

# **Putkitehtaan H1- ja H2-tuotantolinjojen loppupäiden kehittä- minen**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Riihimäki, syksy 2017

Antti Aaltonen

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Antti Aaltonen	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Putkitekhaan H1- ja H2-tuotantolinjojen loppupäiden kehittäminen	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Tapio Väisänen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SSAB Europe Oy:n Hämeenlinnan putkitekhaan. Työn tarkoitus oli kehittää putkitekhaan H1- ja H2-putkituotantolinjoja siten, että niihin kohdistuvia linjan pysäytyksiä vähennetään. Tehtävänä oli löytää ongelmien oikeita juurisyitä ja ennaltaehkäistä niiden syntymistä.

Työssä tutkittiin aiheeseen liittyvää aineistoa ja kirjallisuuslähteitä. Tehtaalla työntekijöitä ja työnjohtajia haastateltiin ryhmäkeskusteluina ja niistä saatuja tuloksia verrattiin aineistoon. Löydettyjä ongelmakohtia arvioitiin ja ongelmien juurisyitä etsittiin. Työssä syvennyttiin etenkin molempien linjojen niputusalueisiin ja sieltä löytyneisiin ongelmien juurisyihin.

Työn tuloksena löydettiin konkreettisia keinoja, kuinka ehkäistä ongelmien syntymistä. Työssä käytettyjä tutkimustapoja voidaan käyttää muiden tuotantolinjojen ongelmien selvittämisessä. Työn tuloksia voidaan seurata tulevien häiriöraportointien avulla.

**Avainsanat** kehitys, niputus, kommunikaatio

**Sivut** 33 sivua

Mechanical Engineering and Production Technology  
Riihimäki

---

<b>Author</b>	Antti Aaltonen	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Development project for the H1- and H2-production lines at the Hämeenlinna tube mill	
<b>Supervisors</b>	Tapio Väisänen	

---

ABSTRACT

This thesis project was commissioned by the Hämeenlinna tube mill of SSAB Europe Ltd. The purpose of this project was to develop production lines H1 and H2, by reducing the production line stoppages with them. The topic of this thesis was to find the right root causes for the problems, and to find the best methods for preventing these problems.

The project started by examining the different materials and literature sources on the subject. Many of the factory workers and foremen were interviewed as teams. The results of the interviews were compared to the material that was acquired from SSAB Europe Ltd. All the problems detected were assessed trying to find the real root causes behind the problems. In this project the key focus was to develop the end of the production line. This location is called the bundling area. Another goal was finding methods to solve problems in this area.

As a result of this project several methods for avoiding problems were found. Also several methods were found to prevent problems before they even occur. The different methods for analyzing the material that were used during this project can also be used in future projects. The results of this project can be monitored through future interference reports.

**Keywords** Development, bundling, communication

**Pages** 33 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY.....	1
2.1	Konserni.....	1
2.2	Hämeenlinnan putkitehdas.....	2
2.3	Toimeksiannon esittely.....	2
3	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	4
3.1	Kvantitatiivinen tutkimus.....	4
3.2	Kvalitatiivinen tutkimus.....	4
3.3	Juurisyyanalyysi.....	5
3.3.1	Kalanruotokaavio.....	5
3.3.2	Aivoriihi.....	6
3.3.3	5xMiksi analysointimenetelmä.....	6
3.3.4	Menetelmien valinta.....	7
4	PUTKEN VALMISTUS.....	8
4.1	Aukikelaus.....	8
4.2	Rainavaraaja.....	9
4.3	Muovaus.....	10
4.4	HF-hitsaus ja höyläys.....	11
4.5	Pyörrevirtatarkastus, kalibrointi ja profilointi.....	13
4.6	Määrämittakatkaisu.....	14
4.7	Niputus.....	15
5	TIEDON JÄSENTELY JA ONGELMIEN KARTOITUS.....	17
5.1	H1 niputusalueen ongelmat.....	19
5.1.1	Romupaikka.....	19
5.1.2	Vanteutuskone.....	20
5.1.3	Noutotaso.....	21
5.1.4	Automaatiojärjestelmä.....	22
5.2	H2 niputusalueen ongelmat.....	22
5.2.1	Romupaikka.....	23
5.2.2	Vanteutuskone.....	24
5.2.3	Niputuslaitteisto.....	24
6	KORJAAVAT TOIMENPITEET.....	26
6.1	H1-niputusalueen ongelmien korjaaminen.....	26
6.1.1	Romupaikka.....	26
6.1.2	Vanteutuskone.....	27
6.1.3	Noutotaso.....	28
6.2	H2 niputusalueen ongelmien korjaaminen.....	28
6.2.1	Romupaikka.....	28
6.2.2	Vanteutuskone.....	29

6.2.3 Niputuslaitteisto .....	29
6.3 Toimenpiteiden yhteenveto.....	30
7 YHTEENVETO JA POHDINTA TYÖN TULOKSISTA.....	32
LÄHTEET.....	33

## 1 JOHDANTO

Terästeollisuudessa kuten muussakin teollisuudessa pyritään olemaan alan paras tekijä. Kilpailu parhaan tittelistä on kovaa ja lähes jokaisella osa-alueella vertaillaan jatkuvasti. SSAB:n tavoite on olla maailman paras teräsyhtiö ja kaikki tekeminen tähtää tämän toteutumiseen. Vertailua suoritetaan muun muassa työturvallisuudesta ja tuottavuudesta. Tuottavuutta voidaan mitata esimerkiksi toimitusvarmuuden mukaan. Jotta voidaan pitää yllä hyvää toimitusvarmuutta, täytyy tilaukset saada tuotettua oikeassa aikataulussa, mikä vaatii tuotantolinjojen toimintavarmuutta. Toimintavarmuuden saavuttamiseksi tuotantolinjojen ongelmia koetaan jatkuvasti kehittää.

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan Hämeenlinnan putkitehtaan tuotantolinjoihin ja niiden kehittämiseen. Etenkin putkituotantolinjojen H1 ja H2 toimintaa tulisi viedä eteenpäin. Häiriöitä ja vikoja esiintyy useita, jotka aiheuttavat linjan pysäyttämisen. Työssä pyritään etsimään pahimpia ongelmakohtia ja etsimään niihin ratkaisuja, joilla voitaisiin ennaltaehkäistä ongelmien syntyä. Raportoitua dataa on analysoitu erilaisin menetelmin ja on pyritty löytämään ne tärkeimmät juurisyyt ongelmien synnystä.

## 2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

### 2.1 Konserni

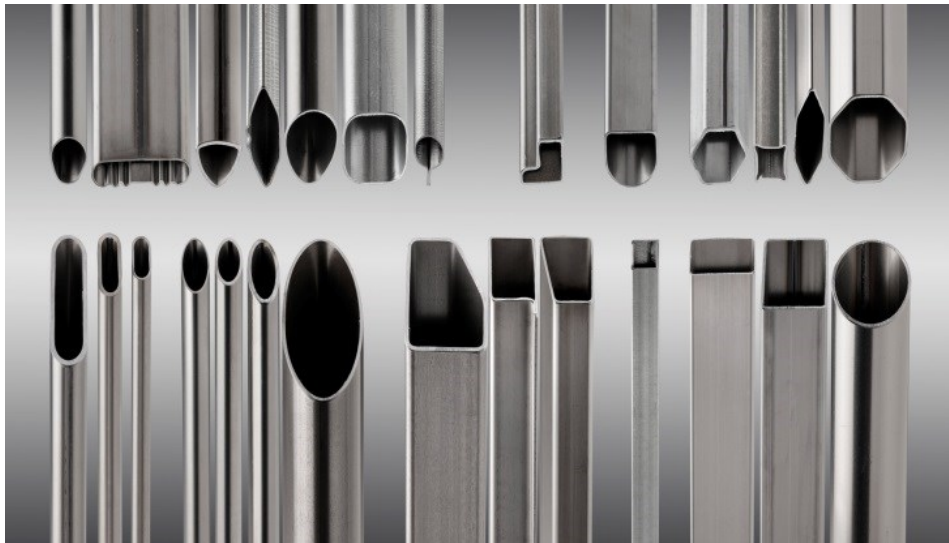
SSAB on maailmanlaajuinen teräsyhtiö ja yksi johtavista erikoislujien terästen ja niihin liittyvien palveluiden toimittajista. SSAB on valmistanut terästä jo vuodesta 1878 alkaen. Ensimmäinen tehdas sijaitsi Borlängessa Ruotsissa, jossa valmistetaan terästä edelleen. SSAB-konserni on jaettu viiteen eri divisioonaan: SSAB Special Steels, SSAB Europe, SSAB Americas, Tibnor ja Ruukki Constructioniin. SSAB-konserni työllistää 15 000 työntekijää yli 50 eri maassa. Konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli 55 miljardia Ruotsin kruunua. (SSAB Intranet 2017.)

SSAB valmistaa korkealaatuisia nauha-, kvarttolevy- ja putkituotteita. Jokainen tuote räätälöidään asiakkaan tarpeita vastaavaksi. Suuren tuotantomäärän vuoksi konserni on jakautunut eri divisiooniin. Suomessa kuuluu SSAB Europeen, jonka asiakkaita ovat esimerkiksi autoteollisuus ja materiaalinkäsittely. SSAB European tärkeimmät tuotantolaitokset sijaitsevat Ruotsin Borlängessa ja Luulajassa sekä Suomen Raahessa ja Hämeenlinnassa. SSAB Europe työllistää noin 6900 työntekijää. (SSAB Intranet 2017.)

## 2.2 Hämeenlinnan putkitehdas

Rautaruukki Oyj eli nykyinen SSAB aloitti teräksen valmistuksen Suomessa 1960-luvulla. Ensimmäinen tehdas perustettiin Raahen, jossa edelleen valmistetaan terästä. Hämeenlinnan tehdas valmistui vuonna 1972 ja se alkoi valmistaa nauhamaisia terästuotteita kylmävalssatusta ja sinkitystä levystä. Sittemmin tuotanto on kasvanut ja nykyään Hämeenlinnan tehdas vastaa etenkin sinkityn teräksen tuotannosta. (SSAB Intranet 2017.)

Hämeenlinnan putkitehdas ostettiin vuonna 1973 Huhtamäeltä. Putkitehdas sijaitsee samalla tontilla Hämeenlinnan tehtaan kanssa. Putkitehdas valmistaa pituussaumahitsattuja teräsputkia. Tehtaalla on yhteensä neljä tuotantolinjaa. Niistä kolme tuottaa ohutseinäputkia ja yksi rakenneputkea. Materiaalin paksuus vaihtelee 0,8 – 6,3 mm:n välillä ja halkaisija vaihtelee 26,9 – 76,1 mm:n välillä. Materiaaleina käytetään pääosin kylmä- tai kuumavalssattua terästä tai sinkkipäällystettyä terästä. Suurin osa tuotannosta on profiililtaan pyöreitä tai suorakulmaisia putkia, mutta putken profiilia on helppo muuttaa juuri asiakkaan haluamaksi. Kuvassa 1 esitellään Hämeenlinnan putkitehtaan valmistusprofiileja. Putkitehtaalla työskentelee 83 työntekijää ja vuosittainen tuotantokapasiteetti on 80 tonnia vuodessa. (SSAB Intranet 2017.)



Kuva 1. Hämeenlinnan putkitehtaan valmistusprofiileja (SSAB esittelymateriaali 2017)

## 2.3 Toimeksiannon esittely

Toimeksiantona oli paneutua ja etsiä tuotantolinjoihin H1 ja H2 liittyviä ongelmakohtia ja etsiä niille ratkaisuja. Tehtävänä oli vähentää linjojen pysähdyksiä ja ennaltaehkäistä niiden syntymistä. Tiedonhaussa hyödynnettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, omia kokemuksiani ympäristöstä ja työstä, työntekijöiden kanssa käytyjä haastatteluita sekä Excel-

pohjaista tietokantaa. Tietokanta oli kerätty 1/2017 – 9/2017 väliseltä ajalta ja se sisälsi kaikki tuotantolinjojen pysähdysten syyt kyseiseltä aikaväliltä.

