

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tommi Mustonen

Viiluleikkurien käyttöasteen parantaminen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2016



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2016**  
**Kone- ja tuotantotekniikan**  
**koulutusohjelma**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
puh ( 013) 260 6800

Tekijä(t)  
Tommi Mustonen

Nimeke  
Viiluleikkurien käyttöasteen parantaminen

Toimeksiantaja  
UPM-Kymmene Wood Oyj

**Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia mahdollisuutta parantaa Joensuun vaneri-tehtaalla sijaitsevien viiluleikkurien käyttöastetta. Käyttöaste tarkoittaa tuotantolaitteen kapasiteetin osaa, joka kyseisellä koneella on sillä hetkellä käytössä

Viiluleikkurit sijoittuvat tehtaan tuotannossa sen alkupäähän ja niitä on yhteensä 3 kappaletta. Työ on tehty seuraamalla leikkureita ja havainnoimalla niiden toimintaa tuotannon ollessa käynnissä. Leikkureita tutkimalla niiden toiminnasta on saatu esiin häiriöitä ja mitattua tunnuslukuja, joita on käytetty leikkurien tehokkuuden tarkasteluun. Tutkintaa on tehty myös pinkkauslaitteista eli pinkkareista, jotka kuuluvat oleellisena osana leikkureiden työpisteeseen.

Työn lopussa on esitetty tulokset sekä pohdintaa ja parannusehdotuksia, joilla tuotantoa pystytään mahdollisesti parantamaan.

Kieli

suomi

Sivuja 40

Liitteet 1

Asiasanat

käyttöaste, vaneri, viiluleikkuri,



**THESIS**  
**May 2015**  
**Degree Programme in Mechanical and**  
**Production Engineering**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. ( 013) 260 6800

Author (s)  
Tommi Mustonen

Title  
Improving utilization rate of veneer-cutting lines

Commissioned by  
UPM-Kymmene Wood Oyj

Abstract

The purpose of this thesis is to research if there is a way to improve utilization rate of veneer-cutting lines which are located in UPM factory in Joensuu. Utilization rate means that part of machine capacity that is currently in use.

Veneer-cutting lines are placed in the beginning of a production cycle. The factory has 3 cutting lines. The research is done by following those cutting lines while they are running and observing activities they make. By examining those cutting lines some important key numbers are obtained and calculated and errors are noticed. Investigations are also made of veneer sorting lines which are an important part of these cutting lines.

The results and notes how utilization rate could be improved are in the end of this thesis

Language

Finnish

Pages 40

Appendices 1

Keywords

utilization rate, plywood, veneer cutting line,

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto .....	5
2	UPM esittely.....	6
2.1	UPM globaalina yrityksenä .....	6
2.2	Vaneriliiketoiminta (UPM Plywood).....	6
2.3	Joensuun vaneritehdas.....	7
3	Tuotannon kehitys.....	8
3.1	Tuotannon tunnuslukuja yleisesti.....	8
3.2	Tilastollisen laadunvalvonnan perusmenetelmät .....	9
3.3	Lean - ajattelu .....	11
3.4	Six sigma .....	11
3.4.1	DMAIC .....	12
3.4.2	Koesuunnittelu .....	13
3.5	KNL - luku .....	13
3.6	Pareto-analyysi .....	14
4	Viiluleikkurit.....	15
4.1	Viiluleikkurien toiminta .....	15
4.2	Pinkkauslaitteet ja niiden toiminta.....	17
4.3	Tiedon kerääminen leikkureista ja pinkkauslaitteista .....	17
5	Tulokset ja havainnot.....	18
5.1	KNL-luku .....	18
5.1.1	1-leikkuri .....	18
5.1.2	2-leikkuri .....	20
5.1.3	3-leikkuri .....	20
5.1.4	Työpisteen KNL-luku .....	21
5.2	Toimintahäiriöt .....	21
5.2.1	1-leikkuri .....	23
5.2.2	2-leikkuri .....	25
5.2.3	3-leikkuri .....	27
5.3	Häiriöseuranta päivätkimukseksi.....	29
6	Pohdinta ja parannusehdotukset .....	36
	Lähteet.....	39

Liitteet

Liite 1 Häiriöseurantalomake

# 1 Johdanto

Tätä tutkimuksellista opinnäytetyötä on aloitettu tekemään UPM:n Joensuun vaneritehtaan toimeksiannosta. Opinnäytetyön aiheeksi valittiin viulun leikkaamiseen käytettävien leikkurien käyttöasteen parantaminen. Käyttöasteen parantaminen on tärkeää, jotta saadaan tuotannosta sujuvampaa sekä saadaan nostettua tuotantomääriä suuremmiksi. Leikkureita on tehtaalla yhteensä kolme kappaletta. Opinnäytetyön tarkoituksena on saada tietoa leikkurien ongelmista ja saatuja tuloksia tutkimalla löytää ratkaisuja, jotka mahdollistavat linjojen tehokkaamman ja varmemman toiminnan sekä hävikin vähenemisen tulevaisuudessa. Leikkureista on laskettu myös KNL-luku(käytettävyys, nopeus, laatu), joka antaa vastaukseksi lukuarvon leikkurien kokonaistehokkuudesta. Jokaisesta leikkurista on tehty myös pareto-kaavio kuvaamaan leikkureissa tapahtuvia häiriöitä sekä niiden määrää.

Leikkurien käyttöasteen parantamisprojektin aloitin seuraamalla niiden toimintaa tuotannon ollessa normaalisti käynnissä. Samalla haastattelin työpisteen työntekijöitä ja pyysin heiltä kommentteja koneen käyntiaikana tapahtuviin ongelmiin. Häiriöiden sattuessa kirjasin ylös häiriöiden vaikutuksia tuotantopisteeseen ja tuotteeseen sekä niihin johtaneet syyt. Jokaisella leikkurilla on käytössä oma ohjelmansa, joka seuraa häiriöaikoja sekä niiden syitä ja tallentaa ne vuoron aikana tietokantaan. Tämän ohjelman avulla pystyin seuraamaan kuinka paljon ja kuinka pitkiä häiriöitä koneessa on. Tätä ohjelmaa hyödyntämällä sain myös tarvittavat tiedot tunnuslukujen laskemiseen. Luvut ja tulokset on laskettu ja esitelty työn lopussa ja viimeisenä on kirjoitettu pohdinta ja esitetty parannusehdotuksia näihin ongelmiin.

## **2 UPM esittely**

### **2.1 UPM globaalina yrityksenä**

UPM (United Paper Mills) on suomalainen metsäyhtiö, jonka osakkeet on listattu NASDAQ OMX Helsingin pörssissä. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Jussi Pesonen. Osakkeenomistajia oli vuoden 2014 lopussa noin 90 000. Liikevaihto vuonna 2014 oli 9,9 miljardia euroa. Yhtiön liiketoimintojen ydin koostuu kuudesta liiketoiminta-alueesta, jotka ovat: UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Paper Asia, UPM Paper ENA (Europe & North America) sekä UPM Plywood. Näiden liiketoiminta-alueiden tuotantolaitokset ja konttorit sijaitsevat 45 eri maassa ja niille työskentelee noin 20 000 työntekijää. (UPM vuosikertomus 2014,3.)

### **2.2 Vaneriliiketoiminta (UPM Plywood)**

UPM Plywoodin liiketoiminta-alueen tehtävänä on tuottaa vaneria ja viilua loppukäyttäjän tarpeisiin. Vaneriteollisuuden asiakkaita on mm. rakentamisessa, ajoneuvoteollisuudessa sekä laivanrakentamisessa. UPM määrittelee vanerin seuraavasti:

Vaneri on puulevy, joka koostuu ohuista, ristiin liimatuista viiluista. Lujuusominaisuuksien parantamiseksi viilut asetetaan ristiin, eli päällekkäisten kerrosten kuitusuunnat muodostavat 90 asteen kulman. Vanerilevyt koostuvat vähintään kolmesta viilusta, joiden paksuus on 1,4–3,2 millimetriä. (Wisaplywood 2014.)

UPM:n vaneriliiketoiminta on lähtöisin Suomesta. Sen perustajana toimi Wilhelm Schauman, joka perusti ja avasi ensimmäisen tehtaansa Jyväskylään vuonna 1912. Myöhemmin tehtaita perustettiin lisää. Savonlinnan tehdas avattiin vuonna 1924 ja Joensuun tehdas tästä muutamaa vuotta myöhemmin. Vuonna 1990 vanerin valmistus aloitettiin Venäjällä. Tähän aikaan onnistuttiin saavuttamaan myös miljoonan vaneri- ja viilukuutiometrin vuosittainen tuotanto.

Viroon vaneritehdas avattiin UPM:n toimesta vuonna 2000. (Wisaplywood 2014.)

Tällä hetkellä vanerituotantoyksiköt sijaitsevat Suomen, Venäjän ja Viron alueella. Yksiköt sijaitsevat Chudovossa, Joensuussa, Jyväskylässä, Kalsossa, Otepäässä, Pelloksella ja Savonlinnassa.

Vaneriliiketoiminnan palveluksessa työskentelee noin 2441 henkilöä vuonna 2014. Vaneritoiminnan liikevaihto oli n. 440 miljoonaa ja se käsittää 4 % koko UPM:n liikevaihdosta vuonna 2014. (UPM vuosikertomus 2014,27)

### **2.3 Joensuun vaneritehdas**

Nykyinen Joensuun vaneritehdas rakennettiin vuonna 1912, jolloin se alkoi toimia rullatehtaana. Vanerin valmistus tehtaassa aloitettiin vuonna 1918 ja UPM – Kymmene Wood Oy:tä edeltävä yritys Oy Wilhelm Schauman Ab hankki tehtaan ja sen tuotannon vuonna 1923. Tehdas rakennettiin uudelleen vuosina 1931–35, tulipalon tuhottua sen. Erinäisten yhdistymisten ja fuusioiden seurauksena yhtiön viralliseksi nimeksi tuli vuonna 2004 UPM – Kymmene Wood Oy. (UPM-Kymmene Wood Oy 2014, 2.)

Joensuun tehtaalla valmistetaan vaneria noin 55 000m<sup>3</sup> vuodessa. Tämä määrä koostuu koivuvanerin valmistuksesta. Viennin osuus tästä määrästä on 95 %. Koivuvaneria käytetään erityisesti silloin kun käyttökohteessa tarvitaan erityistä lujuutta, kovuutta sekä sileää pintaa. Valmiin vanerin käyttökohteita ovat mm. raskas ja kevyt kuljetusteollisuus, rakennusteollisuus, rakentaminen, laivanrakennusteollisuus, huonekalu-, ja urheiluvälineiteollisuus. Tehtaalla työskentelee 160 henkilöä. (UPM-Kymmene Wood Oy 2014, 3.)

Tehtaan viereen on sijoitettu sen omistama voimalaitos, joka tuottaa tehtaan tarvitseman lämmön ja höyryn. Polttoaineena voimalaitoksessa käytetään tehtaan tuotannossa syntyvää kuori-, viilu- ja puuhaketta. Lisäpolttoaineena voidaan tarpeen tullen käyttää turvetta. Sähkönkulutus on vaneritehtailla suurta jo-

ten Joensuun vaneritehtaan tarvitsemasta sähköstä puolet tuotetaan sen omassa voimalaitoksessa.

