa, koska se on yleisimmin käytettyä. Toisen kelkan tyhjentyessä automatiikka ottaa suoraan käyttöön toisen kalvokelkan. Kalvot on järkevää vaihtaa yhtä aikaa vasta niiden molempien loputtua, kun kalvorullien nostoon tarkoitettu apulaite ja nosturi on otettu valmiiksi. Jos linjalla on pidempi seisokki esimerkiksi leikkauksen tai niputuksen ongelmien vuoksi, kannattaa yhdenkin tyhjän rullan tilalle vaihtaa uusi.

Aluspuulinja aiheutti häiriötä yli 10 tuntia. Syinä olivat lähinnä aluspuunsyöttöhäiriöt, sahayksikön ongelmat ja huonot puuliitokset. Puiden liitoksilla aluspuista saadaan sopivan pituisia kullekin nippuleveydelle. Myös aluspuunippujen nostoista kirjattiin häiriötä 7,5 tuntia.

Käärinnän 33 tunnin häiriöistä valtaosa oli päällykalvohäiriöitä. Silloin kalvotarraimet eivät saa vedettyä päällykalvoa nipulle. Satunnaisesti kone jätti myös osan nipusta käärimättä.

#### **6.4.3 Kuljetukset**

Alustan puutteesta kirjattiin pitkiä häiriöitä, joista viisi oli jopa yli 5 tuntia pitkiä. Yhteensä alustapula seisotti linjaa melkein 71 tuntia. *Nosturi lastaamassa* ja *Nosturin odotus* -häiriöt aiheuttivat yli 47 tuntia häiriöitä. Merkittävä osa nostureista aiheutuneista häiriöistä on lisäksi luultavasti jäänyt kirjaamatta. Lähetysvarasto on usein pullonkaula molemmille nauhalevyleikkauslinjoille.

#### 6.4.4 Laitetekniset

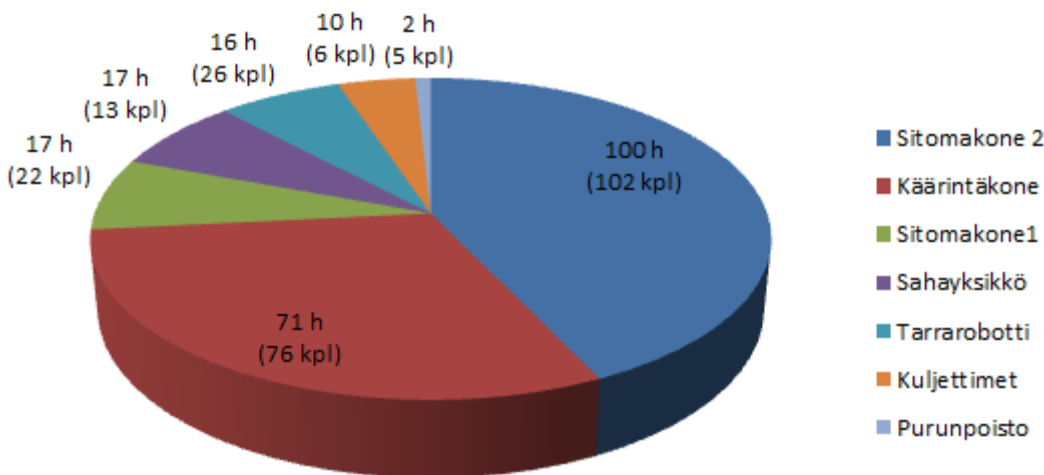
Laiteteknisistä häiriöistä 60 tuntia oli sitomakoneen ongelmaa *Sitomakone ei sido*. Tähän sisältyvät pake 3:n molemmat sitomakoneet. Suurin ongelma oli vanteensyöttöhäiriö, joka aiheutuu joko laiteviasta sitomapäässä tai kuperasta vannemateriaalista. Myös vanteen kiristyshäiriö oli yleinen ongelma. Päälykalvohäiriötä kirjattiin laiteteknisiin häiriöihin yli 6 tuntia, vaikka sitä oli paljon myös käyttötekniisissä häiriöissä. Kirjaustavoissa havaittiin jälleen olevan eroja.

#### 6.4.5 IT-järjestelmät

Järjestelmän aiheuttamista häiriöistä melkein kaikki aiheutuivat tarrantulostusongelmista. Etikettitarrat saattavat olla tukossa tulostimessa, värikasetti loppu, tulostin tulostaa tyhjiä tarroja tai robotti ei saa tarraa paikalleen nippuun. Häiriöt ovat yleensä melko lyhyitä ja satunnaisia.

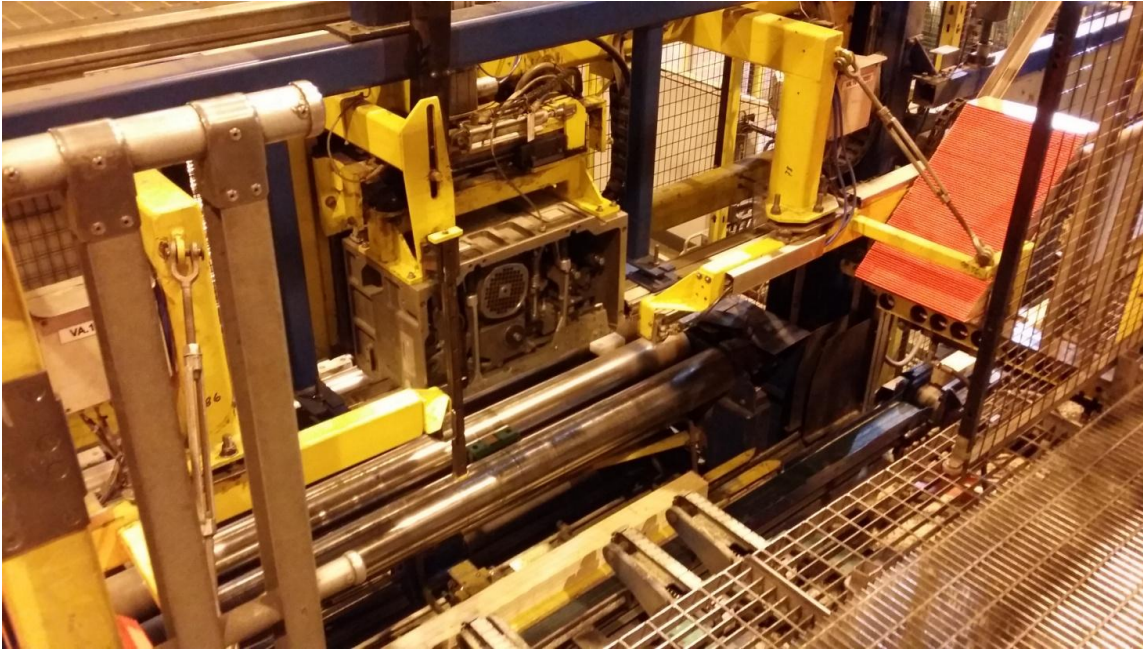
#### 6.5 Mekaaniset laiteviat

Mekaaniset laiteviat on eritelty laitekohtaisesti kuvassa 22. Yhteensä niistä kertyi noin 234 tuntia häiriöitä.



KUVA 22. Pake 3:n mekaaniset laiteviat

Eniten vikaantunut laitekokonaisuus oli myös pake 3:lla sitomakone. Kuvan 23 sitomakone 2:n käyttöaste on paljon korkeampi kuin 1-koneen, ja sen toimintaan liittyvät myös vannesuojat ja aluspuut. Siksi se on aiheuttanut huomattavasti enemmän häiriöitä kuin sitomakone 1. Ongelmina olivat vanteen kiristyshäiriöt, vannesuojien paikoittumisongelmat ja vanteensyöttöhäiriöt. Sitomapää on vaihdettu useita kertoja, mistä aiheutuu pitkiä häiriöitä.

