

Kuivausprosessin kokonaistehokkuuden parantaminen

Joonas Oksanen

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2017

Teollisuustekniikan ala

Insinööri (AMK), paperikoneteknologian koulutusohjelma

Tekijä(t) Oksanen, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2017
	Sivumäärä 46	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kuivausprosessin kokonaistehokkuuden parantaminen		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) Jaakko Oksanen, Kirsi Niininen		
Toimeksiantaja(t) OOO UPM-Kymmene, Chudovon vaneritehdas		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin suomalaisen metsäteollisuusyhtiön Venäjän yksikköön Chudovon vaneritehtaaseen.</p> <p>Opinnäytetyön taustalla olivat puutteet Chudovon vaneritehtaan kuivausprosessin tehokkuudessa. Kuivausprosessi on todettu tuotannollisesti kapeaksi kohdaksi (pullonkaulaksi), koska edellisessä prosessin vaiheessa saadaan aikaan enemmän tuotantoa kuin kuivauksessa on tällä hetkellä mahdollista kuivata. Lisäksi seuraavassa työvaiheessa on mahdollista liimata viiluja enemmän mitä tällä hetkellä kuivataan.</p> <p>Tehtävänä oli selvittää kuivausprosessia hidastavia tekijöitä eli tuotannollisia ja kunnossapidollisia katkoksia sekä tehdä kehitystyötä jolla saataisiin vähennettyä näitä ongelmia. Tavoitteena oli lisätä tuotanto kapasiteettia viilunkuivaajille tutkimustyön pohjalta tehtyjen kehitys ehdotusten kautta.</p> <p>Työ toteutettiin aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja tieteellisiin julkaisuihin tutustuen, joita hyödynnetään kohteen tutkimisessa sekä johtopäätöksissä. Itse tutkimustyö toteutettiin tiedonkeruujärjestelmiä ja kirjallisia raportteja tutkimalla sekä haastatteleamalla henkilöitä, jotka osallistuvat työnsä puolesta prosessiin.</p> <p>Tutkimustyön tuloksen oli tarkoitus saada kartoitettua prosessissa ongelmakohtia niin tuotannon kuin kunnossapidon kannalta. Tutkimuksen tuloksena saatiin aikaiseksi kehitysehdotuksia, joiden tarkoituksena oli vähentää tuotannollista sekä kunnossapidollista häiriöaikaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Käytettävyys, nopeus, Laatu, Kokonaistehokkuus, Tuottava kunnossapito		
Muut tiedot		

Author(s) Oksanen Joonas	Type of publication Bachelor's thesis	Date October 2017 Language of publication:
	Number of pages	Permission for web publication: X
Title of publication Development of veneer dryers overall equipment efficiency		
Degree programme Paper-machine technology		
Supervisor(s) Oksanen Jaakko, Kirsi Niininen		
Assigned by OOO UPM-Kymmene, Chudovo plywood mill		
Abstract <p>The thesis was made to the Russian unit of the Finnish forest industry company in Chudovo's plywood mill.</p> <p>The background of the thesis was the lack of efficiency in the drying process of the Chudovo plywood mill. The drying process has been found to be productive as a narrow point (bottleneck) because in the previous stage of the process more production is achieved than it is currently possible to dry. In addition, in the next stage of work, it is possible to add more veneers to what is currently being dried.</p> <p>The task was to find out factors that slow down the drying process, production and maintenance breaks, as well as to carry out development work to reduce these problems. The aim was to increase the production capacity for veneer dryers through the development proposals made on the basis of the research.</p> <p>The work was carried out on related literature and scientific publications, which are used in the study of the subject and in the conclusions. The research itself was carried out by surveying systems and written reports, and by interviewing staff involved in the process.</p> <p>The results of the research were identify problems in the process as areas for both production and maintenance. As a result of the research, development proposals were developed aimed at reducing production and maintenance disruption.</p>		
Keywords/tags (subjects) OEE, total productive maintenance,		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Opinnäytetyön lähtökohdat	4
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tarve.....	4
1.2	UPM-Kymmene Oyj ja Chudovon vaneritehdas.....	4
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus	5
1.4	Kehittämistyön menetelmät	6
2	Lean-Filosofia	7
2.1	Tausta ja Periaatteet	7
2.2	5S, menetelmä.....	11
3	TPM- Total Productive Maintenance	12
3.1	Käynnissäpidon osatekijät ja OEE.....	15
3.2	Elinkaarikustannukset ja kunnossapitotoiminnan perusta	16
3.3	RCM, luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	19
3.4	ECM, kokemuskeskeinen kunnossapito	21
3.5	Muutosjohtaminen.....	22
4	Koivuvanerin valmistusprosessi	23
4.1	Kuvaus koivuvanerin valmistuksesta.....	23
4.2	Koivuviilun kuivaus telakuivaajalla ja telakuivaajan rakenne	24
5	Tiedonkeruu sekä käytettävyyden ja nopeuden ongelmat kuivatuksessa	27
5.1	Tiedonkeruu	27
5.2	Nopeuden ongelmat.....	28
5.3	Ruuhkautuminen nopeuden alentajana	30
5.4	Käytettävyyden ongelmat	32
6	Kokonaistehokkuuden kehittäminen kuivatuksessa	35
6.1	Nopeuden kehittäminen	35
6.2	Käytettävyyden kehittäminen	36
6.3	ECM-analyysi kartoitustyökaluna	37
6.4	TPM:n mukainen työskentely prosessissa	38

7 Pohdinta.....	39
Lähteet	41
Liitteet.....	44

Kuviot

Kuvio 1. Käynnissäpidon osatekijät ja merkitys (VTT Symposium 236)	17
Kuvio 2. Elinkaarikustannusten muodostuminen (Life Cycle Cost Tutorial,H. Paul Barringer).	18
Kuvio 3. Vanerin tuotantoprosessi (Vanerin tuotantoprosessi, N.d.).....	24
Kuvio 4. Telakuivaaja (UPM-eKnowPLY. Viitattu 26.04.2017)	25
Kuvio 5. Telakuivaajan alku eli syöttöpää.(UPM-eKnowPLY.).....	25
Kuvio 6 Suutin ja ilmavirtaus viiluun. (UPM-eKnowPLY.).....	27
Kuvio 7 Viilunkuljetustelat, suutinlaatikko telojen välissä. (UPM-eKnowPLY.)	27
Kuvio 8. PlyNet vikadatan katkosten syyt (PlyNet.)	29
Kuvio 10 Ruuhkat PLY-Net vikadatassa. (PlyNet. Viitattu 30.05.2017)	Virhe.
Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	
Kuvio 11 Viilun kiilautuminen (UPM-eKnowPLY. Viitattu 30.05.2017)	31
Kuvio 12 Mekaanisen kunnossapidon huoltotoimenpidelistä kuivaajien huollosta. (SAP. Viitattu 08.06.2017)	33
Kuvio 13 Häiriöilmoitukset SAP (Viitattu 20.09.2017)	34

Taulukot

Taulukko 1. (Barkley, Saylor, Hill. 1994.).....	13
Taulukko 2 Ruuhkat sekä ”syytä ei annettu” tiedonkeruussa. (PlyNet.)	30

LYHENTEET ja KÄSITTEET

ECM Experience-Centered Maintenance, kokemuskeskeinen kunnossapito

EOQ Economic Order Quantity, taloudellinen eräkkö

ERP Enterprise Resource Planning, toiminnanohjaus

OEE Overall Equipment Effectiveness, tuotannon kokonaistehokkuus

PM Preventive Maintenance, ennakoiva kunnossapito

RCM Reliability-Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito

RTF Run-To-Failure, vikaantumisen salliminen

LCC Life cycle costs, Elinkaarikustannukset

TPM Total-Productive-maintenance, tuottava kunnossapito

LCP Life cycle profit, elinikä tuotto

RIC Raute Industrial Computer, Raute teollisuus tietokone

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tarve

Opinnäytetyö tehtiin UPM-Kymmene Oyj:n Chudovon vaneritehtaalle, joka sijaitsee Novgorodin läänissä Venäjällä. UPM-Kymmene Oyj on suomalainen yhtiö, joka lukeutuu maailman suurimpiin metsäteollisuuden yrityksiin, ja sillä on liiketoimintaa usealla eri metsäteollisuuden sektorilla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa kokonaistehokkuutta Chudovon viilunkuivausprosessissa raaka-aineiden varmistamiseksi liimausprosessia varten.

Viilunkuivaus on määritelty Chudovon vaneritehtaan yhdeksi pullonkaula kohdaksi, sillä sorvauksessa, joka on kuivausta edeltävä prosessi, voitaisiin tehdä enemmän tuotantoa, kun kuivausprosessi pystyy käsittelemään. Kuivausprosessin tehostaminen mahdollistaisi sen, että sorvattavaa tavaraa voitaisiin valmistaa enemmän ja kuivauksen jälkeen liimausosastolle päätyisi enemmän raaka-ainetta (viilua), näin vanerin tuotanto kapasiteetti kasvaisi ja se nostaisi koko tehtaan tehokkuutta.

Työn tehtävänä on selvittää mikä aiheuttaa prosessiin katkoksia ja missä kohtaa prosessissa katkokset ilmenevät sekä etsiä ratkaisuja katkosten tai katkollisen ajan vähentämiseksi.

Työssä aineistoa saatiin toimivat tehtaan työntekijöiltä, käsin kirjatusta merkinnöistä, sähköisestä tiedonkeruu järjestelmästä PlyNet, joka on otettu käyttöön kuivaajilla tammikuussa 2015. (Borodkin, I. 2017.)

1.2 UPM-Kymmene Oyj ja Chudovon vaneritehdas

UPM-Kymmene Oyj on vuonna 1995 Kymmene ja Repola Oy:n yhdistyessä syntynyt metsäteollisuusyhtiö, joka harjoittaa toimintaa laajasti usealla eri metsäteollisuuden alalla. UPM:n liiketoiminta-alueita ovat vaneri, biokemikaalit, komposiitit, polttoaineet, energia, tarramateriaalit, sahatavara, paperi ja sellu. (UPM Yritysesittely 2016.)

Valtaosa liikevaihdosta koostuu paperi, sellu ja energiateollisuudesta. Vaneriteollisuus kattaa UPM:n liikevaihdosta n. 4,3 %. (UPM Vuosikertomus 2016.) UPM:llä on Suomessa kuusi vaneritehdasta ja yksi viilutehdas. Yhtiöllä on ulkomailla vaneritehdas Viron Otepäässä sekä Chudovon vaneritehdas Venäjällä. (Artikkeli UPM:n sivuilla 2015).

Chudovon vaneritehdas on perustettu Venäjälle, Novgorodin läänin vuonna 1989. Tehtaan juuret pohjautuvat alun perin venäläisen Novgorodlesprom ja suomalaisten Rauten sekä Oy Wilhelm Schaumanin perustamaan vaneritehtaaseen. Vaneritehdas on ensimmäinen Suomen ja Neuvostoliiton välinen yhteisyritys. (Artikkeli UPM:n sivuilla 2015).

Vanerin valmistus tehtaalla alkoi vuonna 1990 kapasiteetilla 50 000 kuutiometriä vaneria vuodessa. Vuonna 2005, vuosi UPM-Kymmene Wood Oy:n perustamisen jälkeen, UPM osti Novgorodlespromin osuuden osakkeista ja UPM:stä tuli ZAO Chudovo-RWS:n omistaja. Seuraavana vuonna vaneritehtaan nimeksi vaihdettiin OOO UPM-Kymmene, Chudovon vaneritehdas.

Tehdasalue koostuu vaneritehtaasta ja samalla tontilla sijaitsevasta viilutehtaasta. Chudovon Vaneritehtaalla valmistetaan pinnoitettuja sekä pinnoittamattomia koivu-vanereita rakennus ja huonekaluteollisuuteen. Chudovon tehtaalla valmistetaan vaneria myös kuljetusväline teollisuuteen sekä LNG-tankkereihin. Chudovon tehtaan tuotannosta n.70 % viedään ulkomaille, valtaosin Eurooppaan. Tehdas on ollut toiminnassa 27 vuotta ja se työllistää yli 600 henkilöä. (Artikkeli UPM:n sivuilla 2015).

1.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyö suoritettiin UPM-Kymmene Wood Oy Chudovon vaneritehtaan telakuivaajille. Työssä tarkasteltiin kuivausprosessin kokonaistehokkuutta tehollisen tuotantoajan kannalta. Työssä keskityttiin käytettävyyks ja nopeudenlukeman tarkastelemaan sekä kehitystoimenpiteisiin tehokkuuslukemien nostamiseksi.

Työn tavoitteena oli nostaa viilunkuivausprosessin kokonaistehokkuutta selvittämällä kuivausprosessissa tapahtuvien tuotannon katkosten syyt, määrät sekä katkosten kestoajat ja se millä keinoin katkoaikaa sekä katkosten määrää voitaisiin vähentää.

Lähtökohtana tutkittiin Chudovon vaneritehtaan kolmen kuivaajan kokonaistehokkuutta syventymällä käytettävyyden ja nopeuden lukemiin kolmen kuukauden toimintajaksolla. Kuivauksessa laatulukeman tarkkailu osoittautui hyvin hankalaksi seurata, joten laatulukeman seuranta tapahtuu siten, että huomiota kiinnitettiin vain käytettävyyden ja nopeudenlukeman nostamiseen laatulukemaa heikentämättä.

Tutkimusaineisto kerättiin PlyNet tiedonkeruujärjestelmästä sekä kunnossapidon ja tuotannon työntekijöitä haastatteleamalla. Tutkimusote oli, pää-asiaassa määrällinen runsaaseen tietoon perustuva.

Työ rajattiin telakuivaus prosessin tutkimiseen ja kehittämiseen käytettävyyden ja nopeuden kannalta. Kuivausprosessissa pyrittiin kehittämään tuotteen läpimenoaikoja vähentämällä katkoksia ja katkojen pituuksia käynnissäpidon näkökannalta.

1.4 Kehittämistyön menetelmät

Opinnäytetyön toteutuksessa yhdistyvät kvantitatiivinen (määrällinen) tutkimus ote sekä kohteeseen liittyvä kehittämistyön tutkimus. Työssä käytetään kuusiportaista kehittämistyön menetelmää, joilla lähestytään tuotantoprosessin tutkimista. Tutkimuksellisuus on tärkeää kehittämistyössä muun muassa siksi, että sen avulla kehittämistyöhön vaikuttavat tekijät otetaan tavallista kattavammin huomioon ja kehittämistyön tulokset ovat paremmin perusteltavissa. Ihmisillä, yrityksillä ja toimialoilla on usein hyvin vahvoja vallitsevia asenteita ja uskomuksia, jotka määrittävät niiden toimintaa ja joiden pohjalta ne katsovat toimintaympäristöään. Usein yrityksissä uskotaan, että yrityksen tuotteet ja palvelut ovat kunnossa, asiakkaiden tarpeet tunnetaan täydellisesti, tärkeimmät asiakkaat pysyvät samoina ja ovat tyytyväisiä yrityksen toimintaan, kilpailijat pysyvät samoina ja toimivat samalla tavalla kuin ennenkin. Käytännössä tällaiset vallitsevat uskomukset ovat osoittautuneet vääriksi luuloiksi. (Ojasalo, Moilanen, Ritalahti 2009, 21).