### **3 Tuotannon kehitys**

#### **3.1 Tuotannon tunnuslukuja yleisesti**

Tuotannossa käytetään erilaisia tunnuslukuja kuvaamaan ja mittaamaan tuotannon tehokkuutta ja erilaisia häiriöitä. Näiden tunnuslukujen avulla pystytään parhaimmassa tapauksessa huomaamaan tuotannosta alisuoriutujia ja puuttumaan niihin sekä tehostamaan niitä ja tätä kautta ohjaamaan koko yrityksen toimintaa. Tunnuslukuihin vaikuttavat niin organisaation henkilökunnan, kuin siellä olevien koneiden tehokkuus. Seuraavissa kappaleissa on esitelty näistä kapasiteetti, reklamaatio, läpäisy aika, käyttöaste ja toimitusvarmuus. Nämä tunnusluvut on valittu esiteltäväksi, koska ne ovat melko yleisesti käytössä monissa yrityksissä. Näitä tunnuslukuja seuraamalla saadaan hyvä kuva tuotannon tilanteesta seuraamishetkellä.

Kapasiteetin avulla voidaan kuvata tuotantokykyä joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Se on siis suurin mahdollinen tuotantokyky. Kapasiteettikyky voidaan ilmaista mm. arvoilla tonnia/tunti, kuutiota/päivä ja kappaletta/vuoro.

Reklamaatiot ovat asiakkaiden antamia huomautuksia tuotteessa olevista vioista tai vaurioista. Reklamaatioita ja niiden määrää seuraamalla voidaan saada selville virheen aiheuttanut työvaihe ja pystytään puuttumaan laatuvirheisiin.

Läpäisy aika tarkoittaa sitä kokonaisaikaa jonka toimintaketju vaatii. Läpäisyajalla tarkoitetaan tavallisesti kokonaisläpäisy aikaa tai valmistuksen läpäisy aikaa. Kokonaisläpäisy aika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu tilauksen vastaanotosta



valmiiseen tuotteeseen. Valmistuksen läpäisyajalla kuvataan taas aikaa tuotteen valmistuksen aloittamisesta siihen kun tuote on saatu valmiiksi. Melko usein suurin osa läpäisyajasta on odotusaikaa ja työvaihe aika muodostaa vain pienen osan kokonaisläpäisyajasta. Yritykset pyrkivät mahdollisimman lyhyeen läpäisy aikaan tuotteiden osalta. Lyhyet läpäisyajat vähentävät kesken oleviin tuotteisiin sitoutunutta pääomaa sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2005,401.)

Käyttöaste ilmoittaa sen luvun millä osuudella esim. tuotannossa olevaa konetta käytetään verrattuna sen maksimikapasiteettiin.

Toimitusvarmuudella tarkoitetaan yrityksen kykyä toimittaa tilatut tuotteet asiakaille sovituksessa ajassa.

### **3.2 Tilastollisen laadunvalvonnan perusmenetelmät**

Tilastollinen laadunvalvonta käsittää laajasti erilaisia menetelmiä, joita pystytään hyödyntämään laadun tarkastamisessa, ongelmien syiden analysoimisessa ja tuotantoprosessien kehittämisessä. Tilastollisen laadunvalvonnan tekniikoilla pyritään saamaan tietoa, joka johtaa laadun ja tuottavuuden kehittämiseen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2005,390.)

Kaoru Ishikawan mukaan seitsemän laadunvalvonnan perustyökalua ovat: Tarkastuskortti, histogrammi, pareto-diagrammi, syy-seuraus-diagrammi eli kalanruotokaavio, ristiintaulukointi, hajontadiagrammi, sekä x-R valvontakortti. Seuraavassa osiossa on esitelty nämä laadunvalvonnan perustyökalut. Poikkeuksena Pareto-diagrammi esitellään omassa kappaleessaan laajemmin, koska sitä käytetään myöhemmin tässä työssä häiriöiden kuvaamiseen. (Haverila ym. 2005, 390.)

Tarkastuskortti on määrämuotoinen lomake, jota tarvitaan laatu-tietojen keräämiseen. Tarkastuskortin tehtävä on helpottaa tietojen keräystä ja niiden myöhempiä hyödyntämistä. Tarkastuskortteja on mahdollista käyttää mm. virheellisten tuotteiden tarkastamiseen, mittaustulosten dokumentoimiseen, virheen sijainnin tai syyn määrittämiseen sekä vianmääritykseen (Haverila ym. 2005, 390.)

Histogrammeja käytetään erilaisten tietojoukkojen kuvaamiseen ja siinä tiedot on jaoteltu eri luokkiin. Histogrammissa esiintyvä pylväs, joka kuvaa luokkaa, ilmoittaa luokkaan kuuluvien muuttujien määrän eli frekvenssin. Histogrammista nähdään siis muuttujien jakaumat. Histogrammin muodosta voidaan päätellä tuotantoprosessien ongelmien suurimpia syitä. (Haverila ym 2005, 390-391.)

Syy-seuraus-diagrammia voidaan käyttää laatuominaisuuksien ja niiden välisten suhteiden selvittämiseen, sekä voidaan analysoida eri tekijöiden vaikutuksia laatuvirheen syntymiseen. Diagrammin muodon vuoksi sitä kutsutaan myös kalanruotokaavioksi. (Haverila ym 2005, 391.)

Ristiintaulukointia voidaan käyttää tutkittaessa eri tekijöiden vaikutuksia laatuominaisuuksiin. Tutkittaessa valmistuksen virheitä virheet jaotellaan tekijöiden mukaan. Ristiintaulukoinnin tarkoituksena on löytää tekijät tai joidenkin tekijöiden eri yhdistelmät, joista huono laatu johtuu. Tutkittavina tekijöinä voidaan käyttää mm. seuraavia: raaka-ainetyyppi, käytetty lisäaine, viikonpäivä, kellon-aika, lämpötila, ja tuotantokone sekä työntekijä. (Haverila ym 2005, 391.)

Hajontadiagrammilla on mahdollista tutkia kahden toisiinsa vaikuttavan muuttujan suhdetta. Sitä voidaan myös käyttää tutkittaessa jonkin prosessin muuttujan vaikutusta lopputuotteen laatuun. (Haverila ym 2005, 391.)

X-R valvontakorttia käytetään tuotantoprosessin ohjaamiseen ja tilastolliseen laadunvalvontaan. X-R kortilla pystytään seuraamaan tuotantoprosessissa esiintyvää hajontaa sekä seurata sen suorituskykyä. X-R korttia käytetään

yleensä tilanteissa, joissa tuotteen laadun edellytyksenä on seurata ja valvoa valmistusprosessia ja valmistusmäärät ovat suuria. Kortilla pyritään hallitsemaan erityisesti tuotantoprosessin laaduntuottokykyä. (Haverila ym 2005, 391.)

### **3.3 Lean - ajattelu**






Lean on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli. Se perustuu pitkälti kaikenlaisen hukkan ja turhan työn poistamiseen työvaiheista. Lean-ajattelun yksi pääavoitteista on saada tuotteiden läpimenoaikaa lyhemmäksi ja saavuttaa kaikkiaan parempi prosessin suoritus- ja virtausarvo. Näillä toimilla pyritään saamaan taloudellista hyötyä yritykselle. (Karjalainen, 2007. )

### **3.4 Six sigma**

Six sigma on joukko käytäntöjä ja menetelmiä, joilla prosesseja saadaan parannettua systemaattisesti. Näitä menetelmiä kutsutaan myös six sigman työkaluiksi. Six sigman käytön tavoite on saada pienennettyä vaihteluita prosessin lopputuotteissa. Tämä tapahtuu tutkimalla syuseuraussuhteita prosessissa ja aikaan saamalla muutoksia lopputuotteeseen vaikuttaviin muuttujiin. Suorituskyvyn paraneminen perustuu ajatukseen jossa vaihtelun pienentäminen vähentää hukkaa ja tästä seuraa virtauksen paraneminen. Six sigma termi kuvaa erittäin suorituskykyisen prosessin valmiutta tuottaa huippulaatua. Lean – ajatteluun verrattuna Six sigma keskittyy vaihtelun minimoimiseen kun taas Lean keskittyy poistamaan hukkaa. (Quality knowhow Karjalainen , 2016. )

### 3.4.1 DMAIC

Dmaic on ongelmanratkaisumenetelmä, jota käytetään kun halutaan ratkaista ongelmia järjestelmällisillä tavoilla ja kehittää ratkaisuja liiketoiminnan kehittämiseen. DMAIC on lyhenne termeistä määrittely (Define), mittaus (Measure), analysointi (Analyze), parannus (Improve) ja ohjaus (Control).

PROSESSIN PARANNUS LEAN SIX SIGMALLA		
Lean Six Sigman vaiheet	Prosessin parannus	Prosessin suunnittelu/ uudelleen suunnittelu
 <b>1. MÄÄRITTELY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnista ongelma</li> <li>Määrittele vaatimukset</li> <li>Aseta tavoite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnista onko suppeat vai laajat ongelmat</li> <li>Määrittele tavoite/muutos visio</li> <li>Selkeytä ongelman laajuus ja asiakasvaatimukset</li> </ul>
 <b>2. MITTAUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelpuuta ongelma/prosessi</li> <li>Viimeistele ongelma/tavoite</li> <li>Mittaa avainkohdat/inputit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mittaa vaatimusten suorituskyky</li> <li>Kerää prosessin hyötysuhteen määrittelyssä tarvittavaa dataa</li> </ul>
 <b>3. ANALYSOINTI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luo syy-seuraus hypoteesi</li> <li>Tunnista keskeiset ydinsyyt</li> <li>Kelpuuta hypoteesit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnista "paras käytäntö"</li> <li>Arvioi prosessisuunnitelmaa               <ul style="list-style-type: none"> <li>– arvon/ei-arvon lisäys</li> <li>– pullonkaulat/katkokset</li> <li>– vaihtoehtoiset "polut"</li> </ul> </li> <li>Viimeistele vaatimuksia</li> </ul>
 <b>4. PARANNUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luo idea, kuinka ydinsyyt poistetaan</li> <li>Testaa ratkaisu</li> <li>Standardisoi ratkaisu</li> <li>Mittaa tulos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suunnittele uusi prosessi               <ul style="list-style-type: none"> <li>– haasteelliset oletukset</li> <li>– käytä luovuutta</li> <li>– virtausperiaate</li> </ul> </li> <li>Toteuta uusi prosessi, rakenteet ja systeemit</li> </ul>
 <b>5. OHJAUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luo standardimittaukset ylläpitämään suorituskykyä</li> <li>Korjaa ongelmat, jos niitä syntyy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luo mittaukset ja katselmoi ylläpitääksesi suorituskyvyn</li> <li>Korjaa ongelmat, jos niitä syntyy</li> </ul>

Kuva 1 DMAIC (sixsigma, 2016).

Kuvasta nähdään hyvin eri vaiheiden järjestys, mitä pitää tehdä jokaisen vaiheen kohdalla sekä mitä pitää ottaa huomioon prosessia aloittaessa.