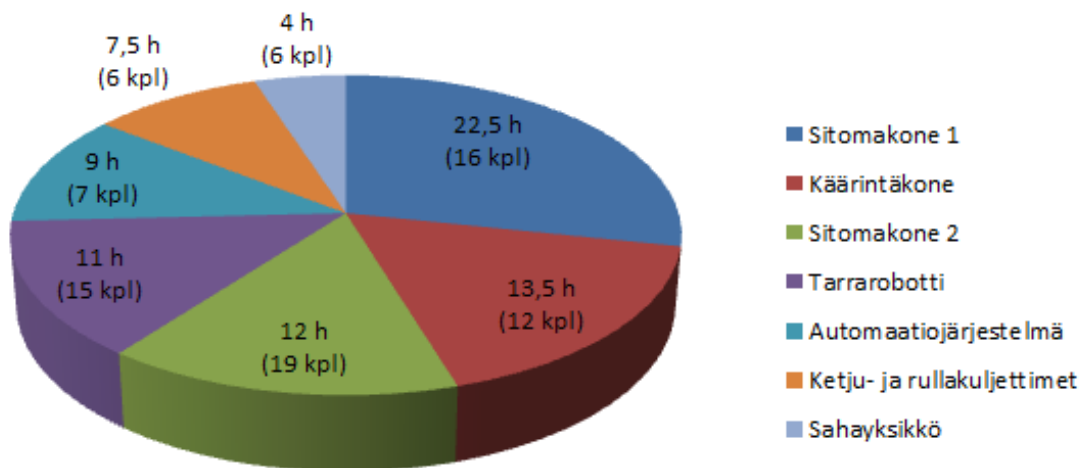


*KUVA 23. Pake 3:n sitomakone 2*

Käärintäkoneessa on ollut häiriöitä 71 tuntia. Merkittävä osa niistä liittyy kalvosormiin, huonolaatuisen käärintä aiheuttamiin nippujen käsin teippauksiin ja käärintäkoneen ohjelmavikoihin. Sahayksikön viat olivat enimmäkseen yksittäisiä laitevikoja, muun muassa paineventtiilissä ja sähkömoottorissa. Tarrarobotin häiriöissä robotin tarttujissa ei ole riittävästi painetta, jolloin robotti ei saa tarraa kiinni. Tarraan ruiskutettava liima saattaa silloin osua suoraan robotin tassuun, joka täytyy puhdistaa.

## **6.6 Sähköiset laiteviat**

Kuvan 24 mukaisesti hieman yllättäen eniten sähkövikaa on ollut sitomakone 1:ssä. Syynä ovat lähinnä muutamat pitkään, 5 - 8 tuntia, jatkuneet yksittäistapaukset.



KUVA 24. Pake 3:n sähköiset laiteviat

Sitomakone 1:n ongelmina olivat vanteenkiristys ja kesken jääneet sähkötyöt. Sitomakone 2:ssa, käärintäkoneessa ja tarrarobotissa oli kussakin yhteensä yli 10 tuntia vika-aikaa. Sitomakone 2:n vioista suurin osa oli rajavikoja, jolloin vannesuojan syöttö nipun kylkeen ei onnistunut. Ongelmaa aiheutti myös vanneteline, joka pussittaa vanteen, kun ohjausrullat eivät pyöri. Käärintäkoneen vioista merkittävämpiä olivat rajaviat, jolloin nippua ei tunnistettu oikein, sekä moottorinsuojakytkinten laukeamiset. Tarrarobotin häiriöissä on kirjattu samoja asioita kuin mekaanisissa vioissa, eli tulostin ei toimi, ruttaa tarran tai robotti ei saa tarraa tulostimen kourulta.

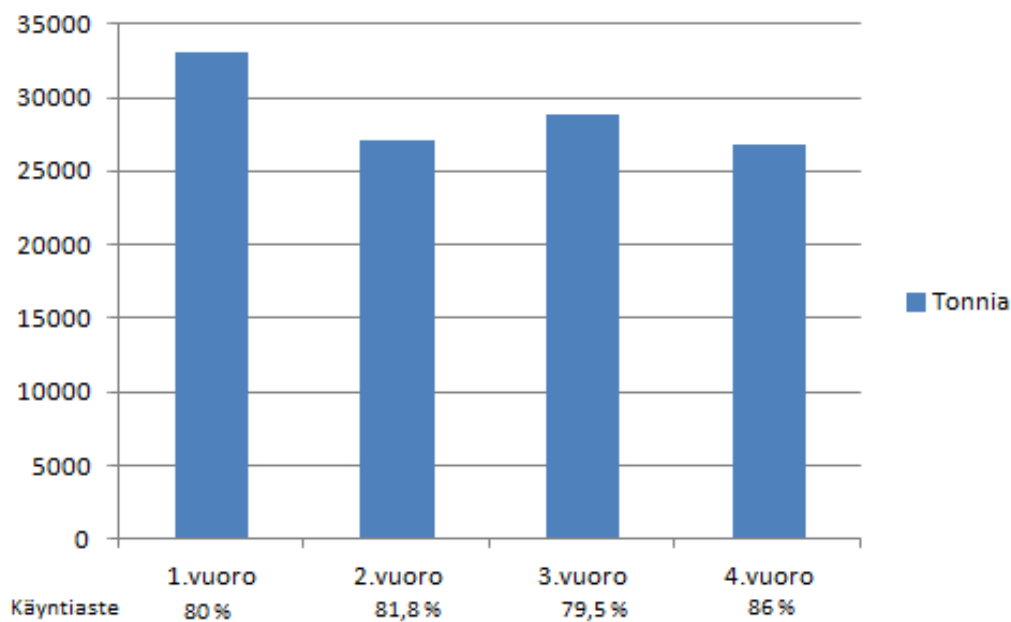
Automaatiojärjestelmän tiedonsiirrossa oli vikaa noin kahdeksan tuntia. Sahausyksikön moottori ja taajuusmuuttaja seisottivat linjaa 4 tuntia ja kuljetinten rajat ja anturit 7,5 tuntia.

## 6.7 Vuorojen väliset erot

Nauhalevyleikkauslinja 3:a ajetaan vain neljässä vuorossa. Kuvasta 25 nähdään, että erot ovat suhteellisen pieniä, lukuun ottamatta 1-vuoroa, joka on tuottanut noin 33 000 tonnia. Eroa seuraavaan, 3-vuoroon on yli 4 000 tonnia. Kuvan 25 luvut ovat nale 3:n tuotantoluvut, koska pake 3:sta ei ole saatavilla vuorokohtaisia tietoja koko vuoden ajalta. 3-linjalla käytännössä kaikki niput menevät kuitenkin paketointilinjan läpi, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina ja vertailukelpoisina. Tuotantomääriin vaikuttaa todella paljon myös se,