Tuotantolinjat H1 ja H2 sijaitsevat samalla käytävällä. Molemmilla linjoilla on ongelmia samankaltaisten asioiden kanssa. Niputusalueet aiheuttavat erityisen paljon häiriöitä ja täten linjapysähdyksiä. Rajauksena tässä työssä ei keskitytä linjoihin H3 ja H4, eikä lähetysvarastoon. Linjoilta H1 ja H2 pyritään löytämään oikeat juurisyyt häiriöiden takaa, jotta häiriöt osattaisiin ehkäistä jatkossa.

Linjoissa on paljon samaa. Niputusalueet on molemmissa automatisoituja, eli operaattori tai niputtaja, seuraa prosessia valvontataululta ja operoi sieltä käsin. Kelausalueet ovat myös automatisoidut, mutta logiikkaeroja löytyy paljon linjoista. Koneet ja laitteet on suunniteltu eri yritysten tahoilta ja niissä esiintyy eroja esimerkiksi toimintojen suoritukseen liittyen. Tämä vaikeuttaa yhteisten päätösten tekemistä ja työssä joudutaan keskittymään ongelmakohtiin yksityiskohtaisesti, eikä luotua toimintatavan muutosta pystytäkään välttämättä toistamaan toisaalla suvereenisti. Työn ideana on parantaa tai muuttaa opittuja toimintatapoja ja tuoda kunnossapidon tietoisuuteen työkannalta oleellisia asioita.



### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

#### 3.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus on tutkimusmenetelmä, joka antaa yleisen kuvan mitattavien ominaisuuksien välisistä suhteista ja eroista tilastojen ja numeroiden avulla. Menetelmässä pyritään vastaamaan kysymyksiin: mikä, missä, paljonko ja kuinka usein? Määrälliselle tutkimukselle olennaisia asioita ovat tietojen numeraali esitystapa, tiedon strukturointi eli tutkittavien asioiden vakiointi, mittaaminen, objektiivisuus ja suuri aineiston määrä. Määrällisessä tutkimuksessa mittaamista on kaikki, missä tehdään eroja tutkittavien yksiköiden välille. Yksiköt ovat tutkimuksessa esitetty numeraalisesti ja oleelliset asiat on myös selitetty sanallisesti. Tilastollisten menetelmien käyttö edellyttää suurta aineiston määrää ja mahdollisten virheitten ennakoitua. Tutkimuksen objektiivisuudella tarkoitetaan, että tutkija pysyy mahdollisimman puolueettomana koko tutkimusprosessin ajan. (Vilka 2007, 13–17.)

Määrällisen tutkimuksen aineisto jaetaan kahteen kategoriaan, primääriin ja sekundaariseen. Primäärinen aineisto on yleensä tutkijan itsensä hankkimaa tietoa, joka vastaa suoraan tutkimusongelmaan. Aineistoa kerätään yleensä haastattelemalla tai erilaisilla kyselyillä. Sekundaarinen aineisto taas on yleensä kerätty muuhun kuin tutkimuskäyttöön. Sen keräämisen tapoja ovat yleensä erilaiset tilastot ja tietokannat. Sekundaariset aineistot eivät yleensä anna suoraa tietoa tutkimusongelmaan, vaan tieto täytyy etsiä tutkimustuloksista. (Vilka 2007, 33–34.)

Opinnäytetyössä on käytetty sekundaarista aineistoa, joka on saatu toimeksiantajalta. Tutkimusaineistoa arvioitaessa on mietittävä aineiston validiteettia ja reliabiliteettia. Validiteetti ilmaisee, kuinka hyvin tutkimuksessa käytetty mittaus- tai tutkimusmenetelmä mittaa juuri oikeaa ominaisuutta, kun taas reliabiliteetti ilmaisee, kuinka luotettavasti ja toistettavasti mitataan haluttua ominaisuutta (Hiltunen 2009, 2).

#### 3.2 Kvalitatiivinen tutkimus

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on tutkimusmenetelmä, joka pyrkii ymmärtämään käyttäytymisen tai päätösten syitä. Menetelmässä pyritään vastaamaan kysymyksiin: miksi, miten ja millainen? Laadullisessa tutkimuksessa olennaista on pieni tutkittavien määrä ja tavoitteena on ymmärtää ongelmaa, ei niinkään ongelman toistuvuutta. Laadullisen tutkimuksen menetelmiä ovat muun muassa henkilökohtaiset haastattelut sekä ryhmähaastattelut. (Heikkilä 2014, 6–8.)

Opinnäytetyössä on valittu määrällisen aineiston avulla ne kriittiset paikat, joista tulee eniten linjojen pysäyttämiseen johtavia häiriöitä. Teorian tueksi valittiin pienempi otos työntekijöitä ryhmähaastatteluun. Tuotan-

tolinjojen H1 ja H2 miehistöistä valittiin eri-ikäisiä ja eri taustaisia henkilöitä. Henkilöillä oli laajalti osaamista eri tehtävistä ja jokaisen sanaa kuultiin. Haastattelun tarkoituksena oli löytää syitä pysähdyksille ja heidän omia uusia näkökulmia asioihin. Haastatteluissa ei menty virallisia kaavoja pitkin vaan tilanne oli rennompaa ja aivoriihen tapainen. Myös yhden vuoron sivulastaajia haastateltiin heidän ongelmistaan ja ideoistaan.

### 3.3 Juurisyyanalyysi

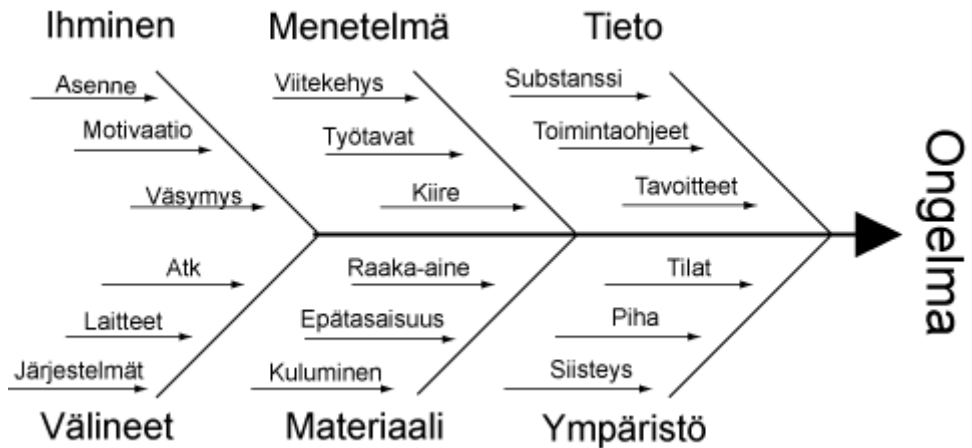
Juurisyyanalyysin tarkoituksena on löytää ongelman juurisyy. Juurisyy tarkoittaa tiettyä perussyitä, josta ongelma koostuu. Perussyyn löytämisellä voidaan korjata ongelma ja estää sen toistuminen tulevaisuudessa. Mikäli ongelman juurisyy ei löydy, pyritään minimoimaan sen vaikutuksia tulevaisuudessa.

Juurisyyanalyysi voidaan toteuttaa käyttäen monia menetelmiä. Seuraavaksi esitellään käytetyimpiä menetelmiä ja kerrotaan mitä niistä käytettiin ja miksi.

#### 3.3.1 Kalanruotokaavio

Kalanruotokaavio on laatujohtamisen ja prosessinkehittämisen työkalu. Nimi Ishikawa viittaa keksijäänsä japanilaiseen professori Kaoru Ishikawaan. Kaavio tunnetaan useimmiten syy-seurauskaaviona. Kaavion ideana on selvittää ongelmien syitä, pureutumalla niihin syväluonteisesti. Työkalu auttaa löytämään vian tai häiriön juurisyytä, eli mistä komponenteista häiriö tai vika koostuu ja auttaa korjaamaan juuri oikeita syitä. Kalanruoto kaavio voidaan tehdä myös ryhmässä. (Laatuakatemia 2010.)

Kaavio aloitetaan määrittelemällä ongelma ja se kirjoitetaan päätteen tai paperin oikeaan reunaan. Seuraavaksi kaavioon piirretään ”pääruodot” ja niihin alle pienempiä ruotoja. Pääruotoihin kirjataan ongelman perussyitä. Perussyitä voivat olla esimerkiksi koneet, ihmiset, materiaalit ja niin edelleen. Sopiva määrä perussyitä on noin 3-6 kappaletta. Tässä vaiheessa pääruotojen sisälle kirjataan ongelmia, jotka liittyvät perussyiden syntymiseen. Näitä syitä voidaan analysoida syvemmälle, jotta löydettäisiin ne oikeat syyt ongelmille. Prosessia voidaan jatkaa niin kauan kuin sen tiedetään olevan avuksi oikeiden juurisyyden löytämiseksi. Kuvassa 2 nähdään kalanruotokaavion hahmotelma. (Laatuakatemia 2010.)



Kuva 2. Kalanruotokaavio (Laatuakatemia 2010)

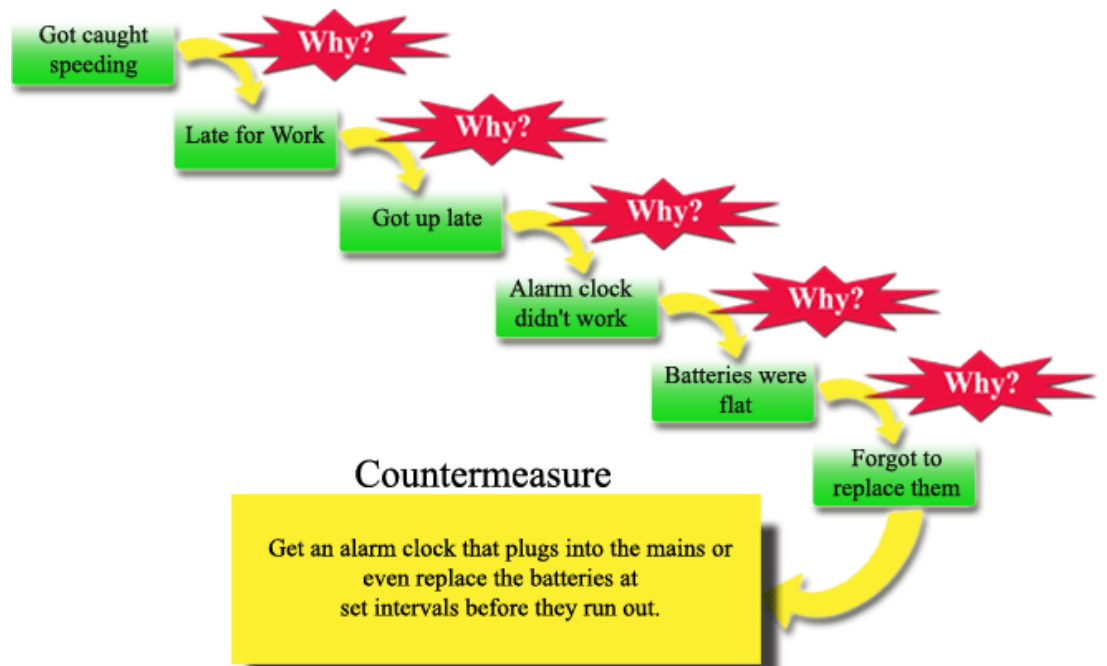
### 3.3.2 Aivoriihi

Aivoriihi on ryhmätyömenetelmä, jota käytetään kun halutaan saada mahdollisimman monta ideaa nopeassa ajassa. Menetelmä voidaan jakaa kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa tuotetaan mahdollisimman paljon uusia ideoita, ilman sen suurempaa arviointia onko idea hyvä vai huono. Toisessa vaiheessa ideoita työstetään kriittisesti arvioiden ja huonoksi todetut ideat karsitaan pois. Jäljelle jääneet eniten kannatusta saaneet ideat viedään eteenpäin. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004, 82.)