### 3.4.2 Koesuunnittelu

Koesuunnittelu on yksi osa Lean Six Sigmaa. Sitä kutsutaan myös nimellä Design of experiments, eli DOE. Koesuunnittelun avulla pyritään löytämään tärkeimmät vaihtelun lähteet ja saamaan selville tekijöiden välisiä keskinäisvaikutuksia. DOE:n avulla pystytään tutkimaan monimutkaisia prosesseja ja niihin vaikuttavia tekijöitä sekä analysoimaan prosessia. Suunnitelluissa kokeissa ohjataan ja asetetaan prosessimuuttujille arvoja ja muutetaan tutkittavaa prosessia aktiivisesti. Kokeiden tarjoama suuri määrä informaatiota mahdollistaa syy-seuraussuhteen määrittämisen. (Karjalainen, 2007)

### 3.5 KNL - luku

KNL-luku on myös yksi tuotannon tunnusluku, jota käytetään melko yleisesti monissa eri yrityksissä. Luku on esitelty tässä työssä kattavammin kuin muut tuotannon tunnusluvut, koska sitä on käytetty myöhemmässä vaiheessa leikkurien tunnuslukuna, jolla mitataan niiden kokonaistehokkuutta.

Käytännössä termit OEE (overall equipment efficiency ) sekä KNL-luku ( käytettävyys, nopeus, laatu ) tarkoittavat samaa asiaa. Molempia termejä käytetään rinnakkain eri tuotantolaitoksilla ja niitä molempia käytetään esim. tuotantolinjan tai sen koneiden kokonaistehokkuuden mittaamiseen. Täydellinen kone pyörisi koko elinaikansa täydellä teholla ilman tuotantokatkoja mutta tällainen tilanne on käytännössä mahdoton. Lukujen mittaamisella ja niiden käytöllä pyritään siihen että löydetään tuotantolinjalta kone tai osasto, joka toimii pullonkaulana tuotannossa ja tätä kohdetta parantamalla saadaan tuotannonvirtausta tehostettua. Lopputulos ilmoitetaan prosenttimääränä täydestä tuotantotehosta (100%).

KNL-luku on jaettu kolmeen osatekijään. Näitä osatekijöitä ovat käytettävyys, nopeus ja laatu.

Käytettävyyden arvo ottaa huomioon tuotannon erilaisia häiriöitä, koneen pysähtymisiä ja muita asioita jotka keskeyttävät tuotannon. Näitä ovat mm. suun-

nittelemattomat tuotantoseisokit, säätö- ja asetusajat sekä koneen häiriöt.(Novotek, 2016.)

Käytettävyyden arvo saadaan selville seuraavasta kaavasta:

$$\text{Käytettävyys} = (\text{Käyntiaika} / \text{Suunniteltu tuotantoaika}) * 100$$

Nopeuden arvo huomioi tuotantonopeuteen liittyvän hävikin, sekä vertaa kappa-  
leiden todellista tuotantoa niiden teoreettiseen maksimimäärään. Nopeuden  
huono arvo voi johtua mm. raaka-aineiden laadusta, vääristä toimintatavoista  
tuotantopisteellä ja tuotantokoneiden yleisestä tehottomuudesta. Joissain tilan-  
teissa tuotantokoneilla joudutaan ajamaan hitaammin kuin normaalisti niissä il-  
menneiden vikojen vuoksi. Tällaisen tilanteen estämiseksi kunnossapidolla on  
myös iso rooli tehokkuuden tunnuslukujen parantamiseksi.(Novotek, 2016.) No-  
peuden arvo saadaan selville kaavasta:

$$\text{Nopeus} = (\text{Toteutunut tuotanto} / \text{Tavoitetuotanto}) * 100$$

Laadun arvo huomioi tuotannossa esiintyvät hävikit. Kaikki tuotteet, jotka eivät  
täytä laatukriteereitä luetaan hävikkiin. Laadun arvo voidaan laskea käyttämällä  
apuna seuraavaa kaavaa:

$$\text{Laatu} = (\text{Hyväksytty tuotanto} / \text{Toteutunut tuotanto}) * 100$$

### **3.6 Pareto-analyysi**

Tässä työssä käytetään Pareto-analyysia ilmaisemaan leikkureiden häiriöitä ja  
niiden aiheuttajia

Pareto-analyysi on menettelytapa jonka avulla voidaan saada merkittävien teki-  
jöiden vaikutukset esille suuresta havaintoryhmästä ja erotetaan ne vähämerki-  
tyksisistä. Analyysissa järjestetään tietoa sen prioriteetin ja tärkeyden mukaan.

Diagrammissa pylvään korkeus kertoo miten merkittävä tekijä on. Tutkimalla pylväitä saadaan selville suurimmat virheiden aiheuttajat. Diagrammiin on myös liitetty käyrä, joka kertoo tekijöiden kumulatiivisesta vaikutuksesta. Pareton perusajatuksen mukaan kuuluu että 80% häiriöistä ja ongelmista aiheutuu 20% häiriöiden aiheuttajista. (qualitas-forum 2016, 1)

## **4 Viiluleikkurit**

### **4.1 Viiluleikkurien toiminta**

Leikkurin tehtävänä on leikata viilu kuivatusta viilumatosta tehtaan sen hetkisen tuotannon tarvitsemiin mittoihin ja laatuihin. Viilujen laatulajittelu tapahtuu siihen tarkoitettuun kameran avulla, joka tarkkailee tulevaa viilumattoa koko ajan ja tekee samalla päätökset ajossa olevan viilun laadusta. Päätös viilun laadusta tehdään visuaalisen ulkonäön, teknisen laadun ja virheiden perusteella. Viilut ohjataan laadun perusteella omiin pinkkoihinsa odottamaan seuraavaa työvaihetta (Kuva 2). Leikkurien operaattorin tehtävänä on valvoa tämän prosessin toimintaa. Tarpeen tullen operaattori voi pysäyttää tai siirtää leikkurit käsiajolle. Viilun maksimikosteusarvo on ajon aikana 8 % ja sitä valvotaan antureilla sen pyöriessä kuivauslinjassa. Viilun tavoitearvo kosteudelle on 3-5 %. Jos kosteus nousee tai laskee liikaa leikkurien operaattori voi myös nostaa tai laskea kuivaajien nopeutta, jolloin viilun kosteutta saadaan muutettua vastaamaan tavoitearvoja. Kuivaajan lämpötilan tulisi olla  $175\pm 5$  astetta. Viilupinkan ollessa valmis trukkia ajava henkilö hakee pinkan pois ja vaihtaa uuden lavan entisen tilalle. (Partanen 2015,1.)



**Kuva 2. 3-leikkurin leikkaamia viiluja lajitteluradalla, (Kuva: Tommi Mustonen)**

Ennen leikkureille tuloa viilu sorvataan sorvilla, josta tullut viilumatto kierrätetään kuivaajan kautta leikkureille. Sorvin ja leikkurin työntekijöiden välinen yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää hyvän viilun onnistumiseksi. Molemmilla on käytössään mikrofonilliset kuulosuojaimet, joilla työpisteiden työntekijät voivat viestiä keskenään. Operaattorin ollessa tauolla vuorottaja tulee ajamaan leikkureita tauon ajaksi. Näin leikkureiden tuotanto saadaan maksimoitua.

Leikkureista 1-leikkuri on nopein. Tällä leikkurilla pystytään leikkaamaan kahta mittaa jotka ovat leveydeltään 1600/1300 mm. Leikkurilla on mahdollista ajaa ja lajitella lujuuslajiteltuja viiluja radalla olevan säteilimen ansiosta. Muissa leikkureissa tätä mahdollisuutta ei ole.

2- ja 3-leikkurit eroavat 1-leikkurista joidenkin ominaisuuksiensa puolesta. Molemmat leikkurit ovat hitaampia kuin 1-leikkuri ja niillä voidaan ajaa leveydeltään vain yhtä mittaa. 2-leikkurilla mittaa 1600 mm ja 3-leikkurilla mittaa 1300 mm



## 4.2 Pinkkauslaitteet ja niiden toiminta

Pinkkauslaitteet ovat olennainen osa leikkauksen työpisteen kokonaisuutta. Leikkurin operaattori huolehtii myös kaikista pinkkauspaikoista osana työtään. Leikkurin leikattua viilun se kulkeutuu seuraavaksi lajitteluradalle, jossa se lajitellaan pinta- tai väliviiluksi. Pinta- ja väliviiluille on jokaisella leikkurilla oma pinkkansa.



**Kuva 3 2-leikkurin pinkkauspaikka, (Kuva: Tommi Mustonen)**

Leikkurin ajo-ohjelmaan on määritetty mitä mittaa ajetaan koneen ollessa tuotannossa. Määritellyn kokoisen viilun saavuttua oikean pinkan päälle, jonka paikassa koneessa olevat valokennot ovat määrittäneet, viilu tiputetaan radalta pinkkaan radalla olevilla irroittimilla. Viilu pysyy linjalla siihen kohdistuvan imun avulla.

## 4.3 Tiedon kerääminen leikkureista ja pinkkauslaitteista

Aloitin tiedon keräämisen seuraamalla leikkureita tuotannon ollessa käynnissä. Kirjasin ylös asioita joita leikkurissa tapahtui tai jäi tapahtumatta vuoron aikana. Vuorojen aikana haastattelin myös leikkurin operaattoreita ja sain heidän näkemyksiään koneeseen vaikuttavista asioista sekä koneen mahdollisista häiriön

aiheuttajista, sekä myös siitä kuinka työpistettä voitaisiin muuttaa vastaamaan paremmin heidän tarpeitaan. Seurasin työpisteellä tapahtuvia töitä n. kaksi viikkoa.

## 5 Tulokset ja havainnot

### 5.1 KNL-luku

Seuraavassa on laskettu koneista saadut käytettävyyden, nopeuden ja laadun osatekijät. Tiedot osatekijöiden laskemiseen on kerätty ajalta 1.1.2015 – 31.12.2015.

#### 5.1.1 1-leikkuri

Tarkastellaan ensin käytettävyyden lukuarvoa kyseisellä leikkurilla. Käytettävyyden arvo ottaa huomioon tuotannon erilaisia häiriöitä, koneen pysähtymisiä ja muita asioita jotka keskeyttävät tuotannon. Näitä ovat mm. suunnittelemattomat tuotantoseisokit, säätö- ja asetusajat sekä koneen häiriöt. Käytettävyyden arvo saadaan selville seuraavasta kaavasta:

$$\text{Käytettävyys} = \text{Käyntiaika} / \text{Suunniteltu tuotantoaika} * 100$$

1-leikkurin ollessa kyseessä tämä tarkoittaa seuraavia arvoja

$$\text{Käytettävyys} = 5340\text{h} / 7042\text{h} * 100 = 75,8$$

Käytettävyyden osalta arvoksi saatiin **75,8 %**

Seuraavaksi tarkastellaan nopeuden lukuarvoa. Nopeuden arvo huomioi siis tuotantonopeuteen liittyvän hävikin, sekä vertaa kappaleiden todellista tuotantoa niiden teoreettiseen maksimimäärään.

Työpisteen tavoitetuotanto on 315m<sup>3</sup> päivässä. Jaoin tämän leikkureiden määrällä, jolloin saadaan tavoitetuotannoksi 105m<sup>3</sup> per leikkuri. Leikkureilla ei työkennellä sunnuntaisin, näitä päivä vuonna 2015 oli 52. Tehtaalla on 2 kertaa vuodessa pitempi huoltoseisakki joiden yhteenlaskettu pituus on 28 päivää. Tavoitetuotantoa lisäämättömiä päiviä on (82 kpl). Jäljelle jää siis 285 päivää, jotka lisäävät tavoitetuotantoa. Tavoitetuotanto leikkurille saadaan laskusta:

Tavoitetuotanto on  $285 \cdot 105 = 29925\text{m}^3$ , tämä lukuarvo pätee kaikkiin leikkureihin.

