

Opinnäytetyö (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys
2016

Sami Välimäki

ASFALTTIASEMAN KOKONAISKÄYTETTÄVYYS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sami Välimäki

ASFALTTIASEMAN KOKONAISKÄYTETTÄVYYS

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää asfalttiasemia valmistavan Amomatic Oy:n asfalttiasemien kokonaiskäytettävyys. Tässä työssä selvitettiin yrityksen valmistavien kolmen aseman kokonaiskäytettävyys. OEE (Overall Equipment Effectiveness) on tuotantokoneiden tehokkuuden mittaustapa, joka koostuu kolmesta osatekijästä, joita ovat tehokkuus, laatu ja käytettävyys. Jokaiselle osatekijälle laskettiin oma arvo, joista lasketaan tieto kokonaiskäytettävydestä. Osatekijöiden lukuarvoista nähdään, mitä osatekijää parantamalla kokonaiskäytettävyys kohenee.

Työtä varten toteutettiin määrällinen tutkimus kesällä 2015. Tutkimusta varten asfalttiaseman operaattorit täyttivät mittausta varten tehtyyn raporttipohjaan päivän tapahtumat. Tutkimustulosten perusteella laskettiin osatekijöille omat tunnuslukunsa ja kertomalla ne saatiin OEE-prosentti. Työn toteutuksessa on käytetty erilaisia tietokantoja ja ohjelmistoja. Tehty työ on pääsääntöisesti ollut manuaalista työtä ja työkalua on suunniteltu yhdessä Amomaticin henkilöstön kanssa.

Opinnäytetyö käsittää määrällistä tutkimusta, suunnittelua, analysointia, pohdintaa ja kehitystä. Opinnäytetyöprosessin aikana selvisi, että yritys haluaisi yksinkertaisen työkalun OEE-mittauksen suorittamiseen. Työkalu tulisi ohjelmoida asfalttiaseman ohjainjärjestelmän logiikkaan, jolloin saataisiin mahdollisimman luotettavat tulokset. Työkalu voitaisiin tulevaisuudessa liittää ominaisuutena kaikkiin valmistettaviin asfalttiasemakokonaisuuksiin.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi OEE-mittaukseen soveltuva työkalumalli. Työkalu on vielä keskeneräinen, mutta valmistuttuaan se kerää automaattisesti tarvittavat tiedot kokonaiskäytettävyysprosentin laskemista varten.

ASIASANAT:

OEE= Overall Equipment Effectiveness

KNL= Käytettävyys, Nopeus, Laatu

SM= Semi Mobile

CM= Container Model

Sami Välimäki

EFFICIENCY OF AN ASPHALT PLANT

The purpose of this thesis was to find out Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the asphalt plants manufactured by Amomatic. Three asphalt plants were included in this study. OEE is a practical and effective way to find out how effective the productivity of the machines is. OEE takes into consideration all different things which affect the factors in a negative way. OEE consists of three factors: Availability, Performance and Quality. The percentual results calculated for each factor are multiplied together for OEE result shown as percentage. This is how to convert the results of the productivity into a simple understandable form. The results offer an opportunity to notice which factors impair productivity.

The quantitative research took place in summer 2015. The research was the key element to calculate the efficiency of the plant. Different databases and programs were used in the making of this research. The study was basically made manually. The thesis includes the quantitative research, designing, development and analysis. After getting the results, the next aim was to create a simple tool in order to calculate OEE. To get reliable results, it would be best to program the tool into the plant's logic. Based on the research, it can be said that when there are people involved in the process, there are errors as well. In near future, this tool can be offered to the asphalt plants that will be manufactured.

As a result of this thesis, the company received a tool model that is suitable to be used in calculating the overall equipment effectiveness. The tool is unfinished but after it has been finished, it will automatically collect the required information in order to be able to calculate OEE.

KEYWORDS:

OEE

Overall Equipment Effectiveness

Availability

Performance

Quality

Semi Mobile

Container Model

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	3
2 AMOMATIC OY	4
3 OEE	7
3.1 OEE-laskenta	7
3.2 OEE-tekijät ja niiden laskenta	9
4 OEE AMOMATIC-ASEMILLA	14
4.1 Tutkimuskohteet	14
4.2 Tutkimuksen toteutus	14
4.3 Tulokset	16
4.4 Tuotantotehokkuutta vähentävät tekijät asemalla	21
4.5 Tulosten hyödyntämismahdollisuudet	22
5 TYÖKALU OEE-MITTAUKSEEN	23
5.1 Alkutilanne	23
5.2 Suunnittelu	23
5.3 Työkalamalli	25
6 PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

KUVAT

Kuva 1. Asfalttiasema (Amomatic Oy 2016b.).....	5
Kuva 2. (Novotek Oyb).....	8
Kuva 3. Kokonaistehokkuuden osat ja niihin vaikuttavat tekijät (Villanen 2009, 1).	9
Kuva 4. (Lean production).....	11
Kuva 5. (Dataweb).....	15
Kuva 6. Hierarkia.....	24
Kuva 7. Käyttöliittymä (Amomatic Oy 2016c).....	25
Kuva 8. Ikkunamalli	26

KUVIOT

Kuvio 1. OEE- keskiarvo	16
Kuvio 2. Käytettävyyttä heikentävät vaikutteet	17
Kuvio 3. Tehokkuuden keskiarvo tutkimusajankohtana.....	18
Kuvio 4. Käytettävyys tutkimusajankohtana	19
Kuvio 5. Laadun keskiarvo tutkimusajankohtana	20

TAULUKOT

Taulukko 1. Esimerkki kokonaiskäytettävyyden laskemisesta 240T/h tuottavalla asemalla. (vertaa prosessitaito.fi esimerkki).....	12
---	----

1 JOHDANTO

Amomatic Oy on Paimiossa toimiva yritys, jonka tuotteita ovat asfalttiasemat ja niiden komponentit. Asfalttiasema on asiakkaalle suuri investointi, jonka on toimittava moitteetta ja ilman pitkiä seisokkeja. Asfaltointibisneksessä aika on rahaa, varsinkin pohjoisessa, missä asfalttimassan levityskausi on lyhyt.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Amomatic-asfalttiasemien kokonaiskäytettävyys sekä tarkastella tuloksien avulla, mikä heikentää aseman käytettävyttä ja kehittää yksinkertainen työkalu tämän seuraamiseen. Amomatic Oy:llä ei ole ennen suoritettu aseman kokonaiskäytettävyyden mittausta, eikä heillä ole siihen minkäänlaista valmista järjestelmää tai työkalua.

Opinnäytetyössä tarkastellaan kolmen Amomaticin toimittaman aseman kokonaiskäytettävyttä kahden kuukauden seurantajaksolla. Asemat ovat moduuleiltaan hyvin samanlaisia, joten ne soveltuvat hyvin tähän työhön. Työssä tarkastellaan myös sopivinta tapaa suorittaa tätä mittausta. Mittausta varten luotiin raporttipohja, johon asfalttiaseman operaattorit täyttäisivät päivän tapahtumat.

2 AMOMATIC OY

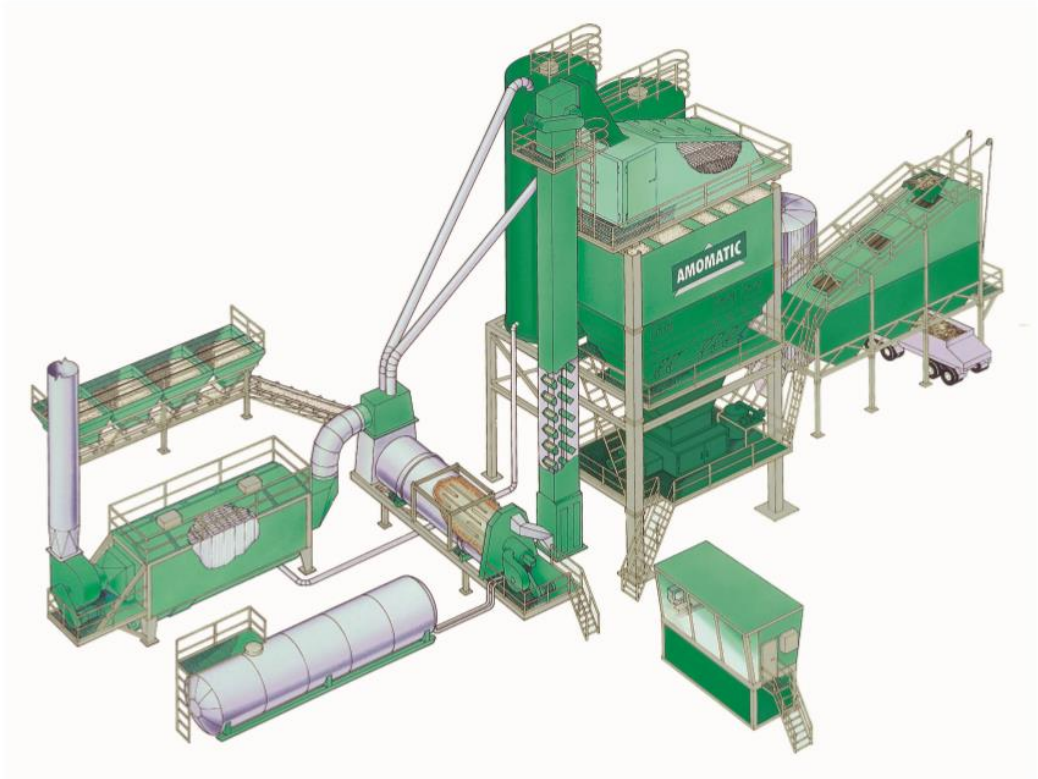
Amomatic Oy on Paimiossa toimiva yritys, joka valmistaa modulaarisia asfaltti-asemia ja niiden komponentteja. Johan Salminen perusti pienen työpajan Paimioon vuonna 1919. Yrityksen nimi vaihtui myöhemmin Vähäsilta Oy:ksi, ja vuonna 1960 se alkoi valmistaa alihankintatyönä asfalttiaseman osia ARA Oy:lle. Vuonna 1985 yritys osti asemien valmistusoikeudet ARA Oy:ltä ja vuonna 1996 perustettiin tytäryhtiö nimeltä Amomatic, joka keskittyisi pelkästään asfalttiasemien valmistukseen. (Amomatic 2016a.)

