



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

JONI RANTANEN
VALULINJAN KÄYTETTÄVYYDEN TEHOSTAMINEN
Diplomityö

Tarkastaja: professori Paul H. Andersson
Tarkastaja ja aihe hyväksytty automaatio-,
kone- ja materiaalitekniikan tiedekuntaneuvos-
ton kokouksessa 9.12.2009

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

RANTANEN, JONI: Valulinjan käytettävyyden tehostaminen

Diplomityö, 55 sivua, 13 liitesivua

Maaliskuu 2010

Pääaine: Koneteollisuuden tuotantotekniikka

Tarkastaja: Professori Paul H. Andersson

Avainsanat: Koneiden kokonaistehokkuus (OEE), käytettävyys, tuottavuus, laatu, kuusi standardihäviötä, ongelmanratkaisu, 5S, SMED, käyttäjäkunnossapito

Yrityksissä on piilevää potentiaalia tehokkuuden ja tuottavuuden parantamiseen. Potentiaalia ei usein kuitenkaan tunnisteta päivittäisessä työssä, vaan tuotanto tehdään vanhoilla rutiineilla kuten on totuttu. Tuotannon hukkia havainnoimalla ja poistamalla voidaan vapauttaa tuotannon kapasiteettia ja parantaa tehokkuutta lisäämättä resursseja.

Tämä työ tehtiin Luvata Pori Oy:lle. Siinä selvitetään valulinjan tämän hetkinen suorituskyky ja kehityspotentiaali. Työn tavoitteena on saada aikaan linjalle toimiva OEE kokonaiskonetehokkuuden mittaus, selvittää häviöihin vaikuttavat ongelmat ja nostaa nykyistä OEE –tasoa. Analysoimalla tarkemmin havaittuja ongelmia, laaditaan toimenpiteet kokonaistehokkuuden kehittämiseksi.

Työ jakautuu kahteen osaan; Ensimmäinen osa muodostuu kirjallisuustutkimuksesta. Työn taustalla on Lean –filosofia, johon Luvata Oy:n tuotantojärjestelmä tukeutuu. Merkittävintä siinä on hukan tunnistaminen ja lisäarvoa tuottamattomien vaiheiden poistaminen. Pääpaino kirjallisuusosassa on OEE:n määrittelyssä ja sen parannuskeinoissa. Toisessa eli konstruktiivisessa tutkimusosassa selvitetään valulinjan OEE-lähtötaso ja siihen liittyvät ongelmat. Selvitys perustuu omaan otantatietoon ja kansainväliseen OEE-standardiin. Merkittävintä tutkimuksessa on tehokkuushäviöiden havaitseminen ja analysointi. Niiden pohjalta käytetään apuna ongelmanratkaisumenetelmiä. Ongelmat luokitellaan paretoakaavioon ja juurisyitä etsitään kalanruotokaavion avulla. Mukaan on otettu myös suuntaa antava laskuesimerkki investoinnin kannattavuudesta viereisen seoslankalinjan uunin käyttöönottamiseksi pohdittaessa kapasiteetin lisäystä ja seoksien valamisen soveltuvuutta samalla uunilla.

Työn tuloksena saatiin asetusaikoja lyhennettyä, joka mahdollisti tehokkaamman vuorojärjestelmän käyttöönoton määrällisesti saman tuotannon tekemiseksi. Asetuksia ulkoistamalla ja niitä tukevilla 5s ratkaisuilla saatiin ylimääräistä kulkemista vähennettyä merkittävästi asetuksen aikana. Vuorojärjestelmän muutoksen yhteydessä optimoitiin resurssit, jonka seurauksena kaksi työntekijää siirtyi muihin töihin pois linjan kustannuksista. Myös linjan saantoa heikentäviä juurisyitä saatiin selvitettyä ja osasta ongelmista päästiin eroon. Linjan saanto parantui työn kuluessa huomattavasti. Lisäksi linjalle muodostettiin käyttäjäkunnossapitokierros, joka on ensiaskel kohti kokonaisvaltaisempaa kunnossapitoa vikojen havaitsemiseksi etukäteen ennen odottamattomia pysähdyksiä tai laadun heikkenemistä.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Program in Mechanical Engineering

RANTANEN, JONI: Increasing availability of a casting line

Master of Science Thesis, 55 pages, 13 Appendix pages

March 2010

Major: Production Engineering

Examiner: Professor Paul H. Andersson

Keywords: Overall Equipment Effectiveness (OEE), availability, effectiveness, quality, six big losses, problem solving, SMED, 5S, autonomous maintenance

Enterprises have a lot of hidden potential for improving their effectiveness and productivity. The potential is seldom recognized in daily working and production is produced with old routines and habits. By observing and eliminating the wastes of production, capacity can be increased and effectiveness improved without increasing resources.

This Master of Science Thesis was made for Luvata Pori Oy. The object was first to determine the current state of performance and the potential of increasing it. The aim of this thesis is to create an overall equipment effectiveness (OEE) measuring system for a casting line, determine problems behind losses and increase OEE for a new level by solving them. Actions for increasing OEE are set by analyzing the problems more closely.

The thesis consists of two parts; First part is composed of the literature study. There is Lean –philosophy as a ground to which Luvata Production System is also based on. In Lean –philosophy the most important thing is the recognizing of wastes and eliminating or shortening invaluable stages. Main weight in literature study part is however in determining OEE and at the ways to increase it. In the second, constructive study part, is determined the current state of OEE and the problems behind. The research is based on collected sample information and the international OEE-standard. The Most significant features in research are recognizing and analyzing performance and quality losses. Different problem-solving tools, like pareto and fishbone diagram, are used to categorize problems and to find root causes behind them. There is also a directional investment calculation to give idea of profitability of the investment to the other casting furnish when considering to take the old casting line in use. That is because alloys are not suitable to cast in the same furnish without quality and capacity losses.

As a result of this study the setup times was shortened by converting them external as much as possible. Setup time was also shortened by 5s actions made, which also eliminated significantly extra walking under the setup. These actions allow the working of new shift system made to produce same production rate with higher performance and productivity. Also two employees went to other casting lines out of this line's expenses when the resources were optimized. Some of the root causes for quality losses got solved and the quality rate increased significantly. In addition there were determined instructions for autonomous maintenance circuit. It is the first step ahead the total productive maintenance to recognize malfunctions beforehand before sudden breakdowns or quality losses.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Luvata Pori Oy:lle ja samalla tämä on opinnäytetyö Tampereen teknillisen yliopiston tuotantotekniikan laitokselle.

Työn tarkastajalle, Paul H. Anderssonille, haluan esittää kiitokseni työn aikana saamastani tuesta ja ohjauksesta useiden vierailujen myötä. Erityisesti haluan kiittää Luvata Pori Oy:n Jari Heikkilää ja Saara Koski-Lainetta saamastani tuesta ja neuvoista työn aikana.

Haluan kiittää Luvata Pori Oy:tä mahdollisuudesta diplomityön tekemiseen heikosta taloustilanteesta ja lomautuksista huolimatta. Lisäksi haluan kiittää perhettäni, isovanhempiani ja ystäviäni tuesta sekä kannustuksesta opintojeni aikana.

Porissa ___/___2010

Joni Rantanen

Länsipuisto 16 I 11
28100 Pori
044 5579698

Käsitteet ja lyhenteet

OEE	Koneen kokonaistehokkuus, Overall Equipment Effectiveness
EPE-sykli	EPE-syklillä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotevariaatioiden valmistamiseen, kunnes sykli alkaa alusta, Every-Part-Every
Pesuvälu	Seosten vaihtojen yhteydessä puhdistetaan uuni epäpuhtauksista valamalla puhtaalla kuparilla yhdestä kahteen väluä.
OEE-vesiputous	Graafinen esitys, jossa kokonaistehokkuutta alentavat tekijät on esitetty käytettävyy-, tuottavuus- ja laatuhäviöinä.
SMED	Single-digit Minute Exchange of Die. SMED on asetusajojen pienentämiseen tarkoitettu työkalu, joka erottelee varsinaisen koneajan asetusajasta.
KPI	Key Performance Indicator, tunnusluku
4M	Yleensä ongelmaa käsitellään vähintään neljän tekijän koneen, työntekijän, materiaalin ja menetelmän, avulla. Näitä kutsutaan myös nimellä 4M eli Machine, Men, Materials ja Methods.
Juurisyys	Esimerkiksi koneen rikkoutumisen tai laatuongelman taustalla oleva perimmäinen syy, jonka poistamalla vastaava ongelma ei toistu
Pareto-analyysi	Ongelmien ja asioiden tärkeysjärjestyksen määrittämistä. Tunnetaan myös nimellä 80/20-analyysi. 80/20-periaatteen mukaan missä tahansa ilmiössä 80 % seurauksista johtuu 20 %:sta syistä
Pareto-kaavio	Kaavio, jossa ongelmat ja asiat luokitellaan kokojärjestyksessä pylväsdiagrammien avulla esimerkiksi ankaruuden, esiintymistiheyden tai luonteen mukaan.
Kalanruotokaavio	Kalanruotokaavio on laatujohtamisen ja prosessinkehittämisen työkalu, jota käytetään usein ryhmätyön apuvälineenä. Sitä kutsutaan usein myös Ishikawa-diagrammiksi japanilaisen keksijänsä professori Kaoru Ishikawan mukaan tai syyseuraus-kaavioksi. Kalanruotokaavio on visuaalinen esitystapa ryhmitellyistä asioista, ja siinä jokainen ryhmä esitetään omalla ruodolla. Kalanruotokaaviota voidaan käyttää joko asioiden luokitteluun tai ongelmanratkaisuun
TPM	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, Total Productive Maintenance

5S	Filosofia, joka keskittyy työpaikkojen organisointiin sekä työmenetelmien vakiointiin niin, että se kasvattaa työn tuottavuutta.
Kuona	Kupariseoksen sulan pinnalle muodostuvaa hapettunutta oksidia. Syntyy pääasiassa seosaineiden reagoidessa hapen kanssa valu-prosessissa.
Valu	Tuloksena tässä prosessissa 7.8 m pitkiä ja 216 mm halkaisijaltaan olevia valanteita kaksi kappaletta.
Kokilli	Kartion muotoinen kupariputken pätkä, joka jäähdyttää sisäisellä vesikierrolla siihen kaadettavan sulan. Hissi laskee valanteen kokillin läpi alas valumonttuun.
Valukone	Kokillit on kiinnitetty valukoneeseen, joka tekee oskilloivaa liikettä valun aikana. Ränni lasketaan valukoneen pöydän päälle ja niiden väli tiivistetään tiivisterenkaalla. Valukoneeseen kuuluu myös valumontussa oleva hissi syleilijöineen.
EBITA	Tunnusluku, kannattavuus kokonaiskustannusten jälkeen, Earnings Before Interest, Tax And Amortisation
Arrow	Kunnossapidon tietojärjestelmä

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
ALKUSANAT	IV
Käsitteet ja lyhenteet	V
1. Johdanto	1
1.1 Yritysesittely	1
1.2 Työn rajausta ja tavoite	1
1.3 Työn toteutus	2
1.4 Työn rakenne	3
I Työn taustalla oleva teoria	5
2. Lean	5
2.1 Toyodan perheen vaikutus Toyotan tapaan	5
2.1.1 Toyotan tavan periaatteet	6
2.2 Hukkien eliminointi lean-toiminnan ydin	7
2.3 Leanin soveltamisen haasteet yrityksessä	9
2.4 Luvatan tuotantojärjestelmä	10
2.4.1 LPS –projekti	11
3. OEE kokonaiskonetehokkuus	13
3.1 OEE-kokonaiskonetehokkuuden määrittäminen	13
3.1.1 Käytettävyys	14
3.1.2 Tuottavuus	14
3.1.3 Laatu	15
3.2 Tuotannon suurimmat hukat	15
3.2.1 Konerikot ja asetukset syövät käytettävyttä	15
3.2.2 Lyhyet pysähdykset ja nopeushäviöt heikentävät tuottavuutta	17
3.2.3 Aloitus- ja saantohäviöt	17
3.3 OEE:n mittaamisen potentiaali	17
4. Hukkien poistamisen ja hallinnan työkalut	19
4.1 Juurisyyn selvittäminen lähtökohtana parannukseen	19
4.2 TPM:n mukainen lähestymistapa kunnossapitoon	20
4.2.1 TPM-kehitysohjelma	21
4.2.2 Ennakkohuolto ja käyttäjäkunnossapito	21
4.3 Asetusaikojen vähentäminen	22
4.3.1 SMED	23
4.3.2 5S	25
4.4 Työtehtävien vakiointi	27
4.5 Henkilöstön koulutus ja motivointi	28
II Työn toteutus	29
5. Nykytilan esittely	29
5.1 Valulinja viiden prosessikuvaus	29
5.2 Valulinjan tilanne	30
5.3 OEE-lähtötason määrittäminen	31
6. Ongelmien analysointi ja ratkaisut	32
6.1.1 Valulinjan paretokaavio	33
6.1.2 Toiminnan tehokkuus	34
6.2 Ongelmien juurisyyn selvittäminen	34
6.3 Tavoitteen asettaminen ja toimenpiteet niiden saavuttamiseen	36
6.4 Strategiset valinnat	37

7. Korjaavat toimenpiteet	40
7.1 Toimenpiteiden toteutus.....	40
7.1.1 SMED.....	40
7.1.2 5S	43
7.1.3 Resurssien optimointi.....	45
7.1.4 Työtapojen vakiointi	48
7.1.5 TPM	49
7.1.6 Työntekijöiden koulutus ja motivointi	50
8. Johtopäätökset.....	52
8.1 Jatkokehitystoimenpiteet.....	54
Lähteet.....	56

1. Johdanto

1.1 Yritysesittely

Luvata on maailman johtava metallien jalostaja, komponenttien valmistaja sekä näihin liittyvien komponenttien valmistaja. Konsernitason Luvata on 35 tuotantolaitosta 18 maassa. Niissä on yhteensä 7500 työntekijää. Tuotantoa tehtiin vuonna 2008 309 000 tonnia ja liikevaihto oli 2800 M€euroa. Luvata Porin osuus näistä luvuista on 540 työntekijää, 52 000 tonnia tuotantoa ja liikevaihto 480 M€euroa. Luvata Pori on kuparituotteiden valmistaja. Viennin osuus tuotannosta on korkea, 90 prosenttia.

Luvata Pori Oy kuuluu sekä Special Products, että Rolled Products liiketoimintadivisiooniin, jotka käsittävät yhteensä neljä valmistusyksikköä: Metallurgical Applications, Electrical Power, Superconductors ja Rolled products. Asiakkailleen Luvata tarjoaa suunnittelupalveluja, muokattuja kuparituotteita ja komponenttien valmistusta. Kupari on monikäyttöinen materiaali, sillä se kestää hyvin korroosiota sekä johtaa sähköä ja lämpöä. Sitä on myös helppo muokata. Luvata tekee yhteistyötä muun muassa sähköteollisuuden ja elektroniikan koneiden ja laitteiden valmistajien sekä hitsaavan teollisuuden kanssa. Erilaiset lääketieteiden, televiestinnän, uusiutuvan energian ja liikenteen sovellukset käyttävät Special Products ja Rolled Products divisioonan tuotteita. (Laine, 2010)

Raaka-aineena käytetään osto- sekä sisäistä romua, katodeja ja seosaineita. Valsattuja tuotteita ovat levyt ja nauhat, jotka valmistetaan kuparilaatta-, seoslaattavaluista. Kuparilanka ja profiilipystyvalua käytetään johdinputkien, tankojen ja profiilien valmistamiseen. Koneistettuja kuparituotteita ovat muun muassa jäähdytysalustat, virtakiskot, anodit ja maasuunielektrodit. Erillisiä tehtaita Porissa ovat Vetämö, Profiilitehdas, Suprajohtimet, hapon puolijatkuvaa valimo (OF-Valimo), Kuparivalimo, Seosvalimo, Valssaamo ja Vormu. Tämä työ on tehty soesvalimoon valulinja viidelle. (Laine, 2010)

Luvatalle on tärkeää työskennellä asiakkaan liikekumppanina. Se pyrkii toiminnallaan auttamaan asiakkaitaan parantamaan kilpailukykyään. Asiakkaiden auttaminen keskittyy kolmeen liiketoiminnan kehitysalueeseen, tuotantotehokkuuteen, tuotteiden kehittämiseen ja sidotun pääoman pienentämiseen. Näiden avulla Luvata tähtää pitkäjänteiseen liikekumppanuuteen asiakkaiden kanssa tulevaisuuden kehittämiseksi. Lupauksen pitäminen, tuloksen tekemisen halu ja avoin mieli ovat Luvatan keskeiset päivittäistä toimintaa ohjaavat arvot. (Laine, 2010)

1.2 Työn rajausten ja tavoitteiden

Tämä tutkimus tehdään Luvata Pori Oy:lle. Se on osa LPS-projektia (Luvata Production system), joka on perustettu kehittämään valulinja viiden toimintaa. Projektin osa-alueita ovat materiaali- ja tietovirrat, OEE-kokonaiskonetehokkuus (Overall Equipment Effectiveness) ja suoritusjohtaminen (Performance Management). Tämä diplomityö keskittyy kuitenkin vain OEE- kokonaiskonetehokkuuden kehittämiseen.

Luvata Production System on kehitetty soveltaen lean-ajattelua, joka on lähtöisin Toyotan autotehtaista Japanista. Niinpä lean-ajattelun käsittely teoriaosuudessa on yksi kes-

keisistä aiheista. Lean-ajattelussa hukkiin ja ongelmien tunnistaminen ja poistaminen on keskeistä. Se tukee hyvin OEE:n kehittämisen tarkoitusta. OEE:ta kehitettäessä pyritään määrittelemään ja lyhentämään arvoa tuottamaton aika.

Kun tiedetään mihin suunniteltu työaika kuluu, lähdetään selvittämään ajankäytöllisesti merkittävimpiä kohteita, joihin pureudutaan tarkemmin. Tarkoituksena on kehittää työtapoja tehokkaammaksi poistamalla turhaa työtä. Ennakkohuoltosuunnitelmaa linjalla ei ole olemassa, joten sen pitäisi kunnossapidon saada ensin aikaan. Sen vuoksi tässä työssä käsitellään kunnossapidon osalta linjan nykytilaa ja ensisijaisia tarpeita, jotka tulee laittaa kuntoon ennen käyttäjäkunnossapidon aloittamista. Tämän jälkeen tavoitteena on saada aikaan käyttäjäkunnossapidon ohjeistus. Esiin tulleet ongelmat luokitellaan ja selvitetään ongelmien juurisyyt. Vain juurisyyt selvittämällä voidaan kehittää asioita, jottei parannettaisi vain ongelmien oireita.

Tässä tutkimuksessa tulee ottaa huomioon erilaiset tavat, joilla tuotanto voidaan toteuttaa, joko nykyisellä tavalla, tai muulla mahdollisesti investointia vaativalla tavalla. EPE-syklin (Every-Part-Every) pituudella ja samassa uunissa valettavilla kupariseoksien järjestyksellä on merkittävä vaikutus uunin kestoon ja suunniteltuun käyttöaikaan. EPE-syklillä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotevariaatioiden tekoon määrittelyssä järjestyksessä. Siten se vaikuttaa myös OEE:n potentiaaliin, millä tavalla tuotanto toteutetaan. Pesuvalujen ja uuniremonttien määrää arvioimalla voidaan karkeasti määrittellä tuotantotapojen suunnitellut käyttöajat, kuinka monta viikkoa vuodessa on käytössä kullakin tuotantotavalla. Kolmen toisiinsa sopimattomien seoksien valaminen ei ole kovinkaan tehokasta pitkien pesuvalujen ja siitä syntyvän romun takia. Tämän takia on syytä ottaa huomioon muiden tuotantotapojen laskennalliset vaikutukset OEE:iin. OEE muodostuu käytettävyydestä, tuottavuudesta ja laadusta. Näistä laadun kehittäminen ei ole pääpainolla, mutta käsitellään soveltuvin osin työn toteutuksessa.

Työn tavoitteena on selvittää valulinjan OEE-taso ja nostaa sitä ylöspäin kehittämällä asetusaikoja ja toiminnan tehokkuutta. Tarkoituksena on luoda OEE:sta pysyvä mittari jatkokehitystä ja seurantaa varten, joka toimii osaltaan myös linjan työntekijöiden ja toimihenkilöiden motivoijana.

1.3 Työn toteutus

Tutkimuksen teko aloitettiin kirjallisuuteen perehtymisellä. Teoriaosuus muodostaa perustan soveltavan osuuden ratkaisuille ja päätelmille. Sen ohella alkoi soveltava osuus lähtötilanteen kartoittamisella. Aluksi projektin tavoitteet esiteltiin työntekijöille ja niistä keskusteltiin. Prosessin vaiheista muodostettiin karkea kokonaiskuva, jonka pohjalta tehtiin tiedonkeruulomake. Sen avulla saatiin muodostettua kansainväliseen standardiin perustuva OEE-vesiputouskuvaaja, jonka avulla saatiin OEE:n lähtötaso ja pystyttiin havaitsemaan osa-alueet, joihin kannattaa pureutua tarkemmin. Lisäksi tehtiin tavoitevesiputouskuvaaja. Tavoitteet asetettiin toimenpiteiden suunnittelun jälkeen.

Projektin toimenpiteiden suunnitteluvaiheessa pohdittiin linjalla valettavien seosten sopivuutta samalla uunilla valettaviksi ja mietittiin useita vaihtoehtoisia tapoja tuotannon tekemiselle. Suurten pesuvalumäärien ja seosvaihtojen aiheuttamien laatuongelmien lisäksi toiminnan tehokkuus havaittiin heikoksi nykyisellä vuoromallilla ja tuotantomäärällä, eli yksi valu vuorossa. Sen vuoksi suunniteltiin myös vaihtoehtoisia vuorojärjes-

telmiä, joita vertailtiin nykytilaan ja tavoitteisiin, sekä tarvittaviin tuotantomääriin. Vaihtoehtoisin tuotantotapoihin liittyen laskettiin myös suuntaa antava laskuharjoitus valulinjan vieressä olevan seoslankalinjan uunin käyttöönottamisen vaatimista investointi kustannuksista. Näiden ohella keskityttiin työntekijöiden kanssa linjan saantoon vaikuttaviin tekijöihin ja ongelmiin. Niihin liittyen pidettiin useita work shop –tyylisiä palaveriteita, sekä yksi erillinen koulutuspäivä, joissa käytettiin ongelmanratkaisumenetelmiä apuna ongelmien luokittelemiseksi ja juurisyiden löytämiseksi. Suuri osa prosessiin liittyvistä ongelmista tai kehitysideoista saatiin suoraan linjalta, kun työn tekoon tutustuttiin ja sitä seurattiin paikan päällä.

Linjalle tehtiin SMED-videokuvaus (Single-Minute Exchange of Dies) ennen projektin toimeenpanovaihetta. Sen tarkoituksena oli asetuksiin kuluvan ajan lyhentämisen lisäksi varmentaa suunnitteluvaiheessa tehtyjen vuorojärjestelmävaihtoehtojen toimivuus. Kuvaus tehtiin valamisen valmisteluista aamulla aina valun jälkeisten toimenpiteiden lopettamiseen asti niin, että seuraavan valun valmistelu oli mahdollista. Näin saatiin melko tarkka kuva työvaiheiden kestoista ja valusyklin pituudesta. Videon avulla tehtiin myös spagettikaavio, jolla havainnollistettiin työvaiheiden välistä kulkemista. Niiden perusteella tehtiin asetuksia tukevia 5s toimenpiteitä, joilla lyhennettiin välimatkoja asetuksen sisällä. Tämä vaati myös asetuksissa tarvittavien tarvikkeiden valmistelua etukäteen, sekä sijoittamista työpisteen lähelle.

Kunnossapidon osalta tarkasteltiin yhdessä työntekijöiden kanssa kaikki linjalla olevat viat ja toiminnalliset ja turvallisuuteen vaikuttavat riskit. Linjalla ei ole olemassa enakkohuoltosuunnitelmaa, joten listattujen asioiden kuntoon saattamisesta päätettiin aloittaa. Kaikki kunnossapidolliset korjattavissa olevat viat laitettiin Arrow –työnumeroille. Tavoitteena oli myös käyttäjäkunnossapito kierrosten aloittaminen, jotta yhteistyö kunnossapidon kanssa saadaan systemaattisesti käyntiin. Aluksi listatut ongelmat päätettiin laittaa ensin kuntoon ennen, kuin on edellytyksiä käyttäjäkunnossapidon aloittamiseen. Tämän työn loppuvaiheessa suunniteltiin linjalle kunnossapitokierros ja tehtiin ohjeistus valmiiksi. Käyttäjäkunnossapitoa ei ehditty vielä aloittaa, mutta se on ensimmäinen askel kohti TPM:n (Total Productive Maintenance) mukaista toimintaa, jolla vikoja ja suunnittelemattomia pysähdyksiä voidaan ehkäistä.

Työn tarkoituksena on OEE-tason nosto, jotta prosessi saadaan tehokkaammaksi ja tuotavammaksi. Lähtökohtaisesti suurin ongelma projektin alussa oli valujen heikko saanto (50 %), jonka juurisyitä haettiin. Siitä on seurannut myös heikko toimitusvarmuus loppuasiakkaalle, joka johtuu osaksi myös vetäjästä. Tehdyillä ratkaisulla pyrittiin tukemaan työtapojen ja prosessin vakiointia sekä saamaan toimintaa tehokkaammaksi ja tuottavammaksi. Saantoa nostamalla vapautettaisiin paljon kapasiteettia kannattaville tuotteille.

1.4 Työn rakenne

Tutkimus koostuu kahdeksasta luvusta. Niissä esitellään tutkimuksen aikana kerättyä tietoa ja sen analysointia sekä tehtyjä ratkaisuja ja toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi. Ensimmäisessä luvussa esitellään yritys johon tutkimus tehtiin, kerrotaan työn taustaa sekä selvitetään sen rajausta ja tavoitteita. Lisäksi paljastetaan miten tutkimus suoritettiin. Kolme seuraavaa lukua (Luvut 2-4) muodostavat työn teoreettisen taustan, johon soveltava osuus tukeutuu.

Soveltavassa osuudessa luvussa viisi kuvataan prosessi ja sen nykytila sekä selvitetään OEE-lähtötaso. Luvussa kuusi luokitellaan ja analysoidaan linjan ongelmia ja etsitään niiden juurisyitä. Lisäksi pohditaan toiminnan tehokkuutta ja esitellään suuntaa antava laskuharjoitus vaihtoehdoisen tuotantomallin vaatiman investoinnin kannattavuudelle ja sen edellyttämille tuotantomäärille.

Luvussa seitsemän tarkastellaan työn aikana tehdyt toimenpiteet ja vaihtoehdot, sekä niillä saavutettavissa olevat tulokset. Näiden tueksi esitetään myös jatkokehitystoimenpiteitä. Viimeisessä luvussa vedetään koko paketti yhteen ja arvioidaan mitä saatiin aikaiseksi. Seurantajakso jäi kovin lyhyeksi uusitun uunivuorauksen rikkoontumisen vuoksi heti alkuvuodesta.

I Työn taustalla oleva teoria

2. Lean

2.1 Toyotan perheen vaikutus Toyotan tapaan

Toyotan juuret ovat kasvaneet käsin tehtävästä kehruu ja kudontatyöstä, josta Sakichi Toyoda kehitti ensimmäisen koneistetun kutomakoneen. Hän ratkaisi yrityksen ja erehdyksen kautta höyrykoneen käyttämiseen kudontakoneen voimanlähteenä liittyvät ongelmat. Tuosta toimintatavasta tuli osa Toyotan toimintatavan perustaa. Sakichin jättämä sormenjälki Toyotan tuotantojärjestelmään oli *jidoka*, toinen tuotanto-järjestelmän peruspilareista. Laajemmaksi järjestelmäksi kehittynyt keksintö sai alkunsa Sakichin kehittämästä automaattisesta langankatkaisusta kutomakoneen pysähtyessä. *Jidokan* perusajatuksena on operaatioiden ja välineiden suunnitteleminen niin, että työntekijät eivät ole sidottuja koneisiin. Tällöin he voivat samalla suorittaa muuta lisäarvoa tuottavaa työtä. Hän perusti vuonna 1926 Toyota Automatic Loom Works -yhtiön, joka on nykyisen Toyota Groupin emoyhtiö. Toyota Group on edelleen keskeisessä roolissa Toyotan monialayhtiössä. (Liker, 2004)

Sakichi Toyoda huomasi kutomakoneiden olevan jossain vaiheessa eilispäivän teknologiaa ja antoi pojalleen Kiichirolle tehtäväksi autoyhtiön perustamisen. Kiichiro opiskeli konetekniikan insinööriksi keskittyen moottoritekologiaan. Hän perusti isänsä filosofian ja johtamistavan pohjalta Toyota Motor Companyn, mutta lisäsi siihen omat innovaationsa. Nämä saivat alkunsa hänen vierailtuaan Fordin autotehtaissa Michiganissa. Sieltä hän sai kokemusta amerikkalaisesta supermarket -järjestelmästä. Hyllyissä olleet tavarat korvattiin juuri ajallaan menekin mukaan. Hänen visionsa *kanban*-järjestelmästä muodostui juuri supermarket-järjestelmän pohjalta. Autoyhtiön kehittämisen aikaan käytiin toinen maailmansota, joka vaikeutti yhtiön taloustilannetta entisestään. Säästötoimenpiteisiin ja karsimiseen joutuneen yhtiön henkilöstön tyytymättömyys kasvoi. Lopulta Kiichiro jätti toimitusjohtajan tehtävänsä, vaikka ei ollut mitenkään syypää valitsevaan tilanteeseen. Tästä on jäänyt Toyotan filosofiaan pysyvä jälki ajattelemisesta henkilökohtaisien ongelmien sijaan yhtiön etua pitkällä tähtäimellä ja ongelmista vastuun ottamisesta. (Liker, 2004; Burton & Boeder, 2003)

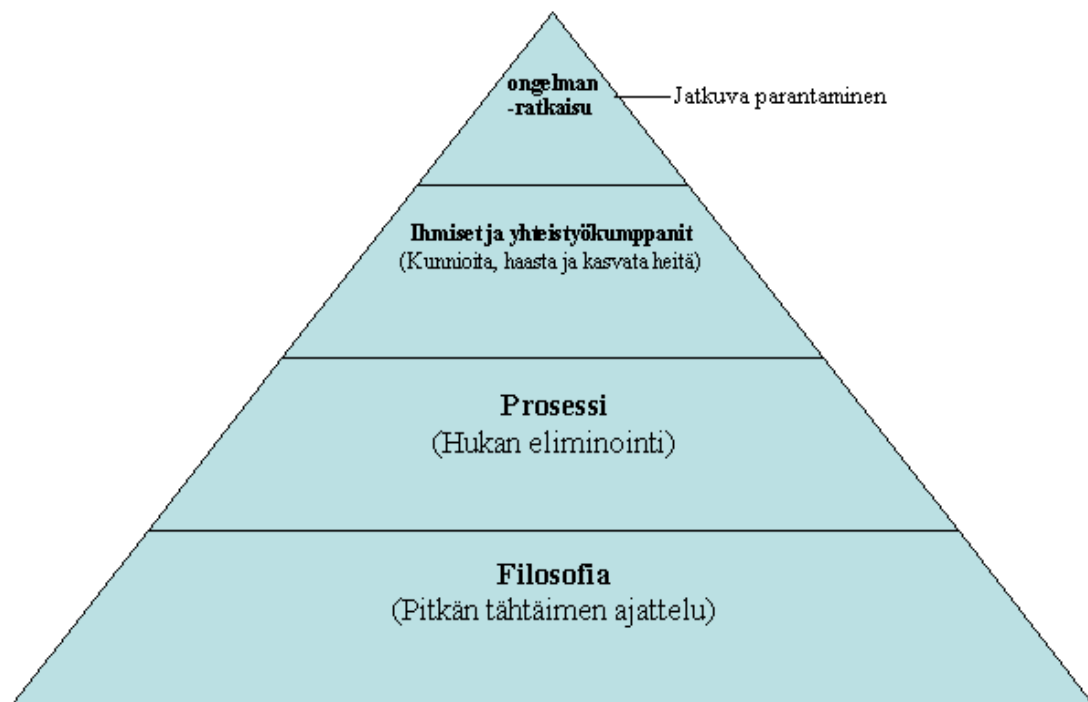
Yhtiön muotoutuneiden arvojen mukaisesti Kiichiron serkku Eiji Toyoda, joka otti Kiichiron jälkeen toimitusjohtajan paikan, teki myös likaisen työn ennen kuin pääsi johtajaksi. Valmistuttuaan konetekniikan insinööriksi hän tutustui aluksi työstökoneisiin ja tarkasti viallisia autoja. Hän otti selvää yhtiöistä, jotka voisivat valmistaa auton osia Toyotalle. Kypsyttyään johtajaksi, opittuaan itse tekemisen ja ongelmien ratkaisemisen kulttuurin, Eijistä tuli Toyota Motor Manufacturingin toimitusjohtaja. Eiji sai toimia toimitus- ja puheenjohtajana yhtiön vireimmän kasvun aikana sodan jälkeen sen kasvaessa maailmanlaajuisesti voimatekijäksi. Hän oli avainasemassa niiden johtajien valinnassa, joilla oli suuri vaikutus Toyotan tuotantojärjestelmän kehityksessä. (Liker, 2004)

Vielä nykyäänkin Toyota pyrkii opettamaan ja lujittamaan arvojärjestelmäänsä nykyisille johtajilleen, jotka eivät ole kokeneet yhtiön kasvukipuja. Kasvukivut saivat aikanaan

yrityksen perustajat likaamaan kätensä, innovoimaan ja perehtymään syvällisesti ongelmiin tosiasioiden pohjalta. Alun perin Toyotan perheen toiminnasta muodostuneet arvot ja ajattelutavat ovat kehittyneet nykyiseksi Toyotan tavaksi, joka on levinnyt japanilaisten johtajien keskuudessa Toyotan yhteistyökumppaneihin ympäri maailmaa. (Liker, 2004)

2.1.1 Toyotan tavan periaatteet

Jeffrey K. Liker (2004) muodosti 20 vuoden tutkimustensa perusteella 14 periaatetta, jotka hänen mukaansa muodostavat Toyotan tavan. Nämä periaatteet ovat myös Toyotan tuotantojärjestelmän perusta, jota harjoitetaan Toyotan autotehtailla ympäri maailman. Selkeyttääkseen asioita hän jakoi periaatteet neljään luokkaan (kuva 3.1): filosofia, prosessi, ihmiset ja yhteistyökumppanit ja ongelmanratkaisu.