Tässä ei ole otettu huomioon sitä että 1-leikkuri on kaikista nopein, joten sen tavoitetuotannon pitäisi olla suhteessa enemmän kuin muiden leikkureiden. Tämä ero kuitenkin tasoittuu laskettaessa koko työpisteen KNL-luku.

Nopeuden arvo saadaan selville kaavasta: Toteutunut tuotanto / Tavoitetuotanto\*100. Tällä leikkurilla nopeuden arvot:

$$\text{Nopeus} = 25111 / 29925 \cdot 100 = \underline{\underline{83,9 \%}}$$

Viimeisenä tämän leikkurin osalta tarkastellaan laadun lukuarvoa. Laadun arvo huomioi tuotannossa esiintyvät hävikit. Kaikki tuotteet, jotka eivät täytä laatukriteereitä luetaan hävikkiin. Laadun arvo voidaan laskea käyttämällä seuraavaa kaavaa: Hyväksytty tuotanto / Toteutunut tuotanto\*100

1-leikkurilla ajetaan kahta eri levyistä viilumittaa, joten laadun arvo koostuu näiden yhteisestä tuloksesta. Taulukon arvot kuutioina (m<sup>3</sup>)

Mitta	Toteutunut tuotanto	Raakit	Jontit	Hyväksytty tuotanto
1300	11190	628	461	
1600	13921	644	370	
Yhteensä	25111	1272	831	23008

**Taulukko 1 1-leikkurin toteutunut tuotanto**

Näistä arvoista saadaan laskettua laadun arvo

$$\text{Laatu} = 23008/25111 \cdot 100 = \underline{\underline{91,6 \%}}$$

1-leikkurin kokonais KNL-luku on siis:

$$(0,758*0,839*0,916)*100 = \underline{\underline{58,2 \%}}$$

### 5.1.2 2-leikkuri

2-leikkurin käytettävyys saadaan laskusta:

$$\text{Käytettävyys} = 6599/7671*100 = \underline{\underline{86,0 \%}}$$

Nopeuden arvo 2-leikkurille tulee laskusta:

$$\text{Nopeus} = 21658 / 29925*100 = \underline{\underline{72,3 \%}}$$

2-leikkurilla ajetaan vain yhtä viilumittaleveyttä joka on 1600 mm. Laadun laskettu arvo, koostuu tämän viiluleveyden hylkymäärästä ja tuotetuista viilumääristä. Taulukon arvot kuutioina (m<sup>3</sup>)

Mitta	Toteutunut tuotanto	Raakit	Jontit	Hyväksytty tuotanto
1600	21658	1198	1284	19176

**Taulukko 2 2-leikkurin toteutunut tuotanto**

Laadun osalta KNL-luku on siis

$$\text{Laatu} = 19176 / 21658*100 = \underline{\underline{88,5 \%}}$$

2-leikkurin kokonais KNL-luku on

$$(0,860 * 0,723 * 0,885)*100 = \underline{\underline{55,0 \%}}$$

### 5.1.3 3-leikkuri

3-leikkurin käytettävyys saadaan laskusta:

$$\text{Käytettävyys} = 6557h / 7660h*100 = \underline{\underline{85,8 \%}}$$

Nopeuden arvo saadaan laskusta:

$$\text{Nopeus} = 21270 / 29925*100 = \underline{\underline{71,0 \%}}$$

3-leikkurilla ajetaan vain yhtä viilumittaleveyttä joka on 1300 mm. Laadun laskettu arvo, koostuu tämän viiluleveyden hylkymäärästä ja tuotetuista viilumääristä. Taulukon arvot kuutioina (m<sup>3</sup>)

Mitta	Toteutunut tuotanto	Raakit	Jontit	Hyväksytty tuotanto
1300	21270	551	465	20254

### Taulukko 3 3-leikkurin toteutunut tuotanto

3-leikkurin laadun arvoksi saadaan siis:

$$\text{Laatu} = 20254 / 21270 * 100 = \underline{\underline{95,2 \%}}$$

Leikkurin kokonais KNL-luku on siis:

$$(0,858 * 0,710 + 0,952) * 100 = \underline{\underline{58,0 \%}}$$

#### 5.1.4 Työpisteen KNL-luku

1-leikkuri: 58,2 %

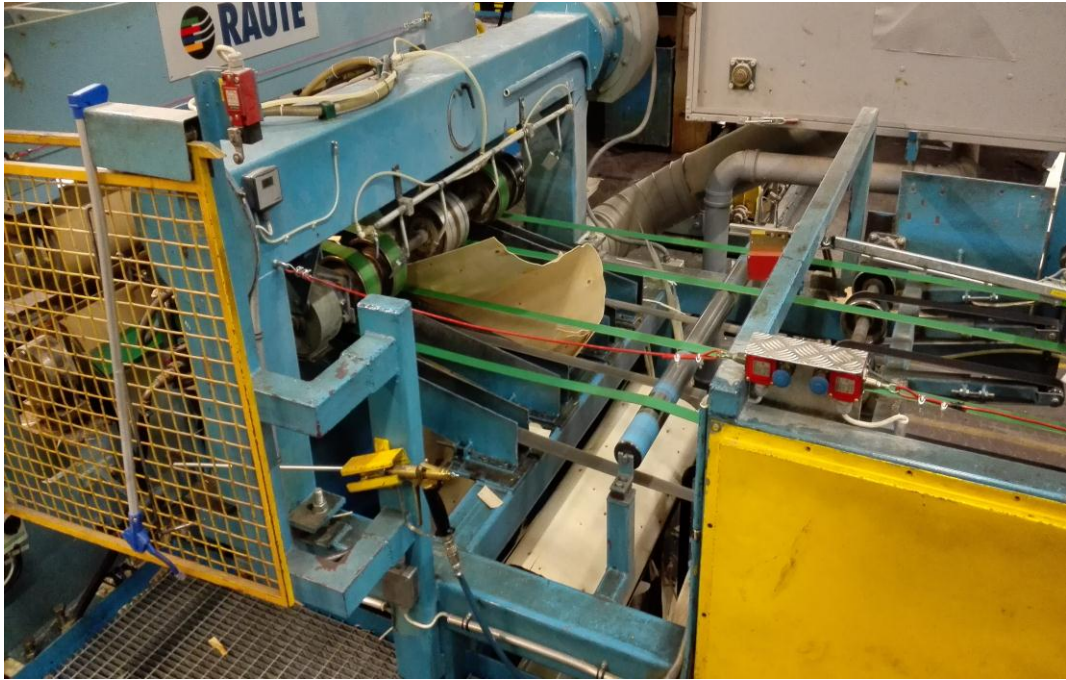
2-leikkuri: 55,0 %

3-leikkuri: 58,0 %

Tuloksista huomataan että leikkureiden tehokkuusluvut ovat melko lähellä toisiinsa 2-leikkurin ollessa tästä kolmikosta huonoin. Kaikkien leikkureiden arvot ovat kuitenkin melko lähellä toisiaan eikä mikään suoriudu huomattavasti toista huonommin. Eri puolilla maailmaa on tehty tutkimuksia jotka osoittavat että valmistavassa teollisuudessa keskimääräinen KNL-luku on n. 60%. Leikkurit ovat melko lähellä tätä keskimääräistä lukua. (Novotek, 2016).

## 5.2 Toimintahäiriöt

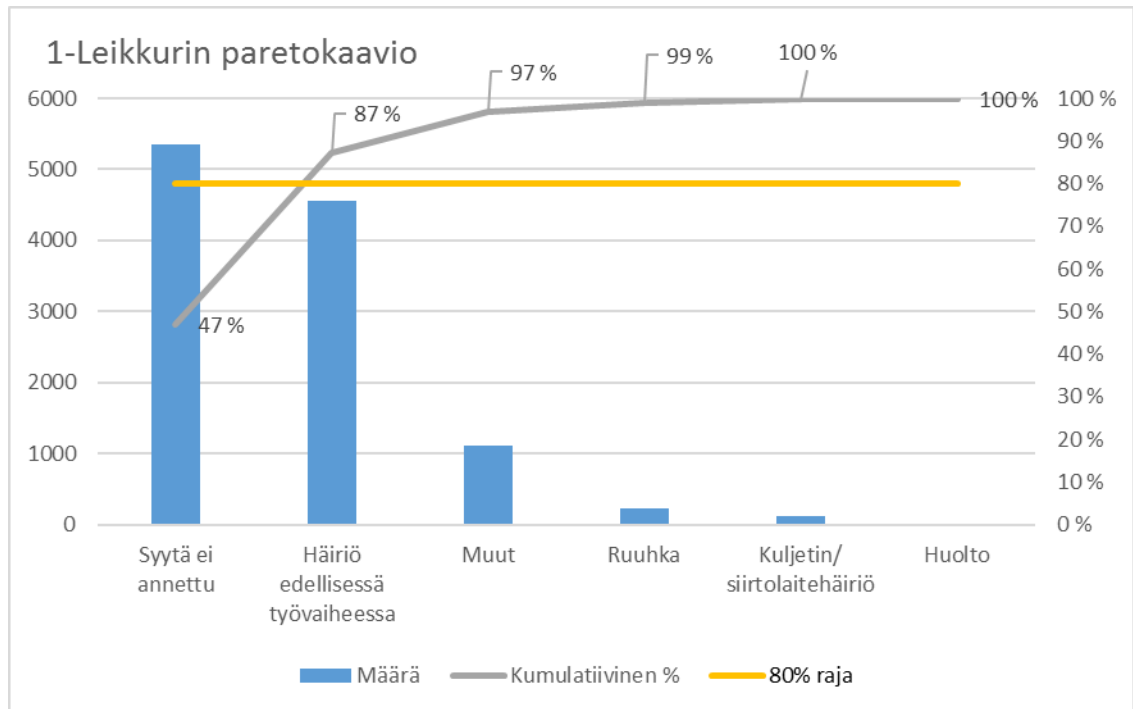
Leikkureilla on käytössä ohjelma joka mittaa häiriöiden kestoja sekä niiden syitä. Operaattorin tehtävänä on kirjata häiriön syy ylös myöhempää tarkastelua varten. Työpisteellä on monia erilaisia häiriöitä, jotka voivat pysäyttää tuotannon eripituisiksi ajoiksi. Yksi tavallisimmista häiriöistä on tilanne, jossa viilu liikkuu virheellisesti radalla ja jumiuttaa linjan



**Kuva 4 Linja häiriössä, (Kuva: Tommi Mustonen)**

Tässä osiossa käytetään pareto-kaavioita ja ympyräkaavioita havainnollistamaan virheiden määrää joita leikkureilla tulee vastaan, sekä niihin kulunutta aikaa. Tiedot on kerätty leikkurin häiriöseurannasta ja ne on syötetty kaavioihin. Alla olevat tiedot on kerätty ajalta 1.1.2015 – 31.12.2015

