



Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto ja vaikutukset pakkauslinjalla

Ida Karlsson

Opinnäytetyö
Helmikuu 2021

Biotuote- ja prosessitekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikan tutkinto-ohjelma
Prosessitekniikka

KARLSSON, IDA:

Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto ja vaikutukset pakkauslinjalla

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 23 sivua
Helmikuu 2021

Arlalla on viime vuosina seurattu tarkemmin pakkauslinjojen tehokkuutta, ja kävi ilmi, että pakkauslinja 113 pysähtyy usein. Pysähdyksiä tarkasteltaessa ilmeni, että pysähdykset ovat useimmiten ennalta ehkäistävissä esim. huoltojen tai puhdistustoimien avulla. Operator Asset Care -projektin tarkoituksena on parantaa pakkauskoneiden kokonaistehokkuutta käyttäjäkunnossapidon avulla. Turhat pysähdykset alkoivat näkyä pakkauslinjan 113 tehokkuudessa, joten se valittiin Operator Asset Care -projektin pilottilinjaksi. Projekti toteutettiin operaattoreiden, linjavalvojen ja kunnossapidon yhteistyönä. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan projektin vaikutusta pakkauslinjaan 113. Lisäksi tutustutaan itse pakkauskoneeseen, käydään läpi OEE-luvun merkitys pakkauskoneen tehokkuuden parantamisessa ja tutustutaan kunnossapitoon prosessina.

Pakkauslinjan käyttövarmuuden parantamisen ensimmäinen askel oli ongelmakohtien paikantaminen. Ongelmakohtien kartoituksessa apuna käytettiin sekä Wondewaresta saatuja tietoja että operaattoreiden ja linjavalvojen kokemuksia. Seuraava askel oli ongelmien juurisyiden selvittäminen ja korjaavien toimenpiteiden ehdottaminen. Viimeinen askel oli kunnossapitosuunnitelman laatiminen ja sen toteuttaminen.

Koneen toimivuus parani huomattavasti ensimmäisen kymmenen viikon aikana, ja osa ongelmista oli saatu poistettua lähes kokonaan. Pilottiprojektin onnistumisen ansiosta Operator Asset Care -projektia on määrä jatkaa muilla LCO 3 -tiimin pakkauslinjoilla. Projektia jatkettiin syksyllä 2020 pakkauslinjalla 114, ja vuoden 2021 keväällä projektia on määrä jatkaa pakkauslinjoilla 117 ja 118.

Osana projektia päivitetään myös pakkauslinjojen ohjeita. Tarkoituksena on tehdä pakkauslinjojen ohjeista selkeät, helposti luettavat ja yhteneväiset. Mallina käytetään pakkauslinjan 113 ohjetta, joka päivitettiin pilottiprojektin yhteydessä. Tavoitteena oli tehdä ohjeet, joita seuraamalla kokemattomampikin operaattori pystyy itsenäisesti työskentelemään pakkauslinjalla. Pilottilinjauudet ohjeet löytyvät liitteistä. Liitteenä on myös vikakoodit, joita on käytetty mm. kunnossapitosuunnitelman pohjana. Liitteet sisältävät luottamuksellista tietoa, joten ne on poistettu julkisesta versiosta.

Asiasanat: käyttäjäkunnossapito, OEE, pakkauskone, tehokkuus, tuotanto

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process Engineering
Process Engineering

KARLSSON, IDA:
User Maintenance and Its Effects

Bachelor's Thesis 46 pages, appendices 23 pages
February 2021

Arla has in recent years paid more attention to production efficiency and product quality. It turns out packaging line 113 had quite a few struggles. Due to its many problems during production, packaging line 113 was used as the pilot line for a project called Operator Asset Care. The project introduces user maintenance as a way to reduce stops caused by preventable problems, such as water on the reflection mirrors, which caused a lot of problems with the packer. The main goal of this project is to decrease the unplanned downtime of packaging line 113. Basic preventive maintenance also helps increase the lifespan of any machinery.

To understand how user maintenance actually makes the difference, it is important to understand what affects the overall equipment effectiveness, or OEE for short. Also, it is useful to understand a little bit about the packaging machine itself, the Grunwald Foodliner 20 000.

User maintenance shifts more of the responsibility for the packaging line from line supervisors to the operators. After first ten weeks, the packaging line 113 had shown some considerable improvement, which in turn lead to continuation of the project on rest of the packaging lines of Core Team 3.

After a successfull launch on packaging line 113, the second packaging line to have user maintenance introduced was packaging line 114, which is an old Gast packaging machine. By fall 2021, user maintenance should also be introduced to the lasting two packaging lines of Core Team 3, packaging lines 117 and 118.

Key words: maintenance, OEE, packaging machine, efficiency, production

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 OPERATOR ASSET CARE -PROJEKTIN TARKOITUS.....	3
3 LÄHTÖKOHDAT.....	6
3.1 Pakkauslinja 113, Grunwald Foodliner 20000/8.....	6
3.2 OEE-luku ja pakkauskoneen kokonaistehokkuus.....	9
3.3 Kunnossapito.....	11
4 TOTEUTUS.....	13
4.1 Työohjeen päivittäminen.....	13
4.2 Käyttäjäkunnossapito ja huolto.....	14
4.3 Seuranta.....	15
5 PILOTTIPROJEKTIN TULOKSET.....	17
6 POHDINTA.....	19
LÄHTEET.....	23
LIITTEET.....	24
Liite 1. PL113 työohjeet	24
Liite 2. Unplanned downtime.....	43

1 JOHDANTO

Pakkauslinja 113 (lyh. PL113) on Grunwaldin valmistama Foodliner 20000 -pakkauskone. Alun perin Foodlinerin oli määrä tulla vanhemman Gastin (PL114) tilalle viilinpakkauskoneeksi, mutta 2010-luvun alun proteiiniarahka buumin seurauksena rahkan kysyntä nousi, eikä pakkauslinjan 113 kapasiteetti riittänyt sekä viilin että rahkan pakkaukseen. Pakkauslinja 113 toimii kuitenkin viilituotteiden ”varalinjana”.

Pakkauskoneen vanhetessa vastaan on tullut paljon erilaisia ongelmia, jotka haittaavat tuotannon tehokkuutta. Operator Asset Care (lyh. OAC) -projektin tavoitteena on parantaa koneen tehokkuutta eliminoimalla turhat pysähdykset. Turhat pysähdykset ja niiden juurisyys kartoitettiin, ja näiden tietojen pohjalta laadittiin kunnossapitosuunnitelma, jonka toteuttaminen on pääsääntöisesti koneen operaattoreiden vastuulla.

Tämä opinnäytetyö on Arla Oy:n antama projekti. Raportin tarkoituksena on pääasiallisesti kertoa Operator Asset Care -projektin taustasta ja käyttöönotosta, sekä kertoa pakkauslinjan operaattorin näkökulmasta, miten projekti on vaikuttanut koneen toimintaan. Lisäksi vertaillaan Wonderwaresta saamien tietojen avulla koneen pysähdysten määrää ennen ja jälkeen, sekä kerrotaan mitä on käytännössä tehty pakkauslinjan tuotannontehokkuuden parantamiseksi. Wonderware on Arla Foodsin käyttämä AVEVAn ohjelmisto, jota käytetään mm. tuotannon seurantaan.