Yritys valmistaa asfalttiasemakokonaisuuksia. Asemat luokitellaan niiden tuotantotehokkuuden perusteella. Standardimallistoon kuuluvat asemat, joiden tuotantotehot ovat 160-, 200-, 240- ja 300 SM. Luku ennen mallimerkintää kertoo suurimman mahdollisen asfalttimassan tuotantomäärän tuhansissa kiloissa tuntia kohden. Tuoteperheessä on myös 120 CM konttimallinen asfalttiasema. Nimensä mukaisesti aseman kaikki moduulit ja komponentit on mahduttettu 30 jalan ja 60 jalan kokoisten konttien sisään. Tämä mahdollistaa nopeamman aseman pystytyksen ja purun sekä laskee merkittävästi siirtokustannuksia

Yritys valmistaa vuosittain useita asfalttiasemia ja niiden komponentteja asiakkaidensa tarpeisiin. Asemissa on modulaarinen rakenne, mikä takaa nopean pystytyksen ja helpon siirrettävyyden. Asemat ovat standardoituja, mutta asiakkaan on myös mahdollista räätälöidä oma kokonaisuutensa, esimerkiksi valitsemalla isompi kylmäsyöttölaite tai suurempi määrä bitumisäiliöitä. Amomatic käyttää asemissaan korkealaatuisia komponentteja.

Asfalttiaseman moduulit ovat kylmäsyöttölaite, vinohihnakuuljetin, kuivausrumpu, pölysuodatin, kuumakivielevaattori, seula, kivisiilo, sekoitin, sideainelaitteet, fillerilaitteet, massarata, massasiilosto sekä ohjaamokontti ja sähkökontti (kuva 1). Standardimalliseen asemaan on myös liitettävissä kuidunlisäyslaitteet, aminisäiliö ja kierrätettävän asfaltin lisäyslaitteet, joko kylmänä rouheena suoraan sekoit-

tajaan, jolloin kierrätysmateriaalin osuus valmiissa massassa on noin 10% tai erilisellä kuuma-rc-laitteistolla, jolloin kierrätysmateriaalin osuus on jopa 60% valmiissa asfalttimassassa. Kuvassa 1 on asfalttiasema piirroksena.



Kuva 1. Asfalttiasema (Amomatic Oy 2016b.)

Asfalttimassan tuotantokaari alkaa kylmäsyöttölaitteesta, johon kauhakuormaaja kuormaa erikokoisia kiviaineksia. Aseman operaattori ohjaa syöttölaitteen syöttimiä sen mukaan, mitä kivimateriaalia tarvitaan tuotannossa.

Tämän jälkeen kiviaines kuljetetaan vinohihnalla kuivausrumpuun ja kuumennetaan noin 150-200 °C:seen riippuen asfalttilaadussa käytetystä sideaineesta. Kuivauksessa kiviaineksesta irtoaa kivipölyä, joka imetään savukaasuimurilla pölysuodattimeen, joka kerää pölyn. Pöly kuljetetaan joko fillerielevaattorikuljetti-

mella tai pölypumpun avustuksella fillerisiiloihin, jotka toimivat kiviölyn välivälikomponenttina. Kiviölyä käytetään myöhemmin sekoitusvaiheessa massan sideainekomponenttina.

Rummun jälkeen kuumennettu kiviaines kuljetetaan kuumakivielevaattorilla ylös sekoitintorniin, jossa seula seuloo kiviaineksen sen raekoon mukaan kiviöliin.

Kiviölistä kivet annostellaan kivivaakaan. Samaan aikaan annostellaan myös bitumi, pöly/kalkki, kierrätysasfaltti, kuitu ja amiini. Kun kaikki on annosteltu, ainekset tiputetaan sekoittajaan, joka sekoittaa materiaalit valmiiksi asfalttimassaksi.

Sekoitusvaihe kestää 40—70 sekuntia riippuen valmistettavasta massasta. Amomaticilla on mallistossaan 3 tonnin ja 4 tonnin sekoittimia. Massan sekoituttua se puretaan tyhjennysluukun kautta massavaunuun, joka kuljettaa massan varastointisiiloihin, tai vaihtoehtoisesti massa voidaan purkaa myös suoraan kuorma-auton lavalle.

Valmistettavia asfalttimassoja ovat muun muassa: AB (asfalttibetoni), SMA (kivimastikiasfaltti), PAB (pehmeä asfalttibetoni, öljysora) ja ABK (kantava asfalttibetoni). Lisäksi on erilaisia variaatioita käyttökohteen mukaan. Asfalttimassaan lisätään usein myös erilaisia lisäaineita esimerkiksi gilsonitia ja kuitua, joilla saadaan haluttuja ominaisuuksia esimerkiksi lujutta ja kulutuskestävyyttä. (Lemminmäinen, asfaltti-esite, 3).

Aseman operaattori valvoo ja ohjaa aseman kaikkia tapahtumia Amococontrol-ohjausjärjestelmällä.

3 OEE

3.1 OEE-laskenta

KNL-laskenta (Käytettävyys, nopeus, laatu), englanniksi OEE (Overall Equipment Effectiveness), on tuotantokoneiden tehokkuuden mittaustapa ja tunnusluku. OEE lasketaan kertomalla käytettävyys, nopeus ja laatu keskenään, jolloin saadaan kokonaistehokkuutta kuvaava luku. (Novotek Oya, OEE-pikaopas). OEE-tunnusluvun laskenta on määritelty PSK standardissa 7501 "Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut".

OEE- laskenta on hyvä tapa parantaa tuotantoa ja selvittää tuotantoa heikentäviä tekijöitä. OEE-laskennassa tyypillisiä lopputulosta heikentäviä syitä ovat esimerkiksi laiterikot, tuotevirheet ja tehottomuus. Nämä asetetaan kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat käytettävyys, nopeus ja laatu, ja muutetaan numeerisiksi arvoiksi. Kun arvot lasketaan yhteen, saadaan prosentuaalinen tieto tuotannon kokonaistehokkuudesta. Tämän tiedon perusteella löydetään ne tuotannon kohdat, joita voidaan kehittää kokonaistehokkuuden lisäämiseksi.

OEE on osa tuottavan kunnossapidon parannusohjelmaa, jolla pyritään vähentämään tuotantoa heikentäviä tekijöitä, joita kutsutaan yleisesti nimellä "Six Big Losses". Kuva 2 havainnollistaa kuuden suuren tuotantotehokkuutta vähentävän tekijän yhteyttä kokonaistehokkuuteen. (Novotek Oy.)