### 5.2.1 1-leikkuri



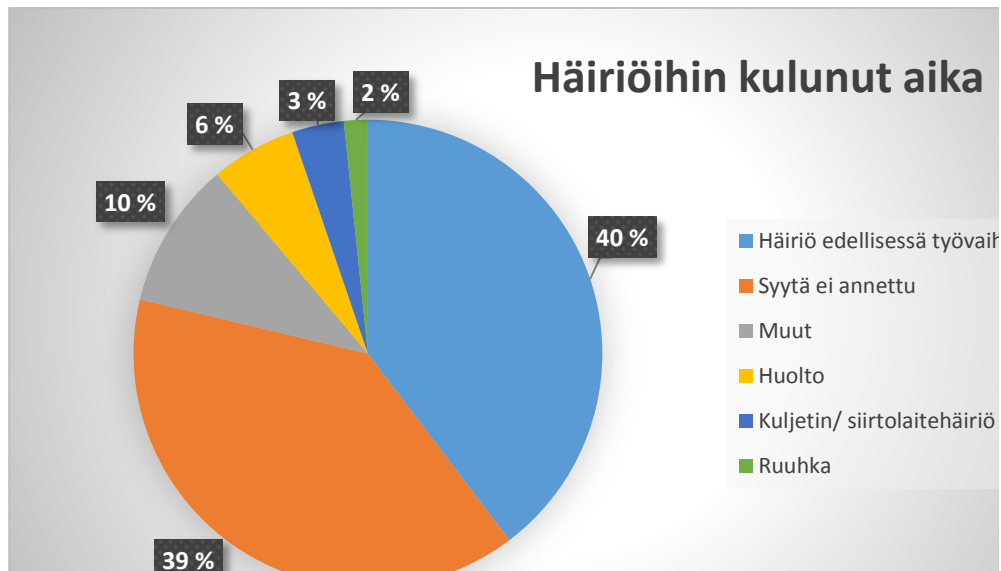
**Kaavio 1 1-leikkurin paretokaavio**

Kaaviossa 1 on esitetty 6 määrällisesti yleisimmin esiintyvää virhettä 1-leikkurilla. Joidenkin virheiden määrä oli niin vähäinen, ettei niitä kannattanut ottaa yksittäin mukaan kaavioon koska se olisi tehnyt kaaviosta vaikeaselkoisemman. Näillä virheillä yksittäin ole suurtakaan merkitystä verrattuna muihin käytössä oleviin kohtiin. Nämä vähäiset ja yksittäiset virheet ovat kaikki kerätty kohdan ”Muut” alle jolloin saadaan käsitys miten ne yhdessä vaikuttavat häiriötiheyteen. Tätä samaa tyyliä on käytetty jokaisen leikkurin kaaviossa.

Kaaviosta voidaan todeta että kaksi häiriön aiheuttajaa on suuressa osassa häiriöiden lukumäärän suhteen. Nämä kaksi yhdessä aiheuttavat 87 % kaikista häiriöistä. Suurimman häiriöiden aiheuttajan ”Syytä ei annettu” kohdan tulkinta on ongelmallista koska häiriöiden aiheuttajaa ei tiedetä.

Huollot ovat mukana tässä kaaviossa vaikka ne eivät varsinaisia häiriöitä olekaan. Huollot löytyvät kuitenkin leikkurin automaattisesta tiedonkeräyksestä, joten siksi ne ovat mukana tässäkin. Huollot ovat määrällisesti melko vähäisiä tämän leikkurin kohdalla, siksi niiden vaikutus on melkein olematon tässä määrällisessä taulukossa.

Seuraavassa kuviossa tarkastellaan häiriöitä niihin kuluneen ajan mukaan



**Kuvio 1 1-leikkurin häiriöihin kulunut aika**

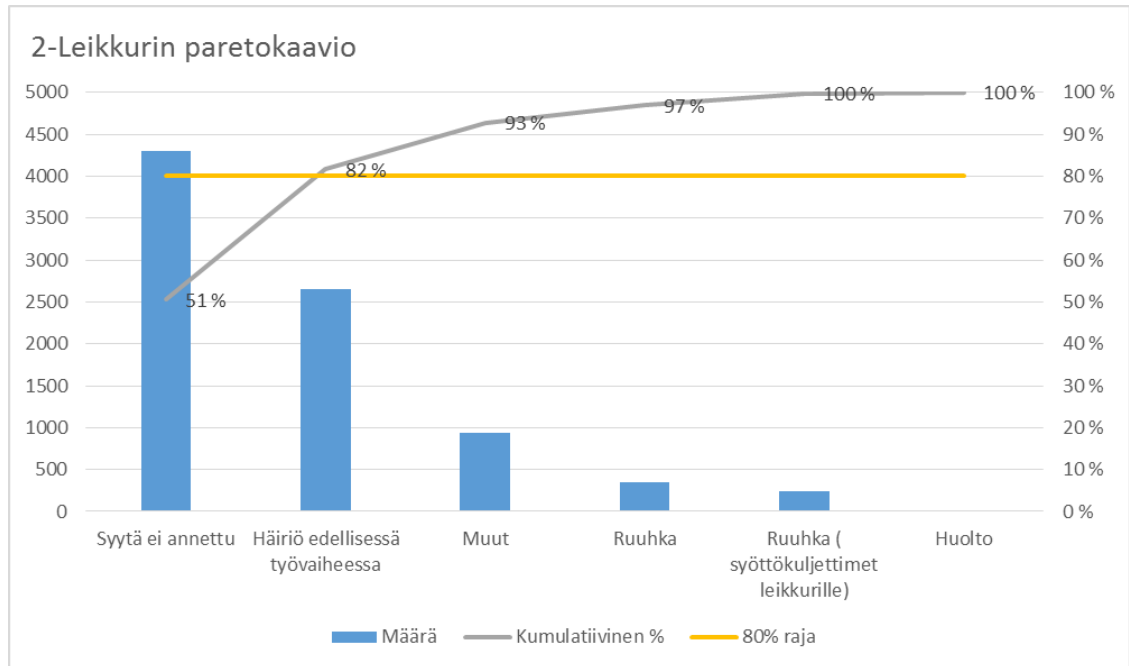
Kuviossa 1 on esitetty häiriöihin kulunutta aikaa suhteessa kaikkien häiriöiden kuluttamaan aikaan.

Suurimman osuuden ajallisesti vievät häiriöt: ”syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa”. Näistä häiriöistä koostuu 79% häiriöiden kuluttamasta ajasta.

Huomattavana erona pareto-kaavion tuloksiin on että vaikka huollot ovat määrällisesti vähäisiä, niihin kuluva häiriöaika on pidempi kuin ruuhkassa ja kuljetin/siirtolaitehäiriössä, vaikka näitä olikin määrällisesti enemmän. Ruuhkien osuus on ajallisesti melko pieni ja määrällisestikään se ei ole tämän leikkurin kohdalla huomattavan suuri.



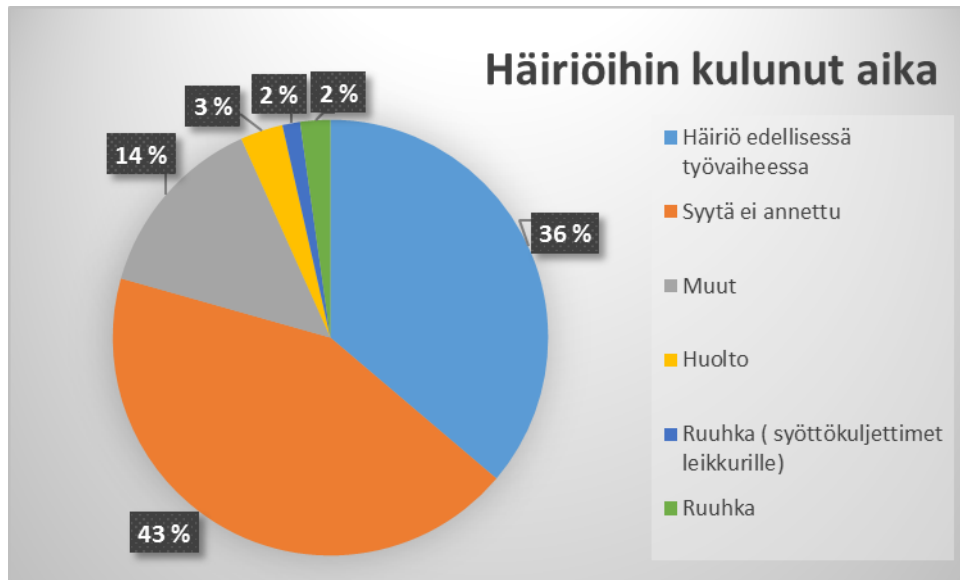
## 5.2.2 2-leikkuri



**Kaavio 2 2-leikkurin paretoakaavio**

2-leikkurin pareto-kaaviossa suurimman osan häiriöistä (82%) aiheuttavat kohdat: ”Syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa”. Muut häiriöiden aiheuttajat aiheuttavat selvästi vähemmän häiriöitä kuin nämä kaksi.

Tämänkään leikkurin osalta huollot eivät ole määrällisesti kovin suuria, joten ne jäävät taulukossa määrällisesti pieneen rooliin.

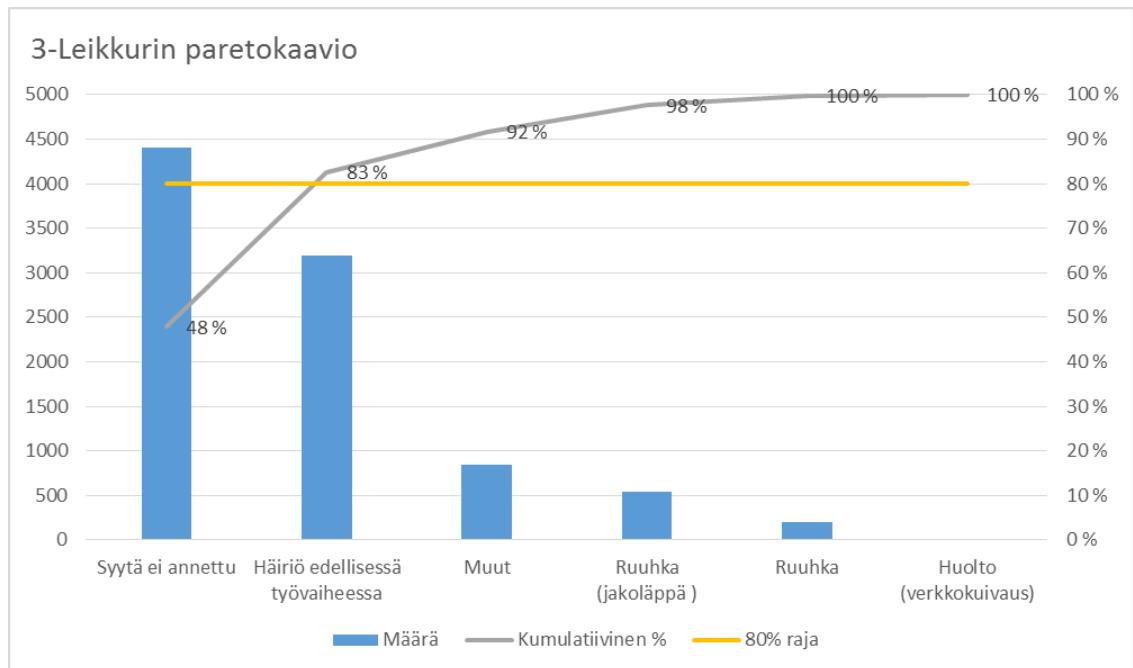


**Kuvio 2 2-leikkurin häiriöihin kulunut aika**

Katsomalla kuviota 2 huomataan suurimmiksi ajankuluttajiksi kohdat: ”syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa”. Näiden yhteenlaskettu osuus on 79 % kaikista häiriöistä.