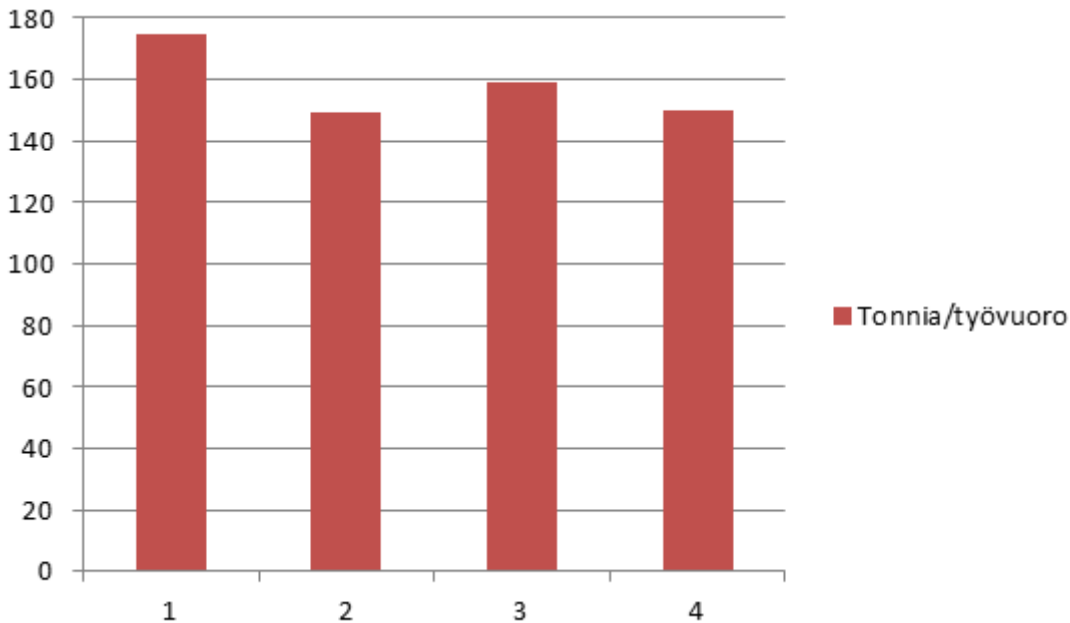
miten tehokkaasti linjan alkupäässä leikkaus ja niputus toimii ja kuinka sujuvasti nippuja tulee paketoitilinjalle.

Vähiten tuottaneessa 4-vuorossa tulos oli 26 800 tonnia. Eroa 1-vuoroon kertyi siis 6 200 tonnia. Yhden työvuoron eli 8 tunnin tuotantotavoite on pake 3:lla ja nale 3:lla 200 tonnia. Tuotantoajaksi muutettuna eniten ja vähiten tuottaneiden vuorojen välinen ero on noin 250 tuntia.



*KUVA 25. Nale 3:n vuorojen tuotantomäärät ja käyntiasteet*

Varsinkin 1-vuorossa linjan etukäteisvarustelut hoidetaan sääntillisesti, ja pienet huoltotyöt suoritetaan itse käyttäjäkunnossapidon oppien mukaisesti. 4-vuoron käyntiaste on ollut muita vuoroja korkeampi, vaikka se on tuottanut vähiten myyntikelpoista materiaalia. Käyntiasteen laskentakaavassa otetaan huomioon raportoitu häiriöaika. Korkea käyntiaste selittyy pitkälti sillä, että muun muassa 4-vuoron työntekijät eivät kirjaa vuoron aikaisia tapahtumia, esimerkiksi linjan varusteluja, yhtä aktiivisesti kuin muut vuorot. Vuorojen keskimääräiset tuotantomäärät työvuoroa kohti on esitetty kuvassa 26. Myös tässä vertailussa 1-vuoro on selvästi muita vuoroja edellä.



KUVA 26. Nale 3:n vuorojen tuotantomäärät työvuoroa kohti

Vuorojen välillä on eroja siinä, miten hyvin linjan seisokkiajat käytetään hyödyksi. Aluspuuniput nostetaan pääosin linjan ollessa pysähdyksissä, mutta silti siitä on kirjattu yhteensä 7,5 tuntia häiriöaikaa. Myös rimakipon tyhjennys tehdään yleensä muusta syystä aiheutuvan seisokin aikana, mutta joskus kippo vaihdetaan vasta pakon edessä sen ollessa aivan täysi. Muita töitä, jotka on mahdollista valmistella seisokin aikana, ovat muun muassa vannesuojamakasiinien täytöt, sahauslaitteiston purusäkin vaihto, tulostimen etikettitarrojen täydennys ja aluspuunippujen nostot. Varsinkin 1-vuoron toiminnassa havaittiin, että linjan seisokkiajat käytetään hyvin hyödyksi.

Koska lähetyshallin merkitys linjojen toiminnalle on niin suuri, vaikuttavat myös nosturien toimintatavat merkittävästi nauhalevyleikkauslinjojen tuotannon sujuvuuteen. 1-vuorossa etenkin nosturi 219:n toiminta on hyvin tilanteeseen mukautuvaa. Kun 239 lastaa kuorma-autoa, ei 219 jää toimeettomaksi lastauksen ajaksi, vaan se nostaa linjalta tuotteita varastoon samalla, kun 239 nostaa nipun autoon.

Kuten nale 2:lla, myös 3-linjan tuotantoa rajoittaa nosturien joissain tapauksissa hidas ja joustamaton toiminta. Vuoronvaihoissa nosturit saattavat lisäksi olla suhteellisen pitkään ilman kuljettajaa, mikä voi pysäyttää tuotantolinjojen toiminnan. Myös vetomestareiden



aktiivisuus vaikuttaa tuotantomääriin. Eroja on siis myös muualla kuin tuotantolinjojen henkilöstössä.

## **6.8 Niputettavan materiaalin merkitys**

Nippujen läpimenoaika paketointilinjalla riippuu merkittävästi nipun paksuudesta sekä pituudesta. Nipun pituuden kasvaessa sitomakone 2:lla sidottavien vanteiden määrä kasvaa, mikä hidastaa koko tuotantolinjaa. Nipun pituus vaikuttaa myös siihen, voidaanko käärintässä häntä, eli nipun loppupää kääriä valmiiksi ennen sitomakone 2:ta edeltävän kuljettimen vapautumista. Yli 6 metriä pitkillä nipuilla sitomakone 2 joutuu siksi odottamaan suhteellisen kauan seuraavaa nippua edellisen sidonnan valmistuttua. (20, s. 10.)

## **6.9 Paketointilinja 3:n nykytilan yhteenveto**

Kuten 2-linjan, myös pake 3:n tuotantokapasiteetin suurin pullonkaula on lähetyshalli. Ongelma on 3-linjalla vielä korostuneempi, koska pake 3:a palveleva nosturi 239 suorittaa kaikki autojen lastaukset. Nykymallin mukaan nosturi ei auton lastauksen aikana nosta linjalta nippuja ollenkaan. Kun molempien tuotantolinjojen varastot sijaitsevat samassa paikassa, ruuhkilta on mahdotonta välttyä. Alustapula rajoittaa merkittävästi myös pake 3:n tuotantoa.

Pake 3:lla varusteluihin on käytetty enemmän aikaa kuin pake 2:lla. Sitomakoneita 3-linjalla on kaksi, minkä lisäksi vannesuojamakasiinien täytön ajaksi linja on pysäytettävä. Yhteensä varusteluista aiheutunutta häiriöaikaa kertyi noin 190 tuntia. Kaikki vuorot eivät kirjaa esimerkiksi vannesuojamakasiinien täyttöö, joten todellinen häiriöaika on luultavasti vielä suurempi. Myös pake 3:lla kärsittiin huonolaatuisista materiaaleista muun muassa käärintä- ja sitomakoneissa.

Paketointilinjoilla ajettavan materiaalin pituus, nippujen koot ja erityisesti nippujen määrät kelaan kohden vaikuttavat tuotantokapasiteettiin. Nykytilanteessa niput eivät sisällä aina niiden enimmäismäärää arkkeja, mistä seuraa useampia nippuja kelaan kohden. Tämä hidastaa tuotantoa 2-linjan tavoin myös 3-linjalla.

