

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka | Moottori- ja energiatekniikka

2022

Atte Hurme

TUOTANNON KOONNIN KEHITYSKOhteet PIENSARJATUOTANNOSSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Moottori- ja energiatekniikka

2022 | 29 sivua

Atte Hurme

TUOTANNON KOONNIN KEHITYSKOhteet PIENSARJATUOTANNOSSA

Tämä opinnäytetyö tehtiin Sormat Oy:n toimeksiannosta. Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville tuotannon koontikoneiden tärkeimmät kehityskohteet ja suurimmat koneiden pysähdyksiä aiheuttavat syyt. Tutkimuksen laajuus rajattiin koontivaiheeseen.

Opinnäytetyö aloitettiin jakamalla tuotannon koontikoneiden työntekijöille työnmittauslomakkeet, joiden avulla saatiin kerättyä tarpeelliset tiedot tutkimuksen suorittamiseen. Mittauslomakkeena käytettiin itse tehtyä pohjaa, joka oli mahdollisimman yksinkertainen.

Tutkimuksesta saadut tulokset kirjattiin työnmittauslomakkeiden avulla Excel-taulukkoon, joista laadittiin kaaviot ja mahdollistettiin niiden analysointi. Selvitysosuuden jälkeen tulokset käytiin läpi ja nostettiin esille suurimmat kehittämistä vaativat toimenpiteet ja tuottavuutta heikentävät asiat.

ASIASANAT:

Koontikone, kiila-ankkuri, tuotanto, tutkimus

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and production Engineering | Engine and energy technology

2022 | 29 pages

Atte Hurme

DEVELOPMENTS IN PRODUCTION ASSEMBLY IN SMALL SERIES PRODUCTION

This thesis was commissioned by Sormat Oy. The aim of the study was to find out the main development targets of production assembly machines and the biggest causes of machine downtime. The scope of the study was limited to the assembly phase.

The thesis was started by distributing work measurement forms to the employees of the production assembly machines, which was used to collect the necessary information to carry out the research. A self-made base was used as the measurement form, which was as simple as possible.

The results of the study were recorded in an Excel spreadsheet using work measurement forms, from which diagrams were drawn up and analyzed. After conducting the work survey, the results were reviewed and the biggest measures requiring development and issues that weakened productivity were highlighted.

KEYWORDS:

Assembly machine, wedge anchor, production, research

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 OPINNÄYTETYÖN KOHDE	2
2.1 Sormat Oy	2
2.2 Koontikone	3
2.3 Kiila-ankkurit	5
3 TUOTANNON TEHOSTAMINEN	6
3.1 Lean-tuotanto	6
3.2 Odottelu	7
3.3 Ylituotanto	7
3.4 Virheet	8
3.5 Tarpeeton liike	8
3.6 Hyödyntämätön osaaminen	9
3.7 Asetusaikojen lyhentäminen	9
3.7.1 SMED	10
4 TYÖNTUTKIMUS	14
4.1 Menetelmätutkimus	14
4.2 Työnmittausmenetelmät	14
4.2.1 Normaaliaikatutkimus	14
4.2.2 Havainnointitutkimus	15
4.2.3 Jatkuva ajankäyttötutkimus	15
4.3 Aikalajit	16
4.3.1 Tekemisaika	16
4.3.2 Häiriöaika	16
4.3.3 Apuaika	16
4.3.4 Taukoaika	17
5 TUTKIMUKSEN SUORITUS	18
5.1 Tutkimuksen suoritus	18
5.2 Suunnittelu ja valmistelu	19
6 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI	20
6.1 Koontikone 10-1	20

6.2 Koontikone 12-1	22
6.3 Koontikone 12-2	24
6.4 Koontikone 8-3	26
6.5 Koontikoneiden pysähdysten yhteenveto	28

7 YHTEENVETO	29
---------------------	-----------

LÄHTEET	30
----------------	-----------

LIITTEET

Liite 1. Seurantalomake

KUVAT

Kuva 1. Sormat Oy	2
Kuva 2. Koontikone	3
Kuva 3. Koontikone	4
Kuva 4. Kiila-ankkurin eri osat	5
Kuva 5. Leanin tarkoitus	6
Kuva 6. Läpäisyajan lyhentäminen asetusajan avulla. (Tuottava tehdas (edu.fi) Luku 7)	10
Kuva 7. Koontikone 10-1 kokonais käyntiaika	Error! Bookmark not defined.
Kuva 8. koontikone 10-1 tuottavuus	21
Kuva 9. Koontikone 12-1 kokonais käyntiaika	22
Kuva 10. Koontikone 12-1 tuottavuus	23
Kuva 11. Koontikone 12-2 kokonais käyntiaika	24
Kuva 12. Koontikone 12-2 tuottavuus	25
Kuva 13. Koontikone 8-3 kokonais käyttöaika	26
Kuva 14. Koontikone 8-3 tuottavuus.	27

KÄYTETYT LYHENTEET

SMED

Single-Minute Exchange of Die

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Sormat Oy:n tuotannon koontikoneiden kehitys pien-sarjatuotannossa. Tutkimustulosten tavoitteena on tuoda esille koontikoneiden pysähdyksien syyt ja pysähdyksiin kulunut aika. Tutkimuksen laajuus on rajataan vain koontivaiheeseen, missä puolivalmiista tuotteesta viimeistellään asiakkaalle valmis tuote. Tutkimus suoritetaan seurantalomakkeiden avulla ja tulokset kirjataan Excel- taulukkoon.

Tutkimuksen suorituksen jälkeen tulokset käydään läpi, jolloin suurimmat kehittämistä vaativat toimenpiteet ja tuottavuutta heikentävät asiat pystytään tuomaan esille. Tämän jälkeen pohditaan parannusehdotuksia käytettyihin työmenetelmiin, jolloin saadaan uusia ja parempia menetelmiä tehokkaampaan hyötykäyttöön

Tutkittaviksi kiila-ankkureiksi valitaan kolme eri kokoa; 8, 10 ja 12. Kaikista kokoluokista valitaan määrällisesti eniten valmistettavia tuotteita, jotta tuloksista saadaan mahdollisimman hyödyllistä tietoa ja vertailukelpoisuus eri kokoluokkien kesken.

2 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTO

2.1 Sormat Oy

Suomalainen Sormat on Pohjoismaiden suurin rakennuskiinnikevalmistaja, joka on osa kansainvälistä EJOT-konsernia. Sormat on toiminut vuodesta 1970 ja työllistää noin 80 henkeä. Sormat valmistaa luotettavia ja turvallisia ETA-standardit täyttäviä Premium-laatuisia kiinnikeitä pääasiassa rakennusteollisuuden käyttöön.

Toimipaikka sijaitsee Turun kupeessa Ruskolla, jossa myös valmistetaan päätuotteet, kuten kiila-ankkurit ja betoniruuvit. Kiila-ankkureiden valmistajana Sormat on maailman huippua. Ydinosaamista ovat raskaat kiinnikkeet, mutta valikoimasta löytyy laaja repertuaarin muitakin kiinnittämisen tuotteita. Myynnistä vientiin menee noin 70 % ja Sormatin tuotteita myydään yli 40 maassa ympäri maailmaa.