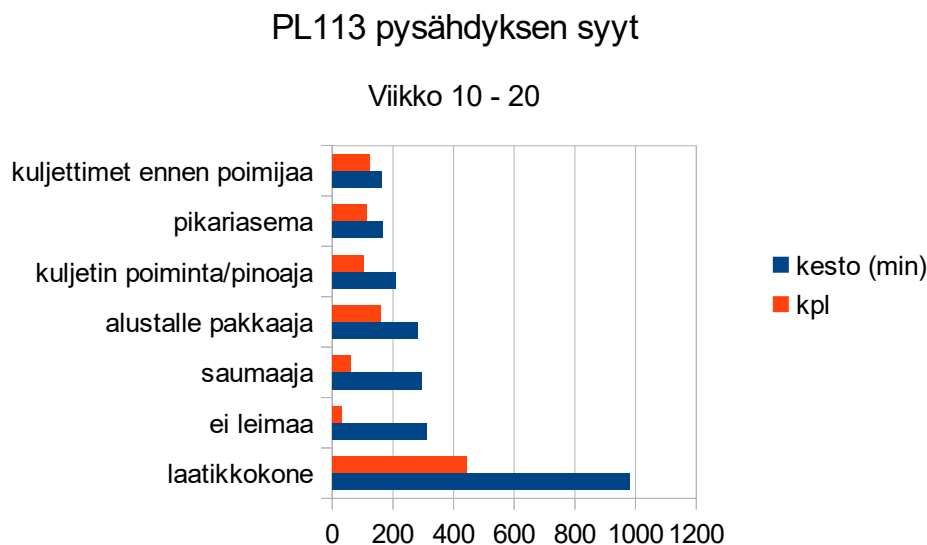
Arla Oy on osa kansainvälistä Arla Foods konsernia, joka sai alkunsa vuonna 2000, kun ruotsalainen Arla ekonomisk Förening ja tanskalainen MD Foods yhdistyivät. (Arla Oy.) Arla Oy:n pääkonttori sijaitsee Söderkullan Massbyssä, meijerin yhteydessä. Meijeri oli alkujaan Ingman Foods Oy Ab:n meijeri.

Ingman Foods Oy Ab sai alkunsa jo vuonna 1926 kun Hjalmar Ingman aloitti kotitekoisen saaristolaisviilin myymisen Helsingin Kauppatorilla. Alkuvuosina viiliä valmistettiin perheen kotitilan saunassa. Tuotevalikoima laajeni 50 -luvun alussa, ja kysynnän kasvaessa syntyi tarve rakennuttaa oikea meijeri. Ingmanin

ensimmäinen meijeri valmistui vuonna 1961, Solbackan mäelle Söderkullaan. (Arla Oy & Ingman Group.) Arlan nykyinen meijeri valmistui vuonna 1991 Söderkullan Massbyhyn, lähelle vanhaa meijeriä. Uusi meijeri vihittiin käyttöön 27. huhtikuuta 1992. Ingman Foods ja Arla Oy yhdistyivät vuonna 2008, kun Arla osti loputkin Ingmanin osakkeista. (Arla Oy.)

2 OPERATOR ASSET CARE -PROJEKTIN TARKOITUS

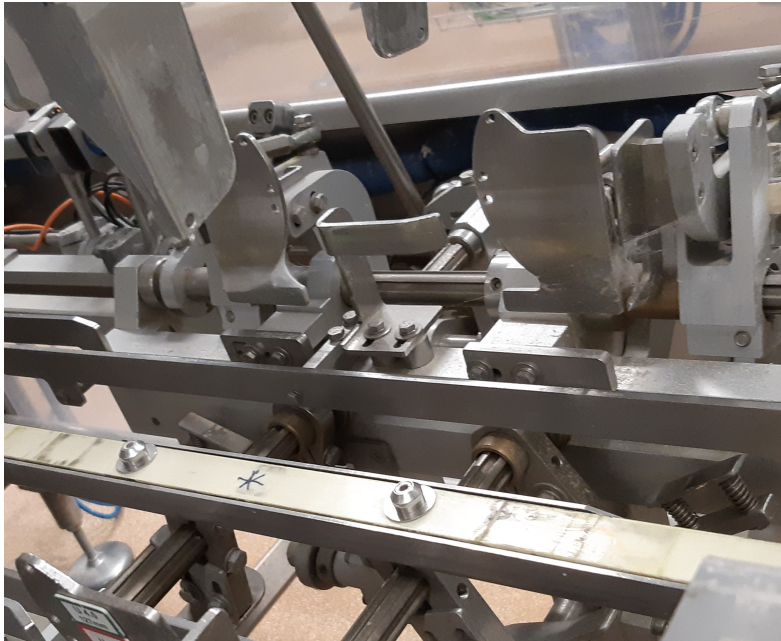
Operator Asset Care -projektin tarkoituksena on parantaa pakkauskoneiden tuotantotehokkuutta minimoimalla turhia pysähdyksiä käyttäjäkunnossapidon avulla. Tässä työssä käsitellään vain pakkauslinjaa 113, koska kyseinen linja valittiin projektin pilottilinjaksi. Kaikki data mitä työssä esitellään, on pakkauslinjalta 113. Pysähdysten syyt voidaan jakaa suunniteltuihin ja suunnittelemattomiin pysähdyksiin. Suunniteltuihin pysähdyksiin kuuluvat tuotevaihdot ja pesut, ja niitä ei ole huomioitu tässä työssä. Suunnittelemattomat pysähdykset, joihin operaattori tai linjavalvojat pystyvät vaikuttamaan ovat esiteltynä kuvaajassa 1. Suunnittelemattomat pysähdykset joihin operaattori ei pysty vaikuttamaan, kuten lavaamon ongelmat ja prosessista johtuvat odotukset, on jätetty huomioimatta.



KUVIO 1. Pakkauslinjan 113 pysähdysten syyt 10 viikkoa ennen Operator asset care -projektin aloittamista. Lähde: Nickström, Core 3 tiimin mittari (Liite 2: 1-2, s. 42-43).

Määrällisesti suurimmat ongelmakohdat ovat laatikkokone ja alustalle pakkaaja, sekä näiden kuljettimet. Ajallisesti pakkauslinjan neljä suurinta pysähdyksen syytä olivat laatikkokone, viallinen leima, saumaaja sekä alustalle pakkaaja. Laatikkokoneen yleisimpiä ongelmia ovat avonaiset laatikot ja häiriöt aihion otossa. Avonaisiin laatikkoihin vaikuttaa, huonojen aihioden lisäksi, liimajäämät

ja muotoilija. Liimajäämät saattavat tukkia liimalaitteen liimapäät, tai kerääntyä kuljettimeen tai muotoilijaan. Muotoilijan pinnalle kerääntynyt liima (kuva 1) voi haitata laatikon oikein muodostumista. Aihion ottoon vaikuttaa mm. imukuppien kunto ja aihioista irtoavat roskat, jotka voivat kertyä aihionsyöttöön ja jopa estää aihoiden liikkumisen.

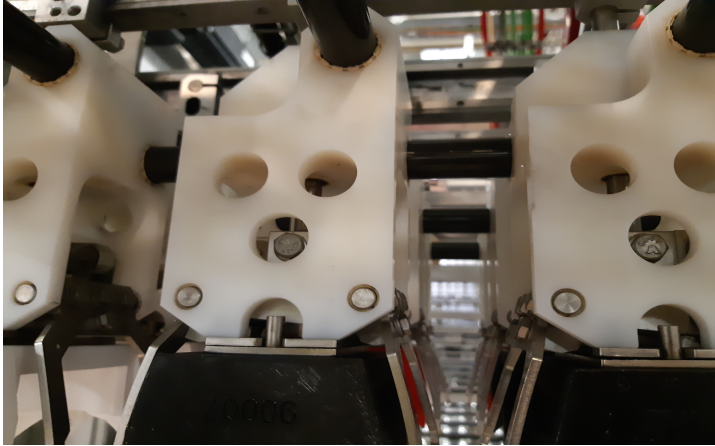


KUVA 1. Liimajäämä muotoilijassa.

