

Kreetta Pellikka

TUOTANNON TEHOSTAMINEN KNL-KERTOIMIEN AVULLA

TUOTANNON TEHOSTAMINEN KNL-KERTOIMIEN AVULLA

Kreetta Pellikka
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Kreetta Pellikka

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Tuotannon tehostaminen KNL-kertoimien avulla
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Optimizing Production Efficiency with OEE Factors

Työn ohjaaja: Kai Jokinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020

Sivumäärä: 29 + 2 liitettä

Työssä määriteltiin OEE/KNL-mittauskäytäntö Aikolon Oy:n Oulun toimipisteen tuotantoon. KNL-kertoimet ovat tuotannon käytettävyydestä, nopeudesta ja laadusta muodostuvat kertoimet, joiden avulla lasketaan tuotannon kokonaistehokkuus. Mittauskäytännön määrittämisessä selvitettiin automaattista tietojärjestelmää varten se, mitä ja miten tuotantohäviöitä kannattaisi mitata, jotta saataisiin tehostettua tuotannon toimintaa nykyisestään puuttumalla mittauksissa ilmenneisiin häviöihin ja poistamalla niitä. Työssä häviöillä tarkoitettiin ylimääräistä toimintaa, joka vie aikaa tuotannolliselta työltä tai hidastaa sen tekemistä.

Työ suoritettiin tekemällä neljä viikkoa kestänyt KNL-mittausjakso Aikolon Oy:n tuotannossa. Mittausten tekemiseen oli yhteensä kolme konetta, joista kaksi oli CNC-työstökeskuksia ja yksi automaattinen CNC-ohjattu sorvi. Koneet valikoituivat mittauksiin erilaisuutensa vuoksi, jotta mittausotannalla saatiin mahdollisimman laaja käsitys mittauksien tuloksista ja tuotannon nykytilasta. Mittaukset tehtiin manuaalisesti mittauslomakkeen avulla. Seuraavaksi tulokset analysoitiin ja mittauksissa ilmenneet häviöt priorisoitiin. Priorisoinnin pääperiaatteena oli puuttua tuotannon kannalta oleellisiin ja sitä eniten hidastaviin poikkeamiin. Työn rajauksen vuoksi tässä vaiheessa puututtiin häviöistä vain merkittävimpään ja sille määriteltiin parannustoimenpiteet sekä käytännöt niiden täytäntöönpanolle.

Mittauksista saatujen tulosten perusteella Aikolonin tuotannossa oli paljon tuotantohäviöitä, joista merkittävimpiä olivat asetusten teko, henkilöstöpula, tauot ja huolto- ja siivoustyöt. Näiden poistamiseen löydettiin heti toimenpiteitä koneistajan toiminnassa ja materiaalinhallinnassa. Niitä olivat esimerkiksi valmiiden kappaleiden irrottaminen pöydästä mattona, imuaukkojen systemaattinen avaaminen, aihiolavojen toimittaminen koneelle paketit avattuna ja erillinen hallijärjestelijän virka. Myös erilaisia toimintaa helpottavia hankintoja tehtiin häviöiden poistamiseksi, kuten leimauspäätteiden hankkiminen jokaiselle työstökoneelle ja korkeussäädettävien pöytien hankinta.

Asiasanat: 5S, CNC-kone, KNL, lean, mittauskäytäntö, OEE, TPM

ALKULAUSE

Kiitos Aikolon Oy:n Oulun toimipisteelle tarjoamastanne opinnäytetyöaiheesta sekä mahdollisuudesta tehdä työssä tarvittut mittaukset ja tutkimukset tuotantotiloissanne. Kiitos koko Aikolonin henkilökunnalle yhteistyöstä. Erityiskiitos CNC-koneistajille Roosa Karppiselle, Jarno Ruokamolle, Juha Mursulle, Miika Liuskalle, Timo Norrenalle, Teuvo Karviselle ja suunnittelija Tatu Koskiselle antamastanne suuresta avusta mittausdatan keräämisessä ja sen analysoinnissa.

Suuret kiitokset myös Aikolon Oy:n tuotantojohtajalle Saku Päiväläiselle, joka valvoi opinnäytetyötäni ja antoi neuvoja sen aikana. Kiitos myös Oulun ammattikorkeakoulun yliopettaja Kai Jokiselle opinnäytetyöni ohjaamisesta.

Oulussa 18.2.2020

Kreeta Pellikka

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tavoitteet ja rajaus	7
1.2 Aikolon Oy	7
2 MITTAUSKÄYTÄNNÖN MÄÄRITTELY	8
2.1 KNL-laskenta	8
2.2 5S ja lean-ajattelun taustat yrityksessä	9
2.3 KNL jatkumona 5S:lle	11
2.4 KNL-mittauksen määrittäminen Aikolon Oy:lle	12
3 MITTAUS JA DATAN KERUU	14
4 DATAN ANALYSOINTI JA HÄVIÖIDEN PRIORISOINTI	15
4.1 Kerätyn tiedon analysointi	15
4.2 Merkittävimmät häviöt	17
5 PARANNUSTOIMENPITEIDEN MÄÄRITTÄMINEN	18
5.1 Videoanalyysit	18
5.2 Koneistajan oma toiminta asetusajkojen lyhentämiseksi	19
5.3 Materiaalihallinta ja sen vaikutukset asetusajkoihin	21
5.4 Toimintaa nopeuttavat ja helpottavat hankinnat	21
5.5 Muut toimenpiteet	22
6 PARANNUSTOIMENPITEIDEN TOTEUTTAMINEN	24
6.1 Tehdyt toimenpiteet ja niiden vaikutus asetusajkoihin	24
6.2 Säästetty aika euroissa	26
7 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29
LIITTEET	
Liite 1 Yhden koneen mittausdata KNL:n määrittämiseksi	
Liite 2 Häviöiden jakauma	

SANASTO

5S	Viidestä osavaiheesta koostuva työpaikkojen ja -menetelmien organisointiin ja standardisointiin keskittyvä menetelmä.
CNC	Computerised numerical control. Tietokoneistettu numeerinen ohjaus.
KNL	Käytettävyys, Nopeus, Laatu. Mittausluku tuotannon tehokkuuteen. Käytetään parantamaan tuotantolaitosten tai -linjojen tehokkuutta.
lean	Johtamisfilosofia, jonka avulla pyritään samaan ns. vähemmällä enemmän aikaiseksi. Pyrkii poistamaan kaikki turhuudet toiminnan tehostamiseksi.
OEE	Overall Equipment Effectiveness. Englanninkielinen nimitys KNL:lle.
TPM	Total Productive Maintenance. Ajattelutapa, jonka tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman täydellinen tuotanto ilman pysähdyksiä.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Tässä opinnäytetyössä määritetään OEE/KNL-mittauskäytäntö Aikolon Oy:n tuotantoon. Työn tavoitteena on saada määritettyä tilaajalle käytäntö tuotannon tehostamiseksi. KNL-luvulla mitataan tuotannon tehokkuutta, ja mittausluku muodostuu tuotannon käytettävyyden, nopeuden ja laadun kertoimista (1). Ensimmäiseksi työssä määritetään mittaukseen käytettävä KNL-luku eli se, miten KNL lasketaan ja millä tavoin tarvittavat lähtötiedot saadaan syötettyä tietojärjestelmälle.