Mekaanisia vikoja on ollut selkeästi eniten sitomakone 2:lla. Syynä ovat usein itse sitomis-  
tapahtuman lisäksi vannesuojien ongelmat ja aluspuulinja. Yleisiä olivat myös koneiden ja  
kuljetinten rajaviat.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU JA KEHITYSEHDOTUKSET

Nauhalevyleikkauslinjat ovat pitkiä tuotantolinjoja, joiden sujuva ja häiriötön toiminta edellyttää monen tekijän toimimista ongelmitta. Toimintatapojen kehittämällä ja teknisillä ratkaisuilla häiriöaikoja on mahdollista saada pienennettyä suhteellisen pienillä muutoksilla.

### 7.1 Paketointilinja 2

**Ylipitkien nippujen sivuttaissiirto kannattaa muuttaa automaattiseksi.** Yli 8 metriä pitkät niput täytyy nostaa siltanosturilla paketointilinjan nostopöydälle ja tämän jälkeen kuitata linjalle ohjaamosta. Pitkillä ja ohuilla nipuilla siirto on lisäksi tehtävä nosturi 239:llä, jonka nostopuomi on pidempi. Nosturi ei välttämättä saa nippua aivan suoraan ja keskelle kuljetinta, jolloin paketointilinjalla voi aiheutua nipun kanssa ongelmia. Jos hallissa on samaan aikaan lastattavana oleva kuorma-auto, aiheutuu seisokkia vielä enemmän. Sivuttaissiirtokuljetinta olisi järkevää pidentää, jolloin myös pisimmät, yli 12 metriä pitkät niput siirtyisivät automaattilla nostopöydälle. Siltanosturi vapautuisi muihin tehtäviin, eikä nippuja tarvitsisi enää erikseen kuitata linjalle kuten nykytilanteessa.

**Pitkien nippujen ajossa kannattaa ottaa käyttöön yhteinen toimintamalli.** Nostopöydältä ei kannata siirtää seuraavaa nippua käärintään, ennen kuin edellinen nippu alkaa olla lähellä sitomakonetta. Lyhyemmille nipuille suunnitellulla linjalla saattaa tulla nipusekaannuksia tai ongelmia nipun tunnistuksessa, jos pitkät niput liikkuvat linjalle tiukasti peräkkäin. Lisäksi väljemmällä ajomallilla saadaan pelivaraa, jos nippuja joudutaan ongelmatilanteissa liikuttamaan kuljettimilla manuaalisesti. Ajamalla nippuja peräkkäin ei saavuteta ajallisesti käytännössä ollenkaan säästöjä. Tämä toimintamalli kannattaa ottaa yleiseen käyttöön.

**Rullaratojen jakamisella saataisiin tuotantoon joustavuutta.** Arkin sitomakoneen ja sivuttaissiirtäjän välisten rullaratojen raja-antureita kannattaisi muuttaa esimerkiksi jakamalla kuljettimia pienempiin osiin. Nykyisessä tilanteessa varsinkin lyhyet sitomakoneelta lähtevät niput jäävät odottamaan useamman nipun sidonnan valmistumista, vaikka ne voisivat jatkaa suoraan paketointilinjalle. Nyt niput tulevat paketointiin usean nipun ryhminä,

jolloin niiden paketointi hidastuu ja linja saattaa ruuhkautua. Linjan kuorma ei silloin jakaudu tasaisesti.

**Rimaraapan rakenteen muutos vähentäisi sulakkeiden laukeamisia.** Aluspuulinjastolla välirimat poistava rimaraappa jää helposti jumiin aiheuttaen automaattisulakkeiden laukeamisen. Käyttöhenkilöstö ehdotti, että rimaraapan muotoa ja rakennetta muutettaisiin. Siihen kannattaisi esimerkiksi asentaa samanlainen harja kuin pake 3:lla. (21.) *Dotsit laukes* -häiriöstä kirjattiin vuonna 2013 yli 26 tuntia häiriöitä, joista suurin osa oli rimaraapan aiheuttamia.

## 7.2 Paketointilinja 3

**Vannesuojamakasiinien täytön toimintatapaa on mahdollista tehostaa.** Makasiinien täyttöön kului Evemanin mukaan vuonna 2013 yli 36 tuntia, vaikka kaikki vuorot eivät edes kirjaa niitä tapahtumalistauksiin. Pake 2:lla makasiinit täytetään linjan käydessä. Pake 3:lla sitomakone 2:n toiminta keskeytyy, kun portti avataan ja makasiinit täydennetään. Nykyisen ratkaisun tilalle voisi kehittää pake 2:ta vastaavan mallin, jossa vannesuojamakasiinit täytettäisiin linjan käynnin aikana. Toinen ratkaisu olisi muuttaa toimintatapaa siten, että makasiinit täytettäisiin aina linjan ruuhkautuessa tai kun nippuja ei hetkellisesti ole esimerkiksi kelan vaihtumisen vuoksi. Täyttö tehtäisiin, vaikka makasiinit eivät olisi vielä tyhjiä. Tälläkin tavalla 36 tunnin häiriömäärästä saataisiin suurin osa karsittua.

**Nippukuljettimen jakaminen vähentäisi odotusaikoja.** Muuttamalla sitomakone 2:ta edeltävä kuljetin kaksiosaiseksi pienenisivät sitomakone 2:n odotusajat etenkin pitkillä nippuilla. Silloin käärinnässä olevaa nippua saataisiin käärittyä enemmän tai jopa kokonaan, vaikka sidonnassa sitomakone 2:lla olisi sillä hetkellä toinen nippu. Sitomakone 2:n odotusaika lyhenisi ja pitkien nippujen läpimenoaika paranisi. (20, s. 17.) Kuljetinten nopeuksia on yritetty nostaa, mutta erilaisten sekaannuksien ja häiriöiden määrän on havaittu nousevan selvästi, jolloin läpimenoaikoja ei saada nopeammiksi. Nykyinen kuljetinnopeus on todettu optimaaliseksi.

**Lähetyshalli on kahdelle linjalle ahdas, ja sen tilankäyttöä kannattaa kehittää.** Lastuspään suurten ja pitkien häiriöiden merkittävä vähentäminen edellyttäisi investointeja tai lastaustoiminnan siirtämistä muualle. Yhtenä vaihtoehtona olisi, että valssaamohallia jat-

kettaisiin rainaleikkauslinjan kohdalta, ja nauhalevyleikkauslinja 3:n paketoitunut niput siirrettiisiin sinne sivuttaissiirtäjällä. Halliin tarvittaisiin myös uusi siltanosturi, jolloin autojen lastaus voitaisiin suorittaa siellä.

### 7.3 Lastaus

**Nosturien toimintatapoja ja yhteistyötä on tärkeää pyrkiä parantamaan.** Lähetyshallin ahtaus, autojen lastaus ja siirtoalustojen puute ovat paketointilinjojen suurimmat yksittäiset pullonkaulat. Yhden työvuoron aikana lastattavia kuorma-autoja saattaa käydä useita. Niiden lastauksien aikana nosturit eivät yleensä palvele paketointilinjoja ollenkaan. Tehokkaimmissa vuoroissa nosturikuljettajat toimivat limittäin niin, että kun normaalisti pake 3:a palveleva 239 nostaa auton kyytiin nippuja, 219 nostaa samaan aikaan linjalta nipun varastoon, edellyttäen että varastopaikka sijaitsee ennen lastattavana olevaa kuorma-autoa. Tästä on erityisen suuri hyöty etenkin pitkillä nipuilla, jolloin linja pystyy toimimaan suhteellisen pitkään yhden nipun lähdettyä.