Leimalaitteen suurimpia ongelmia ovat kirjoitinpäiden suojiin tukkeutuminen tai itse kirjoitinpäiden likaantuminen, mitkä vaikuttavat päivämääräleimaan. Pakkauslinjalla 113 käytössä olevan leimalaitteen kirjoitinpäät ja suojakuori vaativat säännöllistä puhdistusta, osittain johtuen kirjoitinpäiden kastumisesta vaahtopesun aikana. Kastumisen lisäksi ongelmia aiheuttaa eräs kirjoittimen ominaisuus, joka on mustepisaroiden jatkuva kierto. Mahdollinen häiriö kierrossa aiheuttaa sen, että muste ei osu paluuputkeen vaan jää kirjoitinpäiden suojuoreen, lopulta tukkien kuoren aukot.

Alustalle pakkaajan pysähdykset johtuvat osittain robottiakselin häiriöstä, osittain esim. avonaisista kansista tai rikkiäisistä pikareista. Myös väärät merkinnät ovat mahdollisia. Robottiakselin häiriöt johtuvat useimmiten liukujohteiden (kuva 2) kuivumisesta ja likaantumisesta, mikä haittaa tarttujen leviämisläikkettä. Servoakselin jumittumisen lisäksi alustalle pakkaajalla usein ilmenevä ongelma on purkkien tiputtelevuus. Purkkien putoaminen tai

kaatuminen johtuu useimmiten pakkausmateriaalista, mutta syy voi myös olla tarttujissa, esim. likaiset tai vääntyneet tarttujat.



KUVA 2. Alustalle pakkaajan liukujohteet (mustat varret).

Saumaajat (eng. sealing) ovat osa pakkauskonetta, ja niiden tehtävänä on kuumentaa foliokannen lakka tai liima, jotta kansi tarttuisi pikariin. Saumaajiin saattaa jäädä tuotetta tai muovia (esim. kannettomista pikareista), joka saumaajan kuumetessa palaa kiinni. Likainen saumaaja ei kuumenna kannen liimaa tarpeeksi, jolloin kansi jää auki.

Kaikki mainitut ongelmat ovat ennaltaehkäistävissä säännöllisten puhdistustoimien tai huollon avulla. OAC-projektin tavoitteina on ongelmakohtien paikantaminen, keksiä ongelmiin ratkaisut ja uudistaa operaattoreiden työtapoja. Työtapojen uudistaminen tulee olemaan projektin vaikein, mutta mahdollisesti tärkein osa-alue.

3 LÄHTÖKOHDAT

Operator Asset Care -projektin pilottilinjaksi valittiin PL113 (Grunwald Foodliner 20000/8 -kone), koska kyseisellä koneella tuli viikossa paljon pysähdyksiä, jotka puolestaan vaikuttivat linjan tehokkuuteen. Tehokkuus ja tuotantovarmuus mitataan OEE-luvulla (Overall Equipment Efficiency, suom. tuotantokoneiden kokonaistehokkuus) (Villanen).

Pelkästään OEE-lukujen seuranta ei kuitenkaan kerro koko totuutta tuotantolinjan toimivuudesta. Tärkeää on ensin ymmärtää, mikä on OEE-luku, mitkä osatekijät siihen vaikuttavat, ja miten niitä voi hallita ja parantaa.

3.1 Pakkauslinja 113

Sipoon meijerissä on kolme Grunwaldin pakkauskonetta; pikarikoneet Foodliner (PL113) ja Rotary (PL118), sekä ämpärikone Flexliner XL (PL117). Grunwald Foodliner -konetta on saatavilla neljää mallia, jotka pääasiassa eroavat koossa ja pakkaustehossa (Grunwald GMBH). PL113 on mallia Foodliner 20000/8. Pakkauskoneen monipuolisuuden ansiosta PL113:lla pystyy pakkaamaan erityyppisiä tuotteita; viiliä, jogurttia ja rahkaa. Lisäksi on mahdollista pakata kerrosjogurttia. Foodliner ja Rotary ovat hyvin samankaltaisia pakkauskoneita, mutta Rotary -koneessa on enemmän säätövaraa kuin Foodlinerissa, mikä tekee siitä todellisen monitoimikoneen. Pakkausteholtaan Foodliner on hieman Rotarya parempi, ja Rotarylla pakataankin pääsääntöisesti huomattavasti pienempiä määriä kuin Foodlinerilla.

Foodliner 20000 -mallin pakkausteho on keskimäärin 14 400 – 50 000 pikaria tunnissa, riippuen rivien määrästä (4 – 2 x 10 riviä) ja pakattavasta tuotteesta. Koneen annostelutilavuus on 20 – 1 700 g. (Grunwald GMBH.) Sipoon tehtaalla käytössä olevan kahdeksanrivisen Foodliner 20000/8 pakkausteho on keskimäärin 14 880 pikaria tunnissa, mutta sillä pystyy pakkaamaan 15 360 pikaria tunnissa. Iskujen määrää riippuu tuotteesta.

Foodliner -pakkaus kone voidaan jakaa kahdeksaan osaan; pikarinsyöttö, täyttö (annostelijat), kannenlaittaja, saumausasema, vuototestaus, leimakirjoitin, irtokansiasema ja alustalle pakkaaja, sekä laatikkokoneeseen (alustanmuodostaja) ja pinoajaan. Laatikkokone, pinoaja sekä alustalle pakkaaja ovat eri koneita, mutta koska alustalle pakkaaja on liitetty pakkaukoneen loppupäähän, se lasketaan osaksi pakkauskonetta.

Pikarinsyöttö sijaitsee koneen etuosassa, ja koostuu pikarivarastosta tai -akusta, pikarihissistä sekä pikarimakasiinista. Pikarien koon mukaan varastossa on tilaa n. 4 224 – 5 280 pikarille. Pikarihissi nostaa pikarit makasiiniin, josta pikarit syötetään radalle.

Saumausasema sijaitsee ennen vuototestausta, heti kannenlaittajan jälkeen. Kuten kappaleessa 2 (s. 5) mainittiin, saumaaja kuumentaa kannessa olevan lakan, samalla painaen kannen ja muovipikarin yhteen. Saumaajassa on kaksi osaa; saumauslevy ja eristelevy (kuva 3). Saumaajan uloin osa on saumauslevy (kuumenee) ja keskimmäinen osa on eristelevy (ei kuumene). Eristelevy suojaa kannen liimaa kuumuudelta.



KUVA 3. Lähikuva saumaajista.

Pikarien ja kansien sterilointi tapahtuu kahden UVC-lampun avulla. Ensimmäinen UVC-lamppu sijaitsee ennen esiannostelijaa, ja toinen on

kannenlaittajan luona, eli missä kansitelinekin sijaitsee. Ultravioletti (UV) valo on auringon tuottamaa säteilyä, jonka aallonpituus on välillä 100 – 400 nm. Ultravioletti säteily luokitellaan aallonpituuden mukaan UVA- (315 – 400 nm), UVB- (280 – 315 nm) tai UVC- (100 – 280 nm) säteilyksi. UVC-säteilyä käytetään desinfiointissa, koska se vahingoittaa bakteerien ja virusten DNA:ta, tehden niistä lisääntymiskyvyttömiä ja samalla jättäen ne passiivisiksi. Säteily ei kuitenkaan tuhoa bakteereja, tai edes vahingoita niiden rakennetta. (Caillier.)

Lisäominaisuuksina koneessa on vuototestaus ja hylkyrata. Vuototestaus tehdään kannen saumauksen jälkeen. Vuototestaus toimii siten, että kannentarkastaja painaa purkkien pohjaa ja kantta (matalissa 150 g purkeissa painetaan ainoastaan kantta), samalla mitaten miten paljon kansi painuu. Operaattori antaa maksimiarvon, mikä ei saa ylittyä. Jos vuototestausarvo menee yli asetetun maksimin, kone tulkitsee pikarin vuotavaksi ja hylkää sen. Jos maksimiarvo on asetettu liian korkealle, kone ei hylkää vuotavia pikareita. Liian matala arvo taas tarkoittaa, että kone hylkää myös ei-vuotavat pikarit.