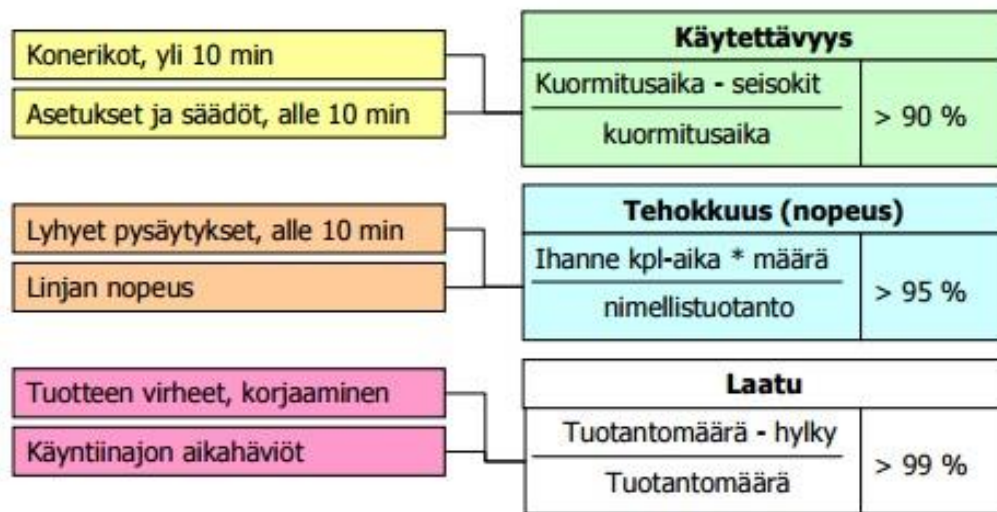
"Six Big Losses" -luokka	OEE-luokka	Esimerkkejä	Huomioitavaa
Odottamattomat laiteviat	Käytettävyyshäviö	<ul style="list-style-type: none"> Tuotantolaitteen rikkoutuminen Odottamattomat huoltotoimet Työkalujen rikkoutuminen Muut järjestelmäviat 	Käytettävyyshäviön ja nopeushäviön raja on lyhytkestoisten seisokkien kohdalla joustava.
Asetukset ja säädöt	Käytettävyyshäviö	<ul style="list-style-type: none"> Tuotevaihdot Materiaalipula Puhdistukset Säätötoimet Käynnistykset 	Tämäntyyppisiä hävikkejä käsitellään yleensä esim. SMED-menetelmän avulla, jotta seiso-ajajat saataisiin mahdollisimman lyhyiksi.
Lyhyet pysähdykset	Nopeushäviö	<ul style="list-style-type: none"> Ruuhkatilanteet Raaka-aineista johtuvat ongelmat Syöttöviat Lähtämön hetkellinen alikapiteetti 	Lyhyiksi pysähdyksiksi katsotaan usein alle 2-5 minuutin pituiset seisokit, joiden selvittämiseksi ei tarvita huoltohenkilökunnan apua.
Alentunut käyntinopeus	Nopeushäviö	<ul style="list-style-type: none"> Prosessin liikakuormitus Virheelliset säädöt Laitteiston kuluneisuus Prosessihenkilöstön tehottomuus 	Kaikki suurinta teoreettista käyntinopeutta estävät seikat vaikuttavat.
Käynnistysvaiheessa valmistetut huonolaatuiset tuotteet	Laatuhäviö	<ul style="list-style-type: none"> Käynnistysvaiheesta aiheutuva hävikki- ja ylituotanto 	Käynnistysvaiheessa syntyvä hävikki, joka voi johtua laitteiston käynnistymisprosessista, säätövirheistä jne.
Laatuvirheistä ja uusintatyöstä aiheutuvat häviöt	Laatuhäviö	<ul style="list-style-type: none"> Laatukriteerit täyttämätön tuotanto Uusintatyötä vaativa virheellinen tuotanto 	Virheellisen tuotannon uusintatyöhön kuuluva kapasiteetti on pois muusta tuotannosta.

Kuva 2. (Novotek Oy).

3.2 OEE-tekijät ja niiden laskenta

Kokonaistehokkuuden tekijöihin, jotka ovat tehokkuus, nopeus ja laatu, negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa konerikot, alentunut tuotantonopeus sekä virheelliset tuotteet.

Kuvassa 3 on nähtävissä kolme osatekijää, sekä niihin vaikuttavat negatiiviset tekijät. Käytettävyyden tekijään vaikuttavia negatiivisia tekijöitä ovat esimerkiksi yli kymmenen minuuttia kestävät konerikot, sekä tuotantokoneen virheelliset säädöt ja asetukset. Tehokkuus tekijään vaikuttavia negatiivisia tekijöitä ovat esimerkiksi alentunut tuotantonopeus, sekä alle kymmenen minuutin pituiset pysäytykset. Alle kymmenen minuutin pysäytyksiin asfalttiasemalla kuuluvat reseptin vaihdot, joita voi olla useita yhden työpäivän aikana. Laatu tekijään vaikuttavia negatiivisia tekijöitä ovat esimerkiksi käyntiinajon aikahäviöt, sekä virheelliset tuotteet.



Kuva 3. Kokonaistehokkuuden osat ja niihin vaikuttavat tekijät (Villanen 2009, 1).

Käytettävyys

Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus tuo esille kaikki tuhlauksen lajit. Koneen käyntiaika kuvitellaan useasti käytettävyyden osalta liian hyväksi: tuotannon tehokasta aikaa syövät erilaiset tuotantoseisokit kuten konerikot, tauot ja laitteen

väärät asetukset. (Villanen 2013,1.) Tässä tapauksessa myös tuotannosta joh- tumattomat tilanteet, kuten jakeluringin keskeytyminen sekä tilauksien puuttumi- nen, heikentävät laitteen käytettävyyttä. Käytettävyydellä tarkoitetaan sitä kuinka suuren ajan laite on esim. työvuoron aikana käytettävissä ja toimintakuntoinen.

$$\text{Laskeminen: Käytettävyyys} = \frac{\text{nettotyöaika} - \text{seisokit}}{\text{nettotyöaika}}$$

(Villanen 2013, 1).

Tehokkuus

Tehokkuustekijä vertaa toteutunutta tuotantonopeutta sen optimaaliseen tuotan- tonopeuteen. Tehokkuus ottaa huomioon nopeushäviöt, jotka sisältävät kaikki prosessin täyttä toimintakapasiteettia estävät tekijät. Näitä ovat esimerkiksi huo- not raaka-aineet, syöttöhäiriöt, laiteviat, tauot, ”tyhjäkäynti” ja operaattorin tehot- tomuus.

$$\text{Laskeminen: Tehokkuus} = \frac{\text{tuotantomäärä}}{\text{optimaalinen tuotantokyky}} / (\text{nettotyöaika} - \text{seisokit})$$

(Villanen 2013, 1).

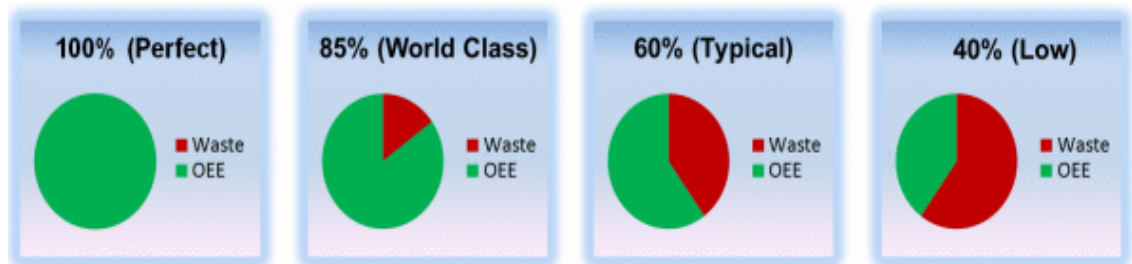
Laatu

Laatutekijä ilmoittaa hylätyn tuotteen määrän suhteessa kaikkeen valmistettuun tuotteeseen, käytännössä siis tuotantomäärän ja hylkyjen erotus jaettuna koko- naistuotantomäärällä.

$$\text{Laskeminen: Laatu} = \frac{\text{tuotantomäärä} - \text{hylätyt tuotteet}}{\text{tuotantomäärä}}$$

(Villanen 2013, 1).

Yleisesti ottaen OEE:tä voidaan pitää erinomaisena jos tuotantokoneen kokonaiskäytettävyys prosentti on >85%:a (World class). Tyypillisen tason OEE-luku on 60% ja alhaisen tason on 40%(Kuva 4.) World class-taso tarkoittaa silloin noin 95%:n tulosta jokaisesta osa-alueesta, eli kertomalla kaikkien osa-alueiden arvo keskenään olisi käytettävyys 95%:lla : $0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,857 \cdot 100 = 85,7\%$. Osa-alueiden arvojen ollessa 90%, mikä kuulostaa vielä hyvältä, kokonaiskäytettävyys olisi: $0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,729 \cdot 100 = 72,9\%$. Mikäli yksi osa-alue on merkittävästi heikompi kuin muut, se heijastuu kokonaiskäytettävyysprosenttiin.



Kuva 4. (Lean production).

Huono tulos OEE- mittauksessa ei tarkoita, että kaikissa osa-alueissa olisi parannettavaa vaan se voi korjaantua yhden osa- alueen tarkastelussa. Esimerkiksi oletetaan koneen käyvän ilman taukoja täydellä teholla, mutta puolet tuotteista eivät vastaisi laatuvaatimuksia ja ne hylättäisiin, tällöin OEE- prosentiksi tulisi: $1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 0,5 \cdot 100 = 50\%$

Siirtämällä saadut lukuarvot taulukkoon, on niistä helpompi laskea tunnusluvut. Taulukko 1 on hyvä esimerkki, kuinka tuomalla tulokset taulukkoon, saadaan ne helpommin työstettävään muotoon. Taulukkoon on merkitty kaikki tarpeelliset tiedot OEE:n laskemiseksi. Taulukossa on ilmoitettu työaika minuutteina, tauot minuutteina, näiden arvojen erotuksena laskettu nettotyöaika minuutteina ja seisokkeihin kulunut aika minuutteina. Lisäksi on ilmoitettu tuotantomäärä sekä hyväksytty tuotantomäärä tonneina laatutekijän laskemiseksi.