### 3.3.3 5xMiksi analysointimenetelmä

5xmiksi auttaa tunnistamaan juurisyyn. Sen ideana ei ole ratkaista itse ongelmaa, mutta tekniikan avulla pystytään syventymään ongelmaan ja löytämään juurisyitä. Menetelmä on hyvin yksinkertainen. Käytännössä menetelmässä kysytään viisi kertaa miksi. Jokaisella kysyntäkerralla syvennytään lisää ongelmaan, ja viidennellä kysymyksellä ollaan jo lähellä juurisyitä. Menetelmää voidaan myös jatkaa viidennen kysymyksen jälkeen. Tekniikan hyviä puolia on sen helppous käytännössä, se on nopea tehdä ja sillä saadaan nopea analyysi ongelman juurisyistä, joita korjaamalla saadaan isoja hyötyjä.

Monissa ongelmanratkaisutilanteissa keskitytään liian sokeasti siihen ensimmäisenä nousseeseen ongelmaan. Kuvassa 3 on esimerkki analyysistä. Menetelmää voidaan käyttää yhdistettynä muihin analyysihin, kuten kalanruotokaavioon. Kalanruotokaavion perussyitä ja niiden koostumista voi pohtia 5xMiksi:ä hyödyntämällä.



Kuva 3. 5xMiksi analyysi (Educational Business Articles 2016)

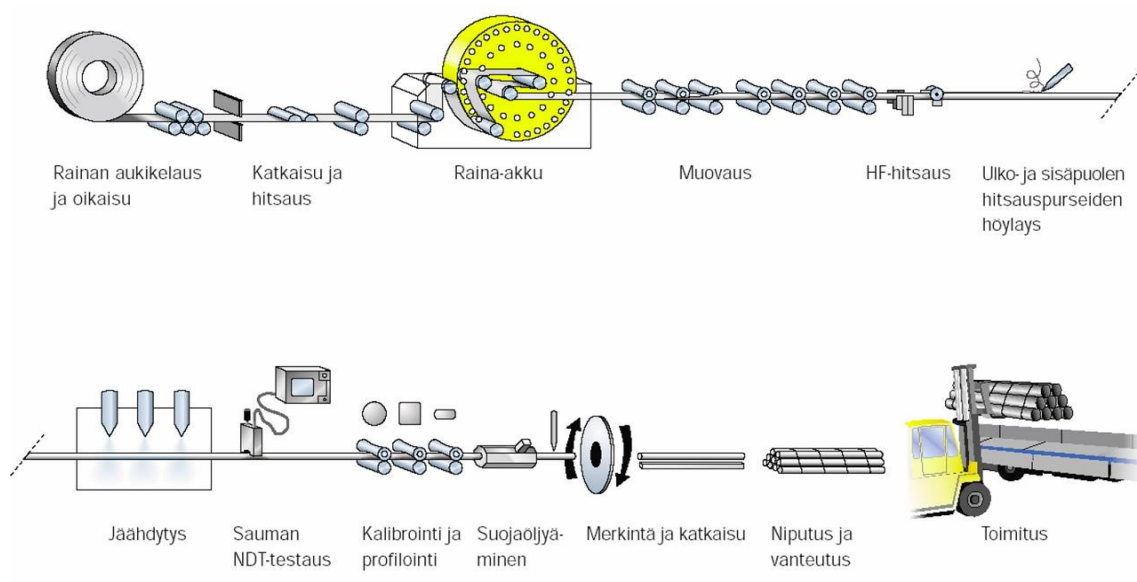
### 3.3.4 Menetelmien valinta

Tässä opinnäytetyössä käytettiin menetelminä kalanruotokaaviota ja aivoriieheä. Kalanruotokaavio luotiin toimeksiantajalta saaman aineiston pohjalta. Kalanruotokaaviota esiteltiin tuotantohenkilöstölle ryhmähaastatteluissa. Haastatteluissa asioita käytiin läpi aivoriiehen avulla. Ensin he keksivät erilaisia ideoita ja sitten niitä arvioitiin yhdessä. Keskustelun jälkeen tiedossa oli ne ongelmakohdat, joihin tulisi perehtyä lisää.

Analysissä ei käytetty 5xmiksi -menetelmää. Menetelmä soveltuu tietyn juurisyyn löytämiseen. Tässä tapauksessa juurisyöt olivat moniulotteisia, ja niitä on vaikea analysoida tarkkaan. Menetelmä toimii, kun etsitään esimerkiksi sitä yhtä juurisyötä ongelmaan.

## 4 PUTKEN VALMISTUS

Putken valmistus lähtee raaka-aineesta eli rainasta. Raina saadaan aikaan Raahessa tai Hämeenlinnassa, jossa nauhakelasta leikataan pituusleikkauksessa kapeampia nauhakeloja eli rainoja. Nämä leikatut rainat kuljetaan leikkauksen jälkeen putkitehtaalle junanvaunuilla. Kuvassa 4 esitellään Hämeenlinnan putkitehtaan tuotantoprosessi.



Kuva 4. Putken valmistusprosessi (SSAB esittelymateriaali 2017)

### 4.1 Aukikelaus

Prosessi lähtee käyntiin aukikelauksesta, jossa raina syötetään tuotantolinjalle. Kuvassa 5 näkyy linjalle nostettu raina tuurnan päällä. Aukikelattu raina hitsataan automaattikoneella toiseen rainaan, joka on jo sisällä prosessissa. Eli koko prosessin matkalla kulkee yhtenäinen raina. Hitsauksen jälkeen sauma tarkistetaan ja hitsisauma tasataan kulmahiontakoneella.



Kuva 5. Raina tuurnalla (SSAB esittelymateriaali 2017)

#### 4.2 Rainavaraaja

Rainavaraajan tarkoituksena on mahdollistaa katkeamaton prosessi. Raina kelataan ympyrän malliseen rainavaraajaan linjan ajonopeutta suuremmalla nopeudella. Jolloin seuraavan rainan hitsaaminen edellisen häntään kiinni onnistuu ilman tuotantolinjan pysäyttämistä. Rainavaraajassa on tukirullia joita hyödyntäen, joskus jopa hyvin jäykkä raina saadaan ajettua varaajaan. Tukirullat eivät tässä vaiheessa valssaa rainaa, vaan ne vain ohjaavat rainan varaajaan kevyesti. Kuvassa 6 näkyy rainavaraaja käytännössä.

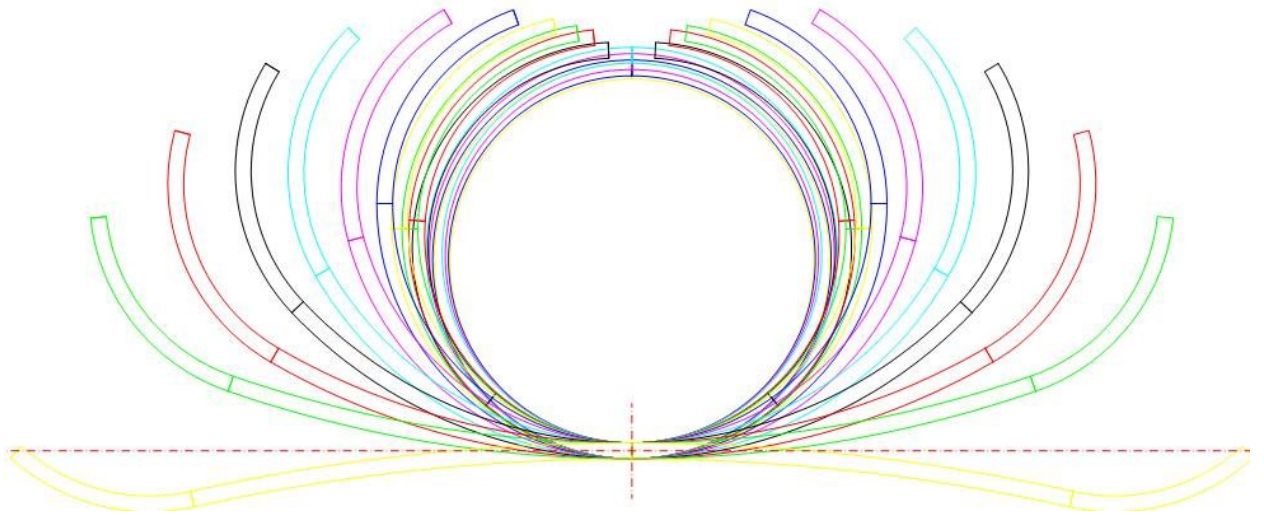




Kuva 6. Rainavaraaja (SSAB esittelymateriaali 2017)

### 4.3 Muovaus

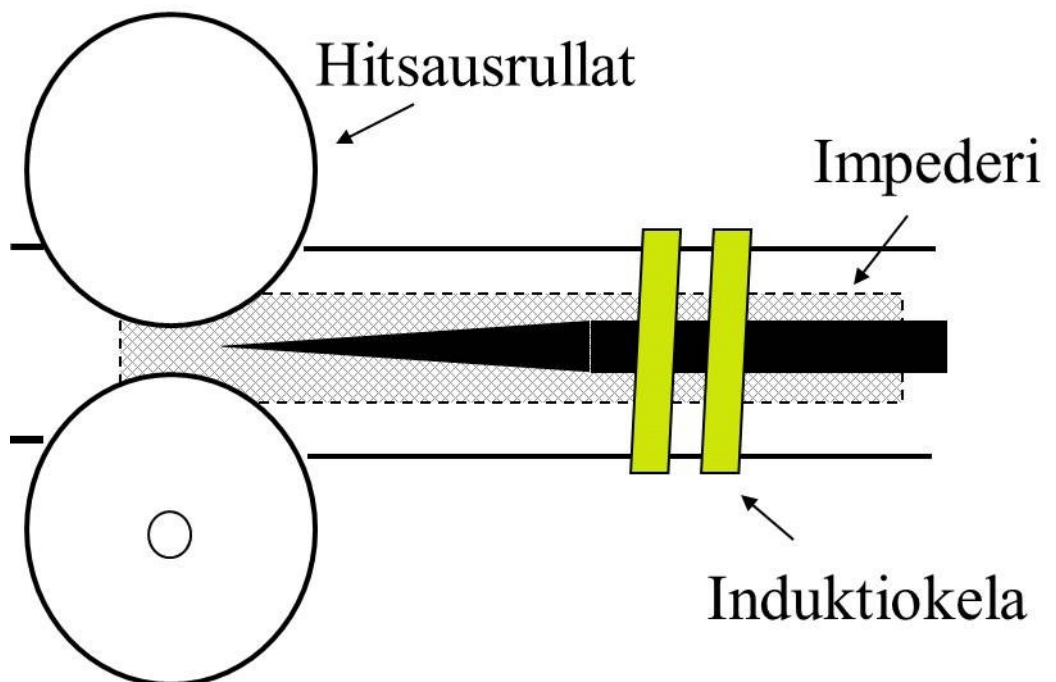
Muovauksessa rainaa aletaan pyöristää putkeksi. Pyöristäminen onnistuu erilaisilla geometrisilla rullilla. Äsken vielä levymäinen raina, alkaa pyöristyä jokaisella rullalla pyöreäksi putkeksi. Muovausrullasto koostuu ylä- ja alasuunnista vetävistä rullista ja vapaasti pyörivistä sivurullista. Muovausrullaston tarkoituksena on putken erittäin tarkka pyöristäminen. Nauhan reunat ovat tarkasti oikeassa positiossa toisiaan vasten hitsausta varten. Rullaston tarkoituksena on muovata nauha putkeksi, kuitenkin valssamatta sitä ohuemmaksi. Kuvassa 7 on esitelty hahmotelmana putken muovautumisen työvaiheet.



Kuva 7. Muovautumisen työvaiheet (SSAB esittelymateriaali 2017)

#### 4.4 HF-hitsaus ja höyläys

Hitsaukseen saapuessa putken muotoon muovattu raina kulkee kupari-kerukan läpi, joka indusoi putkeen korkeataajuisen sähkövirran. Putken sisällä oleva ferriittisauva, jota kutsutaan impederiiksi, johtaa virran rainan reunoihin ja kuumentaa reunat 1500-asteisiksi. Tämän jälkeen hitsausrullat puristavat kuumennetut rainan reunat yhteen luoden yhtenäisen hitsaussauman. HF-hitsaus eli niin sanottu induktiohitsaus on erittäin nopea tapa hitsata, juuri helpon tehonkohdistuksen ansiosta. Se mahdollistaa jopa 180 m/min hitsausnopeuden tuotantolinjoille. Kuvassa 8 on esitelty HF-menetelmä teoriassa ja kuvassa 9 käytännössä.