Pakkauslinjalla 113 käytössä oleva laatikkokone, tai alustan muodostaja (eng. tray former), ja alustalle pakkaaja (eng. pick & place packer), sekä kuljettimet ja pinoaja (eng. stacker) ovat sama systemteknikin valmistamia. Alustalle pakkaaja on erillinen robotti, joka sijaitsee pakkauskoneen takaosassa. Alustalle pakkaajalta laatikot kulkeutuvat pinoajalle, joka nimensä mukaisesti pinoaa laatikot päällekkäin. Pinoajalta valmiit pinot kulkeutuvat lavaamoon, ja lopulta kylmävarastoon.

Pakkauslinjalla käytössä oleva leimalaite on Videojetin CIJ (Continuous InkJet) -kirjoitin. Continuous InkJet -kirjoittimissa muste kiertää jatkuvasti kirjoitinpäissä. Muste hajoaa kirjoitinpäissä pieniksi pisaroiksi, jotka sähkökentän ja nopeuden avulla ohjataan oikeille paikoilleen (Linx Printing Technologies).

Grunwaldin koneet toimivat servomootoreilla. Servomootori on pyörivä sähkömootori, jossa on takaisinkytkentä asema-anturiin. Takaisinkytkennän ansiosta moottorin asema on aina tiedossa, jolloin ohjaus ja ohjelmointi on tarkempaa kuin tavallisessa sähkömootorissa. (Kollmorgen.) Foodliner 20000 -mallissa on useampi servomootori, mm. alustalle pakkaaja (kuva 5),

pääannostelija (servodos), saumaaja, pikarinsyöttö ja kannenlaittajat (folikansi ja irtokansi) toimivat servoilla. Pääannostelijassa on pääservon lisäksi pieniä servomootoreita, jotka mahdollistavat sen, että jokaisen suuttimen täyttöaste voidaan vielä erikseen säätää. Pakkauskoneen servomootorit ovat Schneider Electricin ELAU-servomootoreita.



KUVA 4. Alustalle pakkaajan servomoottori (musta) ja vaihdelaatikko (sininen).

3.2 OEE-luku ja pakkauskoneen kokonaistehokkuus

OEE-, eli KNL-luku, on tapa mitata tuotantolinjan kokonaistehokkuus, ja siihen vaikuttavat osatekijät. Kokonaistehokkuuteen vaikuttavat käytettävyys (konerikot ja säädöt), tehokkuus (pysäytykset ja linjan nopeus) sekä laatu (tuotevirheet, tuotehävikki ja käyntiajan aikahäviöt). (Villanen.)

Munchirin ja Pintelon mukaan OEE-luku on työkalu, jonka avulla voidaan mitata tuotannon hävikkiä ja paikallistaa parannusta kaipaavia alueita. Vaikka OEE on lyhenne sanoista Overall Equipment Efficiency, sillä ei varsinaisesti mitata koneen tehokkuutta. OEE-luvun avulla voidaan pikemminkin arvioida

kokonaisuuden toimivuutta, ja päätellä mitä on tarpeen muuttaa, jotta tuotanto toimisi entistä tehokkaammin. (Munchirin.)

Kuten aiemmin mainittiin, OEE on lyhenne sanoista Overall Equipment Efficiency. Suomenkielinen lyhenne KNL taas on lyhennetty sanoista käytettävyys, nopeus (eli tehokkuus) ja laatu (Villanen.). Hannu Villasen verkkodokumentissa mainittiin että, yksi tapa laskea tuotantolinjan OEE-luku on yksinkertaisella kertolaskulla,

$$OEE = K \cdot N \cdot L$$

Koneen käytettävyyteen, nopeuteen ja tuotteen laatuun vaikuttavat osatekijät ovat helposti ymmärrettävissä, ja siten on helppo saada tietoa niiden vaikutuksista tuotantolinjan kokonaistehokkuuteen. Kun osatekijät on saatu nimettyä, pystytään näiden tietojen pohjalta laskemaan käytettävyys-, nopeus- ja laatekijät. Esimerkiksi käytettävyys voidaan Villasen mukaan laskea seuraavasti

$$K = (\text{kuormitusaika} - \text{seisokit}) / \text{kuormitusaika}$$

Kuormitusaika kuvaa aikaa, jolloin kone on käynnissä. Seisokeilla tarkoitetaan mm. konerikosta, tuotevaihtoista, säädöistä ja tauoista johtuvia pysähdyksiä. (Hannu Villanen.) Pakkaulinjan nopeus, eli tehokkuus, voidaan Villasen mukaan laskea kaavalla

$$N = (\text{ihanne kpl-aika} \cdot \text{määrä}) / \text{nimellistuotanto}$$

Ihanne kpl-aika tarkoittaa määrää, jonka kone teoriassa pystyy pakkaamaan tietyssä ajassa. Esimerkkinä ihanne kpl-ajasta PL113:lla; rahkaa pystytään pakkaamaan keskimäärin 31 iskua / min, ja pääannostelijassa on 8 suutinta, joten ihanne kpl-aika on

$$31 \text{ iskua / min} \cdot 8 \text{ kpl / isku} = 248 \text{ kpl / min}$$

,eli
$$248 \text{ kpl / min} \cdot 60 \text{ min / h} = 14\,880 \text{ kpl / h}$$

Nimellistuotanto tarkoittaa teoreettista ihanne tuotantomäärää, esim. yhden vuoron aikana. Tässä laskussa oletetaan, että tauottajia ei ole. Kuormitusaika on näin ollen 7 h yhden vuoron aikana. PL113:lla yhden vuoron nimellistuotanto rahkaa pakatessa on

$$7 \text{ h} \cdot 14\,880 \text{ kpl / h} = 104\,160 \text{ kpl}$$

Laatu tarkoittaa käytännössä huonojen tuotteiden määrää kokonaistuotannosta, ja Villasen verkkodokumentissa se lasketaan kaavalla

$$L = (\text{tuotantomäärä} - \text{hylky}) / \text{tuotantomäärä}$$

Vaikka OEE-luku on kätevä työkalu tuotannon toimivuuden mittaamisessa, on sillä myös omat ongelmansa. Tuotanto on prosessina monimutkainen, ja moni asia vaikuttaa koneen toimivuuteen, mitä OEE-luku ei huomioi. (Munchirin.) Kone "eristetään" muusta toiminnasta, mitä käytännössä ei ikinä tapahdu. Munchirin mukaan OEE-luvun käyttökelpoisuus riippuu täysin kerätyn tiedon laadusta ja määrästä. On myös tärkeää, että mahdollisimman vähän tietoa piilotetaan, jotta saadaan mahdollisimman tarkka kuva pakkauslinjan toimivuudesta.

3.3 Kunnossapito

Kirjassaan *Introduction to Maintenance Engineering: Modelling, Optimization and Management*, Mohamed Ben-Daya kuvailee kunnossapitoa prosessina, jossa yhdistyvät tekniset, hallinnolliset sekä johdolliset toimet koneen tai laitteen ylläpitämiseksi koko sen elinkaaren aikana. Kunnossapidon kaksi tavoitetta ovat estää laitteen rikkoutuminen sekä korjaavilla toimenpiteillä varmistaa laitteen toiminta (Ben-Daya).

Kunnossapito voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat korjaava kunnossapito ja ennaltaehkäisevä kunnossapito. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa vielä välittömään ja viivästettyyn kunnossapitoon. (Ben-Daya.)