Työyhteisön asettamat haasteet ovat aivan samat mittakaavasta riippumatta, joten on syytä tarkastella kehittämistyölle tyypillisiä työskentelymalleja ja verrata niitä valilla oleviin käytäntöihin.

Kuusiportainen tutkimuksellisen kehittämistyön prosessi etenee seuraavasti:

1. Kehittämiskohteiden tunnistaminen ja alustavien tavoitteiden määrittely
2. Kehittämiskohteeseen perehdytään teoriassa ja käytännössä
3. Kehittämistehtävä määritetään ja kehittämiskohde rajataan
4. Tietoperustan laatiminen sekä lähestymistavan ja menetelmien suunnittelu
5. Kehittämishankkeen toteuttaminen ja julkistaminen eri muodoissa
6. Kehittämisprosessin ja lopputulosten arviointi (Ojasalo ja muut. 2009, 24).

2 Lean-Filosofia

2.1 Tausta ja Periaatteet

Lean-ajattelu on japanilaisten Kiichiro Toyodan ja Taiichi Ohno ja muiden toyotalaisten ajatusmalli 1930-luvulta. Erityisesti toisen maailmansodan jälkeen Toyota laitto perinteisen Fordin massatuotantomallin uusiksi tarjoamalla samalta tuotanto linjalta monipuolisia tuotteita ja pitämällä prosessin jatkuvuuden korkealla tasolla. (A Brief history of lean. Lean Manufacturing Tools 2017).

Lean-järjestelmän painopiste on siirretty tuotteen valmistuksen suunnitteluun, ja yksittäisten koneiden ja laitteiden kehitykseen sekä tuotannon sujuvuuteen. Toyota yhteenvetosi, että tuotantolaitteiden oikea mitoitus sekä tuotantolaitteiden omat laadunvalvonta järjestelmät sekä laitteiden pikasäädöt mahdollistavat monipuolisen ja korkealaatuisen tuotteen valmistuksen lyhyillä läpimenoajoilla vastaten asiakkaiden jatkuvasti muuttuviin vaatimuksiin. Tämä mahdollistaa myös paljon yksinkertaisemman, ja tarkemman tiedonhallinnan. (A Brief history of lean 2015. Lean Manufacturing Tools 2017).

Lean-johtamisfilosofia keskittyy seitsemän erilaisen tuottamattoman toiminnon poistamiseen tai minimointiin. Tuottamattomia toimintoja kutsutaan jätetoiminnoiksi.

Sen avulla pyritään parantamaan asiakastyytyväisyyttä ja laatua, pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotteen läpimenoaikoja sekä lisäämään toiminnan katetta. Vaikutukseen pyritään seuraavissa kategorioissa:

1. Kuljetuksien kulujen minimointi+
2. Varastojen minimointi
3. Liikkeen minimointi
4. Odotusajan minimointi
5. Ylituotannon poisto
6. Yliprosessoinnin poisto
7. Viallisten tuotteiden poisto

Yksinkertaisin tapa kuvata jätettä on "Jokin, joka ei lisää arvoa". Asiakkaat eivät mielellään maksa toimista, joita toteutetaan, mutta eivät tuo lisäarvoa toimitettavalle tuotteelle. Vertauskuvana, olisitteko tyytyväinen, jos saisitte laskun ravintolassa, johon sisältyy virheellisesti valmistettu ateria? Ei, vaan voisitte vaatia, että virhe jätetään pois laskusta, mutta jos ostat tuotteen myymälästä, maksamasi hinta sisältää kustannuksia, joita et todellisuudessa haluaisi maksaa. Haluatko maksaa koneoperaattoreiden palkkoja koneiden ollessa käyttämättömänä? Tai haluaisitko maksaa uudelleenkäsittelyprosesseista, jotka on suoritettava, koska tuotantokoneet oli asetettu väärille asetuksille tai tuotteen varastoimisesta kolme kuukautta ennen kuin se edes toimitetaan myymälään? Nämä "jätteesi" kuvatut toiminnot sisältyvät tuotteiden kustannuksiin, sillä yritys laittaa "jätetoiminnoissa" tulleet kustannukset lopputuotteen hintaan.

Miksi jätteet on hyvä poistaa?

Yrityksen voitto on myyntihinta, joka pienentää kustannuksia, riippumatta siitä, miten ajatellaan myyntihintaa, jota markkinat sanelevat hyvin paljon itse. Jos asetetaan liikaa myyntihintaa, asiakkaat käyttävät rahansa halvempaa. Jos hinnoitellaan tuotteet alhaisesti, saatetaan menettää asiakkaita, koska he epäilevät, että halpuudessa saattaa olla jotain vikaa. Siksi voiton saamiseksi on ratkaisuna vain vähentää tuotan-

non kustannuksia. Kustannuksia vähentämällä tarkoitetaan, että kaikki ”jätettä” tuottavat toiminnot on poistettava valmistus prosessista. Tulosten paranemisen lisäksi huomataan, että jätetoiminnoilla on suuri vaikutus tuotteiden ja palveluiden asiakas-tyytyväisyyteen. Asiakkaat haluavat toimitukset ajallaan sekä korkealuokkaisen laadun ja kilpailukykyisen hinnan. Näitä asioita ei voida saavuttaa jätettä tuottavien toimintojen sallimisella.

Seitsemän portaisen Lean-ajattelun mallia voidaan kuitenkin osittain pitää vanhentuneena, sillä nykyajatusmallin mukaan portaita on kahdeksan missä kahdeksas on turvallisuus. Muuten ajatusmalli ja kaikki seitsemän tuottamatonta tekijää ovat pysyneet samoina. (Lean Manufacturing Tools 2017)

1. Kuljetuksien kulujen minimointi

Kuljetukset ja liikenne on materiaalien siirtämistä paikasta toiseen, tämä toiminto on jäte, koska se ei lisää tuotteen arvoa. Miksi asiakas tai valmistaja haluaisi maksaa operaatiosta, joka ei lisää tuotteen arvoa? Tuotteen liikuttaminen ei tuo arvoa tuotteelle, yritys maksaa siirtelyn kustannuksista palkkoja, polttoainetta ja siirtelyyn käytettävän ajan.

Liikenteeseen varojen tuhlaus voi olla yrityksen kannalta erittäin suuri kustannus, sillä siihen tarvitaan ihmisiä käyttämään laitteita, kuten kuorma-autoja tai trukkeja, tekemään kalliita materiaalin siirtoja.

2. Varastojen minimointi

Varastokustannuksissa, raha on sidottu raaka-aineen välivarastointiin, työstössä oleva tai varastoitu valmis tuote on kustannus siihen asti, kunnes tuote myydään. Investoinnin puhtaiden kustannusten lisäksi varastointi lisää monia muita kustannuksia kuten kartoittaminen.

Lisäksi varastoidut tuotteet tarvitsevat tilaa, sekä paketoinnin ja niitä on kuljetettava/siirreltävä ympäriinsä. Tämä voi aiheuttaa vaurioita tuotteeseen sekä pitkä varastointiaika saattaa aiheuttaa tuotteen vanhenemisen.

3. Liikkeen minimointi

Tarpeettomia liikkeitä ovat ne ihmisten tai koneiden tekemät liikkeet, joita tapahtuu valmistuksen aikana eivätkä varsinaisesti lisää tuotteen arvoa. Tämä tarkoittaa sitä kun työajasta käytetään merkittävä osa työkalujen ja työssä käytettävien asioiden etsimiseen ja hakemiseen. Liian pitkät matkat työasemien välillä, liialliset koneen tai ihmisen liikkeet alkupisteestä työpisteeseen ovat kaikki esimerkkejä liikkeen jätteistä.

Kaikki nämä liikkeet maksavat aikaa ja aiheuttavat stressiä työntekijöille sekä lisäävät koneiden kulumista.

4. Odotusajan minimointi

Usein vietetään odotusaikaa tai odotetaan vastausta organisaation toiselta osastolta. Käskyn odottaminen johdolta tai insinööreiltä on jätettä, sillä se on odotus aikaa jonka aikana ei tehdä mitään. Tuotantolaitoksissa on taipumus viettää valtava määrä aikaa odottamalla asioita. Odotusjätteet häiritsevät tuotantoprosessin virtausta, yksi Leanin pääperiaatteista on odotus jätteen poistaminen, sillä se on yksi vakavimmista seitsemästä jätteestä.

5. Ylituotannon poisto

Vakavin kaikista seitsemästä jätteestä on ylituotannon aiheuttama jäte. Tämä johtuu yleensä liian suurista tuotantoeristä, pitkistä toimitusajoista, huonoista toimittajasuhteista ja muista tuotannon sisäisistä ongelmista. Ylituotanto johtaa korkeaan inventointiin, joka syö organisaation resursseja.

Tavoitteena tulisi olla se, mitä vaaditaan. Tuotannon mitoitus siten että, valmistettu eräkokoo on mahdollisimman lähellä asiakkaan tilausta, jotta ei syntyisi hukka valmiiteita eli, jätettä.

6. Yliprosessoinnin poisto

Ylikäsittelyä tapahtuu silloin, kun käytetään epäasianmukaista tekniikkaa, ylimitoitettuja laitteita tai kun toiminta tapahtuu liian tiukoilla toleransseilla tai tuotteen prosessointi ylittää asiakkaan vaatimukset. Kaikki nämä asiat maksavat yritykselle aikaa ja rahaa.

Yksi suurimmista esimerkeistä yliprosessoinnista useimmissa yrityksissä on tehokas prosessin osa jonka koneet ja laitteet voivat tehdä osaprosessin nopeammin ja laadukkaammin kuin mikään muu tuotannon vaihe, mutta jokaista muuta prosessivirtausta on ohjattava tehokkaan kaluston ehdoilla aiheuttaen ajoitukseen komplikaatioita ja viivästyksiä. Oikein mitoitettut laitteet helpottavat prosessin toimintaa ja laadun vaatimustenmukaisuus on helpompi toteuttaa tekemättä ylilaaatua ja kuluttaa näin resursseja.

7. Viallisten tuotteiden poisto

Ilmeisin seitsemästä jätteestä on viallinen lopputuote. Viallinen tuote on ilmeisin jäte, vaikka se ilmenee helpoiten vasta päätyessään asiakkaalle. Laiminlyönnit laadunvalvonnassa mahdollistavat virheen jatkumiseen tuotannossa seuraavaan työstövaiheeseen. Virheen huomaaminen vasta asiakkaan luona tuo kustannuksia enemmän kuin virheen huomaaminen valmistus vaiheessa. Jokainen viallinen tuote vaatii uudelleenkäsittelyn tai asiakkaalle mennessä tuotteen vaihdon. Virhe ongelmat vievät resursseja ja materiaaleja aiheuttaen paperityötä ja se voi johtaa pahimmillaan asiakaskatoon.

Viasta syntyvä jäte olisi hyvä ehkäistä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoa, näin saadaan viallisista tuotteista aiheutuvat kustannukset alhaisiksi.

(Lean Manufacturing Tools 2017, Lean Enterprise Institute 2017).

2.2 5S, menetelmä

5S on Japanissa kehitetty työpaikkojen organisointiin ja prosessien työskentelymenetelmien standardisointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa prosessin tuottavuutta. Tavoitteeseen päästään välttämällä hukkaamista ja tuhlaamista, poistamalla arvoton toiminta rutiineista, parantamalla laatua ja turvallisuutta sekä luomalla tehokkaasti toimiva ja miellyttävä työympäristö. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää vaatimusta, että ilmenevään työtehtävään tarvittavien työkalujen tulisi olla käytössä 60 sekunnin kuluessa tarpeen ilmenemisestä. 5S koostuu seuraavista vaiheista:

- Seiri – Sorteeraus. Poistetaan työpisteeltä tarpeettomat työkalut, tarvikkeet ja tavarat. Vapautetaan tilaa ja poistetaan tarpeettomia tai rikkoontuneita tarvikkeita ja työkaluja.
- Seiton – Systematisointi. Implementoidaan hyvä varastointimenetelmä osaksi työpistettä. Toimenpiteitä sen saavuttamiseksi voivat olla mm. lattioiden maalaus, eri työpisteiden ja alueiden rajaaminen, selkeät tyhjät käytävät, erilaiset säilytysratkaisut ja selkeästi sijoitetut ja merkityt jätteastiat. Tarvikkeet ja työkalut voidaan myös mm. värikoodata paikkakoodiensa mukaan.
- Seiso – Siivous. Työpisteen säännöllinen siivoaminen.
- Seiketsu – Standardisointi. Standardisoidaan työpaikalla parhaaksi havaitut uudet toimintamallit yhdessä työntekijöiden kanssa ja juurrutetaan ne osaksi kaikkien osaprosessien arkea.
- Shitsuke – Seuranta. Seurataan ja tarvittaessa toistetaan prosessin osia, jotta saavutetut tulokset onnistutaan ylläpitämään.

(Lean Manufacturing Tools 2017. Plant Maintenance Resource Center 2015).

3 TPM- Total Productive Maintenance

Tuotantoyrityksen kilpailukyky nykyisillä markkinoilla edellyttää lyhyitä läpäisyajoja, suurta toimintavarmuutta ja kustannustehokkuutta. Materiaalin läpimenon tuotantoprosessissa on oltava nopeaa ja varastoihin sitoutetun pääoman oltava minimoitu. Pienet varastot merkitsevät sitä, että jokainen merkittävä häiriö tuotantoprosessissa aiheuttaa myöhästymisen toimitusajoissa. Kun asiakasyrityksetkään eivät pidä suuria varastoja, pienetkin viivästymiset aiheuttavat ongelmia asiakkaan prosesseille. Tuotantolinjojen on siis toimittava tehokkaasti, korkealla käytettävyydellä ja niiden on tuotettava laadukasta lopputuotetta. Tämä usein edellyttää koko tuotannon uudelleen ajattelemista koko organisaation laajuudella, jotta saavutetaan mahdollisimman hyvä ja tehokas käynnissä-pito.

TPM perustuu joukkuepeliin ja siihen, että joukkueille kerrotaan, mikä on päämäärä ja joukkueiden jäsenet yksilöinä ja joukkueena pystyvät vaikuttamaan merkittävästi

siihen, miten tämä päämäärä saavutetaan. Avainroolissa on koko henkilöstön saaminen mukaan muutoksen tielle. Organisaation johto voi omilla toimillaan luoda toimintaympäristön, joka synnyttää ihmisissä sisäisen motivaation toimia halutulla tavalla, esimerkiksi tehdä parhaansa hyvän tuloksen aikaansaamiseksi. TPM:n ajatukseen on helppo päästä sisään korjaamalla useita teollisuudessa vahvana eläviä uskomuksia nykyaikaa kuvaavampaan muotoon:

Taulukko 1. (Barkley, Saylor, Hill. 1994.)

Vanha ajatusmalli	Nyky aikaistettu ajatusmalli
Jos se ei ole rikki, älä korjaa sitä	Jatkuva parantaminen ja kehittäminen
Vikojen tarkastelu	Vikojen ehkäisy
Laatu ei ole tärkeää	Laatu on kriittinen
Nykyisen tuotantotavan hyväksyminen	Jatkuva kehittäminen ja innovaatio
Johtajuus vain ylimmällä tasolla	Henkilöstöjohtaminen kaikilla tasoilla
Yksittäinen palkitseminen	Tiimin palkitseminen
Hierarkkinen yhteisö	Yhteistyökykyinen yhteisö
Tuote myy itsensä	Nykyaikana kova kilpailu
Resurssihukan merkitys pieni	Tarkat resurssien käyttömääritykset
Suuret budjetit	Budjettien optimointi

TPM ei ole vain kunnossapitoa, mutta ilman kunnossapitoa ei ole toimivaa TPM:ää. Kunnossapidon suorituskyky on tulos sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Suorituskyky saavutetaan käyttämällä korjaavaa, ehkäisevää ja parantavaa kunnossapitoa jotka yhdistävät eri tavoin työtä, informaatiota, materiaaleja, organisaation metodeja, työkaluja ja työntekotekniikoita. (SFS-EN 15341:2007.)

Kunnossapidon suorituskyvyn saavuttaminen ja/tai parantaminen vaatii em. osatekijöiden saumatonta yhteensovittamista ja on suoraan yhteydessä kunnossapidettävän prosessin suorituskykyyn. Laadukas ja kustannustehokas kunnossapito ja huolto-oh-

jelma on taloudellisessa mielessä kannattava ja hyödyllinen asia jokaiselle kunnossapidollisia toimenpiteitä vaativalle prosessille ja sen omistajille. Edellä mainitut kriteerit täyttävää kunnossapitoa laatiessa käytetään työkaluja, joiden avulla kehitetään koneelle tai sen osalle kunnossapito-ohjelma.

(The Plant Maintenance Resource Center 2015. Laine, H. 2005, 41-44).

TPM on kokonaisnäkemys kunnossapidon vaikutuksista tuotannossa. TPM:n voi määritellä seuraavasti: sitä, että koko organisaatio TPM tarkoittaa sitoutuu ylläpitämään, kehittämään ja huoltamaan tuotantokapasiteettia. TPM:ään liittyy olennaisesti kaksi johtamisen työkalua:

- Siisteys ja järjestys : 5S. Kuvattu tarkemmin luvussa 2.2
- Elinikätuotto (LCP) joka laskenta ja ohjausmalli investointien suunnitteluun ja niiden onnistumisen seurantaan pitkällä aikavälillä.
-

TPM:n periaatteet voidaan tiivistää seuraaviin kymmeneen kohtaan, jotka kattavat tuotantoprosessin eri osa-alueet laaja-alaisesti.

1. Kunnossapitotarpeen vähentäminen hankintatyön ja suunnittelun yhteydessä
2. Koneita kehittävä kunnossapito
3. Laatua parantava kunnossapito
4. Ennaltaehkäisevä kunnossapito ja kunnonvalvonta
5. Korjaava kunnossapito toimintahäiriön sattuessa
6. Mittaaminen ja varmistaminen
7. Raaka-aineen käyttösuhteen parantaminen
8. Koulutus ja jatkuva kehittäminen
9. Työympäristön siisteys
10. Henkilöstön aktiivisuus. (Laine, H. 2005, 41-44.)

Nämä kymmenen peruspilaria toteutuvat käytännössä jokaisessa onnistuneessa TPM-projektissa. Tuotantolaitoksen ollessa voittoa tavoittelevan yrityksen osa, on

laadun ylläpito ja mahdollisesti myös parantaminen luonnollinen osa tuloksen tekemistä. Ts. tehostuksia, säästöjä tai muita toimenpiteitä ei tehdä laadusta tinkimällä. TPM on ennen kaikkea koko organisaation laajuinen hanke, jonka toteuttamiseen on välttämätöntä saada sitoutettua koko henkilöstö ruohonjuuritasolta johtoportaaseen saakka. Vain sillä tavoin on onnistuminen mahdollista. Onnistumisen myötä saavutetut tulokset ovat kiistattomia. Tietoa löytyy paljon vuosikymmenien varrelta eri yritysten toteuttamista TPM-projekteista. Esimerkki TPM:n soveltamisen vaikutuksista on liitteessä 1.

3.1 Käynnissäpidon osatekijät ja OEE

Käynnissäpidon tehokkuus johtaa ihannetilanteessa korkeaan pääoman tuottoasteeseen. Huomionarvoista on eri osa-alueiden overlapping, eli toisiinsa vaikuttavuus ja korkeat jokaiselle osa-alueelle asetetut vaatimukset.

Yksi olennaisimmista käynnissäpidon mittareista on OEE (Overall Equipment Efficiency) ja sen johdannainen APQ (Availability x Performance rate x Quality rate) eli suomennettuna *käytettävyyks x nopeus x laatu*. Nämä saadaan kaavoista:

$$\text{Nopeus} = \frac{\text{Tuotantomäärä}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{Käyttöaika}}$$

$$\text{Käytettävyyks} = \frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{seisokkiaika}}$$

$$\text{Laatukerroin} = \frac{\text{Tuotettu määrä} - \text{viallinen määrä}}{\text{tuotettu määrä}}$$

Tuotantotehokkuuden paraneminen merkitsee sitä, että samalla työvoimalla, samoilla koneilla ja samalla työaikamuodolla saadaan enemmän myytävää tuotantoa. OEE:n vaikutus taloudelliseen tulokseen riippuu siis oleellisimmin siitä, kyetäänkö lisääntyvä tuotanto myymään hyvällä hinnalla asiakkaille. Mikäli menekkiä lisäkapasiteetille ei ole, OEE:n paranemisella voidaan vaikuttaa vain tuotannon palkkakustan-

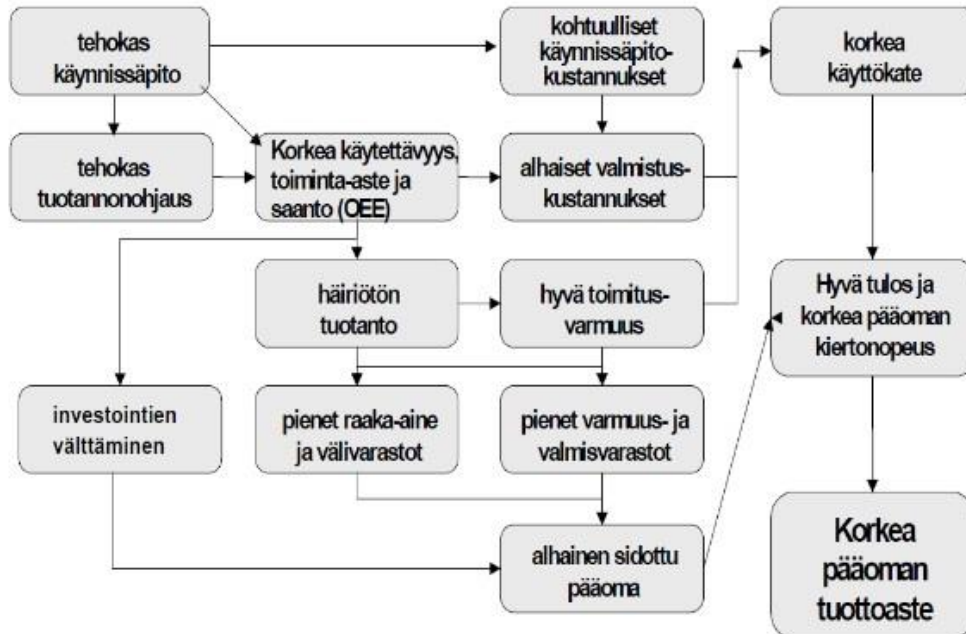
nuksiin. OEE:n paraneminen 3-7 prosenttiyksikköä jokaisessa tuotannon osaprosessissa voi jopa kaksinkertaistaa tehtaan bruttotuloksen. (Laine. 2010, 28.)

Tässä vaiheessa lienee jo selvää, minkä takia työläitä kunnossapidon ja tuotannon tehostamis ja optimointitoimia tehdään. Tähän muutokseen työkalut antaa mm. suunnitelmallinen, yrityksen strategiasta lähtevä TPM-toiminta (Total Productive Maintenance, tuottava kunnossapito), joka luo edellytykset kannattavalle liiketoiminnalle tuottamalla korkean tuottavuuden hitsaamalla laitoksen käyttötoiminnan ja kunnossapidon saumattomaan yhteistyöhön. Suomen kieleen vakiintunut termi ”käynnissäpito” lieneekin kuvaavampi kuin tuottava kunnossapito, sillä TPM-prosessissa käsitellään koko tuotantoketjua tuotannosta avustavien elimien kautta kunnossapitoon. (Laine, H. 2010.9) Vaikka TPM-prosessi ei yksinomaan liity kunnossapitoon, on sillä selkeä ja kriittinen rooli kokonaisuudessa.

3.2 Elinkaarikustannukset ja kunnossapitotoiminnan perusta

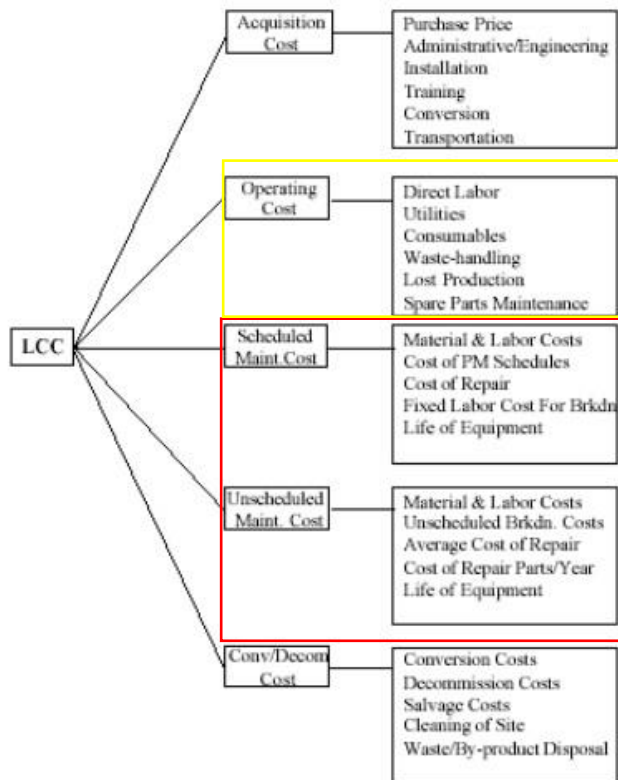
Minkä tahansa tuotantolaitoksen tarkoitus on tuottaa voittoa. Puhuttaessa suurista tuotantolaitoksista (esim. paperitehdas) ovat investointi-, käyttö-, kunnossapito- ja henkilöstökulut suuria sekä osaltaan hajaantuneita. Tämä tekee kulujen seurannasta,

optimoinnista ja tehtävien muutosten analysoinnista haastavaa, sillä kaikki on yhteydessä kaikkeen. Yksi tapa ilmaista tavoitetta on elinkaarikustannuksen (ks. Kuvio 1) minimoiminen.



Kuvio 1. Käynnissäpidon osatekijät ja merkitys (VTT Symposium 236)

Kuviossa 2 on havainnollistettuna elinkaarikustannusten muodostuminen. Punaisella rajattuna ovat suorat kunnossapidon kustannukset, jotka sisältävät suunnitellun ja suunnittelemattoman kunnossapidon. Keltaisella on rajattu mahdolliset välilliset kunnossapidon kustannukset, kuten tuotannon menetykset.



Kuvio 2. Elinkaarikustannusten muodostuminen (Life Cycle Cost Tutorial, H. Paul Bar-ringer).

Kunnossapidollisilla toimilla pyritään elinkaarikustannusten minimoimisen lisäksi käyttöomaisuuden hallintaan, eli "Asset management", joka määritellään standardissa CEN TC 319 WG 10 "Maintenance within Asset Management."

Elinkaarikustannukset saadaan karkeasti kaavalla:

$$L_{CC} = C_i + N_y(C_0 + C_m + C_s)$$

L_{CC} = elinkaarikustannus

C_i = investointikustannus

N_y = elinkaari vuosina

C_0 = vuosittainen käyttökustannus

C_m = vuosittainen kunnossapitokustannus

C_s = vuosittainen suunnittelemattoman seisokin kulu

3.3 RCM, luotettavuuskeskeinen kunnossapito

RCM on lyhenne sanoista Reliability Centered Maintenance, ja se suomennetaan yleisimmin termillä luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Menetelmä on vakiinnuttanut paikkansa yhtenä tärkeimmistä kunnossapidon suunnittelun työkaluista. RCM-prosessilla pyritään vaikuttamaan yhteen kunnossapidon perusongelmista; ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun haastavuuteen. Koska tehokkaita menetelmiä ja työkaluja ei ole ollut, niin kunnossapito-ohjelmat on jouduttu suunnittelemaan koneiden valmistajien ohjeiden sekä omien kokemusten perusteella. Tämän seurauksena sekä kunnossapitoa että varsinkin ehkäisevää kunnossapitoa tehdään merkittävästi liikaa. Englantilainen John Moubray esittää, että suunnitellusta/ehkäisevästä kunnossapidosta jopa 40% on tarpeetonta. Teollisuudessa alan perusteokseksi onkin noussut J. Moubrayn RCM II-kirja. Moubray määrittelee kirjassaan RCM:n vapaasti suomennettuna *”Prosessi, jonka avulla määritellään kunnossapidon vaatimukset tuotanto-ominaisuudelle toimintaympäristössään.”*

(Mikkonen, Miettinen, Leinonen, Jantunen, Kokko & Riutta 2009, 75)

Mikkonen ja muut (Mikkonen ym. 2009, 75) toteavat, että keskeisimmät RCM:n päämäärät ovat, Moubrayn mukaan

- Priorisoida prosessin laitteet ja näin kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaisimmat priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu.
- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja näin luoda pohja oikeiden, tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Kunnossapidon piiriin saatetaan myös sellaiset raja ja turvalaitteet, jotka prosessin toimiessa ovat passiivisia
- Sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, laaditaan valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä
- Koneiden käyttöhenkilökunta oppii seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa

Mikkosen ja muiden (Mikkonen. 2009, 75) mukaan Moubray kuvaa RCM-prosessin seuraavassa alla kuvatussa järjestyksessä.

1. **Määritellään laitteiden toiminnot ja tehokkuusvaatimukset**
 - sekä primääriset että sekundääriset
 - näiden vaatimustaso
2. **Määritellään toiminnalliset viat**
 - eli miten laite voi epäonnistua toteuttamaan kohdassa 1 määritellyn toiminnon
3. **Selvitetään vikaantumismallit**
 - mitkä erilaiset vikaantumismekanismit voivat johtaa siihen, että toiminnallinen vika syntyy
 - tässä on esimerkiksi otettava huomioon normaali ikääntyminen, mutta tarvittaessa myös käyttövirheet ym.
4. **Selvitetään vian vaikutukset**
 - miten vikaantuminen ilmenee
5. **Määritellään vian seuraukset ja jaetaan neljään kategoriaan käyttäen RCM:n päätöksentekologiikkaa**
 - piilevät seuraukset
 - turvallisuus- tai ympäristövaikutukset
 - toiminnalliset vaikutukset
 - ei-toiminnalliset vaikutukset
6. **Määritellään ennakoivat toimenpiteet kohdan 5 perusteella käyttäen päätöksentekologiikkaa**
 - säännöllinen huolto
 - säännöllinen vaihto
 - kunnon perusteella tapahtuva

7. **Määritellään korjaavat toimenpiteet kohdan 5 perusteella käyttäen RCM:n päätöksentekologiikkaa**

- säännölliset tarkistukset (Failure-finding)
- uudelleensuunnittelu (Re-design)
- ei huoltoa (Run to Failure)

(Smith, A. & Hinchcliffe, G. 2004).

3.4 ECM, kokemuskeskeinen kunnossapito

RCM- analyysi on raskas suorittaa sillä, se perustuu täydelliseen kohteen tutkimiseen ilman mitään ennakko-olettamuksia, joten raskaan RCM- analyysin sijaan voidaan suorittaa kokemusperäinen ECM-analyysi.

ECM-analyysi on kevyempi menetelmä ennakkohuoltosuunnitelman laatimiseksi ja on hyvä työkalu tarkastella tuotantolinjan huoltosuunnitelman tehokkuutta. (Smith 2004, 177–178).

ECM-analyysi suoritetaan kolmen erillisen vaiheen pohjalta jotka pohjautuvat RCM-analyysiin. Avain kohdat pohjautuvat RCM- analyysin tavoin kysymyksiin joihin pyritään keräämään vastaukset. ECM- analyysin etuja on että, tekemiseen ei vaadita raskasta erillistä ohjelmistoa vaan analyysi voidaan suorittaa yleisesti käytössä olevalla tietotekniikalla tai jopa käsin paperille kirjatun. (Smith 2004. 178). Analyysin suorittaminen asiantuntijoilta vie kahdesta neljään työpäivää ja analyysin projektiryhmään olisi hyvä kuulua tuotantolinjan operaattorit, kunnossapitohenkilöstö, sekä mahdollisesti kunnossapidon ja tuotannon työnjohto.

ECM-analyysi ei ole yhtä kattava kuin RCM- analyysi mutta, hyvin ja oikein suoritettuna se voi nostaa tuotantolinjan käytettävyyttä merkittävästi. (Smith, 2004 .182).

3.5 Muutosjohtaminen

Merkittävä työvaihe minkä tahansa kehityshankkeen läpiviennissä on muutosvastarinnan voittaminen ja työyhteisön tuen saaminen hankkeen edistämiseen eikä vastustamiseen.

Muutosvastarinta on ryhmässä tai työyhteisössä suunnitellun, toteutettavan tai toteutetun muutoksen vastustusta ja kritisointia, joka ilmenee yksilöiden tai ryhmien käyttäytymisessä esimerkiksi avoimena vastustuksena, vaikenemisena tai epäsuorana, peiteltyinä vastustuksena. (Seppänen-Järvelä & Vataja. 2009. 80.)

Ongelman kriittisyyden on huomannut jo John Kotter alan klassikoksi muodostuneessa kahdeksan vaiheen muutosprosessissaan, jonka viimeinen kohta kuuluu "juurtuta uudet toimintatavat organisaatiokulttuuriin." Teollisuuden tyypillisesti juurtunut tayloristinen johtamismalli ei kaikissa tilanteissa palvele yhteen hiileen puhaltamisen aatetta, vaan tekee selkeän pesäeron toimijan ja toimeksiantajan välille. Tämä mahdollinen ongelmakohta otetaan työn aikana huomioon etenkin prosessissa työskentelevien operaattoreiden kanssa toimiessa, ja työn lopputuloksena saatavassa työohjeistuksessa. Merkittäviä työvaiheita muutosvastarinnan kääntämisessä uhkasta voimavaraksi ovat seuraavat:

- Tunteiden kohtaaminen. Yhteiset foorumit, joilla voidaan jakaa näkemyksiä vallitsevasta tilanteesta ja keskustella muutokseen liittyvistä tunteista. Tässä tapauksessa näkyy käytännössä avoimena keskusteluyhteytenä operaattoreihin ja muutosta toteuttavaan henkilökuntaan.
- Tiedon jakaminen. Vastataan muutokseen liittyvään tiedonpuutteeseen selkeiden kirjallisten selvitysten ja tiedotus- ja keskustelutilaisuuksien avulla, joissa organisaation johto ja asiantuntijat perustelevat muutoksen tarpeellisuutta laskelmin ja tilastoin.
- Luottamuksen rakentaminen. Luottamuksen menettäminen voi tapahtua hetkessä, mutta sen rakentaminen saattaa viedä vuosia. Luottamuksen rakentaminen perustuu johdonmukaiseen rehellisyyteen, kaiken luotettavan ja asiaan liittyvän tiedon jakamiseen. (Seppänen-Järvelä & Vataja. 2009. 83)

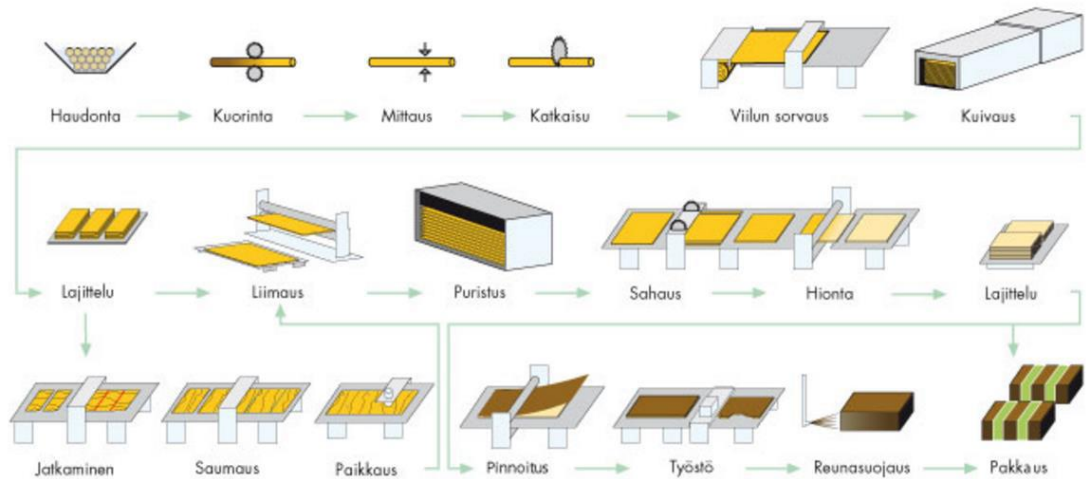
4 Koivuvanerin valmistusprosessi

4.1 Kuvaus koivuvanerin valmistuksesta

Koivuvaneri valmistus alkaa koivutukin haudonnalla. Hautomisprosessi kestää n. 24 tuntia minkä jälkeen tukki kuoritaan sekä sahataan ennalta määrättyyn mittaan sorvausta varten. Sorvauksessa tukkia pyöritetään ja painetaan kohti terää joka leikkaa säädöistä riippuen Chudovon tehtaalla n.1.2-1.5mm paksuudeltaan olevaa viilua. Sorvauksen jälkeen viilut kuivataan joko verkkokuivaimella tai telakuivaimella. Verkkokuivatuksessa viilu kulkee tray-tasojen kautta suoraan kuivuriin minkä jälkeen viilu leikataan ja lajitellaan.

Telakuivauksessa viilu leikataan ennen kuivausta ennalta määrättyyn mittaan ja ajetaan kuivauskoneen läpi. Kuivauksen jälkeen tapahtuvassa lajittelussa viilulle määritellään laatu, laadukas viilu ilman oksia tai muutamalla oksakohdalla menee suoraan tai paikkauksen kautta pintaviiluksi kun taas viilut missä on enemmän reikiä menevät kuivaviiluiksi tai jatkojalostukseen saumaajalle ja jatkoslinjalle.

Viilunjalostuksen jälkeen viilut ristiinliimataan toisiinsa. Vanerin määritelmä on vähintään kolme ristiin-liimattua viilua. Liimauksen jälkeen syntyvät aihiot kuljetetaan esipuristukseen, jossa viilut alustavasti puristetaan toisiaan vasten, jotta pinnat tarttuisivat toisiinsa paremmin. Tämä tehdään kuumapuristusvaiheen helpottamista varten. Kuumapuristuksessa ”heikosti liimatut” levyt puristetaan korkeassa paineessa ja n.130:n celsiusasteen lämpötilassa koviksi levyiksi. Kuumapuristuksen jälkeen levyihin tehdään onttouden paljastus, minkä jälkeen levyjen reunat sahataan tasaisiksi. Reunojen sahauksen jälkeen levyjen pintavirheet korjataan puupohjaisella kitillä ja levyt hiotaan pinnasta. Hionnan jälkeen levyt voidaan jatkojalostaa pinnoittamalla sekä reunasuojamalla tai pakata ilman jatkojalostusta puupintaisena varastointia varten. Vanerin valmistusprosessi kuvattu kuviossa 3. (Tietoa vanerista, N.d. Hassinen.2017)



Kuvio 3. Vanerin tuotantoprosessi (Vanerin tuotantoprosessi, N.d.)

(Hassinen.2017, Tietoa vanerista, N.d. Puuinfo).

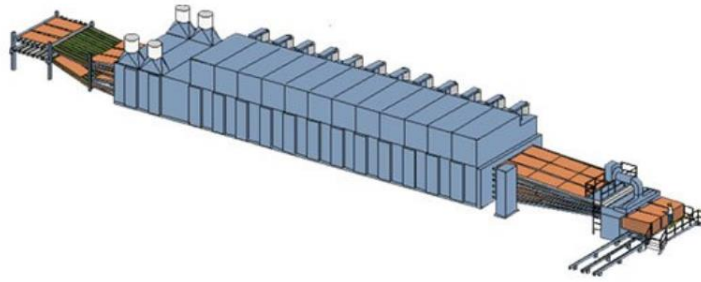
4.2 Koivuviilun kuivaus telakuivaajalla ja telakuivaajan rakenne

Viilun kuivaus toteutetaan pääsääntöisesti kahdella erilaisella kuivaus teknologialla, verkkokuivatuksella tai telakuivatuksella. Chudovon vaneritehtaalla on käytössä kolme telakuivaajaa sekä yksi verkkokuivaaja, joka sijaitsee tehdaskompleksin viilutehtaassa. Opinnäytetyö keskittyy vaneritehtaan telakuivaajien kokonaistehokkuuden parantamiseen sekä tehokkuuslukua laskevien häiriötekijöiden etsimiseen sekä vähentämiseen.

Telakuivatuksessa viilut kuivataan arkkeina. Sorvilta tuleva viilumatto leikataan sekä esilajitellaan alustavasti laadun mukaan. Viilut viedään telakuivaajan syöttöpäähän, mistä viilut syötetään telakuivaajan sisään kolme arkkia rinnakkain useammalle eri kuivaustasolle viilujen syyt konesuunnassa pitkittäin. Kuivaajaan syötön jälkeen viilujen kuivatus alkaa ja loppupäässä viilut jäähdytetään puhaltamalla niihin ulkopuolelta otettua ilmaa. (UPM-eKnowPLY. 2017, Tietoa vanerista, N.d. Puuinfo).

Telakuivaajaan pyritään syöttämään vain yhden kosteusluokan viiluja. Näin pyritään takaamaan homogeeninen, nopea sekä tehokas viilun kuivaaminen. Lisäksi saman

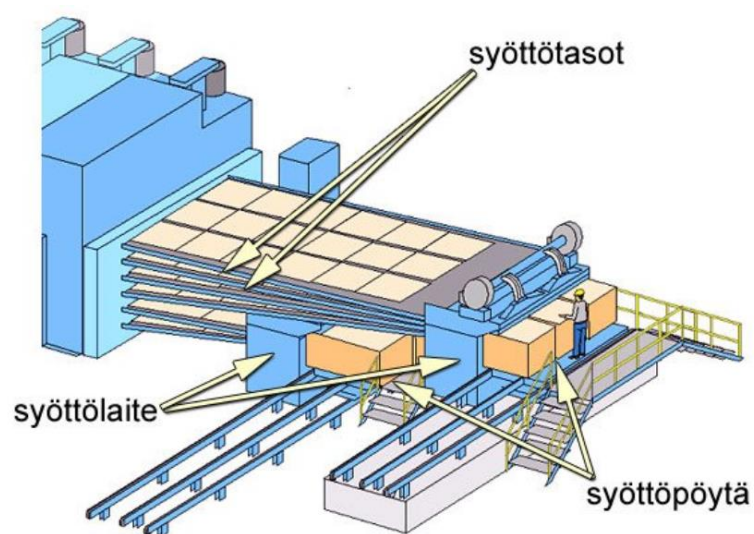
luokan viilujen syöttäminen mahdollistaa kuivaajan helpon hallinnan sekä hyvän energiatehokkuuden. Kuviossa on havainnollistettu telakuivaajan ulkonäköä.



TELAKUIVAAJA

Kuvio 4. Telakuivaaja (UPM-eKnowPLY. Viitattu 26.04.2017)

Telakuivaajan hoitaja syöttää koneeseen viilut syöttölaitteen avulla tasapuolisesti ja pyrkii pitämään kuivaajan täyttöasteen mahdollisimman korkealla. Telakuivaajan sisällä kiertoilmapuhallin puhalttaa tai kierrättää ilmaa telakuivaajan sisällä lämmönvaihtimen läpi, joka lämmittää ilman n. 200 celsius asteeseen. Lämmönvaihdin lämmitetään ohjaamalla siihen tulistettua höyryä. Kuviossa 5 telakuivaajan syöttäjä syöttää viiluja koneeseen. (UPM-eKnowPLY. 2017, Tietoa vanerista, N.d. Puuinfo).

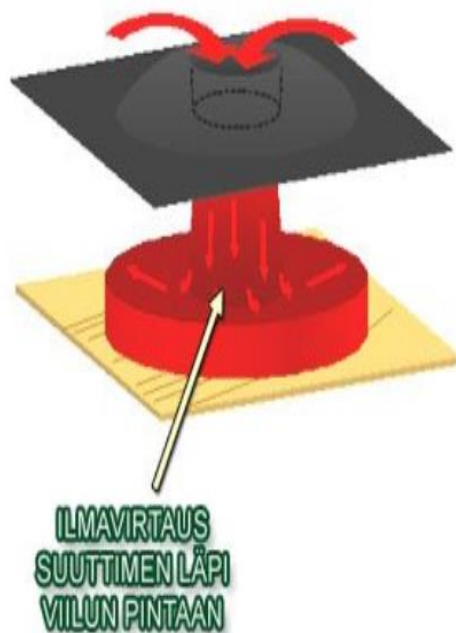


TELAKUIVAAJAN ALKUPÄÄ

Kuvio 5. Telakuivaajan alku eli syöttöpää.(UPM-eKnowPLY.)

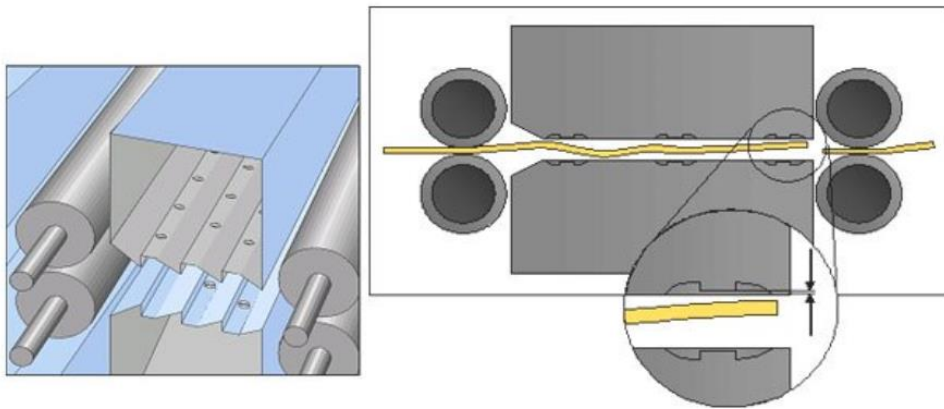
Kuivaaja sisältää useita suutinpuhalluslaatikoita, jotka ohjaavat lämmönvaihtimen läpi tulevan ilman viilujen pintaan. Ilm nopeus sekä puhalluksen pyörteisyys vaikuttavat kosteuden siirtymiseen viilun pinnasta ilmaan. Suurella nopeudella viilun lämpeneminen on nopeaa ja pienellä nopeudella hidasta. Suutinlaatikot sijaitsevat viilunkuljetus-telojen välissä. Telakuivaaja sisältää myös ilmanpoistiventtiilit, joilla säädetään viiluista tulevaa kosteutta kuivaajassa.

Chudovon telakuivaajista 1- ja 2 kuivaajat ovat kaasulämmitteisiä, kun taas 3-kuivaajan lämmönvaihdin on perinteinen tulistetulla höyryllä lämmitettävä. Kaasulla lämmitettävä kuivaaja poikkeaa perinteisestä kuivaajasta siten että, kaasukuivaajassa ei ole lämmönvaihdinta vaan lämpö tuotetaan kaasupolttimella. Kuviossa on höyrykierto suutinlaatikossa.



Kuvio 6 Suutin ja ilmavirtaus viiluun. (UPM-eKnowPLY.2017)

Viilunkuljetustelat kuljettavat viilun kuivaajan läpi. Telat pyörivät ketjujen välityksellä ja ovat sähkökäyttöiset. Telojen välissä sijaitsevat suutinlaatikot, joista puhalletaan höyryä viilun pintakerrokseen. Kuviossa 7 viilu kulkee teloja pitkin suutinlaatikoiden välistä.



Kuvio 7 Viilunkuljetustelat, suutinlaatikko telojen välissä. (UPM-eKnowPLY.2017)

5 Käytettävyyden ja nopeuden ongelmat kuivatuksessa

5.1 Tiedonkeruu

Chudovon vaneritehtaalla kuivausprosessissa on käytössä PlyNet-tiedonkeruu sekä SAP-toiminnanohjausjärjestelmä. PlyNet-tiedonkeruun lisäksi on olemassa rinnakkainen tuotannon tiedonkeruujärjestelmä Menu- RWS. Kunnossapidon sähkö ja korjausmiehellä on vuorovihko, johon kirjataan kaikki vuorossa tapahtuneet mekaaniset tai sähköiset häiriöt. Lisäksi vihkoon merkitään mahdolliset toimenpiteet ja ratkaisut. Jos korjausta ei voida suorittaa vuorossa niin toimenpide siirretään päivävuoroon tai huoltopäivään.

Luetettavan tiedon kerääminen osoittautui hankalaksi, sillä PlyNet-tiedonkeruu järjestelmä on automatisoitu prosessiin ja sille on määritelty rajat, mistä alkaa häiriö ja milloin jatkuu tuotanto. Häiriöiden syyn merkitseminen on operaattorin tehtävä. Häiriöajallisesti järjestelmää voidaan kuitenkin pitää luotettavana. Toisin kuin Menu-RWS:sää, joka pohjautuu vuoromestarin ja päivämeistereiden tekemiin arviopohjaisiin merkintöihin, joten häiriöiden määrä, kesto sekä syyt ovat kyseenalaisia. Menu-RWS:sään on tosin selitetty laajemmin sekä kattavammin häiriötekijöiden aiheuttajat ja mahdolliset ratkaisut. (Jaroslavlev. 2017).

Tulkinnat ja johtopäätökset tehtiin siitä, mitkä ovat käytettävyyden ja nopeuden tekijät toisin sanoen tuotannon katkosten syyt syntyivät eri tietolähteiden pitkällisen tarkastelun jälkeen. Tarkastelutyössä hyödynnettiin kaikkia tiedonkeruu järjestelmiä, niiden vahvuuksia, heikkouksia, ja papereihin ja vihkoihin tehtyjä merkintöjä.

Henkilöhaastattelut olivat suuri osa vikadatan tarkastelua ja auttoivat oikeiden asioiden tutkimista sekä antoivat syyn tutkia tilastoja kriittisesti. Henkilöhaastattelut antoivat viitauksia siitä mihin ongelmaan tulisi pureutua laajemmin. Haastattelut ovat liitteessä 4.

5.2 Nopeudenongelmat

Viulun kuivatuksessa tapahtuvia ongelmia tutkittiin vikadataa seuraamalla ja operaatoreita, tuotannon esimiehiä, kunnossapidon esimiehiä sekä kunnossapitäjiä haastatellaan. Kokonaistehokkuutta tarkasteltaessa suurimmat tehokkuuden alentajat ovat käytettävyys ja erityisesti nopeuslukema.

Nopeus sekä käytettävyyslukemiin liittyvät ajalliset häviöt selviävät PlyNet-vikadastasta selkeästi. Aikahäviöitä voidaan pitää luotettavina, sillä tiedonkeruu on automatisoitu prosessiin siten, että tuotanto lasketaan tehollisena koneen käyntiaikana. Tiedonkeruu saa dataa koneen ollessa käynnissä ja koneen tehdessä tuotantoa laskeaan aika teholliseksi. Katkoksen tapahtuessa, eli kone on käynnissä, mutta sen läpi ei

kulje viilua niin tiedonkeruu aloittaa tehottoman ajankäytön laskennan kahden minuutin viiveellä siitä kun viilu ei kulje enää koneen läpi.

Ongelmia tuottivat syiden erittelyt ja niiden luokitus: ovatko ne käytettävyyttä vai nopeutta heikentäviä syitä. Ongelmalliseksi tarkastelun teki se, että PlyNet kerää tarkasti ajan jolloin kuivaajat ovat pysähdyksissä tai aika tehotonta. Syy siihen miksi kuivaaja on pysähdyksissä, on työpisteessä työskentelevän operaattorin vastuulla. Tämä tarkoittaa sitä, että kun kuivaaja menee, on operaattorin tehtävä merkitä tiedonkeruujärjestelmään pysähdyksen aiheuttavan häiriön syy. Näin voidaan tarkastella, miksi kuivaaja ei ole käynnissä. (Ks. Kuvio 8)

SORTING 3		36:28
Залом/затор		8:22
Замена поддона		8:25
Иная причина по электрике		1:50
Иная производственная помеха		11:22
Нехватка сырья		0:08
Плановый сервис		4:46
Помеха фотоэлемента		0:50
Причину не давали		0:35
Слетел ремень транспортёра		0:06
Grand Total		161:56

Syytä ei ole annettu

Kuvio 8. PlyNet vikadatan katkosten syyt (PlyNet.)

”Syytä ei ole annettu” on 35-minuutin edestä pysähdys aikaa, joten ei voida sokeasti tulkita että, syyt, jotka on merkattu PlyNettiin, olisivat aukottomasti todellisia. Koska suuri määrä tehotonta aikaa jää merkitsemättä koska operaattori jättää merkitsemättä tiedonkeruujärjestelmään häiriön syy. Näin häiriön syy näkyy tiedonkeruussa ”syytä ei ole annettu”.

Kuivausprosessin nopeusongelmat johtuvat tuotannollisista häiriöistä, joihin lukeutuvat ruuhkat, raaka-aineen riittämättömyys, trukin odottelu ja kuormien vaihdot. Eniten korostuu häiriö nimellä ”ruuhka”. Tiedonkeruun pohjalta huhtikuun 2017 aikana kaikesta seisonta ajasta, kun kone on ollut tehottomalla käytöllä, on 18,7% johtunut ruuhkautumisesta. Toukokuussa 2017 lukema on 15,3% ja kesäkuussa 2017 15,4%

ruuhkautumisesta. (ks.liite 2.) Haastattelujen sekä käsin tehdyn vikadatan pohjalta ruuhkautumisen osuus kuivaajan seisahdusajasta olisi enemmän, mutta käsin tehtyä tiedonkeruuta on tarkasteltava kriittisesti ja se antaa vain paino arvoa tutkia ruuhkautumista muita syitä enemmän. Ruuhkautuminen ilmenee suurimmaksi nopeutta alentavaksi tekijäksi, joten voimavarat kohdistettiin ruuhkautumisen tutkimiseen.

5.3 Ruuhkautuminen nopeuden alentajana

Ruuhka on häiriö jossa, viilut kiilautuvat jumiin kuivaajan sisällä, ja ruuhkakohdassa viilu ei pääse eteenpäin vaan syöttöpäästä tulevat viilut pakkautuvat yhä tiukemmin kasaan kiilautuneeseen kohtaan. Ruuhkan sattuessa on prosessinhoitajan ajettava kuivaajasta lämmöt alas ja aloitettava ruuhkakohdan etsiminen avaamalla kuivaajan ovia. Isomman ruuhkan etsiminen, purkaminen ja koneen käynnistäminen vie aikaa ruuhkasta riippuen puolesta tunnista viiteen tuntiin. Ruuhkan havaitseminen PlyNet tiedonkeruusta on hankalaa, koska niin paljon häiriö aikaa on jätetty merkitsemättä tai on merkitty väärin. Lisäksi tiedonkeruussa muutamien minuuttien häiriöiltä näytävät ruuhkat saattavat todellisuudessa olla pitkäkestoisia ruuhkia koska tiedonkeruu tulkitsee koneen käyväksi ja ajan teholliseksi muutaman viulun mennessä koneen läpi vaikka tuotantoa ei käytännössä tehtäisi mikä aiheuttaa katkonaista kokonaiskuvaa ruuhkautumisesta. (Ks. Kuvio 9) Lisää liitteessä 2 ja 3.

Taulukko 2. Ruuhkat sekä ”syytä ei annettu” tiedonkeruussa. (PlyNet.)

) SORTING 1	28.05.2017 5:49	10650	214053	650	4	28.05.2017 5:36	28.05.2017 5:46	0:09	Залом/затор
) SORTING 1	28.05.2017 5:54	10651	214053	650	4	28.05.2017 5:47	28.05.2017 5:50	0:03	Залом/затор
) SORTING 1	28.05.2017 6:04	10652	999999999	999999999	4	28.05.2017 5:54	28.05.2017 6:02	0:07	Причину не давали
) SORTING 1	28.05.2017 6:08	10653	999999999	999999999	4	28.05.2017 6:02	28.05.2017 6:05	0:03	Причину не давали
) SORTING 1	28.05.2017 6:20	10654	999999999	999999999	4	28.05.2017 6:06	28.05.2017 6:16	0:10	Причину не давали
) SORTING 1	28.05.2017 6:22	10655	214053	650	4	28.05.2017 6:18	28.05.2017 6:21	0:03	Залом/затор
) SORTING 1	28.05.2017 6:32	10656	214053	650	4	28.05.2017 6:22	28.05.2017 6:31	0:09	Залом/затор

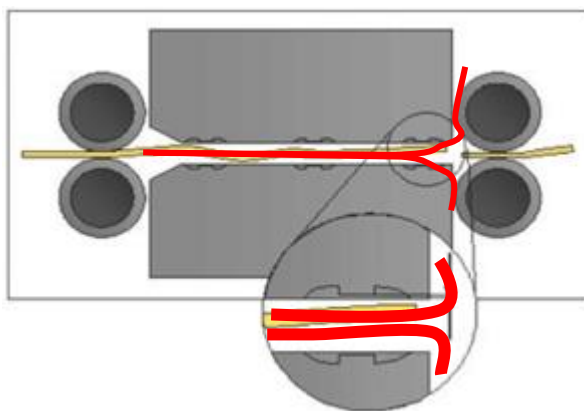
Taulukossa 2 on ympyröitynä ensimmäisen lajittelulinjan häiriöaika ja syyt häiriöille. Todellinen tapahtumaketju selviää tutkimalla vuoromestarin merkintöjä ja haastatellamalla kyseisellä koneella työskennellyttä operaattoria. Lisäksi tutkimusta tehtiin seuraamalla kaksi kokonaista vuoroa operaattorin työskennellessä kuivaajalla.

Todellinen katko aika on ollut 45 minuuttia putkeen. Ruuhkasta on myös selkeitäkin merkintöjä tiedonkeruussa esim. (ks. taulukko 10) taulukosta voidaan havaita sattunut ruuhka lajittelulinjalle 3, ja on kestänyt 5 tuntia ja 55 minuuttia. Lisäksi kaksi muuta häiriötä lajittelulinjalle 1, mutta niille ei ole annettu syytä. Nämä lajittelulinjan 1, ”häiriöt” osoittautuivat haastatteluissa sekä vuoromestarin merkinnöissä huoltoajoiksi.

Taulukko 3. Ruuhkat PlyNet vikadatassa. (PlyNet.)

08.05.2017 1:39	08.05.2017 7:09	5:29	Причину не давали
08.05.2017 7:09	08.05.2017 7:21	0:12	Причину не давали
08.05.2017 1:41	08.05.2017 7:36	5:55	Залом/затор
08.05.2017 7:21	08.05.2017 8:29	1:08	Причину не давали
08.05.2017 8:29	08.05.2017 14:15	5:45	Причину не давали
08.05.2017 14:15	08.05.2017 14:22	0:06	Причину не давали

Ruuhkan syytä tutkittiin prosessiin tutustumalla, prosessia seuraamalla, vuoromestarien merkintöjä tutkimalla sekä henkilöstöä haastatteleamalla. Viilun kiilautuminen telojen välistä ylös tai alapuolelle kuivaajan sisällä johtunee pääasiassa huonolaatuisesta (koppuraisesta) viilusta tai syöttöpäässä tapahtuneesta kaksoissyöttövirheestä. Viilun kaksoissyöttö virhe tapahtuu syöttäjän täyttäessä kuivaajaa. Syöttäjä valvoo syöttötapahtumaa, jossa kahdesta kolmeen viiluarkkia syötetään yhtä-aikaisesti syöttötasoille paineilmatoimisella syöttölaitteella. Syöttäjän tehtävänä on myös ehkäistä roskien pääsy viilun mukana koneeseen, joten kaksoissyöttövirhe tapahtuu helposti syöttäjän huomaamatta tämän poistaessa roskia viiluarkkien päältä.



Kuvio 9 Viilun kiilautuminen (UPM-eKnowPLY. Viitattu 30.05.2017)

Kun kaksi päällekkäistä viilua ajautuu kuivaajaan, niin ylemmän viilun yläpinta ja alemman viilun alapinta kuivuvat ja viilujen sisäkkäiset pinnat pysyvät kosteina. Tämän pintojen kosteus erojen vuoksi viilut käyristyvät kuivan pinnan suuntaan ja kiihtyvät kuivaajan sisällä telojen ja suutinlaatikoiden väliin aiheuttaen ruuhkan. Kaksoissyöttö virhe tuli esiin kirjoitettua vikadataa tutkiessa ja viilupuolen esimiestä haastateltaessa. (Borodkin, I. 2017.)

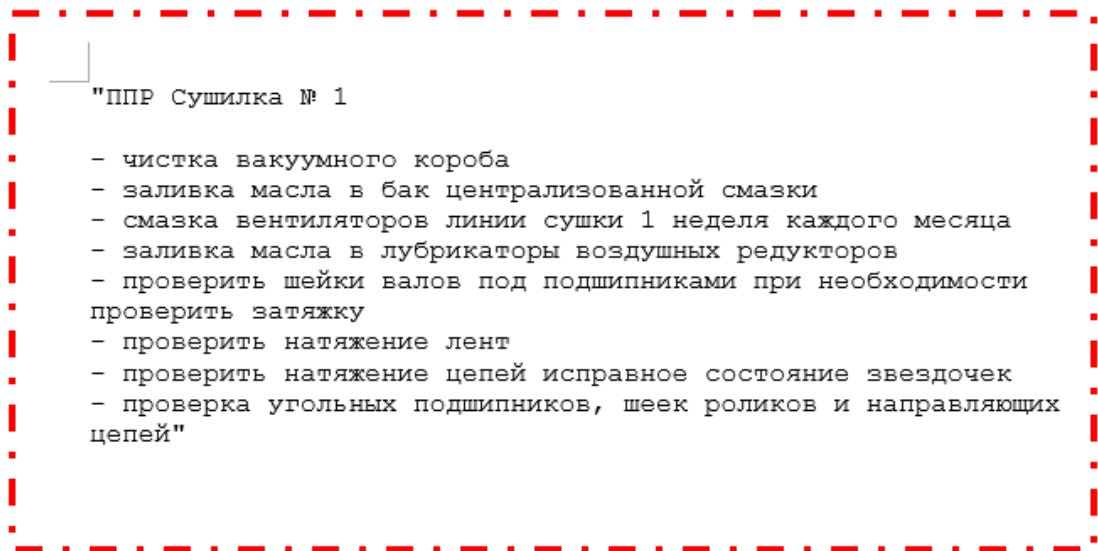
5.4 Käytettävyyden ongelmat

Käytettävyys on sitä, kuinka paljon tuotantolinjasto on käytössä ilman laiterikkoihin perustuvia häiriöitä. Jos kuivaaja ajetaan alas laakerivaurion takia, on vika käytettävyyttä alentava tekijä. Käytettävyyden parantaminen perustuu laite tai konerikkojen ehkäisemiseen sekä ennalta suunniteltujen huoltojen tehostamiseen siten, että huolloilla saadaan enemmän tuotannollista käyntiaikaa kuin huoltamatta jättämisellä. Käytettävyyslukemaan tiedonkeruun pohjalta on laskettu mekaaniset tai sähköiset toimintahäiriöt sekä huoltopäivät. Huhtikuussa 2017 n.16,1% kuivaajan seisonta ajasta on käytettävyys lukemaan vaikuttavaa seisonta aikaa jolloin tuotantoa ei tehdä. Saman vuoden toukokuussa 13,3% ja kesäkuussa 24,7%.

Chudovon tehtaan yhdelle kuivaajalle tehtiin huoltopäivän kulusta seuranta ja kirjattiin tapahtumat muistioon. Seurannassa tutkittiin huoltopäivään sisältyviä toimenpiteitä kuivaajalla. Seurantatutkimuksessa kelloitettiin huoltopäivän alku ja loppuajan kohdat ja tutkittiin kunnossapitohenkilöiden rooli, kunnossapitohenkilöstön sekä operaattoreiden yhteistoiminta. Muistioon kerättiin haastatteluja kunnossapidon esimiehiltä sekä kunnossapitäjiltä. Seuranta muistio liitteessä 4.

Haastattelujen ja dokumentaation tutkimisen pohjalta Chudovon kuivausprosessien käytettävyysongelmia lisäävät ennakkohuoltosuunnitelmien puutteellisuus, kunnossapitäjien hiljainen tieto sekä huoltoon liittyvien asiakirjojen puutteellisuus. Nämä asiat käyvät ilmi myös toiminnanohjausjärjestelmästä, sillä se sisälsi kunnossapitotoimintaan liittyen hyvin niukasti dokumentaatiota.

Jokaiselle kuivaajille suoritetaan ennalta määrätty huollot kerran viikossa ja tätä kutsutaan huoltopäiväksi. Yhden kuivaajan huoltoon on määrätty käytettäväksi 4 tuntia. Toiminnanohjausjärjestelmässä SAP:issa on olemassa pienimuotoinen toimenpidelista mekaaniselle kunnossapidolle joka pitäisi toteuttaa jokaisen huoltopäivän yhteydessä. (ks. Kuvio 12).



Kuvio 10 Mekaanisen kunnossapidon huoltotoimenpidelista kuivaajien huollosta. (SAP. Viitattu 08.06.2017)

Kuvion 12 huolto-ohjelma on kuitenkin hyvin yleispätevä ja painottuu hatarasti muistilistan tavoin lisäämään öljyä, tarkastamaan tai kiristämään ketjut, puhdistamaan alipainelaatikot sekä voidella ilmanvaihtoventtiilit. Tämän kaltainen muistilista saattaa hyödyttää paljon kokenutta asentajaa muistamaan huollon piiriin kuuluvat alueet, mutta vähemmän kokeneelle asentajalle tai sijaiseksi määrätylle asentajalle listasta ei ole paljoakaan hyötyä. Listasta käy ilmi kohteita, joille pitäisi tehdä jotain, mutta toimenpidelista ei kerro tarkemmin, mitkä ovat tavoitearvot Esim. kun huolto-ohjelmassa lukee "lisää öljyä sekä tarkasta ketjujen kireys", nämä asiat tulisi dokumentoida siten, että "lisää säiliöön öljyä (sijainti), jonka viskositeetti on- (öljyn viskositeetti, ja muut vaatimukset), tarkasta ketjun kireys ja kiristä tarvittaessa ketjut vaadittavaan kireyteen- (kireys määritetty ennalta huolto-ohjelmassa).

Chudovon tehtaalla on myös käytössä toiminnanohjausjärjestelmä SAP, jonka avulla on helppo ohjata sekä dokumentoida kunnossapidon niin mekaanisia kuin sähkö-

töitä. Valitettavasti SAP, ohjelmiston hyödyntäminen on heikolla tasolla eikä tietokannasta löydy minkäänlaista vikadataa. (Ks. kuvio 13) Ohessa olevassa kuviosta on havaittavissa että, häiriöilmoitukset esim. kuivaajien kohdalla ovat jääneet hyvin vähäisiksi. Myös kuivaajille tehtävät tilaukset ovat jääneet tietokannallisesti hyvin vähälle.

Päivämäärä	V	Ilmoitus	Tilaus	L	Kuvaus	Toimintopaikan nimitys
14.02.2011	ME	10143669	567349	Z3	шум на улитке вентилятора загрузки	KUIVAUS
07.09.2010		10130069	547732		ППР не закр. двери на выгрузке 1,2 сушил	KUIVAUS
28.03.2010		10117924	524724		Увеличить трав. тележку под новые поддоны	KUIVAUS

Kuvio 11 Häiriöilmoitukset SAP (Viitattu 20.09.2017)

Mekaanisesti suoritettuja remontteja tai sähkötöitä ei löydy sähköisesti SAP tietokannasta mikä, vaikeuttaa käytettävyyden tutkimustyötä.

Kuivaajien sähkökuvat lojuvat rähjäisinä ja öljyisinä kuivausprosessin lajittelulinjan kopissa. Mapeissa olevat sähkökuvat ovat ainoat kuivauslinjoista olevat viralliset dokumentaatiot ja osa tiedoista on jopa vanhentunutta. Tämän hetkiselällä järjestelyllä ongelmia ei ole, koska muutama kohta eläköityvä sähkömies tuntee laitteiston sähkökaaviot ulkomuistista. Ongelmia tulee eläköitymisen yhteydessä, ja vaikka dokumentaatio onkin olemassa niin öljyiset ja pölyiset sähkökuvat vanhenevat joka päivä sillä niistä ei ole olemassa sähköisiä tai edes paperisia kopioita.

Käytettävyyden kannalta huolenaiheena on myös kuivausprosessissa käytettävän automaation vanhanaikainen teknologia. Kuivausprosessin kosteuden säätöä ja lämmöntuottoa ohjaavan automaatiojärjestelmän tuotetuki on lopetettu 2000-luvun alkupuolella. Jos automaatiojärjestelmä vikaantuu tässä tilanteessa, sen korjaamiseen ei ole mahdollista saada tukea laitetoimittajalta. Nykyinen RIC-(Raute industrial computer) ohjaa kaasutoimista lämmöntuottoa ja kosteuden poistoa kuivaajien 1 ja 2 sisällä. Järjestelmä on myös ongelmallinen koska siihen ei voida integroida ohjelmoi-

malla mitään uusia toimilaitteita. Tämä vaikeuttaa mahdollisesti tulevia prosessia tehostavia investointeja. Automaatiojärjestelmän päivittäminen nykyiselleen vie useita työpäiviä mikä on ongelmallista tuotannon kannalta. Vielä ongelmallisemmaksi tulee mahdollinen järjestelmän vaurioituminen mikä voi aiheuttaa viikkojen tai jopa kuukausien mittaisen seisahduksen kuivausprosessiin. Katkoksen pituus johtunee siitä, että vanhan korjaaminen ei ole mahdollista ja uuden toimittaminen sekä asentaminen vaati ulkopuolista erikoisosaamista.

6 Kokonaistehokkuuden kehittäminen kuivatuksessa

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää pullonkaulaksi määriteltyä kuivausprosessia Chudovon vaneritehtaalla. Kehitystyö keskittyi kokonaistehokkuuden parantamiseen keskittymällä käytettävyys ja nopeuslukemaan. Laatulukeman huomioiminen osoittautui hankalaksi, koska kuivauksessa oleva tiedonkeruujärjestelmä ei pysty huomioimaan suurimpia laatuun liittyviä ongelmia eikä kirjaamaan niitä tiedonkeruujärjestelmään. Laatulukema huomioitiin kuitenkin siten, että sen heikkenemistä ei tapahdu käytettävyyttä ja nopeutta parannettaessa. Kuivausprosessiin liittyvistä ongelmista tehtiin kartoitus ja kartoituksen perusteella löydettiin suurimmat ongelmakohdat ja syvennyttiin niihin.

6.1 Nopeuden kehittäminen

Kuivaajan tuotannollisia ongelmia tutkiessa valtaosa tehottomasta käyntiajasta johtui ruuhkautumisesta (käsitelty kohdassa 8.1). Ruuhkautuminen aiheuttaa tehotonta työaikaa PlyNet-tiedonkeruujärjestelmään n.10 tuntia kuukaudessa (ks.liite 6). On mahdollista että, tuntimäärä on paljon suurempi sillä ”syytä ei annettu” on ajallisesti suuria määriä tiedonkeruussa. Ruuhkautumista tapahtuu huonolaatuisesta viilusta tai kaksoissyötöstä kuivaajan alkupäässä. Työtä tehdessä tutkittiin kuinka voitaisiin ehkäistä ruuhkautuminen. Ehkäiseminen osoittautui kuitenkin hankalaksi syytä, että kaksoissyöttöongelman täydellinen poistaminen ei ole mahdollista, sillä syöttötilanteessa operaattorin ei ole mahdollista huomata kaikkia kaksoissyöttöjä, joita kuivaa-

jan syöttölaite tekee. Nähdessään kaksoissyöttötilanteen operaattori pysäyttää linjaston ja poistaa ylimääräisenä syötetyn viulun ja jatkaa työskentelyä. Ongelman ratkaisun painopistettä ruuhkautumisen estämisestä siirrettiin ruuhkautumisen pituuteen. Esim. jos ruuhkautumisia sattuu viikossa 15 kertaa ja kolmena kertana ruuhkautumisen purkaminen vie enemmän aikaa kuin yhden tunnin n.1-5 tuntia, kuinka saada ruuhka tilanteen aikaa lyhennettyä viidestä tunnista esim. viiteentoista minuuttiin.

Ruuhkan kestoa on mahdollista lyhentää valmiina olevalla teknologialla, ”ruuhkavahdilla” Ruuhkavahti ei vähennä syntyviä ruuhkatilanteita, mutta ruuhkavahti vähentää ruuhkautumisesta aiheutuvaa kuivaajan seisonta aikaa. Ruuhkan etsimiseen ja löytämiseen kuivaajasta kuluu paljon aikaa ja löytämisen jälkeenkin kuivaajan sisälle kiihlautuneet viulut on poistettava. Pahimmissa sattuneissa tilanteissa viilu lähtee kuivaajan sisältä vain hammastikun kokoisina palasina ja aikaa on saatu kulumaan 5 tuntia mikä on 41,6% 12 tunnin mittaisesta työpäivästä. Ruuhkavahti vähentäisi ruuhkan etsimiseen ja purkamiseen käytettävää aikaa sillä ruuhkavahdin ominaisuuksiin kuuluu ilmaista operaattorille alkavasta ruuhkasta ja ruuhkan sijainnista kuivaajassa. Alkavan ruuhkan purkamiseen menee n. 5-10 minuuttia, mikä on paha ruuhkatilannetta huomattavasti lyhempi aika.

Ruuhkavahdilla on teoreettinen mahdollisuus laskea vähintään 2 tuntia kahden viikon aikana kuivaajan seisonta-aikaa. Laskennallisesti, jos kaikki kolme kuivaaja kävisivät tehollisesti 2 tuntia kahden viikon aikana tehokkaammin, niin saavutettaisiin suuria säästöjä. Yksi tunti kuivaajan seistessä maksaa 0,192x yksikköä. Jos kahden viikon aikana jokainen kuivaaja kävisi 2 tuntia enemmän, niin vuodessa saatava säästö olisi 30,000x yksikköä. Yhden ruuhkavahdin kustannus on 7,5x yksikköä. Kolmelle kuivaajalle ruuhkavahdin asentaminen kustantaisi 22,5x yksikköä. Investoinnin takaisinmaksuaika olisi 8-9 kuukautta. Lisäksi ruuhkavahti investointina vähentäisi paloturvallisuusriskiä. Kuiva ja ohut puu kuumassa tilassa on tulipaloherkkää.

6.2 Käytettävyyden kehittäminen

Chudovon vaneritehtaan kuivausprosessissa ennakkohuoltoihin sekä ennakoimattomiin sähkö ja mekaanisiin vikoihin käytetään kuukaudessa n. 30 tuntia aikaa. (lisää

liitteessä 7.) Käytettävyyttä tutkittiin kartoittamalla siihen liittyviä pysähdysaikoja kuivaajalla. Tietoperustana pysähdyksiin ajallisesti käytettiin PlyNet-tiedonkeruujärjestelmää sekä Menu-RWS-tiedonkeruujärjestelmää. Tehtyihin kunnossapitotoimenpiteisiin syvennyttiin sähkö ja konekorjaamalla sijaitsevien vuoromiehen vihkoihin tutustumalla. Vihkoihin on merkitty vian syyt sekä korjaustoimenpiteet tai toimenpiteen mahdollinen siirtäminen päivävuoroon tai huoltopäivälle. Toiminnanohjausjärjestelmää SAP hyödynnettiin myös tutkimustyötä tehdessä mutta, SAP:in tutkiminen ei antanut tutkimustyölle varsinaista lisäarvoa, sillä SAP:iin dokumentoitua tietoa oli hyvin vähän.

Ennakkohuoltosuunnitelmien puute Chudovon tehtaalla aiheuttaa ongelmia ja lisää epävarmuutta huoltoihin. Epäonnistuneet ennakkohuollot lisäävät käynnin aikana sattuvia ei toivottuja laiterikkoja ja tietämättömyys kohteen huollettavuudesta pidentää huoltoaikaa ja laskee näin käytettävyytlukemaa.

6.3 ECM-analyysi kartoitustyökaluna

Hyvän ennakkohuoltosuunnitelman laatiminen aloitettaisiin suorittamalla ECM-analyysi. ECM-analyysi suoritettaisiin kaikille kolmelle Chudovon kuivaajalle ja sen laadintaan asetettaisiin kahden asiantuntijan projektiryhmä. Projektiryhmä työskentelisi kaikkien niiden henkilöiden kanssa jotka työskentelevät kuivaajilla eli operaattoreiden, kunnossapitäjien ja vuoromestareiden. ECM-analyysin avulla saataisiin pikaisesti nykyistä tehokkaampi ennakkohuoltosuunnitelma sekä kartoitus tilanteesta että, onko mahdollista saada lisähyötyä suorittamalla laajempi ennakkohuoltosuunnitelman laadinta. Mahdollisella laajemmalla ennakkohuolto suunnitelman laadinnalla tarkoitetaan RCM- analyysiä.

ECM-analyysi antaisi hyvän käsityksen nykytilasta ja antaisi lisää tietoa kuivaajan vaatimasta ennakkohuollosta ja mahdollisesta raskaasta RCM-analyysistä, jolla saataisiin erittäin kattava huoltosuunnitelma aikaiseksi. RCM-analyysi on kuitenkin raskas, kallis ja aikaa vievä analyysi, minkä takia on otettava kattavasti selville analyysin tarpeellisuus.

ECM- analyysillä on myös mahdollista paljastaa käytössä olevat vanhentuneet laitteet, tai automaatiojärjestelmät joiden tuotetuki on lakkautettu. Tuotanto omaisuuden päivittäminen tuotetuellisista syistä on enemmän tai myöhemmin väistämättöntä. Nykyinen kuivausprossin 1 ja 2 kuivaajan lämmöntuoton sekä kosteuden poistoa ohjaava RIC-automatiojärjestelmä olisi päivitettävä Siemens S7-järjestelmäksi mahdollisimman nopeasti. RIC-in korvaaminen lisää käyttövarmuutta kuivaajien toimintaan huomattavasti. Siemensin järjestelmä on nykyaikainen ja siihen on olemassa tuotetuki. Lisäksi Siemens järjestelmään voidaan integroida uusia toimilaitteita ohjelmoimalla, jos halutaan tehdä tehokkuutta parantavia investointeja.

6.4 TPM:n mukainen työskentely prosessissa

Tuottavan kunnossapidon malli työskennellä kuivaajalla tehostaisi huoltopäiviä sekä huoltopäivien välillä sattuvia laiterikkoja. Tuottavan kunnossapidon mallissa tuotannon ja kunnossapidon yhteistyö on saumatonta ja työtaakka jakautuisi optimaalisesti siten, että voidaan hyödyntää ammattihenkilöstön ammattitaitoa tehokkaammin esim. siirtämällä yksinkertaisia huoltotehtäviä kunnossapitäjiltä koneen käyttäjille eli operaattoreille. Kartoitus sisällytettäisiin ECM- analyysin, missä tehdään arvio työtaakan jakamisesta työntekijöiden kesken. Operaattoreille lisääntyvistä huoltotehtävistä järjestettäisiin asianmukainen kunnossapitokoulutus, missä kerrottaisiin uudet työtehtävät sekä opastettaisiin niiden suorittamiseen tarvittavien työkalujen ja tarvikkeiden käyttöä.

Tämänhetkinen tilanne Esim. kuivaajan huoltopäivässä on se, että kuivaajilla työskentelevät henkilöt suorittavat siivouksen ja kuivaajien ”vanhin” on kunnossapitäjien apuvoimana. Tilanne ei sinänsä ole katastrofaalinen ja muihin tuotantolaitoksiin verraten se on jopa hyvä, mutta käytäntöä voitaisiin tehostaa kehittämällä yhteistyötoimintaa tuotannon ja kunnossapidon välillä TPM:än mukaiseksi.

Toimivan TPM mallin mukainen toiminta edellyttäisi japanilaisen 5S organisointityökalun käyttöä tuotannon ja kunnossapidon työskentelyn standardoimiseksi. 5s on raskas projekti toteuttaa kokonaisuudessaan, mutta pienimuotoisena kuivaajan ope-

raattoreille se olisi hyödyllinen ja toteutettavissa oleva muutos. Tällä hetkellä kuivausprosessin lajittelulinjan työpisteellä on paljon prosessiin kuulumattomia työkaluja ja tavaroita, joiden poistamisella selkeytettäisiin työpistettä. Lisäksi kuivaajien kopeissa olevat sähkökuvat laitteiden sähkökuvat lojuvat likaisina ja rähjäisinä missä sattuu. Dokumentit pitäisi laittaa sähköisesti SAP toiminnanohjausjärjestelmään ja ottaa uudet paperiset kopiot ja säilyttää siistissä merkityssä ja puhtaassa paikassa. Työpisteelle pitäisi suorittaa 5S, 5-portainen toimivaihe, jossa saavutettaisiin puhtaus ja selkeys. Jos tarvittavat työkalut ovat 60 sekunnin päässä, siitä kun niitä tarvitaan, voidaan huoltoa tai tuotantoa optimoidessa säästää huomattavasti aikaa.

Kyseisten projektien, kuten 5S suorittamisen helpottamiseksi, olisi hyvä paneutua ja tutkia tapaa jolla muutos tehdään. Chudovon vaneritehtaalla muutosvastarinnan taso on yhtiön Suomen tehtaisiin verrattuna korkea. Muutosvastarinnan tasoa korottaa se, että osa johtajistosta sekä työnjohtajista on haluttomia näkemään uudistusten tai teknologian hyviä puolia. Johto sekä työnjohtajat pitäisi saada muutoksen, eikä vastarinnan puolelle niin työntekijätkin omaksuisivat avarakatseisuuden uusia ajatusmalleja kohtaan.

7 Pohdinta

Chudovon vaneritehtaan kuivausprosessin kokonaistehokkuuden parantaminen nopeuden ja käytettävyyden kannalta osoittautui haasteelliseksi operaatioksi. Prosessia tutkittaessa nopeutta alentavia tekijöitä tuli todella paljon. Luetettavuus siitä, että työssä on tutkittu oikeita tekijöitä, jotka aiheuttavat kuivauksessa eniten häiriöitä on osittain kyseenalaista. Vaikka työssä on yritetty etsiä vikadatan sekä haastatteluiden perusteella suurimpia ongelmakohtia, ei voida sanoa varmaksi oikeiden ongelmien löytymistä mutta, varmaksi voi sanoa että, jos opinnäytetyössä käsitellyt ongelmia lähdetään ratkaisemaan työssä ehdotetuilla ratkaisuilla, niin prosessi tulee tehostumaan tämänhetkisestä tilanteesta.

Työtä tehdessä yllätyksenä tuli vastaan laitedokumentaatioiden puutteellinen arkistointi. Yhtiöllä on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä SAP, jonka hyödyntäminen kunnossapidon toiminnassa oli osittain olematonta. Koneista ja laitteista ei löytynyt minkäänlaista laitedokumentaatiota ainoastaan laitehierarkia ja muutamia sähkömoottorien kokoja. Kyseiset puutteet aiheuttivat ongelmia käytettävyyden tutkimisessa. Käytettävyyden tutkiminen tapahtui hyvin kokemusperäisesti hajanaisia paperidokumentteja tutkien ja kunnossapitohenkilöstöä haastatellen. Haastattelu tilanteet olivat välillä nuivia ja tietoa kunnossapitäjiltä tuli aluksi heikosti. Suhtautuminen tutkimuksen tekemiseen oli hyvin skeptinen. Pienen tutustumisen ja sattumien kautta tulleiden yhteistyötilanteiden jälkeen suhtautuminen lopputyötutkimukseen muuttui ja tiedon saaminen haastattelemalla helpottui. Työssä löydettiin prosessissa olevia vaikeuksia ja ongelmia sekä jopa ratkaisuja niihin. Työssä otettiin huomioon tärkeimmäksi havaitut ja tutkitut asiat sekä keskityttiin niihin ja niiden ratkaisemiseen.

7.1 Prosessin jatkokehitysehdotukset

Kuivausprosessia kehitys olisi hyvä aloittaa lopputyössä esiin tulleiden ongelmien ratkaisemisella tai poistamisella. Ensimmäiseksi kuivaajien automaatiojärjestelmä tulisi päivittää nykyaikaiseksi koska tämän hetkiselä RIC- ohjauksella ei ole tuotetukea. Automaatiojärjestelmän päivittäminen nykyaikaiseksi mahdollistaisi myös tulevat mahdolliset investoinnit joilla on tarkoitus tehostaa kuivaajan käyntiä.

Automaatiojärjestelmän päivittämisen jälkeen tulisi ECM-analyysin suorittaminen kuivaajille. ECM-analyysin tarkoituksena olisi kartoittaa kuivaajien toimilaitteiden nykytila ja kunnossapidon tila. ECM-analyysillä voitaisiin parantaa kunnossapito-ohjelmien mahdollisia puutteita ja selvittää RCM-analyysin tarpeellisuus.

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi TPM:än mukainen tapa osaksi työskentely kulttuuria, missä lähennettäisiin tuotannon ja kunnossapidon työntekijöiden yhteistyötä. TPM toisi mukanaan siisteyden ja puhtauden 5S sekä piirteitä Lean ajattelusta missä poistetaan turhat toiminnot ja keskitytään tuloksen tekemiseen.

Konkreettisena tekijänä nopeuslukeman nostamiseen katkoaikaa vähentämällä olisi ruuhkavahti. Ruuhkavahdilla olisi mahdollista lyhentää ruuhkautumisesta aiheutuvia

pitkiä seisona aikoja. Ruuhkavahdin tehtävänä on paljastaa operaattorille kuivaajan sisällä alkava ruuhkautuminen ja näin operaattorin olisi mahdollista purkaa alkava ruuhka. Alkavan ruuhkan purkaminen vie murto-osan tehollista käyntiaikaa siitä että, päästäisi ruuhkan paisumaan.

Lähteet

Bamber, C. Sharp & J. Hides, M. 1999. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: A UK manufacturing case study perspective. MCB UP Ltd. Viitattu 30.05.2017.
<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/13552519910282601?mobileUi=0>

Barkley, B.T. Saylor, J.H & Hill, M.G. 1994. Customer-Driven Project Management. Boston Massachusetts. McGraw-Hill, Inc.

Laine, H. 2005. Tehokas kunnossapito - tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media OY.

Mikkonen, H. Miettinen, J. Leinonen, P. Jantunen, E. Kokko, V. & Riutta, E. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Promaint. Kerava: Kunnossapito Ry

Moubray, J. 1997. RCM II. Reliability Centered Maintenance. New York: Industrial Press Inc.

Niininen, K. 2015. Vikojen seurauksien arviointi (Moubray), Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu. Optima-verkkomateriaali. Viitattu 06.04.2017

Ojasalo, K. Moilanen, T.& Ritalahti, J. 2009. Kehittämistyön menetelmät. Helsinki: WSOYpro OY.

Seppänen-Järvelä,R.& Vataja,K. (toim.) 2009. Työyhteisö uusille urille – Kehittäminen osaksi arjen työtä. Jyväskylä PS-kustannus.

Smith, A. & Hinchcliffe, G. 2004. RCM Gateway to world class maintenance. Amsterdam: Butterworth-Heinemann.

Tietoa vanerista. N.d. Puuinfo. Viitattu 12.4.2017.
<http://www.puuinfo.fi/puutieto/levytuotteet/vaneri>

A brief History of lean. 2017 Lean Enterprise Institute Viitattu 19.04.2017.
<https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>.

The Machine That Changed the world.1990.James P. Womack, Daniel Roos, and Daniel T. Jones. Viitattu 19.04.2017

Viilun valmistus prosessi. 2017. E-KnowPly. Viitattu 26.04.2017
<http://l00lnx1052.group.upm-kymmene.com/fi/tuotanto/viilun-valmistus/telakuivaamo>. UPM-Kymmene lisenssillä.

Koivuvanerin valmistus prosessi 2017. E-KnowPly. <http://l00lnx1052.group.upm-kymmene.com/fi/tuotanto/koivuvanerin-valmistus>. UPM-Kymmene lisenssillä.

Life Cycle Cost Tutorial. 1996. H. Paul Barringer, P.E., Barringer & Associates. Viitattu 06.04.2017. <http://www.barringer1.com/pdf/lcctutorial.pdf>

PlyNet UPM-Plywood tiedonkeruu järjestelmä. Viitattu 20.06.2017

TPM Introduction. 2015. The Plant Maintenance Resource Center.
http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.pdf. Viitattu 20.05.2017

Lean manufacturing tools, Principles, Implementing. 2017. Lean ManufacturingTools.
<http://leanmanufacturingtools.org/>. Viitattu 20.05.2017

Lean 5s Seiri, Sort, Clearing, Classify. 2017. Lean Manufacturing Tools.
<http://leanmanufacturingtools.org/5s/>. Viitattu 20.05.2017

What is TPM. 2017. Lean Manufacturing Tools 2017.
<http://leanmanufacturingtools.org/430/what-is-tpm/>. Viitattu 25.05.2017

UPM Chudovon vaneritehdastehtas, N.d. Wisaplywood yritysesittely. Viitattu 20.08.2017

Teollisuuden käynnissäpidon prognostiikka. 2005. VTT Symposium 236. Viitattu 26.04.2017. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2005/S236.pdf>.

Borodkin, I. 2017. Foreman, veneer production, UPM Chudovo. Haastattelu

Hassinen, A. 2017. Kehitys-insinööri, UPM Jyväskylä. haastattelu 12.04.2017

Jaroslavlev, B. 2017. Manager, maintenance, UPM Chudovo. Haastattelu 18.05.2017

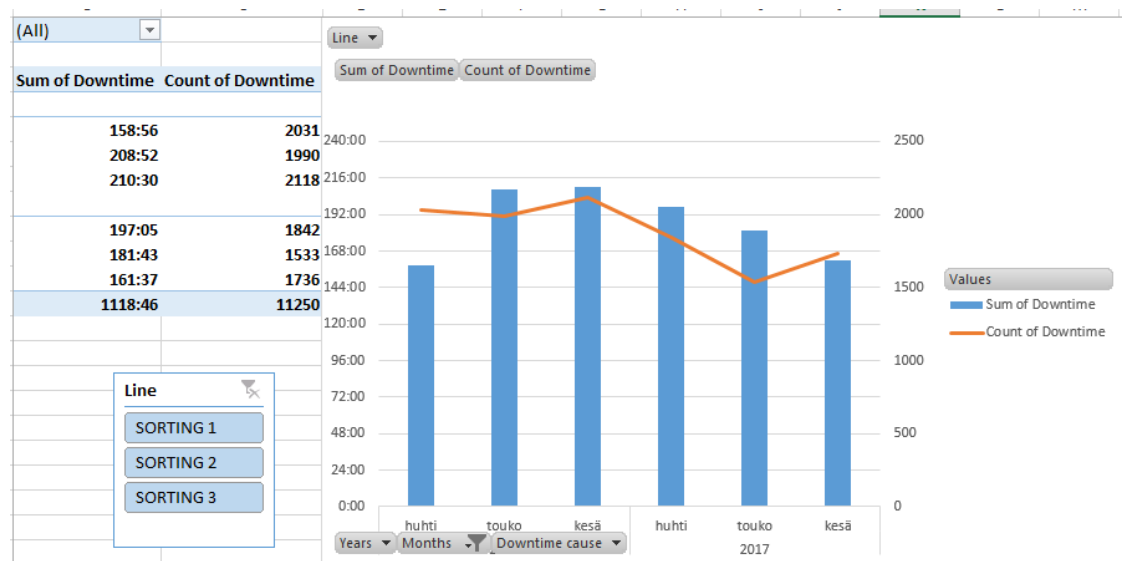
Liitteet

Liite 1. Esimerkki TPM:n soveltamisen vaikutuksista. (Laine, H. 2010, 47)

Tuottavuus	Konerikot vähenivät 90%
	APQ nousi 50% -> 85%
	MTBF 30min -> 8h
	Automatisointi +200%
Laatu	Materiaalihävikki -90%
	Laatutark. Kustannukset -60%
	Reklamaatiot -75%
Kustannukset	Valmistuskustannukset -30%
Toimitukset	Pääoman sitoutuminen välivarastoihin ja valmiiden tuotteiden varastoihin -5%
	Huoltopalvelujen toteutunut/toivottu toimitusaika ->90%
	Toimitusvarmuus 100%
Turvallisuus, viihtyvyys ja ympäristö	Henkilövahinkoihin johtaneiden tapaturmien määrä 0.
	Lisääntyneisiin ympäristöpäästöihin johtaneiden vahinkojen määrä 0.
Moraali	Parannus ehdotusten määrä kymmenkertaistui

Osaamisen kehittämiseen käytetty aika +100%

Liite 2. Ruuhkautumisen määrät ajallisesti.(PlyNet)



Liite 3. Plynet Downtime. (PlyNet)

worldId	Line	eventTime	eventId	machineNo	reasonNo	categoryNo	startTime	stopTime	Downtime	Downtime cause	
3389	0400231300	SORTING 2	08.05.2016 5:55	3980	214051	999	4	08.05.2016 5:54	08.05.2016 5:54	0:00	Иная производственная погрешка
3390	0400231300	SORTING 2	08.05.2016 6:08	3981	214051	999	4	08.05.2016 6:05	08.05.2016 6:06	0:01	Иная производственная погрешка
3391	0400131300	SORTING 1	08.05.2016 6:10	2268	999999999	999999999	4	08.05.2016 5:57	08.05.2016 6:00	0:02	Причину не давали
3392	0400131300	SORTING 1	08.05.2016 6:11	2269	2140511	650	4	08.05.2016 6:08	08.05.2016 6:10	0:02	Залом/затор
3393	0400331300	SORTING 3	08.05.2016 6:35	2139	2140511	690	4	08.05.2016 6:31	08.05.2016 6:34	0:02	Замена поддона
3394	0400231300	SORTING 2	08.05.2016 6:44	3982	214051	999	4	08.05.2016 6:43	08.05.2016 6:43	0:00	Иная производственная погрешка
3395	0400131300	SORTING 1	08.05.2016 6:47	2270	2140511	200	2	08.05.2016 6:43	08.05.2016 6:46	0:02	Иная причина по механике
3396	0400231300	SORTING 2	08.05.2016 7:24	3983	214051	999	4	08.05.2016 7:23	08.05.2016 7:23	0:00	Иная производственная погрешка
3397	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 8:17	3984	2140512	200	2	08.05.2016 7:39	08.05.2016 19:38	11:58	Иная причина по механике
3398	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 11:46	2271	214051	999	4	08.05.2016 7:30	08.05.2016 23:21	15:50	Иная производственная погрешка
3399	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 11:52	2272	999999999	999999999	4	10.05.2016 11:45	10.05.2016 11:50	0:04	Причину не давали
3400	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 12:13	2140	214051	10	1	08.05.2016 7:31	08.05.2016 23:47	16:15	Плановый сервис
3401	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 12:33	2273	214051	10	1	10.05.2016 11:50	10.05.2016 12:33	0:43	Плановый сервис
3402	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 13:15	2274	2140511	690	4	10.05.2016 13:09	10.05.2016 13:12	0:02	Замена поддона
3403	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 13:59	2275	2140511	690	4	10.05.2016 13:53	10.05.2016 13:58	0:05	Замена поддона
3404	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 14:00	2141	214051	999	4	10.05.2016 13:57	10.05.2016 13:59	0:02	Иная производственная погрешка
3405	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 14:40	2276	2140511	690	4	10.05.2016 14:28	10.05.2016 14:30	0:02	Замена поддона
3406	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 15:33	2142	2140511	690	4	10.05.2016 15:30	10.05.2016 15:32	0:02	Замена поддона
3407	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 15:34	3985	2140512	650	4	10.05.2016 15:25	10.05.2016 15:33	0:07	Залом/затор
3408	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 15:43	3986	999999999	999999999	4	10.05.2016 15:41	10.05.2016 15:41	0:00	Причину не давали
3409	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 15:47	3987	2140512	650	4	10.05.2016 15:43	10.05.2016 15:43	0:00	Залом/затор
3410	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 16:27	2143	214051	999	4	10.05.2016 16:17	10.05.2016 16:27	0:09	Иная производственная погрешка
3411	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 16:45	2144	214051	999	4	10.05.2016 16:42	10.05.2016 16:45	0:02	Иная производственная погрешка
3412	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 16:59	2277	214051	570	4	10.05.2016 14:47	10.05.2016 16:59	2:11	Нехватка сырья
3413	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 17:15	2278	214051	999	4	10.05.2016 17:12	10.05.2016 17:14	0:02	Иная производственная погрешка
3414	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 17:26	3988	2140511	650	4	10.05.2016 17:25	10.05.2016 17:26	0:00	Залом/затор
3415	0400131300	SORTING 1	10.05.2016 17:27	2279	214051	999	4	10.05.2016 17:22	10.05.2016 17:24	0:02	Иная производственная погрешка
3416	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 17:35	3989	2140512	650	4	10.05.2016 17:30	10.05.2016 17:34	0:04	Залом/затор
3417	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 17:39	2145	214051	999	4	10.05.2016 17:31	10.05.2016 17:38	0:06	Иная производственная погрешка
3418	0400231300	SORTING 2	10.05.2016 17:49	3990	2140512	650	4	10.05.2016 17:46	10.05.2016 17:47	0:01	Залом/затор
3419	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 17:59	2146	2140511	200	2	10.05.2016 17:41	10.05.2016 17:58	0:17	Иная причина по механике
3420	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 18:32	2147	2140511	690	4	10.05.2016 18:26	10.05.2016 18:31	0:05	Замена поддона
3421	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 18:54	2148	2140511	200	2	10.05.2016 18:39	10.05.2016 18:54	0:14	Иная причина по механике
3422	0400331300	SORTING 3	10.05.2016 19:06	2149	2140511	650	4	10.05.2016 19:04	10.05.2016 19:06	0:02	Залом/затор

Liite 4. Huoltopäivän muistio

Huoltopäivän Muistio

1 (2)

Joonas Oksanen
Haastattelu muistio

10.05.2017

Jakelu
Juha Antman**Telakuivaaja 3**
Huollon seuranta

Seuranta: Tiistai 06.06.2017 Kuivaaja 3 huoltopäivä.

Huoltotoimenpiteet aloitettiin klo.8.00 kuivaajan siivouksella (operaattorit), samanaikaisesti 2-huoltomiestä aloittivat huoltotoimenpiteillä kohteisiin joiden luokse päästävyys ei vaatinut siivousta.

Klo 8.20 operaattorit avaavat hoitapuolen käyttörattaiden suojat ja aloittavat kuivaajan pohja osan siivoamisen.

Klo 8.30 Telakuivaajien purkupään telojen laakeroinnin, ketjujen sekä rattaiden tarkistus/vaihto

Klo 9.05 Huoltotoimenpiteiden/vaihtotoimenpiteiden tekeminen kuivaajan kennojen sisällä oleviin laakereihin rattaisiin sekä ketjuihin. Purkupuolelta edettiin kohti syöttöpuolta kenno kerrallaan ja suoritettiin koneenosien huollot/vaihdot.

Klo 11.50 oltiin käyty läpi 21-oven verran 28:sta ovesta.

Huolto päättyy. Kuivaaja käynnistyy ja ensimmäinen viilu on pinkkarilla klo 12.25

Huomioita!

Toiminta oli nopeaa ja määrätietoista siitä huolimatta vaikka kuivaajista vastuussa oleva mekaanikko oli sairaana.

Työkalut sekä varaosat olivat valmiina ja hyvin käytettävissä huollon yhteydessä eikä niiden etsimiseen käytetty "turhaa" aikaa.

Operaattoreiden siivoustoiminta oli nopeaa ja ahkeran oloista, lisäksi operaattorit auttoivat kunnossapitäjiä mahdollisuuksien mukaan pienissä huoltotoimissa esim. "operaattorit avaavat hoitapuolen käyttörattaiden suojat".

Liite 5. Ruuhkautumisesta aiheutuvat seisonta ajat (PlyNet)

Labels	Sum of Downtime								
SOORTING 1	71:18								
Zalomsator	15:03								
Zamena poddona	8:29								
Inaja prilina po mehanike	1:25								
Inaja prilina po elektrike	2:28								
Inaja proizvodstvennaja pomexa	7:30								
Nexatna svrya	12:41								
Planovij servis	6:09								
Pomexa fotoelementa	0:28								
Prilinu ne davali	15:00								
Razogrez/Balusk	1:32								
Oboj v komp'yutere	0:00								
Oboj na predydušem etape	0:10								
Oboj na sledydušem etape	0:13								
Sletel remen' transport'ra	0:04								
SOORTING 2	49:33								
Zalomsator	6:47								
Zamena poddona	7:48								
Inaja prilina po mehanike	0:17								
Inaja prilina po elektrike	0:20								
Inaja proizvodstvennaja pomexa	14:53								
Planovij servis	3:55								
Pomexa fotoelementa	1:24								
Prilinu ne davali	13:43								
Razogrez/Balusk	0:01								
Sletel remen' transport'ra	0:20								
SOORTING 3	76:12								
Zalomsator	15:33								
Zamena poddona	12:02								
Inaja prilina po mehanike	3:48								
Inaja prilina po elektrike	3:07								
Inaja proizvodstvennaja pomexa	17:47								
Nexatna svrya	8:01								
Planovij servis	11:59								
Pomexa fotoelementa	1:14								
Prilinu ne davali	1:41								
Razogrez/Balusk	0:11								
Oboj na predydušem etape	0:02								
Sletel remen' transport'ra	0:42								

eventTime	2017	HEIHI	TOUKO	KESÄ	HEINÄ	ELO	SYYS	LOKA
Ruuhkat	Huhtiku	36,83	0,1869					
Ruuhkat	Toukok	27,88	0,1537					
Ruuhkat	Kesäku	28,09	0,1548					
Käytettävä	Huhtiku	31,68	0,1608					
Käytettävä	Toukok	24,21	0,1334					
Käytettävä	Kesäku	39,87	0,2471					

Liite 6. Käytettävyyden ajat huhti-kesäkuu (PlyNet)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
HUHTIKUU				TOUKOKUU				KESÄKUU			
Row Labels				Row Labels				Row Labels			
Sum of Downtime				Sum of Downtime				Sum of Downtime			
© SORTING 1				© SORTING 1				© SORTING 1			
71:18				73:31				77:05			
Залом/затор			15:03	Залом/затор			10:28	Залом/затор			13:02
Замена поддона			8:29	Замена поддона			8:21	Замена поддона			7:49
Иная причина по механике			1:25	Иная причина по механике			0:29	Иная причина по механике			1:17
Иная причина по электрике			2:28	Иная причина по электрике			0:37	Иная причина по электрике			1:15
Иная производственная помеха			7:30	Иная производственная помеха			8:38	Иная производственная помеха			7:13
Нехватка сырья			12:41	Нехватка сырья			1:57	Нехватка сырья			2:22
Плановый сервис			6:09	Плановый сервис			6:31	Плановый сервис			12:49
Помеха фотоэлемента			0:28	Помеха фотоэлемента			0:52	Помеха фотоэлемента			0:31
Причину не дали			15:00	Причину не дали			30:08	Причину не дали			29:07
Разогрев/Запуск			1:32	Разогрев/Запуск			5:07	Разогрев/Запуск			1:30
Сбой в компьютере			0:00	Слетел ремень транспортёра			0:16	Слетел ремень транспортёра			0:05
Сбой на предыдущем этапе			0:10								
Сбой на следующем этапе			0:13								
Слетел ремень транспортёра			0:04								
© SORTING 2				© SORTING 2				© SORTING 2			
49:33				65:02				39:17			
Залом/затор			8:47	Залом/затор			6:38	Залом/затор			9:02
Замена поддона			7:48	Замена поддона			1:06	Замена поддона			0:23
Иная причина по механике			0:17	Иная причина по механике			3:18	Иная причина по механике			0:01
Иная причина по электрике			0:20	Иная причина по электрике			0:09	Иная причина по электрике			0:45
Иная производственная помеха			14:53	Иная производственная помеха			10:52	Иная производственная помеха			3:57
Плановый сервис			3:55	Плановый сервис			8:01	Плановый сервис			14:13
Помеха фотоэлемента			1:24	Помеха фотоэлемента			1:36	Помеха фотоэлемента			1:08
Причину не дали			13:43	Причину не дали			15:07	Причину не дали			5:45
Разогрев/Запуск			0:01	Разогрев/Запуск			17:52	Разогрев/Запуск			3:54
Слетел ремень транспортёра			0:20	Сбой в газовом оборудовании			0:00	Слетел ремень транспортёра			0:05
				Сбой в компьютере			0:01				
				Слетел ремень транспортёра			0:17				
© SORTING 3				© SORTING 3				© SORTING 3			
76:12				43:09				45:13			
Залом/затор			15:33	Залом/затор			11:22	Залом/затор			6:05
Замена поддона			12:02	Замена поддона			8:59	Замена поддона			13:00
Иная причина по механике			3:48	Иная причина по электрике			1:50	Иная причина по механике			0:20
Иная причина по электрике			3:07	Иная производственная помеха			12:52	Иная причина по электрике			0:20
Иная производственная помеха			17:47	Иная производственная помеха			0:10	Иная производственная помеха			11:17
Нехватка сырья			8:01	Нехватка сырья			4:46	Нехватка сырья			0:02
Плановый сервис			11:59	Плановый сервис			0:52	Плановый сервис			10:07
Помеха фотоэлемента			1:14	Помеха фотоэлемента			2:07	Помеха фотоэлемента			0:52
				Причину не дали			0:06	Причину не дали			2:47
				Слетел ремень транспортёра				Разогрев/Запуск			0:05
								Сбой на следующем этапе			0:03
Причину не дали			1:41								
Разогрев/Запуск			0:11								
Сбой на предыдущем этапе			0:02								
Слетел ремень транспортёра			0:42								
Grand Total				Grand Total				Grand Total			
197:05				181:43				161:37			