Kuva 8. HF-hitsaus teoriassa (SSAB esittelymateriaali 2017)





Kuva 9. HF-hitsaus käytännössä (SSAB esittelymateriaali 2017)

Hitsauksen jälkeen, sauman ollessa vielä punertavan kuuma, hitsauksessa syntynyt purse höylätään pois. Sauman molemmille puolille muodostunut purse höylätään ulkopuolisella höylällä ja myös halutessa sisähöylällä. Ulkopuolinen höylä tasoittaa sauman tasaiseksi putken ulkopinnan kanssa ja sisähöylä vastaavasti sisäpuolen. Tuotantolinjan kaikki putket ulkohöylätään, ja mikäli höyläys ei ole toleranssissa putki romutetaan. Kuvassa 10 näkyy kaksi höylää, jotka höyläävät putken ulkopurseen sileäksi.



Kuva 10. Ulkopuolinen höylä (SSAB esittelymateriaali 2017)

Sisähöylä asennetaan putken sisälle ja se pysyy kiinteänä paikallaan putken kulkiessa linjaa eteenpäin. Sisähöylä on kiinni impederissä ja sen höyläystä voidaan säätää putken koon mukaan. Putki sisähöylätään vain asiakkaan niin vaatiessa. Höyläyksen jälkeen valmistunut sauma jäähdytetään takaisin normaaliin lämpöön. Kuvassa 11 näkyy putken sisähöyläyksessä käytettävä sisähöylä.



Kuva 11. Sisähöylä (SSAB esittelymateriaali 2017)

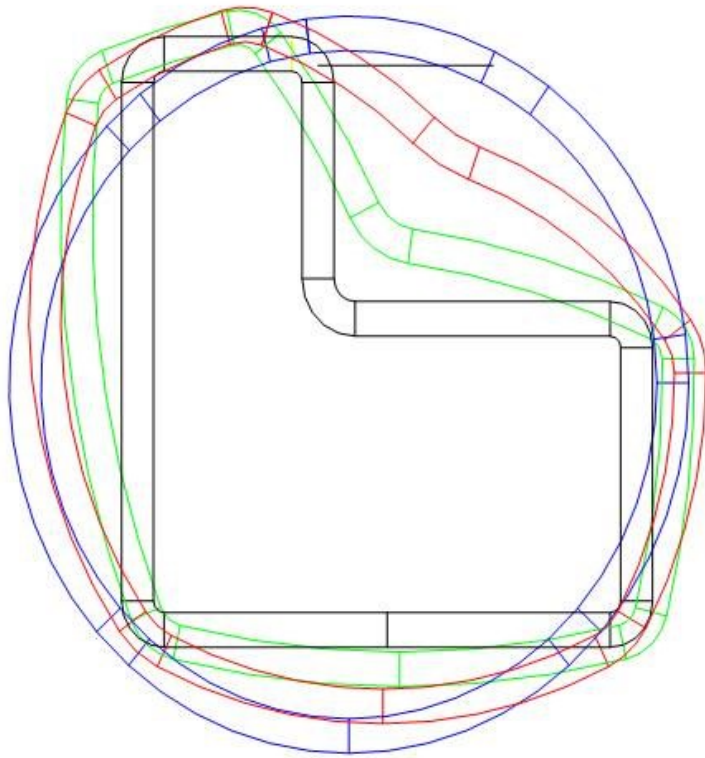
#### 4.5 Pyörrevirtatarkastus, kalibrointi ja profilointi

Pyörrevirtatarkastuslaitteisto eli NDT-testaus käy reaaliaikaisesti läpi jäähdytyksestä tulevaa putkea. Toiminta perustuu induktioon, eli sähköä johtavaan putkeen indusoidaan pyörrevirtoja ja muutokset magneettikentässä näyttävät virheelliset kohdat. Laitteisto tutkii putken hitsaus- ja saumaa, ja raportoii kaikki virheelliset kohdat. Laite tutkii esimerkiksi, onko saumassa hitsaamattomia alueita, pisaroita tai halkeamia. Virheellisen kohdan löytyessä se lajitellaan määrämittasahauksen jälkeen romuksi.

Tarkastuksen jälkeen jäähdytetty pyöreä putki ajetaan ensin kalibrointi- ja sitten profilointirullaston läpi. Kalibroinnissa putken ulkohalkaisijaa voidaan hienosäätää haluttuun mittaun. Rullasto koostuu 3-4 kalibrointipukista, joissa kussakin on kaksi rullaa.

Kalibroinnin jälkeen putki profiloidaan. Profilointi tapahtuu neljän rullan sarjoilla, joita kutsutaan myös ”turkkilaisiksi”. Nämä neljä rullaa puristavat profiloitavaa putkea neljästä suunnasta yhtäaikaaisesti, jolloin putki alkaa profiloitua haluttuun muotoon. Rullia säätämällä ja näiden rullastojen etäisyyksiä muokkaamalla voidaan luoda lähes mitä vain profiileja. Muokkaaminen tapahtuu vaiheittain, jokaisella rullapukilla muoto vaihtuu pikkuhiljaa. Esimerkkimuotoja ovat neliö, suorakaide, ovaali, kolmio, kuusikulmio, ja niin edelleen. Kuvassa 12 on hahmotelma putken profiilin muodostumisesta.

Profiloitu putki voidaan asiakkaan vaatimuksesta myös suojata öljykerroksella. Öljy antaa putkelle suojaa korroosiota ja muita epäpuhtauksia vastaan.



Kuva 12. Profiilin muodostuminen (SSAB esittelymateriaali 2017)

#### 4.6 Määrämittakatkaisu

Putket katkaistaan haluttuun mittaan määrämittakatkaisussa. Sahaus suoritetaan liikkuvalla niin sanotulla ”lentävällä sahalla”. Eli automaattinen saha kiihdyttää nopeutensa tuotantolinjan nopeuteen ja katkaisee putken ja palaa takaisin alkuasemaan seuraavaa katkaisua varten. Saha pystyy parhaimmillaan liikkumaan 180 m/min, eli samaa vauhtia kuin hitsaus on mahdollista suorittaa. Näin varmistetaan jatkuva tuotanto.

Määrämittakatkaisussa sahauspituuden voi säätää 4 metristä 12 metriin. Haluttu mitta syötetään järjestelmään asiakkaan tilauksen mukaan. Katkaisun jälkeen putket lajitellaan joko priimaksi eli eteenpäin meneviksi tai romutettaviksi, sen perusteella läpäisivätkö ne pyörrevirtaustarkastusta. Kuvassa 13 on niin sanottu ”lentävä saha”.



Kuva 13. "Lentävä saha" (SSAB esittelymateriaali 2017)

#### 4.7 Niputus

Sahatut ja priimaksi merkityt putket niputetaan määrättyihin nippukokoihin niputusalueella. Alue koostuu rullaradasta, jossa putki kuljetetaan niputuslaitteistolle. Niputus toimii automaattisesti linjoilla H1, H2 ja H4 ja linjalla H3 manuaalisesti. Automaattiniputuksessa kone tuo yksi kerrallaan putkia käsittelypöydälle, josta automaatti ottaa aina täyden varvin putkia ja siirtää ne nippuun. Varvilla tarkoitetaan aina yhtä kerrosta putkia. Automaatti kerää nippua asetetun reseptin mukaan, joka ohjeistaa, kuinka nippu tulee kasata. Esimerkiksi kantikkaat neliöputket kasataan neliön malliseen nippuun, jossa jokaisella varvalla on yhtä monta putkea. Pyöreitä putkia kasataan taas kuusikulmaiseen nippuun, jossa alimmassa kerroksessa on vähiten putkia kuten myös ylimmässä ja keskellä määrällisesti eniten putkia.

Putken siirtyessä rullarataa pitkin niputtimelle, putken päät tasataan oikeaan kohtaan. Kaikki nippuun tulevat putket ovat samoin päin ja päät tasan. Yhteen nippuun tulee myös vain yhtä pituutta kerrallaan. Nipun valmistuttua automaatio siirtää nipun vanteuttimelle, missä nippuihin asetetaan metallivanteet automaattikoneella. Vanteita tulee tietty määrä riippuen nipun pituudesta ja asiakkaan ohjeesta. Niputuksessa nippuja tulee myös käydä läpi silmämääräisesti. Kuvassa 14 näkyy niputusalueen loppupään noutotaso ja kippi, jossa pyöreää putkea on niputettu kuusikulmaiseen nippuun.

Valmiit niput toimitetaan lähetysvarastoon käyttäen sivulastaajia. Sivulastaajan tarkoituksena on nostaa putkinippu sivulastaustrukin kyytiin pi-



tuussuunnasta nipun sivulta. Sivulastaajassa on trukkipiikit sivulla, joiden avulla kuljettaja voi nostaa valmiin nipun linjasta ja ajaa sen varastoon. Tällöin putkinipun pituus ei ole ongelma ja myös 12 metriset niput pystytään kuljettamaan varastoon turvallisesti.



Kuva 14. Noutotaso ja kippi (SSAB esittelymateriaali 2017)

## 5 TIEDON JÄSENTELY JA ONGELMIEN KARTOITUS

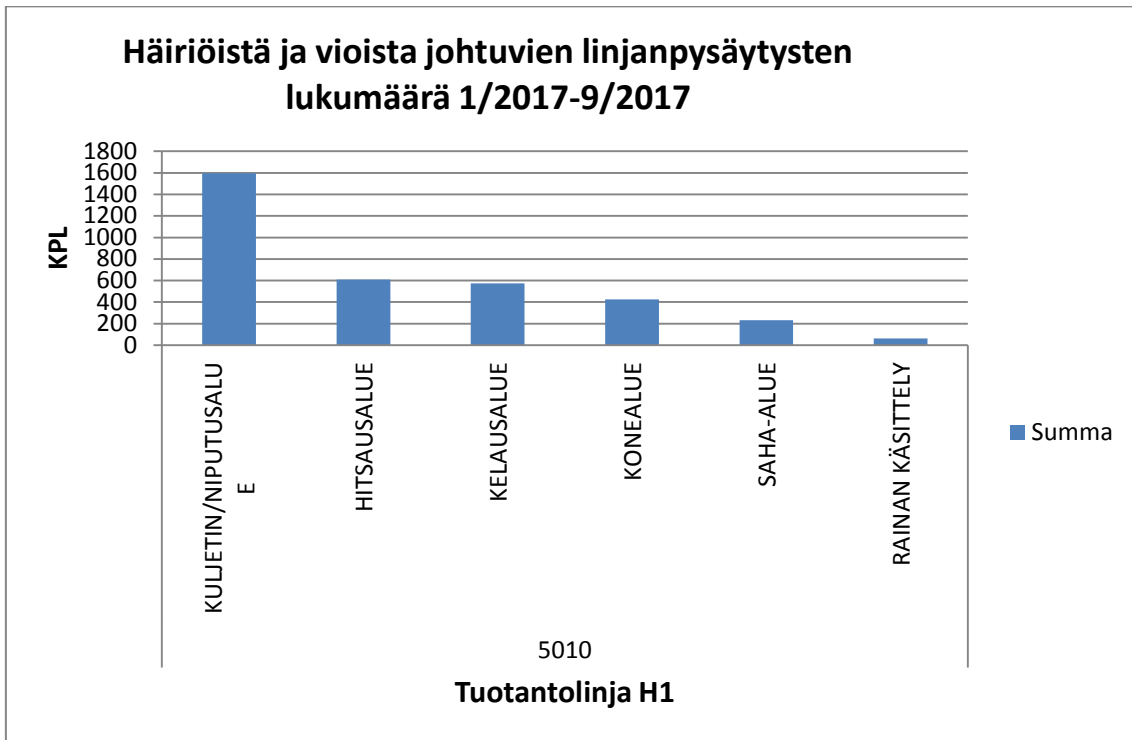
Kvantitatiiviseen aineiston pohjana on toimeksiantajalta saatu aineisto, joka koostuu linjapysähdys tiedoista 1/2017-9/2017 väliseltä ajalta. Aina kun tuotantolinja joudutaan pysäyttämään, jää siitä jälki järjestelmään ja se tarvitsee selittää raportointiin. Linjan hitsaaja laatii raporttia linjan ajosta reaaliajassa. Ja kyseinen raportointi tarkastetaan jokaisen päivän päätteeksi, onko kaikki kohdallaan. Raportista käy ilmi pysähdysten kesto, sen paikka, tuote ajohetkellä ja onko kyseessä häiriö vai vikatila. Aineiston pohjalta löydettiin paikat, joista tulee eniten toistuvia häiriöitä ja täten linjapysähdyksiä. Pysähdykset ovat myös kestoiltaan pisimpiä juuri näissä samoissa paikoissa. Taulukoista 1 ja 2 voi nähdä tuotantolinjojen H1 ja H2 häiriöiden positiot.