**239:n toimintatapaa tulee kehittää joustavammaksi.** Linjojen palvelemista ei kannata lastauksen ajaksi lopettaa kokonaan. 239:llä on myös mahdollista nostaa yhden autoon lastatun nipun jälkeen nippu myös paketointilinjalta, jolloin linjan erittäin kallis seisokkiaika lastausten aikana vähenee. Nosturien toiminnan joustavuutta pitäisi pyrkiä lisäämään esimerkiksi työhöjeita täydentämällä. Nosturien pitäisi erityistilanteissa palvella myös naapurilinjaa. Lisäksi nostureiden toiminta keskeytyy vuoronvaihtotilanteissa toisinaan turhan pitkäksi aikaa, mikä vaikuttaa suoraan linjojen tuotantokapasiteetteihin.

**Alustapulasta johtuviin häiriöihin on mahdollista vaikuttaa toimintatapamuutoksilla.** *Alustapula*-häiriössä vetomestari ei välttämättä mahdu hakemaan täyttä alustaa hallissa olevan rekan vuoksi, tai tyhjiä alustoja ei ole ollenkaan saatavilla. Alustapulan vähentämiseksi vajaiden alustojen lähettämistä pitää yrittää välttää. Joissakin vuoroissa on käytössä hyvä toimintamalli, jossa samalla alustalle lastataan molempien linjojen samaan paikkaan varastoitavia tuotteita. Myös samaan tilaukseen kuuluvien ja samaan varastoon varastoitavien kelojen peräkkäinen ajojärjestys kannattaa ottaa huomioon jo tuotannon suunnittelussa.

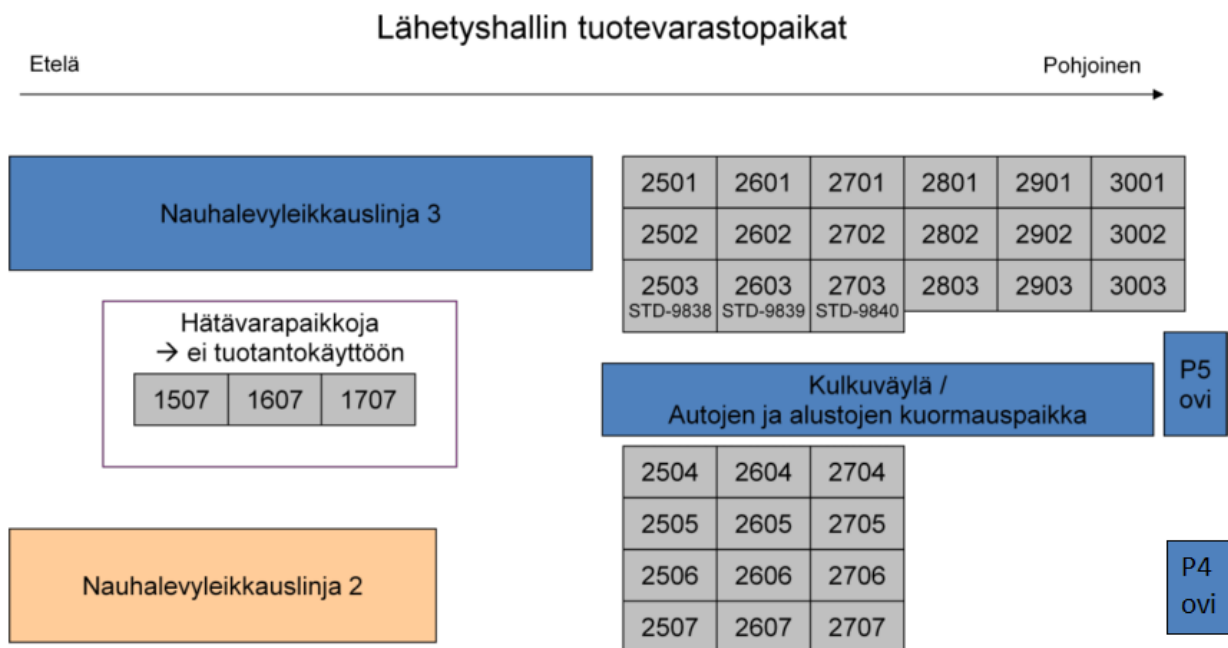
Käytettävissä olevien NL-alustojen määrää kasvattamalla saataisiin alustapulaa vähennettyä. Lastaajien, vetomestarin ja kuorma-autojen kuljettajien kesken kannattaa pyrkiä nykyistä aktiivisempaan yhteistyöhön muun muassa niin, että uuden kuorma-auton ei anneta peruuttaa halliin, ennen kuin vetomestari on tuonut uuden alustan tai vienyt vanhan pois. Lisäksi, kun lastatulle ja kuitatulle alustalle on tilattu kuljetus, eikä vetomestari ei ole tietyn ajan kuluttua hakenut alustaa, tulisi lastaajan vielä erikseen olla yhteydessä vetomestariin ja varmistaa tilauksen perille meno. Vetomestareiden aktiivisuuksissa on vuorokohtaisia eroja, joita voitaisiin näin tasoittaa. Koska alustapula ei usein johdu pelkästään alustojen rajallisesta määrästä, olisi Evmeniin hyvä luoda *Alustapula*-häiriölle tarkennukseksi ala-kohta, johon voitaisiin määritellä johtuuko häiriö esimerkiksi vetomestarista tai lähetyshallissa olevasta kuorma-autosta. Näin toimintaa olisi helpompaa tulevaisuudessa kehittää, kun alustapulan juurisyy selviää tapahtumaraportoinnista.

**Testaamo ja näytepyynnöt vaikuttavat liikaa paketoitilinjojen toimintaan.** Lähetyshallia ruuhkauttaa tilanne, jossa testaamo tarvitsee näytteen jostain jo linjalla ajetusta ke- lasta. Silloin näytteen sisältämä nippu ja alusta joudutaan tilaamaan takaisin lähetyshalliin. Tämä varaa yhden alustapaikan hetkeksi käyttöön ja aiheuttaa nostureille lisää kuormitusta, kun nippuja täytyy siirrellä ja käsitellä. Näytepyynnöt saattavat aiheuttaa linjoille seisokkia, joka kirjataan paketoitilinjän ruuhkautumiseksi. Suuressa osassa tapauksia näyte on otettu linjalla oikein, mutta se ei ole jostain syystä päässyt perille testaamoon tai näyte on hukattu testaamossa. Nauhalevyleikkauslinjojen lisäksi kehitettävää on siis muidenkin osastojen toiminnan laadussa, kuten testaamon näytteiden hallinnassa ja käsittelyssä.

**Junaliikenteen hallintaa kannattaa kehittää.** Junaliikennettä tehtaalla hallinnoi VR. Se tuo halliin junavaunun, johon lastataan lähinnä Ruukin Seinäjoen tehtaalle meneviä nauhalevynippuja (18). Palveluaikojen vaihteluiden vuoksi vaunu saattaa olla paikallaan jopa kaksi vuorokautta, haitaten samalla lähetyshallin toimintaa. Jos rautatiekiskojen päässä sijaitsevaa törmäysvastetta siirrettäisiin noin metri etelään päin, vaunuja mahtuisi kiskoille kaksi kerrallaan (22). Aluspuunippujen varastointipaikkaa pitäisi silloin myös hieman muuttaa. Toisaalta, jos vastetta ei siirretä, kannattaisi laajemmassa mittakaavassa ottaa käyttöön toimintamalli, jossa junavaunu pyritään sijoittamaan törmäysvasteen puoleiselle pai-

kalle, ja siirtoalusta nosto-oven viereen. (22.) Näin alusta pystyttäisiin tarvittaessa vaihtamaan, vaikka VR:n palveluaikojen vuoksi junavaunu olisikin paikallaan yli vuorokauden.