Kuva 1. Sormat Oy

2.2 Koontikone

Koontikoneen tehtävä on koota kiila-ankkuriin kaikki siihen tarvittavat osat. Runko syötetään koneeseen hihnaa pitkin, jossa siihen painetaan kiinni voimaosa. Tämän jälkeen kone lisää runkoon mutterin ja aluslevyn. Kone merkitsee myös runkoon mustemerkin, joka kertoo tuotteen asennussyvyyden. Alla olevissa kuvissa on kuvattu koontikoneita.



Kuva 2. Koontikone



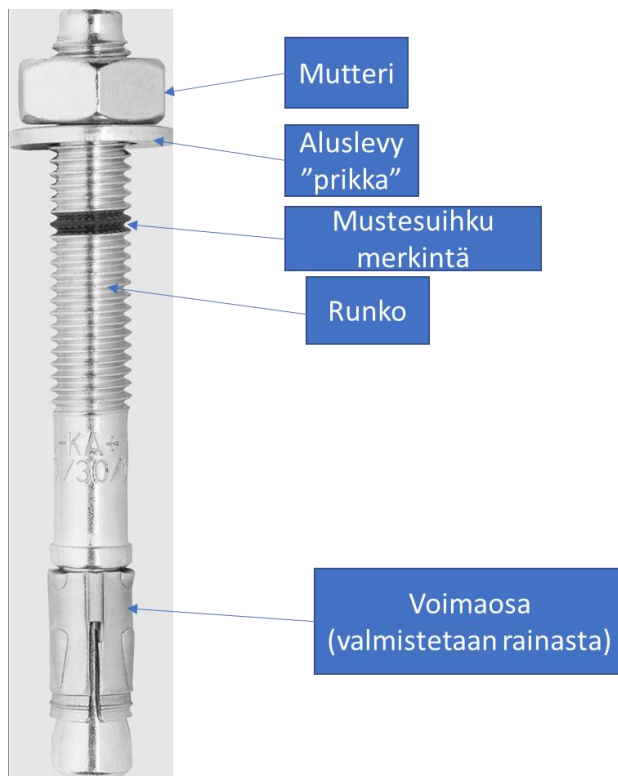
Kuva 3. Koontikone

2.3 Kiila-ankkurit

Laadukkaat momenttikontrolloidut kiila-ankkurit soveltuvat esiasennuksiin, läpiasennuksiin ja etäasennuksiin. Kiristettäessä ankkurin siivekkeet levittäytyvät reiän seinämiä vasten. Syntynyt kitka pitää ankkurin tukevasti paikallaan. Ankkurin koko ja kiinnitettävän kappaleen enimmäispaksuudet on merkitty ankkurin runkoon. Ankkurin päässä on kirjainkoodaus, josta tunnistaa ankkurin pituuden.

Runko-osa tehdään kylmämuokkaamalla ja koontiosastolla siihen asennetaan:

- kuusiokantamutteri
- aluslevy
- voimaosa
- mustesuihkulla asennussyvyys.



Kuva 4. Kiila-ankkurin eri osat.

3 TUOTANNON TEHOSTAMINEN

3.1 Lean-tuotanto

Lean-toimintamalli on kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Lean-toimintamalli näkyy selkeästi tuotannossa ja sen organisoinnissa. Lean-toimintamalliin sisältyy laatuajattelu, jolla pyritään luomaan toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Asiakaskokemus muodostuu tuotteen ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja -varmuudesta. Henkilöstö osallistuu kehityshankkeisiin ja toimintaa kehitetään siellä missä asiakkaan saama arvo todellisuudessa syntyy. Laatuvastuu kuuluu kaikille yrityksen työntekijöille. Kun arvoa kasvatetaan suhteessa toiminnan kustannuksiin, parannetaan yrityksen kilpailukykyä ja varmistetaan toiminta myös tulevaisuudessa. (Lean taskukirja, 6.)



Kuva 5. Leanin tarkoitus

3.2 Odottelu

Odottelu on oletettavasti toiseksi suurin hukka seitsemästä Leanin hukasta. Leanissä ollaan enemmän huolissaan siitä, että työ ei suju, kuin siitä, että työntekijät pidetään kiireisinä. Puutteet materiaaleissa ja kapasiteetissä aiheuttavat odottelua ja viivästyksiä. (The new lean toolbox , 16.)

Odottaminen ja viivästykset eivät rajoitu pelkästään työntekijöiden ja ihmisten odottamiseen vaan myös koneiden ja laitteiden seisahtumiseen. Kun työntekijä odottaa esimerkiksi koneen asetuksen valmistumista, sekä työntekijä että kone seisovat. Odottaminen on yksi hyväksytyimmistä ja yleisimmistä hukista, jotka katsotaan läpi sormien. Yleisimpiä syitä odottamiselle ovat tasapainon puute eri toimintojen kesken, huono ennustettavuus toiminnassa sekä suuret tuotantoerät. (Chiarini 2013, 29.)

Odottaminen ja viivästykset ovat yksi parhaimmista esimerkeistä prosessien epäkohtina, jotka eivät tuota ollenkaan lisäarvoa loppuasiakkaalle. (Kouri 2010, 10.)

3.3 Ylituotanto

Ylituotanto on yksi pahimmista hukkan muodoista. Tuotetta valmistetaan enemmän kuin olisi kysyntää tai tarvetta. Samalla muut seitsemän hukkaa kasvavat, kuten varastotason liiallinen nousu sekä resurssien väärin kohdentaminen. Ylituotantoa voidaan havaita valmistavassa tuotannossa, jossa on suuret eräkoot. (M Flow 2016; Santorella 2017, 16.)

Lisäksi ylituotanto voi johtaa harhaan todellisten ongelmakohtien havaitsemisessa. Korkeat varastotasot saattavat piilottaa ongelmat ja näin todelliset vaikutukset jäävät huomaamatta. (Kouri, 2010, s. 10.)

Ylituotantomallissa tuotetta valmistetaan varastoon siinä uskossa, että ne menevät kaupaksi jossain vaiheessa. (Chiarini, 2013, s. 20.)

Kun käytetään pienempiä koneita, voidaan helpommin välttää pullonkaulat ja näin läpimenoaikaa saadaan kehitettyä. Työt voidaan jakaa useammalle koneelle ja kustannustehokkaammin valmistaa vain tarvittava määrä. Tuotantotoiminta yhdellä suurella koneella johtaa paineeseen käyttää konetta useammin ja koneen huolto aiheuttaa tuotantolle seisahtuksen. Koneiden kapasiteetti ja kysyntä pitäisi olla linjassa. (The new lean toolbox, 17-18.)

Virheet

Toyotan filosofia on, että virhe on otettava haasteena, mahdollisuutena kehittyä. Laatu-
virheistä aiheutuu sekä sisäisiä että ulkoisia kustannuksia. Sisäisiä kustannuksia ovat
esimerkiksi romutus, muokkaus/uudellen työstäminen ja viivästys, ja ulkoisia kustannuk-
sia ovat takuut, korjaukset, reklamaatiot ja mahdollisesti jopa asiakkaan menetys. (The
new lean toolbox, 18)

Puutteelliset suunnitelmat tai huonosti suunniteltu työvaihe aiheuttaa helposti virheitä.
Ne lisäävät tuotteen uudelleen käsittelyn määrää, resursseja ja materiaaleja. Nämä
kaikki hidastavat tuotannon etenemistä ja läpimenoaika pitenee. (Santorella 2017, 19.)

Lisäksi laatuvirheet ovat suoranaisten kustannusten aiheuttamisen ohella riskitekijöitä
yrityksen asiakastytyvyyden ylläpitämiseen. Ne hukkaavat yrityksen kapasiteettia sekä
materiaaleja. (Kouri, 2010, 11.)