Kuva 2.1. Toyotan tavan neljä periaateluokkaa. (Liker, 2004)

Kuvassa 3.1. kolmion pohjalla perustana on *filosofia*, pitkän tähtäimen ajattelu. Sen perusajatuksena on toimia pitkällä aikavälillä niin, että yhtiö pystyy pysymään vahvana ja kasvamaan. Toyotalla liiketoiminnallisena lähtökohtana on tuottaa arvoa asiakkaalle, yhteiskunnalle ja taloudelle. Moniin muihin yrityksiin verrattuna Toyotalla on vahvempi tunne kutsumuksesta ja sitoutumisesta asiakkaisiin, työntekijöihin ja yhteiskuntaan, joka on kaikkien muiden periaatteiden perusta. Lyhyen tähtäimen voittojen sijasta Toyotalla tehdään pitkän tähtäimen päätöksiä joskus myös lyhyen tähtäimien taloudellisten tavoitteiden kustannuksella. (Liker, 2004)

Pitkän tähtäimen ajattelun päälle kuvassa 3.1. rakentuu toinen periaateluokka, *prosessi*. Sen pääajatuksena on hukan poistaminen tuomalla ongelmia esiin. Sen pohjana toimii lean-ajattelussa virtauksen luominen (engl. flow). Raaka-aineista valmiisiin hyödykkeisiin kuluvan ajan lyhentäminen johtaa lean-ajattelun mukaan parhaaseen laatuun, pienimpiin kustannuksiin ja lyhyimpään toimitusaikaan. Pyrkimys jatkuvaan virtaukseen ja

siten varastojen alentamiseen tuo prosessin tehottomuudet ja ongelmat esiin. Näin se myös pakottaa ratkaisemaan olemassa olevia ongelmia ja ottamaan käyttöön lean-työkaluja ja filosofioita. Hukkien poistaminen prosessista ja koko arvovirrasta antaa lisää aikaa arvoa tuottavan työn tekoon. Tuotannon tasapainottaminen on tärkeä osa virtauksen hallinnassa ja suunnitelmallisuudessa. Imuohjauksella taas pystytään välttämään prosessin ylituotantoa. Toyotan periaatteiden mukaan prosessiin pitää luoda kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmia ennen kuin vikat pääsevät etenemään pidemmälle prosessissa. Tästä on muodostunut sisäänrakennetun laadun käsite. Prosessin ja työtapojen vakiointi muodostavat jatkuvan parantamisen ja laadun perustan. Ilman prosessin vakiointia jokainen parannus on vain yksi muunnos, jota käytetään satunnaisesti. Laadun tarkastelussa lähtökohtana voidaan pitää vikojen ilmennyttyä noudatettiin vakioitua työtappaa. Tällöin poikkeamien etsiminen on mahdollista systemaattisesti. Standardia pitää muuttaa mikäli vika on ilmennyt vakioitun työtavan noudattamisesta huolimatta. (Liker, 2004)

Kolmantena Likerin periaateluokissa on *ihmiset ja yhteistyökumppanit*. Toyota panostaa työntekijöihinsä jo heidän valintavaiheessaan. He valitsevat vain parhaat ja kouluttavat sekä sitouttavat työntekijöitä noudattamaan Toyotan tuotantojärjestelmää ja periaatteita. Erityisesti Toyota panostaa hyvien johtajien kasvattamiseen, jotka ymmärtävät työnsä perusteellisesti ja opettavat sitä muille. Toyotan oman toiminnan ja filosofian noudattaminen heijastuu myös yhteistyökumppaneihin ja alihankkijoihin. He haluavat alihankkijoidensa ja yhteistyökumppaniensa toimivan samalla tasolla ja samojen periaatteiden mukaan. Toyota on kuitenkin valmis auttamaan ja kouluttamaan heitä tavoitteiden saavuttamiseksi ja siten sitouttavat heitä omaan toimintaansa. Sen vuoksi Toyota ei vaihda alihankkijoitaan kovin heppoisin perustein, vaikka saisi jonkun osan muualta halvemmalla, vaan tarjoavat heille haasteita ja auttavat heitä kehittymään pitkän tähtäimen molemminpuolisen hyödyn saamiseksi. (Liker, 2004)

Ylimpänä kuvan 2.1 periaateluokkien kolmioissa on *ongelmanratkaisu*. Se luo perustan jatkuvalle parantamiselle ja on yksi lean-toiminnan peruseriaateista. Toyotalla peruslähtökohta ryhdyttäessä ratkaisemaan ongelmaa on meneminen itse paikalle, jotta todella ymmärtää ongelman. Taulukoista ja numeroista voidaan tarkastella lopputuloksia, mutta ne eivät paljasta päivittäin noudatettavan prosessin yksityiskohtia, joilla saattaa olla vaikutusta ongelmaan. Toyotan tavan mukaista ongelmanratkaisu- ja päätöksentekoprosesseissa on perusteellinen selvittely ja harkinta. Ratkaisuihin ja päätöksen tekoon käytetään runsaasti aikaa, jotta voidaan olla varmoja sen oikeellisuudesta. Toyotalla johdolle tärkein on päätöksien perusteet, ei niinkään laatu. Johto antaa anteeksi päätöksen, joka on tehty oikealla prosessilla, vaikka se ei toimitakaan odotetulla tavalla. Päätöksen teon jälkeen sitä vastoin ratkaisut toimeenpannaan nopeasti. Ongelmia ratkaistessa Toyotalla on keskeistä juurisyiden selvittäminen jatkuvan parantamisen periaatteissa. Työkaluina niiden selvittämiseen he käyttävät systemaattisia ongelmanratkaisumenetelmiä, kuten viiden miksi-kysymyksen analyysi tai syy-seurauskaavio vastatoimenpiteiden löytämiseksi. (Liker, 2004)

2.2 Hukkien eliminointi lean-toiminnan ydin

Sovellettaessa Toyotan tuotantojärjestelmää tutkitaan valmistusprosessia aina asiakkaan näkökulmasta. Mietitään mitä sisäinen tai ulkoinen asiakas haluaa prosessista. Perusajatuksena on määrittää valmistusprosessin arvoa tuottavat vaiheet ja poistaa arvoa tuotta-

mattomat hukat (engl. waste). Tämä voidaan soveltaa mihin tahansa prosessiin. Taulukossa 1. on esitelty Toyotan kahdeksan hukkaa.

Taulukko 1. Toyotan kahdeksan hukkaa. (Moisio, 2006).

1.	Ylituotanto
2.	Odottaminen
3.	Kuljetukset, siirrot
4.	Yliprosessointi tai väärä prosessointi
5.	Ylisuuret varastot
6.	Turhat liikkeet, askeleet, haut
7.	Virheet
8.	Henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys

Toyotan johtaja Taiichi Ohno piti ylituotantoa tärkeimpänä hukkana, koska se aiheuttaa suurimman osan muusta tuhlauksesta. Ylituotanto aiheuttaa aina varastoja. Suuret puskurit prosessien välillä johtavat muuhun epäoptimaaliseen toimintaan. Seurauksena voi olla heikentynyt motivaatio toimintojen jatkuvasti parantamiseksi tai laatuongelmien esilletulo paljon myöhempään verrattuna yksiosaiseen ideaalivirtaukseen, sekä ylimääräiset kuljetus- ja palkkakustannukset. (Liker, 2004, s. 28-29) Ylituotantoa voi olla tilaukseen nähden liian suuren määrän valmistaminen, mutta myös ajallisesti ennen toimituspäivää liian aikaisin valmistaminen. Tämä aiheuttaa turhaa varastointia. Yksi Toyotan tuotantojärjestelmän kulmakivistä on laadukkaan tuotteen valmistaminen oikealla määrällä juuri oikeaan aikaan (engl. Just In Time). (Shingo, 1984)

Tuotannossa turhat liikkeet ovat tyypillinen hukka. Työntekijää saattaa pitää kiireisenä kaukaa haettava tai hukassa oleva työkalu. Tämän tyyppistä turhaa työtä voidaan välttää pitämällä työkalut järjestyksessä lähellä työpistettä (Suzaki, 1987). Turhaa liikettä voi olla työntekijän liikkumisen lisäksi turha materiaalin liikuttelu. Sitä aiheuttavat suuret väli- ja puskurivarastot yhdessä huonon tuotantotilan layoutin kanssa, sekä suuret eräkoot tilauksissa ja toimituksissa. (Moisio, 2009)

Viallisten tuotteiden valmistaminen aiheuttaa hukkaa niihin tehdyllä arvoa lisäävällä työllä, sekä materiaalihukkana. Myös viallisten tuotteiden jatkokäsittely ja uudelleen-työstäminen ovat hukkaa ja lisäävät kustannuksia. Jos virheellinen tuote pääsee asiakkaalle asti voi se aiheuttaa ylimääräisten kuljetus ja korvauskustannusten lisäksi jopa markkina-osuuksien menettämistä (Suzaki, 1987). Virheet aiheuttavat turhia kokouksia ja niiden syiden tutkimustehtäviä, jotka ovat organisaatiossa hukkaa. Virheet aiheutuvat usein heikon prosessin dokumentoinnin takia, jolloin työohjeistukseen ei ole selkeä, tai toimitaan ohjeiden vastaisesti. (Moisio, 2009) Japanilaisista yrityksistä voi olla ongelmia löytää tuotteiden uudelleen-työstämistä, joka on yleisempää länsimaisissa tuotantolaitoksissa. Japanilaisissa tuotantolaitoksissa tuotantoa hidastetaan tai pysäytetään ja annetaan työntekijöille mahdollisuus korjata virheet tai ratkaista niihin johtaneet ongelmat. (Schonberger, 1982)

Kahdeksantena hukkana on henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättä jättäminen. Tällöin hukkaan voi mennä aikaa, hyviä ideoita, parannuksia ja oppimismahdollisuuksia,

kun työntekijöitä ei kuunnella tai sitouteta. Resurssien käyttämättä jättämiseen vaikuttaa myös työn tasapainottaminen ja suunnittelu. (Liker, 2004)

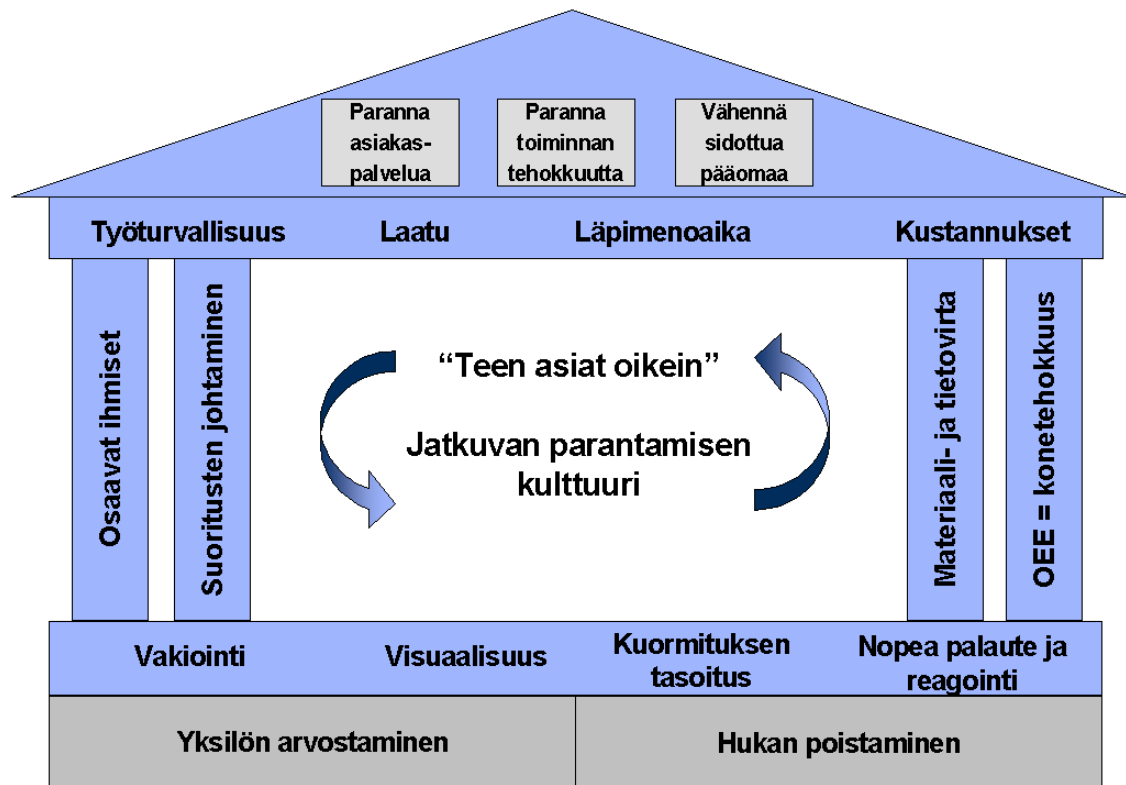
2.3 Leanin soveltamisen haasteet yrityksessä

Toyotan tuotantojärjestelmä, TPS (engl. Toyota Production System) on ansainnut suuren mielenkiinnon muilta yrityksiltä ainutlaatuisuudellaan ja jatkuvalla menestyksellään. Tuotantojärjestelmän lähestymistapa valmistukseen on perusta lean-tuotantoliikkeelle, joka on hallinnut teollisen valmistuksen trendejä jo yli kymmenen vuotta. TPS on vaikuttanut Toyotassa jo yli 40 vuotta, joten on selvää, että sen tuotantotapojen omaksuminen ja käyttöönotto vaatii muilta aikaa ja sitoutumista. (Liker, 2004, s. 10-13). Toyotan mukaista systeemiä kehitettäessä on ensin oltava täysi ymmärrys Toyotan tavan perusteista, jotta hyödyt saavutettaisiin. (Shingo, 1984).

Jeffrey K. Liker pitää kirjassaan (Toyotan tapaan, 2004, s. 10-13), yritysten suurimpana ongelmana leania sovellettaessa kokonaisuuden ymmärtämättömyyttä. Yritykset omaksuvat lean-työkaluja, mutta eivät osaa käyttää niitä yhdessä kokonaisuutena. Käyttöön valitaan usein muutama työkalu teknisen järjestelmän luomiseksi, mutta samalla ei ymmärretä jatkuvan parantamisen kulttuuria, jota Toyotan tavan ylläpitäminen vaatii. Useimmat yritykset soveltavat leania vain prosessitasolla ja unohtavat samalla muut taot. Yritykset pitävät käyttämäänsä lean-työkalujen joukkoa syvällisenä lean-ajatteluna, mutta Toyotan tapaan pohjautuvaan lean-ajatteluun liittyy syvempi ja laajempi kulttuurimuutos. ”Projektin tai parin aloittaminen on kuitenkin oikea tapa aloittaa”, hän kirjoittaa (Liker, 2004). Suurimmat riskit leanin käyttöönotossa eivät ole sen työkaluissa, vaan kyse on strategiasta, työntekijöiden sijoittelusta ja toimeenpanosta, jotka kuuluvat johtamisen kenttään. Menestyksestä 80 % on johtamista ja 20 % työkaluja. (Burton & Boeder, 2003, s.12-14)

Lean-tuotannon soveltamista aloitettaessa haasteena on saada kaikki työntekijät ja toimihenkilöt ymmärtämään TPS:n taustalla olevat ajatustavat. Se vaatii suurta motivaatiota ja sitoutumista yhteiseen toimintaan uusien asioiden sisäistämiseksi. Toyotan tapa tarkoittaa suurempaa riippuvuutta ihmisestä, eikä toisin päin. Se vaatii ihmisten sitoutumista jatkuvaan parantamiseen ja ongelmanratkaisuun aina johdosta lattiatason työntekijöihin asti. Toiminnan ylläpito on vaikeinta. Se vaatii sitoutuneen johdon, asianmukaisen koulutuksen ja kulttuurin yhdistelmää, joka tekee ylläpidon kehittämisestä totunaisen tavan organisaatioissa. (Liker, 2004, s. 10-13). Liian usein yrityksissä haetaan vain nopeita voittoja, eikä panosteta pitkällä tähtäimellä lyhyenkin tähtäimen kustannuksella. Vaarana on kaatua myös skeptiseen ajattelukulttuuriin koskien uusia kehitys-ohjelmia ja projekteja, joiden tuloksia jatkuvasti kyseenalaistetaan. (Burton & Boeder, 2003, s.12-14)

2.4 Luvatan tuotantojärjestelmä



Kuva 2.2. Luvatan tuotantojärjestelmän periaatteet. (Juhela, 2008)

Luvatan tuotantojärjestelmässä kaikki tähtää tuotantotehokkuuden lisäämiseen, asiakkaan tuotteiden parantamiseen ja kiinni olevan pääoman vähentämiseen. LPS:n lähtökohtana on lean –ajattelu, mutta Luvata on muokannut sen periaatteet omien arvojen ja strategiansa mukaiseksi. (Sheppard, 2008) Tuotantojärjestelmää ja sen periaatteita kuvataan talona (kuva 3.2). Talon rakenteiden tulee olla vahvoja ja tasapainossa, jotta katolla olevat kolme päätavoitetta saavutetaan.

LPS:n perustana on yksilön arvostaminen ja hukan poistaminen. Motivoituneet ja osaavat ihmiset tehtävissään ovat peruslähtökohtana tuotantojärjestelmässä yhteisen vision kanssa hukkien poistamiseksi osana päivittäistä toimintaa. (Sheppard, 2008) Talon lattia muodostuu vakioinnista, visuaalisesta ohjauksesta, tasaisesta kuormituksesta sekä nopeasta reagoinnista. Vaihtelua minimoidaan vakioimalla työtehtävät ja käytännöt. Työympäristö visualisoidaan poikkeamien havaitsemiseksi, jolloin nopealla reagoinnilla pystytään korjaamaan poikkeamat tehokkaasti. (Du, 2007)

LPS-tehdasopas ohjaa toimintaa siten, että Luvata voi pitää itseään lean –filosofian noudattajana. Tehdasoppaan keskeisiä painopistealueita ovat talon pilarit; materiaalivirta, toiminnan tehokkuus, suorituskyvyn mittaaminen ja työntekijät. Suorituskykyä mitataan tehdasarviointimallin avulla. LPS muuttaa kolme olennaista elementtiä neljäksi kriittiseksi komponentiksi. Toimintajärjestelmän avulla materiaalivirrasta kehitetään järjestelmä, jonka läpi informaatio ja materiaalit virtaavat mahdollisimman helposti. Lisäksi kehitetään koneiden kokonaiskonetehtävyys. Johtamisjärjestelmän avulla taas muodostetaan organisaatio, joka tukee uutta toimintajärjestelmää ja mahdollistaa jatkuvan

parantamisen. Ihmisten käyttäytymismalleihin pyritään vaikuttamaan siten, että he uskovat jatkuvaan parantamiseen omassa työssään. Nämä neljä kriittistä komponenttia muodostavat talon pilarit ja muodostavat myös LPS –projektien osa-alueet. (Comerford, 2006)

Katto kuvaa yleisiä päätöksiä ohjaavia periaatteita. Kaikissa päätöksissä tulee huomioida turvallisuus, laatu, läpäisy aika sekä kustannukset. Edellä mainituin periaatein saavutetaan parempi asiakastytyväisyys, parannetaan toiminnan tehokkuutta ja vähennetään sidottua pääomaa. (Du, 2007)

2.4.1 LPS –projekti

Tuotantojärjestelmän käyttöönotto on haastava tehtävä Luvata Oy:n kokoisessa organisaatiossa. Luvata käyttää tuotantojärjestelmän implementointiin vakioitua mallia, joka jakautuu ajallisesti viiteen osaan. Muutos käynnistetään 16 viikkoa kestäväällä LPS-projektilla yksiköittäin johdon asettamien prioriteettien mukaisessa järjestyksessä. Jokainen tehdas ja yksikkö on erilainen. LPS-projektit noudattavat kuitenkin sisällöltään aina samaa kaavaa. Prosessi sisältää neljä pääosa- aluetta: materiaali- ja tietovirrat, koneiden kokonaiskonetehokkuus, suoritusjohtaminen, ja ihmisten kehittäminen. Projektin tarkoitus on antaa tärkeimmät työkalut tuotannolle ja alkusysäys tuotantojärjestelmän ja uusien periaatteiden käyttöönotolle. (Juhela, 2008; Sheppard, 2008)

LPS-muutoksen valmisteluvaiheessa määritetään projektin kohde ja koulutetaan esimiehet projektia varten. Itse projektiryhmän muodostamiseen tulee antaa riittävät resurssit. Vastuualueiden jakaminen osaamisen kannalta oikeille henkilöille on tärkeää projektin sujuvuuden kannalta. Työntekijöille pidetään esittelytilaisuus projektista ja sen tarkoituksesta. (Sheppard, 2008)

Kaksi viikkoa kestävässä diagnosointivaiheessa selvitetään materiaalien ja tuotteiden virtaus ja pullonkaulakoneet tuotannossa. Lisäksi kartoitetaan tuotannossa käytössä olevat mittarit ja hahmotetaan prosessin suorituskykyä sekä selvitetään työntekijöiden osaamisalueita ja kehitystarpeita. Tämän jälkeen on viikon mittainen suunnitteluvaihe. Siinä määritetään uudet materiaali- ja tuotevirrat, sekä lasketaan tiedonkeruun perusteella kokonaiskonetehokkuuden kehityspotentiaali. Tämän perusteella asetetaan tavoitteet tehokkuuden nostolle, jotka halutaan projektin kuluessa saavuttaa. Lisäksi selvitetään keinot miten tavoite on saavutettavissa. Tavoitteille luodaan tunnusluvut ja taulut niiden toteutumisen seuraamista varten (KPI, Key Performance Indicator) ja tehdään suunnitelma työntekijöiden kouluttamisesta. (Juhela, 2008; Sheppard, 2008)

Käyttöönottovaiheessa materiaali- ja tuotevirtojen kehittäminen on käytännössä ylimääräisten varastojen ja materiaalin poistamista ja varastopaikkojen uudelleen-suunnittelua. Työntekijät opetetaan päivittäiseen palaverikäytäntöön ja ongelmanratkaisu kohdistetaan prosessin kriittisille osa-alueille. Käyttöönottovaihe on kestoaltaan 12 viikkoa, jonka jälkeen on viikon seurantavaihe. Seurantavaiheen tarkoituksena on korjata havaitut puutteet ja laatia suunnitelmat jatkotoimenpiteitä varten. Kuvassa 2.3 on yhteenveto osa-alueiden tehtävistä eri vaiheissa.



Kuva 2.3. Tuotantojärjestelmän muutosprosessin käynnistys LPS-projektilla. (Juhela, 2008)

3. OEE kokonaiskonetehokkuus

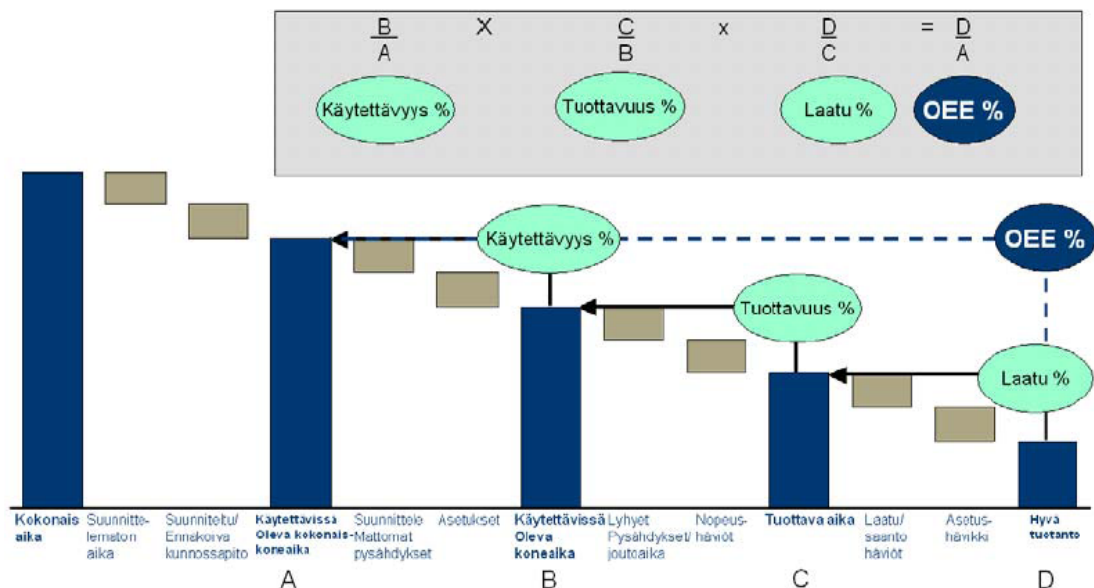
3.1 OEE-kokonaiskonetehokkuuden määrittäminen

Aloitettaessa määrittämään OEE:ia tuotannosta pitää ensin selvittää tietyt asiat, joiden perusteella OEE voidaan laskea. Määritetään kuinka monta laatuvaatimukset täyttävää tuotetta tehtiin ja siirrettiin seuraavalle vaiheelle ja kuinka paljon aikaa aikataulutettiin kyseisen tuotteen tuotantoon. Lisäksi pitää olla tiedossa tuotteen ideaalinen läpäisy aika. Näiden tietojen avulla voidaan määrittää OEE:n kolme perustekijää; käytettävyys, tuottavuus ja laatu. (Hansen, 2001)

OEE:n määrittämiseen tarvittavan tiedon keräämiseen käytetään monissa automatisoiduissa tuotantolaitoksissa tietokoneita, jotka keräävät tarvittavan informaation prosessista ja pystyvät suoraan laskemaan OEE:n tekijät ja itse OEE:n. Tiedonkeruu voidaan tehdä myös manuaalisesti. Apuna tiedonkeruuseen voi käyttää esimerkiksi koneen käyntiaikamittaria, tuotteen läpäisy aikamittaria tai muita vastaavia mittalaitteita, joista tiedot on helppo kerätä. OEE:n laskemiseksi kerätystä informaatiosta voidaan käyttää useampaa kaavaa. Kaikilla menetelmillä on kuitenkin päästävä samaan lopputulokseen. Menetelmästä riippumatta OEE:n ja sen häviöiden summan tulee olla 100 %. (Hansen, 2001)

Kuvassa 4.1 esitetään kansainväliseen OEE-standardiin perustuva vesiputousmalli, jolla OEE ja siihen vaikuttavat häviöt voidaan kuvata visuaalisesti. Ensimmäinen pylvä vvasemmalla kuvaa kokonaisaika (engl. Total Operating Time), jolla tarkoitetaan kalentariaikaa, kaikkia käytettävissä olevia tunteja jokaisena päivänä viikossa.

OEE Vesiputousmalli



Kuva 3.1 OEE:n määrittelmä. (Juhela, 2007)

Koneet eivät yleensä käy 24 h vuorokaudessa ympäri vuoden, vaan siihen aikaan mahtuu suunniteltuja lomia, koneiden ennakkohuoltoja ja mahdollisia vuorokäynnistä johtuvia katkoksia. Tällaiset suunnitellut katkokset koneen käyntiin luetaan suunnittelematomaksi ajaksi (engl. Not Scheduled Time tai Excluded Time), joka vähennetään kokonaiskalenteriajasta. (Hansen, 2001) Ennakoivan kunnossapidon sijoittaminen suunnittelematomaan aikaan ei tällöin vaikuta OEE:ta heikentävästi, jolloin sen tehokkuus jää huomiotta. Siirryttäessä esimerkiksi kaksivuorokäynnistä kolmeen vuoroon tulee ennakkohuolto vaikuttamaan OEE:ta heikentävästi. Siksi ennakkohuollon kuluttamaan aikaan tulee kiinnittää huomiota, vaikka se tehtäisiin suunnitellun käyntiajan ulkopuolella. (Koch, 2003) Suunnittelematomaan aikaan sijoitettujen tekijöiden kanssa on syytä olla varovainen, ettei sinne lasketa tiettyjä aikoja vain OEE:n laskemiseksi (The Productivity Development Team, 1999).

3.1.1 Käytettävyys

Kun kokonaisajasta vähennetään suunnittelematon aika ja suunniteltu ennakoiva kunnossapito, saadaan kokonaiskoneaika (engl. Loading Time, käytetään myös Scheduled Time tai Planned Production Time). Sillä tarkoitetaan aikaa, joka on suunniteltu tuotteiden valmistamiseen. Se sisältää kaikki tapahtumat, jotka vaaditaan tavaran toimittamiseen, kuten informaation haun, tuotantoon kuluneen ajan sekä suunnittelematomat pysähdykset (Hansen, 2001, s.27).