Ennaltaehkäisevän kunnossapidon muotoja ovat aikataulutettu, opportunistinen ja kuntoon perustuva. Aikataulutettu kunnossapito voidaan jakaa määräaikaishuoltoon (clock-based tai time-based) sekä käyttöpohjaiseen (usage-based) huoltoon. Määräaikaishuollot tehdään tietyin, ennalta sovituin väliajoin. Käyttöpohjaisen huollon tarve taas riippuu laitteen käytöstä. Opportunistinen huolto tapahtuu yleensä, kun tilanne sallii, esimerkiksi yhden osan mennessä rikki, voidaan

myös toinen, pian huoltoa vaativa osa hoitaa samalla vaivalla. Vaihtoehtoisesti kone voidaan huoltaa esimerkiksi ulkoisesta syystä johtuvan seisokin aikana. (Ben-Daya.) Koochaki määrittelee kuntoon perustuvan kunnossapidon (eng. condition based maintenance, lyh. CBM) toimena, jossa koneen osat korjataan tai vaihdetaan tarpeen mukaan. Artikkelissa mainitaan myös, että oikeissa olosuhteissa ja valvonnan onnistuessa, kuntoon perustuva kunnossapito on mahdollista aikatauluttaa. Ben-Dayan mukaan laitteen kuntoa voidaan esimerkiksi mitata sellaisten parametrien avulla, jotka todistetusti muuttuvat ajan tai laitteen kunnan myötä. (Ben-Daya.)

Korjaava kunnossapito voidaan määritellä kunnossapitona, jonka avulla saadaan rikkoutunut laite toimintakuntoiseksi. Välitön kunnossapito tarkoittaa, että korjaustyöt aloitetaan mahdollisimman äkkiä. Viivästetty kunnossapito puolestaan tarkoittaa, että korjaustöitä ei tarvitse aloittaa heti. (Ben-Daya.) Korjaavan kunnossapidon muodon valinta riippuu laiterikon vakavuudesta, esimerkiksi UVC-lampun rikkoutuminen tai muu operaattorin terveyttä uhkaava laiterikko tulee korjata heti, kun taas vääntynyt kuljetinlevy voidaan vaihtaa myöhemmin.

4 TOTEUTUS

Operator Asset Care -pilottiprojekti käynnistettiin palaverilla, missä kartoitettiin laitosmiesten (Michael), linjavalvojan (Patrik) sekä operaattorin (Ida) näkökulmasta pakkauslinjan 113 ongelmakohdat. Pakkauslinja jaettiin seitsemään alueeseen (pikarinsyöttö, täyttö, kansiasema, saumaaja, kirjoitin, irtokansiasema sekä alustalle pakkaaja), joiden pahimmat ongelmat kartoitettiin.

Kun ongelmat ja niiden paikat olivat selvillä, ryhdyttiin purkamaan juurisyytä sekä keksimään ratkaisuja. Osana projektia myös pakkauslinjan vanhat työohjeet käytiin läpi ja päivitettiin.

4.1 Työohjeen päivittäminen

Core team 3:n esimies katsoi parhaaksi, että Operator Asset Care -projektin ensimmäinen askel olisi pakkauslinjan 113 työohjeiden läpikäyminen ja päivittäminen. Ohjeista haluttiin kuvalliset ja helposti luettavat. Työohjeen päivittämistä helpottivat jo olemassa olevat työohjeet, joita käytettiin pohjana, sekä operaattorin osaaminen ja ymmärrys kyseisen pakkaus koneen toiminnasta.

Ohjeiden päivitys aloitettiin vanhojen ohjeiden läpikäymisellä. Lisäksi haastateltiin muita operaattoreita ja kysyttiin, mitä heidän mielestään ohjeisiin voisi lisätä. Ehdotuksina tuli mm. perusteelliset vaahtopesun ohjeet sekä pikahuuhtelun ohjeet. Pääasiassa ohjeista haluttiin helposti luettavat. Jo olemassa olevat ohjeet olivat hyvä pohja, mutta osa työtavoista ja monet tuotteet ovat muuttuneet siitä, kun ohjeet olivat viimeksi päivitetty. Vanhat ohjeet tulostettiin, ja niiden sivuille tehtiin tarvittavat korjaukset ja lisämerkinnät. Pakkaamisen eri työvaiheista otettiin kuvia, jotka myöhemmin liitettiin työohjeeseen.

Kun vanhat ohjeet oli käyty läpi ja tarvittavat merkinnät tehty, katsottiin mikä olisi paras ja loogisin järjestys eri työvaiheille. Vanhan työohjeen järjestys oli

työvaiheiden osalta hieman sekava, joten uusissa pyrittiin erittelemään työvaiheet paremmin toisistaan, esim. hillokontin käyttöönotto on erillään tuotannon aloituksesta. Hillokontin käyttöönoton erittely tuotannon aloitustoimista perusteltiin sillä, että kaikissa tuotteissa ei käytetä hilloa. Aloitustoimet pakkauslinjalla ovat muuten täysin samat kaikilla tuotteilla.

4.2 Käyttäjäkunnossapito ja huolto

Koneen kunnossapito jaettiin operaattorin, linjavalvojan ja laitosmiesten kesken. Operaattorin tehtävät jaettiin päivittäisiin, viikoittaisiin ja kuukausittaisiin kunnossapitotehtäviin. Linjavalvojalle jaettiin kaksi toimenpidettä, joista toinen on päivittäinen ja toinen viikoittainen. Laitosmiehille jäi ennaltaehkäisevät huollot, kuten täyttöhuolto ja HEPA-suodattimen vaihdot, sekä tarvittaessa koneen korjaaminen ja servojen säädöt.

Operaattorin päivittäisiin kunnossapitotehtäviin kuuluvat saumaajien puhdistus, koneen sekä kuljettimen antureiden ja heijastinpeilien kuivaus, kääntäjän puhdistus, mustetahrojen pyyhkiminen, laatikkokoneen puhdistus, sekä antureiden toiminnan tarkastus. Antureiden ja heijastinpeilien kuivaus ja toiminnan tarkistus tehdään vaahtopesun jälkeen, samalla kun kuivataan koneen pleksi-ikkunat. Antureiden toimivuuden näkee LED-valoista; jos anturin oranssi LED-valo sammuu kun käsi on anturin edessä, ja syttyy taas, kun käden ottaa pois edestä, niin anturi toimii niin kuin pitää. Mikäli kumpikaan valo ei pala, on anturi rikki tai huonosti kytketty.

Ennen tuotannon aloitusta puhdistetaan saumaajat ja kääntäjän O-renkaat sekä pyyhittää musteet kirjoittimen ympäriltä. Saumaajat harjataan messinkiharjalla puhtaiksi. Kääntäjä ja mustejäämät puhdistetaan Alcodesillä kostutetulla tehopyyhkeellä. Saumaajan puhdistaminen on tärkeää tuotannon kannalta, sillä likainen saumaaja ei toimi kunnolla. Kääntäjä ohjaa avonaisia purkkeja sisältävät laatikot hylkyradalle. Likaiset tai kuluneet O-renkaat heikentävät kitkaa kääntäjän ja laatikon välillä, jolloin seuraava hyvä laatikko kääntyy väärin päin kuljettimella, mikä voi aiheuttaa ongelmia pinoajassa. Laatikkokoneen puhdistus on päivittäisistä kunnossapitotehtävistä eniten aikaa vievä, ja tehdään

yleensä tuotannon päätyttyä. Aiemmin mainittiin (kappale 2), että laatikkokoneeseen saattaa jäädä paljonkin liimaa ja pahviroskaa. Liimajäämät irrotetaan lastalla, ja lopuksi laatikkokoneen sisäpuoli puhalletaan paineilman avulla puhtaaksi. Tarvittaessa laatikkokone voidaan vielä pyyhkiä kostealla tehopyyhkeellä.