Ryhmähaastatteluiden myötä saatiin kuulla tarkennuksia kyseisille alueille ja myös jonkin verran kritiikkiä taulukoiden pylväiden kokoluokista. Etenkin H1-linjalla ongelmia esiintyy myös muilla pisteillä, mutta niiden ongelmat eivät aiheuta suoranaisesti linjan pysäyttämistä. Linjan loppupään häiriöiden ja pysäytyksiin liittyy myös paljon linjan alkupään vaikeuksia materiaalien kanssa sekä koordinointi sivulastaajien kanssa. Raportoinnin esittämien taulukoiden palkkien alta löytyy jopa asioita, jotka eivät sinne kuulu. Raportoinnin koulutuksessa on siis jonkin verran myös puutteita.

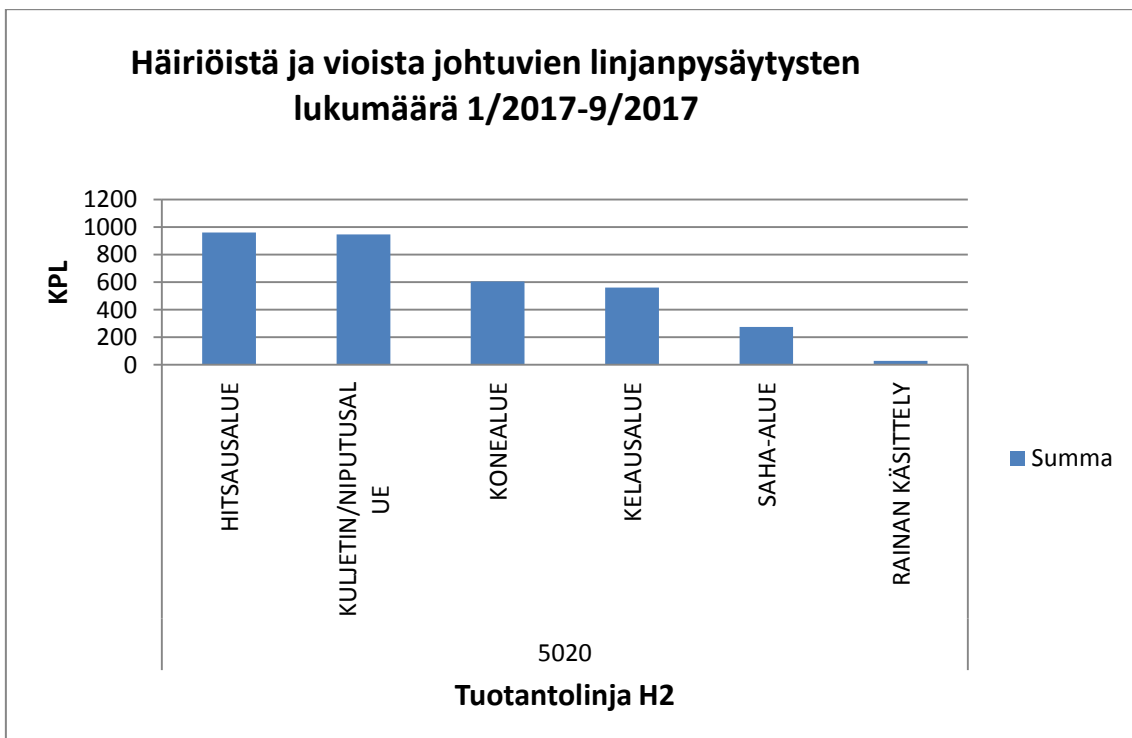
Haastattelujen kautta huomattiin suuria ristiriitoja määrällisen aineiston ja henkilöiden itsensä kertomien tilanteiden välille. Raportoinnin heikkous johtuu kirjaajien tietämättömydestä pysäytysten oikeista syistä. Pysähdysten paikka voi olla oikea, mutta itse syy voi olla aivan eri kuin raportissa. Tuotantolinjan hitsaaja siis tekee raporttia, ja hänen korviinsa ei aina kantaudu oikea syy kirjanpitoa varten.

Työssä keskityttiin ainoastaan linjojen niputusalueiden kehitykseen, ja työstä rajattiin pois linjan muut alueet. Muiden alueiden ongelmat olivat luonteeltaan liian teknisiä ja fyysisiä, aika ei yksinkertaisesti riittänyt paneutua niihin syväluonteisesti.

Taulukko 1. Linjanpysäytysten lukumäärä tuotantolinjalla H1

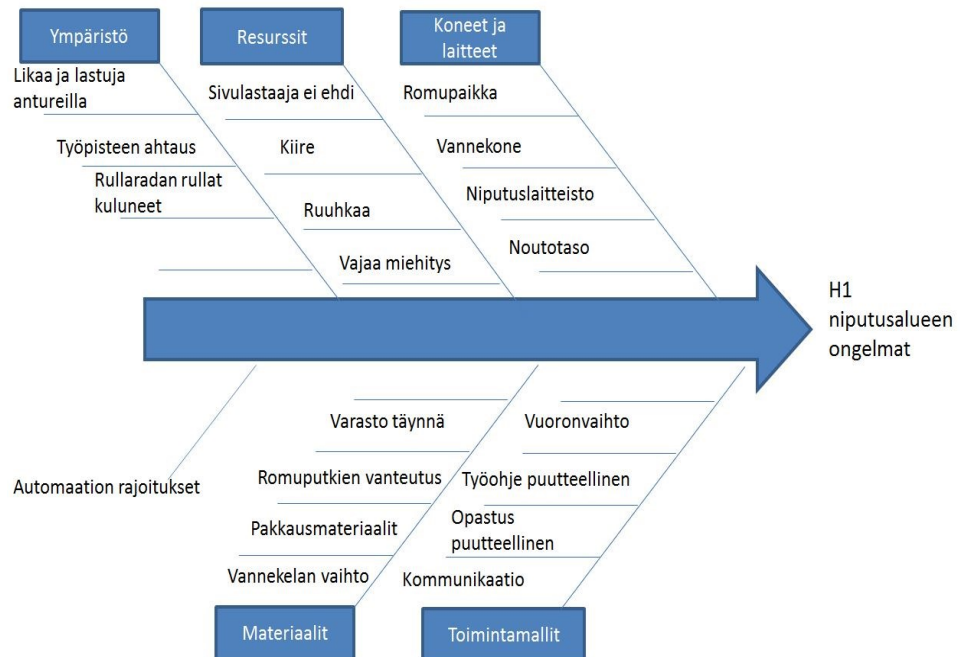


Taulukko 2. Linjanpysäytysten lukumäärä tuotantolinjalla H2



## 5.1 H1 niputusalueen ongelmat

Niputusalueella H1:llä on suuria ongelmia, kuten taulukko 1:stä voi huomata. Sieltä tulee enemmän häiriöitä kuin linjan muilta pisteiltä yhteensä. Ongelmat ovat jakaantuneet pisteille, joita esitellään seuraavassa kalanruotokaaviossa. Alla kuva 15, jossa esitellään H1-linjalta kootut ongelmakohdat ja syyt niiden syntymiseen.



Kuva 15. H1 Kalanruotokaavio

Kaavio esiteltiin H1-linjan henkilöstölle, joiden kanssa käytiin ryhmähaastatteluja. Heidän näkemystensä ja päätelmiensä kautta löydettiin ne kriittisimmät niputusalueen ongelmakohdat. Suurimmat ongelmapaikat H1-linjan niputusalueella ovat romupaikka, vanteutuskone ja noutotaso pysäytysten määrää katsoen. Automaation rajoitukset vaikeuttavat linjan toimintojen kehittämistä, joten se on yhtenä isona tekijänä kaaviossa. Muut asiat linkittyvät oikeastaan näihin suurimpiin ongelmiin. Seuraavaksi käydään läpi, miksi nämä tietyt alueet ovat eniten ongelmallisia.

### 5.1.1 Romupaikka

Romupaikka on paikka, minne linjan pyörrevirtaustesti hylkää vialliset putket. Samalla paikalle ajetaan kaikki säädön aikana tulleet vialliset putket. Syynä romupaikan aiheuttamiin isoihin määriin linjapysähdyksiä on romupaikan täyttyminen ja sen tyhjentäminen. Romupaikka sijaitsee linjan vieressä sahauskopin jälkeen. Alue on varustettu valoverholla, joka katkaisee putken tuotannon mikäli, joku ylittää valoverhon. Valoverho



koostuu kahdesta optisesta anturista, toinen lähettää signaalia ja toinen vastaanottaa sitä. Jonkin fyysisen kappaleen mennessä signaalin väliin anturi ilmoittaa siitä ja katkaisee virran linjasta. Romupaikka tulee tyhjentää aina kun se täyttyy tiettyyn rajaan asti ja sen jälkeen romunippuun asetetaan vanteet. Vanteen laitton jälkeen sivulastaaja hakee nipun pois, kun hän saa merkin merkkivalolla. Romunippu tulee myös vanteuttaa ja viedä pois aina, kun putken materiaali muuttuu sinkitystä mustaan teräkseen tai toisinpäin.

Romupaikan ollessa täynnä linjaa ei pystytä ajamaan. Linjalla ei pystytä edes tekemään säätöä, kun romupaikka on täynnä. Häiriöraportoinnin mukaan ongelma on vain tämä romupaikan täytyminen, mutta se pitää sisällään myös muita asioita. Esimerkiksi sen ajan kun odotetaan sivulastaajaa saapuvaksi tai sidotaan nippua, tai koko se aika kun sivulastaaja kokeilee ottaa nippua piikeilleen. Haastattelujen mukaan kuitenkin tämä romupaikka aiheuttaa paljon turhaa seisomista, ja tämä johtuu huonosta informaation jakamisesta ja kommunikaatiosta. Niputtajan ja sivulastaajan välinen kommunikointi on ajoittain hyvin vähäistä.

Eroten H2-linjasta romupaikalla ei ole romuverhoa, joka varmistaa putkien pysymisen romupaikalla. Välillä linjan ajaessa kovaa vauhtia, voi linjasta lentää romuputki käytävälle. Esteenä toimiva romuverho ehkäisee tämän. Romujen keräyspiste on myös kallistettu tuotantolinjaa kohden ja pisteessä on takalevy, jostain vanhasta ideasta. Tämä takalevy vaikeuttaa itse romujen nostoa huomattavasti, eikä sivulastaaja pysty tekemään nostoa suoraan linjasta, vaan hänen täytyy ujuttaa piikkejä linjaa kohden noston puolivälissä. Romupaikan kallistus linjaa kohden vaikeuttaa myös itse nostoa ja pidentää romupaikan tyhjentämiseen kuluvaan aikaan merkittävästi.

Putkilinjan pysäyttäminen edes hetkeksi tarkoittaa aina myös muutaman putken romuttamista. Aina koneiden pysähtyessä putki jää keskelle prosessia ja kaikki putket, jotka ovat koneen keskivaiheilla ehtivät jäähtyä ja ne joudutaan romuttamaan. Eli pysäytykset itsessään kasvattavat myös romun määrää.

### 5.1.2 Vanteutuskone

Vanteutuskone sijaitsee niputusalueen päädyssä. Putket niputetaan pakettiin automaattikoneella ja valmis nippu tulee kuljetinta pitkin vanteuttimelle. Vanteutin kirjaimellisesti asettaa vanteet nipun päälle. Vanteiden määrä riippuu putkinipun pituudesta ja vanteet ovat materiaaliltaan terästä.