Huoltojen osuus on 3 % kokonaishäiriöajasta. Tämä selittyy osin pakollisilla seisakkihuolloilla jotka on kuitenkin mietitty etukäteen.

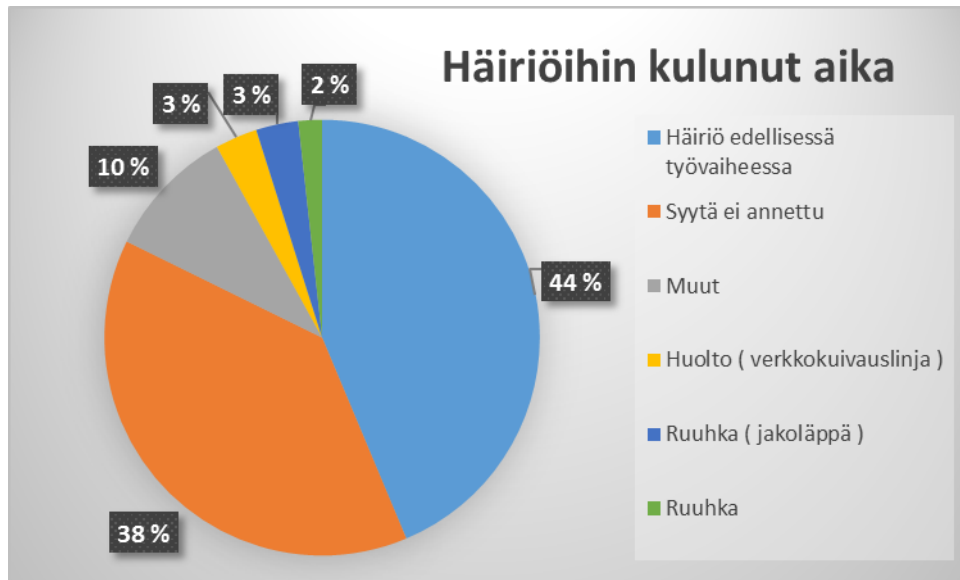
### 5.2.3 3-leikkuri



**Kaavio 3 3-leikkurin paretoakaavio**

3-leikkurin paretoakaaviosta löytyy melko lailla samat virheiden aiheuttajat kuin aiemmista leikkureiden kaavioista. Suurimpina häiriöiden aiheuttajana tässäkin tapauksessa on kohdat ”syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa”.

Uutena häiriönä on jakoläpän ruuhka, jota ei ole esiintynyt muiden leikkureiden kohdalla. Tässä tapauksessa se aiheuttaa määrällisesti n.6 % kaikista häiriöistä. Huoltojen osuus taas on määrällisesti melko pieni tämän leikkurin kohdalla. Häiriöseurannasta löytyi tämän leikkurin kohdalla erittely huollon syyksi, joka kohdistui verkkokuivauslinjaan.



**Kuvio 3 3-leikkurin häiriöihin kulunut aika**

Tutkimalla kaaviota huomataan että syy suurimpaan osaan häiriöajasta ovat kohdat: häiriö edellisessä työvaiheessa ja syytä ei annettu.

Ruuhkiin kuluu häiriöajoista yhteensä 5 % joista suurempi osa aiheutuu jakoläppän ruuhkautumisesta. Huoltojen osuus on melko sama muihin leikkureihin verrattuna

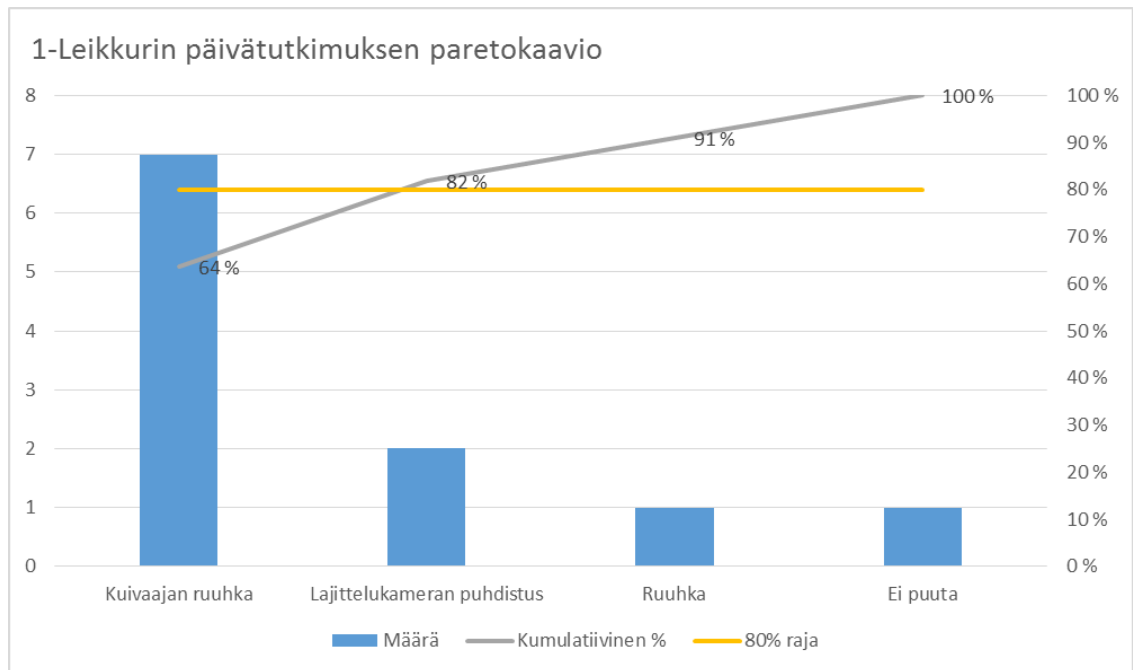
Kaikissa häiriökartoissa hallitsevina tekijöinä olivat kohdat: syytä ei annettu ja häiriö edellisessä työvaiheessa. Huoltojen osuus pysyi jokaisen leikkurin kohdalla melko vähäisenä sekä määrällisesti että ajallisesti. Selvää on että laitteita täytyy huoltaa, jotta ne saadaan pysymään toimintakuntoisena tuotannon ollessa käynnissä. Omasta mielestäni huoltojen osuus ei mielestäni ole merkittävä syy koneiden pysähtymisiin. Suurin osa huolloista tapahtuu kuitenkin etukäteen mietittynä ajankohtana, jolloin koko muussakin tehtaassa tuotanto on seisautettu.

### 5.3 Häiriöseuranta päivätkimuksena

Kaikkien leikkureiden kohdalla suurimmat häiriöiden aiheuttajat olivat kohdat: ”syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa”. Nämä kohdat aiheuttivat jokaisen leikkurin kohdalla yhteensä yli 80 % kaikista häiriöistä. Tässä kappaleessa on tarkoitus tutkia ja avata mitä häiriöitä nuo kohdat pitävät sisällään. Esimerkiksi syytä ei annettu kohta voi koostua mm. kaikista niistä häiriöistä joita taulukoissa on lueteltu mutta niitä ei ole vain kirjattu leikkureilla oikein.

Seuranta toteutettiin päivätkimuksena eli seurasin leikkureita 8 tunnin ajan ja kirjasin ylös kaikki virheet sekä niiden kestot häiriöseurantalomakkeeseen. Näistä tuloksista koostin paretotaulukoita, joista vuoron aikana tapahtuneiden virheiden määrä ja suhteellinen osuus käyvät ilmi. Häiriöiden kuluttamasta ajasta on myös tehty ympyräkaaviot havainnollistamaan virheiden suhdetta toisiinsa ajallisesti. Kappaleen lopussa on myös pohdintaa siitä millä tavalla tämä tutkimus avasi ”syytä ei annettu” ja ”häiriö edellisessä työvaiheessa” kohtien häiriöiden tyyppiä.

## 1-leikkuri

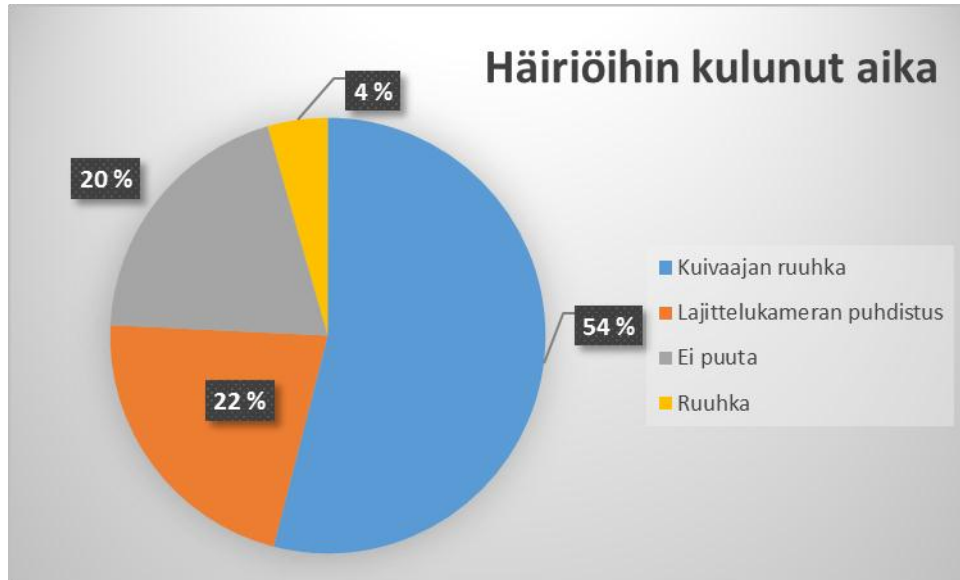


**Kaavio 4 1-leikkurin päivätutkimuksen paretokaavio**

Kaaviota katsomalla huomataan että kuivaajan ruuhka aiheuttaa suurimman osan tämän leikkurin häiriöistä. Kuivaajan ruuhka sekä ei puuta kohdat kuuluvat molemmat häiriö edellisessä työvaiheessa kohdan sisään ja muodostavat yhdessä 73 % koko päivän häiriöiden määrästä.

Lajittelukamera puhdistetaan yleensä puhaltamalla se puhtaaksi pölystä mutta seurannan aikana se ei riittänyt ja kamera piti puhdistaa siihen tarkoitetulla puhdistusliinalla jotta lajittelu ei häiriintyisi jatkossa. Linja piti pysäyttää puhdistusta varten joten tämä kirjattiin siksi häiriöksi.