Laitteiston huollon laiminlyönti voi aiheuttaa laatuvirheitä tuotteissa heikentyneiden omi-
naisuuksien myötä. (Peter & Taylor, 2000, 111.)

3.4 Tarpeeton liike

Ergonomian merkitys tuottavuuteen on merkittävä ja tähän tulee kiinnittää huomiota työ-
aseman optimaalisella lay outilla. Jos työntekijän täytyy kurotella, noukkia, vaihtaa asen-
taoa nähdäkseen paremmin, on tällä suora vaikutus laatuun ja tuottavuuteen. Nämä hukat
esiintyvät yleensä lukuisia kertoja päivässä – joskus niin, ettei niitä tiedosteta ollenkaan.
5S-menetelmä voi tuoda apua havainnointiin ja olla työkaluna tätä hukkaa vastaan. (The
new lean toolbox , 17.)

Tarpeeton liike työskentelyssä muodostuu myös työntekijän etsiessä informaatiota työ-
tehtävänsä suorittamiseen. Näitä tietoja voivat olla aikataulut, käyttöohjeet, materiaali-
luettelot ja osaluettelot. (Hawkins & Smith 2004, 10–11.)

Tätä hukkaa ei saada koskaan eliminoidua, mutta turhasta käsittelystä johtuva hukka aiheuttaa heikentävästi tuottavuuteen ja laatuun. Jokainen liike on hukkaa.

Pitkä kuljetusmatka ja tuotteen käsittely on myös riski tuotteen vahingoittumiseen.

Hyvällä tuotannon layoutilla voidaan vaikuttaa merkittävästi tähän hukkaan. (The new Lean toolbox ,17.)

Tarpeeton kuljettaminen pitää sisällään usein tuotteiden ja puolivalmisteiden kuljettamisen tuotantosolusta toiseen tai varastosta tuotantolinjalle. (Chiarini, 2013, s. 26.)

3.5 Hyödyntämätön osaaminen

Henkilökunnan tietoa tai osaamista ei tunnisteta, eikä käytetä näin ollen hyväksi. Tämän hyödyntämättä jättäminen laskee yrityksen tehokkuutta. (Santorella 2017, 21-22.)

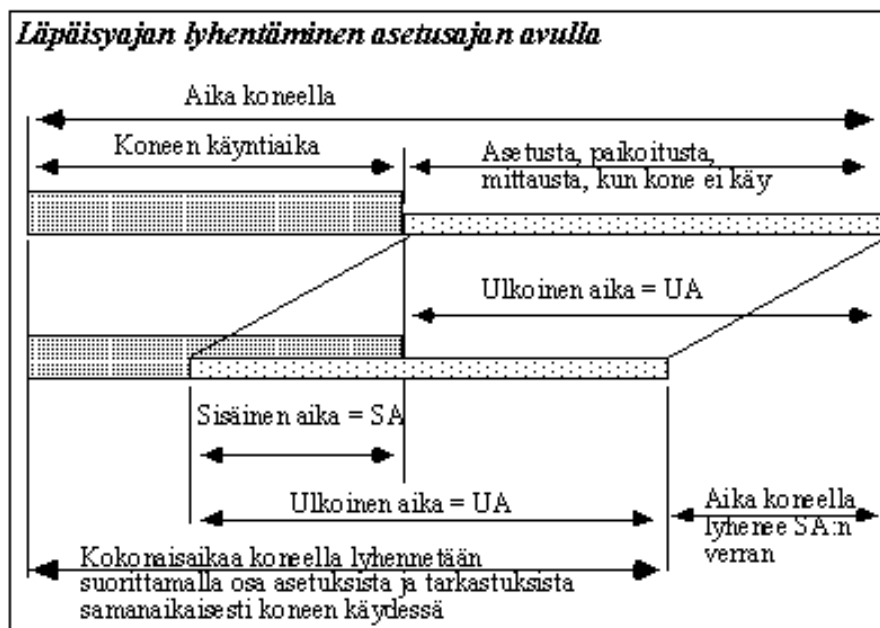
”Esimerkiksi asetustyö on käytännössä pitkälti manuaalisesti tehtävää työkalujen kokoamista, tavaroiden siirtelyä ja ruuvien kiristelyä. Näin ollen henkilöstön asenteella ja motivaatiolla on yllättävän suuri merkitys asetusaikojen pituuteen. Menetelmät asetusaikojen lyhentämiseksi vaativat siis muutoksia totuttuihin työmenetelmiin. Jos henkilöstö kokee muutoksen aikana menettävänsä itsemääräämisoikeutensa, voi muutosvastarinta nousta kohtuuttoman suureksi. Jotta tähän tilanteeseen ei jouduttaisi, olisi henkilöstö hyvä ottaa mukaan suunnitteluun jo heti alkuvaiheessa.” (Järvinen 2001, 104-105, 110-115.)

3.6 Aetusaikojen lyhentäminen

Aetusaika kertoo tuotteesta toiseen tuotteeseen kuluvan ajan. Aika lasketaan edellisen valmistuserän viimeisestä laadullisesti hyvästä kappaleesta seuraavan erän ensimmäiseen laadullisesti hyvään kappaleeseen. Aetus tehdään vain kerran ennen jokaisen tuotantoerän alkua ja sen tarkoitus on saattaa kone tilaan, jossa tuottava työ tapahtuu. Pienien tuotantoerien valmistaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa, jos asetusajat vievät paljon aikaa. Tällöin kone on poissa tuotannosta ja kuormitusasteet jäävät mataliksi. Pienten erien valmistaminen vaatii asetusaikojen lyhentämistä. (Haverila ym. 2005, 406.)

Ennen seuraavan tuotantoerän aloittamista tulisi valmistella asetuksen mahdollisimman paljon etukäteen jo edellisen tuotantoerän aikana. Esimerkiksi edellisten valmistuneiden tuotteiden poisvienti ja seuraavaksi valmistettavien tuotteiden tuonti työpisteeseen lähettyville. (Haverila ym. 2005, 406.)

Asetuksien hoitaminen tapahtuu yleensä seuraavin periaattein: – Kone pysäytetään pelkästään vaihdon ajaksi ja vaihto on valmisteltu niin, ettei siihen kuluteta ylimääräistä aikaa. Vakioasetuksilla ja joustavilla koneilla pystytään eliminoimaan asetusten vaihtotarvetta. (Lapinleimu ym. 1997, 60.)



Kuva 6. Läpäisyajan lyhentäminen asetusajan avulla. (Tuottava tehdas (edu.fi) Luku 7)

3.6.1 SMED

Shigeo Shingon kehittämä SMED- järjestelmä on Toyota-tuotantojärjestelmää varten kehitetty menetelmä. Tämän kehityksen avulla saatiin lyhenettyä valssausprässien muotien vaihtoon kuluva aikaa 100 minuutista alle 10 minuuttiin. SMED-järjestelmän periaatteet pätevät kaikenlaisen valmistuksen asetusajojen lyhentämiseen, vaikka alunperin järjestelmä kehitettiin vain lyhentämään muotien vaihtoon kuluva aika. (Stevenson 2009, 701.; Birmingham & Jelinek 2007, 8–9.)