Kun kokonaiskoneajasta vähennetään suunnittelematomiin pysähdyksiin ja asetuksiin kulunut aika, saadaan käytettävissä oleva koneaika (engl. Operating Time, käytetään myös Runtime tai Uptime). (Hansen, 2001, s.27) Sillä tarkoitetaan aikaa, jolloin koneesta tulee tuotetta ulos välittämättä määrystä, nopeuden suuruudesta tai laadusta. Käytettävissä olevaa koneaikaa kuluttavia häviötä kutsutaan käytettävyyshäviöiksi (engl. Downtime Loss). Tällaisia käytettävyyshäviöitä ovat esimerkiksi konerikot, materiaalin tai työkalun puute ja hakeminen, työntekijävajaus sekä asetukset. (Koch, 2003)

Kuten kuvasta 3.1 nähdään, OEE:n osatekijä, käytettävyys saadaan laskettua käytettävissä olevan koneajan (pylväs B) ja kokonaiskoneajan (pylväs A) suhteena B/A (Running Time/Net Operating Time). Suhdeluku kertoo kuinka suuren osan käytettävissä olevasta ajasta kone on todellisuudessa käytettävissä. (The Productivity Development Team, 1999)

3.1.2 Tuottavuus

Tuottavuuden parametrit voidaan esittää aikojen tai määrien suhteena, mutta määrien suhde on suositeltava (Koch, 2003). Kuvassa 4.1 tuottavuus (engl. Productivity) on kuvattu tuottavan ajan ja käytettävissä olevan ajan suhteena C/B . Tuottava aika muodostuu, kun käytettävissä olevasta ajasta vähennetään lyhyet pysähdykset ja nopeushäviöt. Nämä vähentävät paitsi tuottavaa aikaa, niin samalla myös koneesta ulos tulevan tuotannon määrää. (The Productivity Development Team, 1999) Jotta koneen nopeushäviöt voidaan määrittää, täytyy ensin tietää koneen maksiminopeus (Koch, 2003). Koneen maksiminopeus voi olla tuotekohtainen, jolla pystytään valmistamaan vaatimusten mu-

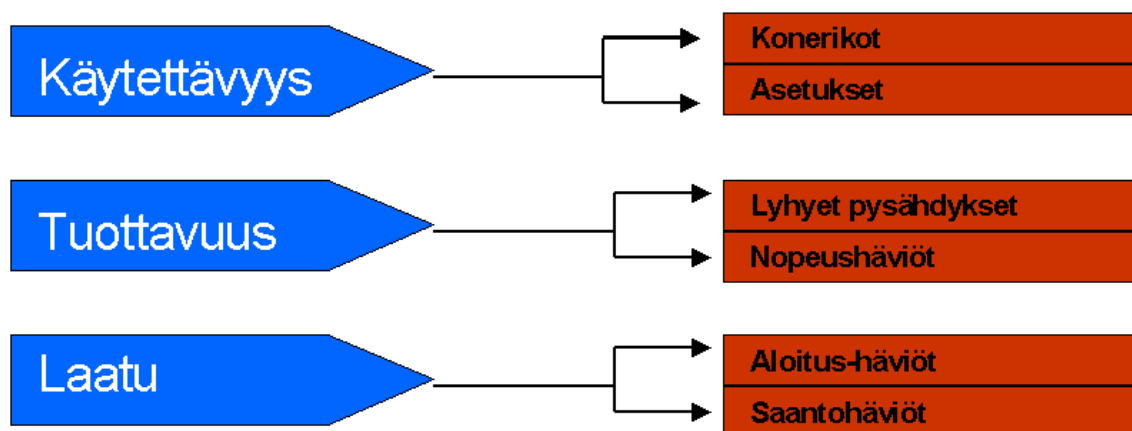
kaisia tuotteita. Mutta mikäli nopeutta joudutaan alentamaan tuotteen vaikean valmistettävyyden vuoksi, tulee nopeusero ottaa huomioon OEE:n häviönä. (Hansen, 2001.)

3.1.3 Laatu

Kolmantena tekijänä OEE:ta määritettäessä on laatu. Laadun tuottamisella tarkoitetaan tuotteen tekemistä kerralla vastaamaan kaikkia sille asetettuja laatuvaatimuksia (Koch, 2003). Kuvan 4.1 mukaan hyvän tuotannon osuus saadaan vähentämällä tuottavasta ajasta saanto- ja asetushäviöt. Laaduntuottokyky hyvän tuotannon ja tuottavan ajan suhteena D/C. Laaduntuottokyky voidaan määrittää myös hyvän tuotannon ja toteutuneen tuotannon suhteena. Laatuprosenttia voi parantaa nostamalla hyvän tuotannon määrää vähän, mutta tuotannon kokonaismäärä ei nouse merkittävästi ennen kuin parannetaan myös käytettävyyttä ja tuottavuutta. (The Productivity Development Team, 1999)

3.2 Tuotannon suurimmat hukat

Luvussa 3.1 käytyihin OEE:n osatekijöihin vaikuttaa kuusi hukkaa, six big losses, jotka heikentävät kokonaiskonetehokkuutta. Kuvan 3.2 mukaan käytettävyyttä heikentävät koneiden vikaantumiset ja asetukset. Tuottavuuteen vaikuttavat lyhyet pysähdykset ja nopeushäviöt, kun taas laatua heikentävät aloitus- ja saantohäviöt sekä uudelleen työstäminen.



Kuva 3.2. OEE:hen vaikuttavat kuusi standardihukkaa. (Luvata OEE-training document, 2008)

3.2.1 Konevikat ja asetukset syövät käytettävyyttä

Koneilla ja niiden monilla oheislaitteilla on paljon liikkuvia osia, jotka saattavat aiheuttaa huoltokatkoksen tuotantoon (engl. downtime loss). Tällöin koneet seisovat tuottamattomina kunnes vika on korjattu. Viat antavat kuitenkin usein merkkejä itsestään jo ennen kuin kone todellisuudessa hajoaa, jolloin kunnossapidolla on mahdollisuus palauttaa koneen heikentynyt toimintakyky ja estää vaurion syntyminen. (The Productivity Development Team, 1999; Järviö Jorma. 2004) Konevikat voidaan jakaa kahteen kategoriaan; toiminnan pysähtymiseen johtaviin konevikoihin ja toimintaa heikentäviin koneikkoihin (Nakajima, 1989).

Piilevät viat jäävät usein näkymättömiksi ja hoitamattomiksi. Ne aiheuttavat monia kone- ja laiterikkoja. Niiden paljastamisella ja korjaamisella piilevistä viosta aiheutuneet rikot voidaan vähentää nollaan. Piilevät viat ilmenevät niin usein, että ne vaikuttavat normaaleilta. Piilevien vikojen tiedostaminen on ensimmäinen ja vaikein askel vikaantumisen eliminoinnissa. Vikojen piilevyys voidaan jakaa fyysisesti ja psykologisesti piileviin vikoihin. (Järviö, 2004)

Fyysisen piilevyyden voi aiheuttaa (Järviö, 2004):

- Puutteellinen tarkastaminen ja rappeutumisen analysointi
- Huono layout –ratkaisu tai vaikeasti tarkastettava kokoonpano
- Pöly ja epäpuhtaudet

Psykologisen piilevyyden voi aiheuttaa (Järviö, 2004):

- Viat jätetään tietoisesti huomioimatta, vaikka olisivat näkyviäkin
- Aliarvioidaan ongelma
- Ongelma jätetään huomioimatta, vaikka konkreettiset oireet olisivat näkyviä.

Koneiden ja laitteiden heikosta kunnossapidosta aiheutuneet konerikot aiheuttavat suuren osan muista häviöistä. Ne aiheuttavat lisää asetuksia, lyhyitä pysähdyksiä ja nopeuden ja läpimenoajan heikentymistä, laatu- ja saantohäviöitä, sekä energian ja työvoiman menetyksiä. Näistä aiheutuneet kustannukset voivat nousta jopa 30...50 %:iin prosessin kustannuksista. (Nakajima, 1989)

Monet ajattelevat ettei koneiden ja laitteiden tarkastus kuulu työntekijän vastuulle. Usein ajatellaan, että kaikki koneet rikkoutuvat joskus tai kaikki viat saadaan korjattua. Sen vuoksi ei ole kovinkaan yllättävää, että vikaantumisia on vaikea eliminoida. Vikojen eliminointi vaatii ajatusmaailman muutosta siitä, mitä koneista ajatellaan ja miten niitä käytetään. (Nakajima, 1989)

Toinen käytettävyyshäviöitä aiheuttava hukka on asetukset. Käytettävyyttä heikentää aika, joka kuluu vaihdettaessa asetuksia siirryttäessä tuotteesta toiseen. Tähän aikaan sisältyy puhdistukset ja valmistelut, sekä usein myös turhaa juoksemista ja työkalujen etsimistä, joka pidentää asetusaikaa. Tuotteesta toiseen siirryttäessä asetuksiksi luetaan myös koneen säätämiseen kulunut aika. Tuotteen laatuun pääseminen voi vaatia useita testiajoja, jolloin itse tuotteen valmistukseen kulunut aika voi olla jopa lyhyempi. Säätämisen aikana muodostuu samalla laatuhäviöitä. Asetushäviöön laskettavat säädöt ovat yli kymmenen minuuttia ja alle kymmenen minuutin säädöt lasketaan lyhyiksi pysähdyksiksi. Mikäli asetusten kesto ei koskaan kiinnitetä huomiota, ei välttämättä myöskään tiedosteta asetuksiin liittyviä ongelmia. (The Productivity Development Team, 1996;1999)

Monet yritykset hakevat lisäkapasiteettia pelkästään sijoittamalla rahaa prosessiin. Ensin olisi kuitenkin parempi strategia käyttää kurin ja järjestyksen antamat mahdollisuudet parantaa OEE:ta käytössä olevilla resursseilla. (Hansen. 2001. s.56) Nopeammilla asetuksilla voidaan kasvattaa tuotantokapasiteettia lisäämättä työvoiman tai koneiden määrää (McIntosh, 2001, s.131). Asetusaikojen lyhentämisen tarkoitus ei ole tehdä asi-

oita pelkästään nopeammin, vaan järkevämmiin ja turvallisemmin, tavalla joka vähentää rasittavuutta ja loukkaantumisten riskiä (The Productivity Development Team, 1996).

3.2.2 Lyhyet pysähdykset ja nopeushäviöt heikentävät tuottavuutta

Sekavat ja epätäydelliset olosuhteet aiheuttavat piileviä vikoja. Jos konetta joudutaan ajamaan alle sille määritettyä standardinopeutta, saattaa syynä olla yksi tai useampi piilevä syy vakioimattomissa olosuhteissa. Jokaiselle koneen osalle tulisi asettaa vakioidut käyttö- ja kuormitusolosuhteet nopeushäviöiden ja pysähdysten eliminoimiseksi. Jos koneen ongelmia käsitellään huomioimatta sen käyttöön liittyviä standardeja, tuotantolosuhteet eivät ole vakaat ja ongelmat tulevat jatkumaan. (Nakajima, 1989).

Koneita käytetään monesti suunniteltua käyntinopeutta hitaammin. Yksi syy tähän voi olla epätasainen laatu suunniteltua nopeutta käytettäessä. Toisinaan taas ei ymmärretä, että kone on suunniteltu käytettäväksi korkeammalla nopeudella. (The Productivity Development Team, 1999)

Lyhyet pysähdykset ovat tapahtumia, jotka pysäyttävät tuotannon, mutta eivät kuitenkaan hajota konetta. Niitä esiintyy usein automatisoiduilla linjoilla. Lyhyitä pysähdyksiä saattaa esiintyä niillä niin usein, että niiden käyttö on mahdotonta ilman työntekijän ohjausta. Lyhyet pysähdykset eivät ole välttämättä yksittäin niin merkittäviä ajan suhteen, mutta niistä menetettyä tuotantoa seurataan. (The Productivity Development Team, 1999)

3.2.3 Aloitus- ja saantohäviöt

Monissa koneissa laatuun pääseminen ottaa aikaa käynnistyksessä, kunnes saavutetaan oikeat käyntiolosuhteet. Tällöin tuotteet, jotka eivät täytä kaikkia niille asetettuja laatuvaatimuksia ovat materiaalihukkaa. Vaikka tuote pystyttäisiin prosessoimaan uudelleen on sen toiseen kertaan prosessoiminen hukkaa. Saantohäviöitä mitataan ulostulevien tuoteyksiköiden ja todellisten laadukkaiden tuoteyksiköiden suhteena. Kova työtahti ja ahkeruus ovat huonoja syitä virheellisten tuotteiden valmistamiseen. Vaikka virheellisiä tuotteita olisi vain yksi prosentti, se on silti hukkaa. Lisäksi aika joka käytetään niiden korjaamiseen on luetaan hukaksi. (The Productivity Development Team. 1999;1997b)

3.3 OEE:n mittaamisen potentiaali

Yritykset käyttävät koneita lisäämään arvoa materiaaleihin tehdäkseen niistä asiakkaan haluamia tuotteita. Lisätäkseen arvoa tuotteisiin tehokkaasti, koneiden tulee käydä tehokkaasti tuottaen mahdollisimman paljon laadukkaita tuotteita suhteessa käytettyyn raaka-aineeseen. OEE –kokonaiskonetehokkuus on TPM:ssä käytetty mittari kuvaamaan, miten tehokkaasti koneet käyvät. Mitattaessa OEE:ta tarkastellaan laitteen tai prosessin toiminnan tehokkuutta, ei työntekijöiden. (The Productivity Development Team, 1999)

Useimmat koneet eivät pysty käymään ideaalisella tavalla tehdessään tuotteita. Ne eivät pysty käymään jatkuvasti ilman pysähdyksiä maksiminopeudella valmistamatta virheelisiä tuotteita. Ongelmat ovat tyypillisiä hukkia, jotka heikentävät koneen kokonaistehokkuutta, OEE:ta. Ymmärtämällä koneisiin liittyviä hukkia ja olosuhteita, joista häviöt aiheutuvat, yrityksillä on mahdollisuus parantaa koneiden kokonaistehokkuutta huomattavasti. (The Productivity Development Team, 1999) Eliminoimalla hukkien juurisyyt, ja siten parantamalla OEE:ta, voidaan saavuttaa hyödyt vuosi vuoden jälkeen. Pitäisi määrittää strategia ongelmien esiin saattamiseksi ja sen jälkeen muuttaa ongelmien olosuhteet niin, etteivät ne pääse enää toistumaan. Tällöin voidaan välttyä samoilta häviöiltä tulevaisuudessa. (Hansen, 2001. s.54)

Mittaamalla OEE:tä ja parantamalla sen osa-alueita, voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia ja toiminnallisia hyötyjä. McIntoshin (2001, s.111) mukaan mittauksen ensisijaisia hyötyjä on viisi. Ensimmäisenä on *lisääntynyt koneen käyntiaika*, jolloin pystytään tuottamaan enemmän tuotteita samassa ajassa. Tähän vaikuttaa esimerkiksi nopeammat asetukset. Toisena hyötynä on *varastojen laskeminen*, jolla saavutetaan kyky tuottaa tuotteita useammin ja pienemmässä eräkoossa. Tällöin saavutetaan myös kolmas hyöty eli *parantunut joustavuus*. Pystytään helpommin aloittamaan minkä tahansa tuotevalikoiman tuotteen valmistaminen tarvittaessa. Parantunut tuotannon joustavuus parantaa kykyä reagoida asiakkaan tarpeisiin tai suurempien markkinaosuuksien hankkimiseen. Neljäntenä hyötynä on *resurssien tarpeen vähentyminen*. Tämä pitää sisällään niin koneiden kuin työntekijöiden kuormituksen vähentymisen. Viidentenä hyötynä on *prosessin ohjattavuuden kasvaminen*, joka on seurausta korkealaatuisista asetuksista. Prosessin ohjattavuutta on muihin hyötyihin verrattuna kuitenkin vaikea määrittää ja todentaa.

Hansen (2001, s. 49) jaottelee kustannukset suoriin materiaalikuluihin, henkilöstökuluihin ja muihin kuluihin. Muihin kuluihin kuuluu välilliset henkilöstö-, laite- ja materiaalikustannukset sekä muut hyödykkeet, kuten energia. Koneiden käytettävyydellä on merkittävä vaikutus henkilöstökuluihin. Matala käyttöaste johtaa usein ylitöihin, jotta tarvittava tuotanto saadaan ajoissa lähtemään asiakkaalle. Ylityöt nostavat henkilöstökuluja. Käytettävyyshäviöiden laskiessa saadaan suunniteltuja konetunteja enemmän käyttöön, jolloin pienemmällä tuntimäärällä saadaan valmistettua yhtä paljon tuotteita, kuin aikaisemmin. Tällöin suorat henkilöstökulut ovat pienemmät, eikä kalliita ylitöitä välttämättä tarvita. (Hansen, 2001)

4. Hukkien poistamisen ja hallinnan työkalut

4.1 Juurisyyn selvittäminen lähtökohtana parannukseen

Kuten luvussa 3.3 todettiin, ongelmien tai hukkien juurisyöt pitää saada esiin, jotta niiden eliminoiminen on mahdollista. Poistamalla ongelmien juurisyöt voidaan estää niiden toistuminen ja saavuttaa hyödyt vuodesta toiseen. Kouluttamalla työntekijöitä tuntemaan käyttämiään koneita ja tunnistamaan niissä ilmenevät viat ennen kuin ne rikkoutuvat, voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä ja välttää tuotannon menetyksiä. Tunnistamalla ongelmat ja niiden olosuhteet ajoissa päästään helpommin rikkoontumisten aiheuttajien jäljille ja eliminoimaan ne. Odottamattomat viat ovat huomiota herättäviä ja tyypillisesti helppo havaita. Niille löytyy selkeät syy-seuraus -suhteet, jolloin tarvittavat toimenpiteet on helpompi suunnitella. (Nakajima, 1989)

Kroonisilla vioilla tarkoitetaan häiriöitä, jotka toistuvat tietyllä taajuudella. Ne ovat tyypillisesti piileviä ja vaikeasti tunnistettavia. Niitä ei välttämättä mielletä varsinaisesti vioiksi, kuten esimerkiksi normaalia alempien koneen käyntinopeuksien käyttö vian seurauksena. Tällöin työntekijät saattavat käyttää konetta pitkään alhaisemmalla nopeudella, vaikka vian tunnistamisella ja syyn selvittämisellä voitaisiin päästä takaisin koneen maksiminopeuteen. Kroonisissa vioissa on tyypillisesti useita tekijöitä, jotka vaikuttavat niiden syntyyn. Vaikka löydettäisiin yksittäisiä syitä, mutta osa tekijöistä jää piiloon, on hyvin vaikeaa poistaa vikoja lopullisesti. (Nakajima, 1989)

Aloitettaessa ratkaisemaan ongelmaa ja parantamaan prosessia tulee ensin selvittää kokonaiskuva ongelmasta. Ongelman selvittely alkaa fysikaalisten syiden etsimisellä, jolla voidaan kaventaa mahdollisesti ongelman aiheuttajan paikkojen määrää. Tulee selvittää miten koneen osat ja prosessin olosuhteet vaikuttavat toisiinsa ja mikä muutos niissä sai aikaan poikkeuksellisen tuloksen. (The Productivity Development Team, 1997 b)

Missä tahansa ympäristössä on rajaton määrä ongelmia ratkaistavaksi, eikä niitä kaikkia ole varaa ratkaista (Sheppard, 2008). Siksi hyvä työkalu ongelmien luokitteluun on paretdiagrammi. Pareton 80/20 -säännön mukaan 20 % syistä aiheuttaa 80 % seurauksista. Paretdiagrammi on palkkikaavio, jossa esitetään tekijöiden prosentuaalinen osuus toisiinsa nähden suuruusjärjestyksessä vasemmalta oikealle. Diagrammin avulla saadaan merkittävimmät ongelmat esiin ja voidaan aloittaa niiden syiden selvitys. (Vonderembse et al., 1996)

Ongelman perimmäisten syiden nopea tunnistaminen on tärkeää joka tasolla. Viiden miksi -kysymyksen esittäminen, kuten kuvan 4.1 esimerkissä, on tehokas tapa yksinkertaisten ongelmien taustasyiden selvittämiseen. Systemaattiset ongelmanratkaisumenetelmät tai tilastomatemattiset analyysit ovat usein liian raskaita tällaisten ongelmien ratkaisussa. (Kouri, 2009)



Kuva 4.1. Ongelmanratkaisu kysymällä viisi kertaa miksi. (Juhela & Heikkilä, 2009)

Hieman monimutkaisempien ongelmien juurisyiden etsintään hyvä työkalu on Kaoru Ishikawan 1950 –luvulla Japanissa kehittämä syy-seurauskaavio tai toiselta nimeltään kalanruotodiagrammi. Sitä nimitetään myös tekijänsä mukaan ishikawadiagrammiksi. Siinä kalanruodon pään kohdalle tulee ongelma, joka on voitu luokitella suurimmaksi esimerkiksi edellä mainitulla paretokaaviolla. Selkärangan ruotojen päihin tulee syiden kategoriat, jotka voivat vaikuttaa ongelman syntyyn. (Galley, 2009) Tyypillisesti ongelmaa käsitellään vähintään neljän pääsyyn avulla. Näitä ovat kone, työntekijät, materiaalit ja menetelmät. Niitä kutsutaan myös nimellä 4M eli machine, men, materials ja method. Näiden lisäksi voidaan tarvittaessa lisätä pääsyitä, kuten ympäristö, mittaus ja johtaminen. Pääsyiden alle kirjataan alasyitä ja lopuksi päätetään, mitkä ovat ongelman tärkeimmät juurisyöt, joihin toimenpiteet kohdistetaan. Kirjattuja syitä voidaan kehittää edelleen kysymällä viisi kertaa miksi syiden taustasyihin pääsemiseksi. Kirjaamiseen ja analysointiin on tärkeää koota riittävän monipuolinen asiantuntemus paikalle, jotta kaikki tekijät saadaan huomioitua mahdollisimman hyvin. (Vonderembse et al., 1996)

4.2 TPM:n mukainen lähestymistapa kunnossapitoon

TPM tarkoittaa suomeksi kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa. TPM –filosofian lähtökohtana on tuotannon koneiden optimaalisten toimintaolosuhteiden luominen ja niiden säilyttäminen. Mallin taustalla on J. M. Juranin toteamus, että luotettavuuden vähentyminen johtuu toimintaolosuhteiden hitaasta muuttumisesta epäedulliseen suuntaan. Tällöin luotettavuuden ja tuottavuuden nosto vaatii näiden olosuhteiden parantamista. (Järviö, 2004)

Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon keskeisiksi päämääriksi voidaan asettaa seuraavat teemat (Nakajima, 1989):

1. Koneen kokonaistehokkuuden maksimointi
2. Koneen eliniän kattavan kunnossapitosysteemin kehittäminen
3. sitoa mukaan kaikki ihmiset ja osastot, jotka liittyvät koneen suunnitteluun, käyttämiseen ja kunnossapitoon.

4. Koko henkilöstön sitouttaminen aktiivisesti mukaan ylimmästä johdosta latiatason työntekijöihin.
5. Siirtää kunnossapidon suunnittelu ja toteutus niille ryhmille, joiden työtehtäviin kone jollain tavalla liittyy.

Kunnossapitokustannusten ja hyötyjen rinnastaminen suoraan kunnossapitotyöhön on usein hankalaa. Suurten tuotantokatkosten aiheuttamat menetykset voidaan helposti laskea, mutta pienten katkojen, joutokäynnin sekä laatu- ja aloitushäviöiden laskenta on paljon vaikeampaa. TPM:n avulla parannetaan laitteiden kokonaistehokkuutta ratkaisemalla niiden luotettavuusongelmat, jolloin vaikeasti mitattavat häviöt vähenevät ja todelliset kustannukset ja hyödyt on helpompi arvioida. (Järviö, 2004)

4.2.1 TPM-kehitysohjelma

Siirtyminen TPM –oppien mukaiseen toimintaan koostuu Järviön (2004) mukaan kolmesta vaiheesta. Vaiheet ovat kuntovaihe, mittausvaihe ja kehitysvaihe.

Kuntovaiheessa tehdään kriittisyyden arviointi, kunnan arviointi sekä kunnostus. Tarkoituksena on määrittää jokaisen koneen tai linjan kriittisyys kunnossapidon suhteen ennalta määritettyjen kriteerien pohjalta. Arviointi voidaan tehdä esimerkiksi pisteyttämällä, jolloin eniten pisteitä saanut kone tai linja käsitellään ensimmäisenä. Toinen tapa tehdä priorisointi on tutkia koneen vikahistorioita ja etsiä eniten ongelmia aiheuttaneet koneet, joita otetaan kerralla kolmesta viiteen kunnostettavaksi. Näiden jälkeen taas seuraavat kolme ja niin edelleen. Kunnostettavia kohteita ei kannata kerralla valita liikaa, jottei projekti tukehdu alkuunsa liikaan ahnehtimiseen. Priorisointitavasta riippumatta jokaisen kohteen jälkeen arvioidaan saavutettu hyöty. Siinä vaiheessa, kun saavutettu hyöty alkaa olla pieni, ei systemaattinen uusien kohteiden mukaan ottaminen tuota enää taloudellista hyötyä. (Järviö, 2004)

Mittausvaiheessa selvitetään koneiden luotettavuus laitehistoriasta tai mittaamalla OEE:ta. Mittausvaiheen tuloksena saadaan määriteltyä rajallinen määrä koneita, joissa kaivataan kiireellisiä toimenpiteitä. Häiriöiden poistamiseksi joudutaan usein muuttamaan myös prosessia, ei pelkästään koneita. Kehitysvaiheessa etsitään syitä häviöiden aiheuttamaan toiminnan heikentymiseen. Ratkaisujen kehittäminen vaatii perehtymistä ongelmaan, jonka jälkeen ratkaisut löytyvät helpommin. Koulutus ja perehdytys ovat tärkeä osa kehitysvaiheen toimintaa. Viimeisenä askelmana on parhaiden käytäntöjen käyttöönotto ja uusien ohjeiden luominen. (Järviö, 2004)

4.2.2 Ennakkohuolto ja käyttäjäkunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu monista tekniikoista, joiden avulla pyritään vikaantumisen hallintaan. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu jaksotettu kunnossapito, kunnan valvonta sekä ennustava kunnossapito. Menetelmien avulla etsitään oireilevia vikoja, jotka eivät kuitenkaan vielä ole pysäyttäneet konetta. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu siis myös suunniteltu korjaava kunnossapito eli kunnostaminen. Ennakkohuollon toimenpiteet voivat olla jaksotettuja, jatkuvasti suoritettavia tai ne tehdään tarvittaessa. (Järviö, 2004)

Tasaisen ja häiriöttömän tuotannon säilyttäminen vaatii ensisijaisesti tuotantoon soveltuvat koneet ja laitteet. Tämän lisäksi niille pitää tehdä päivittäisiä toimenpiteitä, kuten puhdistusta, tarkkuuden tarkistuksia, voitelua tai pulttien kiristystä. Nämä ovat tyyppillisiä käyttäjäkunnossapidon töitä. Lisäksi koneiden ja laitteiden toimintakykyä tulee mitata jaksoittain niiden heikkenemisen tunnistamiseksi ja suorituskyvyn palauttamiseksi. (The Productivity Development Team. 1996b)

Tehokkaan tuotannon ja kunnossapidon saavuttamiseksi käyttöhenkilöstön ja kunnossapidon yhteistyön tulee olla toimivaa ja aktiivista. Tuloksiin pääseminen edellyttää ehkäisevien ja parantavien toimenpiteiden järjestelmällistä suorittamista ja yhteistyötä molemmilta tahoilta. Kunnossapidon ei pitäisi odotella passiivisena työmääräimiä. Toisaalta tuotannon työntekijät eivät voi odottaa ihmeitä, jos kunnossapito on ylikuormitettu. Käyttöhenkilöiden tulee ottaa vastuuta käyttäjäkunnossapidon töistä havaitakseen ja ehkäistäkseen vikoja jo niiden syntymisen aikaisessa vaiheessa. Tällöin kunnossapito pystyy reagoimaan niihin paremmin ja palauttamaan koneiden toimintakyvyn suunnitellusti ja hallitusti ilman koneiden rikkoutumisista aiheutuvia pysähdyksiä. (Nakajima, 1989) Pää tavoite käyttäjäkunnossapidossa on saada käyttöhenkilöstö välittämään koneistaan ja oppimaan ymmärtämään niiden ominaisuuksia, jolloin poikkeamat voidaan havaita. (The Productivity Development Team. 1996b)

Käyttäjäkunnossapito mielletään usein ylimääräiseksi työksi, ainakin aluksi. Yksi sen tavoitteista on paitsi saada ihmiset työskentelemään tehokkaammin, niin myös terveellisemmin. Kun työpaikka on peittynyt likaun, työntekijät eivät voi olla ylpeitä työpaikastaan sen enempää kuin itsestäänkään. Monesti laiterikkojen ja sekasorron keskellä unohdetaan, mikä se oma tehtävä oikeastaan on. Käyttäjäkunnossapito ei ole pelkästään yritystä varten, vaan sen tehtävä on myös helpottaa työntekijöitä itseään. (The Productivity Development Team. 1996b)

Käyttäjäkunnossapito vaatii työntekijöiden tiimityötä ja kaikkien sitoutumista. Tiimien onnistuminen riippuu paljon motivaatiosta ja suhtautumisesta toimintaan. Tiimien onnistumiset kasvattavat jokaisen itseluottamusta ja parantaa työyhteisön yhteishenkeä. Jotta käyttöhenkilöstö motivoituisi tekemään omatoimisesti käyttäjäkunnossapidon tehtäviä, heille pitää selvittää seuraavat asiat (The Productivity Development Team. 1997a):

1. Mitä aiotaan tehdä? (Teema)
2. Miksi tehdään? (Visio)
3. Miten pitkälle mennään? (Tavoitteet)
4. Miten se saavutetaan? (Metodi)
5. Mikä on tehtävien sykli ja ajoitus? (Aikataulu)
6. Kuka tekee mitä? (Roolit)
7. Mitä tuloksia odotetaan? (Arvio)

4.3 Asetusaikojen vähentäminen

TPM pyrkii maksimoimaan kokonaiskonetehokkuutta minimoimalla kaikki mahdolliset hukat tuotannon kapasiteetista. Asetusajan vähentäminen on yksi TPM:n tärkeistä osaluista sen tavoitellessa mahdollisimman nopeita siirtymisiä tuotteista toiseen tai esimerkiksi työkalunvaihtoja. Asetukset kuluttavat suuren osan koneen käytettävissä ole-

vasta ajasta, jolloin kokonaiskonetehokkuuskin heikkenee. (McIntosh, 2001) Asetusaikojen lyhentyessä voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä. Pystyttäessä tekemään asetukset nopeasti voidaan niitä tehdä niin usein kuin tarve vaatii, ilman suuria tuotannon menetyksiä. Tällöin pystytään valmistamaan tuotteita pienemmässä eräkoossa. Pienien eräkokojen valmistaminen taas tuo monia muita etuja. Yritykset tulevat joustavammiksi ja pystyvät vastaamaan paremmin asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin läpäisy-aikojen lyhentyessä, jolloin pystytään myös nopeampiin toimituksiin. (The Productivity Development Team. 1996a) Asetusten kehittämisen hyödyt eivät rajoitu ainoastaan joustavampaan toimintaan ja pienempiin eräkokoihin, sekä läpäisy-aikojen lyhenemiseen. Nopeilla asetuksilla pystytään vähentämään myös varastoja ja parantamaan prosessin hallintaa, sekä saavuttamaan alhaisempi taloudellinen tilauserätkoko. Nämä hyödyt voidaan saavuttaa sekä lyhentämällä asetusajoja tai poistamalla kokonaisia asetuksia uusilla ratkaisulla. Määrittelemällä asetukset tarkasti, saadaan laadukkaampia asetuksia, jolloin kone tai linja on luotettavampi, käyttöaste on korkeampi ja viallisten tuotteiden määrä on pienempi kuin aikaisemmin. (McIntosh, 2001)

McIntoshin (2001, s.49) mukaan onnistuneeseen asetuksen kehittämiseen vaikuttaa neljä tekijää: asenne, tietoisuus, johtaminen ja resurssit. Sekä työntekijöiden, että johdon tulee olla sitoutuneita kehitystoimintaan ja myönteisen ilmapiirin luomiseen. Johdolla on elintärkeä rooli kehitystarpeiden ja niiden tärkeyden määrittelyssä, sekä uusien käytäntöjen ylläpidon valvomisessa. Työntekijöiden tulee olla tietoisia asetusten kehittämisen tarkoituksesta ja vaikutuksesta yrityksen toimintaan. Onnistuakseen, kehitystyölle pitää löytyä riittävästi resursseja. Työ vaatii aikaa rahaa ja sitoo ihmisiä. Tarvittaessa voidaan käyttää ulkopuolista asiantuntija-apua.