**Nosturien paremmilla apulaitteilla ja kameroilla voidaan vaikuttaa tuotannon sujuvuuteen.** Korvaamalla siltanosturin magneetit hydraulisella, kahmari-tyyppisellä nostoapulaitteella, saataisiin kuljetettua esimerkiksi kolme nippua yhdellä nostolla. Siltanostureiden nostokyky riittäisi hyvin useamman nipun nostamiseen kerralla. Tällainen ratkaisu helpottaisi huomattavasti paketoitilinjojen toimintaa. Kuorma-autot ovat lisäksi usein nosturin näkökentän tiellä lähetyshallissa, jolloin 239:llä on huono näkyvyys tietyille varastopaikoille. 239:n kamera olisi järkevää päivittää vastaavaksi kuin 219:ssä niin, että siinä olisi zoomaus-mahdollisuus ja kuva olisi selkeämpi. (18.) Silloin P4-oven puolelle olisi mahdollista nostaa nippuja, vaikka auton lastaus olisi kesken. Kuva 27 havainnollistaa lähetyshallin rakennetta.



*KUVA 27. Lähetyshallin varastopaikat (17, s. 33 muokattuna)*

Lastauspään merkitys linjojen toiminnalle on todennäköisesti vieläkin suurempi, kuin mitä häiriötilastot antavat ymmärtää. Useat alustojen puutteesta, autojen lastamisista ja nostureiden ongelmista aiheutuvat seisokit jäävät kirjaamatta Evemaniin. Ulkopuolisella yrityksellä teetetyssä lähetyshallin simulointimallissa on esitetty ratkaisua, jossa laivattavat tuot-

teet siirrettäisiin sivuttaissiirtokuljettimella nykyisen suikalelinjan kohdalle paketointilinja 2:n läheisyyteen. Näin saataisiin pienennettyä nosturien käyttöasteita ja vanhaan halliin saataisiin lisää varastopaikkoja. Ratkaisu olisi myös huomattavasti uutta hallia edullisempi (23). Vain autolastattavat tuotteet jäisivät nykyiseen lähetyshalliin. Näin välttyttäisiin myös tilanteilta, joissa linjat pysähtyvät kun vetomestari ei pääse tuomaan lähetyshalliin uutta alustaa kuorma-auton ollessa tiellä.

**Alustalle lastattavien tuotteiden lastaus olisi mahdollista suorittaa EKT:n puolella valssaamohallia.** Siellä on valmiina tähän tarkoitukseen sopiva siltanosturi. Tässä mallissa on riskinä, että alustat loppuvat kesken, kun niitä joudutaan säilyttämään jonkin aikaa hallissa ennen tyhjennystä. Kaikki alustat on siksi otettava tehokkaaseen käyttöön ja hankittava tarvittaessa uusia.

#### 7.4 Yhteiset

**Tulosten tulkinnassa korostuu häiriökirjausten tärkeys ja kirjausaktiivisuutta kannattaa kehittää.** On tärkeää, että tapahtumat kirjataan oikein ja yhdenmukaisesti. Useat vuorot jättävät muun muassa aluspuunippujen nostot, vannesuojamakasiinien täytöt ja muut linjalla tehtävät varustelut kokonaan merkitsemättä ja merkitsevät vain vikatilanteet. Linjojen kehittämisen ja toiminnan seuraamisen kannalta on erittäin merkityksellistä, että kaikki vuoron aikana tehtävät tapahtumat kirjataan Evemaniin.

**Varusteluiden etukäteisvalmisteluilla on mahdollista vähentää linjojen varusteluihin kuluva aikaa.** Avaamalla vanne- ja käärintäkalvorullapakkaukset etukäteen ja nostamalla ne valmiiksi nosturin koukkuun odottamaan vaihtoa säästetään useita minutteja vaihtotapahtumaa kohti. Vuoroissa, joissa työskennellään vuorotuksella, vuorottaja voi hoitaa etukäteisvarustelut varsinaisen vuorotustyönsä ulkopuolella. Taukoajolla toimivissa vuoroissa valmistelut voidaan tehdä silloin, kun linjalla ei ole paketoitavia nippuja. Varustelu ja linjan kunnan yleinen tarkastelu kannattaisi suorittaa aina työvuoron alussa. Usein paketointilinjalla on vuoronvaihdon yhteydessä lyhyt seisokkiaika ennen kuin nippuja valmistuu tai nosturi nostaa nippuja linjalta.

Vuorojen välillä on eroja myös siinä, miten häiriötilanteissa toimitaan. Esimerkiksi vuoroissa 1 ja 2 käyttöhenkilöt pyrkivät ratkaisemaan ongelma- ja häiriötilanteet itsenäisesti ja



yhdessä. Toimimalla näin säästetään aikaa varsinkin silloin, kun vuorohuollolla on meneillään muita tehtäviä.

**Vuorottajien työtehtävät vuorotuksen ulkopuolella kannattaa määritellä tarkasti.**

Työn kuvauksen mukaan vuorottaja työskentelee paketointilinjan operaattorin apuna silloin, kun vuorotus ei ole käynnissä. Kaikissa vuoroissa tämä ohje ei toteudu. Työn kuvaukseen voisi lisätä, että vuorottaja tekee linjan varustelun etukäteisvalmistelut.

**Sitomakoneet ovat molemmilla paketointilinjoilla eniten vikaantuvat laitekokonaisuudet.** Tästä syystä niiden ennakkohuoltosuunnitelmiin pitäisi kiinnittää erityistä huomiota. Nauhalevyleikkauslinjojen ennakkohuoltoon kuuluu viikoittaisten huoltoseisokkien lisäksi vuosihuollot, joiden aikana linjat ovat pysähdyksissä useita vuorokausia. Kerättyjen tilastojen ja tietojen perusteella on mahdollista kehittää koneiden ja laitteiden ennakkohuolto toimintaa.

Sitomakoneilla nippuun sidottavien vanteiden ja aluspuiden määrä riippuu suoraan nipun pituudesta. 12 metriä pitkiin nippuihin vanteita ja aluspuita tulee jopa 16. Vanteiden määrän tarpeellisuus tulisi tarkistaa, ja varsinkin ohuemmillä nipuilla pienempi määrä vanteita voisi riittää. Jokainen sidos kestää noin 15 sekuntia.

**Erilaiset rajaviat ovat aiheuttaneet paljon häiriöitä muun muassa sitoma- ja käärintäkoneilla.** Rajojen puhdistamiset ja tarkistukset olisi syytä tehdä säännöllisesti ennen kuin vikoja ilmenee, vähintään aina viikkohuoltojen yhteydessä. Työ voisi olla mahdollista sisällyttää käytön toimesta huoltopäivinä suoritettaviin tehtäviin. Käyttäjäkunnossapitoa voitaisiin soveltaa myös nosturihuoltoihin törmäystunnistimien osalta niin, että nosturikuljettajat puhdistavat likaantuneet tunnistimet itsenäisesti.