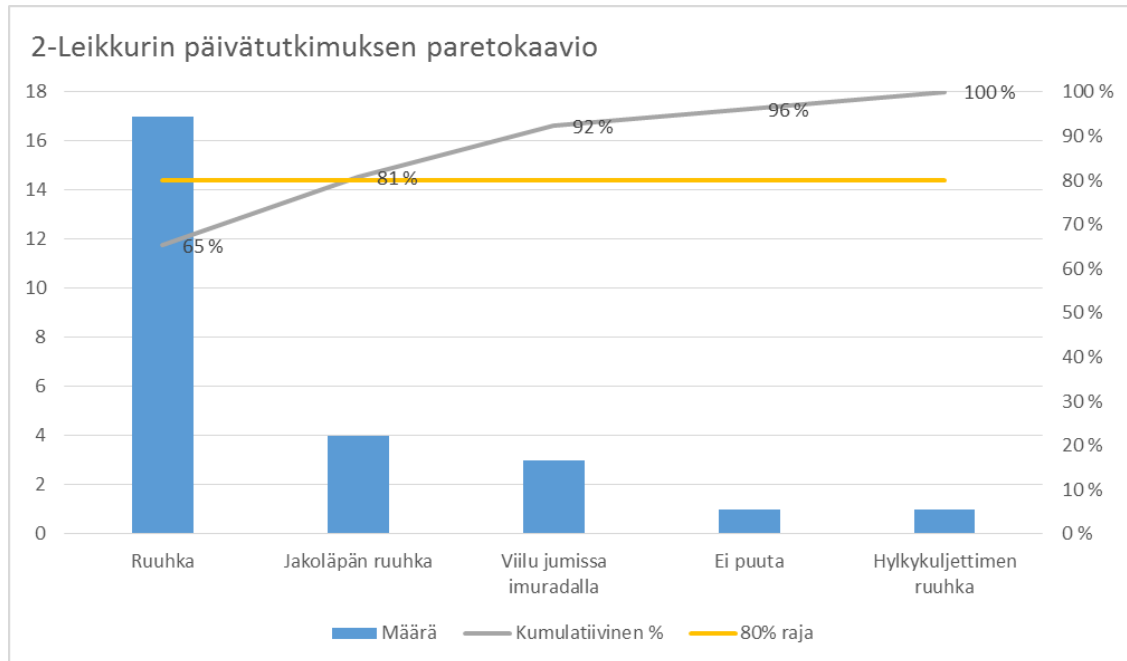
Ruuhkat aiheuttivat 9 % häiriöistä ja ainakin osa niistä on kirjattu syytä ei annettu kohdan sisään.



**Kuvio 4** 1-leikkurin päivätutkimuksessa häiriöihin kulunut aika

Ajallisesti suurimman osan häiriöajasta kuluttaa kuivaajan ruuhka. Tämä johtuu siitä että ruuhka on vaikea purkaa kuivaajasta ja viilun siirtämiseen kuluu myös aikaa. Kuvion prosenttiosuudet ovat samassa linjassa paretokaavion häiriöiden määrän kanssa. Ainoana poikkeuksena ei puuta häiriö, joka on kestänyt pidempään kuin ruuhkat.

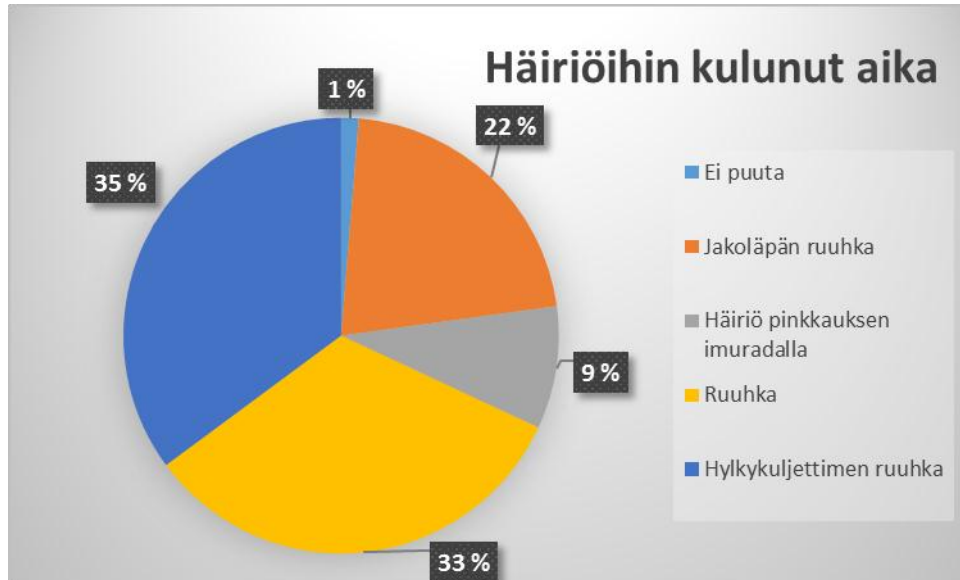
## 2-leikkuri



**Kaavio 5 2-leikkurin päivätutkimuksen paretokaavio**

Päivätutkimuksen kaaviosta huomataan että erilaiset ruuhkat muodostavat melko suuren osan tämän seurannan häiriöiden kokonaismäärästä. Todennäköisesti suurin osa tämän seurannan häiriöistä kirjautuu kohtaan syytä ei annettu. Poikkeuksena ei puuta häiriö joka kuuluu häiriö edellisessä työvaiheessa kohdan sisälle.

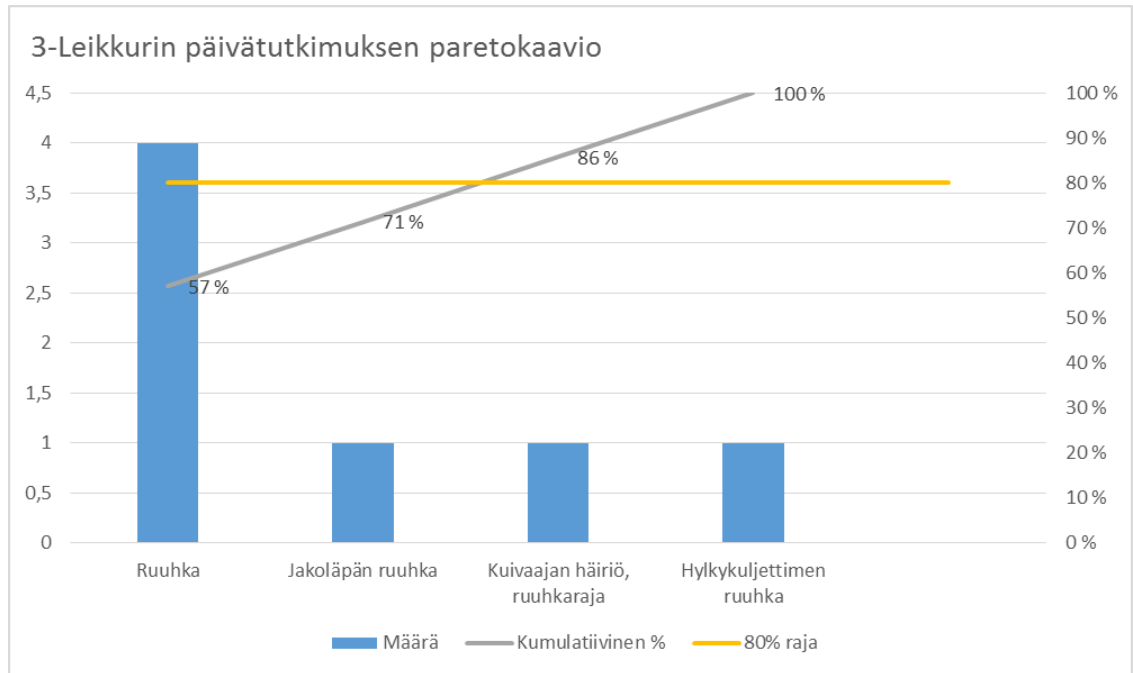




**Kuvio 5 2-leikkurin päivätutkimuksessa häiriöihin kulunut aika**

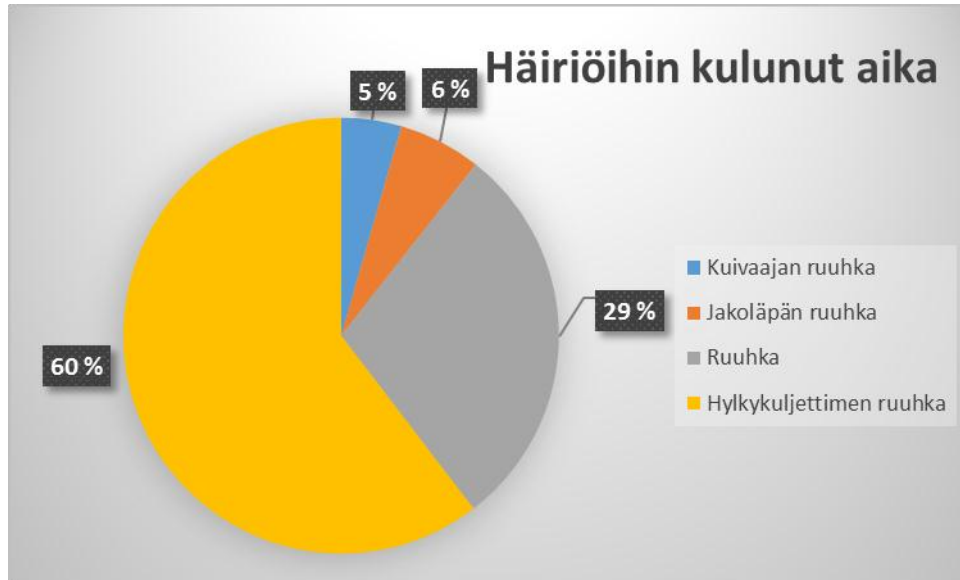
2-leikkurin häiriöajoista suurimmaksi ajankuluttajaksi nousee hylkykuljettimen ruuhka. Seurasin 2- ja 3-leikkureita samaan aikaan kun tämä ruuhka tapahtui ja se pysäytti molempien leikkureiden toiminnan. Häiriö ei ole kovinkaan yleinen mutta kuitenkin kuluttaa paljon aikaa sekä pysäyttää molempien leikkureiden toiminnan.

## 3-leikkuri



**Kaavio 6 3-leikkurin päivätutkimuksen paretokaavio**

3-leikkurin päivätutkimuksen kaaviossa ruuhkien aiheuttamat häiriöt kattavat yli puolet kaikista häiriöistä. Aiemmassa tutkimuksessa (kaavio 3) todettiin myös jakoläpän aiheuttavan vuositasolla melko ison osan häiriöistä (6 %). Päiväseurannassa jakoläpän häiriöiden osuus on 14 %.



**Kuvio 6** 3-leikkurin päivätutkimuksessa häiriöihin kulunut aika

Myös 3-leikkurilla suuren osan häiriöajasta vie hylkykuljettimen ruuhka. Jos hylkykuljettimen ruuhka unohdetaan niin häiriöihin kulunut aika oli ennakoitavissa.

Erilaiset ruuhkat ovat suuressa roolissa leikkureiden häiriöiden aiheuttajina. Päivätutkimuksen perusteella voidaan todeta että aiempien häiriötutkimusten kohta syytä ei annettu koostuu suurimmilta osin ruuhkan aiheuttamista häiriöistä. Ruuhkia on leikkureilla paljon eikä ruuhka ole omana kategorianaan kuitenkaan merkittävä häiriötekijä joten osan ruuhkista on pakko kirjautua syytä ei annettu kohdan sisään. Häiriö edellisessä työvaiheessa kohta pitää sisällään m. kuivaajan ruuhkia ja ei puuta häiriöitä. Operaattorin mukaan päivätutkimuksessa tehty vuoro oli melko normaali. 1-leikkurin tapauksessa jopa tavallista parempi.