Asetusten kehittämisellä ei pyritä ainoastaan niiden keston lyhentämiseen. Yksinkertaisemmat ja nopeammat asetukset vähentävät fyysistä rasitusta ja vähentävät tapaturmien riskiä, eli parantavat työturvallisuutta. Varastojen aleneminen ja tarvittavien työkalujen vakiointi parantavat siisteyttä ja tekevät työympäristöstä turvallisemman. (The Productivity Development Team. 1996a)

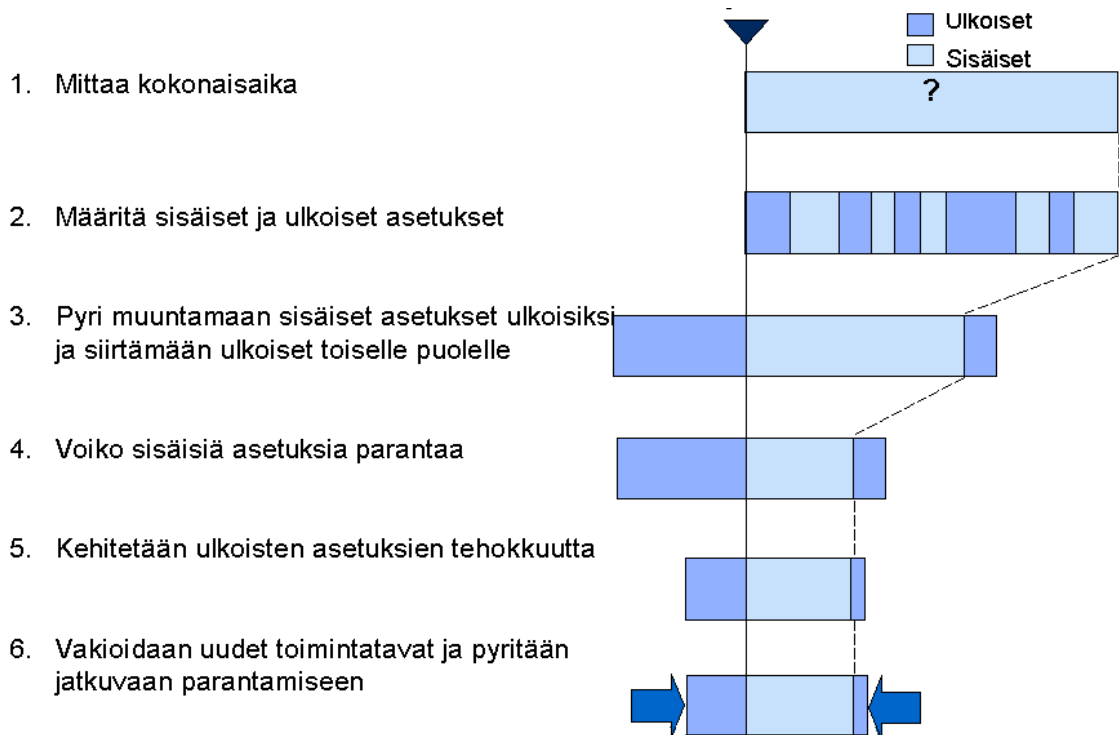
4.3.1 SMED

Kuten jo luvussa 4.2.1 todettiin, koneiden asetusajat heikentävät niiden käytettävyyttä. Tämä vaikuttaa suoraan OEE –kokonaiskonetehokkuuteen yhtenä sen tekijänä. Shigeo Shingo on kehittänyt systemaattisen tavan asetusajojen parantamiseen, jota kutsutaan nimellä SMED. Se tulee englannin kielisistä sanoista single minute exchange of die. (The Productivity Development Team. 1999) Shingon (1985, s.26-27) mukaan kaikki asetukset muodostuvat tiettyjen vaiheiden sarjasta. Hän jakaa tyypillisen asetuksen neljään vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on valmisteluvaihe, jossa varmistetaan, että osat ja työkalut ovat toimintakunnossa, sekä tehdään tarvittavat materiaalisiirot. Toisessa vaiheessa työkalut ja osat asetetaan paikalleen. Tämän jälkeen kolmannessa vaiheessa valitaan oikeat parametrit ja tehdään tarvittavat mittaukset ja keskitykset. Viimeisessä vaiheessa tehdään koneen hienosäätö ja testiajo laatuun pääsemiseksi. Tämä vaihe vie jopa 50 % koko asetusajasta. Toiseksi eniten asetusajaa vie valmisteluvaihe, 30 %. Kolmannen vaiheeseen kuuluu asetusajaa suhteessa 15 % ja toiseen vaiheeseen työkalujen paikalleen asettamiseen viisi prosenttia.

Shingon SMED – kehittämisohjelman tavoitteena on vähentää tuotteiden vaihdon välisiä asetusaikaa alle kymmeneen minuuttiin (Hansen. 2001). SMED –prosessi jakautuu kolmeen vaiheeseen. Aluksi koko asetus on dokumentoitava. Paras tapa siihen on kuvata koko asetus, jolloin sitä voi käydä läpi jälkikäteenkin työntekijän kanssa ja saada hänen näkökulmansa esiin. Toinen tapa on työvaiheiden kellottaminen, joka on kuitenkin hankalampi ja vaatii enemmän taitoa kaikkien toimenpiteiden huomioimiseksi. (Shingo. 1985) Tämän jälkeen päästään ensimmäiseen vaiheeseen, jossa asetusten vaiheet erotellaan sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin. Sisäisillä asetuksilla tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka voidaan tehdä vain koneen ollessa pysähdyksissä. Ulkoisilla asetukset taas ovat toimenpiteitä, jotka voidaan tehdä koneen käydessä. Usein yrityksissä tehdään sellaisia toimenpiteitä koneen ollessa pysähdyksissä, jotka voitaisiin tehdä koneen käydessä. Tyypillisiä ensimmäisen vaiheen parannustoimenpiteitä on työkalujen ja osien kuljetaminen koneelle etukäteen ja niiden toimintakunnon tarkastaminen ennen asetuksen alkamista. Pelkästään erottelemalla ulkoiset ja sisäiset asetukset ja tekemällä sisäiset asetukset ulkoisina koneen käydessä, mikäli mahdollista, voidaan asetuksen kokonaisaikaa vähentää jopa 30-50 prosenttia. (The Productivity Development Team. 1999; 1996a) Ensimmäinen vaihe sisältää kuvan 4.2 vaiheet 1...3.

Toisessa vaiheessa tarkastellaan tarkemmin sisäisiä asetuksia ja pyritään jalostamaan niitä tavalla tai toisella ulkoisiksi asetuksiksi. Toimintoperusteisella asetusten tarkastelulla päästään usein helpommin muuttamaan sisäisiä asetuksia ulkoisiksi. Sisäisiksi asetuksiksi saatetaan helposti luokitella työvaiheita väärin oletuksin. Tähän voivat vaikuttaa vanhat työtavat ja tottumukset. Tyypillisesti toisen vaiheen kehitystoimenpiteisiin kuuluu toimintaolosuhteiden valmistelu etukäteen, kuten työkalujen tai kappaleiden esilämmitykset. Muita toimenpiteitä voivat olla toimenpiteiden ja mittojen vakiointi tai esimerkiksi automaattisen laitteen käyttö kappaleen paikoitukseen, jolloin voidaan päästä kokonaan eroon ylimääräisistä mittauksista tai asetusten muuttamisesta. (The Productivity Development Team. 1999; 1996a) Toista vaihetta käsittelee kuvan 4.2 kohta neljä.

Kolmannessa vaiheessa keskitytään lyhentämään jäljelle jäänyttä sisäistä asetusaikaa (kuva 4.2 kohdat 5...6). Kaikkia asetuksia ei pystytä tekemään koneen käydessä, mutta niiden kesto voidaan lyhentää. Tällöin tulee suunnitella työntekijöiden määrä ja tehtävät niin, että turhaa odotusaikaa ei tule ja toimenpiteitä pystyttäisiin tekemään saman aikaisesti. Kymmenen minuuttia kestävä asetuksen yksin tehtynä voi pystyä lyhentämään esimerkiksi neljään minuuttiin lisäämällä yhden tai useamman työntekijän avuksi, jolloin liikkumiseen kuluva aika pienenee asetuksen edetessä samalla. Yhtä aikaa tapahtuvien työvaiheiden teko saattaa heikentää turvallisuutta, mikäli kommunikatio työntekijöiden välillä ei toimi. Yksi tyypillinen tapa lyhentää asetusta on pikakiinnikkeiden käyttö pulttien ja muttereiden sijaan, sekä numeeristen asetusten käyttö eliminoimaan vieheellisiä asetuksia ja nopeuttamaan testiajoja, jotka saattoivat viedä jopa 50 % koko asetusajasta ennen kehitystoimenpiteitä. Eri tuotteet ja parametrijohdistelmät vaativat usein omat mekanisminsa. LCM –menetelmällä (Least Common Multiple System) pyritään pitämään sama mekanismi kaikille tuote- ja parametrijohdistelmille ja keskitytään vain eri toimintojen tekemiseen. (Shingo. 1985; The Productivity Development Team. 1999; 1996a)



4.2. SMED-vaiheet.(Du. 2006)

Asetusten kehittämisen kohteiksi pitäisi valita prosessin kriittiset pullonkaulakohdat. Tällöin saavutetaan suora OEE:n parannus. Kehittäminen soveltuu parhaiten toistuviin työvaihtoihin tai suunnitellun huollon tuotannon keskeytyksiin. Sen jälkeen, kun uudet toimintatavat ovat stabiiloituneet (kestää yleensä puolesta vuodesta vuoteen), voidaan kehitysohjelma toistaa. Hansenin (2001, s. 180) mukaan asetusaikaa voidaan lyhentää kymmenellä prosentilla jokaisella iterointikerralla. (Hansen. 2001)

4.3.2 5S

5S –filosofia sopii hyvin lean-yrityksen avaintekijäksi. Sillä pyritään kustannussäästöihin, hukan eliminointiin, laatuongelmien poistamiseen sekä turvallisuuden parantamiseen. Toyota ja Honda havaitsivat turvallisuuden, järjestyksen ja siisteyden liittyvän 25...30 %:in laatuvirheistä. Sen vuoksi yritysten tulisi kiinnittää näihin tekijöihin huomiota päivittäisessä toiminnassaan. 5s filosofia tukee hyvin myös muiden lean-työkalujen käyttöä, kuten SMED, työtapojen vakiointi, käyttäjäkunnossapito ja kanban imuohjaus. Sitä suositellaan sovellettavan kaikkien kehitysohjelmien alkuna. (Burton & Boeder, 2003)

5s koostuu viidestä vaiheesta:

1. Lajittele (Seiri)
2. Järjestä (Seiton)
3. Siivoa (Seiso)
4. Vakiinnuta (Seiketsu)
5. Ylläpidä (Shitsuke)

5s alkaa tarvikkeiden lajittelemisella kahteen kategoriaan, tarpeellisiin ja tarpeettomiin. Tarpeettomat esineet ja työkalut voidaan merkitä esimerkiksi punaisella lapulla. Usein huomataan hyvin nopeasti, että vain pieni osa tavarasta on päivittäisessä ja käytössä. Tarvikkeita, joita ei ole käytetty 30 päivään, voidaan pitää hävittämisen rajana. Mikäli jotain katsotaan tarpeelliseksi säilyttää voidaan ne siirtää pidemmälle varastoitavaksi. Tarpeettomien tavaroiden eliminoiminen vapauttaa tilaa ja lisää joustavuutta työtilan käyttämiseen. (Imai, 1997) Tarpeeton varastointi lisää varastossa olevien tuotteiden vanhenemisvaaraa, sekä kätkee havaitsemattomia virheellisiä tuotteita (Moisio, 2009).

Kun kaikki tarpeettomat merkityt tarvikkeet on hävitetty, järjestellään jäljelle jääneet työkalut ja tarvikkeet. Niiden paikat tulee olla selkeästi määritelty. Tarvikkeille määritellään paikka, nimi ja maksimimäärä. Työkalut saattavat jäädä käyttämättömiksi, mikäli ne sijoitetaan liian kauas työpisteestä tai niitä ei löydetä. Keskeneneräistä tuotantoa ei voi tehdä rajatonta määrää. Sille pitää osoittaa paikka, johon mahtuu vain sallittu määrä tuotteita, esimerkiksi viisi laatikollista. Merkityn alueen täyttyessä edeltävän tuotannon tulee pysähtyä. (Imai, 1997)

Kolmannessa vaiheessa työympäristö siivotaan. Tämä sisältää lattioiden ja seinien lisäksi koneiden ja työkalujen puhdistuksen. Lattioiden ja koneiden puhdistusta ei tehdä ainoastaan työympäristön kiillottamiseksi. Puhtaat pinnat tuovat helpommin esiin ongelmia, kuten öljyvuoja tai kulumisia. Puhdistessaan pintoja koneen käyttäjä voi helposti havaita vikoja ja tehdä tarvittavia korjauksia. Sen vuoksi 5s sopii hyvin rinnastettuna käyttäjäkunnossapidon aloittamiseen. (Imai, 1997; Suzaki, 1987)

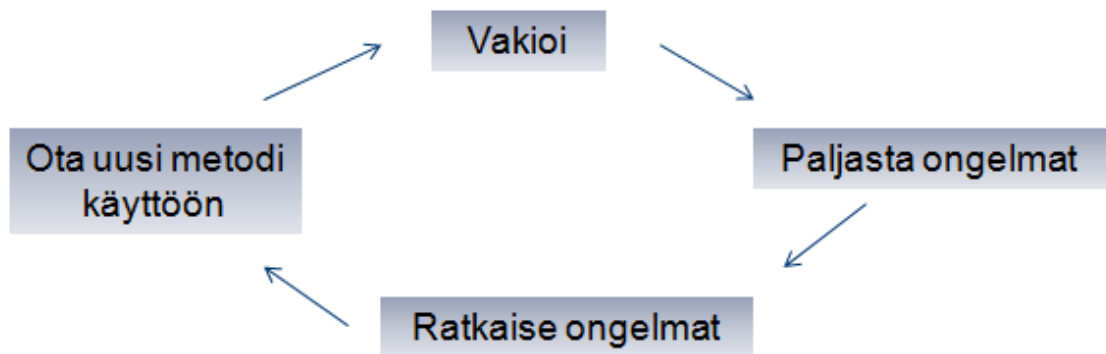
Kolmen ensimmäisen vaiheen jälkeen keskitytään ylläpitämään saavutettu taso. Kolmen ensimmäisen vaiheen toteuttamisesta pitäisi saada jatkuva päivittäinen toimintatapa. Lisäksi neljännessä vaiheessa huomiota kiinnitetään työntekijöiden siisteihin ja asianmukaisiin työ- ja suojarusteisiin. Johdon tulee muodostaa järjestelmä ja ohjeistus 5s:n toteutukseen ja ylläpitoon. Heidän oma sitoutuminen ja tuki aktiviteeteille on elintärkeää. 5S:lle tulisi varata oma aikansa vuosittaisesta aikataulusuunnitelmasta. Viimeistä vaihetta kutsutaan nimellä *sitzuke*, joka tarkoittaa itsekuria. Sitä 5s:n kaikkien vaiheiden säännöllinen ja sääntillinen noudattaminen vaatii työntekijöiltä. Johto määrittelee vakioinnit jokaisesta vaiheesta, sekä tavan jolla vaiheiden toteutumista arvioidaan. Arvioimiseen voi käyttää ulkopuolista asiantuntijaa tai sen voi tehdä itse esimerkiksi työryhmien kilpailuna. (Imai, 1997)

Tekemällä pieniä päivittäisiä toimenpiteitä säännöllisesti, voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia ja laadullisia hyötyjä. Laadun parannus voi olla 10...20 % samalla kun työkalujen etsimiseen kulunut aika voi laskea 50 %:lla ja asetajat 20...50 %:lla. Lisäksi materiaalien käsittely voi laskea jopa 70 %:lla. Työympäristön ollessa kunnossa työntekijöiden moraalit ja ylpeys nousevat, jolloin motivaatio ja työilmapiiri paranevat. Visuaalisuuden kasvaessa kommunikaatio paranee koko organisaatiossa. Tämä vaatii kuitenkin vakioitujen toimintatapojen ylläpitämistä ja seuranta. (Burton & Boeder, 2003)

4.4 Työtehtävien vakiointi

Vakioimattomilla työtavoilla ja ajoparametreilla on hyvin rajoitettu prosessin parannuspotentiaali. Tällaisessa ympäristössä pienten parannusten jälkeen tilanne palautuu entiselleen hyvin nopeasti ilman vakioituja käytäntöjä. Tällöin toiminnasta tulee enemmänkin tulipalojen sammuttamista. (Suzaki, 1987)

Imain (1997) mukaan vakioidulla työllä tarkoitetaan prosessien käyttämistä, jotka ovat työntekijälle turvallisimpia ja helpoimpia, kustannustehokkaimpia ja tuottavimpia yritykselle sekä varmistavat laadun asiakkaalle. Vakioitaessa työtapoja, tulee ensin selvittää nykyiset toimintatavat ja vakioida työohjeet. Tämän jälkeen etsitään ongelma-alueet. Kun ongelmat saadaan ratkaistua, kehitetään uudet toimintatavat ja otetaan ne käyttöön. Mikäli saavutetut tulokset eivät tyydytä, voidaan palata ongelma-alueiden etsimiseen. (Suzaki, 1987) Kehittämissykli on esitetty kuvassa 5.3.



4.3. Kehittämisen sykli. (Suzaki, 1987)

Vakioituja työohjeita ja toimintatapoja laadittaessa tulee ymmärtää niiden tarkoitus. Tehtävien vakiointi aiheuttaa monesti ongelmia ja vastarintaa. Työtehtävien vakiointi on kuitenkin niiden kehittämisen edellytys – tämän hetken toimintatavat määritellään, jotta niitä voidaan analysoida ja kehittää. (Kouri, 2009) Tarkoituksena on ottaa niin työntekijät, kuin asiantuntijatkin mukaan kehitystyöhön ja laatia ohjeet niin, että jokainen pystyy toimimaan niiden mukaan. vakioidut työohjeet eivät ole vain työkalu työntekijöiden ohjeistamiseen, vaan myös työkalu kehittämiseen tulevaisuudessa. (Suzaki, 1987).

Olellainen tehtävä vakiointia toteutettaessa on löytää tasapaino systemaattisuuden ja luovuuden välille. Samalla kun työntekijöille annetaan tiukkoja toimintaohjeita noudatettavaksi, annetaan vapaus innovoida ja olla luova. Asetetut tavoitteet tulee kuitenkin saavuttaa. Vakioinnin tarkoituksena on kannustaa innovoimaan ja kehittämään, ei asioiden sementointi. Työntekijät ovat avainasemassa vakioitujen työtapojen parantamisessa. He myös sitoutuvat niihin paremmin saadessaan lisätä niihin omia ideoitaan. Niiden käyttöönotto kannustaa työntekijöitä, kun he näkevät kaikkien noudattavan keksimiään ideoita. (Liker, 2006; Kouri 2009)

4.5 Henkilöstön koulutus ja motivointi

Vastuun jakaminen ja ihmisten sitouttaminen parannusprosesseihin kasvattaa työntekijöiden motivaatiota koko organisaatiossa. Toiset pelkäävät menettävänsä kontrollin ja prosessin johtavan kaaokseen jakaessaan vastuuta. Tämä riippuu paljon ihmisten motivaatiosta ja sitouttamisesta laatuun. Johtajien tulisi ohjata ja kouluttaa työntekijöitään ja suhtautua itse myönteisesti vastuun jakamiseen. Tällöin he usein yllättyvät huomatesaan työntekijöiden pystyvän ottamaan suurempaa roolia, mitä he ovat odottaneet. Pyritäessä tekemään tuotantojärjestelmästä tehokasta, tulee välivarastoja vähentää johdon ja työntekijöiden väliltä. Fyysiset ja mentaaliset esteet täytyy rikkoa. Yksi keino tähän on vähentää johdon ja työntekijöiden etäisyyttä. (Suzaki, 1987)

Hansenin (2001, s.68) mukaan korkeasti motivoitunut, hyvin koulutettu ja joustava työvoima on korvaamaton apu tehtaan menestykseen. Hän puhuu aktiivisesta oppimisesta osana motivaatiota. Hän määrittelee sen pysyväksi näläksi asioiden syvempään ymmärtämiseen ja uuden tiedon soveltamiseen toiminnassa. Laadun näkökulmasta se tarkoittaa virheistä oppimista niin, etteivät ne toistu uudelleen. Oppimisella ja taitojen kasvattamisella on suora yhteys tehtaan laitteisiin, prosesseihin ja tuotteisiin. Tietouden kasvattaminen auttaa työntekijöitä työskentelemään tehokkaammin. (Hansen, 2001) Organisaation oppiminen tapahtuu viimekädessä yksilöiden oppimisen kautta. Probst ja Bücher (1997, s.15) määrittelevät organisaation oppimisen prosessiksi, jossa tietouden ja arvopohjan muutokset johtavat parempaan ongelmanratkaisukykyyn ja kapasiteettiin toimia. (Probst ja Bücher, 1997)

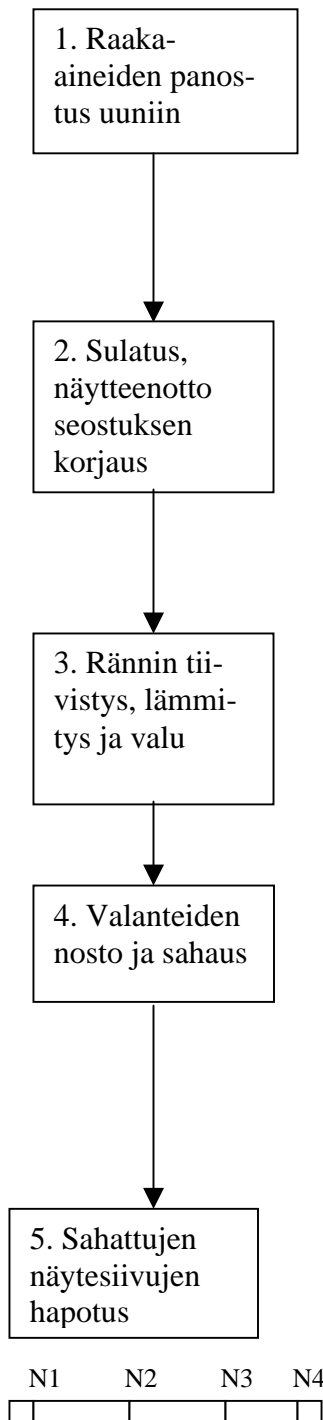
Lean-yrityksissä on usein vähemmän työntekijöitä, jotka osaavat kuitenkin monipuolisemmin työtehtäviä. Näissä yrityksissä johtajat eivät ole enää niin suuressa roolissa päätöksenteossa, vaan johtamistyyli on enemmänkin osallistuva ja asioita mahdollistava. Etenkin muutoksien hetkellä on vaikeaa arvioida, mikä motivoi ihmisiä. Väärät oletukset saattavat helposti johtaa typeriin tilanteisiin. Yksi tapa on keskittyä vähemmän motivoimaan ihmisiä ja taas enemmän asioiden eliminointiin, jotka heikentävät motivaatiota. Johdon pitää olla tarkkana viestiessään työntekijöille ja toimia myös itse johdonmukaisesti viestiensä kanssa. Johdon ristiriitainen toiminta antamansa viestin suhteen voi heikentää työntekijöiden motivaatiota eksponentiaalisesti. (Holmbeche, 1998; Burton & Boeder, 2003)

Yhden tutkimuksen mukaan työntekijät tunsivat motivoiviksi tekijöiksi työn mielenkiintoisuuden, tyytyväisyyden, turvallisuuden, menestymisen tunteen sekä perus palkan. Johto taas kuvitteli palkan olevan suurin työntekijöitä motivoiva tekijä. Kuuntelemalla mitä työntekijät haluavat, auttaa helpommin ymmärtämään mitä pitää muuttaa moti-voidakseen työntekijöitä. (Holmbeche, 1998)

II Työn toteutus

5. Nykytilan esittely

5.1 Valulinja viiden prosessikuvaus



1. Käyttökelpoinen kiertoromu tyhjenetään laatikoista kiskoilla kulkevaan panosvaunuun, joka kaataa romun uuniin. Lisäksi uuniin nostetaan nosturilla omasta prosessista tulleita romutettuja valanteiden pätkiä ja paalettuja romupaaleja. Panostettaessa pyritään pääsemään lähelle oikeaa seosta oikeilla romuraaka-aineiden suhteilla.
2. Panos sulatetaan, jonka jälkeen siitä otetaan sulanäyte. Analyysin pohjalta seosta korjataan ja otetaan uusi näyte, kunnes seos on kunnossa. Lisäksi sula kuonataan kauhomalla hapettunut kuona kuonakauhalla sulan pinnasta. Uusi panostus alkaa aina valun päätyttyä. Sulatettu panos saatetaan jättää yöksi uuniin odottamaan aamuvuoroa.
3. Valurännin kannet tiivistetään villalla ennen jokaista valua. Tämän jälkeen ränni lämmitetään kaasuliekeillä valamisen aloituslämpötilaan (600 °C), jonka jälkeen valu aloitetaan. Valu päättyy, kun valanteiden valupituus saavutetaan. Uuniin jätetään pieni pohjasula, joka nopeuttaa seuraavan panoksen sulatusta.
4. Valanteet (2 kpl, n. 7.8m/kpl) nostetaan valumontusta sahauspöydälle, jossa ne sahataan vetämön jatko- muokkausta varten johonkin kolmesta kerrannaismitasta, riippuen valanteen laadusta. Valanteista jää aina aloituksesta ja lopetuksesta päistä romua. Laadukas osuus valanteesta selvitetään sahaamalla näytelevyt molemmista päistä ja kaksi keskiosasta eli yhteensä kahdeksan näytettä/valu.
5. Kerrannaiset joita tehdään: 725-1450-2175 mm, pyritään pisimpään laadun salliessa. Näytesiivut käydään hapottamassa erillisessä rakennuksessa 300 metrin päässä, jonka jälkeen sahatut valanteet voidaan luovuttaa tai sahata lyhyempään kerrannaiseen (vaatii uuden näytteen).

5.2 Valulinjan tilanne

Valulinja viidellä valetaan kolmea seosta samalla uunilla, kromizirkoniumkuparia (KrK) ja kahta erilaista nikkelikuparia (NK103, NK110). Käytössä on upokasuuni, Junker MFTCV 7400, jossa on käämilämmitys. Tuotteet ovat melko uusia, sillä niiden valmistus on kestänyt tällä yhdistelmällä alle vuoden. Aiemmin linjalla valmistettiin myös telluurikuparia (TE-OK), mutta sen valmistus lopetettiin heikon kannattavuuden vuoksi.

Valuja on tehty kahdessa vuorossa, molemmissa yksi. Tämä taso on riittänyt viikoittaisen toimitustarpeen tyydyttämiseen tonneissa. Ongelmana on ollut kuitenkin liian pitkä epe-sykli (kolme kuukautta). Epe-syklillä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotevariaatioiden valmistamiseen, kunnes sykli alkaa alusta. Sen vuoksi vetäjä on joutunut aloittamaan väärin tilauksien puristamisen ajallisesti oikean tilauksen seoksen puuttuessa. Tilauksia on aloitettu väärään aikaan, jolloin toimitusvarmuus on ollut heikko. Tämä on aiheuttanut suuria välivarastoja, joissa on myös tuotteita, joille ei vielä ole tilausta. Samaan aikaan toisten seosten tuotevarastot ovat saattaneet loppua kesken seuraavalta prosessivaiheelta.

Yhdessä vuorossa on työskennelty tähän asti kolme työntekijää, jonka lisäksi on yksi päivämies. Tämä kokoonpano on toteutunut kuitenkin harvoin vapaapäivien ja sairauslomien vuoksi. Monitaitoisuuden puute on aiheuttanut vuoroja, jolloin ei ole päästy valamaan avainhenkilöiden poissa ollessa. Valulinjalta puuttuu tuotannon mittarit ja tiedonkeruu. Ainoastaan uunikirjat ja luovutettujen valanteiden tiedot löytyvät pidemmältä aikaväliltä. Valulinjalla ei ole olemassa myöskään kunnossapidon ennakkohuoltosuunnitelmaa, eikä käyttäjäkunnossapitoa. Uunin huollot on ajoitettu pääosin seosten vaihtojen yhteyteen. Seosten vaihdot vaativat pesuvaluja epäpuhtauksien poistamiseksi. Tämä aiheuttaa ylimääräistä hakkaamista (kuonarenkaan poistoa uunin reunoista). Tämä lyhentää uunivuorauksen käyttöikä. Sen perusteella on aiheellista pohtia onko usean seoksen valaminen samassa uunissa järkevää käytettävyyden ja kannattavuuden näkökulmasta.

Linjan uunikirjojen ja luovutettujen valanteiden kirjanpidon perusteella laskettiin pidemmän aikavälin OEE ajalta 1.6.-10.9.2009. Linjan OEE:ksi saatiin 6,2 %. Huomioon ei otettu pesuvaluja tai vuoroja, joissa ei syystä tai toisesta valettu eli todellinen OEE olisi huomattavasti alhaisempi. Saannoksi saatiin 50 % eli keskimäärin puolet valanteesta menee romuksi. Romua syntyy aina valanteen aloituspäästä ja lopetuspäästä. Lisäksi hylkäämissyynä ovat olleet rakennesyyt, kuten keskustarepeämä tai huono pinta, sekä analyysiromu. Pinta sorvataan hyväksytyistä valanteista aina ennen jatkomuokkausta. Saannossa on ollut suurta vaihtelua, sillä välillä koko valu on mennyt rakenteen vuoksi romuksi ja välillä saanto voi olla 70...80 %. Linjan työntekijät ovat valitelleet, että he eivät yleensä tiedä syytä hyvään tai huonoon valuuun, mikä niiden ero on ollut prosessissa. Tämän takia operaattoreilla on ollut omia kokeiluja prosessiparametreissa ja työtavat ovat olleet vaihtelevia, etenkin vuorojen välillä. Tämä saattaa osaltaan selittää myös saannon suurta hajontaa. Lisäksi rännin teknisen ratkaisun epäillään aiheuttavan suuren osan laatu- ja käytettävyysongelmista. Ränni tiivistetään ennen lämmitystä ke-raamisella villalla, jonka päälle lasketaan kannet. Tällöin tiivistys ei ole koskaan täysin samanlainen ja hapen pääseminen ränniin aiheuttaa sulan hapettumista. Sulan hapettuminen taas aiheuttaa kuonan muodostumista ränniin sekä uuniin. Lisäksi hapen reagoi-

minen kromin tai zirkoniumin kanssa aiheuttaa palohäviöitä niiden kuonautuessa, jolloin sillä on vaikutusta lopulliseen seokseen valmiissa tuotteessa.

5.3 OEE-lähtötason määrittäminen

Kokonaiskonetehokkuuden lähtötaso määritettiin tiedonkeruulomakkeiden avulla (liite 1.). Operaattorit täyttivät lomakkeita aamu- ja iltavuorossa kahden viikon ajan. Lomakkeeseen jaoteltiin prosessi eri työvaiheisiin sekä muihin kohtiin joihin työaikaa saattoi kuluu. Muita kohtia ovat esimerkiksi häiriöt, joiden korjaamiseen kuluu aikaa tai operaattori muualla, jolloin operaattori on esimerkiksi kahvitunnilla tai muissa töissä. Tiedonkeruun jälkeen jokaisen vuoron lomakkeet tarkasteltiin ja laskettiin eri kohtien ajat yhteen, niin että vuoron kokonaispituudeksi tuli kahdeksan tuntia. Koska useampia työvaiheita saattoi olla käynnissä samaan aikaan otettiin aina prosessin kannalta merkittävien tai rajoittavien kohta huomioon laskennassa.

Itse valuaikaa lukuun ottamatta prosessivaiheet luokiteltiin asetusajaksi. Ainoastaan valamiseen kulunut aika luokiteltiin arvoa tuottavaksi ajaksi. Myös sulatus on välttämättömä tontä prosessin kannalta, mutta sen mittaaminen arvoa tuottavana aikana olisi ollut hankalaa, koska sula jäi yleensä yöksi uuniin tai jopa viikonlopun yli. Tällöin arvoa tuottava aika olisi vääristynyt. Toisaalta sulatusaika olisi voinut mitata panostuksesta johonkin tiettyyn sulan lämpötilaan, mutta sen ottaminen huomioon koettiin turhaksi, koska sulattaminen ei ollut prosessin etenemisen kannalta rajoittava tekijä. Suurin aika menee rännin lämmittämiseen ennen valua ja jäädyttämiseen ja puhdistamiseen valun jälkeen, jolloin panostuksen ja sulatuksen ehtii tehdä.