Viikoittaisia kunnossapitotöitä ovat alustalle pakkaajan johteiden ja tarttujien puhdistus sekä mustejäämien perusteellinen puhdistus. Alustalle pakkaajan liukujohteet puhdistetaan Würth Multiclean -puhdistussuihkeella ja tehopyyhkeellä. Puhdistetut johteet käsitellään vielä Würthin silikonisuihkeella. Tarttumat irrotetaan kerran viikossa ja puhdistetaan. Alkuperäiset tarttumat voidaan pestä tiskikoneessa, mutta uudemmat 3D -tulostetut tarttumat eivät välttämättä kestä tiskikoneen pesuveden korkeaa lämpötilaa. 3D -tulostetut tarttumat voidaan jättää likoamaan laimeaan pesuliuokseen (Topax LD + vesi), ja tarvittaessa hangata puhtaiksi esim. tiskiharjalla, ja lopuksi ne huuhdellaan.

Koneen sisään jää mustejäämiä mm. kirjoitinpäiden puhdistuksen jälkeen. Kirjoitinpäiden liukujohteet on hyvä puhdistaa ainakin kerran viikossa, joko Alcodesillä (etanoli) tai Multiclean -suihkeella, ja tehopyyhkeellä. Pinttyneet mustetahrat irrotetaan lastan avulla ja pyyhitään lopuksi Alcodesillä kostutetulla tehopyyhkeellä. Kerran kuussa tehtäviä kunnossapitotoimia ovat pääannostelijan kumisten täyttösuihkujen sekä O-renkaiden (tiivisteiden) vaihto.

Linjavalvojen päivittäinen tehtävä on leimalaitteen kirjoitinpäiden puhdistus, ja viikoittainen tehtävä on liimalaitteen suittimien perusteellinen puhdistus. Nämä kaksi tehtävää annettiin linjavalvojalle, koska ne ovat teknisesti hieman vaativampia kuin muut operaattorin tekemät kunnossapitotyöt.

4.3 Seuranta

Käyttäjäkunnossapidon seuranta on pääasiassa omavalvontaa, jossa käytetään apuna T-kortteja. Kortit ovat kaksipuoleisia (punainen puoli tekemättömille tehtäville, vihreä puoli suoritetuille), ja jokaiseen on kirjoitettu yksi

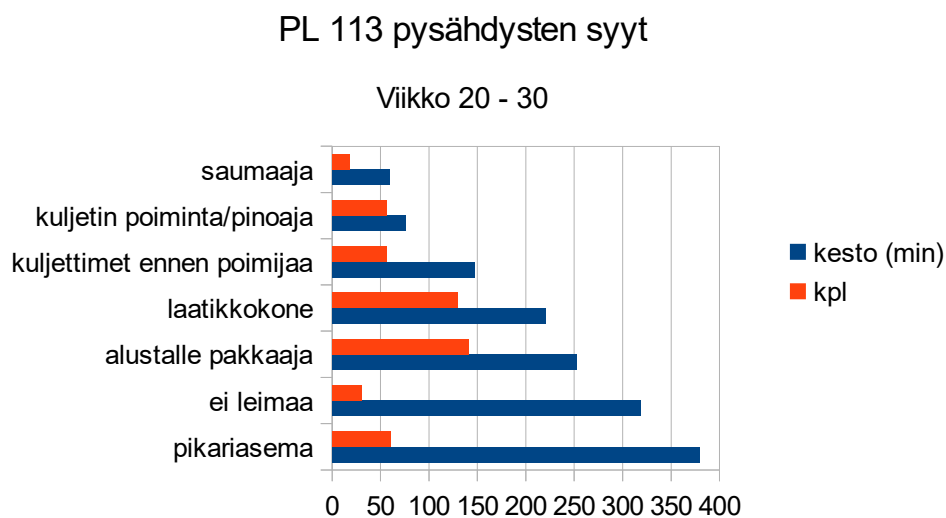
kunnossapitotyö. Kuten aiemmin mainittiin, kunnossapitotehtävät on jaettu päivittäisiin, viikoittaisiin ja kuukausittaisiin kunnossapitotehtäviin, jotka on vielä jaoteltu operaattorin, linjavalvojan ja laitosmiesten välillä.

Omavalvonnassa vastuu kunnossapitotöiden suorittamisesta ja niiden jakamisesta siirtyy operaattorille. Kun punaisessa kortissa nimetty tehtävä on suoritettu, voidaan kortti kääntää vihreälle. Vuoron alussa operaattori käy tarkistamassa, mitkä tehtävät on suoritettu, ja mitkä ovat suorittamatta. Mahdollisuuksien mukaan, edellisen vuoron suorittamattomat tehtävät suoritetaan joko ennen tuotantoa tai tuotannon loputtua. Esimies tai koordinaattori käy aamuisin koneen taululla taulupalaverin yhteydessä tarkistamassa, onko käyttäjäkunnossapito-ohjelmaa seurattu.

Seurantaa tehdään myös OEE-lukujen sekä Wonderwaren avulla. Johdannossa mainittiin, että Wonderware on yksi Arla Foodsin käyttämä ohjelmisto, jonka avulla seurataan tuotantoa. Kaikki pysähdykset kirjataan Wonderwareen, mikä tekee siitä hyvän työkalun huoltotoimenpiteiden vaikutusten seurantaan. Pakkauslinjan kokonaistehokkuutta mittaava OEE-luku ei operaattorin näkökulmasta paljon hyödytä, mutta esim. Core Team leaderille, tuotannon suunnittelulle sekä tehtaan johdolle luku kertoo, kuinka hyvin pakkauslinja toimii. Wonderwaresta saatu data, sekä vuorokausiraportti, ovat hyödyllisempiä ja käytännöllisempiä operaattoreille.

5 PILOTTIPROJEKTIN TULOKSET

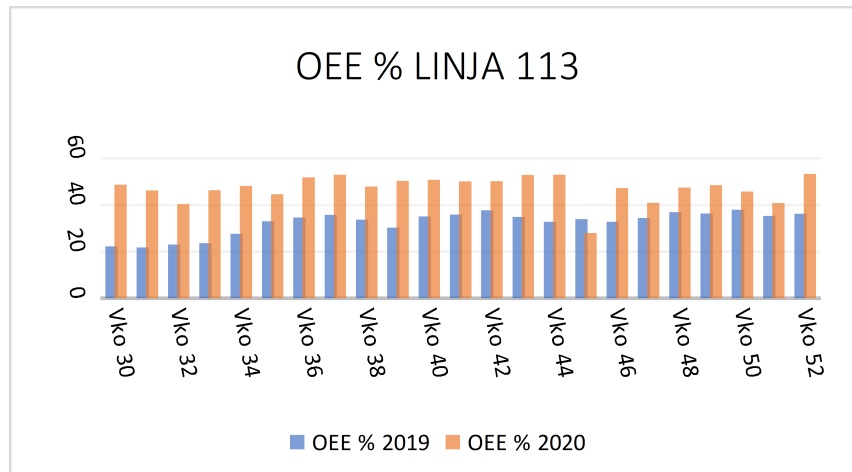
Käyttäjäkunnossapito ei poistanut linjan ongelmia, mutta vähensi niitä huomattavasti (vertailu kappaleessa Pohdinta, kuvioissa 3 & 4). Kuviosta 2 näkee, että projektin aloittamisen jälkeen pikariasema, leimalaite, alustalle pakkaaja, sekä laatikkokone olivat ajallisesti suurimmat ongelmat. Kappalemäärältään laatikkokone ja alustalle pakkaaja olivat selvästi suurimmat ongelmakohdat.