Taulukko 1. Esimerkki kokonaiskäytettävyyden laskemisesta 240T/h tuottavalla asemalla. (vertaa prosessitaito.fi esimerkki)

Päivä	Työ-aika, min	Tauot, min	Nettotyö-aika, min	Seisokit, min	Tuotantomäärä, T	Hyväksytty tuotantomäärä
1	480	30	450	30	1400	1400
2	480	30	450	0	1200	1200

Lasketaan päivän numero 1 kokonaistehokkuus seuraavasti:

$$\begin{aligned} \textbf{Käytettävyys} &= (\text{nettotyöaika-seisokit}) / \text{nettotyöaika} \\ &= (450\text{min} - 30\text{ min}) / 450\text{ min} \\ &= \mathbf{0,933} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textbf{Nopeus (tehokkuus)} &= (\text{tuotantomäärä} / \text{optimaalinen tuotantokyky}) / (\text{netto} \\ &\quad \text{työaika} / \text{seisokit}) \\ &= (1400T / 4T) / 420\text{ min} \\ &= \mathbf{0,833} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textbf{Laatu} &= (\text{tuotantomäärä} / \text{hyväksytty tuotantomäärä}) \\ &= 1400T / 1400T \\ &= \mathbf{1,00} \end{aligned}$$

$$\text{Kokonaistehokkuus} = \mathbf{K} \times \mathbf{N} \times \mathbf{L} = \mathbf{0,933} \times \mathbf{0,833} \times \mathbf{1,00} = \mathbf{0,77}$$

Kokonaistehokkuudeksi saadaan siis 77%. Kahden päivän kokonaistehokkuudeksi saadaan $\mathbf{K} (0,966) \times \mathbf{N} (0,747) \times \mathbf{L} (1,00) = 0,721 \quad \sim \mathbf{72\%}$.

Jos aseman kokonaistehokkuus olisi edellä laskettu 72%:ia, tarkoittaa se sitä, että samalla koneella voisi saada vielä 28% enemmän tuotantoa. **Huom.** lasketun 72%:in kokonaistehokkuus on erinomainen suoritus robotisoidullekin tuotantokoneelle. (Villanen 2013, 1.)

4 OEE AMOMATIC-ASEMILLA

4.1 Tutkimuskohteet

Tutkimusjoukkoon kuuluu kolme eri-ikäistä asfalttiasemaa eri puolelta Suomea. Kaikki tutkittavat ovat Amomatic OY: n asiakkaita ja asemat ovat pääasiallisesti yhtäläisesti varustettuja, joitain eroja on koska asemat ovat eri-ikäisiä ja tuotekehitys on muokannut asemia. Yksi on 240T- kokoluokan asema, toinen 210T ja kolmas 160T. Mittauksessa mukana olleet haluavat heidän tuloksiaan tarkasteltavan tässä opinnäytetyössä anonymisti, joten tarkastellaan niitä nimillä: Asema 1, Asema 2 ja Asema 3.

4.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin kesällä 2015 aikavälillä, kesäkuu–elokuu. Ensin oli luotava jonkinlainen työkalu ja tiedostopohja, jota operaattorit täyttäisivät. Operaattorit olivat keskeisiä tutkimuksen kannalta, koska heillä oli paras tietämys asemien tapahtumista. Pohjaksi luotiin yhdessä Tomi Salorannan kanssa Amomatic dataweb-sivusto(Kuva 3, Dataweb), johon tutkimuksessa mukana olleet operaattorit saivat omat käyttäjätunnuksensa. Operaattorit ohjeistettiin täyttämään raporttipohjaa. Raporttia täytettiin kahden kuukauden ajan, jotta saataisiin luotettava otanta. Operaattoreita painotettiin täyttämään raportti päivittäin, jotta työpäivän tapahtumat saatiin säilöttyä tarkasti. Näin tulokset ovat mahdollisimman luotettavat. Raporttiin täytettiin päivämäärä ja aika jolloin vuoro alkaa, vuoro, suunniteltu tuotantoaika, toteutunut tuotantoaika, konerikosta aiheutunut seisokki, konerikon tyyppi, huolto/ korjausaika, muista syistä johtunut pysähdysaika sekä tehty massamäärä ja hyväksytty massamäärä. Raportin tiedot ovat siirrettävissä suoraan excel-taulukkoon, jonka avulla voidaan laskea aikaisemmin esitetyllä tavalla OEE- prosentti. Aineisto analysoitiin kvantitatiivisin menetelmin.

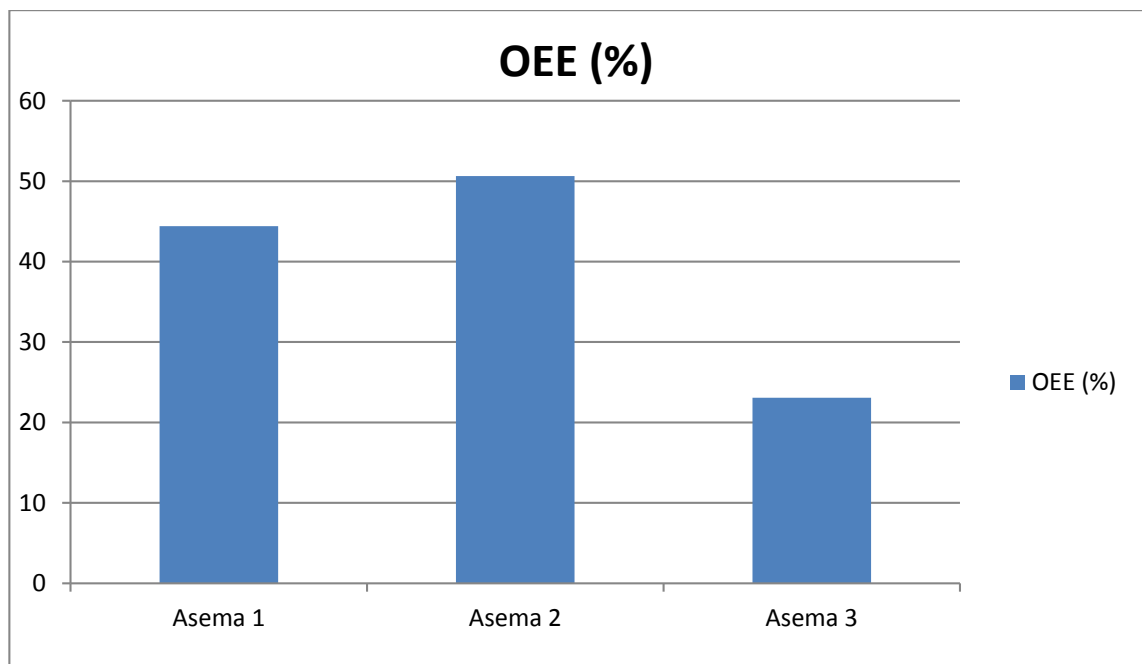
DATE AND TIME:
<input type="text"/>
SHIFT:
<input type="text" value="--- SELECT ---"/>
PLANNED PRODUCTION TIME(h):
<input type="text"/>
PRODUCTION TIME(h):
<input type="text"/>
MACHINE FAILURE TIME(h):
<input type="text"/>
MACHINE FAILURE TYPE:
<input type="text" value="--- SELECT ---"/>
MAINTENANCE TIME (h):
<input type="text"/>
MACHINE DOWNTIME (because of supply chain)(h)
<input type="text"/>
PRODUCTION AMOUNT(T):
<input type="text"/>
APPROVED PRODUCTION AMOUNT(T):
<input type="text"/>
CUSTOM TEXT:
<input type="text"/>
<input type="button" value="Submit"/>

Kuva 5. (Dataweb)