Tiedonkeruulomakkeen kohtien ja jaottelun perusteella muodostettiin OEE –vesiputousmalli (liite 2.), jossa kalenteriajasta lähdetään vähentämään suunnittelemaa aikaa ja häviöitä, jonka jälkeen jäljelle jää käytettävissä oleva aika. Nopeushäviöitä tässä valamisprosessissa ei ole, koska käytettyjen valunopeuksien tulkittiin olevan tämänhetkisen tiedon perusteella maksimissaan. Myöskään lyhyitä pysähdyksiä ei valussa ole, sillä valamista ei voi jatkaa, mikäli sulan syöttö kokilliin katkeaa. Tällöin valanteet pitää ensin poistaa valamontusta ja ränni ja kokillit on valmisteltava uudelleen. Jäljelle jääneestä tuottavasta ajasta on poistettu vielä laatuhäviöt, joka on linjan saanto eli 50 %. Jäljelle arvoa tuottavaksi ajaksi jäi 4,3 %, joka on linjan OEE tarkastellulta ajalta, viikoilta 41...42.

Vesiputousmallin avulla saatiin karkeasti, mutta riittävän tarkasti selvitettyä suurimmat osa-alueet, jotka kuluttavat arvoa tuottavaa aikaa. Sen perusteella luotiin tavoitteet, ja päätettiin mihin alueisiin kannattaa keskittyä tarkemmin käytettävyyden, kuten myös laatuhäviöiden, parantamiseksi.

6. Ongelmien analysointi ja ratkaisut

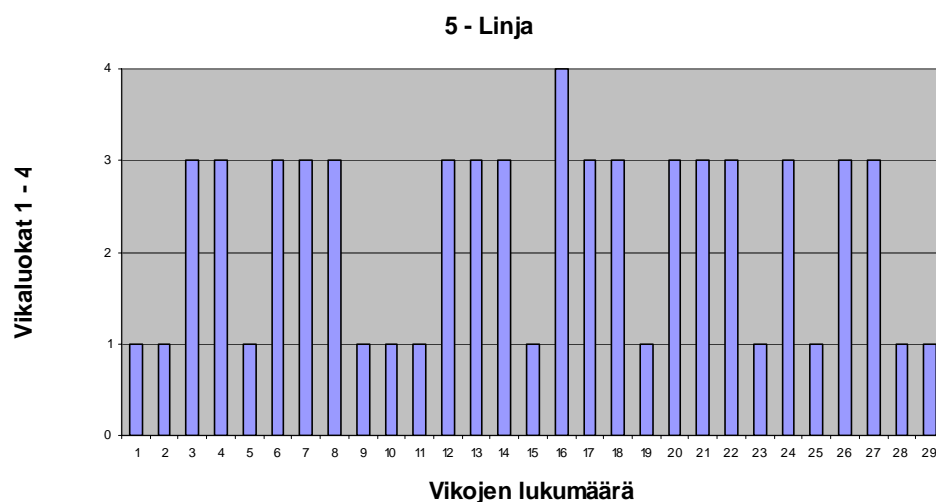
6.1 Ongelmien luokittelu

Luvussa 5.3 OEE:n lähtötason määrittämisessä tehdyn vesiputouksmallin perusteella saatiin karkea kuva siitä, mihin työaika kuluu ja missä osa-alueissa ongelmat ovat. Sen perusteella ei kuitenkaan saada tarkempaa tietoa ongelmista ja niiden aiheuttajista, sillä häviöt esitettiin henkilöstö-, häiriö-, asetus- ja laatuhäviöinä. Ongelmien luokittelun tarkoituksena on selvittää suurimmat ongelmat, joihin kannattaa pureutua taustasyiden selvittämiseksi. Kuten luvussa 4.1 todetaan, missä tahansa ympäristössä on rajaton määrä ongelmia, joita kaikkia ei ole varaa ratkaista. Ongelmien luokittelun apuna käytettiin Toyotankin käyttämää pareto -analyysiä tärkeimpien ongelmien määrittämiseksi, josta enemmän jäljempänä.

Lisäksi pidettiin kunnossapidon ja työntekijöiden kesken palaveri, jossa listattiin kaikki kunnossapidolliset viat, ongelmat sekä riskit linjalta. Kunnossapito luokitteli nämä erikseen neljään luokkaan:

1. Viat joiden syyt tiedetään ja ovat ns. pikkuvikoja
2. Viat jotka toistuvat satunnaisesti juurisyytä ei tiedetä
3. Viat jotka toistuvat mutta ei ole mahdollista kunnossapidollisin keinoin estää
4. Viat jotka eivät vielä ole aiheuttaneet häiriöitä ovat piileviä riskitekijöitä

Työntekijöiltä tuli kiitettävästi havaintoja, 29 kappaletta (kuva 6.1), joista 22 kappaleelle määritettiin kunnossapidon työnnumero ja vastuuhenkilö. Ykkösluokan viat pystytään helposti korjaamaan, mutta kolmosluokan ongelmat vaativat muutostöitä tai uutta työn ohjeistusta. Joukossa on myös kuusi investointia vaativaa työtä, jotka pitää tarkastella investointimenettelyn kautta erikseen.

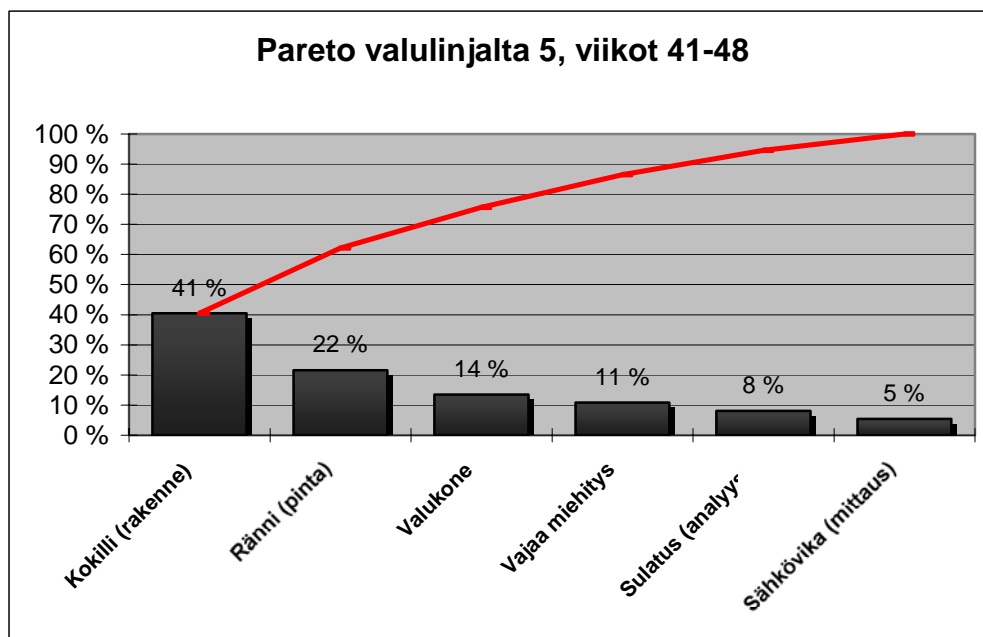


Kuva 6.1. Kunnossapidon vikojen luokittelu valulinja viideltä.

Ongelmien keräyspalaveri päätettiin järjestää yritettäessä suunnitella käyttäjäkunnossapitoa ja sen käyttöönottoa. Todettiin, että esille tulleet viat tulee korjata ennen, kuin on edellytyksiä aloittaa käyttäjäkunnossapitoa yhteistyössä kunnossapidon kanssa.

6.1.1 Valulinjan paretokaavio

Prosessista kerättiin tietoa viikoilta 41...48, jonka perusteella alle 70 % saannolle jääneitä valuja lähdettiin tarkastelemaan. Jokaisesta valusta laskettiin saanto panostettujen ja luovutettujen kilojen suhteena. Lisäksi laskettiin OEE:ta ottaen huomioon suunnitellut vuorot. Poikkeamat kirjattiin erikseen, mikäli suunniteltu valu jäi tekemättä tai sen saanto oli erityisen alhainen. Kaikista alle 70 %:n saannon jääneistä valuksista ei saatu heti selville juurisyitä alhaiseen saantoon. Nämä luokiteltiin paretokaavioon romutus-syy'n mukaan ja kohdistettiin prosessin osiin, joissa kyseinen laatuvirhe voisi syntyä (kuva 6.2). Romutussyitä ovat rakenneromu (keskustarepeämä), huono pinta sekä väärä seoksen analyysi.



Kuva 6.2. Alle 70 prosentin saannon valujen luokittelu aiheuttajan mukaan.

Kuvan 6.2 paretokaaviossa merkittävimmät romun tai valun menetyksien aiheuttajat ovat kaavion vasemmassa reunassa suuruusjärjestyksessä. Pareton 80/20 –säännön mukaan 20 % syistä aiheuttaa 80 % seurauksista. Tämän kaavion mukaan tämä ei aivan toteudu, mutta rakenneromu on selkeästi suurin romutussyy ja aiheuttaa eniten hukkaa. Toisena ovat hylkäämiseen johtaneet pinnanlaatuongelmat. Lopuista tiedetäänkin tarkemmin mikä on mennyt vikaan. Rakenneromun juurisyiden etsintä vaatii kuitenkin eniten huomiota yhdessä pinnanlaadun kanssa.

6.1.2 Toiminnan tehokkuus

Valulinjan heikon saannon ja muiden ongelmien lisäksi tarkasteltiin linjan kapasiteettia ja sitä kautta toiminnan tehokkuutta suhteessa toimituksiin. 2009 loppuvuoden toimitukset olivat keskimäärin kymmenen tonnia viikossa. Todettiin, että heikolla 50 %:n saannolla valusta saadaan noin 2,8 tonnia laatua. Tällöin viikon tarve saataisiin tehtyä vetämön saanti 62 % huomioon ottaen kolmessa päivässä eli valu per vuoro, yhteensä kuudella valulla. Lähtötilanteen mukainen maksimi valumäärä viikossa on 10 kappaletta, joka tarkoittaa kiloiksi muutettuna 28 tonnia laatua 50 % saannolla. Toteutuneiden valujen määrä viikossa on vaihdellut kuitenkin merkittävästi. Esimerkiksi marraskuussa suunniteltuja valuja tehtiin 0,8 valua vuoroa kohti. Tämän tiedon valossa toiminnan tehokkuus ja saanto muodostuvat omaksi ongelmakseen. Niillä on kuitenkin selkeä yhteys edellä paretoakaaviossa esitettyihin ongelmiin.

OEE:n kannalta tarkasteltuna tehokkuus on myös heikko. Kun päivässä on kaksi vuoroa, yhteensä 16 h, joissa molemmissa tehdään parhaassa tapauksessa yksi valu, on arvoa tuottava aika kaksi kertaa 48 minuuttia. Tämä on valuaika, jolloin kokilliin kaadetaan sulaa. Se on vain 10 % 16 h:sta. OEE:n laskennassa sitä heikentää vielä saanto. Tämä tarkastelu antaa aihetta selvittää onko valuaikojen lisänä olevat loput 14 h kaikki välttämättömiä ja miten työvaiheita voitaisiin kehittää nopeammaksi. Linjalla on selkeästi kapasiteettia suurempiin tuotantomääriin nykyiselläkin valujen määrällä saantoa parantamalla. Kysynnän kasvaessa merkittävästi voidaan vuoroja vielä lisätä.

6.2 Ongelmien juurisyyn selvittäminen

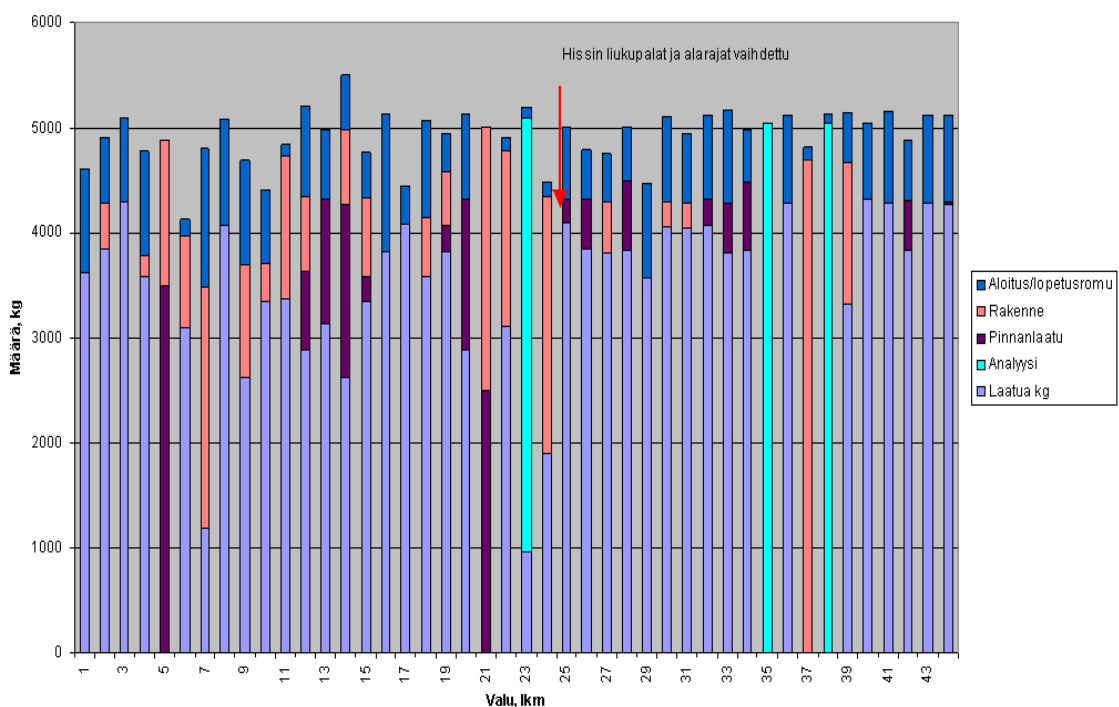
Kuten kuvan 6.2 paretokaavio osoittaa, rakenne – ja pinnanlaatu ovat suurimmat ongelmat. Niiden taustasyiden selvittämisellä ja ratkaisemisella voitaisiin saavuttaa merkittävä parannus saantoon ja sitä kautta OEE:hen. Ongelmia ja niihin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä lähdettiin pohtimaan yhdessä työntekijöiden kanssa. Aiheesta pidettiin kaksi palaveria, joissa ajatuksia saatiin liikkeelle ja kirjattua. Joitain parannuksia ja kehitysehdotuksia saatiin jo palaverien välissä ja huomioita prosessiparametrien vaikutuksesta.

Työntekijöille järjestetyn kehityspäivän päätteeksi tehtiin kalanruotokaavio (liite 4.). Mukana kaavion tekemisessä olivat linjan henkilöstö esimiehineen, projektin henkilöstö sekä tämän työn tekijä. Tarkoituksena oli koota rakenneromuun ja huonoon pinnanlaatuun vaikuttavat tekijät. Tyypillisesti ongelmaa käsitellään vähintään neljän pääsyyntä avulla. Näitä ovat kone, työntekijät, materiaalit ja menetelmät. Näiden lisäksi yhdeksi pääsyyksi otettiin ympäristö.

Kuten kalanruotokaaviosta voidaan havaita, suurin osa merkittävimmiksi katsotuista tekijöistä on keskittynyt kone -kategorian alle. Tärkeimmiksi katsotut tekijät ovat siis kaaviossa laatikoitu ohuemalla viivalla. Tarkemmin katsottuna tekijät sijoittuvat ränniin, kokilliin ja valukoneeseen. Keskustarepeämään katsottiin vaikuttavan merkittävästi kokillin kartiokkuus. Se vaikuttaa lämmönsiirron tasaisuuteen. Sulan jähmettyessä ja jäähtyessä kokillissa valanteen halkaisija pienenee. Valanteen tulisi pysyä kosketuksissa kokillin seinämään koko kokillin matkan tasaisen lämmönsiirron varmistamiseksi. Tähän vaikuttaa yhdessä kartiokkuuden lisäksi käytetty valaveden määrä l/s. Mitä suurempi virtaus on kokillissa, sitä nopeammin sulaa jähmettyä ja jäähtyy. Liian nopea jäähty-

minen valanteen pinnalla aiheuttaa keskusta jännityksiä, jolloin saattaa syntyä keskustarepeämä.

Toinen rakenteeseen vaikuttava tekijä on valukoneessa. Kokilleilla on kolme rinnakaista paikkaa, joista voidaan valaa. Valettaessa keskimmaisella ja reunimmaisella paikalla kahta valannetta, saattaa valukoneeseen tulla vino kuormitus valanteiden toispuolisen kuormituksen johdosta. Tämä saattaa aiheuttaa ylimääräisiä jännityksiä myös valanteessa valukoneen kulkiessa hieman vinossa. Tämä aiheuttaa hissien liukupalojen kulumista epätasaisesti. Tämä havaittiin myös valukoneen jumiuduttua liukupalojen kulumisen seurauksena. Hissin epätasainen liike oli havaittu jo etukäteen. Kuvassa 6.3 on liukupalojen vaihdon jälkeen (punainen nuoli) rakenneromun määrä vähentynyt selkeästi. Kuvassa on kerätty loka- marraskuulta valujen laatuanalyysi ja romujen jakautuminen valusta.



Kuva 6.3. Hissin liukupalojen vaihdon merkitys rakenneromuun.

Pinnanlaatuun vaikuttavia merkittävimpiä tekijöitä ovat liitteen neljä kalanruotokaavion mukaan suojakaasun paine kokillissa, sekä rännin tiivistykset. Suojakaasun paineen havaittiin vaikuttavan pinnanlaatuun kokemuksen kautta. Valun aikana huomattiin, että painetta ei saatu kokilliin reilusta kaasumäärästä huolimatta. Rännin ja valukoneen välistä rengastiivistettä tökkimällä paremmin, vuoto saatiin tukittua ja paineet kokilliin nostettua. Tämä näkyi selvänä rajana valanteessa ja loppuvalanteen pinta oli tasaista.

Lisäksi pinnan laatuun vaikuttaa kuonan muodostuminen, joka aiheutuu seosaineiden hapettuessa ja kulkeutuessa kokilliin sulan mukana. Kuona on ominaispainoltaan sulaa kevyempää ja jää kokillissa kellumaan sulan pintaan. Sulan pintaan voi muodostua kuonasta kalvo, joka kellahtaa sulaan. Kuona näkyy tällöin usein valanteen pinnassa ja aiheuttaa ongelmia sorvauksessa kovuutensa takia. Tilanne on tyypillinen jokaisessa aloituksessa, mutta mikäli kuonamöykkyjä tulee myöhemmin valanteeseen voi se johtaa valanteen romutukseen ainakin osittain. Sorvauksessa poistetaan valanteen pinnasta

noin 3...5 mm, jonka rajoissa epätasainen pinta tulee saada pois puristusta varten. Lisäksi rännin päällä olevien kansien tiivistykset tulisi tehdä huolellisesti, jotta sula ei kuonautuisi rännissä. Tiivistykseen käytettävä keraaminen villa leikataan jokaiseen valuun uudestaan ja asetellaan rännin reunoille. Näiden päälle lasketaan kannet. Tähän työvaiheeseen vaikuttaa paljon työntekijän huolellisuus tiiviyden aikaansaamiseksi. Toisaalta tiivistykseen tulisi miettiä parempia ratkaisuja. Kyseisellä materiaalilla ja tekotavalla tiivistystulos voi olla aina vähän erilainen. Toinen selkeä puute rännin tiivistyksessä havaittiin uunin nokkaputken ja rännin liitoskohdassa. Siinä voidaan havaita selkeä vuoto kaasuliekin lyödessä nokkaputken ympäriltä rännin lämmityksen aikana. Vuodon tukkiminen vaati rakenteellisen muutoksen liitoskohtaan, jotta saadaan pysyvä ratkaisu aikaiseksi. Rännin alkupäähän kerääntyvä reilu kuonamäärä aiheutuu todennäköisesti juuri kyseisestä vuodosta.

Rännin ja kokillin kaasutiiviys on lähtökohtana laadun parantamiseen ja prosessin vakiointamiseen. Vasta tämän jälkeen on järkevää tehdä tarkempia koesuunnitteluja ja kokeita prosessin kehittämiseksi ja laadun parantamiseksi. Tässä työssä keskitytäänkin laadun osalta vain linjan perusongelmien esiin nostamiseen ja ratkaisujen löytämiseen OEE:n parantamiseksi saannon kautta.

6.3 Tavoitteen asettaminen ja toimenpiteet niiden saavuttamiseen

LPS-projektin alkaessa tavoitteeksi asetettiin jo ennen varsinaista diagnosointivaihetta saannon nostaminen 50:stä 75 %:iin. Lisäksi tavoitteena oli mahdollistaa kahden valun tekeminen yhdessä vuorossa kahdeksassa tunnissa. Tällöin maksimi OEE –tavoite on 15 %-yksikköä. Projektin edetessä ilmeni, että kahden valun tekeminen kahdeksassa tunnissa ei onnistu nykyisellä ränniratkaisulla päivästä toiseen. Sen saavuttamiseksi vaadittaisiin vaihtoränni, joka voitaisiin etukäteen valmistella, lämmittää ja nostaa paikalleen valussa olleen rännin tilalle. Tämä vaatisi kuitenkin mittavat investoinnit ja suunnittelun, joten tämän projektin aikana tätä tavoitetta ei tulla saavuttamaan. Tavoitteena on kuitenkin löytää keinot linjan kokonaiskonetehokkuuden ja tuottavuuden parantamiseen.

Liitteessä kolme on esitetty projektin alussa tehdyn vesiputousmallin (liite 2.) parannustavoitteet. Vesiputousmallista voidaan havaita suurimpien käytettävyyttä heikentävien hukkien olevan asetuksissa ja mies muualla kohdassa. Miehistövaje aiheutti valujen menetyksiä avainhenkilöiden poissa ollessa. Lääkkeenä miehistövajeeseen on monitaitoisuuden lisääminen ja miehistösuunnittelu. Näitä parannettaessa tavoitteeksi asetettiin 27 %-yksikön leikkaus mies muualla palkista, jolloin parannus olisi 70 %. Asetukset vievät valtaosan työajasta. Niihin luetaan myös rännin lämmitys ennen valua ja jäähdytys valun jälkeen. Asetuksien lyhentämiseksi tehdään SMED –analysointi, jonka jälkeen tehdään tarvittavia 5S toimenpiteitä tukemaan asetusten nopeuttamista. Asetusten parannustavoitteeksi asetettiin kymmenen %-yksikön leikkaus 43 %:sta, joka tarkoittaa ajassa noin 30 min työvuorossa. Tarkasteluun otetaan myös vuorojärjestelmävaihtoehdot valutarve huomioon ottaen. OEE:n tavoitearvo määräytyy vasta näiden perusteella.

6.4 Strategiset valinnat

Luvussa 5.2 tarkasteltiin valulinjan tilannetta. Siinä todettiin usean seoksen valamisen olevan ongelmallista samalla uunilla seosten vaihtojen aiheuttamien pesuvalujen ja uuniremonttien vuoksi. Uunin ja laadun kannalta paras tapa olisi valaa vain yhtä seosta samassa uunissa. Tällöin välttyttäisiin pesuvaluilta, pesuromulta ja todennäköisesti voitaisiin vähentää uuniremonttien määrää ainakin yhdellä. Vain yhden seoksen valaminen ei kuitenkaan ole mahdollista nykyisillä volyymeillä. Työntekijöille tulisi keksiä tällöin muuta arvoa tuottavaa työtä valamisen lisäksi. Sen vuoksi on syytä tarkastella potentiaalisia mahdollisuuksia mitä seoksia ylipäätään kannattaa valaa ja miten.

LPS –projektin suunnitteluvaiheessa mietittiin seitsemän vaihtoehtoa, miten seokset voitaisiin valaa (kuva 6.4). Tavat neljä – kuusi vaatisivat liian suuria investointeja suhteessa volyymeihin ja seosten kannattavuuteen. Tavassa yksi kolmella seoksella kahden viikon EPE-sykli on aivan liian lyhyt pesuvalujen, ja niistä syntyvän romun vuoksi. Tavan kaksi neljän viikon EPE-sykli ei tee kolmen seoksen valamisesta samalla uunilla yhtään järkevämpää edellä mainituiden syiden vuoksi. Lisäksi nikkeliseokset kävisivät uunin päälle aiheuttaen uunirikkoja ja laatuun pääseminen ottaisi aikaa seosten vaihtojen yhteydessä, jolloin romun määrä olisi sietämätön.

Nykytila:	1. uuni = kaikki seokset samassa uunissa, 2 vuoroa, OTIF 9 %, EPE 3 kk, saanto 50 %, varaston riitto 210 pv, KRK 1 valu/vuoro
Tavoitetila:	kullakin seoksella oma uuni, vuorot kuorituksen mukaan, työturvallisuus parempi, OTIF 85 %, EPE 2 vko, saanto 75%, varaston riitto 46 pv, KRK 2 valua/vuoro
Vaihtoehdot valaa 2010 budjetti:	
Tapa 1:	1. uuni, 2 vuoroa, EPE 2 vko
Tapa 2:	1. uuni, 2 vuoroa, EPE 4 vko
Tapa 3:	1. uuni, 3*12 h vuorot, EPE 4 vko
Tapa 4:	2 identtistä keskenään vaihdettavaa uunia 5.uunin paikalla, 2 vuoroa, EPE 2 vkoa
Tapa 5:	3 uunia, 2 identtistä keskenään vaihdettavaa uunia 5.uunin paikalla + Sela2 staattisella kokillilla, 2 vuoroa, EPE 2 vkoa
Tapa 6:	3 uunia, 2 identtistä toinen 5.uunin ja toinen 4.uunin paikalla + Sela2 staattisella kokillilla, 1 vuoro, EPE 1 vuoro
Tapa 7:	Tuotemix KRK+NK103, 2 uunia: 5.uuni ja sela2 staattisella kokillilla, 1 vuoro, EPE 1 vuoro

Kuva 6.4. Vaihtoehdoja vuoden 2010 tuotantosuunnitelman valamiseen.

Kuvan 6.4 vaihtoehdoista ainoastaan tapa seitsemän vaikuttaa järkevältä. Tällöin NK 110 jätettäisiin kokonaan pois tuotevalikoimasta. NK 110:n tekeminen todettiin kannattamattomaksi sen aiheuttamien kulujen ja haittojen vuoksi ja jätettiin pois kokonaan jatkotarkasteluissa. Vaihtoehdoiksi jää tällöin KRK:n ja NK103:n valaminen yhdellä tai kahdella uunilla.

Vitosuunin lähellä samassa rakennuksessa on käyttökunnossa oleva seoslankalinja, jonka tuotanto on lopetettu. Potentiaalisena vaihtoehtona olisi siinä olevan uunin käyttöönotto. Tämä vaatisi myös investointeja staattisiin kokilleihin, sulan kaatamiseen tarkoitettuun ränniratkaisuun, sekä kuljettimiin ja sahaan. Tarkastelun tarkoituksena on laskea, mikä olisi investoinnin kustannukset ja tuotteesta saatava kate kokonaiskustannusten jälkeen suuntaa antavalla tarkkuudella. Liitteenä kuusi olevan vuosisuunnitelman mukaan laskettuna NK 103:n valaminen seoslankalinjan uunilla vapauttaisi 28 päivää tuo-

tantokapasiteettia pesuvalujen jäädessä pois. Lisäksi voitaisiin valaa joka päivä kumpaa seosta tahansa, jolloin tuotannon joustavuus paranisi merkittävästi. Henkilöstökustannukset pysyisivät samana.

Taulukkoon 6.1 on laskettu kannattavuus kilogrammaa kohti eri tuotantomäärillä ja takaisinmaksuajoilla 800 000 euron investoinnilla seoslankalinjan muuttamiseksi NK 103:n valamiseen staattisiin kokilleihin. EBITA (Earnings Before Interest, Tax And Amortisation) on kannattavuus kokonaiskustannusten jälkeen. Laskennassa käytetty summa saattaa olla alakanttiin, mutta antaa suuntaa tarvittavista tuotantomääristä ja takaisinmaksuajoista kannattavaan toimintaan.

Taulukko 6.1. NK 103 kannattavuus eri tuotantomäärillä ja takaisinmaksuajoilla.

Tuotanto/vuosi asiakkaalle	50000	50000	50000	70000	70000	kg
Maksuaika	5	7	10	5	7	v
Korko	10	10	10	10	10	%
Pääomakustannukset	800000	800000	800000	800000	800000	€
Pääoma- ja korkokustannukset	1100000	1120000	1124000	1040000	1120000	€
Pääoma- ja korkokustannukset/v	3,1	3,3	2,5	2,1	2,3	€/kg
Kokonaiskustannukset	5,1	5,3	4,5	4,1	4,3	€/kg
EBITA	0,9	0,8	1,5	1,9	1,7	€/kg

Taulukosta voidaan havaita, että 50 tonnin tuotantomäärä on kipurajalla kannattavuuden suhteen viiden vuoden takaisinmaksuajalla. Volyymien tulisi ainakin kasvaa, jotta kannattavuus paranisi tai voitaisiin investoida enemmän. 70 tonnin vuosituotannolla kannattavuus olisi jo hyvällä tasolla ja sallisi yli miljoonan euron investoinnin. Laskennassa linjalle kohdistuvat kustannukset on arvioitu ja saanto otettu huomioon. Laskennassa käytetyt kustannukset on eritelty taulukossa 6.2. Näihin on lisätty pääoma ja korkokustannukset kokonaiskustannuksia laskettaessa.

Taulukko 6.2. Linjalle kohdistuvat kustannukset.

Muokkaus	Puristus	0,2	€/kg
	Päänteko	0,05	€/kg
	Veto	0,1	€/kg
	Oikaisu	0,05	€/kg
	Sahaus	0,05	€/kg
	Erkautus	0,2	€/kg
	Pakkaus	0,1	€/kg
		0,55	€/kg
Yleiskustannukset	Rahti	0,15	€/kg
	Myynti	0,05	€/kg
	Tuotanto	0,25	€/kg
	Hallinto	0,2	€/kg
		0,65	€/kg
Valun lisäkustannukset	Energia	0,5	€/kg
	Tarveaineet	0,1	€/kg
	Kunnossapito	0,2	€/kg
		0,8	€/kg
Yhteensä		2,0	€/kg

Nykyisillä tuotantomäärillä KrK, sekä NK 103 seoksella, kaksi valua työpäivässä riittää vuoden 2010 tuotantosuunnitelman valamiseen yhdellä uunilla liitteenä kuusi olevan suunnitelman mukaan. Suunnitelma on kuitenkin melko tiukka, eikä siinä ole paljon varaa tuotannon menetyksiin tai kysynnän kasvuun. Todettakoon, että kapasiteettia on kuitenkin käytössä lisää vuorojen lisäämisellä tarpeen mukaan. Tällä hetkellä tuotannon tekeminen yhdellä uunilla on järkevää kapasiteetin riittäessä molempiin seoksiin. NK 103 on hinnaltaan sen verran KrK:ta korkeampaa, että sen tuotannon ja markkinaosuuden kasvattamista kannattaa harkita. KrK on strategisesti ja volyymiltaan kuitenkin päätuote näistä seoksista ja sitä toimitetaan tällä hetkellä ainoastaan sisäisille asiakkaille. Siten KrK:n volyymin kasvattaminen hankkimalla myös ulkoisia asiakkaita voisi mahdollistaa vitosuunin siirtymisen yhden seoksen uuniksi. Tällöin uunin tehokkuus nousisi merkittävästi ja laatu pysyisi paremmin hallinnassa pesuvalujen poistussa.

7. Korjaavat toimenpiteet

7.1 Toimenpiteiden toteutus

Korjaavien toimenpiteiden tarkempi selvitys aloitettiin SMED –videokuvauksella. Suurin osa tehdyistä toimenpiteistä perustuu videokuvauksesta saatuun materiaaliin. Kuvaus tehtiin projektin diagnosointivaiheessa. Seuraavissa alaluvuissa selvitetään mitä toimenpiteitä tehtiin luvun 6.3 tavoitteiden saavuttamiseksi ja mihin tuloksiin toimenpiteillä pyrittiin.