SMED

SMED-menetelmä (Single-Minute Exchange of Die) on työkalu, jolla tähdätään asetusajojen lyhentämiseen tuotannossa. Menetelmän tarkoitus on saavuttaa alle 10 minuutin asetusajat, jotta pienien erien valmistaminen tuotannossa olisi tehokkaampaa. SMED on todella tärkeä ja tehokas menetelmä piensarjatuotannossa, jossa tuotantosarjat vaihtuvat nopealla aikavälillä. (Harrison & van Hoek 2008 s.197).

SMEDin pääperiaatteet ovat (Pinja blogi 2017):

- Kartoittaa ja analysoida vaihtoprosesseihin liittyvien tehtävien todellinen tarkoitus ja funktio.
- Tunnistaa sekä sisäiset, että ulkoiset vaihtoprossiin liittyvät tehtävät.
- Muuntaa sisäisiä tehtäviä ulkoisiksi, eli tehdä vaihtoprosessiin liittyviä tehtäviä koneen ollessa käynnissä.
- Vakioida vaihtoprosessi ja kouluttaa siihen tarvittavat henkilöt.
- Vaihtoajan mittaaminen luotettavalla menetelmällä.

Konkreettisin SMED-menetelmän tuoma hyöty on lyhentynyt tuotevaihto aika

- Tuotteen valmistaminen vie vähemmän tuotantoaikaa
- Tuotteen läpimenoajan lyheneminen
- Tuotteen toimitusaika asiakkaalle lyhenee

SMED-menetelmän vaiheet voidaan jakaa seuraaviin askeleisiin:

Vaihe 1 - Kartoittaminen

Määritetään kohde mitä halutaan parantaa. Kehitetäänkö paljon aikaa vieviä tuotevahtoja, vai niitä joita on eniten määrällisesti.

Kartoitetaan tämänhetkisen vaihtoprosessin kaikki vaiheet käyttäen apuna esimerkiksi arvovirtakuvausta tai videokuvausta. Mitataan myös tuotevaihtoon kulunut aika.

Vaihe 2 – Erottelu

Erotellaan vaihtoprosessiin liittyvät sisäiset tehtävät, kun kone ei ole käynnissä ja ulkoiset tehtävät koneen ollessa käynnissä.

Tuotantoa voidaan tehostaa muuttamalla sisäisiä tehtäviä ulkoisiksi. Tällöin useampi tehtävä voidaan tehdä koneen ollessa käynnissä.

Tehtävien suorittaminen tehokkaammin:

- Kehitä ja ota käyttöön vaihtoprosessin muistilista
- Tarkista työkalujen ja muiden osien toimivuus etukäteen
- Vähennä työkalujen, osien ja materiaalien kuljetusta. Erottamalla ja tehostamalla nämä varsinaisesta tuotevaihtoprosessista, on mahdollista vähentää tuotevaihtoaikaa 30% - 50%

Vaihe 3 – Muuntaminen

Muunnetaan sisäiset tehtävät ulkoisiksi, analysoidaan tehtävien tärkeyttä ja tarkousta sekä suunnittellaan tehtävien valmistelua ja standardisointia etukäteen.

Esimerkkejä toiminnoista:

- Oikeiden ihmisten saatavuus
- Osien ja työkalujen valmistelu

- Korjaus- ja huoltotoimenpiteiden tarkastus
- Tarvittavien materiaalien ja osien tuonti laitteiston lähelle.

Tuotevaihtoon kuluva aika saadaan lyhenemään, kun siihen liittyvä sisäinen työtehtävä tehdään koneen käyntiaikana.

Vaihe 4 – Tehostaminen

SMED- menetelmän neljännessä vaiheessa tarkastellaan sisäisten ja ulkoisten tehtävien tehostamista:

Ulkoinen asettelu:

- Työympäristö järjesteltyä, esim. 5S-menetelmä
- Raaka-aineiden sekä työkalujen esiasettelu koneen käydessä
- Valmiiden kappaleiden tarkistus koneen käydessä

Sisäinen asettelu:

- Samanaikaiset operaatiot käyttöön
- Mukauttamisen ja hienosäädön tarpeen poisto
- Toimintojen mekanisointi

4 TYÖNTUTKIMUS

4.1 Menetelmätutkimus

Menetelmätutkimuksen tarkoitus on kehittää turvallisin ja tehokkain tapa jonkin tietyn työn tekemiseen mahdollisimman taloudellisesti.

Menetelmätutkimusta kutsutaan myös menetelmäkehityksen nimellä. Kaikki tuotannon osatekijät, kuten raaka-aineet, koneet ja laitteet, työn tekeminen ja niiden yhteistoiminta ovat menetelmätutkimuksen piirissä. Menetelmätutkimus tähtää alhaisempiin tuotantokustannuksiin, parempaan tuottavuuteen sekä parempaan ergonomiaan ja työturvallisuuteen. Taloudellisuuden ja tehokkuuden lisäksi menetelmätutkimus ottaa huomioon työympäristön, työhyvinvoinnin ja työn sisällön kehittämisen. Lisäksi olemassa olevien työmenetelmien kehittämistä jatketaan hyödyntäen jatkuvan parantamisen menettelytapoja. Kehitettäessä työmenetelmiä ja tehtäessä teknisiä muutoksia työympäristössä ja työmenetelmissä, on tärkeää ottaa huomioon ergonomia-, turvallisuus- ja terveysvaatimukset. Samalla on kiinnitettävä huomiota siihen, etteivät henkiset ja fyysiset rasitukset nouse kohtuuttomiksi sekä huolehditaan työn mielekkyyden kannalta riittävästä vaihtelusta. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011, 6.)

4.2 Työnmittausmenetelmät

4.2.1 Normaaliaikatutkimus

Normaaliaikatutkimuksessa selvitetään tiettyyn työhön kuluva aika, joka suoritetaan normaaliolosuhteissa, vakiomenetelmillä, tavallisen ammattitaidon omaan työntekijän tekemänä ja normaalilla työskentelynopeudella. Tätä aikaa kutsutaan normiajaksi. Työntekijän työtahti tulee huomioida käsin tehtävissä töissä, jotta voidaan määrittää standardiaika tietyn työn suorittamiseksi. Normaaliaikatutkimus soveltuu toistuvien, käsin tehtävien ja lyhytkestoisten töiden normiajan määrittämiseen. Tarvittaessa tutkittava työ voidaan jakaa eri työvaiheisiin ja määrittää niille normiajat erikseen. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,24-25.)

4.2.2 Havainnointitutkimus

Havainnointitutkimuksessa työjakson toimenpiteet jaetaan eri aikalajeihin, jotka ovat apuaika, vaiheaika, taukoaika sekä häiriöaika. Aikalajit voidaan jakaa vielä pienempiin osiin, jos tutkimuksen käyttötarkkuus sitä vaatii. Tutkimuksen aikana työtä seurataan säännöllisin aikavälein ja kirjataan ylös kaikki havaitut tapahtumat sekä niiden aikalajit. Havainnointitutkimuksessa voidaan seurata useita työpisteitä ja -vaiheita samanaikaisesti, jolloin saadaan hyvä yleiskäsitys kok osaston toiminnasta ja koneiden käytön tehokkuudesta. Havainnointitutkimuksen etuina ovat sen monipuolisuus, tutkimuksen nopeus sekä vähäinen resurssien tarve. Havainnointitutkimuksella voidaan tutkia työergonomiaa, aikalajien esiintymistä, työturvallisuutta sekä henkilöstön työskentelyä. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,24.)