Seuraavaksi tehdään varsinainen mittausosio ja datan keruu. Tämä suoritetaan keräämällä tiedot manuaalisesti mittauskaavakkeen avulla. Datan keräämistä seuraa saadun datan analysointi ja saatujen häviöiden priorisointi. Tässä vaiheessa päätetään, mitkä häviöistä ovat merkittävimpiä, ja keskitytään niiden korjaamiseen.

Lopuksi määritetään parannustoimenpiteet valittujen häviöiden minimoimiseksi. Viimeinen työvaihe on käytännön määrittely toimenpiteiden toteuttamiseen.

1.2 Aikolon Oy

Aikolon Oy on vuonna 1985 perustettu oululainen perheyrittys. Aikolon Oy:n toimialaan kuuluvat teollisuusmuovien tukkumyynti ja muoviosien valmistaminen ja suunnittelupalvelu. Aikolonilla on kaksi toimipistettä Suomessa. Ne sijaitsevat Oulussa ja Vantaalla. (2.)

Opinnäytetyö tehdään Aikolonin Oulun toimipisteen tuotantotiloissa, joissa on laaja CNC-konekanta eli tietokoneilla numeerisesti ohjattuja työstökeskuksia. Datan keräykseen työssä on käytetty kolmea tuotannon konetta.

2 MITTAUSKÄYTÄNNÖN MÄÄRITTELY

2.1 KNL-laskenta

OEE-tunnusluku, suomeksi KNL, on tuotannon tehokkuuden mittaamiseen käytettävä luku, jolla seurataan ja kehitetään tuotantolaitosten ja -linjojen tehokkuutta. OEE-tunnusluku kuuluu osaksi Japanissa 1970-luvulla kehitettyä TPM-ajattelutapaa, jonka päätarkoituksena on saavuttaa pysähtymätön, mahdollisimman täydellinen tuotanto. (1.)

Prosessiteollisuudessa tuotannon tehokkuus on täysin riippuvainen siitä, miten tehdas käyttää laitteitaan, materiaaleja, ihmisiä eli työntekijöitä ja työmenetelmiä. Näiden kaikkien käyttöasteen tehokkuus on suoraan sidoksissa tuotannon tehokkuuteen. Suurimmat syyt tuotannon seisahtumiseen ja täydellisen tehokkuuden saavuttamisen estämiseksi ovat tuotannon alasajo esimerkiksi huoltojen ajaksi, asetusten teko, koneviat, menetelmäviat, normaali tuotantohukka, poikkeava tuotantohukka, laatu poikkeamat ja laatu poikkeamien korjaus. (3, s. 21 - 23.)

KNL-tunnusluku määritellään kertomalla käytettävyys, nopeus ja laatu keskenään (kaava 1). KNL-tunnusluvun määrittämisen tarkoituksena on tuotannon tehokkuuden parantaminen kuitenkin laatua huonontamatta. (4.) KNL:n määrittämisessä käytettäviin tekijöihin kuten käytettävyysasteeseen, laatuun ja nopeuteen vaikuttaa erillisiä tekijöitä, joiden ymmärtäminen on helposti lähestyttävää ja niistä kerättävä data suhteellisen vaivattomasti saatavissa (5, s. 1).

$$\text{Kokonaistehokkuus} = K * N * L$$

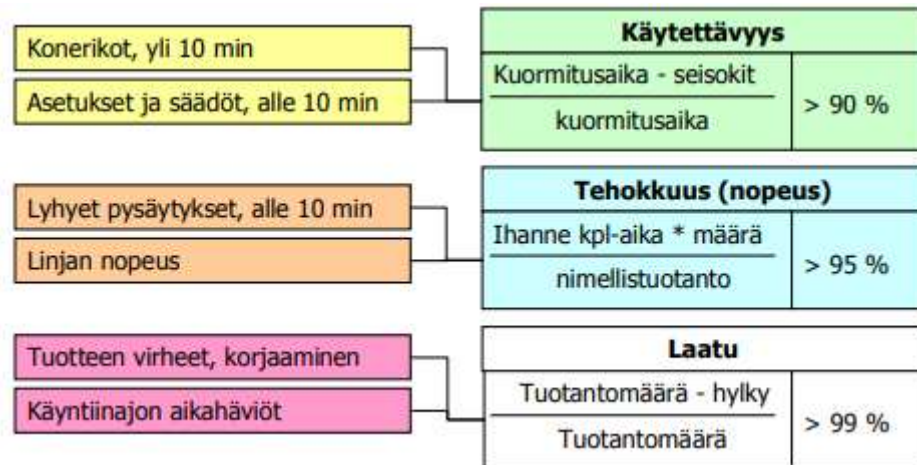
KAAVA 1

K = käytettävyys

N = nopeus

L = laatu

Täydellisessä tuotannossa KNL-luku on 100 %. Tämä edellyttää koneilta pysähtymätöntä tuotantoa täydellä nopeudella ilman laatuhäviöitä. Maailmanlaajuisesti keskiverto KNL-luku teollisuudessa on noin 60 %. (1.) Kuvassa 1 on esitelty yksi tapa KNL-kertoiminen mittaamiseen ja laskemiseen.



KUVA 1. Yksi tapa KNL:n mittaukseen (5)

2.2 5S ja lean-ajattelun taustat yrityksessä

KNL-laskentatavan määrittäminen Aikolon Oy:lle oli jatkumoa jo aiemmin aloitetun lean-ajattelutavan eteenpäin viemiselle. Lean on johtamisfilosofia, jonka avulla pyritään samaan aiempaa vähemmällä enemmän aikaiseksi ja joka pyrkii poistamaan kaikki turhuudet toiminnan tehostamiseksi. Aikolon Oy:ssa suoritettiin jo aiemmin 5S-projekti vuosien 2017 ja 2018 aikana. 5S on viidestä osavaiheesta koostuva työpaikkojen ja -menetelmien organisointiin ja standardisointiin keskittyvä menetelmä. 5S-projekti koostuu viidestä eri osavaiheesta, joita ovat sort, set in order, shine, standardize ja sustain. Suomeksi nämä tarkoittavat sorteerausta, systematisointia, siivousta, standardisointia ja seuranta. (6.)

5S-projekti tehtiin yrityksen laatuhenkilön ja työntekijöiden yhteistyönä. Ensimmäinen vaihe oli tuotantotilojen jakaminen erillisiin alueisiin, joiden mukaan projektia alettiin viedä eteenpäin. Aikolon Oy:n tuotannossa on useita CNC-koneita, jotka toimivat aluejaon keskiössä. Kun konealueet oli saatu määritettyä, aloitettiin alueilla perusteellinen siivous ja siellä sijainneiden tavaroiden lajittelu, jossa jokainen tavara numeroitiin ja lajiteltiin joko säilytettävien, siirrettävien tai kokonaan hävitettävien tavaroiden laatikkoon.

Kun tavarat oli saatu lajiteltua ja oli selvää, mitä tavaroita alueelle jäi säilytettäväksi, oli seuraava työvaihe tavaroiden paikkojen määrittäminen. Tässä vai-

heessa jokainen tavara nimettiin alueen omistamaksi tekstitaralla ja sille määritettiin oma paikkansa. Paikat määriteltiin valokuvien ja tekstitarrojen avulla. Oleellisena osana paikkojen määrittelyä olivat myös lattiasteippaukset, jotka omalta osaltaan määrittivät sekä konealueita että tavaroiden kuten roska-astioiden paikkoja.

Standardisointi-vaiheessa konealueille tehtiin tarkistuslistat, joissa määriteltiin erilaisia työtehtäviä siisteyden ja järjestyksen ylläpitämiseksi. Tässä vaiheessa tarkistuslistoille otettiin oleellisena osana mukaan myös itse koneiden huoltotoimenpiteet, jotka nekin kirjattiin muistiin listaan. Aikaväli tarkistuslistalla olevien tehtävien suorittamiseen määriteltiin joko päivittäin, viikoittain tai kuukausittain. Muutamia harvemmin tehtäviä konehuoltoon liittyviä tehtäviä lisättiin listalle aikavälillä kerran kuudessa kuukaudessa tai kerran vuodessa.

Suurin muutos tuotannossa tapahtui standardisointivaiheessa, kun uudeksi osaksi tuotannonohjausta ja työn suorittamista otettiin käyttöön 5S-taulut (kuva 2). Jokaiselle konealueelle sijoitettiin oma taulunsa, johon tehtiin osa-alueet tuotantotavoitteille, siisteydelle, poikkeamille, kehitysideoille, tiedotteille ja standardeille. Taulut ja niiden täyttäminen tulivat olennaiseksi osaksi tuotannon päivittäistä toimintaa yhdessä työnjohdon ja henkilöstön kesken. Ne ovat myös osa 5S-projektin viimeistä vaihetta seuranta, joka jatkuu edelleen.



KUVA 2. 5S-taulu Aikolon Oy:n tuotannosta

2.3 KNL jatkumona 5S:lle

Kun yrityksessä on saatu onnistuneesti 5S-projekti vietyä eteenpäin ja systemaattinen seurantavaihe on käytössä, halutaan yrityksessä saada vietyä eteenpäin lean-ajattelua KNL-mittauskäytännön määrittämisellä. 5S-projektin myötä tuotannon tehokkuus kasvoi nähtävästi, kun tavaroille saatiin määriteltyä omat paikat ja niiden etsimiseen kulutettu aika hyödynnettiin tuottavan työn tekemiseen.

Tuotantohäviöitä syntyy kuitenkin edelleen, ja nyt haluttaisiin saada tietoa siitä, mikä tai mitkä asiat nämä häviöt yleensä aiheuttavat. Häviöiden poistamisen myötä vapautuu vielä enemmän aikaa tuottavan työn tekemiseen. Tämän työn tarkoituksena oli määrittää se, mitä ja miten tuotannossa ilmenneitä häviöitä kannattaisi mitata. Yrityksen suunnitelmissa on myöhemmin mahdollisesti hankkia sähköinen tietojärjestelmä aktiiviseen mittaukseen.

2.4 KNL-mittauksen määrittäminen Aikolon Oy:lle

KNL-mittausta vietiin eteenpäin manuaalisen kaavakkeen (kuva 3) avulla, jossa mittausarvoina olivat käytettävyys, nopeus ja laatu. Käytettävyys-osio oli mittauksissa käytössä aina silloin, kun kone oli pysähdyksissä. Nopeus-osioon puolestaan tehtiin merkinnät aina, kun kone pyöri, mutta ei suunniteltujen koneaikojen mukaan. Tähän tuli siis merkintä aina kun työstöarvoja muutettiin alkuperäisistä poikkeavaksi. Laatu-osiota täytettiin silloin, kun kappaleita jouduttiin joko korjaamaan tai tekemään kokonaan uusiksi.

KÄYTTÄVYYS

Tähän tulee merkintä aina kun kone on pysähdyksissä.

Pvm:	
Kone:	



Kulunut aika (min):	Pysähdyksen syy:
Konerikot (suunnittelematon pysähdys)	
Terärikkot (suunnittelematon pysähdys)	
Huolto-/ylläpitotyöt (suunniteltu pysähdys)	
Asetusten teko	
Tauot	
Materiaalipula (tavaraa ei löydy)	
Laatupoikkeamat	
Henkilöstöpula	
Puutteellinen ohjeistus (työtä ei voida/osata tehdä)	
Vaihtoaika (sarja-ajossa kappaleen vaihto)	
Apu aika (esim. lastunpoisto kesken työstön)	

NOPEUS

Kara pyörii, mutta poiketen suunnitelluista koneajoista. Tähän tulee merkintä aina kun työstöarvoja muutetaan tai ohjelmia ajetaan alkuperäisestä ohjelmasta poikkeavilla arvoilla.

Kulunut aika (min):	Alkuperäiset työstöarvot:	Toteutuneet työstöarvot:	Poikkeaman syy:

LAATU

Tähän tulee merkintä kun kappaleita joudutaan korjaamaan tai tekemään uudelleen.

Kulunut aika (min):	Poikkeaman syy:
Kappaleen uudelleenteko	
Kappaleen korjaus	

KUVA 3. KNL-mittauskaavake

Mittauskaavakkeen toimintaperiaatteena oli, että yhteen kaavakkeeseen kerättiin kaikki yhden mittauksen aikana ilmenneet poikkeamat. Kaavakkeeseen merkittiin minuuteissa koneiden poikkeama-ajat ja kirjattiin lisäksi syyt näihin poikkeamiin. Toiminnan helpottamiseksi kaavakkeeseen eriteltiin jo valmiiksi mahdolliset syyt poikkeamiin, jotta kaavakkeen täyttäminen oli helppoa.

Käytettävyys-osion alle eriteltyjä syitä pysähdyksiin olivat

- konerikot
- terärikkot

- huolto- ja ylläpitotyöt
- asetusten teko
- tauot
- materiaalipula
- laatupoikkeamat
- henkilöstöpula
- puutteellinen ohjeistus
- vaihtoaika
- apuaika.

Nopeus-osion alle eriteltiin kuluneen ajan lisäksi alkuperäiset ja toteutuneet työstöarvot. Laatuosiossa oli eriteltynä kappaleen uudelleenteko ja kappaleen korjaus.

3 MITTAUS JA DATAN KERUU

Mittaus suoritettiin manuaalisesti ja siihen käytettiin tässä vaiheessa kolmea konetta Aikolon Oy:n tuotannosta. Koneet tuotannosta valikoituivat erilaisuutensa ja niillä tehtävien toisistaan eriävien töiden pohjalta, jotta mittaustuloksista saatiin mahdollisimman kattava kuva. Valitut koneet olivat kaikki CNC-ohjattuja työstökeskuksia, mutta erilaisuutena toisiinsa nähden näissä oli se, että yksi koneista oli kolmiakselinen, yksi viisiakselinen ja kolmas valittu kone oli CNC-sorvi.

Mittaukset kestivät kaikkiaan neljä viikkoa, ja ne suoritettiin mittauskaavakkeen avulla. Mittaajina toimivat pääsääntöisesti koneilla työskennelleet koneistajat, ja yhden mittauksen kesto oli yksi työvuoro eli kahdeksan tuntia. Jokaisella koneella suoritettiin omat mittaukset, joiden tulokset kirjattiin omiin kaavakkeisiinsa.

Mittausjakson aikana olin itse mukana tekemässä verrokkimittauksia kahdella koneella, yksi kone kerrallaan, sekä mittausjakson alussa että lopussa. Näin sain tietoa mittauksen luotettavuudesta vertaamalla omia mittaustuloksiani toisen henkilön tekemiin tuloksiin samasta kohteesta samana ajankohtana. Keskimääräiseksi virhemarginaaliksi mittauksen eroavaisuuksista saatiin 2,8 %, mikä on todella vähäinen. Tällä perusteella voitiin todeta mittaustulosten olevan luotettavia.

Koko mittausjakson ajan saatua dataa kirjattiin muistiin konekohtaiseen laskentataulukkoon. Saaduista tuloksista tehtiin häviöiden yhteenveto ja lopuksi konekohtainen ja keskiarvoinen KNL-laskenta.

4 DATAN ANALYSOINTI JA HÄVIÖIDEN PRIORISOINTI

4.1 Kerätyn tiedon analysointi

Datan analysointi suoritettiin manuaalisesti. Mittausten jälkeen tulokset koottiin erilliseen laskentataulukoon (liite 1) KNL-kokonaistuloksen saamiseksi. Jokaisesta mittauksessa mukana olleesta koneesta tehtiin oma erillinen laskentakaavakkeensa. Laskentakaavakkeeseen eriteltiin tulokset päivittäin ja lopullinen koko mittausjakson ajasta saatu kokonaistulos kyseessä olevan koneen KNL-kertoimesta. Myös koneiden yhteistuloksesta laskettiin yhteinen KNL-keskiarvo.

Laskentakaavakkeessa käytettävyyden kertoimen laskenta suoritettiin jakamalla tehollinen tuotantoaika suunnitellulla tuotantoajalla. Nopeuden kerroin saatiin jakamalla toteutunut kappalemäärä tehollisella maksimikappalemäärällä eli sillä, kuinka monta kappaletta olisi parhaimmillaan pitänyt teoriassa saada tehtyä. Laatu kerroin saatiin vähentämällä tuotetusta kappalemäärästä vialliset kappaleet ja jakamalla näiden tulos tuotetulla kappalemäärällä. Kuvassa 4 on esiteltyinä KNL-laskennassa käytetyt laskukaavat.

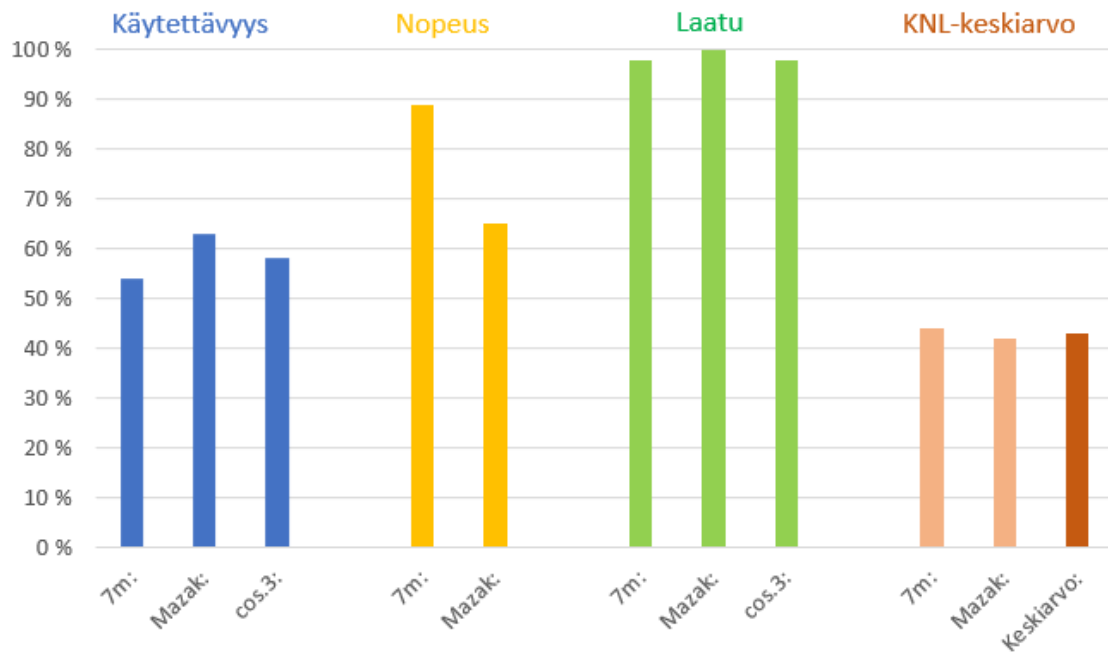
Käytettävyys:	tehollinen tuotantoaika suunniteltu tuotantoaika
Nopeus:	toteutunut kappalemäärä tehollinen maksimikappalemäärä
Laatu:	kpl-määrä - vialliset kpl-määrä
KNL:	käytettävyys x nopeus x laatu

KUVA 4. Laskukaavat KNL:n määrittämiseksi

Nopeuskerrointa laskettaessa huomattiin, että sen laskeminen täydellisen luotettavasti oli todella haasteellista. Tässä vaiheessa nimittäin huomattiin, että tuotantosuunnitelmassa ja toteumassa oli epäkohtia, jotka eivät täsmänneet keskenään. Todettiin, että todellinen toteumalista olisi pitänyt ottaa talteen jokaisen mittauspäivän jälkeen, sillä kahdelta mittauksissa mukana olleilta koneilta ei ollut saatavissa raporttitiedostoa koneella tehdyistä töistä samoin kuin se mittauksissa mukana olleelta kolmannelta koneelta oli saatu.

Luotettavuusongelma ratkaistiin lopulta valitsemalla nopeuskertoimeen kone, jolta raporttitiedostot sai. Sen jälkeen haettiin sorvin ohjelmista todellinen koneaika kappaleelle ja verrattiin sitä laskennalliseen koneaikaan. Nopeuskertoimen määrittäminen oli todella haasteellista myös pienien sarjakokojen ja vaihtuvien töiden vuoksi.

Lopullinen KNL-kerroin saatiin laskettua kertomalla käytettävyys-, nopeus- ja laatukertoimet keskenään ja laskemalla näistä tuloksista kokonaismittauksen keskiarvo. Täydellinen KNL-tulos saatiin lopulta vain kahdelta koneelta viimeisestä koneesta puuttuneiden nopeusdatatietojen vuoksi. Kahden muun koneen KNL-kertoimet olivat 0,42 ja 0,44 eli 42 % ja 44 %. Tällöin KNL kokonaistulokseksi saatiin 43 %. Kolmannelta koneelta laskettiin lopulta erikseen pelkkä käytettävyys ja laatu. Näistä saatiin tuloksiksi käytettävyydestä 58 % ja laadusta 98 %. Kuvassa 5 on nähtävissä jokaisen mittauksissa mukana olleen koneen käytettävyys-, nopeus- ja laatukertoimet. Myös KNL-mittausten kokonaistulos on esitettyä kuvassa 5.



KUVA 5. Konekohtainen KNL sekä niiden keskiarvo

4.2 Merkittävimmät häviöt

Mittaustuloksissa esille käyneitä häviöitä oli useita, mutta merkittävimmiksi nousivat lopulta käytettävyyden häviöt, joita olivat asetusten teot 15,2 %, henkilöstöpula 13,6 %, tauot 8,3 % ja huolto- ja siivoustyöt 6,3 % häviöiden kokonaismäärästä. Merkittävin laadullinen poikkeama oli mittaheitot kappaleissa, joiden prosenttiosuus häviöiden kokonaismäärästä oli 0,6 %. Nopeushäviöistä merkittävimpiä olivat liian pienet työstöarvot, mutta nämäkin olivat alle 1 % kokonaisosuudesta (liite 2).

Opinnäytetyön rajaukseen perustuen päätettiin tarkemmin keskittyä saaduista häviöistä vain yhteen, jotta työstä ei tulisi liian laaja ja aikaa vievä. Tarkasteltava häviö valittiin tuotannon kannalta merkittävimmän perusteella. Toisena tärkeänä valintaperusteena toimi myös se, että haluttiin saada määriteltyä myös käytäntö häviön poistamiseksi ja jatkuvan parantamisen seurannan määrittämiseksi. Siitä syystä minimoitavaksi häviöksi valikoitui asetussajat ja niiden lyhentäminen, joka myös oli häviöistä prosenttiosuudeltaan merkittävin.

5 PARANNUSTOIMENPITEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

5.1 Videoanalyysit

Asetusaikojen tuottamien häviöiden vähentämiseksi ja niiden parannustoimenpiteiden määrittämiseksi kuvattiin kolme videota, joista asetusajoja voitiin myöhemmin analysoida tarkasti. Videot kuvattiin yhdellä koneista, joka oli mukana mittauksissa jo aiemmissakin vaiheissa.

Videoiden kuvaamisen jälkeen videot analysoitiin ensin alustavasti, ja erilliseen laskentakaavakkeeseen eriteltiin videoissa esiintyneet asetusten työvaiheet ja niiden kesto. Tämän jälkeen analysointiin otettiin mukaan kaksi henkilöä Aikolon Oy:n tuotannosta, joista toinen oli videoissa kuvattu CNC-koneistaja ja toinen suunnittelija. Analysoinnissa mukana ollut koneistaja oli myös aiemmin ollut tiiviisti mittausvaiheessa mukana mittauskaavakkeiden täyttämässä.

Kuvatut videot katsottiin läpi, minkä jälkeen työntekijöille esiteltiin alustavasti täytetyt laskentakaavakkeet. Tarvittaessa kaavakkeita täydennettiin ja korjattiin yhteisen mielipiteen mukaisiksi. Tämän jälkeen esiintyneet työvaiheet eriteltiin joko ulkoisiin tai sisäisiin toimintoihin. Ulkoinen toiminto oli sellainen, jonka olisi voinut suorittaa edellisen työn vielä ollessa meneillään kyseisellä koneella. Sisäinen toiminto puolestaan oli sellainen, ettei sitä voinut tehdä kuin vasta edellisen työn päätyttyä.

Videoiden analysoinnin jälkeen mietittiin yhdessä, mitä mahdollisia parannustoimenpiteitä asetusajojen lyhentämiseksi voisi olla tehtävissä. Esille nousi koneistajan itsensä toimintaan liittyviä toimenpiteitä, materiaalihallintaan liittyviä toimenpiteitä ja yleistä toimintaa ja työskentelyä helpottavia hankintoja. Kuvassa 6 on eriteltyä esille nousseet toimenpiteet osa-alueittain ja niiden prosentuaalinen osuus parannusajasta.

Toimenpiteitä asetusajkojen lyhentämiseksi

Koneistajan toiminta:	Parannuksen osuus (%)
Imuaukkojen systemaattisempi avaaminen läheltä koneen pöydän reunaa	0,8
Valmiiden kappaleiden irrottaminen pöydästä "mattona"	15
Pumppukärkyjen säilyttäminen omilla alueillaan niille merkityissä paikoissa	0,9
Materiaalihallinta:	
Lavojen tuonti koneille paketit jo valmiiksi avattuina	15,7
Koneistusjigien tuonti valmiiksi koneille yhdessä materiaalin kanssa	1,5
Tyhjiä eurolavoja saatavilla aina tuotantohallissa sisällä	1,5
Hankinnat toimintaa helpottamaan:	
Töiden leimauspäätteet kaikille koneille	10
Korkeussäädettävät pöydät joille valmiit levyt voi vetää "mattona"	8,3
Muut toimenpiteet:	
Erillinen henkilö siivoamaan valmiit kappaleet pois koneilta	22,3
Mallikappaleiden säilyttäminen työnjohdossa/suunnittelussa	18,2

KUVA 6. Toimenpiteet asetusajkojen lyhentämiseksi

5.2 Koneistajan oma toiminta asetusajkojen lyhentämiseksi

Suurin osa Aikolon Oy:n työstökoneista käyttää kappaleiden kiinnitykseen alipainetta. Työstökoneiden pöytien pinta on täynnä tasaista ruudukkoa, josta koneistettavan kappaleen mukaisesti eristetään tiivistekuminauhalla tarvittavan kokoinen alue, jonka päälle kappale kiinnitetään. Ruudukon lisäksi koneen pinta on täynnä alipainetta antavia imuaukkoja, joissa on tulpat sen mukaan, ovatko ne koneistettavan kappaleen imualueella vai ei.

Imuaukkojen systemaattisemmalla avaamisella lähempää työstökoneen pöydän reunaa säästetään aikaa sekä työn alussa että sen lopussa. Työn alussa aikaa säästyy siinä, kun aukkoja avataan vierä vierestä, ja työn lopussa siinä, ettei niitä tarvitse olla tulppaamassa kiinni sieltä täältä. Hajanaudessa imuaukkojen avaamisessa on myös olemassa riski, että jokin aukkoista jää epähuomiossa tulppaamatta, jolloin paineilma-verkostoon syntyy vuotoa. Tämä saattaa pahimmassa tapauksessa aiheuttaa usean koneen pysähdyksen, sillä kaikki työstökoneet on liitetty samaan paineilma-verkostoon.

Valmiiden kappaleiden irrottamisella pöydästä tarkoitetaan sitä, että kun kappaleet on ajettu "nahalle" (kuva 7) eli ohueksi jätetylle muovikerrokselle, ei niitä aleta

irrottamaan pieniksi palasiksi työstökoneen pöydällä, vaan vasta viimeistelypis-
teellä. Tällä haetaan säästöä koneen turhasta seisonta-ajasta, jolloin kone ei ole
käytettävissä tuottavan työn tekemiseen.



KUVA 7. Kappaleita ajettuna "nahalle"

Aikolon Oy:n tuotantoon on hankittu aiemmin suoritetun 5S-projektin yhteydessä
muutamia pumppukärryjä, jotka ovat aina kahden tai kolmen koneen yhteiskäy-
tössä. Näihin pumppukärryihin on merkitty koneet, joille kärryt kuuluvat. Tähän
mennessä kärryille ei ole kuitenkaan merkitty tiettyjä pysyviä säilytyspaikkoja,
mikä on osaltaan aiheuttanut sen, että ne ovat välillä kadonneet pois konealueilta.
Tarvittaessa kärryjä ei ole ollut lähistöllä saatavissa, mikä on aiheuttanut ylimää-
räistä etsintää ja hakemista jopa toiselta puolelta tuotantotiloja.

Videoanalyysien teon yhteydessä nousikin esille ehdotus, että jokaiselle kärrylle
merkittäisiin lattiaan oma parkkiruutu, missä pumppukärryä tulisi jatkossa aina

säilyttää. Toimenpide merkittiin koneistajan toimintaan, koska karrujen säilyttäminen niille kuuluvilla paikoilla olisi edelleen koneilla työskentelevien koneistajien tehtävä.

5.3 Materiaalihallinta ja sen vaikutukset asetusaikeisiin

Tällä hetkellä Aikolonilla on käytäntö, että varastohenkilökunta tuo koneistajille materiaalin tuotantoon. Materiaalin tuotantoon vienti tapahtuu erillisen työmääräimen mukaisesti, josta käyvät ilmi sekä materiaali että materiaalia tarvittava määrä. Tuotannon työnjohtajan tehtävänä on toimittaa tarvittavat työmääräimet varastolle työvuoroa edeltävänä päivänä.

Videoanalyysissä materiaalin keräämisen kehittämiseen ilmenneitä toimenpiteitä olivat lavojen tuonti koneille paketit valmiiksi avattuina, ja mahdollisesti tarvittavien koneistusjigien toimittaminen tuotantoon yhdessä materiaalin kanssa. Tällä hetkellä materiaalilavat tuodaan koneille toimittajalta saapuneissa paketeissa, ja koneistaja itse avaa paketit ennen työn aloittamista. Lisäksi koneistaja hakee itse koneistusasetuksia tehdessään jigit niille määrätyistä erillisistä hyllyistä, jotka ovat välillä kaukana itse työskentelypisteeltä. Tähän ehdotettiin nyt korjaavana toimenpiteenä pakettien avaamista ja jigien noutamista valmiiksi.

Pääsääntönä Aikolonissa on, että varastohenkilökunta huolehtii, että tyhjiä euro-lavoja on aina saatavilla sisällä tuotantotiloissa. Näille on myös määritelty oma paikkansa, jossa niitä tulisi säilyttää. Välillä kuitenkin tulee tilanteita, jossa lavat ovat päässeet loppumaan pitkäksi aikaa. Tämä on aiheuttanut sen, että koneistajat ovat itse lähteneet noutamaan niitä ulkoa. Koneelta poistumisella on ollut suora vaikutus työstökoneen käyttöasteeseen, kun se on jäänyt odottamaan työntekijäänsä. Parannustoimenpiteenä tähän oli ehdotus, että tyhjien lavojen saatavuuden riittäminen laitettaisiin jonkun tietyn henkilön vastuulle, jolloin se olisi häilyväisestä yhteisestä vastuusta pois.

5.4 Toimintaa nopeuttavat ja helpottavat hankinnat

Aikolon Oy käyttää toiminnanohjaukseensa käyttöjärjestelmää, jossa yhtenä toimintona on töiden toteutuneen kappalemäärän ja työajan merkintä ja sen seuraaminen. Toteutunutta dataa käytetään hyväksi muun muassa valmistuneiden

kappaleiden varastokirjaamisissa saldoseurantana, kappaleiden jälkilaskennassa ja koneistajien henkilökohtaisen laatubonuksen määrittämisessä. Toteutuneet työajat ja kappalemäärät merkitään järjestelmään erillisillä leimauspäätteillä, joita on tällä hetkellä yhtiön tuotantotiloissa yhteensä kolme.

Leimauspäätteistä kaksi on sijoitettu tuotantotilojen molempiin päihin ja yksi päätte suunnilleen niiden keskivaiheille. Konesijoittelun ja kulkukäytävien sijainnin mukaan tulee nykytilanteessa kuitenkin joiltakin koneilta pitkä matka leimauspäätteelle, mikä aiheuttaa turhia askeleita useaan kertaan työpäivän aikana. Lisäksi leimauspäätteillä on tiettyinä aikoina kuten aamusta vuoron alussa havaittavissa jonoa, joka aiheuttaa puolestaan odottelemista.

Kehitystoimenpiteenä nousi esille leimauspäätteiden yhdistäminen työstökoneilla jo muutenkin valmiiksi oleviin tietokoneisiin. Näin ollen saataisiin poistettua turhia askeleita ja odottamista. Lisäksi tällä olisi myös lisävaikutuksena parannus toteutuneiden työaikojen seurantaan, kun leimaukset tehtäisiin reaaliaikaisesti työstökoneen läheisyydessä.

Toisena hankintatoimenpiteenä asetusajojen lyhentämiseen ehdotettiin rullilla kulkevia korkeussäädettäviä pöytiä. Valmiiden kappalemattojen vetämistä kokonaisuudessaan niiden päälle pidettiin helpompana, sillä jotkin muovimateriaalit ovat hyvin lohkeamisherkkiä. Kun kappaleiden ”nahka” on vain noin 0,3 - 0,5mm paksu, varsinkin kovien muovikappaleiden irrottaminen isompina mattoina pöydästä koettiin haasteelliseksi.

Rullilla olevilla pöydillä olisi mahdollista mennä työstökoneen oman pöydän viereen helposti, jolloin kappalematot voitaisiin vetää niiden päälle odottamaan myöhempää irrottamista. Syy siihen, miksi pöytien haluttiin olevan korkeussäädettäviä, johtui eri korkeudella olevista työstökonepöydistä. Säätövara korkeudessa mahdollistaisi saman pöydän käyttämisen usealla koneella.

5.5 Muut toimenpiteet

Yksi asetusajojen lyhentämiseen ehdotetuista toimenpiteistä oli kokonaan erillinen henkilö siivoamaan ja puhdistamaan edellisen työn jälkiä. Tällä toimenpi-

teellä haettiin nopeutusta siihen, että työn valmistuttua koneistajalla olisi mahdollisuus siirtyä heti seuraavan työn asetusten, kuten terävalmistelujen, tekemiseen. Hänen tehdessään näitä valmisteluja olisi erillinen henkilö sillä aikaa siistinyt koneen ja sen ympäristön valmiiksi uutta työtä varten.

Yhdellä videoista esiintyi pitkä mallikappaleen etsintäoperaatio, jossa koneistaja etsi yhdessä toisen henkilön kanssa mallikappaletta sovitettavaksi koneistaansa kappaleeseen. Koko tämän ajan työstökone odotti tuottamattomana. Myöhemmin kävi ilmi, että mallikappale oli viety tuotantotiloihin odottamaan tarvittavan työn aloittamista, ja nyt sitä tarvittaessa se oli siirretty pois sieltä, minne se oli jätetty.

Turhaa aikaa vievään etsimiseen korjaustoimenpiteenä pidettiin kaikkien kesken yhteisesti sovittua säilytyspaikkaa mallikappaleille. Ehdotuksena oli tuotannon työnjohdon ja suunnittelun jakama yhteinen toimistotila, jossa kappaleet pysyisivät paremmin tallessa. Lisäksi työnjohdolla myös on ensimmäisenä tieto, milloin mallikappaleita tarvitaan tuotannossa.

6 PARANNUSTOIMENPITEIDEN TOTEUTTAMINEN

6.1 Tehdyt toimenpiteet ja niiden vaikutus asetusaikeisiin

Videoanalyysien jälkeen käytiin Aikolon Oy:n tuotantojohtajan kanssa läpi aiemmin esiintyneet parannustoimenpiteet ja ideat häviöiden pienentämiseksi. Tässä vaiheessa päätettiin toteutukseen menevät toimenpiteet ja vastuuhenkilöt niille. Lähestulkoon kaikki esille tulleet parannustoimenpiteet päätettiin viedä eteenpäin.

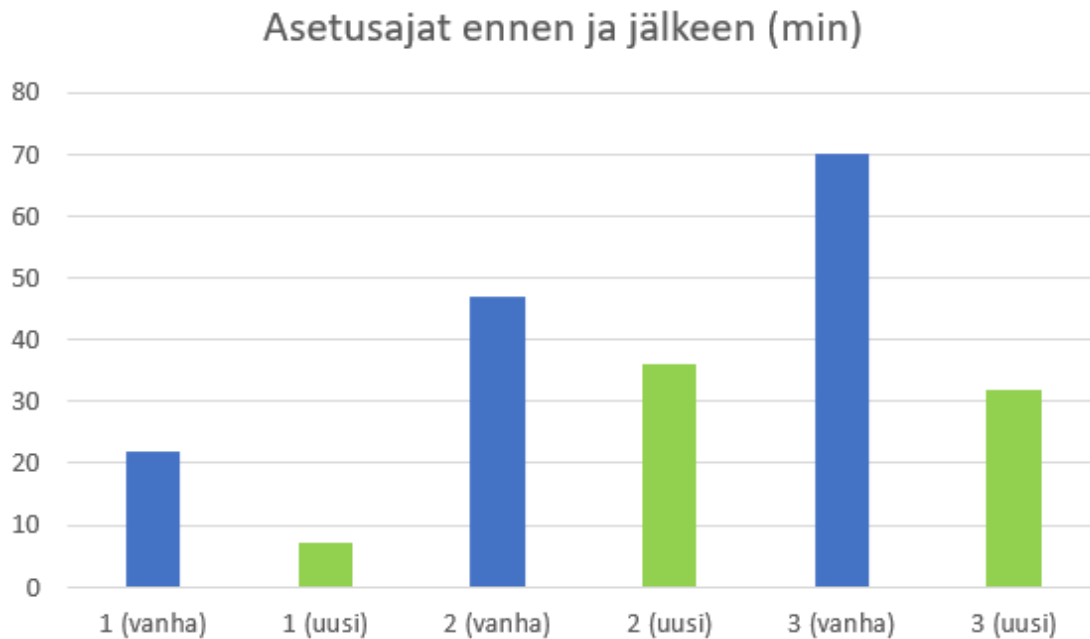
Yhtenä suurena häviönä pitkin koko projektia nousi esille siivous ja valmiiden kappaleiden siirtely. Tähän parantavana toimenpiteenä nousikin esille erillinen henkilö, joka siivoasi edellisen työn kappaleita pois koneilta ja huolehtisi tarvittavien materiaalien saatavuudesta koneella oikeaan aikaan. Aikolon Oy:ssä päätettiinkin määrittellä erillinen hallijärjestelijän virka, jonka työtehtäviin edellisen työn kappaleiden siirtely ja tarvittavien materiaalien saatavuudesta huolehtiminen kuuluisivat.

Toinen merkittävä käytäntöön otettu parannustoimenpide oli leimauspäätteiden hankkiminen jokaiselle työstökoneelle turhien askelien minimoimiseksi. Suurimassa osassa työstökoneita oli jo valmiiksi tähän käyttöön soveltuva pc, joten hankittavaksi jäi vain erilliset konekohtaiset lisenssit leimauspäätteen käyttämiseksi.

Muita parannustoimenpiteitä, kuten imuaukkojen systemaattisempi aukaiseminen ja mallikappaleiden huolellisempi säilyttäminen vietiin myös käytäntöön sopimalla yhteisiä pelisääntöjä koko henkilöstön yhteisessä viikkokokouksessa. Pumpukärryille päätettiin merkitä lattiaan omat säilytyspaikat seuraavan tuotannon koneiden kuukausihuollon yhteydessä. Myös korkeussäädettäviä pöytiä pidettiin hyvänä ideana, ja sellaisia päätettiin hankkia.

Kaiken kaikkiaan edellä mainituilla parannustoimenpiteillä oli laskennallisesti suuri vaikutus asetusaikeisiin ja niiden lyhentämiseen (kuva 8). Ennen parannustoimenpiteitä kuvaamieni videoiden pituudet olivat noin 22 min, 47 min ja 1 h 10

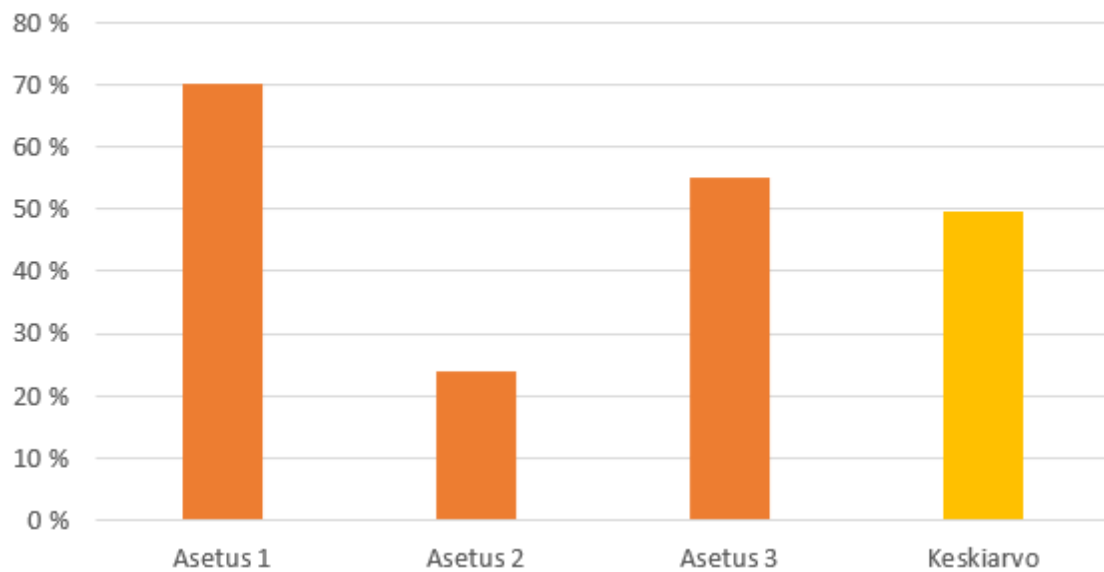
min. Uudet laskennalliset ajat parannusten käyttöönottamisen jälkeen olivat noin 7 min, 36 min ja 32 min.



KUVA 8. Kuvatut asetusaajat ennen ja jälkeen parannustoimenpiteiden

Asetuksiin käytetyistä ajoista oli siis saatavissa keskimäärin pois noin puolet, mikä oli todella hyvä tulos. Kuvassa 9 on esiteltyä tarkemmin asetuskohteisesti parannuksen aikaansaama prosentuaalinen osuus. Parannustoimenpiteillä aikaansaatu ajallinen säästö Asetuksessa 1 oli 70 %, Asetuksessa 2 oli 24 % ja Asetuksessa 3 puolestaan 55 % verrattaessa alkuperäisiin asetusaikoihin. Uusien parannettujen asetusaikojen yhteiseksi keskiarvoksi saatiin laskettua 49,7 %.

Asetusten lyhenemisaika (%)



KUVA 9. Asetusten laskennallinen lyhenemisaika prosentteina

6.2 Säästetty aika euroissa

Koska kuvattavia videoita oli vain kolme, ei saatua tulosta voida verrata suoraan koko tuotannon tehokkuuteen. Tarkastelukelpoisena voidaan kuitenkin pitää jatkuvasti meneviä tuotteita, joiden asetuksia näissäkin videoissa kuvattiin. Näistä laskettiin teoreettinen säästetty aika ja euromääräinen säästö vuositasolla.

Tapauksessa Asetus 1 säästetty aika vuositasolla on yhteensä noin 4 tuntia. Kun tämä laajennetaan koskemaan kaikkia saman asiakkaan samankaltaisia tuotteita, joissa asetus aika on sama, säästetyksi tuntimääräksi saadaankin jo 151 tuntia vuodessa. Tämä on huomattava säästö sekä ajallisesti että rahallisesti. Euroina edellä mainittu aikasäästö tarkoittaa yhtiölle yhteensä 9 058 euron säästöä vuositasolla. Täytyy myös huomioida, että vapautunut kapasiteetti 151 tuntia voidaan nyt myös myydä muiden tuotteiden valmistamiseen, mikä tarkoittaa lisätuloja uuden kaupankäynnin myötä.