## 6 Pohdinta ja parannusehdotukset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä Upm:n Joensuun vaneritehtaan viilu-leikkureiden käyttöasteen mahdolliseen parantamiseen. Olen työskennellyt tehtaan viimeistelyosastolla, mutta leikkureiden toiminnasta tai toimimattomuudesta minulla ei ollut tätä opinnäytetyötä aloittaessa kovinkaan paljoa tietoa. Työ vaati yhteistyötä leikkureita ajavien työntekijöiden kanssa, ja sain heiltä paljon tietoa leikkureiden tilanteesta. Seurasin myös itse leikkureita ja tein havaintoja mahdollisista ongelmista. Yhdessä näiden tietojen ja operaattoreiden haastattelujen kanssa pystyin paikantamaan työpisteeltä ongelmakohtia, joita kehittämällä myös tuotantoa pystytään saamaan paremmaksi.

Tehtaalla on koulutusmateriaalit leikkureille ja näistä sekä työntekijöiden haastatteluista sain pohjatietoa mitä ja mihin kannattaa kiinnittää huomiota. Tehtaan puolelta toivomuksena oli KNL- luvun laskeminen leikkureista, jonka sain lasketua leikkureiden häiriönkeräysohjelmaan pohjautuen. Käytin laskemiseen vuotta 2015, koska vuoden ajalla on tarpeeksi muutoksia tuotannossa, jotta luvut ottavat suurimman osan tuotannon vaihteluista huomioon. Häiriöseurantaan ja niiden tilastoimiseen käytin työssä pareto-kaavioita, joista mielestäni käy hyvin ilmi suurimmat häiriöiden aiheuttajat sekä niiden suhde muihin häiriöihin. Pareto- taulukko tarkastelee kuitenkin häiriöitä määrällisesti joten otin mukaan myös häiriöseurantaa, jossa käy ilmi kuinka pitkään mikäkin häiriö on kuluttanut aikaa. Tämän kohdan toteutin ympyräkaavioilla. Työ oli mielestäni haastava koska aihe ja työpiste olivat minulle uusia. Omasta mielestäni sain kerättyä tarvittavia tietoja kattavasti ja opinnäytetyö onnistui hyvin. Uskon että näiden ehdotusten ja tilastoitujen tietojen pohjalta voidaan saada jonkinlaista parannusta aikaan leikkureiden työpisteeseen.

Tehokkuuslukuja katsoessa huomataan että leikkureiden tehokkuusluvut ovat melko lailla keskitasoa valmistavan teollisuuden piirissä. Leikkureilla on käytössä vuorotus jolloin koneet käyvät taukojenkin aikana. Tämä on toimiva ratkaisu, joka osaltaan auttoi kokonaistehokkuuslukuja nousemaan hyvin lähelle keskitasoa.

Vertailussa 1-leikkuri pärjäsi leikkureista parhaiten kokonaistehokkuutta laskettaessa. Tähän vaikutti muita leikkureita selvästi parempi nopeuden arvo.

Häiriöseurantaa tutkiessa huomataan että kohta: ”syytä ei annettu” on jokaisella leikkurilla suurin määrällisessä taulukossa. Tämä voi tarkoittaa mitä tahansa koneen häiriötä. Tämä vääristää taulukoita, koska tästä kohdasta on vaikeaa alkaa päättelemään häiriöiden osuuksia toisiinsa nähden. Omasta mielestäni suurin osa näistä syytä ei annettu kohdan häiriöistä on erilaisia ja eri kohdassa tapahtuvia ruuhkia. Seurannan aikana silmämääräisesti seurattuna leikkureiden yleisin pysähtymisen syy oli juurikin jonkin leikkurin alueen ruuhkautuminen viilusta.

1-leikkurin lujuuslajittelulaite aiheuttaa välillä viilun ruuhkaantumista sen ottaessa kiinni laitteeseen. Lujuuslajiteltuja viiluja ajetaan harvoin, joten lajittelulaitteen pystyisi ottamaan pois normaalin ajon aikana. sekä laittamaan takaisin lujuuslajiteltuja viiluja ajettaessa.

2-leikkurin viilunsyöttölinjalla juuri ennen leikkausta on linjan toisella sivulla pyörivä kuljetin ja toisella pelkkä vaneri, joka ohjaa viilun suoraan. Nykyisin viilu ottaa kiinni ohjausvaneriin ja rullautuu ennen leikkausta. Tämän ruuhkan takia kone pysähtyy ja operaattori joutuu selvittämään ruuhkan. Ratkaisuna voisi olla vanerin vaihtaminen samanlaiseen pyörivään kuljettimeen kuin toisella puolella. Tällöin viilu ohjautuisi pehmeämmin eteenpäin eikä törmäisi ja myttääntyisi kuten nykyisin.

Huoltojen aikana koneiden ruuhkarajat on ohitettu koneiden yhteydessä olevista kytkimistä. Leikkurin operaattorin käyttämässä ohjauspöydässä on myös omat kytkimet ruuhkarajan ohittamiseen. Huollon jälkeen konetta käynnistettäessä operaattori ei välttämättä ole tietoinen että raja on ohitettu myös koneen kytkimestä. Näissä tilanteissa leikkuri voi ajaa isonkin ruuhkan koska raja on ohitettu, niin leikkuri ei tunnista mahdollisen ruuhkan syntymistä. Tällaisen tilanteen välttämiseksi tuotannon ja kunnossapidon tietojen vaihtaminen on ensisijaisen tärkeää. Kunnossapidon työntekijöiden ja leikkureiden operaattorien voisi oh-

jeistaa käyttämään vain pöydän kytkimiä ruuhkarajan ohittamiseen, jolloin operaattori näkee heti pöydästä onko raja ohitettu vai ei.

Haastattelujen aikana eräs operaattori mainitsi että 3-leikkurin jakoläppää kuvaava kamera ei toimi. Häiriöseuranta tutkiessa voidaan huomata että jakoläpän ruuhka aiheuttaa 6 % määrällisistä häiriöistä ja 3 % ajallisista häiriöistä. Leikkurin operaattorin valvontapaikalta on huono näkyvyys jakoläpän luo mutta ruuhkan sattuessa operaattori pystyisi mahdollisesti estämään ruuhkan jos pystyisi näkemään sen muodostumisen. Operaattorin mukaan leikkurin jakoläpän ruuhka-anturi ei ole kovin herkkä, joten ruuhkaa ehtii tulla ennen kuin koneen automaattipysäytys kytkeytyy päälle. Tutkiessamme kameraa huomasimme että siitä menevät valmiit johdot kaapelitasolle, joten kamera on saatettu vain kytkeä joskus pois päältä. Mielestäni on kannattavaa tutkia miten kamera saataisiin takaisin toimintakuntoon. Tämä olisi mahdollisesti edullinen investointi, jolla saataisiin mahdollisuus eliminoida yksi leikkurin häiriöistä. Toinen vaihtoehto voisi olla rajan säätäminen herkemälle jolloin ruuhkaa ei ehdi tulla niin paljon ennen kuin leikkuri pysähtyy.

3-leikkurilla ei pala kuivaajan ruuhkavalon, eli valo joka ilmoittaa jos esim. viilu ruuhkautuu kuivaajan kaarteessa. Toimiva valo nopeuttaisi reagointia ruuhkan purkamisen aloitukseen.

3-leikkurin kamera pitäisi saada näyttämään tarkempaa kuvaa. Tällä toimenpiteellä pystyttäisiin pienentämään ns. makkaraviilun määrää jota lajittelukamera ei huomaa. Tällaisessa tilanteessa leikkurin operaattorilla on mahdollisuus hylätä huono viilu manuaalisesti.

## Lähteet

- UPM, 2015. UPM vuosikertomus 2014. UPM.  
[http://assets.upm.com/Investors/Documents/2014/UPM\\_Vuosikertomus\\_2014.pdf](http://assets.upm.com/Investors/Documents/2014/UPM_Vuosikertomus_2014.pdf). 20.1.2016
- UPM, 2014. Wisaplywood. UPM. <http://www.wisaplywood.com/fi/vaneri-ja-viilu/vaneri/Pages/default.aspx>. 21.1.2016
- UPM, 2014 Wisaplywood. UPM. <http://www.wisaplywood.com/fi/tietoa-wisasta/historia/Pages/default.aspx>. 02.02.2016
- UPM-Kymmene Wood Oy 2014 Joensuun vaneritehdas. Joensuu. UPM-Kymmene Wood oy
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy
- Karjalainen. E. 2007. Lean ja six sigma. Quality knowhow Karjalainen. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-six-sigma/>. 10.4.2016
- Quality knowhow Karjalainen. 2015. Sixsigma. Quality knowhow Karjalainen oy. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/>. 12.4.2016
- Quality knowhow Karjalainen. 2016. Lean Six Sigma DMAIC. Quality knowhow Karjalainen oy. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>. 28.4.2016
- Karjalainen. T. 2007 Koesuunnittelu – tehokas prosessin sekä datankeräys- ja analysointimenetelmä. Quality knowhow Karjalainen. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/koesuunnittelu-tehokas-prosessin-sekae-datankeraeys-ja-analysoin/>. 28.4.2016
- Novotek. 2016. OEE-KNL mistä on kyse. Novotek. <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/tehokkuudenseuranta-oeeknl/oeemistaonkyse>. 25.3.2016
- Novotek. 2016. OEE-tietopaketti. Novotek. 3-6
- Qualitas-forum 2016 Pareto-diagrammi. Qualitas forum. <http://www.qualitas-forum.fi/Apualaatuunjainnovaatioon/Pareto-diagrammi.aspx>. 25.3.2016

Partanen, K. 2015. Työnohje, leikkuri. Joensuu. UPM



## Häiriöseurantalomake

Häiriöseuranta						
Kohde:		Päivämäärä:				
Seurannan suorittaja:		Aloituspäivä ja lopetusajat:				
Vuoro (t):		Kohteessa työssä olleet:				
Tapahtuma Nro:	Häiriö (Koodi Numero)	Alku-aika (hh:min)	Loppu-aika (hh:min) (vain tarvitt.)	Operaattori (vain tarvittaessa)	Kommentit	Kesto (hh:r)
0	10	10:00		NN	Nostin jumissa (tämä on esimerkki rivin täytöstä)	
1						0:00
2						0:00
3						0:00
4						0:00
5						0:00
6						0:00
7						0:00
8						0:00
9						0:00
10						0:00
11						0:00
12						0:00
13						0:00
14						0:00
15						0:00
16						0:00
17						0:00
18						0:00
19						0:00
20						0:00
21						0:00
22						0:00
23						0:00
24						0:00
25						0:00
26						0:00
27						0:00
28						0:00
29						0:00
30						0:00
31						0:00
32						0:00
33						0:00
34						0:00
35						0:00
36						0:00
37						0:00
38						0:00
39						0:00
40						0:00
41						0:00
42						0:00
43						0:00
44						0:00
45						0:00
46						0:00
47						0:00
48						0:00
49						0:00
50						0:00