7.1.1 SMED

Kuten luvussa 6.1 todettiin, toiminnan tehokkuus ei ole ollut kovin korkealla tasolla verrattaessa valuaikaa ja työtunteja. Projektin alkuvaiheessa kyseltäessä työvaiheiden kestoista vastaukset olivat vaihtelevia ja ylimalkaisia. SMED –työtutkimuksen avulla päätettiin selvittää työvaiheiden kestoja ennen valua ja toisaalta valun jälkeen, kunnes voidaan aloittaa uuden valun valmistelu. Tutkimus suoritettiin videokuvaamalla työvaiheet. SMED:in esittelystä ja koulutuksesta huolimatta aluksi ongelmia aiheutti työntekijöiden suostumattomuus kuvattavaksi. Parannusten toivossa saatiin yksi vapaaehtoinen, joka suoritti yksin kyseiset työvaiheet. Kuvaus antoi silti realistisen kuvan työvaiheiden kestoista ja varmuutta siitä, ettei niiden tekemiseen mene normaalisti ainakaan pidempää aikaa.

Prosessista kuvattiin aamun aloituksesta valun jälkeiseen rännin jäähtytyksen päättymiseen asti. Taulukossa 8.1 on eritelty jokainen työvaihe ja niiden kestot. Sen avulla saatiin kokonaiskuva valusyklin kestoista valmisteluineen ja lopetustoimenpiteineen. Syklin kokonaiskestoksi tuli kuvauksessa 4 h 46 min. Taulukossa lihavoidulla tekstillä on merkitty vaiheet, jotka on tarkoitettu tehtäväksi aamulla ennen valua. Muut on tarkoitettu valmistelulle valun jälkeen niin, että seuraavana aamuna päästään aloittamaan samasta lähtötilanteesta kokillin ja aloituspäiden kuivauksesta.

Lähtötilanteessa ränniin oli jätetty edellisen päivän iltavuoron valun kuonat ja tiivisteet. Yleensä näin ei ole, mutta työvaihe sisältyy valun jälkeiseen aikaan, eikä muuta juurikaan kokonaiskestoja.

Taulukko 7.1. Valusyklin työvaiheet ja kestot (jatkuu s. 41).

vaihe	aloitus	lopetus	kesto	keston vähennystavoite	Parannusehdotus
Vanhojen villojen poistaminen	0:00:00	0:00:57	0:00:57		Rännin jäähtyessä
Kuonan poistaminen rännistä	0:00:57	0:07:24	0:06:27		1h 10 min valusta
Rännin pohjan murusten poisto käsin	0:07:24	0:08:08	0:00:44		”
Rännin pohjan murusten imurointi (sis. imurin haku + poisvienti)	0:08:08	0:10:32	0:02:24	0:00:30	”
Rännin vuorauksen tarkastus	0:10:32	0:10:50	0:00:18		”
Massan ja tarvikkeiden haku	0:10:50	0:11:22	0:00:32	0:00:32	Vain tarvittaessa

vaihe	aloitus	lopetus	kesto	keston vähennystavoite	Parannusehdotus
Rännin vuorauksen paikkaus ja suulakkeiden putsaus	0:11:22	0:14:47	0:03:25	0:03:25	Uusi vuoraus kestää n. 3kk
Tarvikkeiden poisvienti	0:14:47	0:15:28	0:00:41	0:00:41	"
Säätösauvojen irroitus	0:15:28	0:16:29	0:01:01		Kuonan poist. jälk.
Säätösauvojen kunnostus ja maalaus	0:16:29	0:21:30	0:05:01	0:05:01	Valm. Etukäteen
Säätösauvojen kiinnitys	0:21:30	0:23:00	0:01:30		
Rännin maalaus	0:23:00	0:27:24	0:04:24		
Kannen lasku ja rännin nosto	0:27:24	0:28:27	0:01:03		
Suulakkeiden tarkastus ja puhdistus	0:28:27	0:29:44	0:01:17		
Rännin nosto yläasentoon	0:29:44	0:30:25	0:00:41		
Kokillin tiivisteiden imurointi + imurin haku	0:30:25	0:31:04	0:00:39	0:00:39	Voi tehdä rännin jäähtyessä
Kokillipöydän imurointi + imurin poisvienti	0:31:04	0:32:40	0:01:36	0:01:36	"
Kokillin rengastiivisteiden laitto	0:32:40	0:32:54	0:00:14		
Kokillin tarkastus	0:32:54	0:33:30	0:00:36		
Rännin lasku sulanäytteenoton ajaksi + sulanäyte	0:33:30	0:34:35	0:01:05		
Paineilmahiomakoneen ja ilmaletkun haku	0:34:35	0:35:51	0:01:16	0:01:16	Vain tarvittaessa, ei ehjällä kokillilla
Kokillin hiominen	0:35:51	0:39:42	0:03:51	0:03:51	Varakokillit ja huolto
Kokillien lämmitys / kuivaus	0:39:42	0:41:56	0:02:14		Tavoite aamun aloituskohdaksi
Hissin ajo ylös	0:41:56	0:42:56	0:00:47		
Kokillin maalaus	0:42:56	0:44:03	0:01:07		
Kokillin maalauksen ja aloituspään kuivaus	0:44:03	0:51:44	0:07:41		
Aloituspalojen haku	0:51:44	0:52:48	0:01:04	0:00:25	Siirretään lähelle
Aloituspalojen lämmitys	0:52:48	0:53:36	0:00:48		
Kokillitiivisteiden katkaisu ja asennus + aloituspalojen laitto	0:53:36	0:57:25	0:03:49		
Kokillien suojalevyjen laitto, rännin lasku ja kannen nosto	0:57:25	1:00:17	0:02:52		
Villatiivisteiden teko	1:00:17	1:01:58	0:01:41	0:01:41	Valmistelu etukät.
Villatiivisteiden laitto ränniin	1:01:58	1:06:29	0:04:31		Tiivisteurat, tms
Katseluaukkojen tiivisteiden tarkastus, teko ja vaihto	1:06:29	1:13:34	0:07:05	0:05:35	Valmistellaan etukäteen vara kpl:t
Rännin irtokannen nosto paikalleen nosturilla	1:13:34	1:16:31	0:02:57		
Rännin kannen lasku ja lämmityskaasujen avaus ja sytytys	1:16:31	1:18:42	0:02:11		
Rännin lämmitys	1:18:42	2:52:42	1:34:00		
Valu	2:52:42	3:40:42	0:48:00		
Kannen aukaisu, irtokannen poisto, villatiivisteiden poisto, jäähdytys	3:40:42	4:46:42	1:10:00	Yhteensä pois 00:25:12	

Työnvaiheiden ja niiden keston määrittämisen jälkeen työvaiheet jaettiin sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin. Huomioon otettiin työvaiheet kokillien lämmityksestä ja kuivauksesta rännin lämmitykseen asti. Tämä aika on tärkeä valun alkamisajankohdan aikaista-

miseksi. Normaalitylanteessa valun valmistelutyöt alkaisivat kokilleista ja siksi rännin puhdistus ajateltiin kuuluvan valun jälkeiseen aikaan. Jako on esitetty liitteessä viisi. Ulkoisia asetuksia, jotka voidaan tehdä etukäteen tai hidastamatta sisäisiä asetuksia oli viisi kappaletta, yhteensä kahdeksan minuuttia. Näistä kaksi viimeistä, eli tiivistysten teot, veivät merkittävimmän ajan. Villatiivisteet voitaisiin leikata etukäteen ja tuoda rännin lähistölle valmiiksi. Samoin ikkunatiivisteitä voidaan leikata sapluunalla rullasta ja säilyttää valmiina rännin läheisyydessä. Aloituspalojen lämmitys hoituu samalla kokillin kuivauksen yhteydessä kaasuliekillä, kun ne on tuotu valmiiksi kokillien viereen etukäteen.

Luvussa neljä esitetyn teorian mukaan sisäisiä ja ulkoisia asetuksia tulisi lyhentää ja kehittää. SMED –videokuvauksesta tehtiin kulkukaavioita työnvaiheista. Niiden perusteella tehtiin 5S -toimenpiteitä asetuksien lyhentämiseksi. Näitä käsitellään tarkemmin luvussa 8.1.2. Lisäksi sisäisistä asetuksista villatiivistysten laittoa helpotettiin uudella tiivistemateriaalilla, joka oli yhtenäinen ja mitoitettu rännin suppilo-osaan. Tällä haettiin myös parempaa tiivistystä suppilo-osan ja kannen väliin. Uusi tiiviste toimi hyvin noin viidestä kahdeksaan valua. Tämän jälkeen se litistyi liikaa kasaan ja tiivisteiden pinnassa oleva metalliverkko meni paikoin ryppyyn, joista pääsi mahdollisesti vuotamaan suoja-kaasua valun aikana. Lisäksi rännin lämmityksessä liekki poltti tiivisteiden reunan puhki. Tähän ratkaisuna on tiivisteiden asettaminen vasta lämmityksen jälkeen tai suojailevyn tekeminen kanteen.

SMED:ssa ei kuvattu prosessin lopussa olevaa sahausta ja näytteenottoa. Kuten luvussa 5.1 kohdassa viisi on prosessin kuvauksessa on kerrottu, näytteet käydään hapottamassa 300 metrin päässä metallilaboratoriossa. Näytteet vietiin sinne trukilla ja matkaan kuluu aikaa näytteenoton kanssa noin 45...50 min ja sitoo yhden työntekijän siksi ajaksi. Näytteenotto koettiin hankalaksi kulkemisen suhteen. Lisäksi happojen käsittely aiheutti turvallisuusrisin. Hapotuksen tarkoituksena on saada valanteesta sahatun näytesivun raerakenne näkyviin mahdollisen keskustarepeämän havaitsemiseksi. Tavoitteena oli aluksi saada hapotus siirrettyä samaan rakennukseen, mutta happojen käsittelyn vuoksi olisi tarvinnut tehdä hapon talteenottojärjestelmä sekä ilmastointi ja savukaasun pesu.

Hapotukselle haettiin vaihtoehtoja ratkaisua keskustarepeämän havaitsemiseksi näytesivusta. Aluksi testattiin sivun pinnan sorvausta. Tällä menetelmällä pinnasta pystyi havaitsemaan keskustarepeämän sorvatuista näytteistä, joissa tiedettiin olevan vikaa. Toisena vaihtoehtona kokeiltiin näytesivun taivutusta, joka on käytössä kuparivalimossa. KrK:n näytteitä on yritetty joskus taivuttaa kuparivalimolla, mutta tehot eivät siellä riittäneet ja kokeilu jäi silloin siihen. Näytteiden taivutusta kokeiltiin konepajan puristimella. Saadut tulokset olivat hyviä. Taivutuksessa keskusta venyy toiselta puolelta ja repeää mikäli näytesivussa on keskustarepeämää (kuva 7.2). Ainoa heikkous taivutuksessa oli, että se saattoi repäistä raerajoja auki. Tätä saattoi aluksi luulla keskustarepeämäksi, mutta tarkemman tarkastelun jälkeen huomattiin raerajarepeämän ero keskustarepeämään. Keskustarepeämä menee suoraan näytesivun läpi, kun taas raerajarepeämä menee sivusuuntaisesti viistoon näytesivussa. Taivutuspaikalle laitettiin vertailunäytteitä, joista erot näkee.

Profiilitehtaan kunnossapitoverstaalta oli vapaana Enerpack –merkkinen paineilmaikäyttöinen puristin (kuva 7.1), jonka voima riitti sivun taivuttamiseen. Puristin saatiin aivan sahan läheisyyteen, jolloin tulokset saadaan lähes välittömästi sahausseurauksen jälkeen. Tällöin uusintasahaukset voidaan tehdä välittömästi tarpeen vaatiessa. Näytteenottoproses-

siin kuluva aika lyhenee taivuttamalla noin 40 min. OEE:n kannalta näytteenotto prosessi ei ole ollut rajoittava tekijä, mutta uudella näytteenottotavalla vapautuu aikaa muuhun työhön nopeuttamaan esimerkiksi rännin valmistelua tai putsausta.



Kuva 7.1. Näytesiiivun taivutus.



Kuva 7.2 Keskustarepeämä.

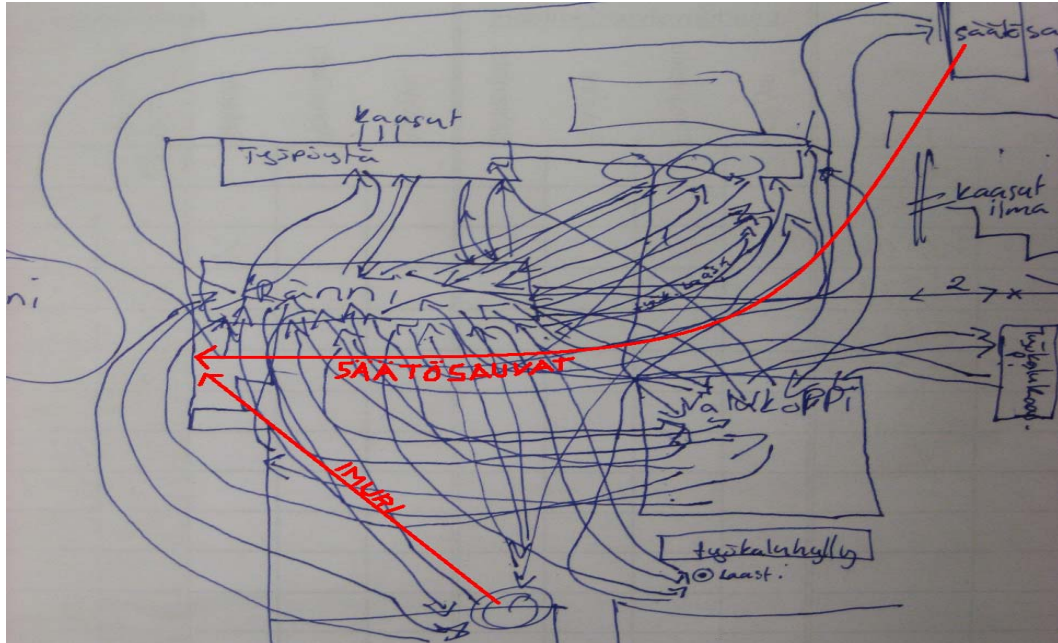
7.1.2 5S

Teoriaosuudessa luvun 4.3.2 mukaan 5s toimenpiteet jakautuvat viiteen vaiheeseen, esineiden lajittelemiseen, järjestämiseen, siivoamiseen, toiminnan vakiinnuttamiseen ja ylläpitämiseen. Tämän työn tarkoituksena ei ole luoda teorian mukaista 5s järjestelmää. Linjalle päätettiin tehdä ainoastaan asetuksia nopeuttavia toimenpiteitä, joiden tarve havaittiin SMED –kuvauksesta tehdyistä kulkukaavioista. Tehtyjen toimenpiteiden tarkoituksena on asetusten nopeuttamisen lisäksi parantaa työturvallisuutta minimoimalla ylimääräistä liikkumista ja materiaalia. Tavoitteena on saavuttaa suunniteltujen toimenpiteiden toteutus, toiminnan vakiinnuttaminen ja ylläpito jäävät linjan esimiesten vastuulle projektin päättyessä.

SMED –kuvauksen työvaiheet on eroteltu kuvien 7.3, 7.4 ja 7.5. kulkukaavioissa. Kulkukaaviot jaettiin karkeasti kolmen työvaiheen mukaan: rännin puhdistus ja kunnostus, kokillien maalaus ja tiivistys sekä rännin tiivistys ja lämmitys. Vaiheiden yhteenlaskettu kulkemismatka tavaroita ja työkaluja haettaessa oli noin 540 m. Kuvien yläreunaan menevät viivat menevät ylätasolle, jossa on säilytetty tiivistemateriaalit ja säätösauvat sekä aloituspalat. Tiivistemateriaalit ovat siellä rullissa, joista tarvittavat tiivisteet on käyty erikseen leikkaamassa. Pisimmät kulkemiseen menevät matkat tulevat juuri ylätasolle mentäessä. Lisäksi ylätasolle mentäessä on portaikko, joka aiheuttaa aina kompurointi-vaaran, etenkin tavaraa kannettaessa. Sen vuoksi tavoitteeksi asetettiin, että ylätasolle ei tarvitse mennä ollenkaan ränniä valmisteltaessa. Tämä vaatii tiivisteiden ja säätösauvojen tekemistä etukäteen valujen jälkeen ja niille uusien paikkojen määrittämistä alatasolle mahdollisimman lähelle ränniä.

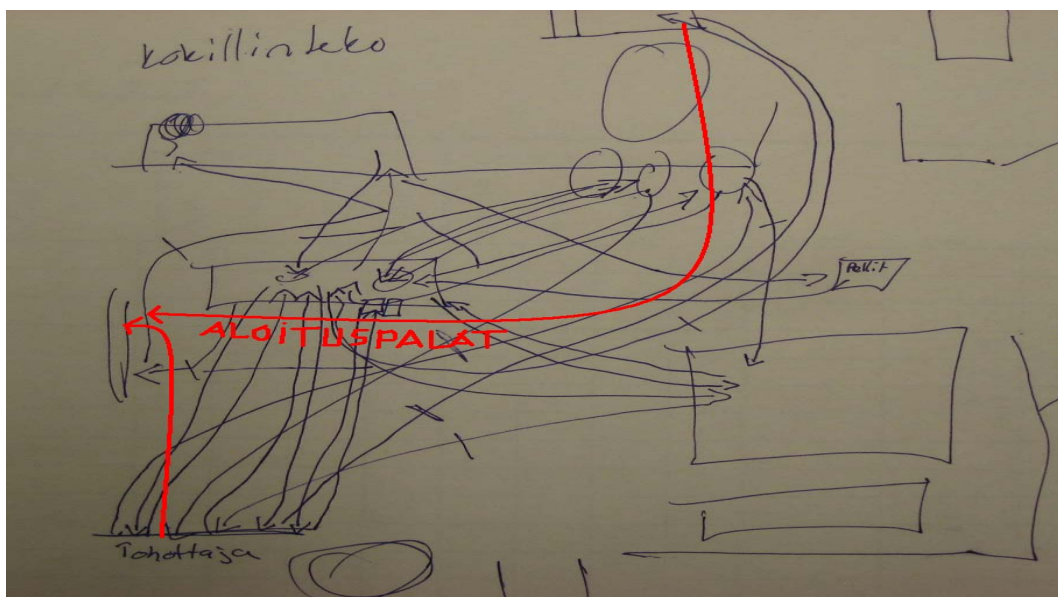
Kuvassa 7.3. rännin puhdistuksen ja kunnostuksen aikana tulee noin 230 m kulkemista. Monia tässä tehtyjä työvaiheita pystytään välttämään kokonaan tekemällä rännin vuorauksen uusinta riittävän ajoissa, jotta esimerkiksi paikkausmuuraukset jäävät pois. Kuvaan on merkitty punaisella parannukset, jotka tehtiin. Säätösauvat valmistellaan etukäteen ja tuodaan rännin viereen niille tehtävään telineeseen. Lisäksi imurin paikka havait-

tiin huonoksi. Letku on kaiteella toisella puolella alatasoa, josta se pitää vetää tason ylärännille ja tarvittaessa uunille remonttien yhteydessä. Tällöin se on myös turvallisuusriski aiheuttaen kompastumisvaaran lattialla. Imuri siirrettiin rännin viereen, josta letku työnnetään tason alle. Sieltä se on helppo vetää rännille tai uunille. Tällöin letku ei jää kulkuväylille makaamaan.



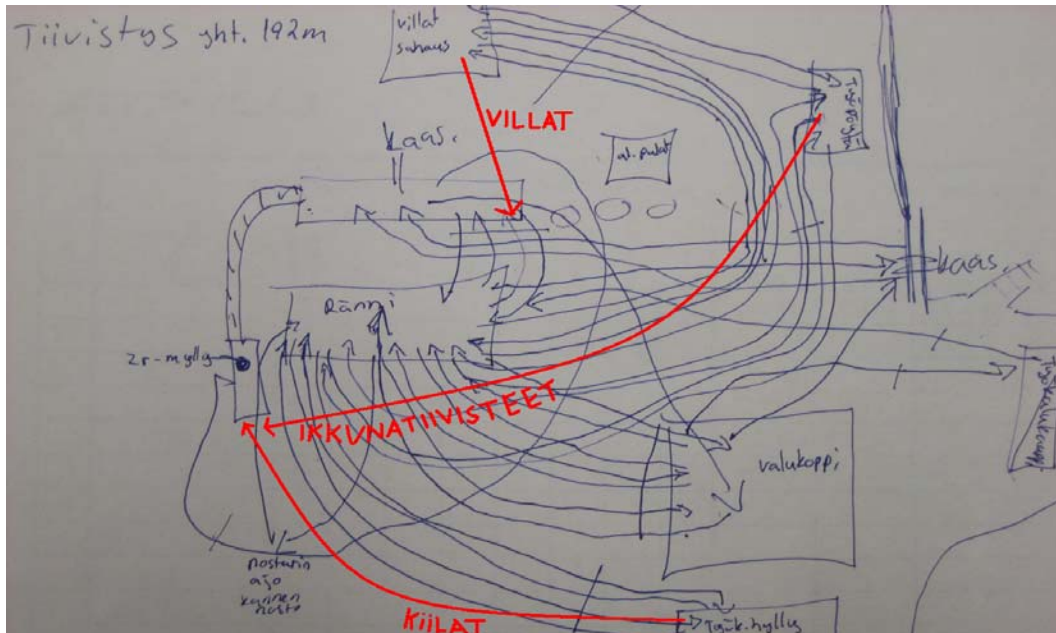
Kuva 7.3. Rännin puhdistus kuonasta ja kunnostus sekä valmistelu, kulkemista 230m.

Kuvassa 7.4 on kulkukaavio kokillin maalauksesta ja lämmityksestä sekä aloituspalojen hausta. Työvaihetta voi nopeuttaa laittamalla aloituspaloja valmiiksi rännin läheisyyteen, jotta ylätasolla kulkemisella työvaiheen aikana vältytään. Aloituspalojen kuivaukseen voidaan käyttää hyväksi ainakin valujen välissä kuumia kansia, joiden päälle aloituspalat voi laittaa. Tällöin niitä ei tarvitse erikseen lämmittää kokillin valmistelussa. Lisäksi kokillimaalin kuivaukseen käytettävä käsipoltin voidaan jättää rännin vieressä olevaan telineeseen maalausten ja kuivausten välissä.



Kuva 7.4. Kokillin valmistelu, kulkemista 119m.

Kuvassa 7.5 on kulkukaavio rännin tiivistyksestä lämmittämisen aloitukseen asti. Ylätasolle tuli huomattava määrä kulkemista. Kuljettavaa matkaa voidaan lyhentää työvaiheen aikana sahaamalla villatiivisteet valmiiksi. Niille tehtiin oma hylly työpöydän alle rännin viereen. Lisäksi ikkunatiivisteet voidaan leikata etukäteen valmiiksi niin, että niitä on useampi valmiina rännin vieressä. Tällöin välttyään kokonaan ylätasolle kulkemisesta asetuksien aikana.



Kuva 7.5. Rännin tiivistys ja lämmitys, kulkemista 192m.

7.1.3 Resurssien optimointi

Luvussa 6.1.2 selvitettiin taustoja toiminnan tehokkuudesta. Sen perusteella havaittiin tarve muutokselle toiminnan tehokkuudessa. Tavoitteena on saada OEE:ta lähtötilannetta paremmaksi. Valulinjalle suunniteltiin kolme tehokkaampaa vuorovaihtoehtoa tuotannon tekemiseen. Vaihtoehtoja vertailtiin suhteessa ennustettuihin tarpeisiin. Lisäksi vaihtoehtojen soveltuvuutta tarkasteltiin SMED –analysoinnin avulla, miten työvaiheet saadaan sovitettua kyseisiin vuoroihin.

Taulukossa 7.2 vaihtoehto A on nykytilaan verrattuna tehokkaampi, koska siinä tehtäisiin yksi valu enemmän samalla miehityksellä. Vaihtoehdossa B muutettaisiin vuorojärjestelmää. Päivä lyhenee 16 tunnista kymmeneen ja linjan työntekijät vähenevät kahdella, he menisivät muille linjoille. Valumäärä pysyisi samana. Vaihtoehdossa C tehtäisiin yhdessä kahdeksan tunnin vuorossa nykyiset kaksi valua, jolloin toinen vuoro ja sen henkilöstö jäisi kokonaan pois muiden linjojen käyttöön.

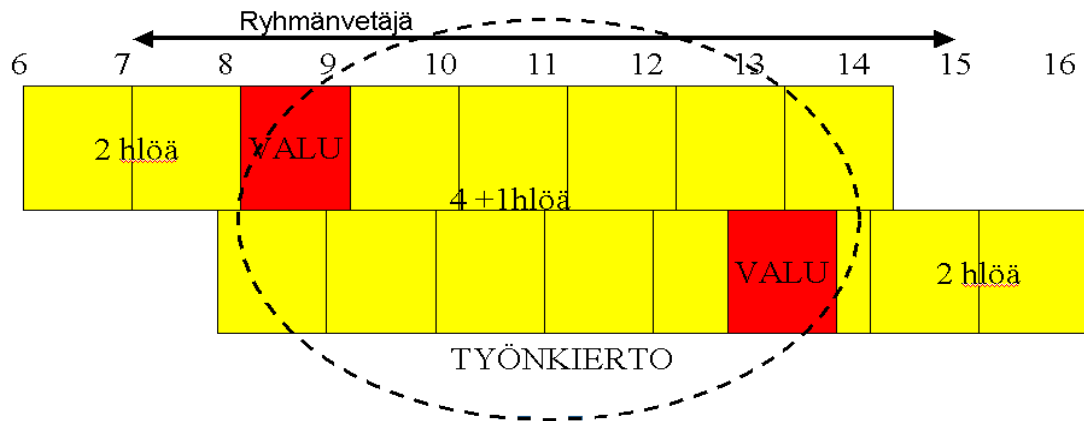
Taulukko 7.2. Vaihtoehtoisten vuorojärjestelmien vertailu nykytilaan.

	Nykytila	A	B	C
Vuorokäynti	2-vuoro	2-vuoro	1-vuoro, 10 h	1-vuoro
Henkilöstö	6+1	6(4)+1	4+1	3+1
Saanto, %	50	50	50	50
Valuja, kpl/vrk	2	3	2	2
Valanteita, vrk	5600	8400	5600	5600
Tehokkuus, kg/hth	100	150	140	175
OEE, %	4,3	7	7,5	9,4
Valuvkoja (4 pvää/vko)	22	15	22	22
h/vko	280	280	200	160

Vaihtoehto C on tehokkuudeltaan selkeästi paras. Se on projektin alkuperäisen tavoitteen mukainen, eli kaksi valua vuorossa. SMED –analysoinnin perusteella valusyklin pituus on kuitenkin nykyisellä ränniratkaisulla liian pitkä kahteen valuun vuorossa. Kyseinen malli vaatisi suuret investoinnit. Toimiakseen se vaatisi vaihtorännin, joka olisi esilämmitetty. Tällöin päästäisiin valamaan aina heti, kun sulatus on valmis. Pitkällä tähtäimellä tähän tulisi pyrkiä.

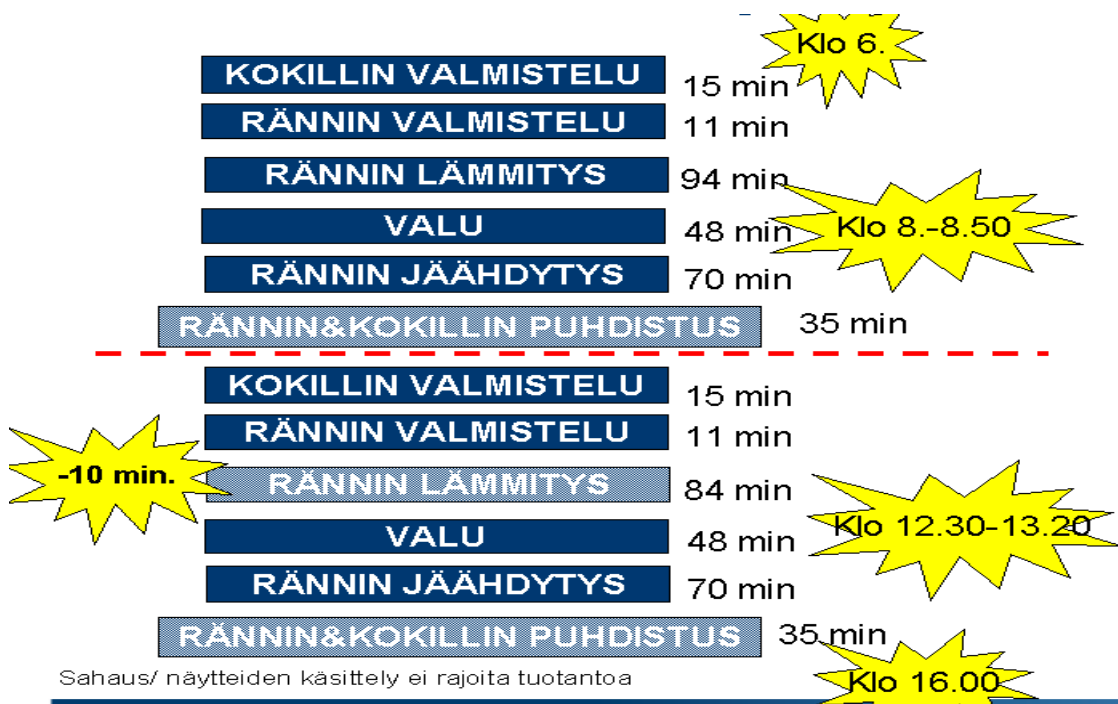
Toiseksi tehokkain malli on vaihtoehto A, jossa tehtäisiin yksi valu lisää nykytilaan verrattuna. SMED:n perusteella tälle ei ole estettä. Vaihtoehdossa A on kuitenkin selkeästi ylikapasiteettia verrattaessa ennustettuun tuotantomäärään tarvittavia valuviikkoja. Lisäksi linjalla olisi seitsemän työntekijää, joille olisi hankala kehittää muuta arvoa tuottavaa työtä ylimääräiselle ajalle.

Vaihtoehdossa B päivä lyhennettiin kymmeneen tuntiin niin, että kaksi työntekijää tulee aamulla kuudelta ja pääsee pois kahdelta. Toiset kaksi työntekijää tulevat klo 08.00 ja pääsevät klo 16.00 (kuva 7.6). SMED –analysoinnin perusteella valusykli mahtuvat kymmeneen tuntiin. Tuotantomäärä henkilötyötuntia kohden kasvaisi pienemmän henkilöstön ansiosta. Kuitenkin linjalla olisi enemmän työntekijöitä klo 08.00-14.00, jolloin valetaan molemmat valut. Tällöin työkuormaa pystytään tasoittamaan ja samalla työkierto on paremmin mahdollista. Samalla poissaolojen merkitys pienenee, koska valujen aikana on todennäköisemmin valutaitoisia työntekijöitä. Ryhmänvetäjän työaika on 07.00-15.00, jolloin hän pystyy tarvittaessa paikkaamaan poissaoloja tulemalla töihin joko tuntia aikaisemmin tai myöhemmin. Malli tuo joustavuutta miehistön suunnitteluun. Aamun tai illan poissaolon pystyy paikkaamaan esimerkiksi kahden tunnin ylityöllä koko kahdeksan tunnin vuoron sijaan.



Kuva 7.6. Vaihtoehto B, 2+6+2 tuntia, henkilöstö 4+1.