Myös Asetuksessa 2 kuvattiin jatkuvasti menevää tuotetta, joten tätäkin pidettiin vertailukelpoisena vuositasolle laajennettaessa. Tässä tapauksessa säästetyksi ajaksi vuositasolla saatiin yhteensä 50 tuntia. Euroissa tämä tarkoittaa yhteensä 3 025 euron säästöjä vuodessa.

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä määriteltiin mittauskäytäntö Aikolon Oy:n tuotantoon käytettävyyden, nopeuden ja laadun eli KNL:n mittaamiseksi. Työssä selvitettiin, mitä kannattaa mitata ja millä tavalla. Yrityksen tavoitteena on saada tulevaisuudessa sähköinen tietojärjestelmä tekemään mittauksia jatkuvasti.

Työn tavoitteita olivat mittauskäytännön määrittäminen, mittaukset ja datan kerääminen, saadun datan analysointi ja häviöiden priorisointi. Tämän jälkeen määriteltiin häviöistä merkittävien ja tehtiin sille parannustoimenpiteet ja käytännön määrittely niiden toteuttamiseksi. Kaikki tavoitteet saatiin toteutettua ja niistä saatiin käyttökelpoista dataa analysointia varten.

KNL-luvun määrittämisen kannalta haasteellisimmaksi muodostui nopeuskertoimen määrittäminen ja sen mittaaminen. Työn aikana huomattiin, ettei täysin luotettavaa nopeuskerrointa lopulta saatu kuin kahdelta koneelta. Näissä saatu data oli kuitenkin todellista koneen antamaa dataa, joka puolestaan antoi hyvin totuudenmukaisen tiedon tapahtumista.

Mittaustuloksia yleisesti voidaan pitää hyvin luotettavina, koska virhemarginaali oli vain 2,8 %. Tässä täytyy kuitenkin huomioida, että mittauksia suoritettiin vain kolmella koneella, joka on alle puolet yrityksen kokonaiskonekapasiteetista. Myös mittausajanjakso neljä viikkoa on pitkässä kaavassa verrattain lyhyt, vaikkakin jo tuossa ajassa oli nähtävissä paljon toistoja esimerkiksi vakiotuotteissa, joita ehdittiin valmistaa useita kertoja kuluneella ajanjaksolla.

Mittauksista saadut tulokset eivät yllättäneet Aikolon Oy:n tuotannossa, sillä jo aiemmin oli havaittu, että suurimmat häviöt olisivat käytettävyydessä ja siellä esiintyvissä koneasetuksissa. Saaduissa mitaustuloksissa yllätti taukojen suhteellisen suuri osuus häviöissä. Vaikka koneet pyrittiin jättämään työskentelemään taukojen ajaksi, oli silti havaittavissa tuotannon seisahtumista tuolle ajalle.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyötä ja siitä saatuja tuloksia voidaan pitää hyvänä alustana jatkuvan KNL:n määrittämiseen ja mahdollisen tietojärjestelmän hankinnan pohjaksi. Manuaalinen mittaaminen jatkuvana olisi liian työlästä ja aikaa vievää, ellei sitä olisi erillinen henkilö suorittamassa.

Mittaustuloksista ja videoanalyseista saadun datan kautta tehtyjen parannusten euromääräinen hyöty oli myös merkittävä. Parannusten myötä työaikaa saatiin vapautettua useita tunteja, mikä oli suoraa säästöä rahallisesti. Pelkästään kahden vakioasiakkaan tuotteita koskettava säästetty summa vuodessa oli noin 12 174 €. Säästettynä työaikana tämä teki yhteensä 201 tuntia, jotka vapautuivat uudelleen myytäväksi muille tuotteille. Tästä seurauksena oleva yrityksen saama lisäansio tulisi vielä lisäksi tuohon summaan, mikä tarkoittaisi suurempaa taloudellista hyötyä yritykselle.

LÄHTEET

1. Mitä on OEE / KNL? 17.5.2016. Arrow. Saatavissa: <https://blogi.arrow-weng.fi/mit%C3%A4-on-oee-/-knl>. Hakupäivä 23.1.2019.
2. Aikolon Oy. 2018. Aikolon Oy. Saatavissa: <https://www.aikolon.fi/aikolon-yhtiöt>. Hakupäivä 23.1.2019.
3. Suzuki, Tokutarō 1994. TPM In Process Industries. Boca Raton: CRC Press.
4. Heionkoski, Risto 2013. Kone – ja prosessiautomaation kunnossapito. Opetusministeriö. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/kokonaistehokkuus/index.html>. Hakupäivä 23.1.2019.
5. Villanen, Hannu 2013. Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus, OEE (Overall Equipment Efficiency). Prosessitaito. Saatavissa: http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf. Hakupäivä 23.1.2019.
6. 5S. 2018. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/5S>. Hakupäivä 16.2.2019.

YHDEN KONEEN MITTAUSDATA KNL:N MÄÄRITTÄMISEKSI

LIITE 1

MAZAK:

vko 10	ma 4.3.	ti 5.3.	ke 6.3.	to 7.3.	pe 8.3.
käytettävyys: tehollinen tuotantoaika		285,00	395,00	375,00	120,00
		480,00	480,00	480,00	480,00
		0,59	0,82	0,78	0,25
Nopeus: toteutunut kappalemäärä		27,00	24+52	49,00	4,00
		19,00	24+59	26,00	20,00
		1,00	0,92	1,00	0,20
Laatu: kpl-määrä - vialliset		276,00			
		285,00			
		0,97	1,00	1,00	1,00
KNL: käytettävyys x nopeus x laatu		0,57	0,75	0,78	0,05

0,57
0,75
0,78
0,05
0,08
0,73
0,76
0,25
0,29
0,19
0,56
0,18
0,3
0,56
0,32
KNL KA: 0,42

vko 11	ma 11.3.	ti 12.3.	ke 13.3.	to 14.3.	pe 15.3.
käytettävyys: tehollinen tuotantoaika	360,00	352,00	367,00	240,00	0,00
	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
	0,75	0,73	0,76	0,50	0,00
Nopeus: toteutunut kappalemäärä	4,00	55,00	20+39	2,00	
	72,00	23,00	20+19	4,00	
	0,10	1,00	1,00	0,50	
Laatu: kpl-määrä - vialliset					
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KNL: käytettävyys x nopeus x laatu	0,08	0,73	0,76	0,25	0,00

vko 12	ma 18.3.	ti 19.3.	ke 20.3.	to 21.3.	pe 22.3.
käytettävyys: tehollinen tuotantoaika	321,00	229,00	300,00	313,00	343,00
	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
	0,67	0,48	0,63	0,65	0,71
Nopeus: toteutunut kappalemäärä	12,00	4,00	40+2	3,00	5,00
	28,00	4+6	40+8	11,00	12,00
	0,43	0,40	0,89	0,27	0,42
Laatu: kpl-määrä - vialliset					
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KNL: käytettävyys x nopeus x laatu	0,29	0,19	0,56	0,18	0,30

vko 13	ma 25.3.	ti 26.3.	ke 27.3.	to 28.3.	pe 29.3.
käytettävyys: tehollinen tuotantoaika	310,00	220,00	0,00	0,00	0,00
	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
	0,65	0,46	0,00	0,00	0,00
Nopeus: toteutunut kappalemäärä	152+1+3	25+60			
	155+1+25	25+97			
	0,86	0,70			
Laatu: kpl-määrä - vialliset					
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KNL: käytettävyys x nopeus x laatu	0,56	0,32	0,00	0,00	0,00