**Vanne- ja käärintäkalvorullien laatu on vaihdellut jonkin verran.** Huonoreunainen tai muuten heikkolaatuinen kalvo katkeilee helposti, ja kupera sitomavanne saattaa tökätä sitomakoneen sisälle aiheuttaen häiriön. Myös vannesuojat ovat toisinaan sellaisia, että ne eivät mene kunnolla paikalleen tietyn paksuisiin nippuihin. Huonolaatuisesta materiaalista olisi hyvä reklamoida nykyistä aktiivisemmin, ja palauttaa koko huonolaatuinen materiaali suoraan takaisin toimittajalle. Lisäksi, jos käärintäkalvon tai sitomavanteen vaihdon tai vannesuojamakasiinien täytön aikana havaitaan, että materiaalit ovat lopussa, on siitä vä-

littömästi ilmoitettava esimiehelle. Tästä aiheutuvat seisokit ovat hyvällä ennakkoinnilla vältettävissä.

**Jotta Evemaniin kirjatuista tapahtumista voitaisiin jatkossa muodostaa mahdollisimman luotettavia päätelmiä, on tapahtumien kirjaamiseen Evemaniin saatava parannusta.** Kirjauskäytännöissä on työntekijöiden ja vuorojen välillä suuria eroja, kuten myös kirjausaktiivisuudessa. Joissain vuoroissa ajatellaan, että kirjausten tekeminen ei ole osa heidän työtään, ja että se hidastuttaa häiriöiden selvittämistä entisestään. Häiriö kannattaisi kirjata alkamaan heti sen alettua. Yksityiskohtaisemman raportoinnin voi tehdä myöhemmin, normaalin tuotannon ohessa, jolloin tapahtumien raportointi ei hidasta tuotantoa.

## **7.5 Tuotannonohjaus**

Asiakkaat määrittelevät tilauksen yhteydessä kuinka monta arkkiä yhteen nippuun saa enimmillään laittaa ja mikä on nipun maksimipaino. Linjan tuotanto on tehokkaimmillaan paksuilla, paljon arkkeja sisältävillä nipuilla. Rajoittavaksi tekijäksi asiakkaalla muodostuu yleensä painavien nippujen käsittelyyn vaadittava laitteisto. (19; 20.)

**Nippuihin tulee pyrkiä niputtamaan niin monta arkkiä, kuin asiakas enimmillään sallii.** Nykyisessä tilanteessa yhdestä kelasta saattaa tästä syystä muodostua 1 - 2 ylimääräistä nippua. Ottamalla nippukokojen tasaamisen käyttöön kaikilla tuotteilla, saataisiin nippupaksuutta lisää ja useiden kelojen kohdalla nippujen määrää voitaisiin saada näin pienemmäksi, mikä nopeuttaisi läpimenoaikoja paketoitilinjoiilla. (18.) Asiakkaille kannattaisi tehdä kartoitus, jossa selvitetään minkä painoisten taakkojen käsittelyyn sopivaa laitteistoa heiltä löytyy, ja näin pyrkiä suosimaan suurempia nippuja.

## 8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää nauhalevynippujen paketointilinjojen tuotantokapasiteettia rajoittavat tekijät ja laatia toimenpide-ehdotuksia linjojen toiminnan tehostamiseksi. Teknisten ongelmien ja ratkaisujen ohella työssä keskityttiin toimintatavoissa havaittuihin puutteisiin ja parannusmahdollisuuksiin. Nykytilanteeseen perehdyttiin haastatteleamalla henkilöstöä, havainnoimalla linjojen toimintaa lähietäisyydeltä ja perehtymällä vuoden 2013 tuotantoraportteihin ja tapahtumakirjauksiin. Seuraavien asioiden havaittiin vaikuttavan merkittävästi paketointilinjojen toimintaan:

1. Lähetyshallin ruuhkautuminen ja kuorma-autojen lastaaminen aiheuttavat tuotantoon pitkiä seisokkeja.
2. Nosturien käyttöasteet ovat ajoittain liian korkeita. Ruuhkatilanteissa toimintatapamuutoksilla on mahdollista tasoittaa ruuhkahuippuja. Kuorma-auton lastauksen ei tarvitsisi joka kerralla pysäyttää nippujen nostoja paketointilinjoilta.
3. Alustapula on yleinen ongelma, joka johtuu alustojen määrästä, vetomestarin toiminnasta ja ahtaasta lähetyshallista, johon alustoja ei aina saada tuotua. Testaamon tilaamat uusintanäytteet ruuhkauttavat myös lähetyshallia. Alustojen puutteesta johtuvia häiriöaikoja on mahdollista lyhentää muun muassa aktiivisemmalla vetomestarin ja lastaajien välisellä yhteistyöllä.
4. Paketointilinja 2 on alkujaan erilaiselle materiaalille suunniteltu linja. Pitkät niput hidastavat tuotantoa merkittävästi. Esimerkkinä tästä on muun muassa manuaalinen pitkien nippujen nosto paketointilinjalle siltanosturilla.
5. Linjojen varustelut kuluttavat suhteellisen paljon aikaa. Varustelun ennakoivalmisteluilla ja toimintatapamuutoksilla häiriöaikoja on mahdollista lyhentää. Linjojen seisokkiajat kannattaa hyödyntää tehokkaasti muun muassa varusteluihin.
6. Huonolaatuinen varusteltava materiaali on aiheuttanut häiriöitä. Jos esimerkiksi kalvorullassa havaitaan ulkoisia laatuvirheitä, ei sitä kannata edes kokeilla asentaa kalvokelkkaan.
7. Leikkauksen ja niputuksen toiminta on välillä huolimatonta, jolloin huonolaatuisia tuotteita pääsee paketointilinjalle ja jopa lastattavaksi asti. Silloin nipputietojen sel-

vittelyssä voi kestää kauan. Linjan seisokkiaika menee kuitenkin paketointilinjan piikkiin.

8. Nippukoot eivät ole aina niin suuria kuin olisi sallittua. Nippuihin olisi usein mahdollista niputtaa suurempi määrä arkkeja. Tästä seuraa turhaan suurempia nippumääriä kelaa kohden, mikä hidastaa tuotantoa paketointilinoilla.
9. Merkittävä osa laitevioista ja -häiriöistä kohdistuu sitomakoneisiin. Niiden ennakkohuoltotoiminnalla on suuri merkitys linjojen tehokkuudelle.
10. Rajavioista aiheutuvat häiriöt ovat yleisiä molemmilla linjoilla. Niiden ennakkohuoltoon ja puhtaanapitoon kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Osan töistä voisi mahdollisesti sisällyttää viikkohuolloissa suoritettaviin käyttöhenkilöstön töihin.
11. Vuorojen välisissä toimintatavoissa on eroja, jotka aiheuttavat eroja tuotantomääriin. Erot näkyvät muun muassa linjojen varustelussa, toiminnassa häiriötilanteissa sekä lähetyshallissa vetomestareiden, nosturikuljettajien ja lastaajien toiminnoissa.

Linjojen toimintaperiaatteissa ja vuorojen toimintatavoissa havaittiin parannusmahdollisuuksia. Ongelmiin löydettiin mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja, joiden avulla paketointilinjojen toimintaa on mahdollista tehostaa. Jokainen tunti, jolla häiriöaikoja saadaan vähennettyä, kasvattaa tuotantoaika ja mahdollistaa siten nykyistä korkeamman tuotantokapasiteetin. LKT on yksi Raahen tehtaan suurimmista osastoista ja nauhalevyleikkauslinjat ovat sen tärkeimmät tuotantolinjat. Niiden tehokas on toiminta erittäin tärkeää tuotannon kannalta. Hitaasti paketoitavien, pitkien nauhalevynippujen osuus Ruukin myymistä tuotteista on koko ajan kasvava, joten linjojen toiminnan täytyy kehittyä tulevaisuudessakin.

## LÄHTEET

1. Historia – Ruukki. 2014. Rautaruukki Oyj. Saatavissa: [www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia](http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia). Hakupäivä 7.3.2014.
2. Ruukin konsernirakenne. 2014. Rautaruukki Oyj. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Konsernirakenne>. Hakupäivä 10.3.2014.
3. Raahen tehtaan esittely. 2014. Powerpoint-esitys. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
4. Paganus, Pekka 2014. LKT:n esittely. Powerpoint-esitys. Raahen tehtaalla: Rautaruukki Oyj.
5. Scandinavian Center for Maintenance Management Finland ry. 1996. Käynnissäpidon johtaminen ja talous. Rajamäki: KP-Media Oy.
6. Mikkonen, Henry 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
7. Laine, Hannu 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 16. Helsinki: KP-Media Oy.
8. Järviö, Jorma – Piispa, Taina – Parantainen, Timo – Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. Helsinki: KP-Media Oy.
9. Aalto, Heikki 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: KP-Tieto Oy.
10. Rother, Mike 2011. Toyota Kata: Ihmisten johtamista kohti parantamista, mukautumista ja parempia tuloksia. Helsinki: Readme.fi.
11. Toivonen, Teemu 2013. Toyota Kata. PowerPoint-esitys. Saatavissa: [http://www.slideshare.net/TeemuToivonen1/toyota-kata-presentation-for-the-agile-finland-community?qid=2efa394d-11f1-4ee7-83c3-98d234cd7882&v=default&b=&from\\_search=5](http://www.slideshare.net/TeemuToivonen1/toyota-kata-presentation-for-the-agile-finland-community?qid=2efa394d-11f1-4ee7-83c3-98d234cd7882&v=default&b=&from_search=5). Hakupäivä 7.4.2014.
12. Rother, Mike 2010. Toyota Kata presentation for the Agile Finland. PowerPoint esitys. Saatavissa: [http://www.slideshare.net/mike734/toyota-kata-3101182?qid=2efa394d-11f1-4ee7-83c3-98d234cd7882&v=default&b=&from\\_search=1](http://www.slideshare.net/mike734/toyota-kata-3101182?qid=2efa394d-11f1-4ee7-83c3-98d234cd7882&v=default&b=&from_search=1). Hakupäivä 8.4.2014.

13. Toyotan askeltavan jatkuvan parantamisen tekniikka. 2011. IMS Business Solutions Oy. Saatavissa:  
[http://www.ims.fi/sites/default/files/article\\_attachments/21112\\_Artikkeli\\_Toyotan\\_askeltavan\\_jatkuvan\\_parantamisen\\_tekniikka\\_KATA.PDF](http://www.ims.fi/sites/default/files/article_attachments/21112_Artikkeli_Toyotan_askeltavan_jatkuvan_parantamisen_tekniikka_KATA.PDF). Hakupäivä 9.4.2014.
14. Ojala, Antero 2010. Nauhalevyleikkauslinja 2:n ennakkohuoltotoiminnan kehittäminen. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, tekniikka, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa:  
[www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23307/Ojala\\_Antero.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23307/Ojala_Antero.pdf?sequence=1). Hakupäivä 13.3.2014.
15. Sisäinen raportti. 1.12.2010. SW-Development Oy.
16. Eveman-toiminnanohjausjärjestelmä. Tuotantoraportti 1.1.2013 – 31.12.2013.
17. Nikupeteri, Sini 2012. Nauhalevytuotteiden ohjaustoimintojen kehittäminen. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa:  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42686/Nikupeteri\\_Sini.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42686/Nikupeteri_Sini.pdf?sequence=1). Hakupäivä 24.3.2014.
18. Tabell, Kari 2014. Lastaaja, Ruukki Metals Oy. Keskustelu lähetyshallin toiminnasta. 8.4.2014.
19. Käräjäoja, Antero; Lehtikangas, Jani 2014. LKT:n tuotannonohjaajat, Ruukki Metals Oy. Keskustelu LKT:n tuotannosta. 9.4.2014.
20. Sisäinen raportti. 21.6.2011. SW-Development Oy.
21. Tervo, Olli-Pekka 2014. Käyttömies, Ruukki Metals Oy. Keskustelu paketointilinja 2:n toiminnasta. 23.3.2014.
22. Tohu, Petri 2014. Lastaaja, Ruukki Metals Oy. Keskustelu lähetyshallin toiminnasta. 27.3.2014.
23. Sisäinen raportti. 12.10.2011. SW-Development Oy.



## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä <sup>1</sup> Mikko Ahonen [REDACTED]	Tilaja <sup>2</sup> Ruukki Metals Oy
	Tilajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot <sup>3</sup> Antti Vasankari [REDACTED]	
	Työn nimi <sup>4</sup> <b>Arkkileikkauslinjojen paketoitiruuhkien vähentäminen</b>	
	Työn kuvaus <sup>5</sup> LKT:ssa on kaksi nauhalevyjen arkituslinjaa ja näiden jatkeena erilliset paketoitilinjat. Nauhalevytuotannon merkittävä rajoittava tekijä on paketoitilinjoiden häiriöt, joista suurin on linjojen ruuhkautuminen eli ne eivät kerkeä paketoita nippuja sitä mukaan kun niitä valmistuu leikkauslinjalta. Vuoden 2013 aikana ruuhkaa syntyi linjoille yhteensä noin 1 000 tuntia. Työssä pyritään löytämään syyt merkittävimpien häiriöiden takana ja vaikuttamaan niihin.	
	Työn tavoitteet <sup>6</sup> Työn tavoitteena on tehdä selvitys arkkilinjoiden tuotantokapasiteettia rajoittavista paketoitilinjoiden häiriöistä ja laatia toimenpidesuunnitelma häiriöiden vähentämiseksi. Keskeisten häiriöiden lisäksi tulee kuvata ja ymmärtää linjojen toimintatavoista johtuvat toiminnalliset puutteet ja parannusmahdollisuudet.	
	Tavoiteaikataulu <sup>7</sup> Työ on tavoitteena saada valmiiksi 30.6 mennessä, mahdollisesti aikaisemminkin.	
	Päiväys ja allekirjoitus <sup>8</sup> 11/3/2014 Tekijän allekirjoitus Mikko Ahonen Mikko Ahonen	11/3/2014 Tilajan allekirjoitus Antti Vasankari Antti Vasankari
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.</li> <li>2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.</li> <li>3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.</li> <li>4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.</li> <li>5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtökohdat ja työssä ratkaistavat ongelmat.</li> <li>6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.</li> <li>7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.</li> <li>8. Lähtötietomuiستio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilajan yhdyshenkilö.</li> </ol>		

## Nauhalevyleikkauslinja 2, tuotetiedot

- Maksiminopeus 45 m/min
- Nauhan paksuus 2 - 15 mm
- Nauhalevyn pituus 1 500 - 12 300 mm
- Nauhalevyn leveys
  - valssausreunoin 770 - 1860 mm
  - leikatuin reunoin 770 - 1830 mm
- Maksimi nippukoko 8 000 kg
- Maksimi kelapaino 35 t
- Vuosituotanto 230.000 t

## Nauhalevyleikkauslinja 3, tuotetiedot

- Maksiminopeus 40 m/min
- Nauhan paksuus 1,5 - 10 mm
- Nauhalevyn pituus 1 000 - 13 000 mm
- Nauhalevyn leveys
  - valssausreunoin 700 – 2 050 mm
  - leikatuin reunoin ei reunaleikkausta
- Maksimi nippukoko 8 000 kg
- Maksimi kelapaino 30 t
- Vuosituotanto 200.000 t