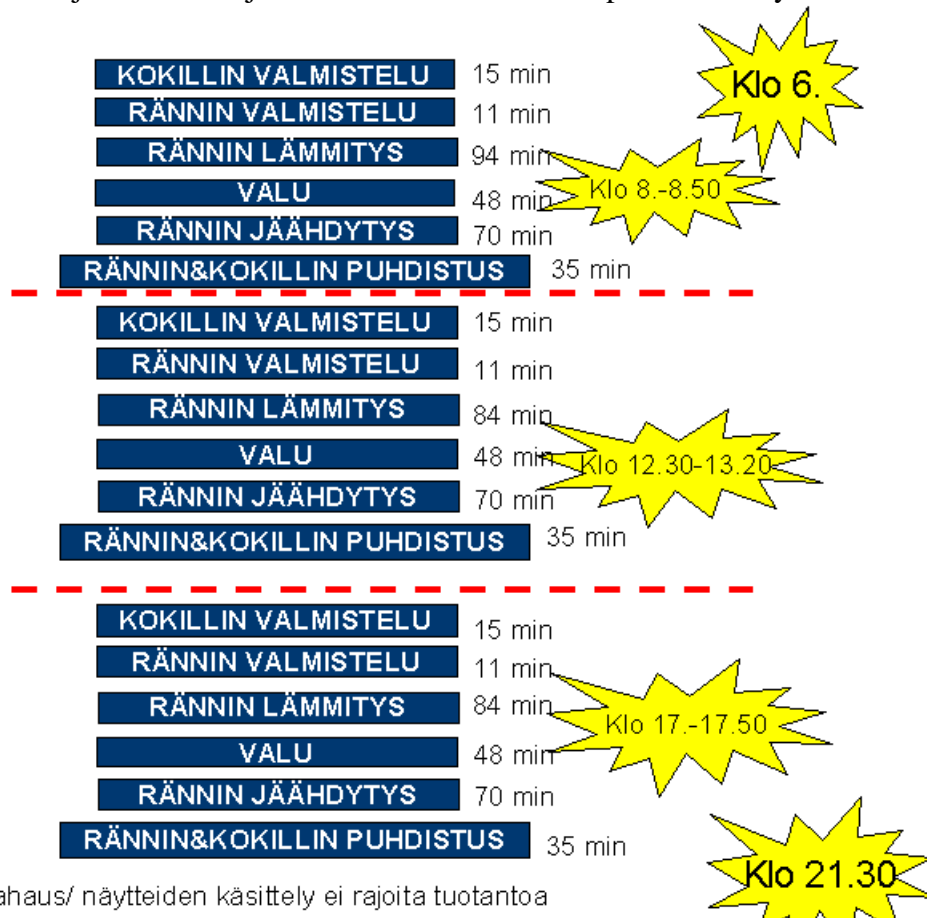
Kuvassa 7.7 on aikataulutettu valusyklien työvaiheet. Kriittisimmät hetket mallin toimimiseksi ovat aamun valmistelut, jotta ränni saadaan ajoissa lämpiämään valun aloittamiseksi kahdeksalta. Seuraava kriittinen vaihe on kello 10.00-12.00. Tänä aikana rännistä tulee poistaa kuonat, puhdistaa se ja maalata, sekä tiivistää ja valmistella kokillit ennen rännin lämmitystä. Aikaa tähän on siis kaksi tuntia, joten siinä on tunti liukumavaraa aamuvalun myöhästymisellekin, sillä rännin puhdistuksesta uudelleen rännin lämmitykseen kuluu 61 min. Toisen valun tulee alkaa viimeistään klo 13.00, jotta se ehditään valamaan ennen kahta. Tällöin jää riittävästi aikaa uunin täyttöön ja sulatukseen. Uuniin tulee saada riittävästi sulaa, yli käämirajan, jotta se voidaan jättää yöksi muhimaan.



Kuva 7.7. Kaksi valusykliä kymmenessä tunnissa.

Taulukon 7.2 vaihtoehtoista edellä käsitelty kymmenen tunnin vaihtoehto päätettiin ottaa käyttöön vuoden 2010 alusta. Sillä pystytään tekemään suunniteltu tuotantomäärä liitteenä kuusi olevan tuotantosuosittelun mukaisesti. Toisaalta kysynnän kasvaessa pystytään siirtymään samalla miehityksellä helposti takaisin kahteen vuoroon, jossa va-

lettaiisiin kolme valua päivän aikana (kuva 7.8). Siten voidaan kuroa mahdollisista ongelmista johtuvia rästejä tai ottaa tarvittavaa lisäkapasiteettia käyttöön.



Kuva 7.8. Kolme valua kahdessa vuorossa SMED:n mukaan

Kolmen valun tekeminen 16 h:ssa onnistuu hyvin. Suurimmaksi ongelmaksi muodostuivat työntekijöiden poissaolot, mikäli varamiehitystä ei ole saatavilla muilta linjoilta. Siirtyminen kolmen valun malliin voisi kuitenkin toimia väliaikaisena ratkaisuna neljän työntekijän ja ryhmänvetäjän henkilöstöllä.

7.1.4 Työtapojen vakiointi

Valulinjan alkutilannetta käsiteltäessä luvussa 5.2 tuli esiin saannon ja työtapojen suuri vaihtelu. Vaihtelua oli vuorojen välillä sekä vuorojen sisällä. Työntekijät olivat tehneet omia kokeiluja, joista on ollut sekä hyötyä että haittaa. Ongelmana on ollut kokeilujen koordinoimattomuus ja tiedon kulku vuorojen välillä. Hyvätkään ratkaisut eivät välttämättä ole menneet toisen vuoron tietoon.

Kuten luvussa 4.2 mainitaan, vakioimattomilla työtavoilla ja ajoparametreilla on vain rajallinen parannuspotentiaali. Työtapojen vakiointi aloitettiin henkilöstön kouluttamisella. Aluksi työntekijöillä oli käsitys, että vakioimisella puututaan heidän omiin työtapoihin ja tottumuksiin, eikä omaa innovatiivisuutta enää sallita. Heille kuitenkin korostettiin, ettei vakioinnilla pyritä asioiden sementoimiseen. Kaikkien tulisi kuitenkin käyttää lähtökohtaisesti samoja ajoparametreja, jotta vaihtelun aiheuttajiin päästään käsiksi.

Linjalla on käytetty myös eri kartiolla olevia kokilleja, jotka tekevät myös oman vaihtelunsa prosessiin.

Työntekijöiden kanssa pohdittiin vaihtelua aiheuttavia tekijöitä, joista suurin osa on kirjattu liitteen neljä kalanruotokaavioon. Lisäksi valuparametrit päivitettiin nykyisen parhaan tiedon mukaisiksi ja sovittiin, että muutetaan niitä vain koordinoitusti. Toki niitä on pakko muuttaa joskus valun aikana tilanteen mukaan, mikäli valanne tulee esimerkiksi punaisena ulos kokillista. Tällöin valunopeutta on syytä laskea turvallisuussyistä. Lisäksi sovittiin käytettävän vain yhtä kokillin kartiokkuutta, joka on havaittu lämmönsiirrotaan parhaaksi.

Vuorojärjestelmän muutoksella pyrittiin vaihtelun minimointiin. Ideana oli saada linjalle vastuuvuoruri, joka huolehtii rännin valmistelusta ja toimii uunin kaatajana valettaessa. Tällöin toiminta pysyy samanlaisena. Monitaitoisuuden ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi täytyy kuitenkin pitää huolta, että muidenkin valutaito säilyy. Aikataulultaan tiukemmassa vuorojärjestelmässä on määritetty tavoiteajat valun alkamiselle, sekä lisäksi iltpäivän valulle myöhäisin aloitusajankohta. Tällöin työntekijät saavat itse ajoittaa työt valujen välillä niin, että tavoite kuitenkin saavutettaisiin. Tämä auttaa ajan kuluessa tottumiseen ja samalla tavalla tekemiseen työjärjestyksen ja yhteistyön muotoutuessa. Jokaista työnvaihetta ei ole tarkoitukseen tehdä juuri tietyllä tavalla, vaan prosessiin mahtuu myös työntekijän vapautta. Tehtyjen 5s –toimenpiteiden avulla pyrittiin kuitenkin helpottamaan asetuksia määrittämällä valmiit paikat asetuksissa tarvittaville tarvikkeille ja työkaluille. Niiden pysyessä valmisteltuna ja paikoillaan, prosessi ohjaa työntekijää tekemään samoja liikkeitä asetuksien aikana. Tämä vähentää virheitä ja unohtuksia, sekä lisää huolellisuutta itse tekemiseen ylimääräisen kulkemisen ja valmistelun jätessä pois asetuksesta.

Haasteena työtapojen vakioinnin vaikutusten seurantaan on itse prosessissa olevien vaihtelun aiheuttajien tiedostaminen ja korjaaminen. Jotta pystytään tarkastelemaan esimerkiksi valajan hallinnassa olevia suppilon tai kokillien sulapinnan korkeuksien vaikutuksia valanteeseen, täytyy rännin tiivistykset ja sulan hapettuminen saada hallintaan. Niiden vaihtelun minimoituessa päästään vasta tarkastelemaan tarkemmin työtapojen vaikutuksia valanteeseen.

7.1.5 TPM

Kuten jo aikaisemmin todettiin, valulinjalta puuttuu ennakkohuoltosuunnitelma ja käyttäjäkunnossapito. Kunnossapito on ollut enemmänkin tulipalojen sammuttamista. Siirtymiseksi lähemmäs TPM:n mukaista kunnossapitoa, tehtiin kunnossapidon ja käyttöhenkilöstön yhteistyönä luvussa 6.1 esitetty ongelmien luokittelu. Näiden selvittäminen luo perustan muulle jatkokehitykselle. Tätä työtä tehdessä kaikkia listattuja ja luokiteltuja kunnossapidollisia ongelmia ei saatu vielä ratkaistua. Niillä on kuitenkin työnumerot asetettuina, joten käyttäjäkunnossapitojärjestelmä päätettiin aloittaa.

Käyttäjäkunnossapitokierroksen toteuttamista ja yhteistyötä pohdittiin yhdessä kunnossapidon esimiesten ja asentajien kanssa. Tämän työn tekijän lisäksi mukana oli linjan ryhmänvetäjä ja tuotantopäällikkö. Palaverissa mietittiin mahdollisia kohteita, joita seuraamalla voitaisiin ehkäistä laitteiden kulumista ja rikkoontumista, sekä prosessia häiritseviä tai pysäyttäviä kohteita. Apuna käytettiin linjalle tehtyjen kunnossapitotöiden tie-

toja ja asentajien sekä käyttöhenkilöiden kokemuksia. Alustavan listan jälkeen tehtiin kierros paikan päällä, jossa kohteita tuli vielä muutama lisää. Kohteiden määrittämisen jälkeen tehtiin kuvalliset ohjeet, jossa kierros on määritelty tekijöineen ja ohjeineen (kts. liite 7.). Kierros tehdään parillisen viikon maanantaina. Kierros on jaettu kahteen osaan. Sulattaja hoitaa uuniin liittyvät ensimmäiset neljä kohtaa ja valaja valuun liittyvät viimeiset viisi kohtaa, sekä valumontun tarkastukset sen ollessa tyhjä. Tällöin kierrokset on helppo ja nopea toteuttaa. Valumontun rajojen ja keskusvoitelujärjestelmän letkujen tarkastukset laitettiin käyttäjäkunnossapitokierroksen ohjeeseen toteutettavaksi silloin, kun valumontussa ei ole vettä. Käyttäjäkunnossapitokierroksen lisäksi sahan kuljettimien rasvaus ja panostuslaatikoiden nostimien ja kuljettimien rasvaus laitettiin Arrow –järjestelmään toteutettavaksi puolen vuoden välein kunnossapidon toimesta.

Linjalle nimettiin kunnossapidosta oma vastuhenkilö, jonka vastuulla on kierrokselta ryhmätaululle kirjattujen ongelmien kuittaaminen ja aikataulun asettaminen, sekä tilan päivittäminen. Tämä on jo suuri edistysaskel ennakoivan huollon ja kunnossapidon mahdollistamiseksi. Nyt havaitut ongelmat tulee kirjattua ja niiden korjaustoimenpiteet voidaan tehdä suunnitellusti ja hallitusti. Suurimpana asiana on kuitenkin se, että luodaan ennakoiva yhteys käyttöhenkilöstön ja kunnossapidon välille. Tällöin saadaan uusi informaatiokanava epäkohtien saattamiseksi eteenpäin suoraan kunnossapidolle, eikä soiteta vasta koneiden rikkouduttua. Aikaisemmin huomioidut epäkohdat ja pikkuviat ovat jääneet muistinvaraisiksi ja niistä on saatettu mainita ohimennen kunnossapidon asentajille, jos on muistettu.

7.1.6 Työntekijöiden koulutus ja motivointi

Lähtökohdat henkilöstön koulutukselle ja motivoinnille osoittautuivat heti LPS-projektin alussa haastaviksi. Taustalla olivat valulinja viiden viereltä aikaisemman LPS-projektin jälkeen lakkautetut seoslankalinjat, joissa osa linjan työntekijöistä oli työskennellyt aikaisemmin. Työntekijöillä nousi heti mieleen ajatus, että seuraavaksi LPS-projekti tulee ja lopettaa vitosuunin valulinjan. Syynä seoslankalinjojen lopettamiseen oli kuitenkin tuotteen kannattamattomuus LPS-projektin tehostustoimista huolimatta. Työntekijöiden kanssa keskusteltiin asioista ja selvitettiin projektin tavoitteet. Projektin edetessä pidettiin useita work shop –palavereja, joissa pohdittiin saantoon vaikuttavia tekijöitä, sekä mahdollisia kehityskohteita. Etenkin aluksi pohdittiin kahden valun tekemistä yhdessä vuorossa, millä keinoin se voitaisiin saavuttaa. Tämä oli myös projektin alkuperäinen tavoite. Vaikka tavoite osoittautui mahdottomaksi nykyisellä käytössä olevilla välineillä, saatiin aikaiseksi hyvää keskustelua ja ideoita. Näillä päästiin kehitystarpeiden jäljille. Samalla esiin tuli asioita, jotka aiheuttivat tuskaa työntekijöille. Taustalla oli viimeisen vuoden kestänyt tahkoaminen uusilla tuotteilla melko heikolla menestyksellä. Työmäärä laadukkaiden kilojen eteen on ollut kova, joka on laskenut motivaatiota. Tämä oli kuitenkin yksi syy miksi LPS-projekti on valulinjalle asetettu. LPS-projektin hyötyjen ja sen tuella parantamisen mahdollisuuden tiedostaminen ja siihen uskominen ei ollut kovin helppoa työntekijöille.

Projektin suunnitteluvaiheen aikana työntekijöille pidettiin kehityspäivät Herrainpäivillä. Kehityspäivän tarkoituksena oli antaa työntekijöille tietoa muidenkin yksiköiden tilanteesta, sekä valanteiden jatkomuokkauksesta aina lopputuotteeseen eli hitsauselektrodiin asti. Lisäksi käsiteltiin asiakkaita ja markkinoiden potentiaalia, sekä vitoslinjan merkitystä Luvatan strategiassa. Teki selkeästi hyvää lähestyä projektin asioita itse tuo-

tannon ulkopuolisista tekijöistä. Loppupäivä käytettiin koulutukseen ongelmanratkaisusta ja työtapojen vakioinnista. Näiden jälkeen tehtiin vielä ryhmätyöt uunin panostamisesta sekä rakenne- ja pinnanlaaturomua aiheuttavista tekijöistä. Kahdessa pienryhmässä tehdyt ryhmätyöt saivat aktiivisemmän osallistumisen ja ideoiden esilletuomisen, mitä aikaisemmissa palavereissa.

Työntekijöiden parannusehdotuksia pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman nopeasti, mikäli ne olivat mahdollisia, kuten esimerkiksi suojakaasujen säätimien siirto valukopin oven eteen näkyville ja ulottuville valun aikana. Myös vuorojärjestelmän muutos oli osittain työntekijöiden tahdon mukainen. Heiltä itseltään tuli esille halu pois iltavuoroista. Kymmenen tunnin limittäisessä järjestelmässä se on mahdollista menettämättä tuotantokapasiteettia. Ongelmien ilmaantuessa saatetaan siinäkin menettää toinen valu päivältä, mutta samoin oli tilanne iltavuoroissakin. Niissä ei ollut esimiestä paikalla, eikä välttämättä riittävästi kunnossapitoa korjaamaan syntyneitä vikoja.

Linjalla on ollut useita tapaturmia ja sairaslomia. Erityisesti uunin kuonaus nostettiin vahvasti esille työntekijöiden toimesta. Usealla työntekijällä alkaa olla vaivaa käsissä ja olkapäissä. Tämä antoi aiheutta keskittyä myös työturvallisuuden parantamiseen. Avuksi otettiin työsuojelupuolen asiantuntija tekemään ergonomiaselvitystä kuonauksesta pohjaksi työvaiheen kehittämiseksi. Kuonaus on ollut projektin aikana asia, jonka työntekijät ovat nostaneet useasti esille ikään kuin vastavetona pyrkimyksille tehostaa tuotantoa. Kuonauksen kehittämishanke jatkuu vielä tämän työn päättymisen jälkeen, jolloin valut saadaan uuniremontin jälkeen takaisin päälle ja ergonomiaselvitys tehtyä todellisessa tilanteessa.

Henkilöstön koulutuksen jatkaminen sekä heidän tarpeidensa ja toiveidensa huomioiminen on ehdottoman tärkeää LPS-projektin päättymisen jälkeenkin. Tämä on tärkeää lähes kadonneen motivaation ja luottamuksen uudelleenrakentamisen kannalta. Tämä tulee ottamaan vielä aikaa ja vaatii linjan esimiehien panostusta palautteen antamiseen ja ottamiseen, sekä jatkossa esille tulevien asioiden toimeenpanemiseen. Käyttöön otetut viikkopalaverit ovat hyvä paikka käydä läpi saavutetut tulokset ja tavoitteet, sekä selvittää ja ratkaista esiintyneiden ongelmien taustasyitä. Prosessin saannon ja OEE:n parantuaessa työn mielekkyys tulee varmasti kasvamaan. Kehitystä ei pidä kuitenkaan pysäyttää saavutetulle tasolle, vaan parannuskeinoja tulee etsiä jatkossakin LPS:n periaatteiden hengessä.

8. Johtopäätökset

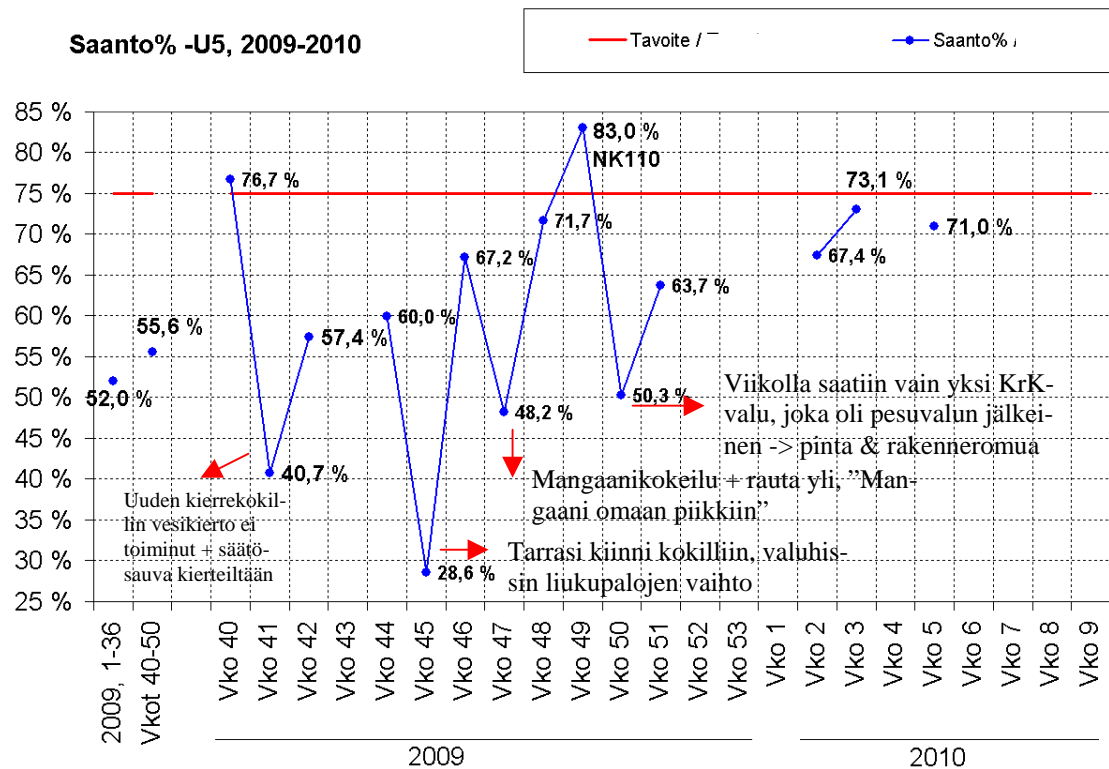
Tämän työn tavoitteet muodostuivat osin LPS-projektin tavoitteista nostaa valulinja viiden saantoa 50 %-yksiköstä 75 %-yksikköön sekä OEE:n parantaminen 15 %-yksiköllä. Näiden tavoitteiden toteutumisen keinoja tavoiteltiin, mutta ilman suuria investointeja etenkin OEE:n moninkertaistaminen on mahdotonta. Niinpä työssä tehtiin käytettävyyden tehostamiseksi ja laadun parantamiseksi lähinnä töitä perusasioiden kuntoon saattamiseksi. Tehtyjen toimenpiteiden avulla pystytään saavuttamaan 10...12 %-yksikön OEE-taso. Se on lähtötilanteen neljään prosenttiyksikköön verrattaessa huomattava parannus.

Uusi vuorojärjestelmä parannuksineen otettiin käyttöön vuoden alusta. Vuoden alussa tehtiin myös uuniremontti. Tämän jälkeen valettiin vain viisi valua, kunnes uunin vuoraus halkesi ja se jouduttiin tekemään uudestaan. Tästä johtuen uuden järjestelmän ja parannustoimenpiteiden vaikutuksen todentaminen jäi tässä työssä vähälle työn valmistuksessa. Taulukossa 8.1 on kerätty yhteen OEE:n osa-alueiden kehittämiseksi tehtyjä toimenpiteitä ja niillä saavutettuja tuloksia.

Taulukko 8.1 OEE:n osa-alueiden kehittämiseksi tehdyt toimenpiteet ja tulokset.

Toimenpiteet	Tulokset
OEE	
Käytettävyys	
SMED -kuvaus	Asetusajan lyhentyminen valusykliissä noin 30 min, osan asetuksista muuntaminen ulkoiseksi mahdollistaa uuden vuorojärjestelmän toimimisen, aikojen lyhentämistä tukevat 5s toimenpiteet
5S	Asetuksien nopeuttamiseksi tehdyt toimenpiteet: valmisteltävien tarvikkeiden paikkojen määrittäminen, Seuraus: kulkemisen vähentyminen
Näytteenotto-prosessin muutos hapotuksesta taivutukseen	Lisää resursseja asetusten nopeuttamiseksi
Käyttäjäkunnossapidon käynnistäminen	Linjalle nimettiin kunnossapidosta vastuuhenkilö linjalta raportoitaviin vikoihin, käytettävyyden parantuminen tulevaisuudessa, suunnitelmallisuus kunnossapitoseisakeihin.
Tuottavuus	
Vuorojärjestelmän muutos	Samantyyppisen tuotannon tekeminen tehokkaammin ja tuottavammin; kaksi työntekijää vähemmän linjan kustannuksissa (noin 80 000 €), Iltavuorot ja niistä maksettavat lisät pois (noin 6000€)
Laatu	
Rännin vuotojen määrittäminen	
Seuraus:Tiivistysten parantaminen	Saatiin kokilliin ja suppiloon paineet, Seuraus: Pinnanlaadun parantuminen, rännin kuonautumisen vähentyminen, rakenneromun väheneminen
Liukupalojen materiaalin vaihto	Rakenneromun vähentyminen kulumisen seurauksena tulevaisuudessa.
Näytteenotto-prosessin muutos hapotuksesta taivutukseen	Ei tarvitse sahata lyhyempää valannetta varmuuden vuoksi aloituksesta, tulos heti keskustarepeämistä ja uusintasahausta tarvittaessa ilman siirtoja. Seuraus: Saannon parantuminen, nostojen vähentyminen

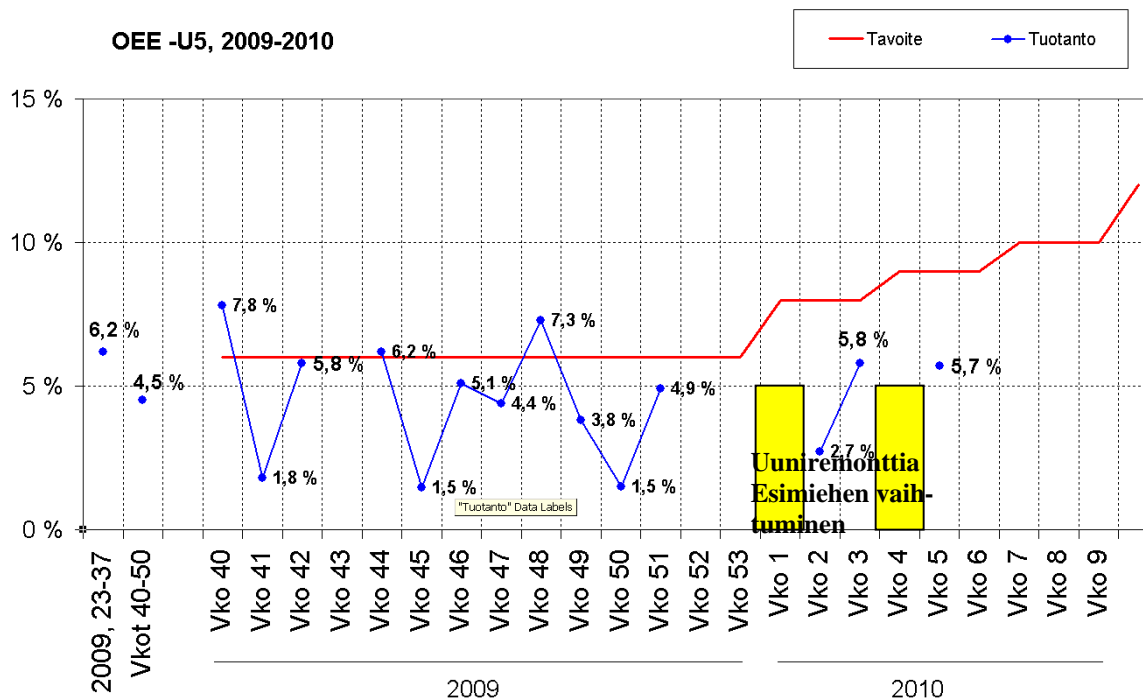
Tutkimuksessa SMED-analyysi osoittautui hyödylliseksi työkaluksi asetusten kehittämiseen. Sen lisäksi, että asetusajaa pystyttiin lyhentämään ulkoistamalla tiettyjä työvaiheita, videolta saatiin hyödyllistä tietoa asetuksissa kuljettavista matkoista ja työkalujen ja tarveaineiden sijainneista. Videon perusteella pystyttiin tekemään asetusajan lyhentämistä ja työturvallisuuden parantamista tukevia 5s-toimenpiteitä. Myös suunniteltujen vuorojärjestelmävaihtoehtojen toimivuus pystyttiin demoamaan työvaiheiden kestojen perusteella. Uusi vuorojärjestelmä tukee käyttäjästä aiheutuvan vaihtelun minimoimista saman henkilön tehdessä vastualueensa töitä, jolloin työtavat pysyvät samana. Lisäksi erityisesti rännin ja valukoneen ongelmien juurisyiden etsintä ja parannukset ovat nostaneet linjan saantoa. Tavoite 75 %-yksikköä on saavutettu useasti ja ylitetty muutamia kertoja jopa kymmenellä prosentilla yksittäisissä valuissa. Saannon vakiinnuttamista hankaloittaa myös linjalla käytettävän kiertoromun laadun vaihtelu, jota käytetään linjalla raaka-aineena. Sen vuoksi pientä vaihtelua pitää ehkä hieman myös sallia, mutta selkeä tason nosto saannossa on jo saavutettu, kuten kuvasta 8.1 voidaan havaita. Viikkotason saanto on jo lähellä 75 %-yksikön tavoitetta.



Kuva 8.1 Vitosuunin saannon lähtötaso ja saannot projektin ajalta viikoilta 40-5.

OEE tavoitetta, 12 %-yksikköä, ei ole alkuvuonna saavutettu kuin yksittäisinä päivinä, montaakaan valupäivää ei vielä ole kuitenkaan edes takana. Viikkotason OEE on jäänyt alhaisemmaksi enemmänkin henkisten kipujen vuoksi, eikä toista valua päivään ole saatu kuin muutaman kerran. Yritys ei vielä näy, joten ongelmat eivät ole kovin suuria. Samalla on ollut menossa linjan työnjohtajan vaihtoprosessi, eikä perehdyttämisen vuoksi aikaa linjalle ole vielä riittänyt. Tämä tulee varmasti parantumaan lähiaikoina, jolloin tavoitteet ja niiden toteutumisen seuranta sekä ongelmien ratkaiseminen pääsevät käyntiin. Aamun aloitusta varten tehtävät rännin puhdistus ja valmistelutyöt ovat jääneet tekemättä loppupäivästä osittain seurannan puutteen vuoksi, vaikka vaiheet on kyllä työntekijöille ohjeistettu. Sen vuoksi aamun aloitus on venähtänyt eikä omaa tarvetta ole ollut ajan kiinni kuromiseen ensimmäisen valun jälkeen, jolloin toinen valu on jää-

nyt tulematta. Kuvassa 8.2 on esitetty viikoittaiset OEE:t. Heikoimmat arvot ovat samoissa viikoissa saantojen kanssa ja niistä on löydettävissä yhteisiä syitä. Lisäksi viikoittaisia arvoja heikentävät ennakkoon suunniteltujen valujen toteutumattomuus. Näihin arvoihin ei kannata enää liikaa tuijotella. Tärkeämpää on keskittyä uuden vuorojärjestelmän käyntiin saattamiseen ja prosessin jatkokehittämiseen ja tutkimiseen. Nyt kun rännin ja suppilon kaasutiiveys saadaan kohtuulliselle tasolle, voidaan suorittaa järkevästi muita valuparametreihin tai sulaan liittyviä kokeita, joiden avulla voitaisiin päästä paremmin jäljille niiden vaikutuksista syntyvään romuun tai laatuun, sekä keskittyä aloituspään lyhentämiseen.



Kuva 8.2 OEE projektin ajalta.

8.1 Jatkokehitystoimenpiteet

Ensimmäisenä asiana on uuden vuorojärjestelmän toiminnan harjoittelu. Jotta asetetut valujen alkamisajankohdat saavutetaan, pitää toimintaa valvoa ja pyrkiä kehittämään työtapoja yhdessä työntekijöiden kanssa. Teknisistä parannuksista tuli projektin aikana hyviä ehdotuksia. Mikäli ränni olisi aamuisin esilämmitetty, edes jonkin verran, se nopeuttaisi aamun aloitusta huomattavasti. Huomiota tulisi kiinnittää kriittisiin ajankohtiin, jolloin työvaiheet tulisi aloittaa. Esimerkiksi valun jälkeen rännin jäähtyttyä noin tunnin, tulisi puhdistus ja valmistelutyöt tehdä välittömästi rännin saamiseksi uudelleen lämmitykseen. Lisäksi tässä työssä toteutettujen 5s toimenpiteiden vakiinnuttaminen tulisi vaatia ja varmistaa, sekä mielellään vielä parantaa. Valmistelemalla asetuksissa tarvittavia tiivisteitä ja säätösauvoja, sekä varmistamalla tarveaineiden riittävyys, voidaan asetuksia nopeuttaa huomattavasti. Niille tulee määrittää jatkossakin selkeät visuaaliset paikat, jolloin ne on myös helppo auditoida.

Laatuun tulee kiinnittää huomiota projektin jälkeenkin. Kehittämiskohteita voisi olla uunin kannen kaasutiiveys. Lisäksi tulee varmistaa, että uunin nokkaputken ja rännin

välinen vuotokohta saadaan tukittua kuonan vähentämiseksi, kuten suunniteltiin. Kun ränni saadaan riittävän kaasutiiviiksi (suojakaasun paineet pysyvät), voidaan alkaa tutkimaan tarkemmin vesien ja niiden lämpötilojen vaikutusta valanteen laatuun, sekä keinoja aloituspään lyhentämiseksi. Projektin alkaessa pidempiaikainen saanto oli 50%. Saannon noustessa ja vakiintuessa 75...85 %:iin, joita on jo saavutettu, vapautuu ylimääräistä kapasiteettia. Sen käyttämiseksi olisi hyvä suunnitella valmistettaviin seoksiin sopivia valusovelluksia ja tuotteita.