Vanteutuskone aiheuttaa suuren määrän linjanpysähdyksiä, koska vannekela joudutaan vaihtamaan käsin. Vannekelan vaihdossa menee noin 25 minuuttia, ja vaihtotyönajaksi tuotantolinja täytyy pysäyttää. Vannekelat sijaitsee linjan takana, jonne täytyy kulkea porttien läpi, joissa on sähköi-

set rajat. Rajan auetessa tuotantolinja pysähtyy. Tuotantohenkilöstö on tauoilla samoihin aikoihin ja tuotantolinjan koon ja päiden vaihtotyön aikana. Pään vaihtoja ja koon vaihtoja tehdään rullapakoille, kun vaihdetaan mittaryhmästä toiseen tai putken profiili vaihtuu.

Vannekelan vaihdossa tulisi ennakoida kelan loppumista, ettei vaihtoja aleta tehdä linjan ajaessa, jolloin linjan muu henkilöstö joutuu odottamaan vaihtotyön ajan. Myös jos vannekela loppuu täysin, täytyy vanne pujottaa uudelleen koneeseen. Vanne kulkee erilaisten rullien kautta vanteuttimelle ja sen uudelleen pujottaminen on iso työ.

Vanteuttimen toimintahäiriöt myös aiheuttavat paljon vikatilanteita. Vannekoneen leukakoneisto, jonka tulisi tarttua putkinippuun kiinni, ei aina tarraa niin hyvin kuin pitäisi. Vanteet aukeilevat varastossa tai kuljettaessa asiakkaille, kun vanne ei ole mennyt kunnolla kiinni. Tärkeää operaattorille onkin seurata jokaista vanteutustapahtumaa ja tarvittaessa uudelleen vanteuttaa huonot kohdat. Vannekonetta huolletaan säännöllisesti, mutta laite menee epäkuntoon helposti. Yksikin vanteen epäonnistuminen voi pysäyttää tuotantolinjan, kun aikaa vanteutukseen on vain rajallisesti. Linjan toiminnoissa on todella vähän pelivaraa, eli laitteiden ja koneiden toimivuus täytyy olla korkealla tasolla.

### 5.1.3 Noutotaso

Noutotaso on linjan viimeinen alue. Se sijaitsee vannekoneen takana, eli kun nippuun on ajettu vanteet päälle, siirtyy se noutotasolle. Noutotaso koostuu monista hihnavetoisista rullista, jotka pyörittävät noutotasoja. Noutotasot kuljettavat niput tasolle, josta sivulastaaja ottaa niput mukaansa varastoon. Noutotasolla sijaitsee myös kippi. Kippi tarkoittaa laitetta, joka nostaa nipun toisen pään ilmaan, jolloin emulsioneste nipun sisältä pääsee valumaan pois.

Noutotaso aiheuttaa suhteellisen paljon linjan pysäyttämistä, kun se täytyy, jolloin sivulastaaja ei kerkiä hakemaan valmistuneita nippuja pois tasolta tarpeeksi nopeasti, jonka seurauksena linja joudutaan pysäyttämään. Sivulastaajilla on ajoittain kiire, varsinkin jos kyseessä on sisähöylätty tuote. Sisähöylätyssä tuotteessa hitsauksen jälkeinen sisäpurse höylätään pois. Tällöin putken sisäpinta on myös sileä, ja hitsausta ei tunne edes kynnellä. Putken sisälle jää tällöin lastuja, jotka täytyy puhaltaa pois putken sisältä.

Putkien puhaltaminen kuuluu sivulastaajan työnkuvaan. Sivulastaaja ottaa puhallukseen menevät niput mukaansa noutotasolta aivan normaalisti. Puhalluspaikka sijaitsee varastossa ja siinä paineilmalla puhalletaan putkista lastut pois. Puhallus on suhteellisen voimakas ja puhalluksessa täytyy käyttää siihen määrättyjä turvavälineitä. Joskus lastut eivät lähde pelkällä puhaltamisella, jolloin ne täytyy rassata pois pitkällä metalliharjalla tai nyppiä pois pihdeillä. Putkien puhaltaminen vie välillä paljonkin

aikaa, jolloin noutotaso ehtii helposti täytyä. Täytyessä tuotantolinja täytyy taas pysäyttää ja odottaa niin kauan kuin sivulastaajalla kestää putkien kanssa.

Noutotason päädyssä eli paikassa, josta sivulastaaja nostaa niput kyytiin, sijaitsee päätystoppareita. Päätystopparin tarkoitus on pysäyttää noutotason liike ja sivulastaaja ajaa näiden stoppareiden viereen nostamaan taakkaa. Tietyillä putkinippujen pituuksilla, kuten viiden metrin putkinipuilla, sivulastaaja ei saa nippua nostettua aivan keskeltä. Nosto joudutaan tekemään enemmän toisesta päästä, jolloin nippu pääsee keikkaamaan ikävästi. Päätystopparit ovat liian leveitä, jolloin sorkkia ei saa juuri oikeaan kohtaan. Kaikki tällaiset vaaralliset nostot tulisi kitkeä linjoilta pois.

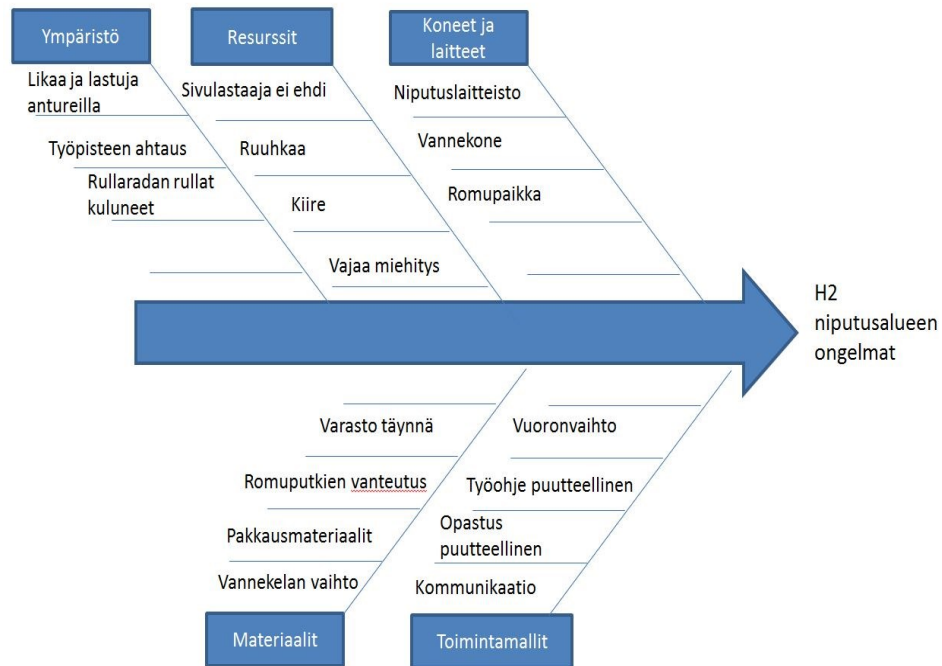
#### 5.1.4 Automaatiojärjestelmä

Linjan automaatiojärjestelmä tai turvajärjestelmä on asetettu samaan yhteyteen koko linjan kanssa. Eli mikäli niputtaja linjan toisessa päässä seisoo valoverholla, on koko linjan tuotanto pysäytyksessä. Tämä aiheuttaa turvallisuuden turvaamiseksi myös ongelmia. En tarkoita, että kyseinen turvajärjestelmä olisi kokonaan huono ja se tulisi poistaa. Tarkoitin kyseisen järjestelmän rajaamista erilaisilla antureilla. Tuotantolinja voitaisiin lokeroida eri osiin, ja eri osissa olisi omat turvapiirinsä. Romupaikalla on olemassa romustopparit, jotka pysäyttävät putken etenemisen rullaradalla. Pysäytyksen jälkeen putki siirtyy romupaikalle romukuljettimia pitkin. Näin voitaisiin sallia niin sanottu säätöajo. Eli romustopparin päällä ollessa voitaisiin putkia säätää ja ajaa romupaikalle ja niputtaja voisi suorittaa omia ennakoivia toimenpiteitään samaan aikaan. Säätöajo tarkoittaa tuotantolinjan keskivaiheilla tapahtuvaa putken profiilin säätöä. Säädössä putkea ryömitetään edes takaisin ja ajetaan romupaikalle. Tällä hetkellä linjan niputtaja ei voi suorittaa ennakoivia toimenpiteitä, kuten vannekeulan vaihtoa samaan aikaan kun linjalla tehdään säätöajoa.

Järjestelmässä ei ole muutenkaan paljoa pelivaraa ja kyseisellä turvakäytännöllä haaskataan se pieninkin pelivara.

## 5.2 H2 niputusalueen ongelmat

H2-niputusalue eroaa suhteellisen paljon H1-linjasta. Siinä ei ole niin pitkää rullarataa, ja nipun kokoaminen on täysin erilainen. Ongelmia H2:lla taas on lähes yhtä paljon kuin naapurissakin ja ne keskittyvät lähes samoille paikoille kuin naapurissa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Romupaikat eroavat toisistaan laitteistoltaan. H2:lta myös sivulastaajat hakevat valmiit niput ja vanteutetut romuniput. Molempia linjoja operoi sama sivulastaaja. Seuraavassa kuvassa 16 esitellään koontia linjan isoimmista ongelmakohdista.



Kuva 16. H2 kalanruotokaavio

H2-linjan miehistön kanssa käytiin keskustelua kalanruotomallin tiimoilta ja he osasivat kohdentaa ongelmia. Esille nostettuja ongelmakohtia käytiin tarkkaan läpi. Yhtenäisiä näkemyksiä linjan ongelmakohtien syistä löydettiin ja seuraavassa esitellään yhteisiä päätelmiä. Tarkastelu kohdistuu niputusalueen tärkeimpiin paikkoihin.

### 5.2.1 Romupaikka

Romupaikka sijaitsee samassa kohdassa kuin H1-linjalla, eli heti sahausautomaatin jälkeen. Erotten H1-linjasta, täällä on romupaikan edessä romuverho, joka estää putkien sinkoamisen käytävälle ajon aikana. Romuverho on varustettu sähköisillä tunnistimilla ja linjan ajo katkeaa, jos romuverhon avaa. Eli linjojen romupaikkojen toiminta on samankaltainen.

Tuotteissa on paljon pienempää profiilia, joten putket menevät helposti solmuun romupaikalla. H2-linjalla romukuljetin on kuminen matto, joka kuljettaa romuputket romupaikalle. Etenkin pieniprofiilisilla putkilla, kuten tähtiputkella, putket jäävät helposti jumiin romukuljettimelle. Naapurilinjalla romukuljettimet ovat nylonista valmistettuja lapoja, jotka mekaanisesti kuljettavat putket romupaikalle yksikerrallaan. Putkien sitominen ja pois hakeminen on välillä hyvin vaikeaa, koska putket eivät asetu romupaikalle niin hyvin kuin kuuluisi. Sidotun nipun poisvientiä vaikeuttaa myös tilan pieni koko. Sivulastaustrukki on hyvin kookas ja romupaikka hyvin kapea syvyysuunnassa, joten yhteentörmäyksiä tapahtuu.

Romupaikan ongelmat ovat myös täällä sen romujen sidonta ja sen tyhjentäminen. Tuotantolinja täytyy olla turvallisuussyistä seisonnassa, jotta romuverhon voi avata. Tuotantohenkilöstö on myös täällä samaan aikaan tauoilla, joten tekijää ei ole sitä tyhjentämään taukojen aikana. Työ joudutaan tekemään muiden odotellessa ja tällä toiminnalla hukataan arvokasta tuotantoaikaa ja rahaa.

### 5.2.2 Vanteutuskone

Vanteutuskone aiheuttaa myös H2:lla useita pysäytyksiä. Suurin ongelma on vannekoneen leukakoneisto. Leukakoneisto on kehitetty vanteuttamaan vain täysiä nippuja ja vanteen asetuskohdassa leuka täytyy olla suorassa vaakasuunnassa. Leukakoneisto ei kestä vajaiden eikä malliltaan pyöreiden nippujen vanteutusta. Näissä tapauksissa täytyy niputus suoritaa käsin. Vannekone vaatii myös tarkkaa ennakoivaa huoltotyötä.

Vannekela täytyy täällä vaihtaa myös käsin. Vannekela on huomattavasti kevyempi täällä kuin naapurilinjalla. Kelan käsittelyyn ei vaadita nosturia, mutta silti aika tämän vaihdon tekemiseen on löydyttävä. Eli tuotantolinjan täytyy olla pysähdyksissä vaihdon ajaksi. Vanteen lisäksi kone sijoittaa myös laudat niiden nippujen kohdalle, joihin niitä on tilattu. Aina tilauksen niin vaatiessa niputtaja hakee tarvittavat laudat ja muut pakkausmateriaalit työpisteelleen.

### 5.2.3 Niputuslaitteisto

Tuotantolinjan niputuslaitteisto on täysin erilainen kuin H1-linjalla. Saha-uksesta tullut putki siirtyy lyhyttä rullarataa pitkin kohti niputuspöytää kivuten pientä ylämäkeä. Ylämäessä linjan telat tasaavat putkien päät samoille tasoille. Ennen nipun koontitasolle nousua, kantikkaat putket mahdollisesti käännetään halutulle kantille palkinkääntäjällä.

Niputuspöydällä kone laskee oikean määrän putkia riviä kohden ja automaattinen magneettinostin nostaa koko varvin eli rivin putkia ja asettaa ne niputusjigiin. Jigiin kerätään koko nippu ja valmistuessaan nippu siirtyy kuljettimia pitkin vanteutukseen. Ennen magneettinostimen tuloa, niputuspöydällä on tasaajia, jotka asettavat putket oikeille paikoille. Nämä tasaajat eivät aina ole oikeissa positioissa, joten ne aiheuttavat ongelmia nipun kasauksessa.

Koko niputuslaitteisto on tarkasti automatisoitu, ja operaattori ei voi muuta tehdä kuin tarkkailla prosessia tietokoneelta tai seurata putkien laatua koontipöydällä. Niputuslaitteistossa tapahtuu virhetilanteita eniten kuin missään muualla linjalla. Pienikin sähkövika aiheuttaa laitteiston pysäyttämisen ja mikäli niputtaja ei ole ajan tasalla tapahtumista, voi hän säätää tasaajat väriin positioihin ja se aiheuttaa nipun sekaisin menon. Nippu sekaisin, onkin raportoinnin suurin häiriö. Häiriön takana on vain

niin paljon eri asioita, että on vaikea pureutua edes yhteen niistä toisen jo noustua esille.

## 6 KORJAAVAT TOIMENPITEET

Aikaisemmissa luvuissa on käsitelty aineistoja ja niistä on etsitty syitä ongelmien syntymiseen. Etenkin tuotantolinjojen henkilöstön kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta löydettiin lukuisia kehityskohteita, joita nyt seuraavissa luvuissa pohditaan. Lisäksi ongelmakohteita on esitelty myös tehtaan työnjohtajille ja muille kehityspuolen henkilöille. Tässä luvussa tullaan ehdottamaan korjaavia toimenpiteitä, löydettyihin ongelmakohtiin ja esitellään kuinka asioihin aletaan jatkossa puuttua.

### 6.1 H1-niputusalueen ongelmien korjaaminen

H1-niputusalueella ongelmat ovat keskittyneet tiettyihin paikkoihin, mutta syyt niiden takaa liittyvät toisiinsa tiiviisti. Tuotantohenkilöstö vetoaa kiireeseen ja opetuksen puutteeseen vaikka tietoa on saatavilla runsaasti ja työntekijöitä on tarvittava määrä. Seuraavilla toimenpiteillä saataisiin tuotantoa joustavammaksi ja luotua auttamiskulttuuria.

#### 6.1.1 Romupaikka

Romupaikka aiheuttaa eniten linjapysäytyksiä H1-tuotantolinjalla. Pysäytykset ovat myös usein pitkiä ja ne esiintyvät tiuhaan. Ensimmäisenä toimenpiteenä, romupaikan tulee olla rakenteeltaan samanlainen kuin muilla linjoilla. Eli tällä hetkellä romupaikalla on vain valoverho, jonka ylittäessä linja pysähtyy. Romupaikalla tulee ehdottomasti olla romuverho, joka estää romuputkien sinkoamisen käytävälle. Romuverhon asennuttaminen on myös työturvallisuutta lisäävä tekijä. Romupaikan rakenteellinen muutos auttaa ongelmiin, joita esiintyy sivulastaajan tyhjentäessä romupaikkaa. Lastausaika tulee nopeutumaan ja romujen nostaminen helpottuu, kun romupaikalla ei ole enää takalevyjä tai kallistumista linjaan kohti. Tällä hetkellä kallistus linjaa kohden on vain putkien romupaikalla pysymisen takia.

Rakenne tulee muuttumaan, mutta juurisyy pysäytysten määrään ja kestoon, johtuu henkilöiden toiminnasta. Eli tällä hetkellä romupaikan tyhjentää niputtaja, kun paikka tulee täyteen. Niputtajan on helppo seurata romupaikan tilaa ja hoitaa romujen vanteutus samaan aikaan kun linjalla on putken profiilin muutos menossa. Niputtajalla on hyvin aikaa vanteuttaa nippu ja syyttää merkkivalo sivulastaajalle. He voivat jopa hoitaa nipun yhdessä ilman muiden linjan henkilöiden apuun pyytämistä.

Niputtajalla on putkituotantolinjan työntekijöistä eniten aikaa suorittaa ennakoivia toimenpiteitä. Työntekijät kommunikoivat keskenään käyttäen radiokuulosuojaimia. He voivat keskustella kaikista linjan ongelmista helposti vain nappia painamalla. Kokeneemmat työntekijät voivat kehoittaa romujen sidontaan, kun he näkevät sen tarpeelliseksi.

Romupaikan tyhjentämistä ehdotetaan aina sinkittyjen tuotteiden ajon jälkeen ja ennen niiden ajoa. Sinkityt romuputket ja mustat romuputket täytyy niputtaa eri nippuihin, koska romuputket kuljetetaan takaisin Raahen, jossa ne jatkojalostetaan takaisin raaka-aineeksi. Työmääräimet eli putkienvalmistus aikataulut tehdään aina siten että sinkityt putket ajetaan peräkkäin kuin muut kylmä- tai kuumavalssatut putket. Joten putket on helppo niputtaa erikseen ja samalla romupaikka tyhjenetään silloin kun siihen on aikaa ja se ei olisi liian täynnä tyhjennyshetkellä. Romujen sidonta on hitaampaa ja työläämpää, kun paikka on täynnä.

Ennakoimalla sinkityt ja mustat putket saadaan eri nippuihin ja paikan tyhjentämiseen löydetään paremmin aikaa. Tyhjennys voidaan suorittaa joko pään vaihdon aikana tai taukojen aikana. Linjantuotantohenkilöstö ja sivulastaaja ovat eri aikoihin tauoilla ja etenkin sivulastaajalla on usein paljonkin aikaa odotella putkinippujen valmistumista. Hän voi niputtaa putket tauolla ja viedä pois, joten linja pystyy alkamaan ajaa heti tauon päätyttyä. Muutamalla ennakoivalla toimenpiteellä saadaan paljon aikaa.

Työntekijöiden kanssa tullaan pitämään palavereja, joissa käydään läpi työntuloksia ja heille ehdotetaan keinoja toiminnan parantamiseen. Uusia toimintamalleja ei tulla käskemään vaan enemmänkin kertomalla vaihtoehtoisia toimintamalleja, jotta heillä olisi enemmän työkaluja kuin tehostaa työn tekemistä ja linjantoinivuutta. Käskemisestä harvoin on apua. Tehtaassa on paljon kokeneita työntekijöitä ja heidän käskeminen ei tule kuuloonkaan.

### 6.1.2 Vanteutuskone

Laitteen suurin pysäytyksiä vaativa tila on pysäytys vannekelan vaihdon takia. Vannekelan oikea-aikaisella vaihdolla saadaan vähennettyä lukuisia pysähdyksiä. Vannekelan vaihtoon tarvitaan tällä hetkellä koko linjan pysäyttämistä vaihdon ajaksi ja vaihto kestää noin 25 minuuttia. Kaikki tämä aika saadaan poistettua ennakoimalla vaihtoa. Vannekelan riittävyttä seurataan, ja sen loppuessa tehdään vaihto taas linjanpysähdyksen aikana. Niputtajalla on usein peliaikaa, kun linjan muut henkilöt tekevät vaihtoa. Oikea-aikainen vannekelan vaihto lisäisi ajoa huomattavasti. Tämän mahdollistamaksi pitää tuotantolinjan automaatiojärjestelmää muokata. Järjestelmää voisi lokeroida eri osiin. Niputusalue voisi olla oma osansa ja keskivaihe yhteydessä romupaikkaan. Romupaikan romustoppareiden ollessa ylhäällä niputusalueella voisi olla turvaovet auki. Romustopparissa voisi olla anturi, jonka ollessa aktiivinen mahdolliset huoltotoimet niputusalueella olisivat sallittuja. Vannekelan vaihdon voi siis tehdä säätoajon aikana, jolloin voidaan säästyä linjanpysäytykseltä kokonaan. Vannekelan vaihto, kun aiheuttaa toiseksi eniten pysäytyksiä koko tuotantolinjassa. Tämä toimenpide pätee molempiin linjoihin.



Vannekoneen toimivuutta voidaan lisätä huomattavasti ennakkohuolto-toimenpiteillä. Vannekoneen leukakoneiston rasvaus ja mekaaninen tarkastus sekä sähköjärjestelmien tarkastamisella, saadaan vanteutus huomattavan toimintavarmaksi. Tulen käymään asioita läpi mekaanisen- ja sähkökunnossapidon kanssa. Heidän kanssaan voitaisiin rakentaa ennakkohuoltoreittejä paremmiksi vanteutuskoneen toiminnan parantamiseksi.

### 6.1.3 Noutotaso

Noutotason kehittäminen keskittyy työntekijöiden väliseen kommunikaatioon, sekä huoltotoimintaan. Etenkin sivulastaajien ja niputtajien välillä tulee vallita yhteistyön ilmapiiri. Niputtaja voi kutsua sivulastaajan luokseen merkkivalolla ja valon syttyessä sivulastaaja voi tulla keskustelemaan toimenpiteistä. Kommunikaatio on kaiken työn avain ja oikealla toiminnalla saadaan vähennettyä tuotantolinjan pysäytyksiä valtavasti. Sama koskee myös sivulastaajien väliseen kommunikaatioon. Heitä on vuorossa aina kaksi ja heidän tulee tietää toistensa toiminnasta. Etenkin kiiretilanteissa, joissa linjoilla ajetaan sisähöylättyä putkea. Silloin sivulastaaja ei kerkiä yksin tyhjentämään noutotasoja, joten toisen täytyy häntä auttaa.

Asia tullaan ottamaan esille keskusteluissa työn tavoitteissa, koska asia on noussut esille kaikissa palavereissa aiheen tiimoilta. Kommunikaatio ja toisten auttamisen ilmapiiri ovat molemmat tärkeimpiä teemoja tällä alalla. Tehtaassa muuten vallitsee auttamisen ilmapiiri, mutta sen ulottaminen kaikille linjoille ja linjojen tukitoimien tekijöille olisi elinehto.

Niputuspuun huoltotoiminnoista tullaan keskustelemaan kunnossapidon kanssa.

## 6.2 H2 niputusalueen ongelmien korjaaminen

### 6.2.1 Romupaikka

Rakenteellisesti romupaikka toimii hyvin, kone erittelee romut priimoista ja ohjaa romut automaattisesti romupaikalle. Siirto romupaikalle on täällä ongelmallista, kumisen kuljetusmaton vuoksi. Tuotteet ovat kevyitä ja pieniä, jolloin ne helposti jäävät jumiin kuljettimelle. Mallia voidaan ottaa H1-linjalta, jossa on erilliset lavat romuputken kuljetukseen. Materiaalina voisi olla nylon, joka on todettu toimivaksi jo H1-linjalla. Romupaikan koko voisi olla hieman isompi syvyys-suunnassa. Sivulastaajan täytyy olla todella tarkka hakiessaan romunippua, ettei sorkillaan kolhi tuotantolinjaa. Paikalla voisi olla hieman välystä, eli pelivaraa. Romupaikkaa voitaisiin tuoda hiukan lähemmäksi käytävää, jolloin sivulastaajalla on hieman enemmän pelivaraa nostaa romunippua. Hänen työnsä helpottuessa myös aika hakemiseen lyhenee ja täten linjanpysäytykset eivät ole niin pitkiä.

Muut ongelmat romupaikalla liittyvät romujen vanteutukseen ja pois viemiseen. Kuten H1-linjalla myös täällä kommunikaatio on tärkeintä. Niputtaja seuraa romupaikan tilannetta ja kutsuu sivulastaajan oikeaan aikaan hakemaan romuja pois. Ihan pienellä ennakoimisella ja kommunikoimalla linjan kanssa, saadaan suuret määrät pysäytyksiä pois. Asiaa tullaan käymään läpi työn tuloksien läpikäynnissä.

### 6.2.2 Vanteutuskone

Täällä korjaukset ovat hyvin samankaltaisia kuin naapurilinjallakin. Vannekelan vaihdossa ennakointi ja kommunikaatio ovat niin ikään tärkeimpiä piirteitä. Oikea vaihto aika löytyy varmasti linjan ajon aikana. Linjan keskivaiheilla on paljon säätöä ja häiriötä, joten vaihtotyön tekeminen näinä aikoina on suotavaa. Toinen vaihtoehto on, hankkia linjalle samankaltainen turva-anturi kuin olen ehdottanut H1-linjalle. Romupaikalla voisi olla anturi, joka pitää romustopparit päällä ja säätöajoa voitaisiin tehdä samalla kuin niputtaja suorittaa omia ennakoivia töitään. Tällä hetkellä ennakoivat työt on vaikea tehdä, koska niiden tekeminen vaatii niputtimen olemisen automaatilla ja anturit täydessä toiminnassa. Uusilla antureilla saadaan niputusalueelle paljon lisää peliaikaa tehdä ennakoivia töitä.

Vannekoneen leukakoneistoon ollaan tekemässä muutoksia ja samoin kunnossapidolle ollaan tekemässä lisää ennakkohuoltotöitä, jotta linjan käyntiaste paranisi. Nykyinen toimintamalli on tähtää vikatöiden huoltoon. Eli vikoja korjataan niiden esiin tullessa, kun taas parempi tapa olisi huoltaa laitteita ennakkoon ja estää vian kehittyminen kokonaan. Kunnossapidossa ollaan menossa tämän kaltaiseen malliin, mutta työn etenemistä vaikeuttaa huollettavien laitteiden korkea määrä ja rajallinen määrä koneiden huoltajia.

### 6.2.3 Niputuslaitteisto

Niputusalueen ongelmat koostuvat useista pienistä ongelmista, mutta suurimpina niistä on kommunikointi. Kommunikaatiolla tarkoitetaan tässä yhteydessä käsitystä siitä, mitä linjalla ajetaan ja milloin putkien pituudet muuttuvat. Niputtaja ei aina tiedä missä positioissa kaikki hänen tassaajansa ovat uusien mittojen muuttuessa. Operaattorille tullaan luomaan manuaali, kuinka toimia putken pituuden muuttuessa, ja laitteiston osat tulee määrittää uusiin positioihin. Lisäksi alueen kunnossapitoa lisätään huomattavasti. Häiriöt pyritään määrittämään tarkemmin kuin ennen ja niille pyritään löytämään se oikea juurisyy ja puuttumaan siihen. Niputtajalla täytyy olla käsitys viasta ja hänen tulee osoittaa vikatilanne huoltohenkilöstölle. Elintärkeää on huoltaa oikeita asioita oikeissa paikoissa. Kuilu työntekijän ja kunnossapidon välillä täytyy saada kitkettyä pois.

### 6.3 Toimenpiteiden yhteenveto

Tuotantohenkilöistölle H1 ja H2 ja niiden tukitoimijoille, kuten sivulastajille tullaan pitämään palavereja, joissa käydään läpi löydettyjä häiriöitä ja yhdessä keskustellaan oikeista toimintatavoista häiriöiden välttämiseksi. Linjan käyntiastetta voidaan parantaa jo pienillä muutoksilla ja myös tuotantohenkilöstön uskotaan ymmärtävän tämän. Avainasemassa tulee olemaan kommunikaatio työntekijöiden välillä ja auttamisen ilmapiiri. Työntekijöiden tulee ymmärtää yrityksen asema markkinoilla, kun se tähtää maailman parhaaksi teräsyhtiöksi, ja se edellyttää samaa myös sen henkilöstöltä. Kilpailijat yrittävät jatkuvasti kehittyä paremmiksi ja täten myös toimintatapojen tulee kehittyä jatkuvasti, jotta markkina-asema saadaan pysymään samana. Jatkuvan kehityksen mallia toteutetaan yrityksessä koko ajan. Näissä kuukausittain toistuvissa kokouksissa voidaan työntekijöitä muistuttaa jatkuvasta kehittymisestä ja omaksua uusia toimintamalleja.

Koko tehtaan henkilöstölle tullaan kouluttamaan oikeita tapoja raportoida häiriöitä järjestelmään. Tällä hetkellä vain tuotantolinjan hitsaaja kirjaa putkilinjan tapahtumat raporttiin. Hitsaajia koulutetaan jatkuvasti lisää ja välillä hitsaajaa voi tuurata henkilö, joka ei osaa raportoida tapahtumia oikein. Väärin kirjaaminen voi aiheuttaa ongelmien selvittämättä jättämisen, mikä voi taas aiheuttaa tulevaisuudessa jonkin häiriön tai vian. Raportoinnista tulee käydä selväksi, onko kyseessä vika- vai häiriötila. Työnjohto kerää jatkuvasti tietoa raportoinneista ja niiden paikkansa pitävyys on edellytys uusiin laite hankintoihin. Henkilöstön koulutus on tärkeää myös, jotta kirjaaja saa tietoonsa juuri oikean häiriön. Tuotantohenkilöstö kommunikoi radiokuulosuojaimilla ja heidän tulee viestittää oikea syy kirjaajalle yksityiskohtaisesti.

Tehtaan henkilöstö on tällä hetkellä murroksessa ja sen henkilöstöstä tulee siirtymään eläkkeelle suuri osa lähivuosien aikana. Nuorempi sukupolvi tulee jatkamaan vanhempien jalanjäljissä tehtaalla ja tämän nuoremman polven uskotaan olevan enemmän halukkaita muuttamaan toimintatapojaan parempaan päin. Mikään yritys ei ole loputtomasti huipulla ilman jatkuvaa parantamista ja linjojen käyntiasteiden korkeus viestittää yrityksen johtoon meidän olevan kehityksessä mukana. Pienetkin asiat vaikuttavat suuriin päämääriin ja ne edesauttavat korkean laadun varmistamista. Kuvassa 17 esitellään laadittujen toimenpide-ehdotusten seurantaa.

Ongelma:	Ratkaisuehdotus:	Tilanne:
Romupaikka H1	Romuverhon hankinta H1:lle	Tilattu ja asennus loppuvuodesta 2017
Romupaikat H1 ja H2	Toimintaohjeen muutos romuputkien vanteutukseen	Esitelty tuotannolle →Toimintaohjetta tul-laan muuttamaan
Automaatio H1 ja H2	Esitys sähkökunnossapidolle	Sähkökunnossapito tutkii
Kommunikaation puute	Yhteisien pelisääntöjen luominen	Pidetty yhteisiä palaveri-ja →pelisäännöt luotu
Vanteutin H2	Leukakoneiston uusiminen	Uusi leukakoneisto tilattu ja asennus alkuvuodesta 2018
Raportoinnin vajavaisuus	Raportoinnin kouluttaminen	Koulutuspaketti laadittu →Koulutukset alkuvuodesta 2018
Ennakkohuoltojen puute	Ennakoivien huoltotöiden lisääminen	Käyty läpi kunnossapidon kanssa →Ennakkohuoltotöitä pyritään lisäämään
Noutotasot	Sivulastaajan toiminta-alueen suurentaminen	Noutotasoihin ei pystytä tekemään fyysisiä muutoksia
Niputusalueet	Töiden ennakointi	Aihe otettu esille

Kuva 17. Toimenpiteiden seuranta

## 7 YHTEENVETO JA POHDINTA TYÖN TULOKSISTA

Toimeksiannon tavoitteena oli kehittää tuotantolinjoja H1 ja H2. Työn tarkoituksena oli löytää keinoja kuinka vähentää ongelmia ennaltaehkäisemällä niiden syntymistä ja täten ehkäistä linjapysähdyksiä. Ongelmiin löydettiin hyviä syitä ja näitä työstämällä tehdas voi säästyä lukuisilta turhilta linjanpysäyttämisiltä. Työn tuloksia pystytään seuraamaan päivittäisestä raportoinnista. Työn pidemmäksi kantoisempia tuloksia voidaan arvioida vasta tulevista koonneista. Mutta uskon että jokainen kerta kun asioita läpikäydään, pieni osa asioista jää mieleen ja kun tätä kommunikaatiota toistetaan, uskon sen jäävän myös enemmän työntekijöiden mieleen.

Työntekijöiden kanssa käydyistä keskusteluista saatiin hyvää palautetta työn arvosta. Työntekijät huomasivat, kuinka paljon pienet asiat vaikuttavat suuressa mittakaavassa ja toiminnan uskotaan pysyvän korkeana jatkossakin. Asioita tullaan kertaamaan linjakohtaisissa palavereissa ja erilaisissa tilaisuuksissa. Tämän nuoremman sukupolven uskotaan pitävän työn tekemisen korkealla tasolla myös jatkossa.

Haastavinta työssä oli löytää niitä oikeita juurisyytä, joista ongelmat johtuivat. Tuntui että jokaista asiaa oli jo mietitty ennakkoon ja uusien ratkaisujen löytäminen tuntui haastavalta. Työssä ei haluttu vain toistaa vanhoja havaintoja vaan löytää uusia näkökulmia asioihin. Työstä rajattiin pois tuotantolinjojen alkupään ja keskivaiheet. Alueiden ongelmat olivat liian teknisiä ja niiden läpikäyntiin olisin tarvinnut enemmän aikaa.

Jatkossa tullaan perehtymään myös linjan muihin osioihin ja tuotantolinjoihin H3 ja H4. Työssä päästään hyvään vauhtiin käyttämällä avukseen samankaltaisia menetelmiä kuin teille on esitelty. Kokouksia tullaan tarvitsemaan enemmän ja työ tulee vaatimaan pitkäjänteisyyttä. Linjan jatkuva kehittäminen vaatii sitoutumista ja avoimuutta kaikilta sen tekijöiltään. Tämä joukko pystyy kehittymään ja vastaamaan asiakkaidensa kysyntään.

## LÄHTEET

- Andersson, H., Hiltunen, K. & Villanen, H. 2004. *Laatutoiminta suomalaisissa yrityksissä*. KTM Rahoitetut tutkimukset 7/2004 teknologiaosasto. Haettu 29.10.2017 osoitteesta [http://ktm.elinar.fi/ktm\\_jur/ktmjur.nsf/All/4035EB9EE20E0041C2256F47002EB6DB/\\$file/ratu7teo\\_netti\\_2004.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/4035EB9EE20E0041C2256F47002EB6DB/$file/ratu7teo_netti_2004.pdf)
- Educational business articles 2016. 5-Whys. Haettu 2.11.2017 osoitteesta <http://www.educational-business-articles.com/5-whys/>
- Heikkilä, T. 2014. *Kvantitatiivinen tutkimus*. Edita publishing oy. Haettu 25.10.2017 osoitteesta <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>
- Hiltunen, L. 2009. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto. Haettu 26.10.2017 osoitteesta [http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius\\_ ja\\_reliabiliteetti.pdf](http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ ja_reliabiliteetti.pdf)
- Laatuakatemia 2010. Laatutyökaluja. Haettu 4.11.2017 osoitteesta <http://www.kotiposti.net/tuurala/PDCA.htm>
- SSAB Intranet 2017. SSAB 2017. Sisäinen Intranet. Haettu 22.10.2017.
- SSAB esittelymateriaali 2017. SSAB 2017. Sisäinen Intranet. Haettu 24.10.2017.
- Vilka, H. 2007. *Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi. Haettu 19.10.2017 osoitteesta <http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>