4.2.3 Jatkuva ajankäyttötutkimus

Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa työntekijää ja työtä seurataan jatkuvasti. Menetelmä soveltuu hyvin pitkäkestoisiin töihin, joiden työjärjestys ei ole ennalta tiedossa. Jatkuva ajankäyttötutkimuksen toteutus vaatii suhteellisen paljon resursseja, sillä se kestää muita tutkimusmenetelmiä kauemmin ja tutkijan tulee olla jatkuvasti läsnä seurantapaikalla. Jatkuvalla seurannalla saadaan kattavasti tietoa koneiden ja työntekijöiden yhteistoiminnasta ja sisäisestä työnjaosta sekä työn toimenpiteiden järjestyksestä. Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa seurattavan työn toimenpiteet jaetaan eri aikalajeihin. Näin saadaan tietoon työn tekemisaika, häiriöaika, apuaika ja taukoaika. Aikalajeja voidaan jakaa vielä pienempiin osakokonaisuuksiin tutkimuksen käyttötarkoituksen vaatiessa. Työntekijän joutuisuus tulee määrittää, jos tutkimuksen käyttötarkoitus on standardiajan tai työnarvon määrittäminen. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,25.)

4.3 Aikalajit

4.3.1 Tekemisaika

Tekemisaika sisältää jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamista. Toimenpiteet voivat olla toistuvuuksiltaan ja kestoiltaan vaihtelevia, mutta liittyvät aina tuotteen tai palvelun suorittamiseen ja jalostamiseen. Tekemisaika voidaan jakaa vaiheeseen ja valmistelu-aikaan. Vaiheeseen sisältyy tuotteen ja palvelun jalostavat toimenpiteet, kuten valmistettavan tuotteen koonnin. Valmistelu-aikaan kuuluvat toimenpiteet tehdään yleensä kerran sarjaa tai erää kohden. Asetuksien teko on yksi tavallisista valmistelu-aikaan kuuluva toimenpiteet. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,11.)

4.3.2 Häiriöaika

Häiriöaikaan kuuluvat kaikki ennalta arvaamattomat ylimääräiset työt, työn keskeytykset sekä odotukset. Näiden toimenpiteiden kestoja ja esiintymistiheyttä ei etukäteen tiedetä. Häiriöt voivat olla myös säännöllisesti toistuvia ja johtua työvaiheiden epätasapainosta. Häiriöaikaan kuuluvia toimintoja voi olla esimerkiksi laatuvirheiden korjaus, laitteiden korjaus, työkalujen etsiminen ja komponenttien odottaminen. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,12.)

Häiriöiden syiden selvittäminen ja ongelmien korjaaminen on tärkeää tuottavuuden kannalta. Häiriöiden vähentämiseksi ja poistamiseksi, on tärkeää kirjata ylös häiriöiden syyt ja kestot. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,12.)

4.3.3 Apuaika

Apuaika ei varsinaisesti edistä työn suoritusta, mutta sitä tarvitaan ylläpitämään työntekijän henkilökohtaisia tarpeita ja työolosuhteita. Apuaika voidaan jakaa kolmeen eri osaan: päiväväkio, henkilökohtainen apuaika sekä ylimääräinen elpymisaika. Päiväväkio sisältää toimenpiteitä, jotka ovat toistuvia ja välttämättömiä työ jatkumisen kannalta. Näitä ovat esimerkiksi koneiden säännölliset huollot, siivoaminen työpäivän päätteeksi ja

tuntikortin täyttäminen. Henkilökohtainen apuaika on tarkoitettu työntekijän henkilökohtaisiin tarpeisiin sekä työtehtävistä palautumiseen. Tarvittaessa ylimääräistä elpymisaikaa voidaan tarvita, jos henkilökohtainen apuaika ei riitä työtehtävistä palautumiseen. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,12.)

4.3.4 Tauko aika

Tauko aikaa ovat esimerkiksi töiden aloitus myöhässä tai lopetus liian aikaisin sekä henkilökohtaiseen apu aikaan kuuluvien taukojen venyminen. Kaikki apuajan lisäksi pidettävät tauot kuuluvat tauko aikaan. Taukoajat tulee erotella häiriö ajoista, sillä taukoajat ovat työntekijän henkilökohtaisesta päätöksestä johtuvia keskeytyksiä ja häiriöajat ovat työntekijästä riippumattomia keskeytyksiä. Apuajan ja taukoajan erottelu on järkevää suorittaa vasta mittaustulosten käsittelyvaiheessa, sillä mittausten aikana se on haasteellista. (EK-SAK tuottavuusryhmä 2011,12.)

5 TUTKIMUKSEN SUORITUS

5.1 Tutkimuksen suoritus

Opinnäytetyössä suoritetaan työntutkimus Ruskolla sijaitsevassa Sormat Oy:ssa. Tutkimuksen tarkoituksena on saada selville tuotannon koonnin tärkeimmät kehityskohteet ja suurimmat koneiden pysähdyksiä aiheuttavat syyt. Tutkimuksessa on tärkeää havaita tuotannon koontikoneiden häiriöiden ja ongelmien esiintymistiheys sekä niiden vaikuttavuus työhön.

Sormat Oy:n tuotanto perustuu suurimmaksi osaksi kiila-ankkureiden valmistamiseen. Tutkimuksessa valittiin tutkittavaksi kolmea eri kiila-ankkuri kokoa; 8, 10 ja 12. Kaikista kokoluokista valittiin määrällisesti eniten valmistettavia tuotteita, jotta tuloksista saataisiin mahdollisimman hyödyllistä tietoa ongelmista ja kehittämistä vaativista kohteista sekä vertailukelpoisuutta eri kokoluokkien kesken.

Tutkimuksen laajuus on rajattu vain koonti vaiheeseen, missä puolivalmiista tuotteesta viimeistellään asiakkaalle valmis tuote.

Tutkimuksen suoritus sisältää kolme vaihetta; Tutkimuksen suunnittelu ja valmistelu, työnmittaus ja havainnointi ja tulosten analysointi. Suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa käydään läpi työntutkimuksen teoriaa, laaditaan tarvittavat seurantalomakkeet ja hankitaan tarvittavat tiedot tutkittavista tuotteista ja koneista. Työnmittaus ja havainnointivaiheessa tuotteen valmistuvaiheita seurataan ja mitataan kellon avulla, jonka ohessa havainnoidaan pääsääntöisesti häiriöihin johtavia syitä. Tämän jälkeen mitatut tulokset kirjataan työnmittauslomakkeiden avulla Exceltaulukoon, josta kaavioiden laatiminen ja analysointi on mahdollista.

Työntutkimuksen suorituksen jälkeen tulokset käydään läpi, jolloin suurimmat kehittämistä vaativat toimenpiteet ja tuottavuutta heikentävät asiat pystytään tuomaan esille. Tämän jälkeen pohditaan parannusehdotuksia käytettyihin työmenetelmiin, jolloin saadaan uusia ja parempia menetelmiä tehokkaampaan hyötykäyttöön.

5.2 Suunnittelu ja valmistelu

Työntutkimukseen valmistautuminen aloitettiin syyskuussa 2020. Opinnäytetyö toteutettiin työnmittauslomakkeista saatujen arvojen avulla. Edellisten vuosien työkokemuksesta yrityksessä oli hyötyä, sillä seurattavat laitteet ja tuotteet olivat ennalta tuttuja. Haastavaa tutkimuksesta kuitenkin teki se, etten päässyt fyysisesti itse mittausten pariin.

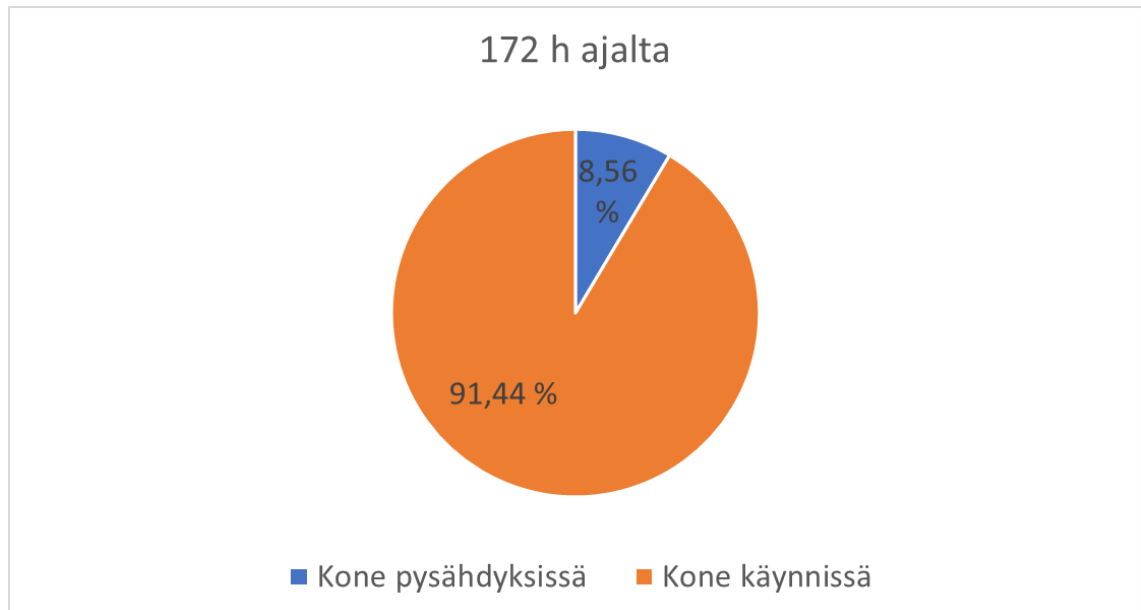
Työntutkimuksen ja Lean-tuotannon teoriaan tutustuminen ja lähdemateriaalien hankinta aloitettiin samoihin aikoihin työhön tutustumisen kanssa. Lähdemateriaalia etsittiin Internet-kirjoista, opinnäytetöistä, yrityksen kotisivuilta ja painetuista lähteistä. Suurena apuna materiaalien etsimisessä olivat muiden opinnäytetöistä löytyneet käyttökelpoiset lähteet. Teoriasta kertovia lähteitä oli runsaasti ja moni asia tuli etsittyä englannin kielisistä lähteistä.

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää koontikoneiden kehityskohteita, joten työnmittausmenetelmäksi valittiin jatkuva ajankäyttötutkimus. Jatkuva ajankäyttötutkimus valittiin, koska haluttiin tietoa ongelmien syistä, pysähdyksiin kuluva ajasta ja paljon aikaa vievistä työvaiheista. Tiedot kerättiin laatimalla työnseurantalomakkeet, jotka jaettiin tuotannon työntekijöille täytettäväksi. Työnseurantalomakkeiden laadinta tapahtui toimeksiantajan puolesta ja niistä tehtiin mahdollisimman yksinkertaiset. Työnmittauslomake täytettiin liite 1 olevan pohjan mukaisesti. Lomakkeeseen kirjattiin koontikoneen nimi, valmistettava tuote, päivämäärä, aika, tuotantomäärä seuranta-aikana, koneen pysähdyksen syy, pysähdysten lukumäärä, aika minuutteina koneen ollessa poissa käytöstä, laitospäiväkirjan odotusaika, asetuksiin kulunut aika sekä lisätiedot ja ehdotukset korjaaviksi toimenpiteiksi.

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI

6.1 Koontikone 10-1

Yhteenvetona ympyräkaaviosta ilmenee koneen käyttöaika. Kone on ollut pysähdyksissä noin 8,5 % kokonaisajasta, joka on noin 14 tuntia.



Kuva 7. Koontikone 10-1 kokonais käyntiaika

Tuotantoaika kerroin (oletetaan koneen olevan käynnissä 7h 20min per työntekijä/vuoro)	Työaika- tauot		0,9175	
Keskimääräinen vikaantumisväli	Laitteiden kokonaiskäyttöaika/ vikojen määrällä	min	15,28	
Keskimääräinen korjausaika	Korjausaikojen summa/ vikojen määrä	min	1,31	
Kpl tunnissa vikojen kanssa	kpl määrä/ tehty aika	Kpl/h	1530	
Kpl tunnissa ilman vikoja	Kpl määrä/ (aika h- pysähdyksien aika)	kpl/h	1674	109,4 %

Kuva 8. koontikone 10-1 tuottavuus

Yllä olevan laskelman mukaisesti tuottavuus olisi noussut 9,4 %, ilman tuotannon häiriöitä.

10-1 koneen suurimmat pysähdyksien syyt:

- aluslevyjen huonolaatuisuus
- koneen voitelu/ kappaleiden tarkastus
- liikaa hylättyjä kappaleita

10-1 koneen suurimmat aikaa vievien pysähdyksien syyt johtuvat:

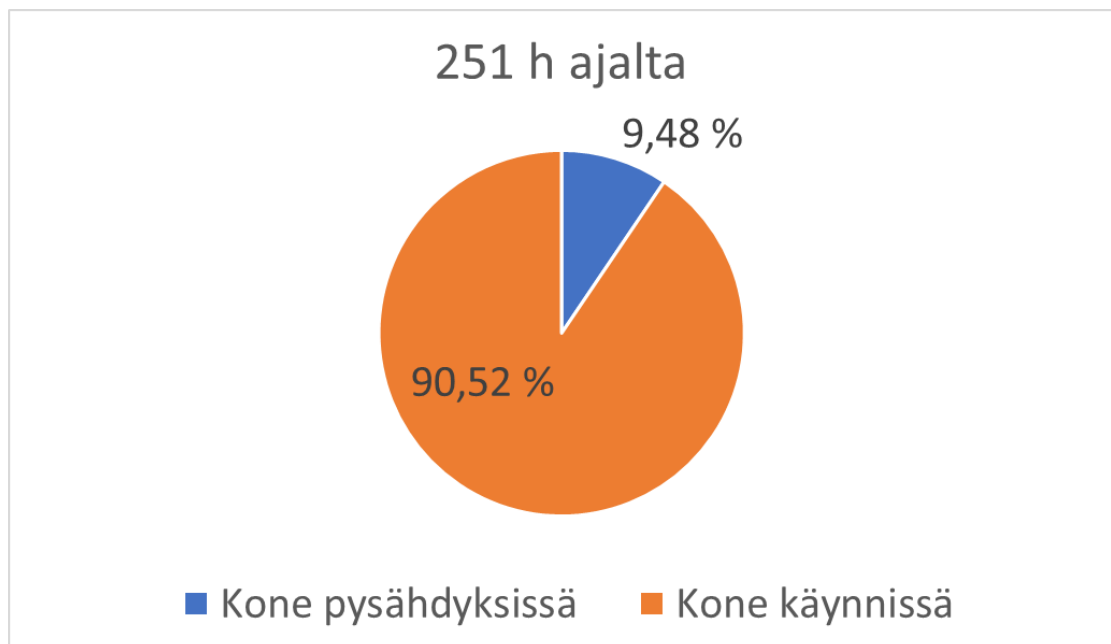
- koneen voitelusta
- sisäänkyntö ajan ylityksestä
- mustesuihku ongelmasta
- pistimen vaihdosta
- Rainan vaihdosta

Sarjakoolla ei ole merkitystä vikojen ilmaantumisessa.

Pistimen vaihto ja rainan vaihto ovat kuluvia osia. Muut pysähdykset johtuvat laatuongelmista tai koneen toimintaviasta/huollosta.

6.2 Koontikone 12-1

Yhteenvetona ympyräkaaviosta ilmenee koneen käyttöaika. Kone on ollut pysähdyksissä noin 9,5 % kokonaisajasta, joka on noin 24 tuntia.



Kuva 9. Koontikone 12-1 kokonais käyntiaika

Tuotantoaika kerroin (oletetaan koneen olevan käynnissä 7h 20min per työntekijä/vuoro)	Työaika- tauot		0,9175	
Keskimääräinen vikaantumisväli	Laitteiden kokonaiskäyttöaika/ vikojen määrällä	min	25,29	
Keskimääräinen korjausaika	Korjausaikojen summa/ vikojen määrä	min	2,40	
Kpl tunnissa vikojen kanssa	kpl määrä/ tehty aika	Kpl/h	1970	
Kpl tunnissa ilman vikoja	Kpl määrä/ (aika h-pysähdyksien aika)	kpl/h	2176	110,5 %

Kuva 10. Koontikone 12-1 tuottavuus

Yllä olevan laskelman mukaisesti tuottavuus olisi noussut 10,5 %, ilman tuotannon häiriöitä.

12-1 koneen suurimmat pysähdyksien syyt:

- aluslevyjen huonolaatuisuus
- runko jumissa
- rainan vaihto

12-1 koneen suurimmat aikaa vievien pysähdyksien syyt johtuvat:

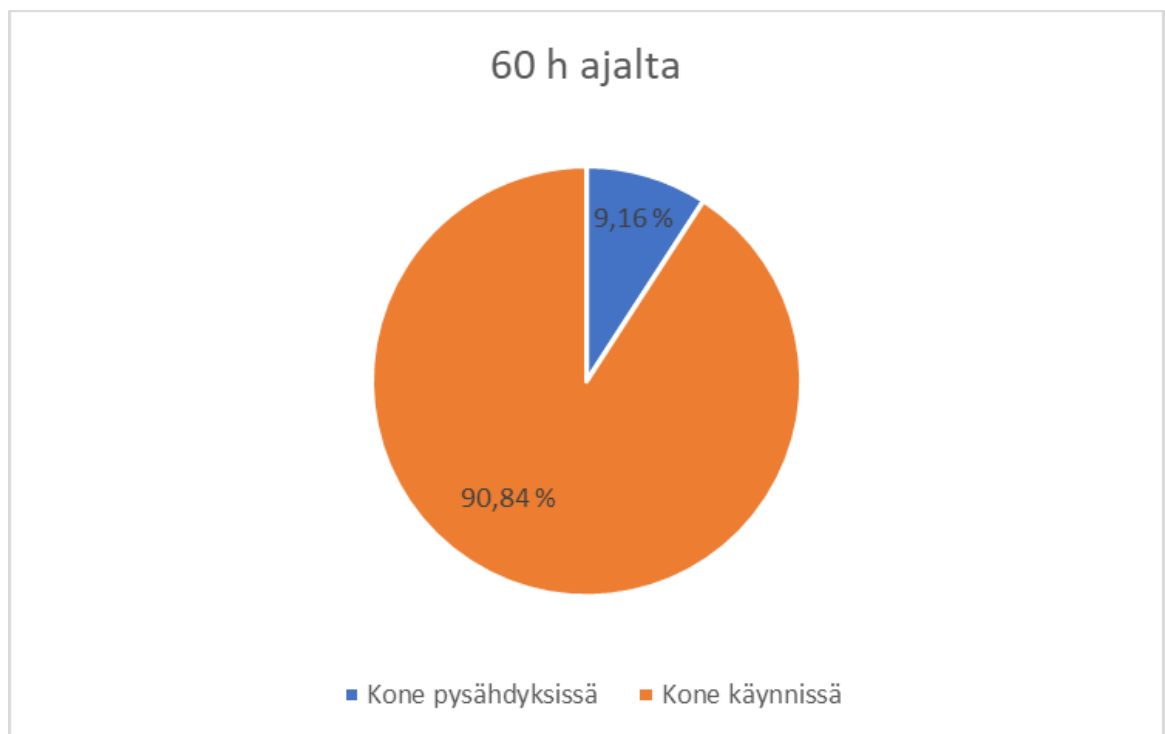
- rainan vaihdosta
- rainan syöttövirheestä
- pistimen vaihdosta
- bulkkilavan vaihdosta

Sarjakoolla ei ole merkitystä vikojen ilmaantumisessa.

Pistimen vaihto ja rainan vaihto ovat kuluvia osia sekä bulkkilavan vaihto on väistämätön toimenpide. Muut pysähdykset johtuvat laatuongelmista tai koneen toimintaviasta/huollosta.

6.3 Koontikone 12-2

Yhteenvetona ympyräkaaviosta ilmenee koneen käyttöaika. Kone on ollut pysähdyksissä noin 9 % kokonaisajasta, joka on noin 5 tuntia ja 30 minuuttia.



Kuva 11. Koontikone 12-2 kokonais käyttöaika

Tuotantoaika kerroin (oletetaan koneen olevan käynnissä 7h 20min per työntekijä/vuoro)	Työaika- tauot		0,9175	
Keskimääräinen vikaantumisväli	Laitteiden kokonaiskäyttöaika/ vikojen määrällä	min	17,7745098	
Keskimääräinen korjausaika	Korjausaikojen summa/ vikojen määrä	min	1,63	
Kpl tunnissa vikojen kanssa	kpl määrä/ tehty aika	Kpl/h	1846	
Kpl tunnissa ilman vikoja	Kpl määrä/ (aika h-pysähdyksien aika)	kpl/h	2032	110,1 %

Kuva 12. Koontikone 12-2 tuottavuus

Yllä olevan laskelman mukaisesti tuottavuus olisi noussut 10,1 %, ilman tuotannon häiriöitä.

12-2 koneen suurimmat pysähdyksien syyt:

- runko jumissa koneessa
- muttereiden huonolaatuisuus

12-2 koneen suurimmat aikaa vievien pysähdyksien syyt johtuvat:

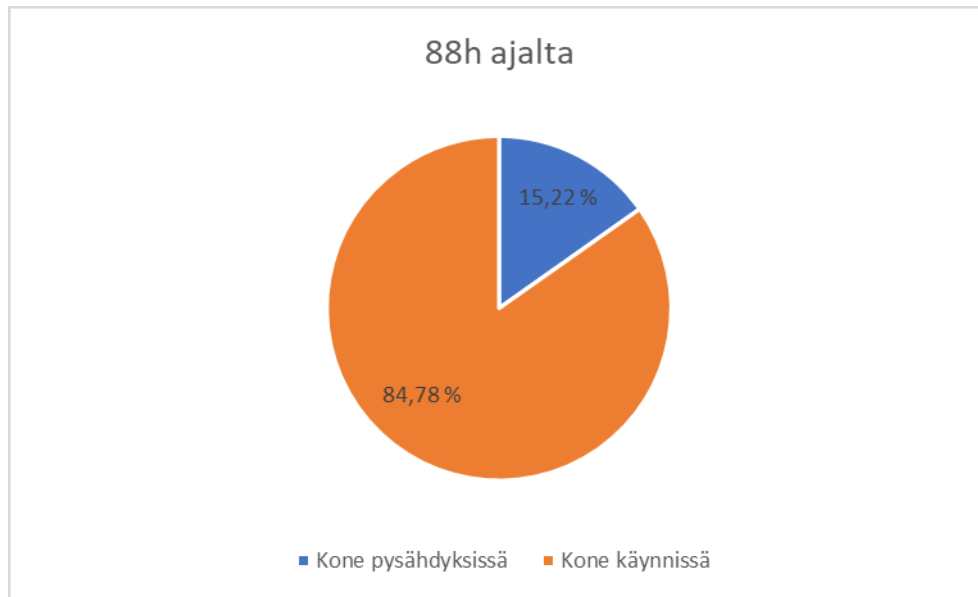
- rainan vaihdosta
- koneen voitelusta
- bulkkilavan vaihdosta

Sarjakoolla ei ole merkitystä vikojen ilmaantumisessa.

Pistimen vaihto ja rainan vaihto ovat kuluvia osia sekä bulkkilavan vaihto on väistämätön toimenpide. Muut pysähdykset johtuvat laatuongelmista tai koneen toimintaviasta/huollosta.

6.4 Koontikone 8-3

Yhteenvetona ympyräkaaviosta ilmenee koneen käyttöaika. Kone on ollut pysähdyksissä noin 15 % kokonaisajasta, joka on noin 13 tuntia.



Kuva 13. Koontikone 8-3 kokonais käyttöaika

Tuotantoaika kerroin (oletetaan koneen olevan käynnissä 7h 20min per työntekijä/vuoro)	Työaika- tauot		0,9175	
Keskimääräinen vikaantumisväli	Laitteiden kokonaiskäyttöaika/ vikojen määrällä	min	10,80	
Keskimääräinen korjausaika	Korjausaikojen summa/ vikojen määrä	min	1,64	
Kpl tunnissa vikojen kanssa	kpl määrä/ tehty aika	Kpl/h	1422	
Kpl tunnissa ilman vikoja	Kpl määrä/ (aika h- pysähdyksien aika)	kpl/h	1677	118,0 %

Kuva 14. Koontikone 8-3 tuottavuus.

Yllä olevan laskelman mukaisesti tuottavuus olisi noussut 18 %, ilman tuotannon häiriöitä.

8-3 koneen suurimmat pysähdyksien syyt:

- aluslevyjen huonolaatuisuus
- liikaa hylättyjä kappaleita
- runko jumissa koneessa

8-3 koneen suurimmat aikaa vievien pysähdyksien syyt johtuvat:

- muotopalan/taivutusvasteen vaihdosta
- pistimen vaihdosta
- häiriö mustesuihkussa

Sarjakoolla ei ole merkitystä vikojen ilmaantumisessa.

Pistimen vaihto ja muotopalan/taivutusvasteen vaihto ovat kuluvia osia. Muut pysähdykset johtuvat laatuongelmista tai koneen toimintaviasta.

6.5 Koontikoneiden pysähdysten yhteenveto

Yleisin pysähdysten syy jokaisessa koneessa on aluslevyjen huonolaatuisuus.

Suurimmat aikaa vievät pysähdysten ovat pistimen vaihto ja rainan vaihto.

Kaikissa koneissa, paitsi 8-3 koneessa, on ollut alle 10% pysähdyksissä koko käyttöajasta. 8-3 kone on ollut pysähdyksissä 18% pysähdyksissä koko käyttöajasta.

Parantamalla komponenttien huonolaatuisuutta tai karsimalla huonot komponentit robotiikan avulla, päästäisiin eroon yleisimmistä pysähdyksistä.

Rainan vaihdossa säästettäisiin aikaa tupla haspelilla ja optimoimalla rainakelan koko.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selville tuotannon koontikoneiden kehityskohteita seurantalomakkeita apuna käyttäen. Seurantalomakkeista tiedot siirrettiin Excelliin, jossa niistä tehtiin kaavioita ja analysoitiin.

Opinnäytetyössä käsiteltiin tuotannon tehostamista, tutkimusmenetelmiä sekä aikalajeja teoreettisesti.

Mittaustuloksista voitiin havainnoida seuraavanlaisia asioita. Yleisin pysähdyksen syy oli jokaisessa koontikoneessa aluslevyjen huonolaatuisuus ja suurimmat aikaa vievät toimenpiteet olivat jokaisessa koneessa rainan ja pistimen vaihto. Prosentuaalisesti kaikkien koneiden pysähdyksissä ollut aika verrattuna kokonais käyntiaikaan oli samaa noin 10 prosentin luokkaa, paitsi 8-3 koontikone, joka oli pysähdyksissä 18 prosenttia ajasta käyntiaikaansa nähden.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää koontikoneiden kehityksessä.

LÄHTEET

Bicheno, John 2004. The new lean toolbox.

Birmingham, F. & Jelinek, J. 2007. Quick Changeover Simplified: The Manager's Guide to Improving Profits with SMED. New York: Productivity press, a division of the Kraus organization limited.

Chiarini, Andrea 2013. Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office.

EK-SAK tuottavuusryhmä 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Teknologiateollisuus Ry. https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf

Harrison, A. & van Hoek, R., 2008. Logistics Management and Strategy, Competing through the supply chain. 3. painos. Harlow. Paerson Education Limited, 2008.

Haverila, I., Uusi-Rauva, E, Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Helsinki: Infacs

Hawkins, Bruce & Smith, Ricky, 2004. Lean Maintenance. 2nd toim. Oxford: Elsevier.

Järvinen, Pekka 2001. Onnistu esimiehenä. Helsinki: WSOY.

Kouri, Ilkka 2009. Lean-taskukirja. Helsinki: Kopio-Niini

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY

Peter, Hines & Taylor, David, 2000. Going lean. 1st edition. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre. <https://www.leancompetency.org/wp-content/uploads/2015/09/Going-Lean.pdf>

Pinja Blogi. <https://blog.pinja.com/> [SMED-menetelmällä nopeammat tuotevaihdot.pdf \(pinja.com\)](https://blog.pinja.com/wp-content/uploads/2015/09/SMED-menetelmällä_nopeammat_tuotevaihdot.pdf)

Stevenson, W.J. 2009. Operations Management. New York: Mcgraw-Hill/Irwin, a business unit of The Mcgraw-Hill Companies, Inc.

Santorella, Gary. 2017. Lean Culture For The Construction Industry. 2. edition. USA, FL: Taylor & Francis Group.

**Kokoonpano**Kone
nro:

Tuote:

Tekijä

pvm

Seuranta alkoi klo _____
 päättyi _____
 klo _____

Tuotantomäärä seuranta-aikana kpl

Koneen pysähdyksen syy

Pysähdysten lukumäärä ja aika (min) kun on
kone ollut poissa käytöstä

Laitoimiehen odotusaika per kerta (min)

Asetuksiin kulunut aika (min)

Lisätiedot/huomiot

Ehdotukset korjaaviksi toimenpiteiksi