Linjalla on ollut paljon poissaoloja, jonka seurauksena valuja on jäänyt tulematta. Uudessa vuorojärjestelmässä tulee kiinnittää erityistä huomiota henkilöstön suunnitteluun ja monitaitoisuuden lisäämiseen erityisesti panostukseen ja sulatukseen, joita tehdään sekä aamulla, että lopuksi iltapäivällä. Tällöin henkilöstöä pystyy liikuttelemaan joustavammin kahden tunnin vuoromuutoksilla. Myös lisähenkilöstön koulutus toiselta linjalta olisi suotavaa, jotta tarvittaessa voitaisiin saada hätäapua muualta. Linjan työntekijöillä alkaa osalla olemaan kuitenkin riskinä terveyden pettäminen ja pitkät sairauslomat. Siksi myös työturvallisuuden kehittämiseen tulisi panostaa, kuten kuonaukseen, jonka selvittely aloitettiin projektin aikana.

Lähteet

Burton Terence T. & Boeder Steven M. 2003. The Lean Extended Enterprise: moving beyond the four walls to value stream excellence. J. Ross Publishing, Inc. Florida, United States of America.2003. 272p.

Du John, 2007. [WWW] The Luvata Production System House. Luvata Oy intranet, sisäinen artikkeli. Julkaisematon esitys. Päivitetty 14.8.2007. [Viitattu 4.1.2010]

Comeford Michael J. 2006. [WWW] Luvata Production System. Luvata Oy Intranet, sisäinen artikkeli. Julkaisematon esitys. 17 s. [Viitattu 4.1.2010]

Galley Mark. 2009. [WWW] Improving on the Fishbone Effective Cause-and-Effect Analysis: Cause Mapping. [viitattu 5.12.2009]
<http://www.fishbonerootcauseanalysis.com/>

Hansen Robert C. 2001. Overall Equipment effectiveness: a Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits. Industrial Press Inc. New York, United States of America. 278 p.

Holbeche Linda. 1998. Motivating People in Lean Organization. Butterworth-Heinemann, Oxford.
294 p.

Imai Masaaki. 1997. Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-cost Approach to Management. McGraw-Hill, New York, United States of America. 354 s.

Juhela Lari & Heikkilä Jari. 2009. Ongelmanratkaisu Luvata Pori Oy. Luvata training document. Elokuu 2009. Julkaisematon esitys. 36 s.

Järviö Jorma. 2004. Kunnossapito.Yhteistyössä Kunnossapitoyhdistyksen kanssa. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10. KP-Media Oy. Oy Kotkan kirjapaino Ab, Hamina. 2. täydennetty painos, syyskuu 2004. 212 s.

Kouri Ilkka. 2009. Lean Management. Luvata Oy:n koulutusmateriaali. 20.11.2009, 97s.

Laine Jenna. 2010. Luvata Porin esittelymateriaali. Luvata Pori Oy. Päivitetty 28.01.2010. Julkaisematon esitys. 24s.

Liker Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. Suomennus Marko Niemi. Readme.fi. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, 2006. 323s. Alkuperäisen teoksen nimi: The Toyota Way.

McIntosh R.I. 2001. Improving Changeover Performance: A Strategy for Becoming a Lean, Responsive Manufacturer. Butterworth-Heinemann, Oxford. 2001. 351 p.

Moisio Jussi, 06/2009. [WWW] Lean toimintaperiaatteita ja työkaluja. Qualitas Fennica Oy. 198s. [Viitattu 3.11.2009]
<http://www.qualitas-fennica.fi/upload/media-4a49a5f11c95a.pdf>

Probst Gilbert J.B., Bücher Bettina S.T. 1997. Organizational learning. The competitive advantage of the future. Prentice Hall Europe 1997. England. 185 p.

Schonberger Richard J. 1982. Japanese manufacturing techniques, A Division of Macmillan Publishing Co. New York, United States of America. 260 p.

Sheppard Andy. 2008a. Overall Equipment Effectiveness (OEE). Luvata training document. May 2008. Julkaisematon esitys. 27 p.

Sheppard Andy. 2008b. LPS Transformation Approach. Introductory training. October 2008. Julkaisematon esitys. 13 p.

Shingo Shigeo. 1985. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press, Portland, Oregon. United States of America. 361p.

Shigeo Shingo. 1984. Den nya japanska produktions filosofi. Ruotsinnos Lars O. Sodahl. Mgruppens Förelag/MYSIGMA Education AB, Stocholm, 1984. 216s.

Suzaki Kiyoshi.1987. New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement. Free Press, New York, United States of America. 255 p.

The Productivity Development Team. 1996a. Quick Changeover for Operators: The SMED system. Productivity Press, New York, United States of America. Based on: A Revolution in Manufacturing by Shiego Shingo. Shopfloor Series. 77 p.

The Productivity Development Team. 1996b. TPM for every operator. Edited by The Japan Institute of Plant Maintenance. Productivity Press, New York. United States of America. Shopfloor series. 123 p.

The Productivity Development Team. 1997a. Autonomous Maintenance for Operators. Edited by The Japan Institute of Plant Maintenance. Productivity Press, United States of America. Shopfloor series. 123 p.

The Productivity Development Team. 1997b. Focused Equipment Improvement for TPM Teams. Edited by The Japan Institute of Plant Maintenance. Productivity Press, Portland Oregon. United States if America. Shopfloor series. 125 p.

The Productivity Development Team. 1999. OEE for Operators, Overall Equipment Effectiveness. 1999. Productivity Press, New York, 1999. United States of America. Shopfloor Series. 63 p.

Vonderembse Mark A., White Gregory P. 1996. Operations Management, Concept, Methods and Strategies. West Publishing Company, Minneapolis / St. Paul, United States of America. Third Edition. 845 p.

LIITE 1

5-linja / OEE-lomake

Päivämäärä: _____

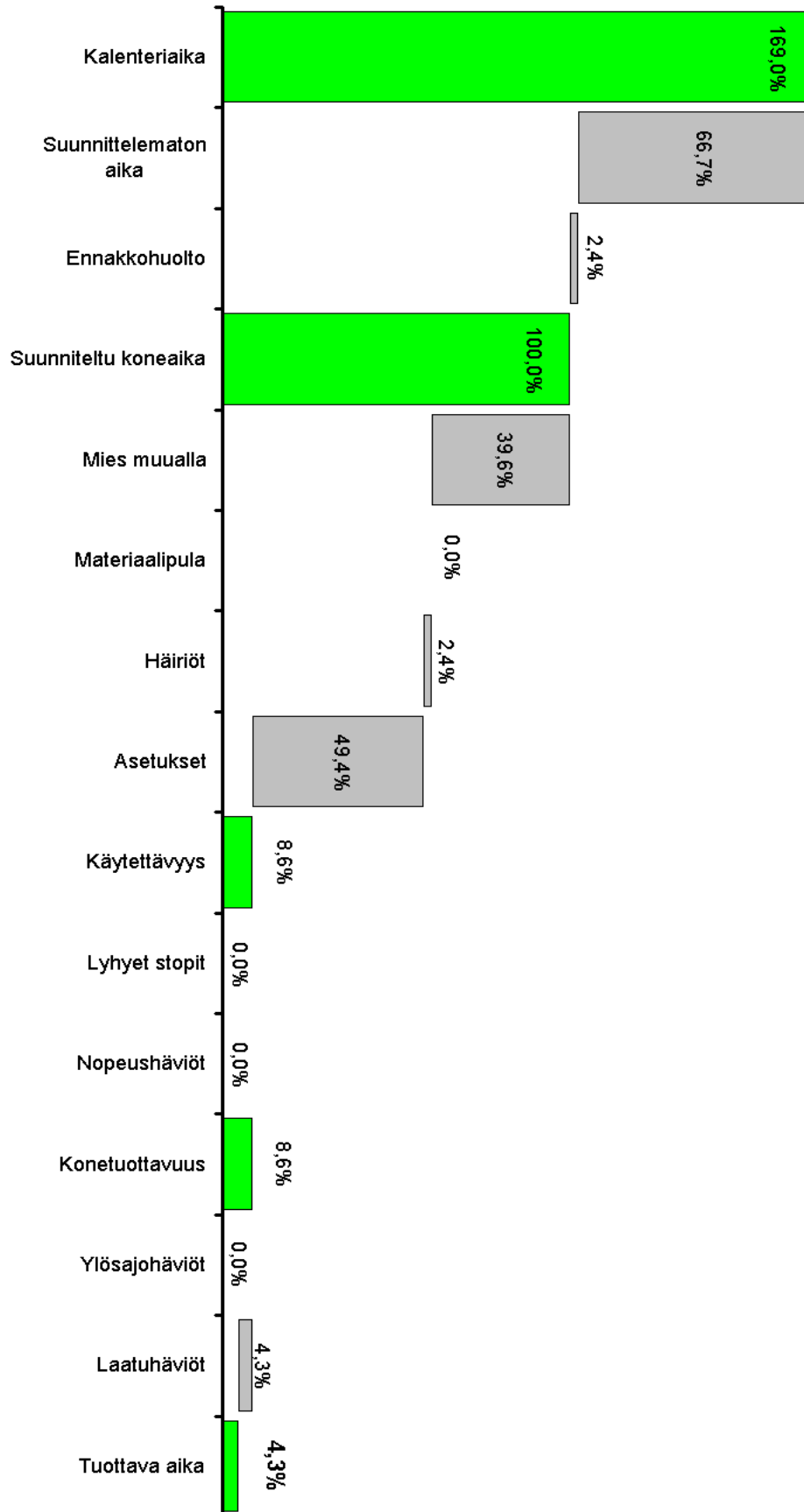
Operaattori: _____

Vuoromiehitys kpl:

Ilta	1. Raaka-aineiden haku	2. Panostus	3. Kuonaus / sulanäyte	4. Kokkilin/ rännin valm. / lämmitys	5. Valu	6. Sahaus/ näytteen otto	7. Näytteiden hapotus & tark.	8. Junin huolto / Tiivisteiden vaihto	9. Operaattori muualla	10. Mekaaninen häiriö	11. Sähköinen häiriö	12. Materiaalipula	13. Suunniteitu huolto	14. Pesuvalu	
13:40															
13:50															
14:00															
14:10															
14:20															
14:30															
14:40															
14:50															
15:00															
15:10															
15:20															
15:30															
15:40															
15:50															
16:00															
16:10															
16:20															
16:30															
16:40															
16:50															

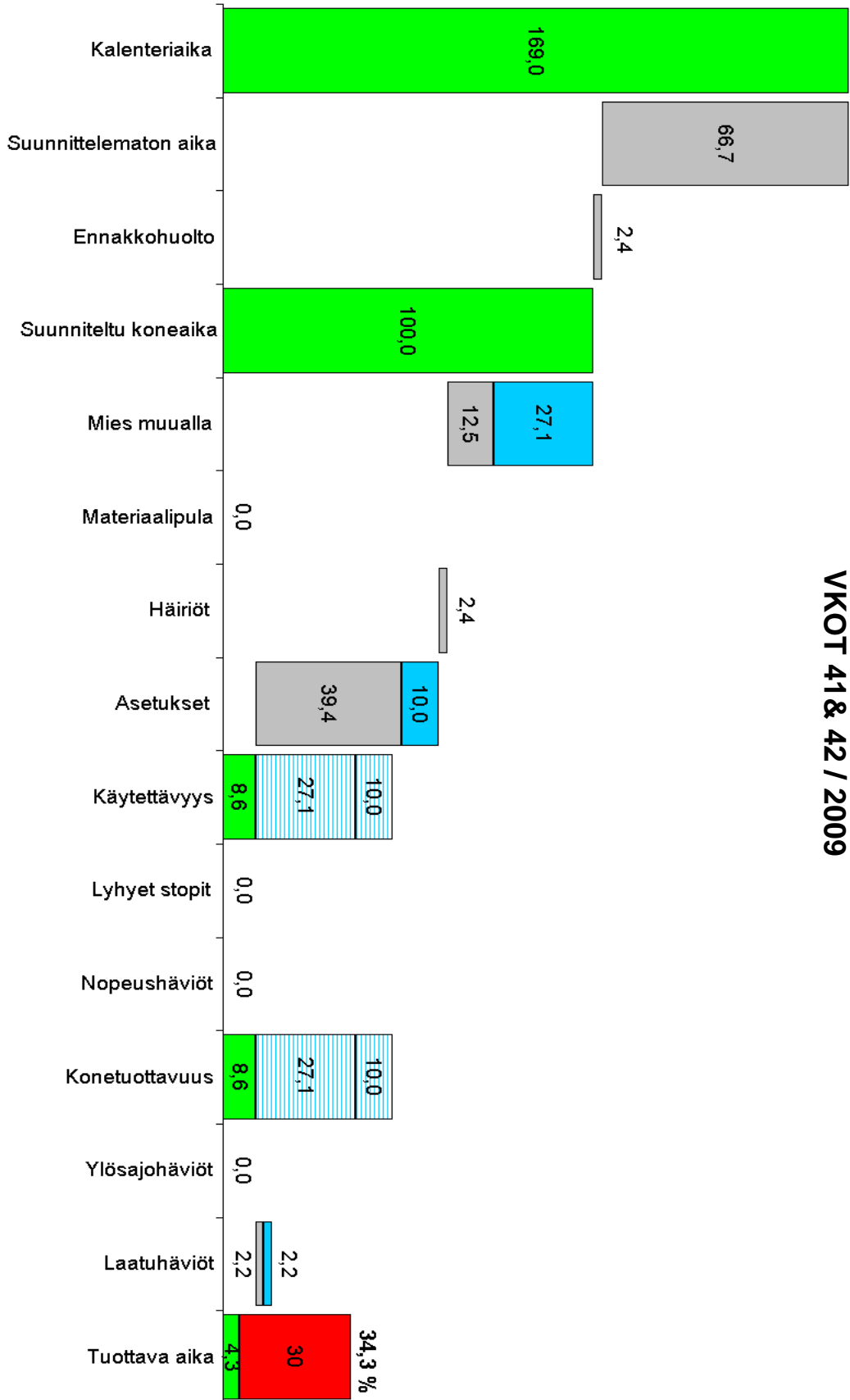
Huom. (mahdolliset palaverit, ongelmat, tms)

LIITE 2

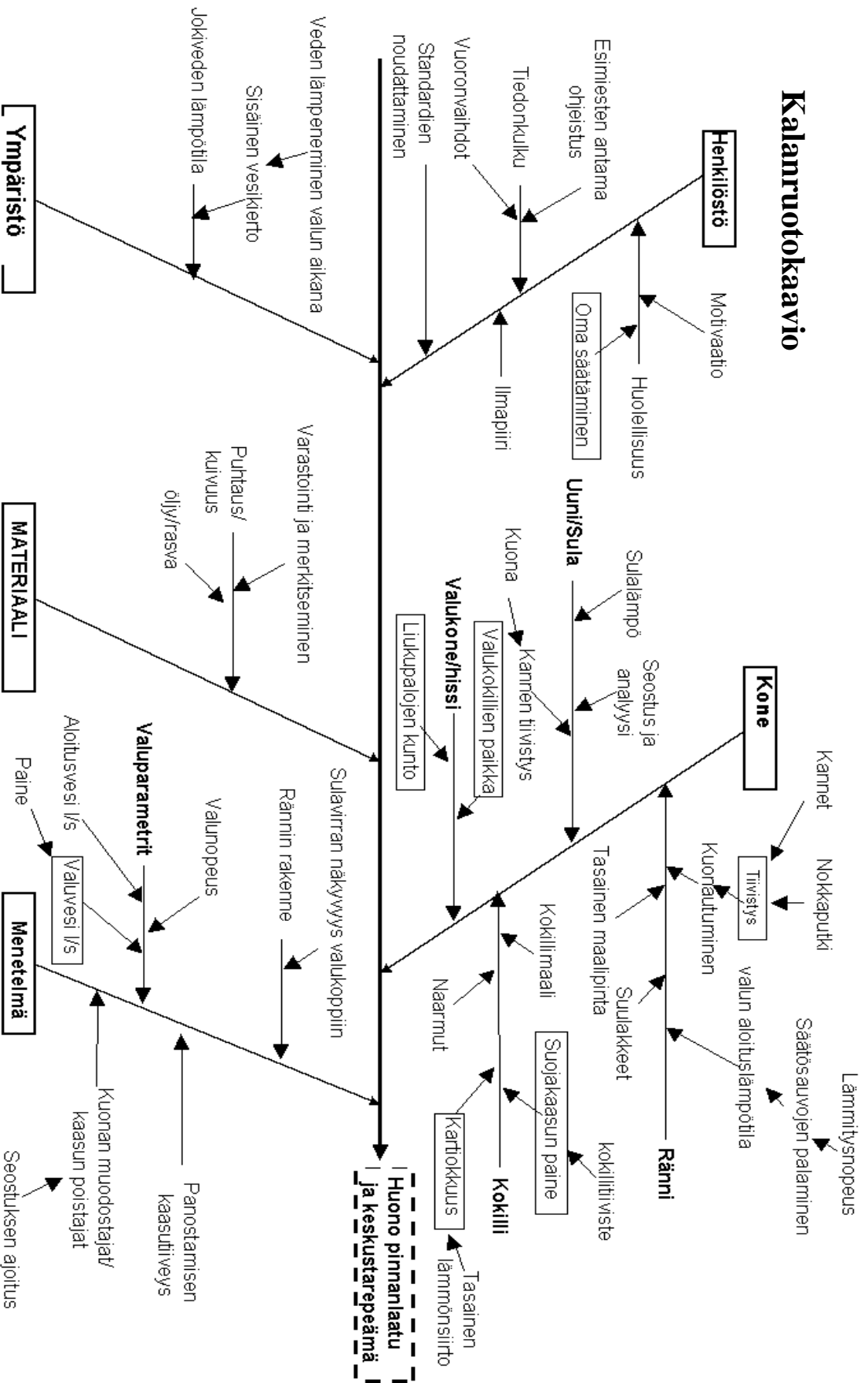


OEE-%, US
Vkot 41 & 42 / 2009

**OEE-% U5 parannustavoitteet
VKOT 41& 42 / 2009**



Kalanruotokaavio



LIITE 5

SMED: Jako sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin
 -Valun valmistelu aamulla

	Sisäinen asetus																				
Kesto [s]	Kokillien lämmitys + kuivaus 0-02:14			Kokillin maalaus 0-01:07		Kokillin maalauksen ja aloituspaän kuivaus 0-07:41				Kokilitiivis teen karkaisu ja asennus + aloituspaän laitto 0-03:49	Kokillien suoalevyjen laitto, rännin lasku ja kannen nosto 0-02:52			Villätiivisten rännin 0-04:31			Katselaukkoien tiivisteiden tarkastus ja vaihto 0-03:18	Rännin irtokannen nosto paikalleen nosturilla 0-02:57	Rännin kannen lasku ja lämmityskäskäsijen avaus ja silytyys 0-02:11	Rännin lämmitys 1-34:00	
Ulkoinen asetus																					
Kesto [s]		Hissein ajotulos 0-00:47				Aloituspalo-ien haku 0-01:04		Aloituspalo-ien lämmitys 0-00:48						Villätiivisten teko 0-01:41				Tiivisteiden teko ja ktiän hakua 0-03:47			
Sisäiset yhteensä [min.]																					
Ulkoiiset yhteensä [min.]																					
Kaikki yhteensä																					

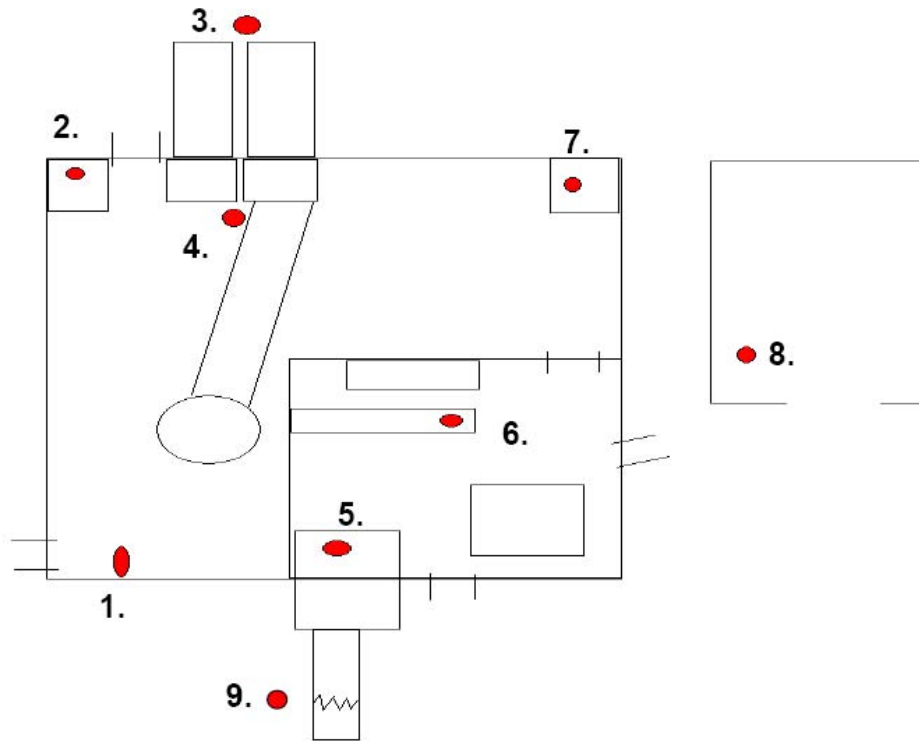
LIITE 7.2


KÄYTTÄJÄTARKASTUSLOMAKE
 Seosvalimo / 5. linja

LUVATA		Käyttäjätarkastuslomake	
VIIKKO	TARKASTUS PVM	TARKASTUKSEN TEKIJÄN NIMI	RYHMÄN VETÄJÄN KUITTAUS
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22			
24			
26			
28			
30			
32			
34			
36			
38			
40			
42			
44			
46			
48			
50			
52			

**Kyseiseen lomakkeeseen
aina merkintä, kun kierros on
suoritettu!!!**

LIITE 7.3

LUVATA**KÄYTTÄJÄTARKASTUSLOMAKE**
Seosvalimo / 5. linja

Panostaja tarkastaa kohteet 1-4, valaja kohteet 5-9. Tarkan kierroksen tekemiseen kuluu aikaa noin 15 minuuttia. Erikseen osoitettujen huomiokohteiden lisäksi tulee tarkkailla kaikkia öljy- ja hydraulikkavuotoja ja mahdollisista vuodoista tulee ilmoittaa esimiehelle, jotta mahdolliset seisakit voidaan toteuttaa suunnitellusti varaten resurssit ja tarvikkeet.

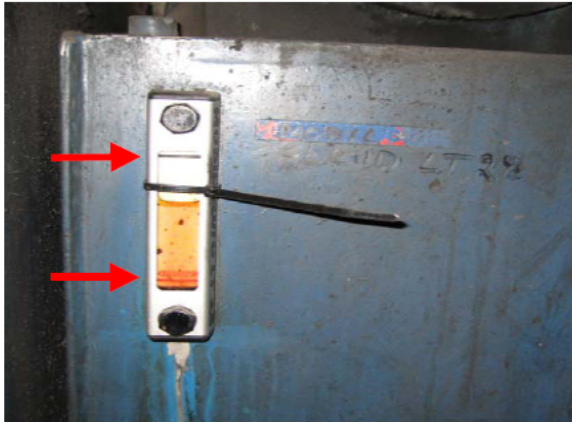
LIITE 7.4



N:o	Aihe
1.	Rotametrien tarkastus, (mittarien toiminta ja vuodot)



N:o	Aihe
1.1	Rotametrien tarkastus, (mittarien toiminta ja vuodot)



N:o	Aihe
2.	5. uunin hydraulikoneikon tarkastus (Moottorin letkujen ja liitosten kunto. Öljyn määrän tarkastus.)

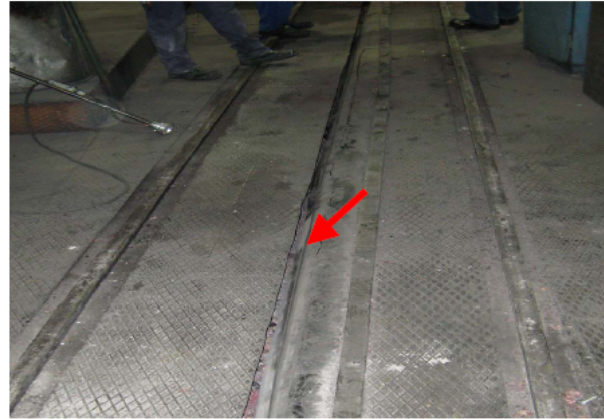


N:o	Aihe
3.	Panosradan ketjujen kunnan tarkastus. (Rullia ei saa puuttua)

LIITE 7.5



N:o	Aihe
4.1	Panostusjärjestelmän kunnon tarkastus (Mäntien öljyvuodot, sivutunkit, nostimen tunkki)



N:o	Aihe
4.2	Kanaalin suojakumin kunto. (Pitää pysyä reunan päällä, toisin kuin kuvassa)

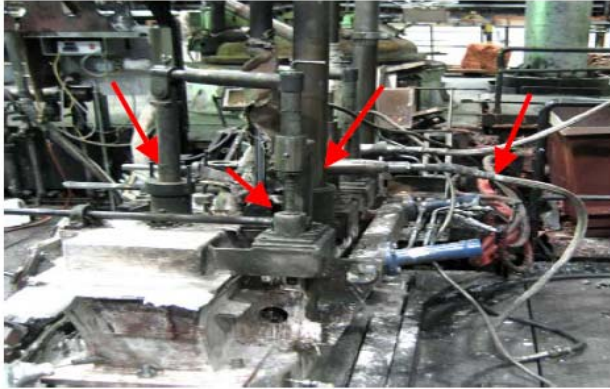


N:o	Aihe
4.3	Panosvaunun hydraulikoneikon öljypinnan tarkastus



N:o	Aihe
5.	Onko valumontussa öljyä veden pinnalla / mistä tulee.

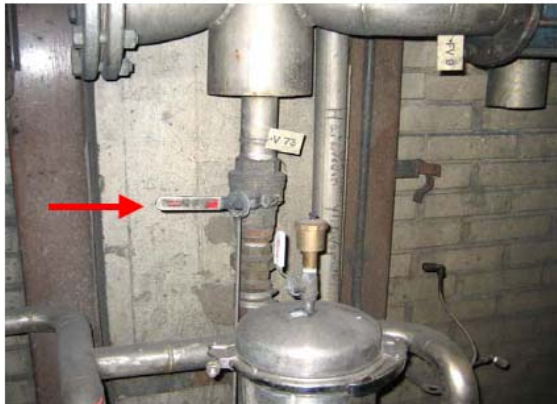
LIITE 7.6



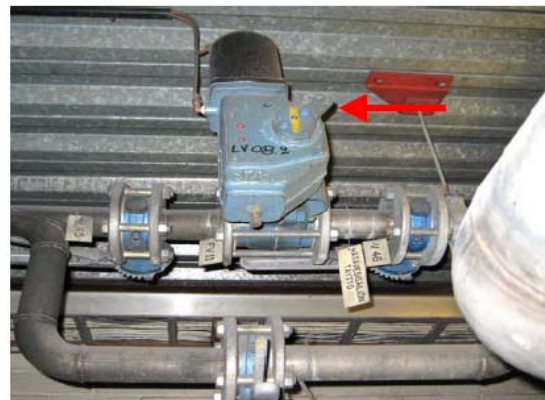
N:o	Aihe
6.	Rännin säätösauvojen mekanismin voitelu ja toiminnan tarkastus, letkujen tarkastus, hydraulisynterierien öljyvuootojen tarkastus.



N:o	Aihe
7.	Valulaitteiston hydraulikoneikon tarkastus (Moottorin letkujen ja liitosten kunto. Öljyn määrän tarkastus.) Huom.! Hissin oltava ala-asennossa

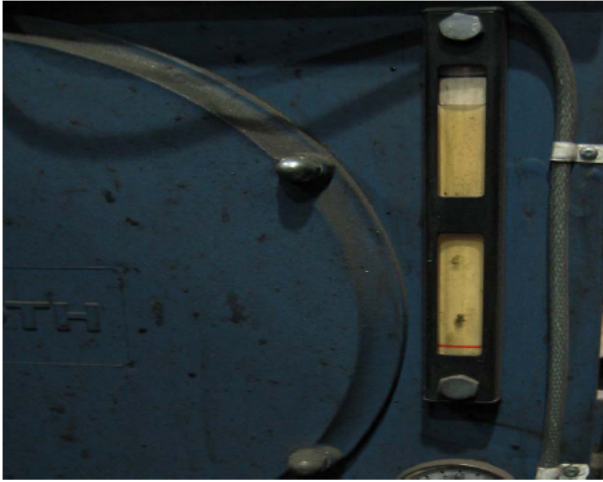


N:o	Aihe
8.1	Hätävesisäiliön automaattitäytön toiminnan tarkastus. Avaa venttiili ja tarkasta lähteekö automaattitäyttö päälle. (kts.kuva 6.2)



N:o	Aihe
8.2	Hätävesisäiliön täyttöventtiili kääntyy auki asentoon. Kuvassa kiinni.

LIITE 7.7



N:o	Aihe
9.	Sahan hydraulikoneikon tarkastus. (Letkujen kunto ja öljymäärä)

Valumontun ollessa tyhjä tehdään seuraavat tarkastukset:



Keskusvoitelujärjestelmän letkujen tarkastus.
(Letkujen kunto ja liitoskohtien vuodot) Pitää etsiä
letkujen loppupäät valukoneesta ja montusta.

**- Lisäksi valumontusta
puhdistetaan ja tarkastetaan rajat**

Valulinja 5 vuosisuunnitelma 2010

Viikko	Päivinä	8000 päivä	6000 päivä	kg/päivä							Päivät
Viikko	KRK	KRK tonnit	NK103	NK103 tonnit	Pekkasat	Huoltopäivät	Pesuvalu	Uuniremontti	Talviloma	Kesäloma	Yhteensä
1								5			
2	3	16000						2			
3	5	32000									
4	5	32000									
5			4	18000	1	1					
Sykli 1	13	80000	4	18000	1	1	0	7	0	0	25
6	3	16000					2				
7	5	32000									
8									5		
9	5	32000									
10			4	18000	1	1					
Sykli 2	13	80000	4	18000	1	1	2	0	5	0	25
11	3	16000					2				
12	5	32000									
13	3	16000			1	1					
14			4	18000							
Sykli 3	11	64000	4	18000	1	1	2	0	0	0	18
15								5			
16	3	16000						2			
17	5	32000									
18	5	32000									
19			3	12000	1	1					
Sykli 4	13	80000	3	12000	1	1	0	7	0	0	24
20	3	16000					2				
21	5	32000									
22	5	32000									
23			4	18000	1	1					
Sykli 5	13	80000	4	18000	1	1	2	0	0	0	20
24	3	16000					2				
25	3	16000			1	1					
26	5	32000									
27			4	18000	1	1					
Sykli 6	11	64000	4	18000	2	2	2	0	0	0	19
28						5				5	
29						5				5	
30						5				5	
31						5				5	
Seisakki	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20	20
32								5			
33	3	16000						2			
34	5	32000									
35	5	32000									
36			4	18000	1	1					
Sykli 7	13	80000	4	18000	1	1	0	7	0	0	25
37	3	16000					2				
38	5	32000									
39	5	32000									
40			4	18000	1	1					
Sykli 8	13	80000	4	18000	1	1	2	0	0	0	20
41	3	16000					2				
42	5	32000									
43	5	32000									
44			3	12000	2	2					
Sykli 9	13	80000	3	12000	2	2	2	0	0	0	20
45								5			
46	3	16000						2			
47	5	32000									
48	5	32000									
49			3	12000	1	1					
Sykli 10	13	80000	3	12000	1	1	0	7	0	0	24
50	3	16000					2				
51	3	16000			1						
52					5						
Sykli 11	6	32000	0	0	6	0	2	0	0	0	8
Vuosi yr	132	800000	37	162000	18	32	14	28	5	20	248

Asiakastil	saanto 70	560000	saanto 70	113400
Viikkokysy	viikkoja 43	430000		
Viikkokysy	viikkoja 43	516000		
Viikkokysy	viikkoja 43	645000		