4.3 Tulokset

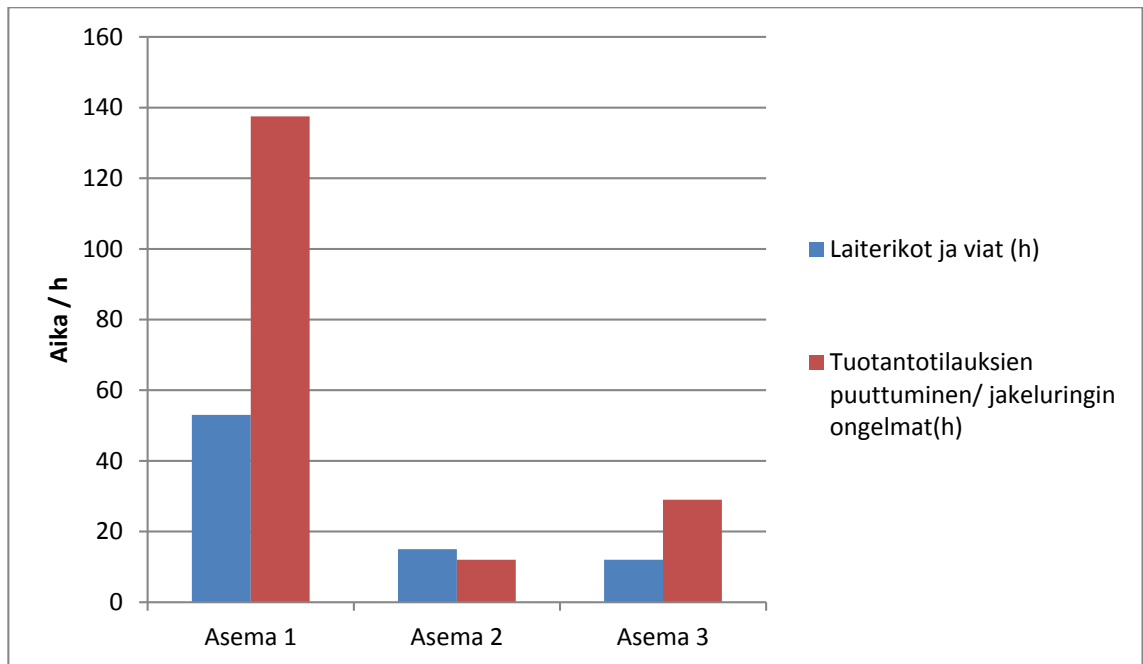
Tutkimusajan päätyttyä tiedot siirrettiin excel-työkirjaan. Tietoja tarkasteltiin ja huomattiin joitakin ristiriitoja toteutuneen- ja suunnitellun työajan välillä. Luultavasti kyseiset virheet johtuivat virheellisesti raporttiin syötetyistä tiedoista. Laskettiin kullekin asemalle päiväkohtainen OEE-tulos ja koko tutkimusajan keskiarvo (Kuvio 1.). Yksikään asema ei yltänyt normaalitulokseen, eli 60%:iin. Selvästi eniten kokonaiskäytettävyyttä heikentävät tekijät olivat käytettävyys ja tehokkuus.

Tutkimusajan OEE- keskiarvo asemittain oli seuraava:



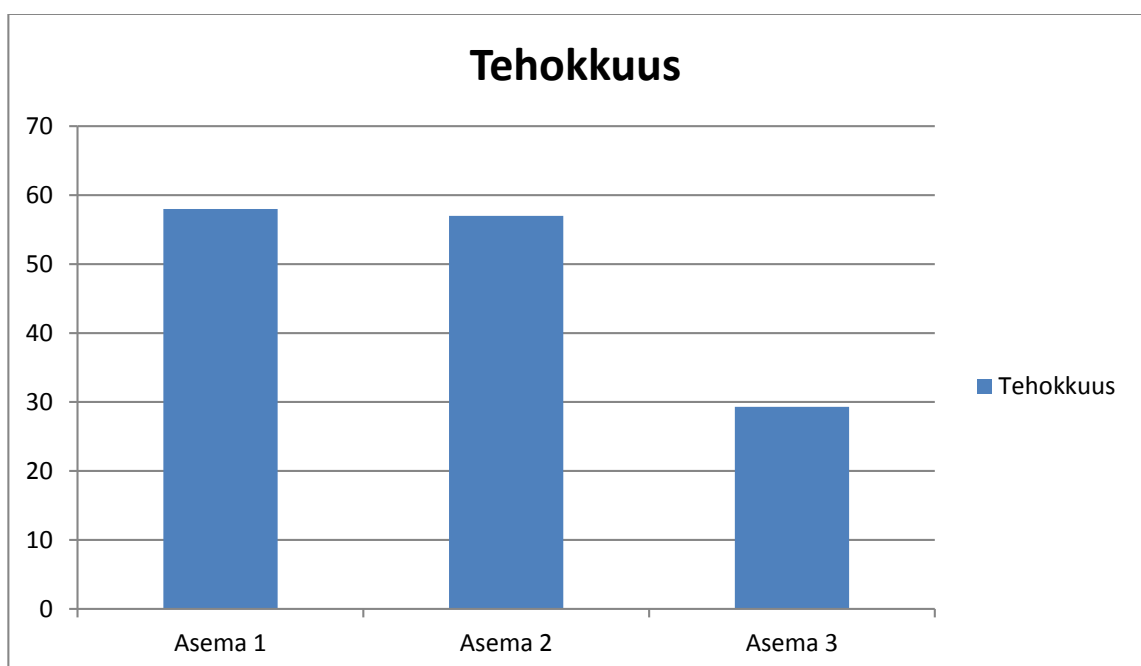
Kuvio 1. OEE- keskiarvo

Tarkasteltiin käytettävyyttä ja tehokkuutta heikentäviä tekijöitä. Käytettävyyttä söivät niin pienet laiterikot ja -viat kuin tuotantotilauksien puuttuminen. Tuotantotilauksien puuttuminen oli yleisempi syy tuotantokatkokseen, kuin laiteviat ja -rikkot(Kuvio 2.).



Kuvio 2. Käytettävyyttä heikentävät vaikutteet

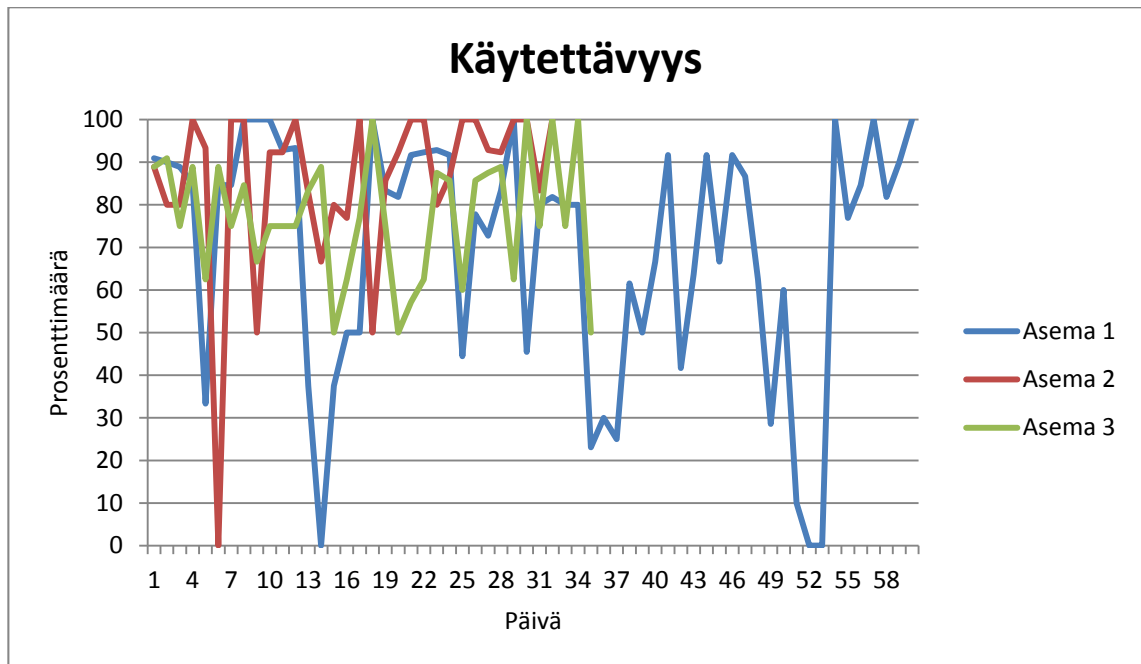
Tehokkuutta taas pienensi hyvin sateinen kesä. Amomatic- aseman ihanteellinen tuotantokapasiteetti on laskettu kiviaineen 5%:n suhteellisella kosteudella. Sateet johtivat siihen, että kivilajikekasat kastuivat, jolloin konetta jouduttiin ajamaan alentuneella tuotantonopeudella. Asema 3:lla oli selvästi muita asemia alhaisempi tehokkuuslukema, joka oli keskiarvoltaan 29,3%:ia. Kahden muun aseman tehokkuuslukemat taas pääsivät lähelle normaalitasoa, Asema 2 arvolla 57 prosenttia ja Asema 1 arvolla 58 prosenttia. (Kuvio 3.).



Kuvio 3. Tehokkuuden keskiarvo tutkimusajankohtana

Käytettävyyden osalta parhaan tuloksen sai Asema 2, 85,8%:n käytettävyydellään. Toiseksi paras käytettävyys oli Asemalla 3, 77,4%:n käytettävyydellä. Asema 1:n käytettävyydsprosentti oli 69,7%. Asema 2:n ja 3:n käytettävyys oli hyvää luokkaa, eikä niissä tutkimusajankohtana tapahtunut juurikaan konerikkoja tai mikäli tapahtui, olivat ne nopeita korjata. Asiakas on varautunut mahdollisiin komponenttien rikkoutumisiin pitämällä yleisimpiä varaosia varastossaan. Asema 1:n käytettävyydsprosentti oli myös hyvä, mutta konerikoista johtuneet pitkät seisakit laskivat keskiarvoa. Viivakaaviossa nämä moottoririkot näkyvät selvästi käy-

tettävyyden pudottua 0%:iin. Kaaviossa näkyy selvästi Asema 2:n savukaa-
suimurin moottoririkko tutkimusjakson alkuvaiheessa, sekä Asema 1:n täryseulan
sähkömoottorin rikkoontuminen jakson ensimmäisellä kolmanneksella ja taa-
juusmuuttajan rikkoontuminen viimeisellä kolmanneksella. (Kuvio 4.)



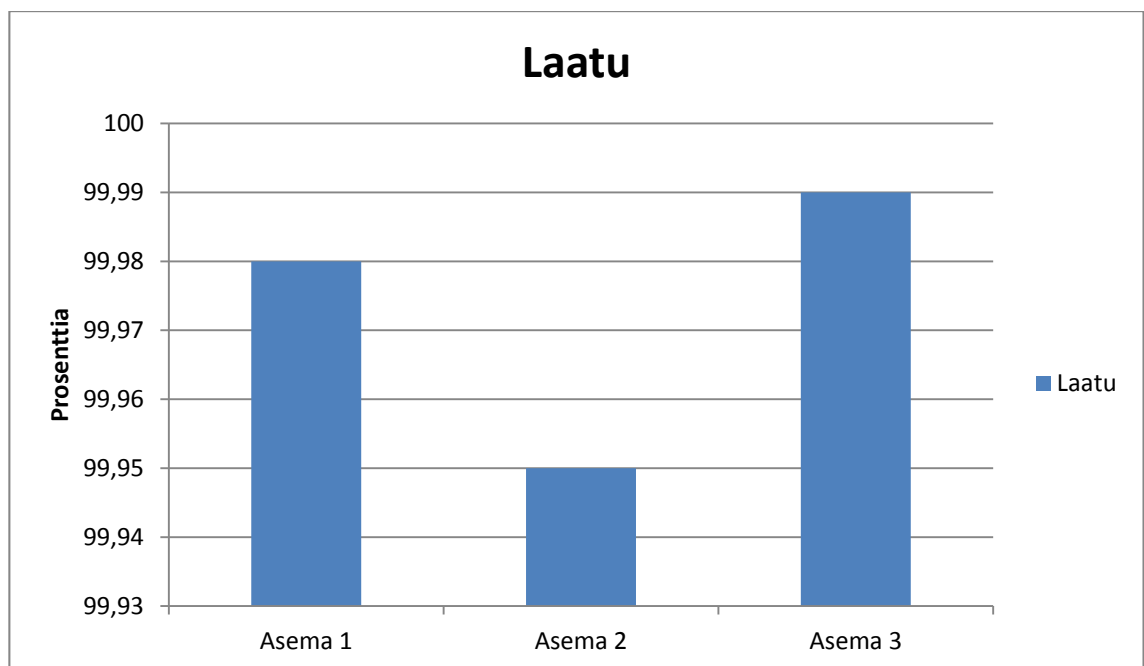
Kuvio 4. Käytettävyys tutkimusajankohtana

Laatutekijä oli kaikilla tutkittavilla asemilla maailmanluokkaa (>85%) parempi. Yleisesti ottaen asfalttiaseman tuottama asfalttimassa luokitellaan erittäin harvoin hylkytavaraksi. Hylkäämiseen johtava tekijä voi olla esimerkiksi asfalttimassan peittyemisaste, joka johtuu liian kylmästä sekoituslämpötilasta tai väärin suhteute-
tusta sideaineen määrästä. Peittyemisasteen mittaamiseen on oma menetel-
mänsä kuin myös suhteutuksien tarkistamiseen ja raekäyrien tarkistamiseen. Me-
netelmät näiden tarkistamiseen on laatinut PANK Ry (Päällystealan neuvottelu-
kunta Ry). Sekoituslämpötilan ollessa liian kuuma, sideaine kuumenee liikaa ja
menettää ominaisuuksiaan, jolloin massa on hylättävä. Vaikka annosteluprosessi
on automatisoitu, voi silloin tällöin tapahtua punnitsemisvirheitä, jotka ylittäes-
sään sallitun rajan, muuttavat massan koostumusta liiksi, joka johtaa hylkäyk-

seen. Asfalttiasemalla on oltava massan laadunvalvontaa varten joko oma laboratorio tai sopimus tehtävästä laadunvalvonnasta toisen osapuolen kanssa. Asfalttinormien määräämä näytteenottiheys on yksi näyte 500:aa valmistettua tonnia kohden per massalaatu. (Laadunvarmistus).

Valmistetun asfalttimassan laatu asemilla tutkimusjakson aikana oli erinomainen. Tutkimusjakson aikana asemat tuottivat 126467 tonnia asfalttimassaa, hylätty tuotantomäärä oli kokonaisuudessaan 33 tonnia.

Alla on esitetty asemakohtainen keskiarvo prosentteina hyväksytyyn asfalttimassan suhteesta kokonaismäärään tutkimusjakson aikana. Laatuhäviö tutkimusajankohtana oli prosentin sadasosien luokkaa, joten laatutekijän parantamiseen ei ole akuuttia tarvetta kokonaiskäytettävyyden osalta. (Kuvio 5.)



Kuvio 5. Laadun keskiarvo tutkimusajankohtana

4.4 Tuotantotehokkuutta vähentävät tekijät asemalla

Koneen häiriöistä muistetaan helposti sellaiset häiriöt, jotka pysäyttävät koko prosessin. Nämä ovat yksittäisiä ja erityisiä häiriöitä kuten vaihdemoottorin hajoaminen, pumpun hajoaminen tai jonkin muun merkittävästi tuotantoon vaikuttavan komponentin rikkoontuminen. Tällaiset ovat erittäin harvinaisia asemilla, mutta varmasti moninkertaisesti yleisempiä kuin esimerkiksi puhdistila tuotantolinjoissa. Asfalttiaseman olosuhteet ovat hyvin vaativat, koska prosessissa irtoava pöly, taivaalta satava vesi ja suuret lämpötilavaihtelut asettavat kovat vaatimukset komponenteille. Kokonaistehokkuuden kannalta merkittäviä ovat myös krooniset häiriöt, joita ei huomata niin helposti tai ne voidaan nähdä laitteiden ominaisuuksina. Näihin on syytä tarttua ennen kuin ne eskaloituvat vakavammaksi viaksi. (Villanen 2003, 2.)

Koneen käyttäjän toiminta on myös merkittävä tekijä kokonaistehokkuutta tarkasteltaessa. Prosessin alku ja loppu ovat tärkeimmät tehokkuuden kannalta. Operaattorin on ohjattava prosessia mahdollisimman tehokkaasti. Prosessia ohjattaessa on otettava huomioon materiaalin syötön nopeus, polttimen teho, kiviaineen- ja savukaasujen lämpötila. Annosteluprosessin erikoisluonteen vuoksi suurin osa prosessista on automatisoitu, jotta vältetään operaattorin virheellisen toiminnan vaikutuksista massan laatuun. (Laadunvarmistus ja suhteitus.) Prosessi on tasapainossa, kun annostelu ei joudu odottamaan kiviainesta, eli aina kun sekoittimesta tippuu valmis annos, on jo seuraavan annoksen materiaalit punnittu valmiiksi. Ylisyöttö ei suoranaisesti vaikuta prosessiin eikä kokonaistehokkuuteen, sillä ylimääräinen materiaali ohjataan ylivuotoputkien kautta pihalle. Tämä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia, sillä kivimateriaalia ajetaan turhaan prosessin läpi. Ylimääräisen materiaalin takia myös poltinta tarvitsee ajaa prosessin tarpeisiin nähden suuremmalla teholla, mikä taas nostaa polttoainekustannuksia. Prosessin alussa kiviaines pitää nopeasti saada tavoitelämpötilaan, jotta ei tulisi ”kylmiä annoksia”. Kylmällä annoksella tarkoitetaan sitä, että kiviaines ei ole kuumentunut tarpeeksi, mikä taas johtaa siihen, että sideaine ei sekoitu kunnolla massaan. Tällaista tuotetta ei voi käyttää ja se menee hylkyyn.

4.5 Tulosten hyödyntämismahdollisuudet

Prosessin kokonaistehokkuus on tärkeä tieto asiakkaalle, koska sen perusteella kokonaistehokkuuden osa-alueita pystytään kehittämään/parantamaan. Asiakas pystyy näin todentamaan osa-alueen, joka heikentää prosessin tehokkuutta. Esimerkiksi jos laiteviat ja rikot aiheuttavat tuotantoseisokkeja, niin asiakkaan täytyy tarkastella ovatko he huoltaneet oikein ja riittävän usein laitteita. Voi olla myös mahdollista, että laitteita käytetään väärin, jonka takia ne rikkoontuvat. Tuotant nopeuden alentuma yleensä johtuu kosteista raaka-aineista. Raaka-aineet sijaitsevat useimmiten taivasalla isoissa kasoissa kylmäsyöttölaitteen läheisyydessä. Mikäli nopeuden alentuma on merkittävä, asiakas voi miettiä kannattaako rakentaa katettu alue raaka-aineille, niin kuin usein rc-rouheelle tehdään. Rouhe sitoo erittäin paljon kosteutta ja se on siten erittäin haasteellinen saada kuumennettua käyttölämpötilaan.

Mikäli aseman tehokkuutta syö tuotantotilauksien puute tai jakeluringin katkeaminen, asiakkaan täytyy miettiä onko heidän työnsuunnittelussa ongelma ja yrittää suunnitella työt niin, että saadaan mahdollisimman täysiä tuotantopäiviä. Logistiikan osalta täytyy suunnitella ajoneuvojen tarpeellinen määrä, jotta jakelurinki ei katkea. Tähän vaikuttaa etäisyys työmaan ja asfalttiaseman välillä, sekä asfalttiaseman massasiilojen vetoisuus. Massasiiloja käytetään puskurivarastona juuri tällaisissa tilanteissa, joissa etäisyys työmaiden välillä on pitkä. Varsin usein tuotannon keskeytymisen syy on valitettavasti juuri se, että massasiilot ovat täynnä eikä tuotantoa voi tästä syystä jatkaa, koska ei ole paikkaa johon valmis massa varastoitaisiin.

Tuloksia voidaan tarkastella myös käyttäjäkohtaisesti, jolloin saadaan tietoa operaattorien työskentelytavoista. Tutkimalla käyttäjäkohtaisia tuloksia voidaan löytää operaattorin virheelliset työskentelytavat, jotka aiheuttavat tehokkuuden alenemisen.

5 TYÖKALU OEE-MITTAUKSEEN

5.1 Alkutilanne

Yrityksellä ei ole olemassa työkalua aseman kokonaistehokkuuden mittaamiseen. Ennen tätä tutkimusta Amomatic-asemille ei ollut tehty kokonaistehokkuusmittausta. Yritys haluaisi työkalun OEE-mittaukseen, tätä palvelua voitaisiin markkinoida yhdessä muiden lisäpalveluiden kanssa asiakkaille uusiin valmistetaviin asemiin.

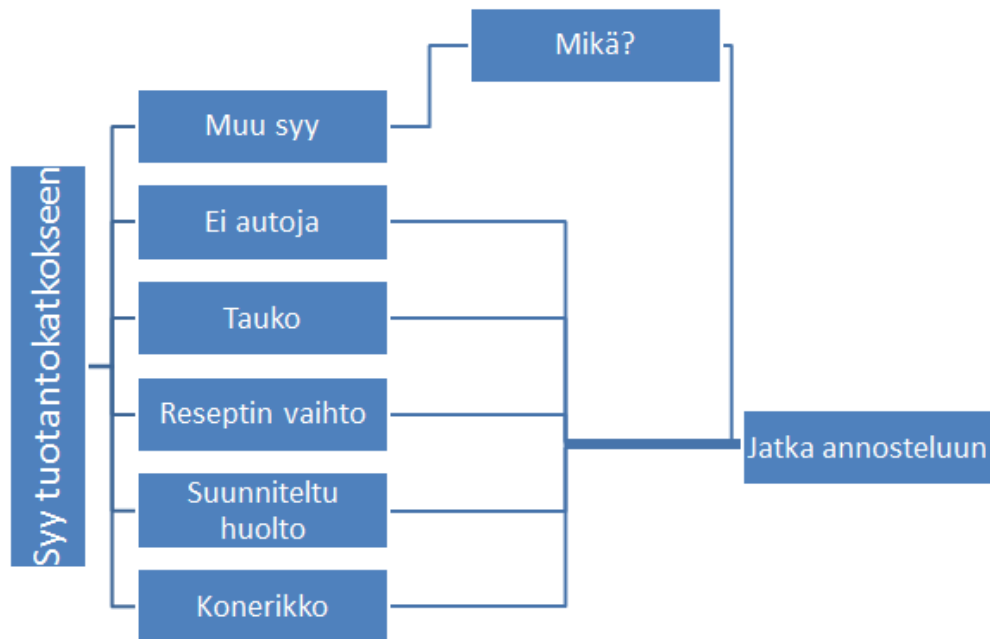
5.2 Suunnittelu

Kesän tutkimusjakson päätyttyä huomattiin, että sen mukainen raporttipohja oli liian työläs täyttää sekä myös hieman epäselvä käyttäjien mukaan. Jälkeenpäin todettuna raportissa oli ”ylimääräisiä” kenttiä täytettävänä, esimerkiksi suunniteltu työaika ja vuoron valinta. Myös seisokkien jakaminen useiden samankaltaisten eri syiden alle tuotti sekaannuksia raportin täyttäjille.

Uutta työkalua suunnitellessa poissuljettiin heti käsin täytettävä raportti, jotta saadaan inhimilliset virheet jätettyä pois. Täten saadaan luotettava tulos. Koska käsin täytettävä raportti ei ollut vaihtoehto, mietittiin työkalun integroimista aseman ohjausjärjestelmään eli AmoControliin. Amomaticin automaatiovastaavat olivat sitä mieltä, että tämä olisi mahdollista ohjelmoida järjestelmän logiikkaan. Pyöritelin mielessäni minkälainen tämän työkalun pitäisi olla, ja mitä tietoja sen pitäisi kerätä ja milloin. OEE-laskenta on oikeastaan ajankäytön kohdentamista tekijöihin ja sen laskemista, poislukien laatutekijä, joka lasketaan yksinkertaisesti jakamalla hyväksytty tuotantomäärä kokonaistuotantomäärällä.

Asfalttiasemalla on hyvin selkeä raja milloin on tuotantoa ja milloin ei – kun tehdään asfalttimassaa, annostelu on käynnissä, kun ei, niin se on poispäältä. Mielestäni työkalu olisi hyvä sitoa annosteluun. Käyttöliittymään ohjelmoitaisiin aloitus- ja lopetuspainike, aloituspainike aktivoitaisiin aina työpäivän alussa. Tästä

lähtisi aikalaskuri rullaamaan. Kun annostelu käynnistetään, aika rekisteröityisi tuotantoajaksi. Annostelun pysähtyttyä aika rekisteröityisi tuotantokatkon alle. Aika määriteltäisiin tarkemmin, kun annostelu käynnistettäisiin uudelleen. Annostelun pysäyttämisen jälkeen, tulisi esiin ikkuna, josta valittaisiin tuotantokatkon syy. Valitun tuotantokatkosyyn alle rekisteröityisi aika, joka kuluu seuraavaan annostelun käynnistämiseen. Kysymysruudun tulee olla mahdollisimman yksinkertainen ja siihen vastaamiseen ei saisi kulua paljon aikaa. Kysymysruutuun tulisi kuusi eri vaihtoehtoa tuotantokatkoksen syyksi mitkä olisivat konerikko, huolto, reseptin vaihto, tauko, ei autoja ja muu syy. Mikäli syynä on muu syy, täydennetään tätä tietoa avautuvaan lisätietoikkunaan. Hahmottelin yksinkertaisen hierarkia rakenteen avukseni, jossa ovat yleisimmät syyt asfalttiaseman tuotantokatkokseen. (Kuva 6.)

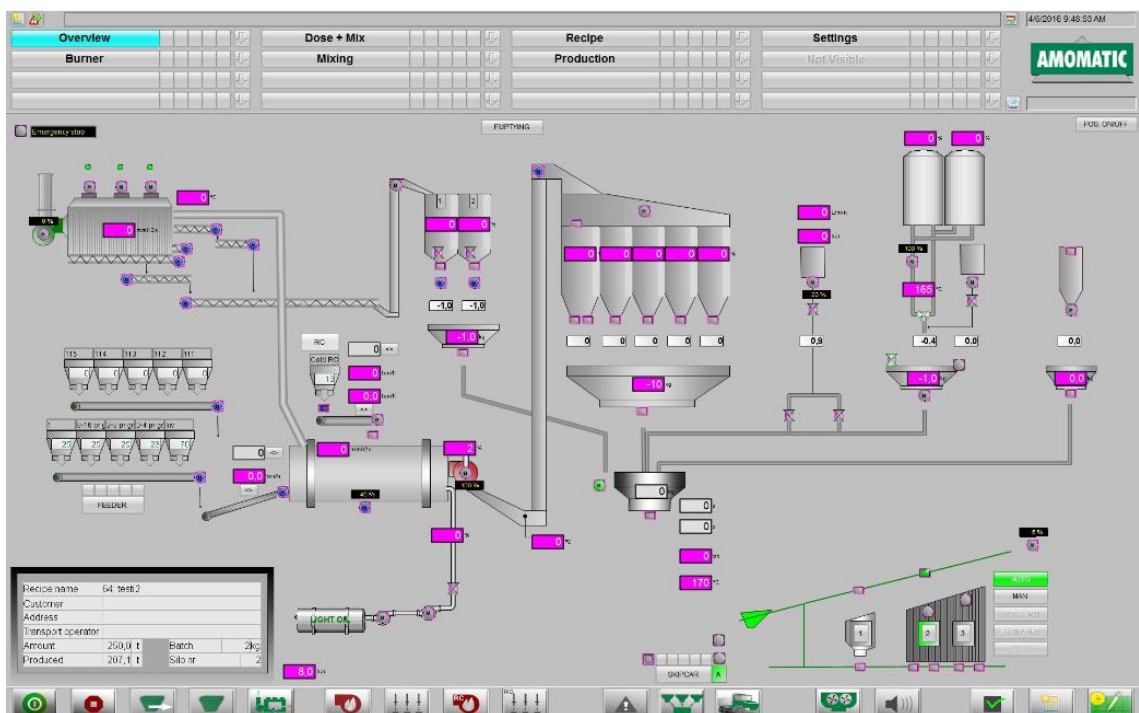


Kuva 6. Hierarkia

5.3 Työkalumalli

Operaattori ohjaa prosessia käyttöliittymän painikkeista. Painikkeita painettaessa esiin ponnahtaa ikkuna, josta voidaan ohjata yksittäistä laitetta. Näin vältetään vahinkopainalluksilta ja näistä johtuvista virheellisistä toimista.(Amomatic.com). Työkalun kysymysruudun pitää toimia samalla periaatteella kuin muut ikkunat ja ulkoasun pysyttävä mahdollisimman samanlaisena, jotta tämä ei sekoita operaattoria Näin taataan tehokas ja taloudellinen prosessin käyttö.

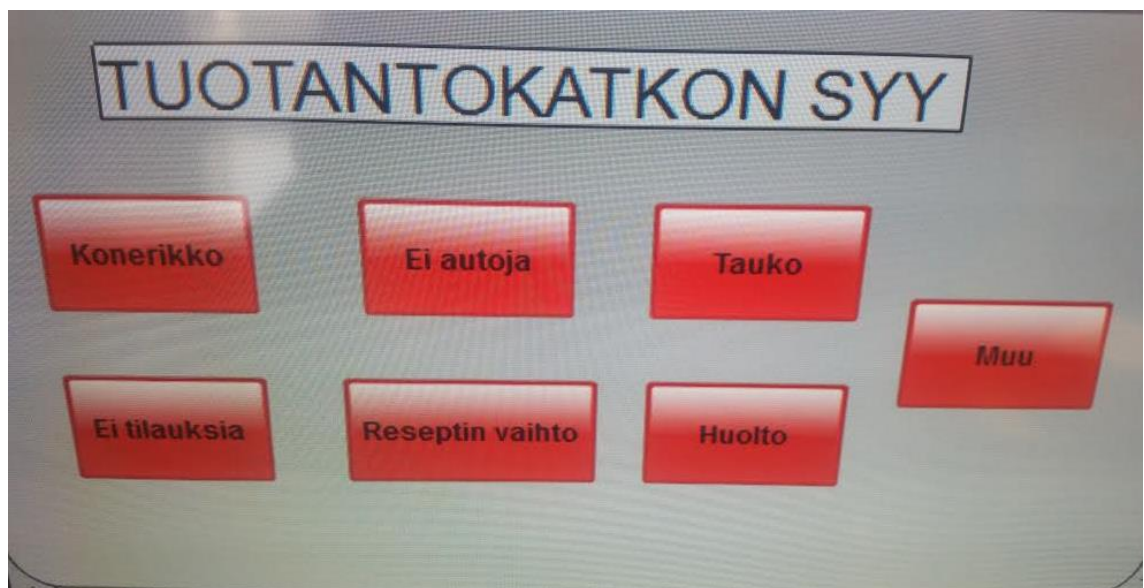
Käyttöliittymän ikkunat, joista ohjataan laitteita, ovat neutraalisti muotoiltuja ja niissä käytetään vähän värejä. Värejä käytetään symboloimaan esimerkiksi laitteen käynnissä oloa tai käymättömyyttä. Esimerkiksi kun moottori on käynnissä, painike näkyy käyttöliittymässä vihreän värisenä, ja kun moottori ei ole käynnissä, painike näkyy punaisen värisenä.(Kuva 7, Amomatic Oy 2016c.)



Kuva 7. Käyttöliittymä (Amomatic Oy 2016c).

Aloitin suunnittelemaan OEE-ikkunaa tekemäni hierarkiarakenteen mukaan. Alun perin ikkunaan piti tulla kuusi eri vaihtoehtoa tuotantokatkon syyksi, mutta mietityäni tulien tulokseen lisätä vielä "ei tilauksia" yhdeksi vaihtoehdoksi. Vaihtoehto oli melko yleinen syy tuotantokatkokseen. Ikkunaan tulisi siis seitsemän eri vaihtoehtoa tuotantokatkon syyksi.

Käyttöliittymän ikkunat luodaan Wincc-ohjelmassa. Ohjelmassa pystytään luomaan erilaisia muotoja ja upottamaan niihin esimerkiksi painonappeja. Päädyin tulokseen, että ikkuna olisi nelikulmainen, koska se on neutraali muoto. Ikkunassa olisi seitsemän painonappia. Ikkunan pohjaväri olisi harmaa ja painikkeet olisivat punaisen väriset. Punainen väri viestisi siitä, että annostelu jouduttiin pysäyttämään, ja siitä seuraisi katko tuotannossa. Kuvassa 8 on mahdollisesti käyttöön tuleva ikkunamalli.



Kuva 8. Ikkunamalli

6 PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tekeminen on ollut mielenkiintoista, haastavaa, opettavaista ja kokonaisuudessaan yksi parhaista kokemuksista koulutuksen aikana. Opinnäytetyön aikana opin paljon uutta tuotannonmittareista ja pääsin yhdistämään niin töissä, kuin opiskelun aikana opittuja asioita. Teorian ja käytännön sovittaminen yhteen oli innostavaa ja sen sisäistäminen oli palkitsevaa. Työn tekeminen auttoi ymmärtämään, kuinka pienillä asioilla on suuri merkitys kun käsitellään isoja kokonaisuuksia, erityisesti nykyisessä työssäni jälkimarkkinoinnissa olen huomannut tämän

Opinnäytetyön työmäärä vastasi sille asetettua tasoa. Aihe ja sisältö oli mielestäni suhteellisen laaja kokonaisuus, mutta samalla sopivan laaja opinnäytetyön aiheeksi. Aiheen rajaaminen OEE-mittaukseen ja työkalun suunnitteluun osoitautui hyödylliseksi, koska muuten työstä olisi tullut liian laaja.

Työ onnistui mielestäni hyvin, vaikka tulokset eivät olekaan luotettavimmat, johdettujen tutkittavien kirjaamisvirheistä. Työn tuloksena saatiin rakennettua pohja OEE-mittaukseen, mitä yritys voi jatkossa käyttää.

Olen työskennellyt yrityksessä asfalttiaseman operaattorina ja asentajana ennen opinnäytetyön aloittamista. Erityisesti asfalttiaseman operaattorina työskentelyn aikana opituista asioista oli paljon hyötyä opinnäytetyötä tehdessä. Tieto ja ymmärrys alasta ja asfalttiaseman toiminnasta auttoi opinnäytetyön alkuun pääsemisessä. Nykyään työskentelen yrityksessä jälkimarkkinoinnissa.

LÄHTEET

Amomatic Oy 2016a. Pvu Powerpoint. Viitattu 16.3.2016

Amomatic Oy 2016b. Viitattu 16.3.2016

Amomatic Oy 2016c. Viitattu 10.5.2016

Amomatic.com. <http://www.amomatic.com/fi/tuotteet-ja-jarjestelmat/amocontrol>. Viitattu 24.4.2016

Dataweb. http://amomaticdatasite.azurewebsites.net/REPORTS/PLANT_REP1. Viitattu 24.3.2016

Laadunvarmistus, b11-laadunvarmistus-ja-suhteitus.pdf. Viitattu 23.4.2016

Lean Production. <http://www.leanproduction.com/oe.html>. Viitattu 1.4.2016

Lemminkäinen, asfaltti-esite. <http://www.lemminkainen.fi/globalassets/documents/infra/fi/paving/asfaltti-esite.pdf>. Viitattu 10.2.2016

Novotek Oya. <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/tehoikkudenseuranta-oe-knl/oe-mistae-on-kyse>. Viitattu 12.5.2016

Novotek Oyb. <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/oe-knl?dl=81b5062761c92bb28eccc620aa3c09c7>. Viitattu 11.4.2016

Villanen 2009. Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus, OEE (Overall Equipment Efficiency) www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf. Viitattu 6.4.2015