KUVIO 2. Pysähdysten syyt, niiden kesto ja määrä 10 viikkoa OAC-projektin aloittamisesta.

Projektin pääasiallinen tavoite oli saada linjan 113 tuotantovarmuutta, ja OEE-lukua, parannettua. OEE-luku ei sinänsä operaattorin näkökulmasta tarkoita mitään, mutta mm. esimiehille ja tuotannosuunnittelijoille se tarkoittaa, että pakkauslinja toimii. Tuotantovarmuutta saatiin parannettua vähentämällä pysähdyksiä. Pysähdysten vähentäminen tapahtui käyttäjäkunnossapidolla ja säännöllisillä huolloilla (esim. täyttöhuolto). Suurin osa ongelmista olivat toistuvia (kts. Kuvio 1, s. 8), ja olivat korjattavissa päivittäisillä tai viikoittaisilla huolloilla. Huoltotyöt jaettiin operaattorin, linjavalvojen ja kunnossapidon kesken. Huoltotyöt myös aikataulutettiin, ja niiden valvonnassa käytetään T-kortteja.

Kuviossa 3 esitellään pakkauslinjan 113 OEE-luvut vuosilta 2019 ja 2020. Vuoden 2019 luvut paranevat vuoden loppua kohden, mutta ovat silti huomattavasti alemmalla tasolla kuin vuoden 2020 tulokset. Vuoden 2020 OEE-luvuissa tapahtuu suuri notkahdus viikolla 45, mikä mitä luultavimmin johtui sähkökatkoksesta. Sähkökatkos vaikutti pakkauskoneen lisäksi prosessiin, mistä johtuen pakkauslinja oli myöhässä. Yleisesti ottaen, OEE-luku kuitenkin parani huomattavasti vuodesta 2019.



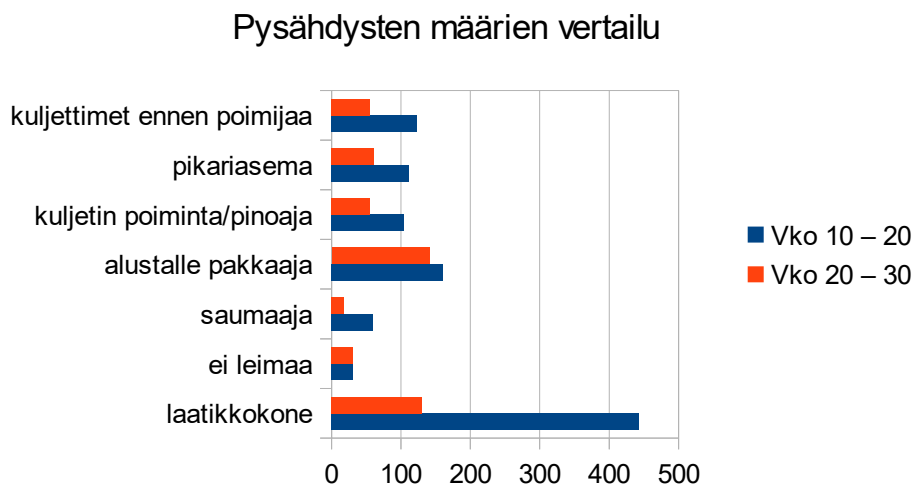
KUVIO 3. OEE-lukujen vertailu vuonna 2019 ja 2020. OAC -projekti aloitettiin vuoden 2020 alussa.

Projektin toissijainen tavoite oli päivittää pakkauslinjan työohjeita. Uusista työohjeista pyrittiin tekemään selkeämmät ja helposti seurattavat. Tavoitteena oli tehdä kuvalliset ohjeet, joita seuraamalla vähemmän kokenut operaattorikin pystyy itsenäisesti työskentelemään pakkauskoneella. Uusi ohje löytyy liitteistä (Liite 1), ja muokatut osiot on kirjoitettu kursivilla. Työohjeen tekijöissä on useampi nimi, koska työohjetta on korjailtu aiemminkin. Nykyinen on neljäs versio PL 113:n työohjeista.

Aikaa vievin osuus oli uusien työtapojen opettaminen kaikille pakkauslinjan operaattoreille sekä linjavalvojille. Osa huoltotöistä olivat ennestään tuttuja, kuten saumaajien ja laatikkokoneen puhdistaminen, osa taas olivat helppoja ja nopeasti hoidettavissa, esim. antureiden kuivaaminen ja tarttujen puhdistaminen. Kaikista huoltotöistä ainoastaan yksi oli operaattoreille uusi, nimittäin alustalle pakkaajan johteiden puhdistus, joka tulisi tehdä viikoittain. Tämä ei sinänsä ole vaikea huoltotyö, mutta osa operaattoreista on sitä mieltä, että kyseinen työ kuuluu linjavalvojalle tai laitospäällikölle.

6. POHDINTA

Huollot ovat vaikuttaneet positiivisesti koneen toimintaan. Laatikkokoneesta ja saumaajasta johtuvat pysähdykset vähenivät huomattavasti, kuten kuvioista 3 ja 4 voi päätellä. Leimalaitteesta johtuvien pysähdysten määrä ei laskenut tänä aikana yhtään.



KUVIO 3. PL 113 pysähdysten vertailu 10 viikkoa ennen, ja 10 viikkoa OAC-projektin jälkeen. Lähde: Nickström, Core 3 tiimin mittari (Liite 2, s. 1-2)

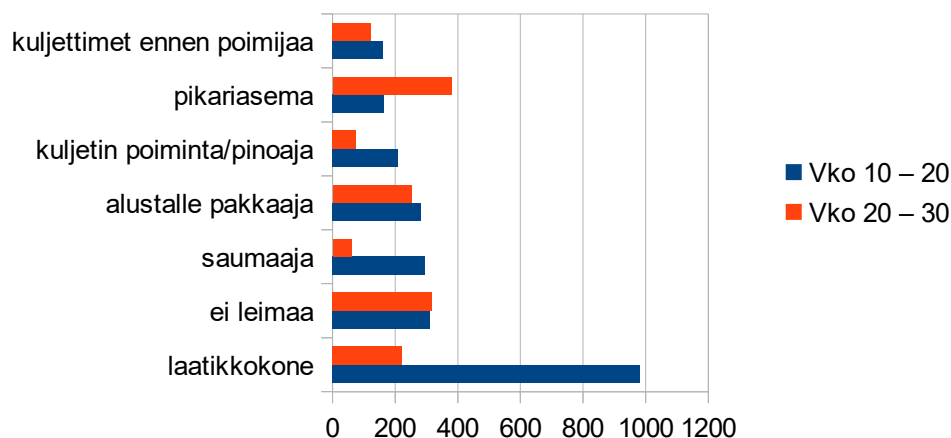
Kuviosta 3 käy ilmi, että leimalaitteen viat eivät vähentyneet ollenkaan, ja kuviosta 4 näkee, että leimalaitteen vikojen korjaamiseen käytetty aika piteni. Leimalaitteen vikoihin ei operaattori sinänsä pysty vaikuttamaan, koska kirjoitinpäiden puhdistaminen kuuluu linjavalvojille, ja se pitäisi tehdä kerran vuorokaudessa, koneen vaahtopesun jälkeen. Merkintä voi huonon leiman lisäksi tarkoittaa laiterikkoa, jonka korjaamiseen vaaditaan enemmän aikaa. Laiterikolle ei varsinaisesti ole olemassa omaa syykoodia, joten ne merkataan Wonderwareen sillä koodilla, joka osoittaa laiterikon paikan.

Kuvaajista voi päätellä, että alustalle pakkaajan ongelmat vähenivät vain hieman, n. 12,4 %. Kuten kappaleessa 4 Toteutus (s. 13) todettiin, on alustalle pakkaajan johteiden puhdistus PL 113 operaattoreille uusi toimenpide, jota kaikki eivät halua tai osaa tehdä. Alustalle pakkaajan ongelmat eivät kuitenkaan ole ainoastaan johteiden likaantumisesta johtuvia; myös pikarien tipahtaminen

radalle (joka on useimmiten materiaalista johtuva ongelma) tai pikarien kaatuminen alustalle merkitään syykoodilla 'Alustalle pakkaaja'. Pikarien tipahtaminen on yleisin ongelma kuitupikarien ajossa, ja mitä luultavimmin kyseessä on materiaalista johtuva ongelma, sillä ongelmaa ei ole läheskään samassa mittakaavassa muiden tuotteiden pakkauksessa.

Suurin parannus on tapahtunut laatikkokoneen toiminnassa; ennen projektin aloittamista, laatikkokone pysähtyi kymmenen viikon aikana yli 400 kertaa. Projektin aloittamisen jälkeen (viikolla 20) laatikkokone pysähtyi hieman yli 100 kertaa kymmenessä viikossa. Tämä tarkoittaa 70,7 % parannusta. Ajallisestikin parannus on melkein 77,5 %. Taulukossa 1 ja 2 esitellään kaikkien vikojen muutokset prosentteina.

Pysähdysten pituuden vertailu



KUVIO 4. PL 113:n pysähdysten pituuden vertailu. Lähde: Nickström, Core 3 tiimin mittari (Liite 2, s. 3-4)

Kuvaajan mukaan pikariaseman ja leimalaitteesta johtuvien vikojen pituus on kasvanut projektin jälkeen. Pikariasemassa on tapahtunut kiinnostava muutos; ongelmien määrä on vähentynyt (taulukko 1), mutta niiden korjaamiseen on käytetty enemmän aikaa (taulukko 2). Tämä saattaa viitata laiterikkoon, joka on pyritty korjaamaan heti, kun vika ilmeni.

Kuljettimien ongelmat vähenivät melkein 50 % (Taulukko 1). Kuljettimien suurimmat ongelmakohdat ovat anturit sekä kuljetinhihnat. Myös väärät säädöt voivat olla osasy syy ongelmiin, varsinkin jos ottaa huomioon että operaattorit eivät

välttämättä ensimmäisenä tarkista kuljettimien säätöjä. Leimalaitteen ongelmat eivät näytä vähentyneen, mikä saattaa viitata laiterikkoon tai vaihtoehtoisesti siihen, että linjavalvojat eivät muista puhdistaa leimalaitteen kirjoitinpäitä.

TAULUKKO 1. Ongelmien määrät ja parannus prosentteina.

Ongelma	Vko 10 – 20 (kpl)	Vko 20 – 30 (kpl)	Parannus (%)
Laatikkokone	443	130	70,7
Ei leimaa	31	31	0
Saumaaja	60	18	70
Alustalle pakkaaja	161	141	12,4
Kuljettimet poiminta & pinoaja	104	56	46,2
Pikariasema	112	61	45,5
Kuljettimet ennen poimintaa	123	56	54,5

TAULUKKO 2. Ongelmien korjaamiseen käytetty aika ja parannus prosentteina.

Ongelma	Vko 10 – 20 (min)	Vko 20 – 30 (min)	Parannus (%)
Laatikkokone	982	221	77,5
Ei leimaa	311	319	-2,6
Saumaaja	295	60	79,7
Alustalle pakkaaja	282	252	10,6
Kuljettimet poiminta & pinoaja	209	76	63,6
Pikariasema	165	380	-130,3
Kuljettimet ennen poimintaa	162	123	24,1

Käyttäjäkunnossapito on operaattoreiden osalta hieman lisännyt työtä, mutta huollot voidaan tehdä ennen tuotannon aloittamista (esim. saumaajien puhdistus ja tarttujien vaihtaminen), tuotannon lopetustöiden yhteydessä (esim. tarttujien irrottaminen ja pesu) tai vaahtopesun jälkeen (esim. antureiden kuivaaminen ja tarkistus), eivätkä siten vie aikaa tuotannolta. Projektin tulokset ovat lupaavia, ja projektia jatketaan muillakin LCO 3 tiimin linjoilla (114, 117 ja 118). Käyttäjäkunnossapidon valvonnassa on hieman puutteita; kaikki

pakkauslinjan 113 operaattorit eivät aina muista kääntää T -kortteja, mikä periaatteessa tarkoittaa, että seuraavan vuoron pitäisi tarkistaa mitä edellinen vuoro on tehnyt, ja tarvittaessa tehdä kaikki uudestaan. Käytännössä näin ei kuitenkaan aina tapahdu, vaan oletetaan, että esim. iltavuoro tekee tietyt kunnossapitotyöt, ja aamuvuoro loput.

Käyttäjäkunnossapito otettiin käyttöön pakkauslinjalla 114 hieman PL113:n jälkeen. Myös linjalla 114 käyttäjäkunnossapidon ensimmäinen askel oli työohjeiden läpikäyminen ja päivittäminen. Näistäkin ohjeista tehtiin kuvalliset ja helposti seurattavat. PL114:n työohjeiden päivittäminen oli haastavampaa kuin PL113:n, koska operaattori ei ollut kyseisen koneen osaaja. Työ saatiin kuitenkin tehtyä osaavien operaattoreiden ja Core 3 tiimin koordinaattorin avustuksella, sekä vanhoja työohjeita pohjana käyttäen.

Osa pakkauslinjan 117 työohjeista päivitettiin pian PL114:n työohjeiden jälkeen. Tämänkin linjan työohjeiden päivittäminen oli vaikeampaa kuin operaattorin oman linjan työohjeiden, mutta pakkauslinjan 117 osaava operaattori neuvoi ja vastasi kysymyksiin. Pakkauslinjoille 117 ja 118 OAC -projekti aloitetaan vasta keväällä 2021. Lisäksi Core 3 sai vastuulleen PL116:n, eli voilinjan. Voilinjan operaattorit laativat näillä näkymin oman linjansa työohjeet, mutta PL113:n työohjetta käytetään mallina.

LÄHTEET

Arla Oy. Luettu 31.8.2020. www.arla.fi

Caillier, B. 2015. Decontamination Efficiency of a DBD Lamp Containing an UV–C Emitting Phosphor. *Photochemistry and photobiology*. 91 (3), s. 526–532.

Ben-Daya, M. 2016. *Introduction to Maintenance Engineering: Modelling, Optimization and Management*. New York. John Wiley & Sons, Incorporated.

Grunwald GMBH. Linear Cup Fillers. Verkkodokumentti. Luettu 27.9.2020. https://www.grunwald-wangen.de/downloads/prospekte/inline_type_en.pdf

Ingman Group. Luettu 31.8.2020. www.ingmangroup.fi

Kollmorgen. Servo Motors. Luettu 4.10.2020. <https://www.kollmorgen.com/en-us/products/motors/servo/servo-motors/>

Koochaki, B. 2012. Condition based maintenance in the context of opportunistic maintenance. *International journal of production research*. 50 (23), s. 6918–6929.

Linx Printing Technologies. How does a CIJ work? Luettu 9.1.2021. <https://www.linxglobal.com/en/technology-guide/continuous-ink-jet-cij/>

Muchiri, P. & Pintelon, L. 2008. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International journal of production research*. 46 (13), s. 3517–3535.

sema systemtechnik. Packaging Solutions. Luettu 14.10.2020. <https://sema-systemtechnik.de/en/packaging-solutions/>

Villanen, Hannu. 2013. Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus, OEE (Overall Equipment Efficiency). *Prosessitaito*. Verkkodokumentti. Luettu 31.8.2020. http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf