

Jari Päivärinta, Harri Autio

**TUOTTAVUUDEN KEHITTÄMINEN TERÄSKONEPAJAN TUO-
TANNOSSA**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Joulukuu 2017**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika 2017	Tekijä/tekijät Jari Päivärinta, Harri Autio
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Tuottavuuden kehittäminen teräskonepajan tuotannossa		
Työn ohjaaja Ilkka Rasehorn	Sivumäärä 61+2	
Työelämäohjaaja Juho Mattila		
<p>Tässä opinnäytetyössä perehdytään työntutkimuksen työkaluihin ja niiden hyödyntämiseen teräskonepajan tuotannon ajankäytön mittaamisessa sekä tuotannon sujuvuuden seurannassa. Tämä opinnäytetyö on toteutettu Miilux Oy:n Raahessa sijaitsevassa teräskonepajassa yhteistyössä Palkkataito Oy:n kanssa.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä työssä on käytetty konsulttiyhtiön kehittämiä havainnoivan työntutkimuksen työkaluja työajan seuranta varten. Teräskonepajan henkilöstön kanssa työntutkimuksen tuloksia käsiteltiin kehityspalaverissa ja jatkokehitystä varten tuloksia työstettiin kehitystyöryhmissä, eri työpisteiden tuotantopisteiden kohdalla. Kehitystyöryhmien pisteyttämät epäkohdat nostettiin esille arvioitavaksi ja hyödynnettäväksi tuotannon kehittämisessä.</p>		

Asiasanat CNC, havainnointi, konepaja, levytekniikka, polttoleikkaus, plasmaleikkaus, särmäys, teräs, työntutkimus, tuotantotekniikka, taivutus

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date December 2017	Author Jari Päivärinta, Harri Autio
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis The Development of Productivity in Steel Engineering Factory		
Instructor Ilkka Rasehorn	Pages 58 + 2	
Supervisor Juho Mattila		
<p>In this thesis, we focus on the tools of work research and their utilisation in the time measurement, the production of steel engineering, and the monitoring of the flow of the production. The research was conducted in steel engineering shop of the company Miilux, located in Raahe. The practical work research was carried by the authors of this thesis in co-operation with the staff of the steel engineering plant and with the consulting company Palkkataito.</p> <p>As a research method in this study, were used the tools for the development of observational work research. These tools were developed by Palkkataito. The results from the work research were presented for the staff in development meetings. After the presentation, the results were discussed in development work groups, consisting of all the production workers of all the work stations. The development work groups pointed out all the challenges or possible defects in their work stations and these were highlighted to be used in future development work.</p>		

<p>Key words CNC, cutting, bending, engineering, fabrication, gas, metal, observation, production, steel, sheet, plasma, work</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Aikalajit	Tekemisaika, apuaika, päiväväkio, henkilökohtainen apuaika, muu elpymisaika, häiriöaika, ylimääräinen tauko aika
Tekemisaika	Aika, joka kuuluu varsinaisten jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamiseen
Apuaika	Aika, joka kuuluu erilaisten työn kannalta välttämättömien aputehtävien suorittamiseen sekä henkilökohtaisiin tarpeisiin ja muuhun elpymiseen
Henkilökohtainen apuaika	Aika henkilökohtaisia tarpeita ja työstä johtuvasta kuormituksesta elpymistä varten
Muu elpymisaika	Työn ollessa niin kuormittavaa, ettei henkilökohtainen apuaika riitä elpymiseen, tarvitaan elpymiseen muuta elpymisaikaa
Häiriöaika	Erilaiset odottamattomat keskeytykset, aputyöt ja odotukset, joiden pituutta ja esiintymistiheyttä ei etukäteen tiedetä
Ylimääräinen tauko aika	Ylimääräistä tauko aikaa on sellainen taukoon käytetty aika, joka ylittää apuajassa mukana olevan henkilökohtaisen apuajan ja niiden lisäksi muut elpymiseen tarvittavat ajat

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

KUVA, KUVIO- JA TAULUKKO LUETTELO.....	7
1 JOHDANTO.....	1
2 YRITYSESITELY	2
2.1 Tehtaan työjärjestys.....	2
2.2 Tuotannon valmistusmenetelmät.....	3
2.2.1 Tietokoneistettu numeerinen ohjaus CNC (Computerized Numerical Control)	3
2.2.2 Polttoleikkaus	3
2.2.3 Plasmaleikkaus	4
2.2.4 Särmäys ja taivutus.....	4
3 TYÖNTUTKIMUS	5
3.1 Työntutkimuksen historiaa	5
3.2 Nykyaikainen työntutkimus	7
3.3 Työntutkimuksen näkökulmat.....	9
3.4 Ajan määrittämistavan valinta.....	12
3.5 Työnmittaustapahtuman vaiheet.....	14
4 HAVAINNOINTITUTKIMUKSEN ALOITUS	16
4.1 Infortilaisuus	16
4.2 Työeräluettelon laadinta.....	16
4.3 Mittauspäivä	18
4.4 Mittauksen kulku	19
4.5 Mittaustulosten analysointi	19
4.6 Aloituspalaverit ja infotilaisuudet	22
5 HAVAINNOINTIMITTAUSTEN TULOKSET	23
5.1 Havainnointitulokset plasma- ja kaasuleikkauspisteistä.....	23
5.2 Havainnointitulokset plasmaleikkaustyöpisteestä	27
6 HAVAINNOINTITYÖPISTEET SÄRMÄYS -TAIVUTUS JA OIKAISU	33
6.1 Havainnointitulokset Jaromet särmästyöpisteeltä.....	35
6.2 Havainnointitulokset Alikon särmästyöpisteeltä	39
7 HAVAINNOINTITULOKSET TAIVUTUS -JA C-PURISTINTYÖPISTEISTÄ.....	45
7.1 Havainnointitulokset taivutus – ja oikaisutyöpisteiltä.....	47
8 TULOSTEN ESITTELY JA KEHITYSPALAVERIT	56
8.1 Kaasu -ja plasmatyöpisteen kehityspalaverin tulokset.....	57
8.2 Särmäys, taivutus -ja C-puristimen kehityspalaveri tulokset.....	58
8.3 Kehitystyöryhmän ideointien toteutus	59
9 YHTEENVETO	61

LÄHTEET7

LIITTEET 2

SALATTAVAT LIITTEET

LIITE 1 Miilux särmäys-taivutus info 19.6.2017

LIITE 2 Projektiesitys plasma-kaasu 1.6.2017 PALKKATAITO

KUVA, KUVIO- JA TAULUKKO LUETTELO

KAAVIOT

KAAVIO 1. Teräskonepajan tuotantokaavio	2
KAAVIO 2. Työajan jaottelu – aikalajit kaavio	19

KUVAT

KUVA 1. Burny 10plus Eko CNC-ohjausyksiköllä varustettu kaasuleikkauskone paloittelemassa poltosta jäänyttä levyrankaa	23
KUVA 2. Tecoi plasmaleikkurin työpöytä ja 10mm panssarilevy työnalla	23
KUVA 3. Tecoi plasmaleikkauspöydän NC-ohjauspaneeli	27
KUVA 4. Jaromet särmäyskone	27
KUVA 5. Taivutuskohtien piirrottaminen asemointia helpottavaksi viivoitukseksi	33
KUVA 6. Taivutustyöpisteen työturvallisuuteen liittyvä vaaratilannekuva	34
KUVA 7. Oikaisupuristimen työpiste. Työn alla alihankintaan menevien laippojen oikaisua	41

KUVIOT

KUVIO 1. Kaasuleikkaus työpisteen aamu- ja iltavuoron tuotannon mittaustulokset	20
KUVIO 2. Kaasuleikkaustyöpisteen ajankäyttäjänä minuutteina aikajanakaaviossa	22
KUVIO 3. Kaasutyöpisteen aamu- ja iltavuoro apuaika aikajanakaaviossa	24
KUVIO 4. Häiriö -ja odotusaika aikalajeittain aamu- ja iltavuorossa aikajanakaaviossa	24
KUVIO 5 Valmistelu -ja tekemisaika aikalajeittain aamu -ja iltavuorossa aikajanakaaviossa	25
KUVIO 6. Plasmaleikkauspisteen aamu- ja iltavuoron ajankäyttö aikajanakaaviossa	27
KUVIO 7. Plasmaleikkauspisteen apuaika aikajanakaaviossa esitettynä aamu – ja iltavuorossa	28
KUVIO 8. Häiriö – ja odotusaika aikalajeittain plasmaleikkauspisteellä	29
KUVIO 9. Plasmaleikkauspisteen valmistelu ja tekemisaikajana aikalajeittain	27
KUVIO 10. Jaromet särmäyskoneen henkilöiden työtehtävien ajankäytön jakaumakaaviossa	32
KUVIO 11. Jaromet särmäystyöpisteen apuaika aikajanakaaviossa	32
KUVIO 12. Jaromet työpisteen häiriö- ja odotusaika aikajanakaaviossa	33
KUVIO 13. Jarometin valmistusaika aikajanakaaviossa	34
KUVIO 14. Alikon aamuvuoron ajankäytön jakauma aikajanakaaviossa	35
KUVIO 15. Aamuvuoron apuaika aikajanakaaviossa	36
KUVIO 16. Aamuvuoron häiriö ja odotusaika aikajanakaaviossa	37
KUVIO 17. Aamuvuoron valmistusaika aikajanakaaviossa	37
KUVIO 18. Iltavuoron ajankäytön jakauma aikajanakaaviossa	38
KUVIO 19. Iltavuoron apuaika aikajanakaaviossa	42
KUVIO 20. Iltavuoron häiriö ja odotusaika aikajanakaaviossa	42
KUVIO 21. Iltavuoron valmistusaika aikajanakaaviossa	43
KUVIO 22. Oikaisutyöpisteen ajankäytön jakauma aikajana kaaviossa	46
KUVIO 23. Oikaisutyöpisteen apuaika aikajana kaaviossa	46
KUVIO 24. Oikaisutyöpisteen valmistusaika aikajana kaaviossa	47
KUVIO 25. Oikaisutyöpisteen iltavuoron ajankäytön jakauma kaaviossa	48
KUVIO 26. Oikaisutyöpisteen iltavuoron apuaika ajankäytön kaaviossa	48
KUVIO 27. Oikaisutyöpisteen iltavuoron valmistusaika aikajana kaaviossa	49
KUVIO 28. Taivutustyöpisteen aamuvuoron ajankäytön jakauma kaaviossa	49
KUVIO 29. Taivutustyöpisteen aamuvuoron ajankäyttäjänä	50
KUVIO 30. Taivutustyöpisteen aamuvuoron häiriö – ja odotusaika aikajanakaaviossa	50
KUVIO 31. Taivutustyöpisteen aamuvuoron valmistusaika aikajanakaaviossa	51
KUVIO 32. Taivutustyöpisteen iltavuoron ajankäytön jakauma kaaviossa	52
KUVIO 33. Taivutustyöpisteen iltavuoron apuaika aikajana kaaviossa	53

KUVIO 34. Taivutus työpisteen iltavuoron häiriö -ja odotusaika aikajana kaaviossa	53
KUVIO 35. Taivutus työpisteen iltavuoron valmistusaika aikajanakaaviossa	54

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Esimerkki taulukossa 1. on ote työeräluettelon aikalajeista	16
TAULUKKO 2. Esimerkki Excel-tilukoon syötetyistä koodeista analysointitaulukkopohjaan	17
TAULUKKO 3. Kaasun ja plasman kehityspalaveritaulukko	54
TAULUKKO 4. Särmäys-ja C-puristimien kehityspalaveritaulukko	55

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö perustuu Miilux Oy:n aloitteeseen tutkia konepajan työvaiheissa käytettäviä kone-, prosessi ja käsiaikoja sekä niissä käytettäviä työmenetelmiä työntutkimuksen avulla. Yrityksen ensisijaisena tavoitteena on tehostaa toimintaansa, kehittää työmenetelmiä sekä nopeuttaa läpimenoaikoja ja parantaa tätä kautta kilpailukykyä ja tuottavuutta. Yksi tavoite on, että tämän työn pohjalta voidaan valmistella yritykselle uusi tuotantopalkkaussmalli. Lisäksi tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko kyseisen yrityksen tuotannon johtamisessa ja työnsuunnittelussa kehityskohteita. Tällä tutkimuksella pyrittiin kehittämään myös ergonomiaa, työturvallisuutta, työympäristöä ja siten myös laajemmin tarkasteltuna työhyvinvointia. Luvussa kaksi on esitelty tutkimuskohteiden tuotantotekniikat.

Opinnäytetyön tekijöiden yhteistyökumppanina toimivat Palkkataito Oy:n asiantuntija sekä Miilux Oy:n esimiestyöryhmä. Opinnäytetyön tekijöiden näkökulmasta tämä työ tarjosi mahdollisuuden päästä konkreettisesti tutkimaan ja kehittämään yrityksen toimintoja menetelmällä, joka ei ole tekijöille entuudestaan tuttu. Tarkoituksena on, että tämän opinnäytetyön kautta on mahdollista saada yleiskäsityksen työntutkimuksesta sekä sen hyödyntämisestä tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi.

Käytettäväksi työntutkimuksen menetelmäksi valikoitui havainnointitutkimus. Valinta perustui menetelmän etuihin, jotka ovat helppous, nopeus ja monikäyttöisyys. Havainnointitutkimuksella saadaan laaja ja selkeä yleiskuva toiminnoista. Lisäksi menetelmällä voidaan seurata useaa työvaihetta monessa eri työpisteessä. Havainnointitutkimuksen etuna on myös se, että menetelmän käyttö ei sido isoja määriä henkilöstöä. Luvuissa 3-4 on taustatietoa työntutkimuksesta ja sen historiasta.

Tässä työssä on tehty havainnointitutkimus kuudelta eri työpisteeltä. Työssä kuvataan ennen varsinaista mittaustapahtumaa tehdyt esivalmistelut, mittaustapahtuman aikaiset toimenpiteet ja mittaustulosten käsittely. Insinöörityössä otetaan kantaa myös parannusehdotuksiin, joita tehdyn havainnointitutkimuksen pohjalta voidaan tehdä. Luvuissa 5-7 esitellään havainnointitutkimustulokset ja niiden ohella tuotantomenetelmissä havaitut epäkohdat.

Luvussa 8 käsitellään havainnointitutkimuksen tuloksia ja perehdytään kehitystyöryhmien esille tuomiin menetelmiin tuotannon sujuvuuden kehittämiseksi, sekä parannusehdotuksiin koskien tuotantolaitteita, tiedonkulkua tai tuotantotilojen logistiikkaa.

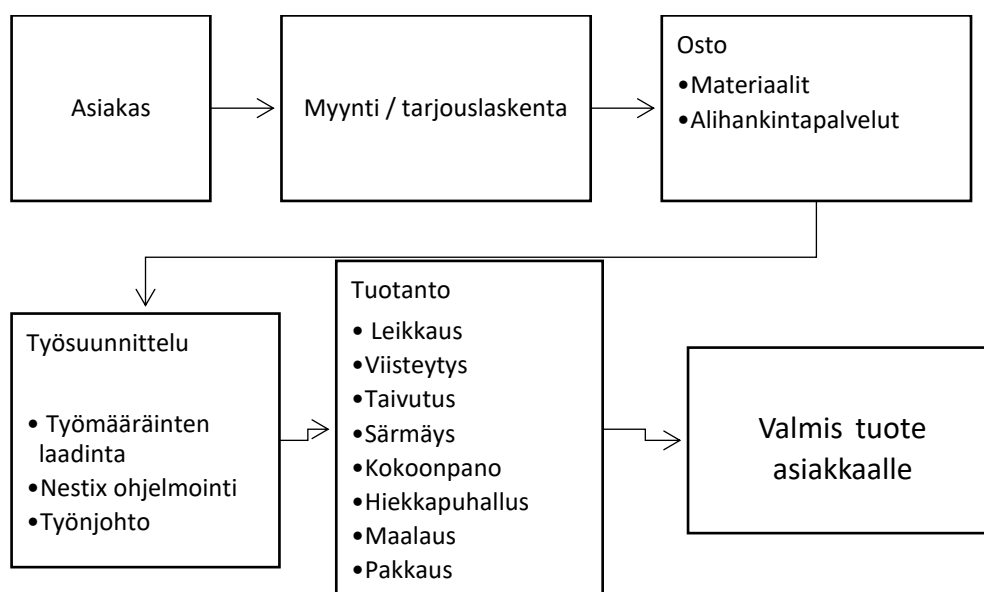
2 YRITYSESITTELY

Konepajan tuotevalikoima on monipuolinen kulusteräksiin ja suojausteräksiin keskittynyt yritys. Konepaja valmistaa suojausterästä panssarointiin, sekä huoltaa ja korjaa kaivosteollisuuden tarpeisiin tarkoitettuja maansiirtokoneiden vanteita, kauhoja, välppiä, sekä seularumpuja. Kulusterästuotevalikoima on keskittynyt myös maansiirtokoneiden tarpeisiin kehitettyjä tuotteita, kuten huulilevyt, kauhan eri kulutusosat, murskainten sivuosat ja muut kulutusosat, seularverkot, kuluskiskot, nuolenkärkihuulet ja telaharjateräket. Kauhojen terät, ja pitimet sekä sora ja kivilavojen kulutusosat.

Yrityksen päätoimipaikka on Raahessa. Miilux kuuluu Miilukangas konserniin, joka on toiminut Raahessa jo 50-vuotta, ja yritys työllistää noin 100 henkilöä. Yrityksellä on toimipiste myös Puolassa. Miilukangas yritys on perustettu vuonna 1967. (Miilux Oy)

2.1 Tehtaan työjärjestys

Konepajan työjärjestys on sidonnainen tuotteen valmistusvaiheisiin. Eri tuotteiden valmistuksessa on työvaiheita, jotka täytyy tehdä ennen kokoonpanovaihetta, pakkausvaihetta tai korjausvaihetta. Työ lähtee aina asiakkaan tarpeesta, siitä tehdään tarjous, tilausvahvistus, josta työsuunnittelu tekee valmistusmääräykset eri valmistuspisteille. Työ etenee valmistusvaiheiden mukaisesti tehtaan työkierrossa valmiiksi tuotteeksi ja luovutetaan asiakkaalle. Alla on kuvattu työvaiheet.



KAAVIO 1. Teräskonepajan tuotantokaavio

2.2 Tuotannon valmistusmenetelmät

Tuotannossa on monta työmenetelmää, jolla levymateriaalia muokataan eri muotoon. Materiaali tulee levynä tehtaalle: eri paksuisena ja erilaatuisena raakalevynä. Levystä lähtee tuotteen leikkaus, taivutus, särmäys ja kokoonpanoon valmiit kappaleet. Tuotannossa on eri leikkausmenetelmiä, plasma ja kaasuleikkaus, jotka molemmat tehtaalla toimivat CNC-ohjauksella. CNC-ohjauksella saadaan levystä leikatua monta kappaletta kerralla ja materiaali käytetään hyväksi yleensä kertaleikkauksella eli leikataan täydestä levystä aina eri kappaleita tuotteisiin, joita on sillä hetkellä tilattu. Poltettavasta levystä jää todella vähän materiaalia käyttämättä. Levystä jäävä rankamateriaali kierrätetään uudelleen metallinkeräyksen kautta.

2.2.1 Tietokoneistettu numeerinen ohjaus CNC (Computerized Numerical Control)

Numeerinen ohjaus tarkoittaa tietokoneella ohjattua liike-ohjausta eri automaatioituissa käyttökohteissa. NC-ohjausta käytetään työstökoneissa, aarporissa, jyrsimissä, sorveissa, särmäyksessä, taivutuksessa sekä leikkauskoneiden pikaliikkeiden ja työkalujen vaihdon nopeuttamisessa. Ohjauksella nopeutetaan tuotantoa, varmistetaan laadun tasaisuus, ja poistetaan työläitä työvaiheita manuaaliohjausta vaativissa töissä. Ohjaus on käytössä kohteen poltto- ja plasmaleikkauksessa sekä särmäyksessä. NC-ohjauksen nimen on korvannut CNC-ohjaus tietokoneiden yleistymisen johdosta ja ohjauslaitteiden modernisoitumisen myötä. (Pykkänen, 1995, 120)

2.2.2 Polttoleikkaus

Polttoleikkaus on rautametallien leikkaamista haluttuun muotoon ja kokoon. Polttoleikkaus tapahtuu hapen ja asetyleenin tai propaanin yhteisvaikutuksessa erilaisten suuttimien avulla. Suuttimien avulla saadaan eri ainevahvuuksille soveltuva kapea kaasusuihku, joka leikkaa metallia jopa 2000 millimetrin ainevahvuuksiin asti. Leikkaus perustuu punahehkuiseksi lämmitettävän metallin sulamiseen, kun hapen paine vapautetaan metalliin suurella paineella. (Terminen leikkaus, 2017)

2.2.3 Plasmaleikkaus

Plasmaleikkaus perustuu kaasun palamisesta johtuvaan korkeaan lämpötilaan. Leikkaus tapahtuu sähköä avulla sulattamalla perusaine ja puhaltamalla leikattu materiaali pois leikkausrailosta. Plasmaleikkaus on myös sulatusleikkaukseen perustuva leikkausmenetelmä. Plasmakaasuina toimivat argon, vety, typpi sekä paineilma ja happi. Plasmaleikkurin etuina on tarkempi leikkaustarkkuus ja leikkausjälki verrattuna polttoleikkaukseen. Leikkausvahvuus laitteistosta riippuen ylittää 160 millimetriin asti. (Terminen leikkaus, 2017)

2.2.4 Särmäys ja taivutus

Särmäys on pysyvää metallin muodonmuuttamista kohdistamalla metalliin ulkoinen voima, joka ylittää metallin myötörajan. Myötörajan ylittämisen jälkeen metalli ei palaudu enää alkuperäiseen muotoonsa vaan muokkaus on pysyvä. Särmäyksessä käytetään manuaalisia ja NC-ohjattua ohjelmointia.

Taivutus ja oikaisu ovat myös metallin jännitteisiin perustuvaa muodonmuokkausta. Haluttu kaari tai taivutuskulma saadaan aikaan kohdistamalla kappaleeseen ulkoinen voima, joka aiheuttaa pysyvän muodonmuutoksen metallin rakenteeseen. Taivutus ja oikaisu ovat myös metallin jännitteisiin perustuvaa muodonmuokkausta. Haluttu kaari, R eli radius, tai taivutuskulma α saadaan aikaan kohdistamalla kappaleeseen ulkoinen voima, joka aiheuttaa pysyvän muodonmuutoksen metallin rakenteeseen. Särmäyskoneiden puristusvoima tuotetaan hydraulilla tai paineilmalla. (Katainen, H, Mäkinen, A, 1989)

3 TYÖNTUTKIMUS

Tänä päivänä yritykset kilpailevat jatkuvasti globaaleilla markkinoilla. Säilyttääkseen markkina-asemansa on yritysten jatkuvasti kyettävä kehittämään toimintojaan ja tekemään uusia innovaatioita. Työntutkimus on yleisnimitys erilaisille tuottavuuden ja kehittämisen järjestelmällisille menetelmille. Työntutkimus pitää sisällään eri tyyppisiä menetelmiä kehittämiseen sekä tutkimukseen. Siksi työntutkimus tarjoaa monipuolisen ja hyvän työkalun näiden toimintojen toteuttamiseen. Työntutkimus kohdistuu laajalle alalle. Se voi olla erilaisten työmenetelmien kehittämistä, jolloin halutaan kehittää tehokas, turvallinen ja taloudellinen työmenetelmä. Työntutkimus voi olla myös sananmukaisesti tutkimusta, jolloin ensisijaisena tavoitteena voi olla yrityksen toimintojen tutkiminen, jossa halutaan esimerkiksi selvittää yrityksen kone-, prosessi- ja käsin tehtävän työn aikoja. Tai sitten lähtökohtana voi olla halu kehittää palkkausta. Työntutkimuksessa voidaan tutkia ja ottaa käyttöön uusia teknisiä ratkaisuja ja menetelmiä. Työntutkimuksen käsitteeseen liittyy kuitenkin aina jollakin tasolla tuotannon kasvu ja menetelmien kehittäminen. Työntutkimus tarjoaa hyvää taustatietoa erilaisten tuotanto-mallien käyttöön- otolle kuten esim. Lean-tuotantomallin vaatimaa taustatietoa.

3.1 Työntutkimuksen historiaa

Teollinen vallankumous on nimitys, jota käytetään laajasta yhteiskunnallisesta, taloudellisesta ja teknologisesta muutoksesta 1700- ja 1800-lukujen taitteen Britanniassa. Taloushistoriassa teollisella vallankumouksella tarkoitetaan suurta mullistusta erilaisissa tuotantomenetelmissä. (Schön 2010, s. 48.)

Teollinen vallankumous voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäinen on uuden energian tuotantomenetelmä, höyrykone ja tekstiiliteollisuuden synty.

Toisen teollisen vallankumouksen keksintöjä olivat poltto- ja sähkömoottorit. Se nosti Saksan ja Yhdysvallat johtaviksi teollisuusmaiksi Britannian ohi. (Schön 2010, s.48.)

Kolmantena teollisena vallankumouksena pidetään, 1900-luvun loppupuolella erilaisia elektronisia keksintöjä kuten mikropiirit, jotka laajensivat teollisen toiminnan Kiinan ja Tyynenmeren ympäristöön. (Schön 2010, s.48.)

Rationalisointi ja työtutkimuksen synty voidaan ajoittaa lähinnä toisen teollisen vallankumouksen aikoihin. Yhdysvaltalainen tekniikko Fredrik Winslow Taylor (1856-1915) kehitti taylorismiksi nimetyn liikkeenjohdon menetelmän. Menetelmää kutsutaan myös nimellä tieteellinen liikkeenjohto. (Zetterberg 1992, s. 272-273.)

Taylor kehitteli teorioita, joiden tarkoituksena oli parantaa tuottavuutta koneenrakennuksen alalla. Hänellä oli myös toinen vähemmän tunnettu ura. Taylor työskenteli siinä lastuvan työstön alalla. Hänen teorioissaan oli paljon parametrejä, joita käytetään nykyisinkin puhuttaessa lastuavista työstökoneista. Sellaiset parametrit, kuten leikkausnopeus, työkalun kuluminen, työkalun raaka-aine ja työkappaleen raaka-aine ovat tuttuja nykyäänkin. Näiden parametrien pohjalta Taylor laski optimaalisia syöttönopeuksia, leikkauskulmia ja leikkaussyvyysiksiä. Uusien menetelmien käyttöönottoa hidasti se, että työläiset olivat haluttomia ottamaan menetelmiä käyttöön, koska tästä ei maksettu ylimääräistä. Tämä jarrutti tuottavuuden kasvua. (Zetterberg 1992, s. 272-273.)

Taylor ajatteli, että sekä työntekijät ja työnantaja hyötyisivät tuottavuuden kasvusta suurempien palkkojen ja pienempien kustannusten muodossa. Tieteellisen liikkeenjohdon perusajatuksia oli seurata työntekoa tarkasti ja kehittää sen pohjalta parempia työtapoja, kuin luottaa vanhoihin menetelmiin. (Zetterberg 1992, s. 272-273.)

1900-luvun Suomessa Taylorismin opit levisivät aluksi yksittäisten insinöörien ja yritysjohtajien toimista, asiantuntijavaihdon kautta, lähinnä Saksasta ja Yhdysvalloista. Johtuen, institutionaalisten toimijoiden vähäisestä määrästä Suomessa työelämän tutkimuksen ja kehittämisen saralla. (Ramstad & Alasoini 2007, s. 21-22.)

Talvi- ja jatkosodan jälkeen teollisuuden perustan ja tuottavuuden parantamiseen käytettiin keinoina mm. rationalisointia ja työntutkimusta. Tätä toimintaa harjoittivat etupäässä teknisen koulutuksen saaneet henkilöt. Suomessa tutkimustiedon soveltaminen keskittyi teollisen työn kehittämiseen ja sekä henkilöstön valintaa koskeviin kysymyksiin. Teollisen työn kehittämisistä vauhditti myös Suomeen ulkopuolelta kohdistuvat paineet sotakorvausten muodossa. Oli välitön tarve kehittää nopeasti teollisuus työtä ja etsiä tuotannossa sopivat ihmiset oikeisiin työtehtäviin. Työntutkimusta ja rationalisointia kehittivät eteenpäin myös institutionaaliset toimijat kuten Rastor, Rationalisointiliitto ja Työtehoseura.

(Suomen Akatemia 1978.). Sodan merkitys näkyi myös heränneenä kiinnostuksena johtamis- ja esimiestyön merkitykseen. Tosin koulutusta työnjohtajille oli alettu järjestää jo 1920-luvun lopulta lähtien Ammatinedistämislaitoksessa (nyk. AEL) ja sotien jälkeen vuodesta 1946 Teollisuuden työnjohto-opistossa eli nykyisessä Johtamistaidon Opistossa. (Ramstad & Alasoini 2007, s. 21-22.)

Nykyaikainen työntutkimus ei ole kuitenkaan syntynyt minkään yksittäisen opin perusteella vaan on monitieteinen viitekehys. Nykyaikaiseen työntutkimukseen on vaikuttanut mm. toiminnan teoria, joka itsessään on myös monitieteinen viitekehys ihmisen toiminnan tutkimiseen. Toiminnan teorian alkuperä on Venäjällä, missä Lev Vygotsky -niminen psykologi oppilaineen aloitti kehittämään sitä 1920-luvulla. (Engeström 1995, s.11.; Pekkola & Marjamäki 2006, s.1-3.)

Tutkimusalueena toiminnan teoria on ollut erittäin suosittu ja sitä ovat tutkineet lukuisat tutkijat kehittäen sitä aina näihin päiviin saakka. Suomessa toiminnan teorian pohjalta on syntynyt kehittävä työntutkimus, jota ovat vieneet eteenpäin (erityisesti Kaptelin, Engeström ja Kuutti), mutta se on ollut suosittu myös muissa Skandinavian maissa. Toiminnan teorian suosio kasvanut vähitellen myös muissa maissa missä sitä ovat kehittäneet (Nardi, Bertelsen, Bødker). (Engeström 1995, s.11.; Pekkola&Marjamäki 2006, s.1-3.)

Toimintajärjestelmä on Yrjö Engeströmin esittämä malli, joka kuvaa ihmisen toiminnan yleistä rakennetta. Sen sovellukset liittyvät kehittävään työntutkimukseen, joka pohjautuu edelleen toiminnan teoriaan. Engeströmin malli esittää kohteellisen toiminnan osatekijät kaavion muodossa, jolloin on mahdollista tarkastella työtoimintoja, organisaatioiden tutkimuksessa ja kehittämisessä. (Engeström 1995, s.73-82.)

3.2 Nykyaikainen työntutkimus

Nykyaikaisen työntutkimuksen tavoitteet lähtevät halusta parantaa tuottavuutta ja kannattavuutta. Työntutkimuksen näkökulmasta näihin tavoitteisiin päästään kehittämällä tehokkaita, turvallisia ja taloudellisia työmenetelmiä. Tämän seurauksena yrityksen kilpailukyky, työhyvinvointi ja työolosuhteet paranevat. Tuottavuuden ja kilpailukykyyn parantuessa, työntekijät hyötyvät tästä työsuhteiden jatkuvuuden

ja ansioiden kehittymisen muodossa. Kehittämistoiminnan tavoitteena tulee olla mielekkään, vaihtelevan ja kehittävän työn sisällön lisääminen sekä tuottavuuden parantuminen. Samalla luodaan työntekijälle mahdollisuus kehittyä työssään ja lisätä valmiuksiaan uusiin työtehtäviin. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, s.4.)

Yksi työpaikalla tehtävän tuottavuuden ja toiminnan kehittämisen väline on yhteistoiminta. Työnantajan ja työntekijöiden välisellä yhteistoiminnalla vaikutetaan yrityksen tuottavuuteen, kilpailukykyyn ja työllisyyden ylläpitoon ja kehittämiseen. Yksi edellytys onnistumiselle on, että työpaikalla määritetään tavoitteet yhdessä, mihin yhteistoiminnalla pyritään. Nykyaikaisessa nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä tavoitteita on kyettävä arvioimaan jatkuvasti uudelleen. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Toimintatapana yhteistoiminnan tulee koskettaa koko työyhteisöä. Yhteistoimintaan kuuluu oleellisena osana paikallinen sopiminen. Yhteistoiminnan onnistumisen edellytyksenä, tulee työyhteisössä kyetä synnyttämään avoin ja luottamuksellinen keskustelun ilmapiiri henkilöstön ja työnantajan välille.

Näin luodaan edellytykset tuottavuuden ja kilpailukykyyn parantamiselle. Lisäksi työntekijöiden ja yrityksen odotetaan sitoutuvan yhteisiin päämääriin ja tavoitteisiin ja ottavan vastuuta oman työpaikkansa menestyksestä. Hyväksytään aloitteellisuus etsiä parhaat mahdolliset ratkaisut, joilla edistetään sekä yrityksen että henkilöstön etuja. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Työntutkimus on yleisnimitys erilaisille tuottavuuden ja kehittämisen systemaattisille menetelmille. Työntutkimuksessa pyritään kehittämään taloudellisin, tehokkain ja turvallisoin työmenetelmä ja -olosuhteet työn tekemiseen. Tämän jälkeen työmenetelmä vakiinnutetaan eli standardisoidaan. Opastetaan työmenetelmä työntekijöille ja selvitetään tällä työmenetelmällä työhön tarvittava aika. On huomattava, että työn standardisointi ei kuitenkaan tarkoita kehittämisen ja oma-aloitteisuuden vähentämistä vaan menetelmä kehitystä jatketaan esimerkiksi jatkuvan parantamisen menetelmillä. Työntutkimuksen lähtökohtana on tarkastella kriittisesti kaikkia työn tekemiseen ja työsuoritukseen liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat työn tehokkuuteen, taloudellisuuteen ja turvallisuuteen työntutkimuksen suoritushetkellä. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Tuottavuustyö ja työntutkimus tuo hyötyjä kaikille osapuolille. Kehittämistyön tulisi tuoda välitön hyöty työntekijöille työtehtävien monipuolistumisen, keventymisen ja ergonomian ja turvallisuuden parantamisen kautta. Menestyvällä yrityksellä on mahdollisuus kehittää työsuhteturvaa ja kannustavaa palkkausta. Tänä päivänä työntekijöiden urakkapalkkaus ja työarvon määrittäminen eivät ole enää työntutkimuksen keskeinen tehtävä, sillä urakkapalkkauksella tehdään enää vain n. 10 % teollisuudessa tehtävistä

töistä. Työntekijän kannalta tuottava ja kilpailukykyinen yritys on työsuhteen tärkein turva. Toisaalta voidaan myös sanoa, että ammattitaitoinen ja hyvinvoiva henkilöstö on yritykselle tärkeä voimavara. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Yritykselle keskeisiä kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat tuottavuus ja erilaiset innovaatiot. Tuottavuuden kehittäminen täytyy olla jatkuvaa, koska muuten yrityksen kilpailukyky ja menestys kadotaan. Työntutkimuksen kautta saadaan nostettua esiin asioita, joita tulisi kehittää yrityksessä. Kehitysvaiheen tarkoitus on huolehtia siitä, että yrityksessä tehdään oikeita asioita ja ne tulee tehtyä oikein. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Työntutkimuksen kautta saadaan nostettua esiin asioita, joita yrityksessä tulisi kehittää. Kehitysvaiheen tarkoitus on huolehtia siitä, että yrityksessä tehdään oikeita asioita ja ne tulee tehtyä oikein. Työntutkimuksen hyödyntämiskohteiden laajentuessa myös eri toimijoiden roolit ja osaamistarpeet muuttuvat. Ammattilaisten tekemistä tutkimuksista siirrytään vähitellen kohti yhteistoimintaa, yrityksen oman henkilöstön ottaessa vastuuta tutkimuksesta ja tällöin perinteinen edunvalvonta jää taka-alalle. Henkilöstön edustajat aloittavat laajemman toiminnan kehittämisen yhdessä työnantajan kanssa ja siirrytään kohti yhteistoimintaa. Henkilöstön edustajien rooli muuttuu perinteisestä edunvalvonnasta enemmän toiminnan kehittämisen suuntaan. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

Uudet toimintatavat tuovat haasteita myös esimiesten työhön. Esimiesten osaamistarve ja rooli muuttuvat, kun siirrytään pois perinteisestä työnarvon määrittämisestä urakkapalkkauksen pohjaksi, kohti yhteistoimintaa ja kehittämiskohteiden havaitsemista. Esimiesten vastuulle kuuluu yhteistoiminta, kehittämiskohteiden löytäminen, työmenetelmien kehittäminen, ongelmien poistaminen ja opastuksesta huolehtiminen. (Ahokas ym. 2011, s.5.)

3.3 Työntutkimuksen näkökulmat

Työntutkimuksessa halutaan selvittää tutkittavan työn työmenetelmät, ergonomia ja ajan käyttö. Nämä asiat pitää selvittää ennen kuin työtä voidaan kehittää. Vakiintunut tapa on ensin selvittää, kehittää ja vakiinnuttaa työmenetelmä. Työntutkimus aloitetaan työkokonaisuuden havainnoinnilla ja kuvauksella. Työntutkimuksessa on kolme näkökulmaa: taloudellinen, teknologinen ja työntekijän näkökulma.

Erilaisten työvaiheiden ergonomia ja työturvallisuus tutkitaan ja selvitetään. (Ahokas ym. 2011, s.6.) Tutkittaessa työtä ja työmenetelmien kustannusvaikutuksia puhutaan taloudellisesta näkökulmasta. Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna on tärkeä ensinnä jaotella työt lisäarvoa ja kustannuksia aiheuttaviin sekä selvittää laatuongelmia aiheuttavat työt. Sen ohella on tärkeää tutkia tuotannon pullonkaulat ja erotella usein toistuvat, pitkäaikaiset tai paljon työtä vaativat työt sekä paljon materiaalia ja siirtoa vaativat työt. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Asiaa teknologisesta näkökulmasta tarkasteltaessa pitää selvittää voidaanko uudenlaisia tekniikoita, välineitä ja prosesseja hyödyntää tekemisessä. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Työntekijänäkökuulmassa korostuvat erilaiset fyysiset kuormitustekijät. On tärkeää tutkia ovatko työmenetelmät ergonomisesti oikeita. Samaten on kiinnitettävä huomiota siihen, suoritetaanko työ turvallisesti ja onko siinä mahdollisesti väsyttäviä, monotonisia sekä epäkäytännöllisiä vaihteita. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Työntutkimukseen kuuluu neljä osa-aluetta: Menetelmätutkimus, työnvakiinnuttaminen, työnopastus ja työnmittaus. Menetelmätutkimuksessa kehitetään taloudellinen, turvallinen ja tehokas työmenetelmä. Työn vakiinnuttamisessa tehokkain menetelmä standardisoidaan. Työnopastuksessa tehokkain menetelmä opastetaan työntekijöille. Työnmittauksessa selvitetään työhön kuluva aika. Työntutkimuksessa on tavallisesti korostunut menetelmätutkimus ja työnmittaus. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Menetelmätutkimus on kokonaisvaltaista ja systemaattista taloudellisen, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän kehittämistä tietyn työn tekemiseksi. 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. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Työn vakiinnuttamisen eli standardoinnin tarkoitus on se, että tehokas työmenetelmä on kaikkien työntekijöiden käytössä. Tehokkaan työmenetelmän edut jäävät saavuttamatta, jos sitä ei käytetä. Toisaalta työn vakiinnuttaminen ei tarkoita oma-aloitteisuuden karsimista ja kehittämisen lopettamista, vaan menetelmän kehittämistä jatketaan jatkuvan parantamisen menetelmillä. Työtä vakiinnutettaessa on hyvä käyttää apuna työohjeita, työnkuvauksia ja menetelmien standardisointia. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Jos työnsuorittamistavoissa eli työmenetelmissä on suurta vaihtelua eri suorituskerroilla tai eri henkilöiden välillä, on standardointi suoritettu huonosti. Menetelmävaihtelu voi aiheutua monista eri asioista kuten työmenetelmistä, raaka-aineista, työpaikan järjestelyistä ja työvälineistä johtuen. Työhön tarvittava aika riippuu aina kuitenkin käytettävästä työmenetelmästä. Tehokkuuden lisäksi voi myös menetelmien työturvallisuudessa sekä ergonomiassa olla eroja. Yleisesti ottaen menetelmävaihtelusta aiheutuu tehottomuutta, jos jokaisella suorituskerroilla ei ole käytössä tehokkain työmenetelmä. Voidaan sanoa, että vasta työnvakiinnuttaminen luo edellytykset toiminnan järjestelmälliselle kehittämiselle. Samalla tullaan vaikuttaneeksi laaduntuottokykyyn ja sen seurauksena saadaan paremmin hallintaan tuotteiden laatu. (Ahokas ym. 2011, s.6.)

Työnstandardisoinnin jälkeen seuraavana vaiheena on työnopastus, jossa tehokkain työtapo opastetaan työntekijöille. Näin varmistetaan tehokkaat ja turvalliset työmenetelmät. Työnopastuksen osa-alueet ovat työntekijän perehdyttäminen työhön, opastus työhön, työmenetelmiin ja työvaiheisiin sekä ammattitaidon kehittäminen. Työnopastuksella tuetaan yrityksen toiminnan jatkuvuutta, kehitystä sekä työntekijöiden osaamista ja hyvinvointia työssä. (Ahokas ym. 2011, s.7.)

Työntutkimuksen seuraava vaihe on työnmittaus. Työnmittauksella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon tiettyllä työmenetelmällä käytetään aikaa työtehtävään. Työnmittausta tulisi aina edeltää menetelmätutkimus, jossa työtehtävälle on kehitetty tehokkain, turvallisin ja taloudellisin työmenetelmä. Työnmittauksen tutkimusmenetelmää valittaessa on tärkeää, että valituksi tulee riittävän tarkka mittausmenetelmä, kuitenkin huomioiden työmenetelmän vaihtelu ja tutkimuksen käyttötarkoitus. Työn mittauksessa käytettäviä tekniikoita ovat: Normaaliaikatutkimus, ajankäyttötutkimus, havainnointitutkimus, liikeaikatutkimus ja aikalaskelmat sekä niiden perusteella tehtävät standardiaikajärjestelmät. (Ahokas ym. 2011, s.7.)

Työntutkimuksen kohteena voi olla yrityksestä riippuen työalueiden siisteyden ja järjestyksen tilanne tai erilaisten tieto- ja materiaalivirtojen kuvaaminen ja tutkiminen. Työntutkimuksen suuntaus on perinteisestä kellotuksesta kohti esimiesten, kehittämishenkilöiden ja kaikkien työntekijöiden yhteistoimintaa, kehittämiskohteiden löytämistä, menetelmien kehittämistä ja vakiinnuttamista. (Ahokas ym. 2011, s.7.)

3.4 Ajan määrittävien valinta

Ajanmäärittämisessä on kyse tiettyyn työhön käytetyn ajan selvittämisestä. Jokainen työ sisältää yksilöllisiä piirteitä, joten ajanmäärittämisessä käytettävä menetelmä on myös valittava tutkittavan työn mukaan. Tutkittava työ määrittelee ajanmäärittämisessä käytettävän menetelmän ajanmäärittäytarkkuuden ja sen kuvaustarkkuuden. Riittävä tarkkuus voi olla esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmän kirjauksista saatava tieto. (Ahokas ym. 2011, s.24.)

Ajanmäärittämisessä käytettäviä työnmittausmenetelmiä ovat: havainnointitutkimus, kelloaikatutkimus, liikeaikatutkimus, aikalaskelmat ja standardiaikajärjestelmät. Kelloaikatutkimus jakaantuu kahteen alalajiin normaaliaikatutkimukseen ja ajankäyttötutkimukseen. Näistä ajankäyttötutkimus soveltuu havainnointitutkimuksen kanssa käytettäväksi ajankäytön jakautumisen selvittämiseen. Mikäli erilaisille työtapahtumille taas halutaan määrittää normalisoituja aika-arvoja, niin tällaiseen tutkimukseen soveltuu parhaiten liikeaikatutkimus ja normaaliaikatutkimus. (Ahokas ym. 2011, s.24.)

Havainnointitutkimuksen etuja on suorituksen helppous, nopeus ja monikäyttöisyys. Havainnointitutkimuksen muita hyviä puolia on se, että samanaikaisesti voidaan seurata useaa työvaihetta ja työtä useissa pisteissä. Tämä auttaa esimerkiksi sellaisissa tilanteissa, jos yrityksessä ei ole selkeää yleiskuvaa siitä mikä on osaston ajankäytön osuus ja eri koneiden käytön tehokkuus. Havainnointitutkimuksessa eri tapahtumat jaetaan aikalajeihin. Havainnointitutkimuksen aikalajit ovat: tekemisaika eli varsinainen jalostavatyö, apuaikaan, tauko aikaan ja häiriö aikaan. Nämä aikalajit voidaan tutkimuksen käyttötarkoituksen mukaan jakaa edelleen pienempiin osakokonaisuuksiin. Havainnointitutkimuksessa korostuu laaja-alaisuus, koska tutkimuksella voidaan selvittää mm. työaika, kokonaisajankäyttöä, työturvallisuutta, ergonomiaa, ihmisen ja koneen vuorovaikutusta sekä työryhmien työskentelyä. (Ahokas ym. 2011, s.24.)

Normaaliaikatutkimuksessa tietylle työlle, joka suoritetaan jollakin vakiomenetelmällä ja vakio-olosuhteissa määritetään kellon avulla, tarvittava normi- eli normaaliaika. Normaaliaikatutkimus sopiikin hyvin usein toistuvien, käsin tehtävien suhteellisten lyhytkestoisten töitten määritykseen. (Ahokas ym. 2011, s.24.)

Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa seurataan työn tai työntekijän toimintoja pitemmän ajanjakson kuluessa. Ajankäyttötutkimus soveltuu hyvin pitempiaikaisten töiden tutkimiseen tai sellaisten töiden, joissa työn osien järjestystä ei tiedetä ennalta. Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa tapahtumat jaetaan aikalajeihin kuten havainnointitutkimuksessakin. Aikalajit ovat tekemisaika, apuaika, tauko-aika ja häiriöaika. Aikalajit voidaan tarvittaessa jakaa pienempiin osakokonaisuuksiin käyttötarkoituksen mukaan. Mikäli, ajankäyttötutkimusta käytetään työarvon laskemiseen, tai standardiaikoihin on tutkimukseen liitettävä joutuisuuden määrittäminen. Työtapahtumien esiintyessä ennalta tuntemattomassa järjestyksessä on ajankäyttö tutkimus havainnointitutkimuksen ohella ainoa tapa määrittää työarvoja ja rakentaa standardiaikoja. Jatkuva ajankäyttötutkimusta voi soveltaa esimerkiksi kunnossapitotöissä, jossa työn osien tarkkaa järjestystä ei aina tiedetä. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

Liikeaikatutkimuksessa työn sisältö jaetaan niin pieniin osiin, että työhön kuluva aika on vakio. Mittaus-tavassa ei käytetä kelloa. Vakioajat on taulukoitu ja työhön kuluva aika määritellään niiden pohjalta. Liikeaikatutkimuksen tärkein kohde on työmenetelmien kehittäminen. Liikeaikatutkimuksen käyttö edellyttää hyvin koulutettua henkilöstöä. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

Aikalaskelmissa aika saadaan laskettua koneen tai prosessin suoritusarvojen perusteella. Näin saatujen vakioitujen aikojen perusteella lasketaan työvaiheen kesto. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

Standardiaikajärjestelmä on johonkin työhön tarvittavien työnosien kokoelma. Työnosien sisältö, menetelmä ja aika on määritetty. Näin työhön kuluva aika voidaan määrittää laskennallisesti. Standardiaikajärjestelmiä voidaan soveltaa tarjouslaskentaan ja erilaisten suunnitelmien pohjaksi. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

3.5 Työmittaustapahtuman vaiheet

Työmittaustapahtuman vaiheet ovat: 1. Tiedottaminen työmittauksesta, 2. Työmenetelmän määrittäminen, 3. Työn osittelu (erät) ja kuvaus, 4. Erien ajan mittaaminen (joutuisuuden määrittäminen tarvittaessa), 5. Ajan laskeminen, tulosten esittäminen ja taltiointi. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

Työmittauksen lähtökohtana on, että mittaukset suoritetaan avoimesti ja luotettavia menetelmiä käyttäen. On tärkeää, että henkilöstön edustajille annetaan kattava selvitys käytettävistä menetelmistä ja tutkimuksen käyttötarkoituksesta. Henkilöstön edustajille on myös annettava selvitys siitä, miten tutkimusten tuloksia mahdollisesti tullaan soveltamaan työntekijöiden palkkaukseen. Selvityksen voi antaa työntutkija, työantaja tai työnantajan edustaja. Ennen työmittauksen aloittamista työntekijälle on kerrottava, että hänen työtään tullaan mittaamaan ja kerrotaan, mihin ja millaisiin käyttötarkoituksiin tietoa tullaan käyttämään. (Ahokas ym. 2011, s.25.)

Työmittauksesta tulee laatia työpaikka- ja menetelmäkuvaus sellaisella tarkkuudella, että jälkepäin voidaan selvittää, mihin tilanteeseen mittaus liittyy. Mittauksista tulee myös selvittää työssä tapahtuneet muutokset ja niiden vaikutus tulosten käyttökelpoisuuteen. Lähtökohtaisesti tutkimuksen käyttötarkoitus määrittelee halutun kuvaustarkkuuden. Kuvauksiin on suotavaa liittää selventäviä videoita työmenetelmästä, valokuvia ja piirroksia työpaikasta, tuotteesta tai tuotteen osasta, jotta tunnistaminen jälkikäteen on mahdollista. (Ahokas ym. 2011, s.26.)

Työmittauksen työn osittelu vaiheessa työt jaetaan mittauksia varten sopiviin osiin. Tutkimuksen käyttötarkoitus ja valittu mittaus tapa määrittelee, kuinka pieniin osiin työ jaetaan. Jaottelussa voi käyttää apuna niin sanottua tasoajattelua, jossa suuruudeltaan erilaiset työosat voidaan nimetä. Tällä tavoin saadaan muodostetuksi eräänlainen työnosittelujärjestelmä. Työ voidaan, esimerkiksi ositella aikajen mukaan näin saadaan eroteltua prosessi- ja koneajat käsiajoista, joihin työntekijän joutuisuus ei vaikuta. Osittelua voidaan tehdä myös valmistettavan kappaleen perusteella, jos sen oletetaan vaikuttavan työosan pituuteen. Tällaisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi työkappaleen paino, mitat tai muu vastaava dimensio. (Ahokas ym. 2011, s.26.)

Mittausajankohtana tulee olla normaali työskentelytilanne. Mittauksen suorittaminen poikkeuksellisessa tilanteessa antaa vääristyneen kuvan. Ellei erityisesti haluta tutkia poikkeustilanteiden syitä, merkitystä tai esiintymistä. (Ahokas ym. 2011, s.26.)

Mittauksen käytännön järjestelyt tulee tehdä siten, että työntekijää ei häiritä tutkimuksen aikana. Työntutkijoilla tulee olla riittävä näkyvyys työn eri osien havaitsemiseksi. Sellaisessa tutkimuksessa johon liittyy joutuisuuden määrittäminen, tehdään se aina työpaikalla työtä seuraten. Kaikki tarpeelliset merkinnät tehdään mittauspöytäkirjaan tai apulomakkeelle. Valokuvaus ja videointi ovat hyviä apuvälineitä työmenetelmän tallentamisessa. On kuitenkin hyvä muistaa, että niitä käytettäessä, asiasta on tiedotettu etukäteen. (Ahokas ym. 2011, s.26.)

Mittaustuloksista tehdään erilaisia erittelyitä ja selvityksiä, että mitaustulokset saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tarkasti. Mittaukseen liittyvä aineisto säilytetään siten, että se on löydettävissä helposti myöhemminkin. (Ahokas ym. 2011, s.26.)

4 HAVAINNOINTITUTKIMUKSEN ALOITUS

Havainnointitutkimus on työnantajan ja henkilökunnan yhteistyössä toteuttama työpäivän – tai työaika-jakson pituinen mittaustapahtuma. Henkilöstön kanssa sovitaan työpisteillä tehtävästä työjakson pituudesta mittaustapahtumasta. Havainnointitutkimusta ei pidä sekoittaa kellotukseen, koska siinä ei kello-teta työvaiheiden kestoja tai työntekijän nopeutta eri työvaiheissa. Tutkimuksen alussa pidetään info-tilaisuus, josta ilmoitetaan mahdollisimman aikaisin, mielellään viikkoa ennen, jotta henkilöstöllä on mahdollisuus ilmaista mielipiteensä tutkimuksesta työnjohdolle.

Tutkimuksen suorittaminen on henkilöstön ja työnantajan välisen luottamuksen osoitus. Työnantajan taloudellinen tarkoitusperä ja työntekijöiden hyvinvointi ovat tärkeää kilpailullisesti ja tuotantotehokkuuden ylläpidon vuoksi. (Ahokas ym. 2011)

4.1 Infotilaisuus

Kaikissa havainnointitutkimusten alussa pidetään infotilaisuus ja lyhyt Powerpoint-esitys tutkimuksen rakenteesta sekä sen kulusta. Infotilaisuudessa ovat läsnä työntekijät, ulkopuoliset tutkijat ja työnantajan edustajat. Tilaisuudessa työnantajan edustajat vastaavat esitettyihin kysymyksiin ja kertovat mitä tutkimuksella tavoitellaan. Infotilaisuudessa valitaan myös kohteille vastuuhenkilöt ja kehitystyöryhmään osallistuvat henkilöt. Päätetään tutkimuspäivä ja työvuorot, joissa tutkimus toteutetaan, ja sovitaan tutkimuksen toteuttajat. (Ahokas ym. 2011)

4.2 Työeräluettelon laadinta

Työeräluettelon laadinta suoritetaan työntekijöiden kanssa yhteistyössä infotilaisuuden jälkeen sovittuna ajankohtana. Esimiehet ja työntekijät miettivät yhdessä työpisteellä tapahtuvat työvaiheet ja merkkavat ne aikakoodilla työeräluetteloon. Työeräluettelossa on kaikki työpisteellä tapahtuvat työvaiheet, jotka ovat tiedossa, ja niiden lisäksi myös satunnaisesti esiintyvät nimeämättömät työerät. Työeräluettelolla saadaan eri työvaiheille tehtyä aikamerkinnot minuutin välein. Aikamerkinnoista tulokset voidaan analysoida havainnointitutkimusohjelman kautta visuaaliseksi esitykseksi, josta selviää eri aikalahjien kestot koko työvuoron ajalta. Tällöin voidaan saada selkeä kuva työpisteen työajan käytöstä. Työeräluettelon

laadintaan kannattaa paneutua hyvin ennen mittauksia ja miettiä joka työvaiheessa työpäivän aikana suoritettavia työtehtäviä. (Ahokas ym. 2011)

TAULUKKO 1. Allaolevassa taulukossa on näkyvillä ote työeräluettelon aikalajeista. (Palkkataito, 2017).

Työn havainnointitutkimuslomake Palkkataito Oy									
Yritys:		Yritys Oy	Osasto:	Kokoonpano		Työvaihe:	Osa I		
Tutkija:		Jla	Pvm/Aika:	2.1.16	6:00	Tuote:	CK2345		
Eräluettelo									
	Nro	Erän nimi		Tarkenne					
Apuaika	100	Työvuoron aloitus- ja lopetustyöt	1	Aikainen aloitus	Valmistelu	500	Tietojärjestelmien käyttö		60
Apuaika	101	Kahvi-/ruokatauko	2	Myöhässä	Valmistelu	501	Työmääräin, työn kirjaukset		61
Apuaika	102	Henkilökohtainen tauko	3	Kännykkä	Valmistelu	502	Materiaalin siirrot työalueella		62
Apuaika	103	Tarvikkeiden ym. hakua	4		Valmistelu	503	Työpisteen/jigin valmistelu		63
Apuaika	104	Työalueen järjestelyt	5	Siivous	Valmistelu	504	Työkalujen vaihto/säätö		64
Apuaika	105	Varaston järjestelyä	6	Järjestelyä	Valmistelu	505	Suoja-äsun pukeminen		65
Apuaika	106	Siivous alueella	7		Valmistelu	506	Työpisteen siivous		66
Apuaika	107	Keskustelu työnjohto	8	Työn ohjaus/neuvonta	Valmistelu	507	Testaus ja tarkastus		67
Apuaika	108	Keskustelu suunnittelu	9		Valmistelu	508	Materiaalin haku varastosta		68
Apuaika	109	Keskustelu työkaveri	10		Valmistelu	509	Tuotteiden pakkaaminen		69
Häiriö	300	Tietojärjestelmän ongelmat	26		Valmistelu	510	Tuotteiden vienti pois		70
Häiriö	301	Epäselvyydet tiedoissa	27		Jalostava	600	Työvaihe 1		82
Häiriö	302	Materiaalipuutteet	28		Jalostava	601	Työvaihe 2		83
Häiriö	303	Väärä materiaali	29	Oma tuotanto	Jalostava	602	Työvaihe 3		84
Häiriö	304	Laatupoikkeama	30	Alihankkija	Jalostava	603	Työvaihe 4		85
Häiriö	305	Työkalu kateissa	31		Jalostava	604	Työvaihe 5		86
Häiriö	306	Laite-/kone häiriö	32	Rikki	Jalostava	605	Työvaihe 6		87
Häiriö	307	Kunnossapitotyöt	33	Korjaa itse	Jalostava	606	Työvaihe 7		88
Häiriö	308	Seuraava vaihe täynnä	34	Prosessihäiriö	Jalostava	607	Työvaihe 8		89
Häiriö	309	Henkilö puuttuu	35						
Häiriö	310	Trukin, nosturin odotus	36						
Häiriö	311	Avustaa toisessa työssä	37						
Häiriö	312	Keskustelu tutkijan kanssa	38						

Kun työeräluetteloä käytetään havainnointimittauksen työohjeiden mukaan merkiten eräluetteloön koodilla minuutin välein työvaihetapahtumat, saadaan työeräluettelosta syötettyä Excel-pohjaan taulukko-tiedot, joiden perusteella tehdään analyysi. (Ahokas ym. 2011)

TAULUKKO 2. Ohessa on esimerkki Excel-taulukoon syötetyistä koodeista analysointitaulukkopohjaan (Palkkataito, 2017).

Yritys: Yritys Oy		Osasto: Kokoonpano					Työvaihe: Osa I													
Tutkija: Jla		Pvm/Aika: 2.1.16					6:00		Tuote: CK2345											
Kellonaika	Kohde 1	Tarkenne 1	Kohde 2	Tarkenne 2	Kohde 3	Tarkenne 3	Kohde 4	Tarkenne 4	Kohde 5	Tarkenne 5	Valmistusmäärät tunnissa/vuorossa:									
											K1	K2	K3	K4	K5	YHT				
6	0																			
	1	100		100		100		100		100		Vuoron aloitus, työpisteet								
	2	100		600		100		100		600										
	3	105		600		600		100		600										
	4	200		600		600		600		102		Hlö1 poistui paikalta								
	5	105		100		600		603		102										
	6	100		104		102		102		600										
	7	109		104		102		102		600										
	8	200		200		300		505		600		Hlö4 valmistelee uutta sarjaa, 100 kpl								
	9	301		300		300		505		600		Hlö1,2 häiriö koko linjassa								
	10	401		400		301		305		600										
	11	505		500	v	310		305		303		Hlö2 tuotevaihto CK2345 -> KO1333								
	12	600		600		600		401		301										

4.3 Mittauspäivä

Mittauspäivänä eli havainnointitutkimuspäivänä mittaukseen valitut henkilöt ovat valmistautuneet työeräluettelolla, puhelimella tai muulla ajanottolaitteella. Työeräluettelo on printattuna tai se merkitään kannettavan tietokoneen avulla Excel-taulukkoon. Mittaus aloitetaan tasatunnilta vuoron alkaessa ja mittaus kestää työvuoron verran, tasan 8 tuntia tai päivävuoron ajan. Työeräluettelossa on sarake minuutin välein ja työvuoron työntekijän työvaiheet merkitään joka minuutilta työeräluetteloon. Tutkimuksen aikana kirjataan myös muut mahdolliset huomiot, kuten vaaratilannehavainnot, ergonomiaan liittyviä huomiot, poikkeavat tilanteet, ja erityisesti työeräluettelosta poisjääneet vaiheet. Työeräluetteloon voidaan myös kirjata kappalemäärät sarjatuotannosta tai toistuvat työvaihemäärät.

4.4 Mittauksen kulku

Valitut havainnointitutkimuksen mittaushenkilöt asettuvat työpisteen läheisyyteen, josta on hyvä näkyvyys siihen työpisteen työalueeseen, missä työntekijät työskentelevät. Paikka valitaan siten, ettei työntutkija häiritse työntekijöiden työskentelyä, eikä aiheuteta turhaa häiriötä tai estettä työn sujumuudelle mittaustilanteen vuoksi. Työntutkija pyrkii olemaan mahdollisimman huomaamattomana koko mittausjakson ajan. Aloitetaan mittausmerkinnät vuoron alkaessa tasatunnilta jatkaen koko työvuoron ajan. Havainnointimittaus on tarkkaa, koska merkinnät tehdään minuutin välein.

Kahvi- ja ruokatauotukset tehdään sovittujen tauottajien kanssa tarpeen mukaan. Mittauksen aikana on mahdollista kysyä työntekijältä työvaiheista, esimerkiksi mitä työvaiheessa tehdään, jos työeräluettelossa ei ole koodia tehtävälle työvaiheelle. Kyseisessä tapauksessa merkitään työntekijän ilmoittama työvaihe työeräluetteloon. Mitattavissa kohteissa työskennellään 2-vuorotyössä eli tutkimuksessamme mitattiin aamuvuorosta iltavuoroon työpäivän ajan. Näin voidaan saada edustavampi otos vuorojen välisestä vaihdosta ja tiedonkulusta sekä työvuorojen eroavaisuudesta. Mittausten jälkeen tulokset syötetään tulosteista Excel-pohjaiseen työeräluetteloon, joka on valmisteltu työkohdetta varten. Excel-taulukko on yhdistetty analysointiohjelmistoon, josta saadaan mittaustulokset visuaalisina tuloksina analysoituna esitettäväksi sekä esimiesten että henkilöstön analysoitavaksi kehityspalaveria varten. Tulokset arvioidaan tutkimuksen konsultin toimesta. Hyväksytyistä tuloksista voidaan valmistella esitys palaveria varten. Esityksestä selviää kattavasti työvuorojen ajankulut ja häiriöt työpäivän aikana.

4.5 Mittaustulosten analysointi

Mittaustulokset analysoidaan Excel-taulukon avulla, jonka sisäisen laskennan ja tulosten visualisoinnin on kehittänyt Palkkataito Oy. Taulukon avulla voidaan analysoida työeräluettelon ajankäyttötulokset samalla muodostaen niistä visuaaliset ajankäyttödiagrammit. Ensimmäisen mittauspisteen, eli kaasu -ja plasmatyöpisteiden analysoinnit toteutti Palkkataidon Keijo Vesilahti ja hän myös valmisteli tuloksista esityksen esimies- ja henkilöstöpalaveriin. Vesilahti oli myös läsnä opinnäytetyöntekijöiden ja henkilöstön toteuttamissa kehityspalaverissa ja tulosesittelytilaisuuksissa konsultoimassa tarvittaessa esityksiä. Toteutimme opinnäytetyön puitteissa seuraavan mittauksen eli särmäys -ja taivutus pisteiden analysoinnin ja esityksen alusta loppuun. Sen lisäksi valmistelimme tulosesityksen, pidimme myös kehityspalaverin henkilöstön kanssa ja palaverin tulosten pohjalta valmistelimme yhteenvedon parannusehdotuksista ja kehitysideoista johtoryhmälle ja esimiehille. Analyysituloksia ja mittaustuloksia käsiteltiin

yhdessä henkilöstön ja esimiesten kanssa. Kehitysideat ja epäkohdat koottiin palaverin aikana yhteenvedoksi. Yhteenvedosta poimittiin parhaat ideat, minkä jälkeen ne voidaan jalkauttaa tuotantoon esimiesten ja johtoryhmän hyväksynnällä.

Mittaustuloksista seuraavat aikalajit saadaan laskettua havainnointitulosohjelmalla.



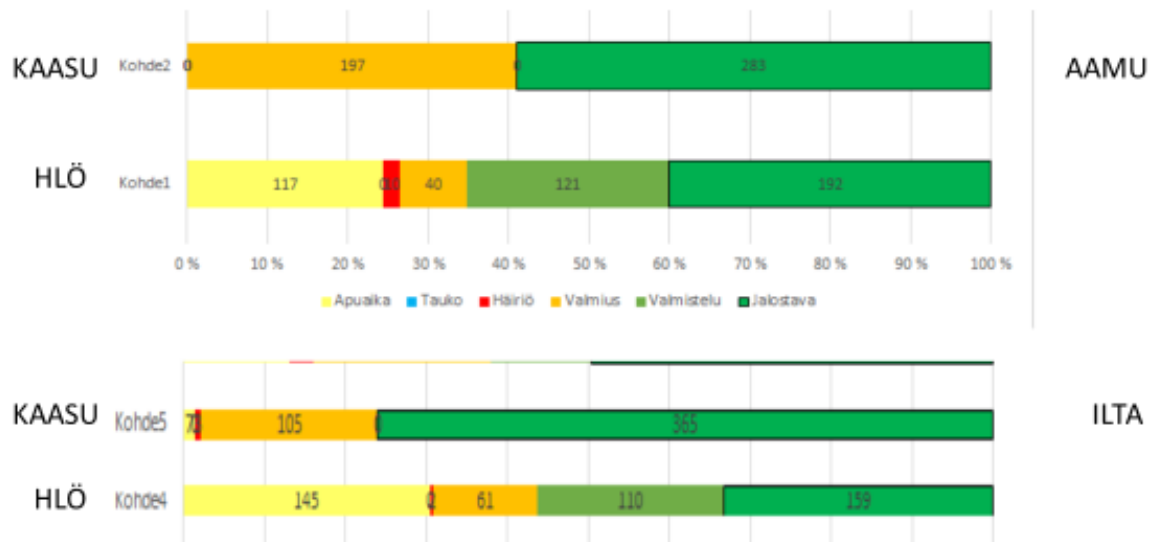
KAAVIO 2. Työajan jaottelu – aikalajit kaavio (Palkkatalo, 2017)

Kun mittaustulokset on syötetty Excel-ohjelmiston analysoivaan tiedostoon, saadaan tulokseksi kaaviokuvat eri työvaiheiden ajankäytöstä työpäivän aikana ylläolevin värikoodein ja tarkoin minuuttimäärin. Kaaviokuvilla on helppo esittää ajankäytön osat ja osoittaa mihin aika käytetään tuotannossa, mitä aikalajia tulisi vähentää ja mitä lisätä työpäivän tehostamiseksi ja samalla helpottamaan työntekijän tekemistä.

Alla esimerkki kaavio mittaamastamme kaasuleikkaustyöpisteen aamu- ja iltavuorosta.

Palkkatoito Oy
kannattavaa päätöksistä

Kaasu



KUVIO 1. Kaasuleikkaus työpisteen aamu- ja iltavuoron tuotannon mittaustulokset (LIITE 1.)

Esimerkkikaaviossa näkyy selkeästi työvuoron ajankäytön jakauma ja häiriötilanteet. Mittausaika on työvuorossa 480 minuuttia sisältäen kahvi- ja ruokatauon. Mittaustuloksista voitiin jo tässä vaiheessa todeta, että tuottavaan ajankäyttöön käytettiin hyvin aikaa. Valmistelemaan työaikaan meni kuitenkin vielä paljon aikaa. Kohde 1 kuvaa kaasuleikkauskoneen operaattoria, jonka tehtävä on valmistella ja purkaa jalostavalla työajalla leikattavat kappaleet ja levyt työpisteellä. Kohde 2 kuvaa tässä leikkauskonetta. Vastaavasti iltavuorossa kohde 5. on leikkauskoneen aikaa ja kohde 4. on kaasuleikkauskoneen operaattori. Vastaavat mittaukset tehtiin plasmaleikkaustyöpiestelle, särmäykselle ja taivutustyöpiestelle, jotka kaikki toteutettiin aamu- ja iltavuorojen aikana.

4.6 Aloituspalaverit ja infotilaisuudet

Havainnointitutkimuksen aloitukset aloitetaan tutkimuksen infotilaisuudella muutamaa viikkoa ennen tutkimusta. Samalla valitaan mittaukseen osallistuvat havainnointitutkijat ja työpisteiden vastuhenkilöt. Infotilaisuuden jälkeen työntekijät ja esimiehet laativat yhdessä eräluettelon aikalajit työtehtävien mukaan. Samalla painotetaan tutkimuksen periaatetta tuotannontutkimuksen näkökulmasta, eikä henkilöstöön kohdistuvasta ajankäytön mittaamisesta. Kun ollaan tekemisissä ihmisten työajan ja sen käytön seuraamisesta, on oltava hyvin varovainen asian esittämisessä negatiivisessa mielessä tai väärillä sananvalinnoilla. Ihmiset ovat ylpeitä työstään ja haluavat tuntea arvostusta työpanoksestaan ja työnjäljestään. Infotilaisuuden kokoontumisesta ilmoitetaan henkilöstölle ja esimiehille ajoissa, ja on suositeltavaa tiedottaa viikkoa ennen. Kun työeräluettelon laatiminen on käyty yhdessä läpi ja keskusteltu tutkimuksen tarkoituksesta ja tuotannon parantamisesta, päätetään havainnointipäivän ajankohta ja kehityspalaverin aikataulu. Kehityspalaverin tarkoitus on puuttua epäkohtiin, joita havainnointituloksista ilmenee ja kehitysideoita ajankäytön parantamiseen. (Palkkataito, 2017) (Ahokas ym. 2011)

5 HAVAINNONTIMITTAUSTEN TULOKSET

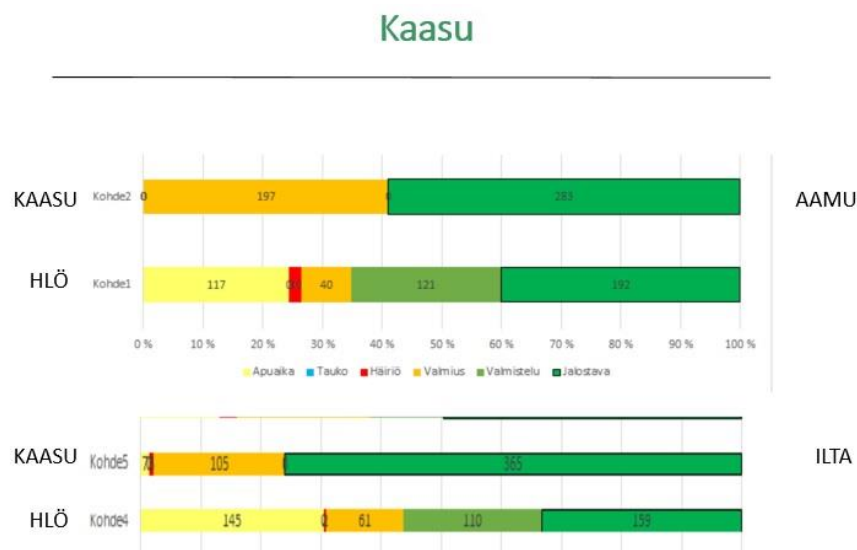
Tässä luvussa esittelemme eri työpisteiltä saamamme työntutkimuksen tulokset koottuna aikajanakaavioiksi. Näitä tuloksia tarkastelemalla tuomme esille kehittämistarpeet tuotannon eri vaiheista.

5.1 Havainnointitulokset plasma -ja kaasuleikkauspisteistä

Plasma- ja kaasuleikkaustyöpisteiden havainnointitutkimus oli ensimmäinen tutkittava työpiste. Tutkimus suoritettiin kahden työvuoron ajalta. Seuraavat tulokset ovat Palkkataidon asiantuntijan laatimasta Powerpoint-esityksestä havainnointituloksien tulospalaveriin valmistetusta materiaalista.



KUVA 1. Burny 10plus Eko CNC-ohjausyksiköllä varustettu kaasuleikkauskone paloittelemassa poltosta jäänyttä levyrankaa



KUVIO 2. Kaasuleikkaustyöpisteiden ajankäyttöjenä minuutteina aikajanakaaviossa (LIITE 1.)

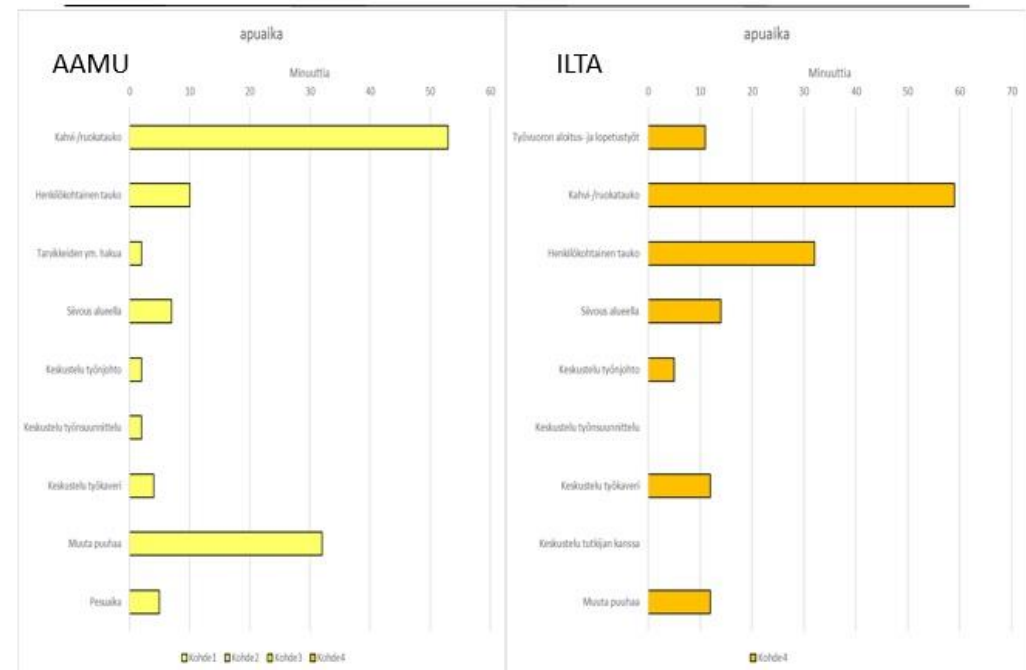
Kuviossa on nähtävillä käytetty aika eri aikalajeille, aamuvuoron työntekijä on Kohde 1 ja kaasuleikkauskone on Kohde 2. Valmiusaikaa työntekijä käytti 40 minuuttia ja koneella valmiusaikaa kului 197 minuuttia. Apuaikaa työntekijä käytti 117 minuuttia, koneella apuaikaa ei ollut lainkaan. Häiriöaikaa kului sekä työntekijällä, että koneella 10 minuuttia.

Valmisteluun työntekijä käytti 121 minuuttia, koneella sitä ei kulunut lainkaan. Jalostavaa aikaa työntekijälle kertyi 192 minuuttia ja koneelle 283 minuuttia.

Iltavuoron työntekijä on merkitty Kohde 4:ksi ja kaasuleikkauskone on Kohde 5. Iltavuorossa työntekijällä kului 61 minuuttia valmiusaikaan ja koneella valmiusaikaa oli 105 minuuttia. Apuaikaa työntekijän osalta kului 145 minuuttia ja koneella 10 minuuttia. Iltavuorossa ei ollut häiriöaikaa lainkaan. Valmistelu-aikaa työntekijän osalta kului 110 minuuttia. Jalostavaa aikaa kirjattiin työntekijän osalta 159 minuuttia ja koneella 365 minuuttia.

Kaasutyöpisteen havainnointituloksista voidaan todeta, että aamuvuoron valmiusajan erot syntyivät työskentelyjärjestyksen takia. Kone oli valmiustilassa 197 minuuttia, joka johtui polttopöydän käytön hankaluudesta käytettäessä ohutta materiaalia. Työpöytä heilahteli ohuen levyn alla, mikä taas aiheuttaa polttojälkeen virheitä. Kappaleita myöskin putosi välillä työpöydän ritilöiden väliin ja niiden poistoon kului aikaa. Tauko-aikoja ei aamuvuorossa käytetty lainkaan.

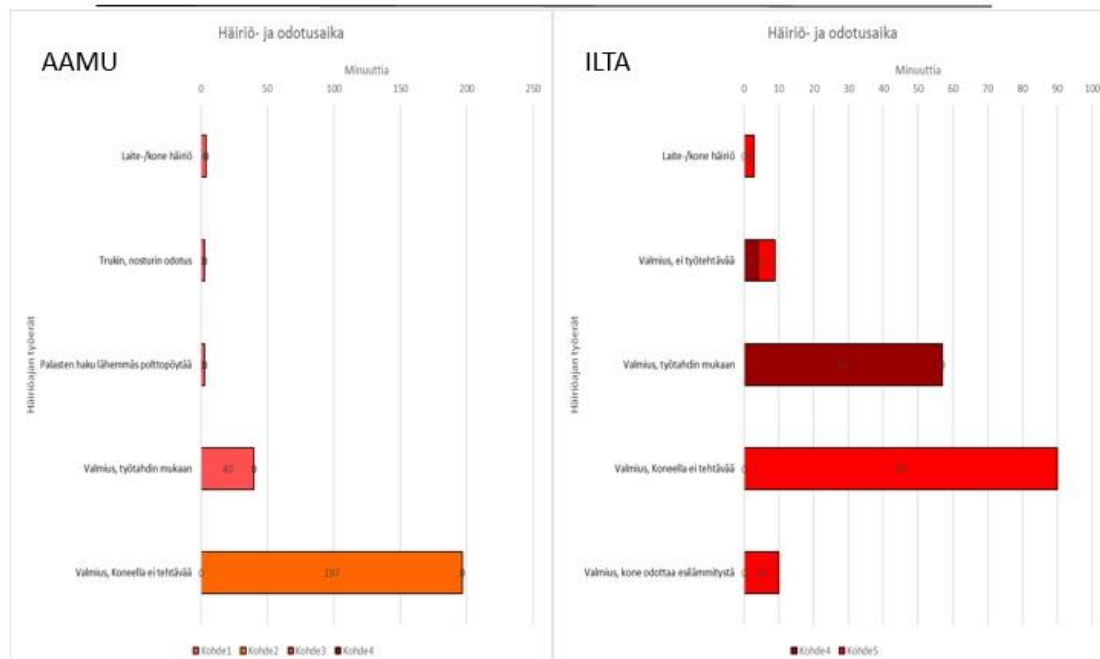
Kaasu apuaika



KUVIO 3. Kaasutyöpisteen aamu -ja iltavuoro apuaika aikajanakaaviossa (LIITE 1.)

Häiriö- ja odotusaika kaasutyöpisteen aamu -ja iltavuorossa on näkyvillä aikajanakaaviossa. Aikaväli on 0-200 minuuttia aamuvuorossa johtuen valmiusajan aikamäärästä.

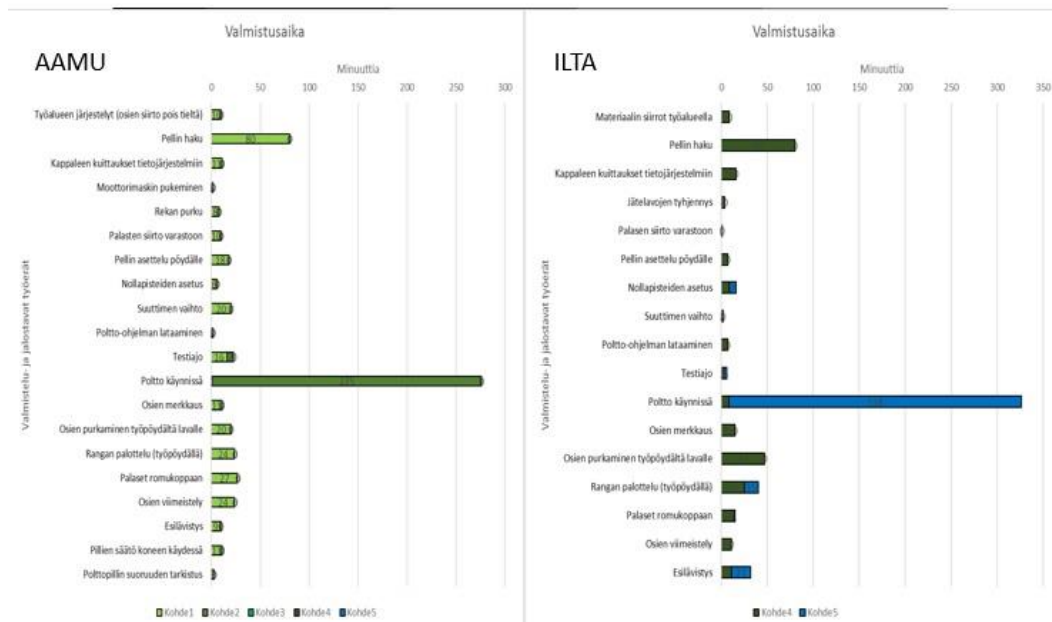
Häiriö- ja odotusaika



KUVIO 4. Häiriö -ja odotusaika aikalajeittain aamu- ja iltavuorossa aikajanakaaviossa (LIITE 1.)

Valmistus -ja tekemisaika aamu -ja iltavuoron aikana. Valmistelu aikaan kuuluvat kaikki työpisteen tehtävät, jotka ovat tuottavan työn oheistehtäviä työvuoron aikana.

Valmistelu- ja tekemisaika



KUVIO 5. Valmistelu -ja tekemisaika aikalajeittain aamu -ja iltavuorossa aikajanakaaviossa (LIITE 1.)

Aamu- ja iltavuoron havainnoista oli useita yksittäisiä tekijöitä, jotka lisäsivät aikaa. Aamuvuorossa esilämmitetty pelti jouduttiin hakemaan uunilta, joka lisäsi odotusaikaa. Nosturia jouduttiin myöskin odottamaan materiaalin siirtojen aikana. Odotusaikaa syntyi myös osien järjestelyn takia, jolloin koneessa aihio pöydällä valmiina 61 minuutin ajan.

Pisteellä jouduttiin tekemään ylimääräistä asemointimitoittamista, jota voitaisiin mahdollisesti välttää asemointirajoittimilla. Leikkuupöydän romuvaunu sijaitsi polton aikana väärässä paikassa, jolloin ylimääräisiä kappaleita jäi työpöydän väleihin.

Työergonomian kannalta pisteellä työskenneltiin huonoissa asennoissa, usein kumartuneena. Työturvallisuuden osalta on huomioitava tilanne, jossa huulilevy jätettiin magneettinostimen varaan useaksi minuutiksi, jolloin myös työntekijä poistui itse paikalta. Työohjeissa on kuitenkin kielletty taakan jättäminen magneettinostimen varaan ilman valvontaa.

5.2 Havainnointitulokset plasmaleikkaustyöpisteestä

Seuraavat tulokset ovat aamu -ja iltavuorosta plasmaleikkaustyöpisteeltä. Alla olevissa kuvissa on nähtävissä plasmalaitteiston leikkauspöytä ja ohjausyksikkö.



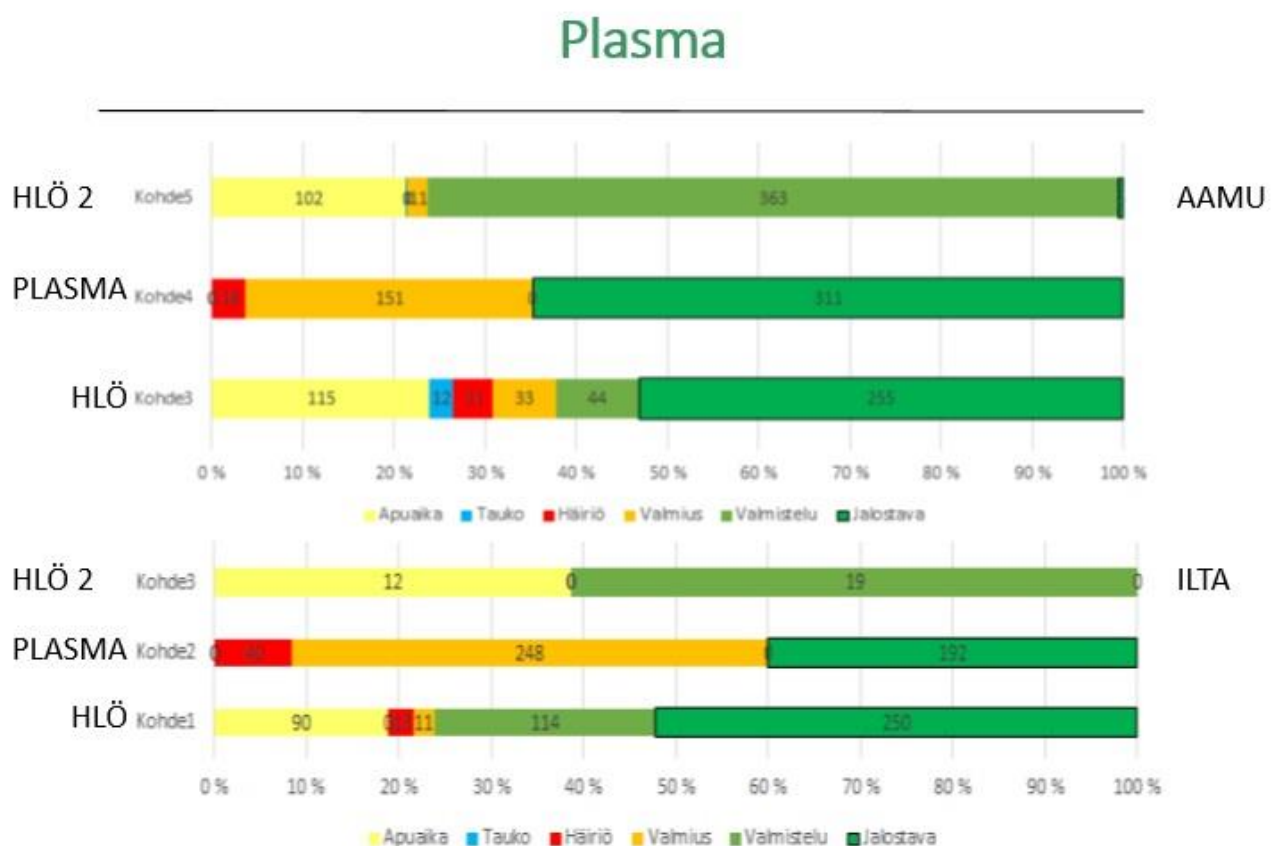
KUVA 2. Tecoi plasmaleikkurin työpöytä ja 10mm panssarilevy leikattavana



KUVA 3. Tecoi plasmaleikkauspöydän NC-ohjauspaneeli

Plasmaleikkauspisteellä on aamuvuorossa leikkauskoneen operaattori ja levyvaraston järjestelijä. Järjestelijän työtehtäviin kuuluu eri toimintoja, kuten avustavia työtehtäviä materiaalin hallinnasta, työalueen järjestelyihin ja saapuvan ja lähtevän tavarantoiminnan lastaus ja purkaminen sekä plasmaleikkauspisteen leikatun tavarantoiminnan etsintä ja siirtely. Järjestelijä on aikaistetussa päivävuorossa eli kello 06:00-14:30. Järjestelijä on läsnä vielä vuoron vaihtuessa iltavuoroon eli iltavuoron operaattori saa tiedon aamuvuoron työtehtävien sujumuudesta ja seuraavista levyaihioiden järjestyksestä tarvittaessa järjestelijältä. Iltavuoron työntekijä on yleensä paikalla ennen kuin aamuvuoron työntekijä poistuu, eli vuoronvaihto on sujuvampaa useimmiten vuoronvaihdon tapahtuessa. Työntekijöillä on kuuden minuutin liukuva työaika käytössä, eli aina näin ei tapahdu. Ajolistojen avulla kuitenkin vuoronvaihto on yleensä sujuvaa, joten isoja seisahduksia ei pääse tuotannossa tapahtumaan.

Alla on plasmaleikkauspisteen aamu -ja iltavuoron sekä järjestelijän päivävuoron työaikajanaaavio. Plasmaoperaattori kuvattuna HLÖ, kohde 3:na ja järjestelijä HLÖ 2, kohde 5:na. Plasmaleikkauskone on kuvattuna PLASMA, kohde 4:na. Mitattu aikamäärä on työvuoroissa 480 minuuttia.



KUVIO 6. Plasmaleikkauspisteen aamu -ja iltavuoron ajankäyttö aikajanaaaviossa (LIITE 1.)

Plasmaleikkauspisteen aamu- ja iltavuorossa työskenteli kaksi henkilöä, kuviossa HLÖ ja HLÖ 2.

Aamuvuorossa toisen työntekijän osalta valmiusaikaa kului 33 ja toisella 11 minuuttia.

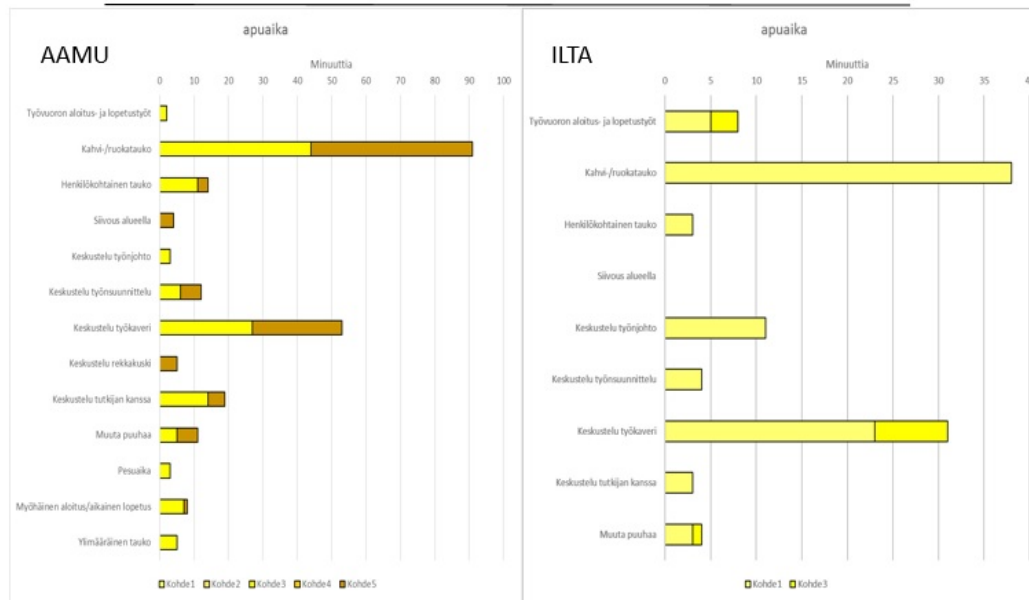
Itse plasmaleikkaukone oli valmiustilassa 151 minuuttia.

Apuaikaa työntekijöillä kului lähes saman verran: toisella 115 ja toisella 102 minuuttia. Häiriöaikaa toisella työntekijällä kertyi 21 minuuttia ja koneella häiriöaikaa kertyi 18 minuuttia. Valmisteluajassa työntekijöiden välillä näkyy suuri ero: toisen valmistelu-aika oli 44 minuuttia ja toisella valmisteluun kului 363 minuuttia. Jalostavaa työtä kertyi työntekijälle 255 minuuttia ja koneen jalostava aika oli 311 minuuttia.

Iltavuorossa valmiusaikaa kului toisella työntekijällä 12 ja toisella 33 minuuttia. Plasmaleikkaukone oli iltavuoron aikana valmiustilassa 248 minuuttia. Apuaikaa toinen työntekijä käytti 90 minuuttia. Häiriöiden osalta toiselle työntekijälle kertyi aikaa 13 minuuttia ja koneen häiriöihin kului 40 minuuttia. Valmisteluun toinen työntekijä käytti 114 minuuttia ja HLÖ 2 19 minuuttia. Jalostavaa työtä toiselle työntekijälle kertyi 250 minuuttia ja plasmaleikkaukoneelle 192 minuuttia.

Alla olevassa kuviossa voidaan nähdä plasmaleikkauspisteen apuajan erittelyt aikajanakaaviossa.

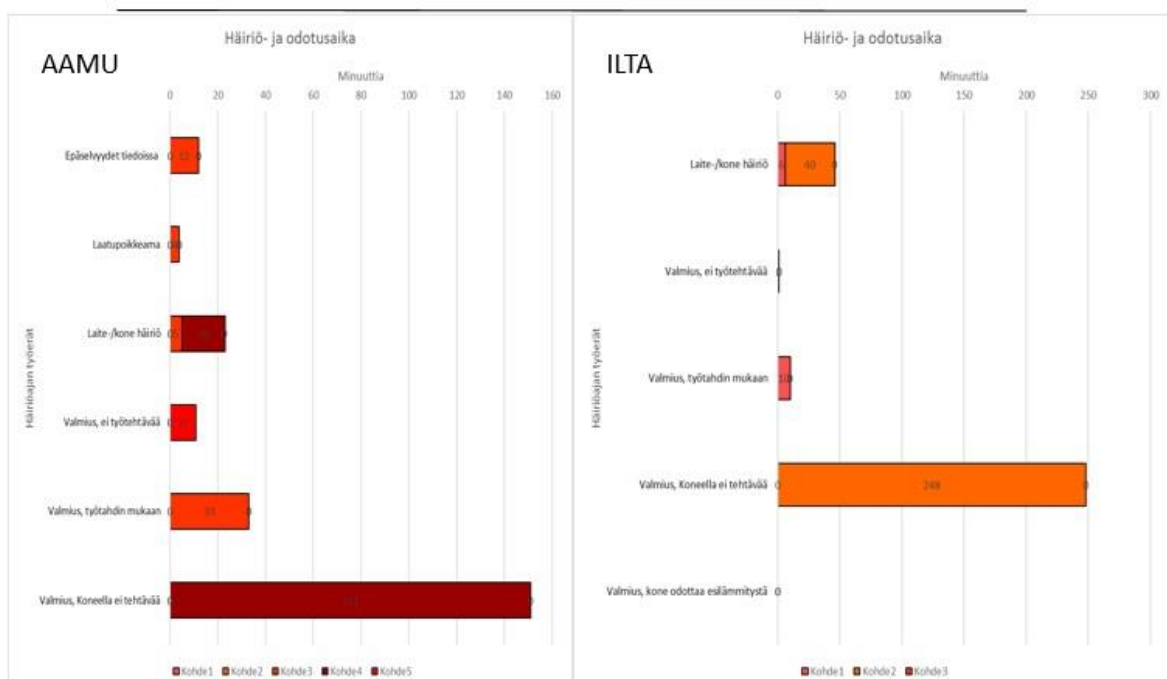
apuaika



KUVIO 7. Plasmaleikkauspisteen apuaika aikajanakaaviossa esitettynä aamu – ja iltavuorossa (LIITE 1.)

Oheisessa kuviossa on esitetty plasmaleikkauspisteen häiriö -ja odotusajat jaettuna eri aikalajeihin.

Häiriö- ja odotusaika

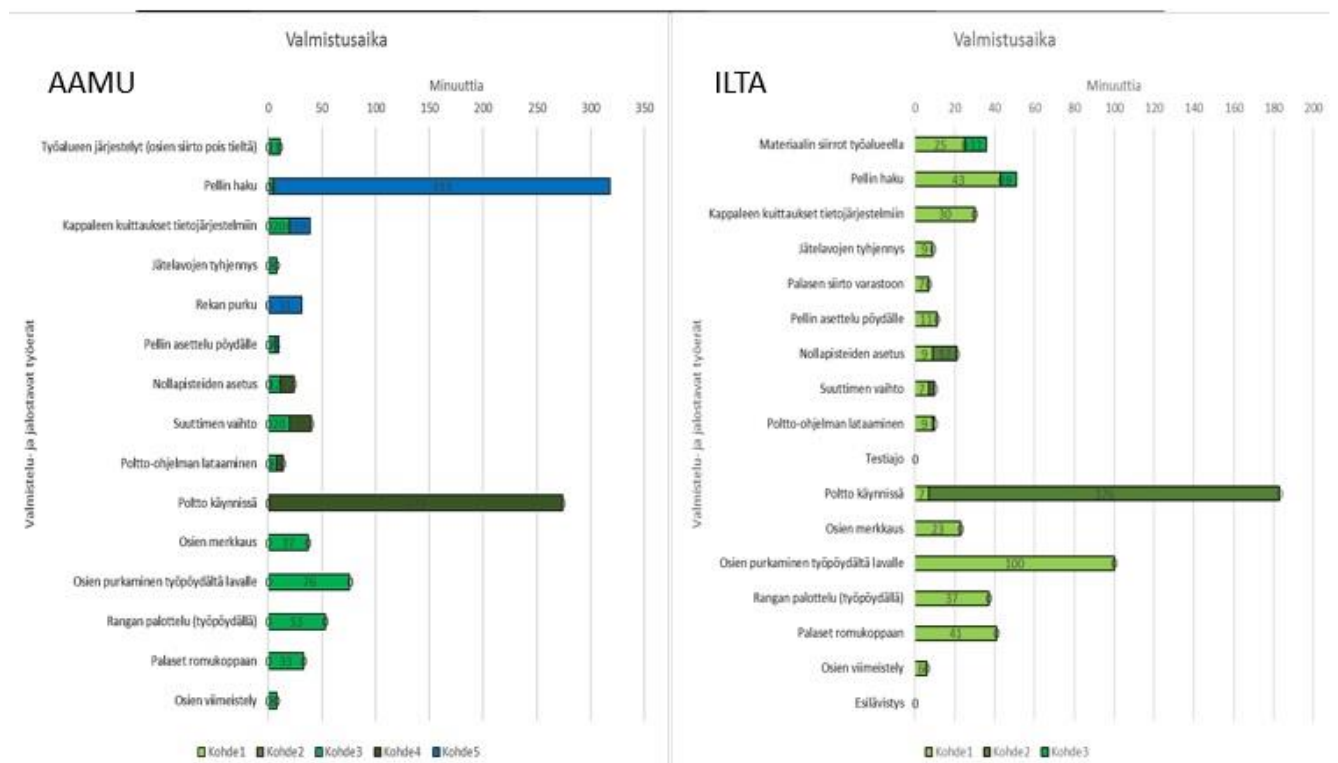


KUVIO 8. Häiriö – ja odotusaika aikalajeittain plasmaleikkauspisteellä (LIITE 1.)

Kuviossa on erikseen mainittu kohta Valmius, koneella ei tehtävää, joka on kestänyt 151 minuuttia ja laite/kone häiriö, joka on kestänyt 18 minuuttia. Tämä on mainittu erikseen kuvan epäselvyyden vuoksi. Koneelle on tällöin ilmennyt huomattavasti enemmän valmiusaikaa iltavuorossa kuin aamuvuorossa. Operaattorilla on iltavuorossa enemmän valmistelevaa työtä kuin aamuvuorossa, kuten esimerkiksi pöydän tyhjennystä ja kappaleiden järjestelyä. Iltavuoron valmiusaika on siis suuri. Valmiusaikaan lasketaan kaikki aika, jolloin leikkausta ei ole käynnissä. Valmiusaikaan sisällytetään leikkauspöydän tyhjentäminen, kappaleiden viimeistelyyn menevä aika, levyn etsintä sekä osien järjestely laivoille ilman, että seuraavaa polttoa on aloitettu. Aikaan lisätään myös aika, jolloin operaattori tekee avustavia tai valmistelevia töitä ilman, että polttoa on käytössä.

Seuraavassa kuviossa 9. on esitetty plasmaleikkauspisteen valmistelu -ja tekemisaika aikalajeittain.

Valmistelu- ja tekemisaika



KUVIO 9. Plasmaleikkauspisteen valmistelu ja tekemisaikajajat aikalajeittain (LIITE 1.)

Plasmaleikkurin ajankäyttöön liittyvistä merkinnöistä olemme tehneet seuraavanlaisia huomioita.

Leikattavan pellin haku aika on huomattavan suuri ja aamuvuorossa järjestelijän työaika menee suurilta osin tähän työtehtävään. Aamuvuoroa tekevän plasmakoneen operaattorin ja päivävuoroa tekevän järjestelijän vuorovaikutuksessa oli mittaus hetkellä pientä häiriötä. Operaattori olisi voinut pyytää järjestelijää etsimään levyjä ja auttamaan leikattavien tavaroiden purkamisessa. Iltavuorossa oli poltettavan tavaran etsintää huomattavan vähän, mutta kappaleiden mallin ja määrän vuoksi osien purkamiseen ja viimeistelyyn meni paljon aikaa.

Plasmaleikkurilla on kaksiosainen pöytä, toisin kuin kaasuleikkurilla. Pöydän eri päässä voi purkaa osia, kun toisessa päässä plasma leikkaa. Plasmaleikkuri on herkkä törmäämään kieron levyn kohoumiin, ja ns. ”tökkäys” on kuitattava manuaalisesti ennen kuin kone voi jatkaa polttoa. Tätä tapahtuu aika usein ohutta levyä leikatessa, kuten myös havainnointimittaus hetkellä. Iltavuorossa tätä kahden pään hyödyntämistä ei käytetty, vaan koneen valmiusaika oli suuri, jopa 325 minuuttia työpäivän kestosta johtuen eri syistä. Vuoron kesto on 480 minuuttia.

6 HAVAINNOINTITYÖPISTEET SÄRMÄYS -TAIVUTUS JA OIKAISU



KUVA 4. Aliko Giant SP 8000-1200 särmäyskone ja aamuvuoron operaattori

Toinen havainnointitutkimus tehtiin särmäys – ja C-puristimien työpisteiden aamu-, päivä- ja iltavuorojen aikana. Havainnointi toteutettiin esimiesten ja opinnäytetyön tekijöiden voimin. Tällä kertaa teimme havainnointimerkinnät suoraan tietokoneelle särmäystyöpisteellä olevaan Excel-lomakkeeseen, jonka työeräluettelo laadittiin edeltävällä viikolla infopalaverin yhteydessä vuorotyöntekijöiden ja esimiesten kanssa. C-puristimella tehtiin paperitulostelulle eräluettelolle merkinnät. C-puristimia on kaksi kappaletta, toisella oikaistaan tuotteita ja toisella taivutetaan kauhojen kulutuspaloja sekä alihankintaosia. Särmäyskoneita on kaksi kappaletta, Jaromet ja Aliko Giant. Aliko on NC-ohjattu ja siinä oli aamuvuorossa yksi operaattori ja iltavuorossa kaksi operaattoria. Alikolla oli havainnointihetkellä työstettävänä kauhamallien osia ja eri tilaustuotteiden osia. Alikon iltavuorossa oli vakituisen työntekijän lisäksi oppisopimusopiskelija opettelemassa särmäyksen ja NC-ohjauksen eri menetelmiä ja tapoja.



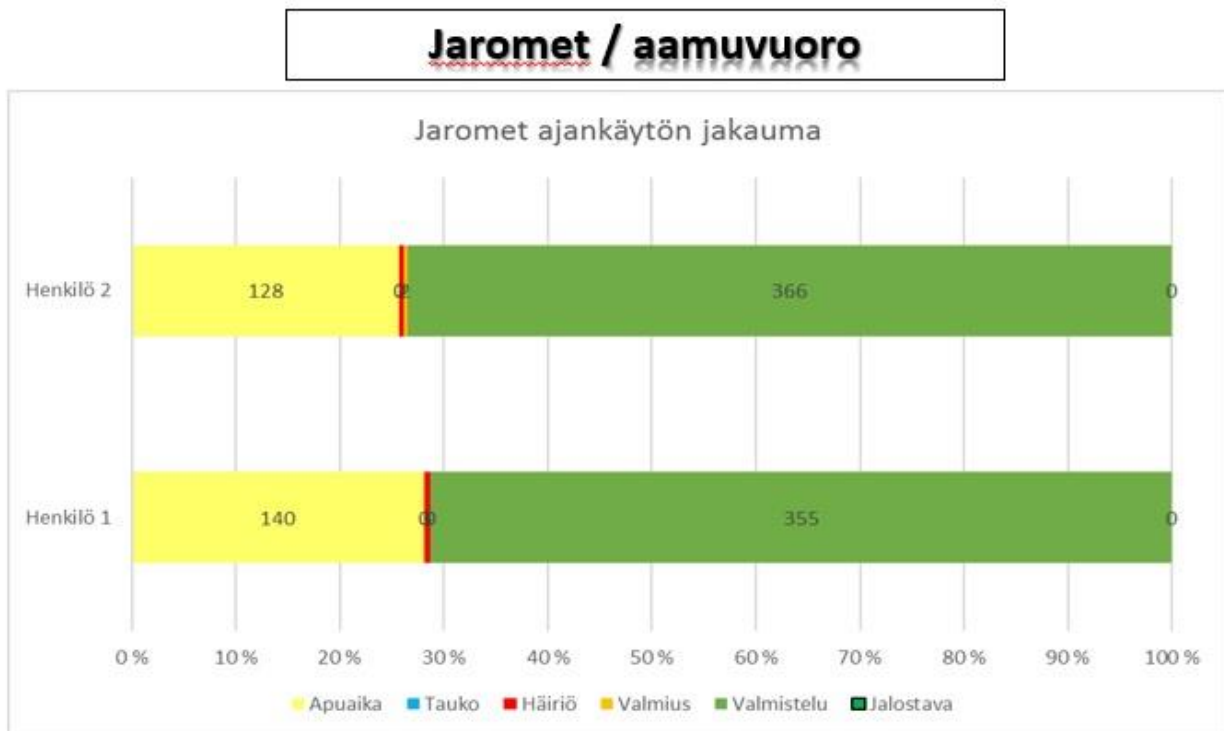
KUVA 5. Jaromet särmäyskone

Jarometissa on vanhempi ohjauslogiikka kuin uudemmassa Alikossa. Särmäyksen asetukset annetaan manuaalisesti ohjausyksiköstä eri tavalla kuin NC-ohjatussa särmäyskoneessa. Jaromet on poistumassa yrityksen konekannasta, se päivittyy suurempaa Alikon valmistamaan särmäyskoneeseen. Jarometin työntekijät ovat aikaistetussa päivävuorossa yleensä kaksin. Koneella tehtiin havainnointihetkellä kauhaosien valmistusta eri kauhamalleihin.

Taivutus -ja C-puristimet ovat aamu -ja iltavuoroissa. Taivutuspuristimella tehdään kauhan kulutuspa-loja kauhapohjiin sekä muita taivutettavia osia. C-puristimella oikaistaan poltossa tai sinkouksessa vään-tyneitä osia, tai oikaistaan karkaistuja osia. Molemmat laitteet ovat vanhempaa kalustoa, eivätkä ole NC-ohjauksella varustettuja. Koneet ovat hyvin varmatoimisia tuotantokäytössä, eikä havainnointihetkellä-kään koneesta johtuvia häiriöitä tullut. Molempien työpisteiden toimintaa vaikeuttaa tilanpuute sekä ma-teriaalin tai etsintään menevä valmisteleva aika. Myös näiden työpisteiden työntekijöille kuuluu materi-aalivirran järjestely ja logistiikkatöitä eri työpisteiden välillä. Molemmissa työpisteissä on yksi työnte-kijä työvuorollaan töissä. Taivutus- ja C-puristimien havainnointitutkimus tehtiin esimiesvoimin aamu- ja iltavuoron osalta.

6.1 Havainnointitulokset Jaromet särmästyöpisteeltä

Jarometin työpisteellä ei seurattu koneelle aikaa johtuen eri ohjaustekniikasta. Särmäyskoneella operaattorit tekevät särmäysliikkeet manuaaliohjauspaneelin kautta. Kaaviossa Henkilö 1 ja Henkilö 2 tarkoittavat työntekijöitä työpisteellä.

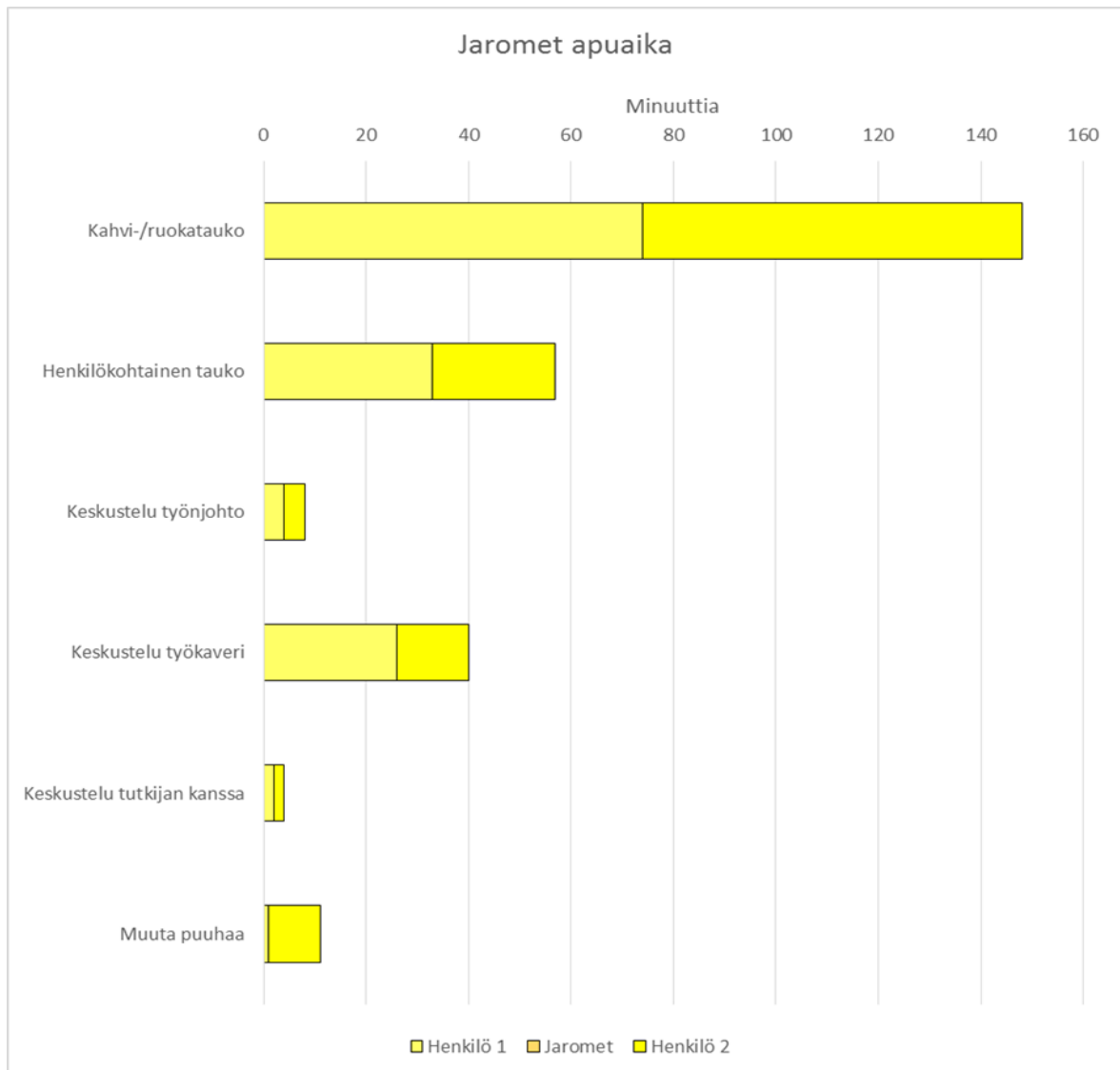


KUVIO 10. Jaromet särmäyskoneen henkilöiden työtehtävien ajankäytön jakaumakaaviossa (LIITE 2.)

Jalostavan työn suuri määrä tulee kaikesta särmäyksen ohella tehtävästä esivalmisteleavasta työstä. Siihen kuuluvat järjestelytyöt alueella, piirrottaminen, taivutettavan tuotteen välimittaus ja itse särmäyksen tekeminen.

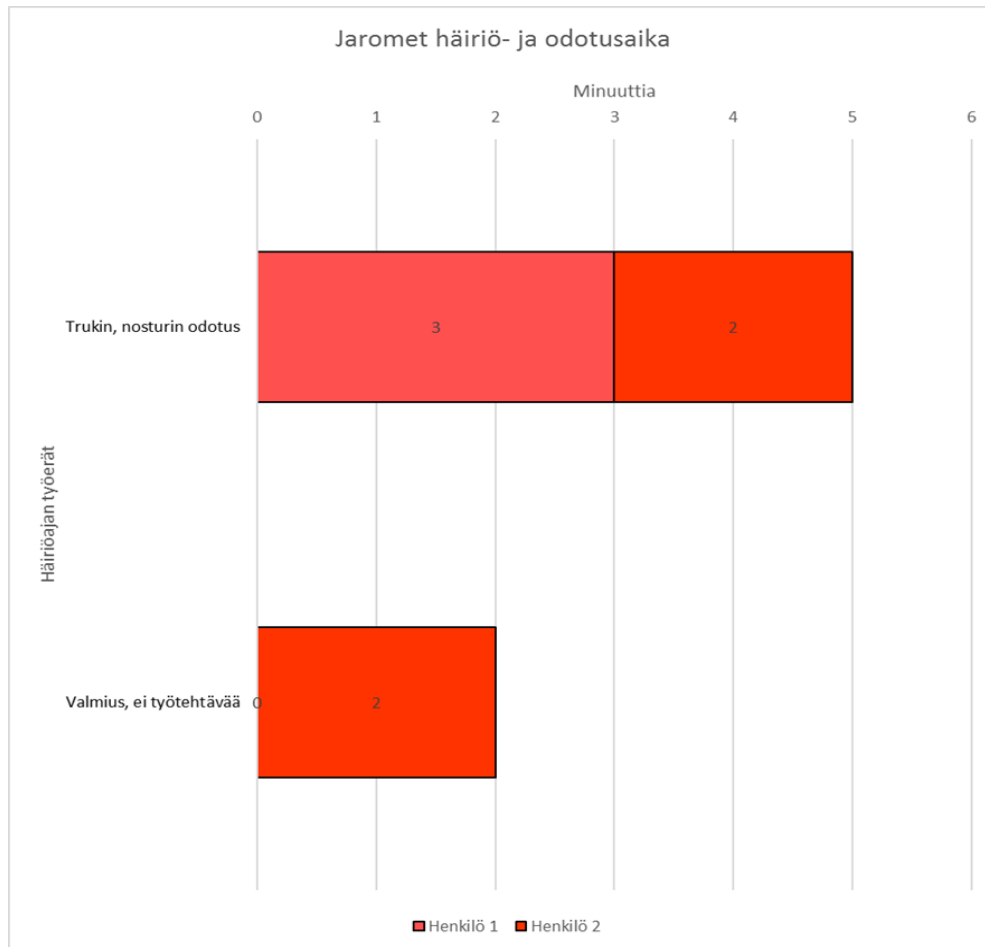
Lisäksi työn alla olevat kauhapohjat ovat nosturin varassa ja levytarraimen paikkoja on vaihdeltava ajoittain kappaleen särmäyksen mahdollistamiseksi. Kappale on koko ajan kiinni roikkuvana taakkana särmäyskoneen välissä, ja aikaa menee siis roikkuvan taakan asemointiin ja paikalla pitämiseen ennen särmäystä. Kappaleen tarkistusta toteutetaan taivutusmuoteilla, joita on valmistettu eri kauhoille. Muoteilla saadaan särmäyskaaret ja kulmat juuri oikeiksi.

Särmäyskoneen aamuvuorossa henkilö 1 käytti apuaikaa 128 minuuttia ja henkilö 2 taas 140 minuuttia. Jalostavaa aikaa kertyi henkilölle 1 355 minuuttia ja henkilölle 2 366 minuuttia. Särmäyskoneella häiriöitä tuli yhteensä 7 minuutin verran.



KUVIO 11. Jaromet särmästyöpisteen apuaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

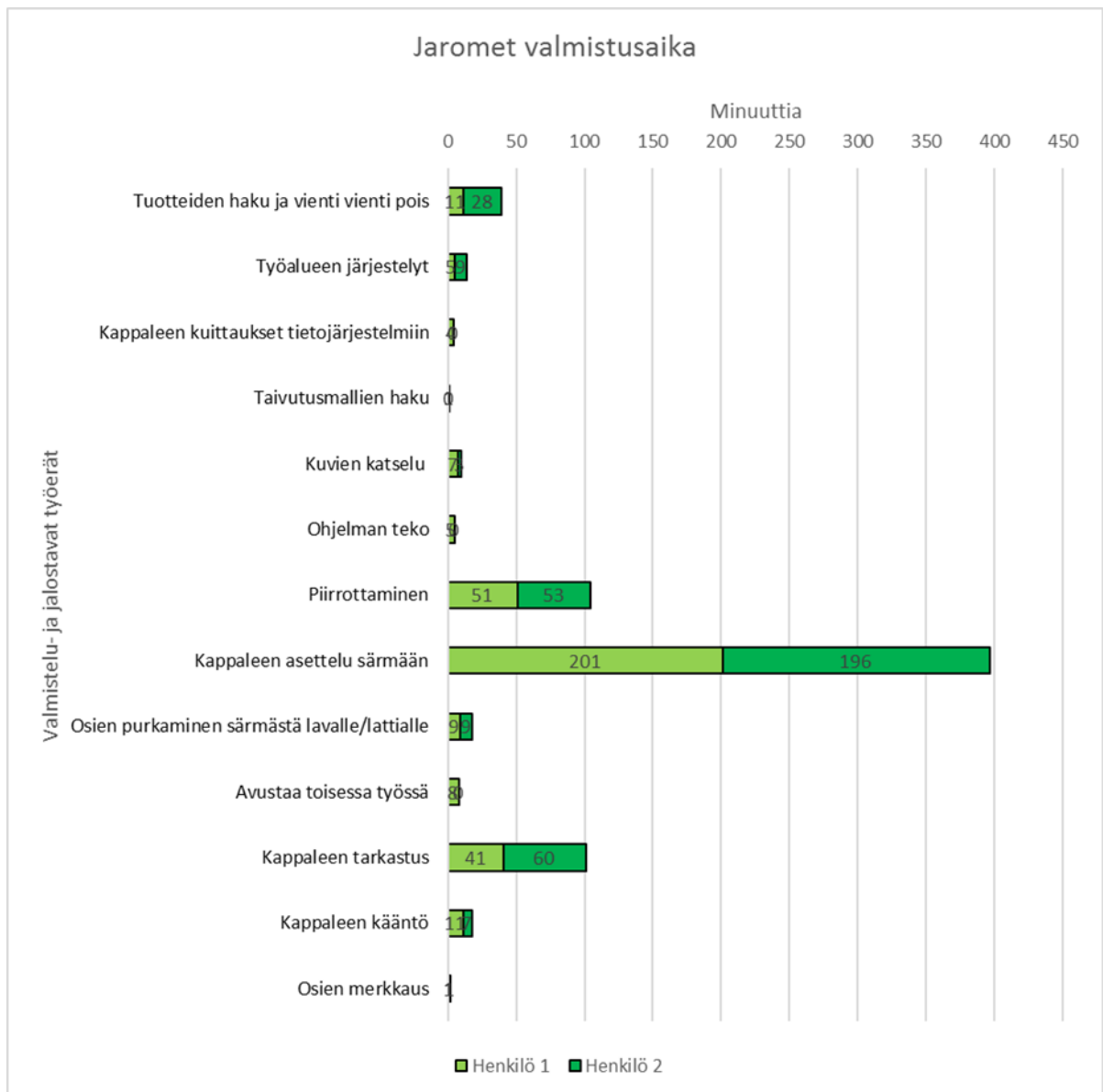
Kaaviossa on eri keltaisella kuvattuna apuaikaan määriteltävä aika, kun molemmat henkilöt ovat työpisteellä. Työtahti oli verkkainen, mutta kuitenkin tuottavaa työtä koko ajan. Apuaikaan lasketaan kaikki ei-tuottava aikamäärä, kuten kahvi ja ruokatauot ja keskustelutilanteet esimiesten tai työkavereiden kanssa sekä henkilökohtaiset WC- tai tupakointitauot työaikana.



KUVIO 12. Jaromet työpisteen häiriö- ja odotusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Häiriötilanteita ei juurikaan ollut havainnointitutkimuksen aikana. Muutaman kerran jouduttiin odottamaan nosturia, koska samassa hallissa toimii toisen yrityksen plasma- ja kaasuleikkauslinjat, joissa siirrettiin suuria leikattavia levyjä työpöydälle.

Seuraavassa kaaviossa näkyy valmistusaika, joka on tuottavaa ajankäyttöä työpisteellä. Valmistusaikaan lasketaan tuotetta edistävät työtehtävät. Kaaviosta nähdään selventävästi myös kappaleen asemoi-
mointiin ja tarkastukseen menevä aikamäärä ja piirrottamiseen menevä aika.

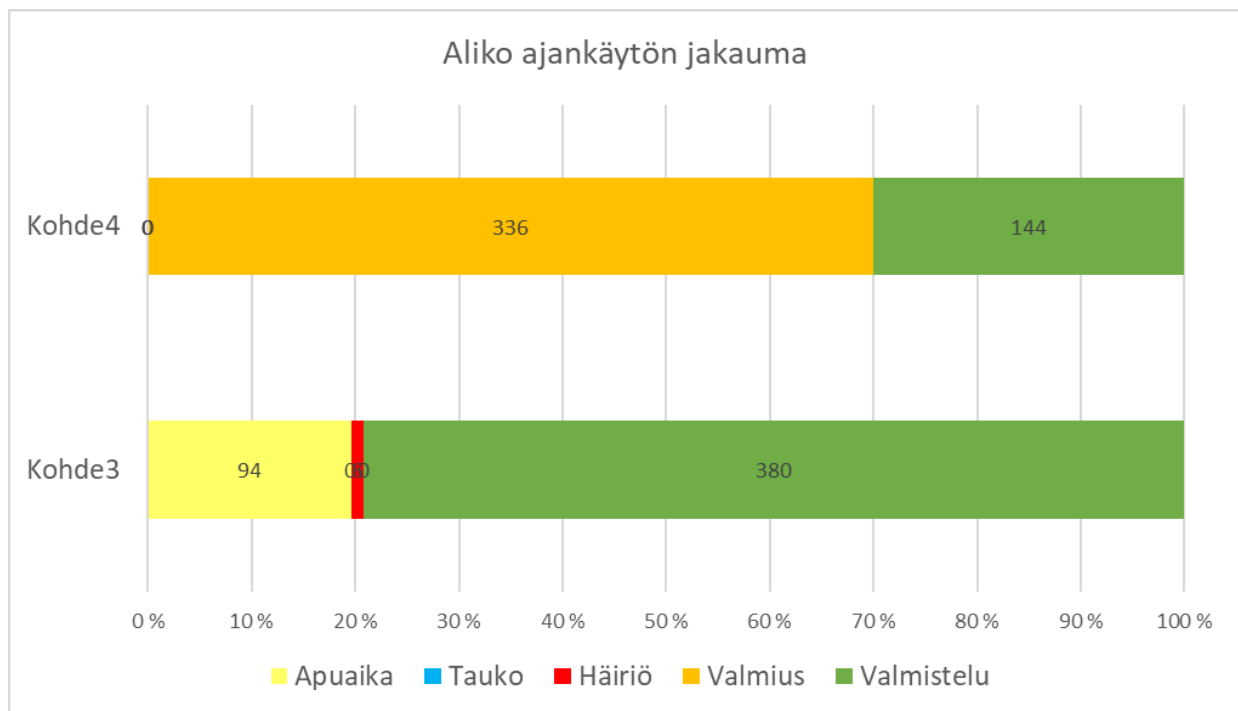


KUVIO 13. Jarometin valmistusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Jarometin työpisteen havainnointitulosten perusteella voidaan todeta, ettei työpisteellä ollut juurikaan häiriötilanteita mittausaikana. Työpisteellä kuitenkin menee paljon aikaa kappaleen asemointiin, koska kauhapohja on suuri. Piirrottamisen aikana työntekijän asento on myöskin epäergonominen ja erityisen rasittava selälle, koska työntekijä joutuu työskentelemään matalalla työtasolla kumarassa asennossa.

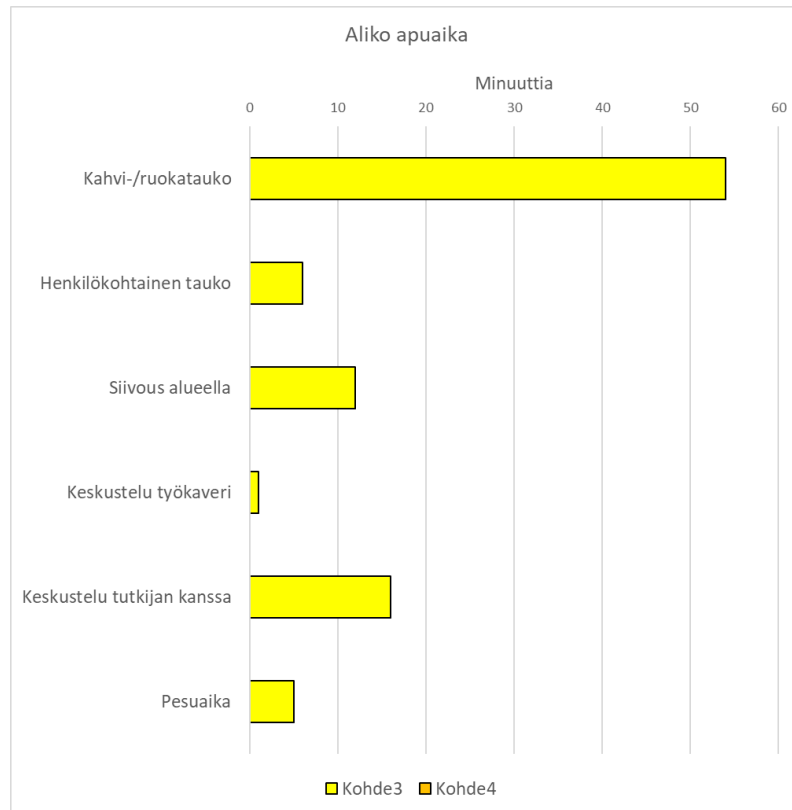
6.2 Havainnointitulokset Alikon särmästyöpuolelta

Oheisessa kuviossa on näkyvillä Alikon työpisteen havainnointitulokset aamu- ja iltavuorossa. Aamuvuoron särmäskappaleena oli tällöin auran puskulevyosia. Kohde 4 on särmäskone, ja Kohde 3 on aamuvuoron työntekijä.

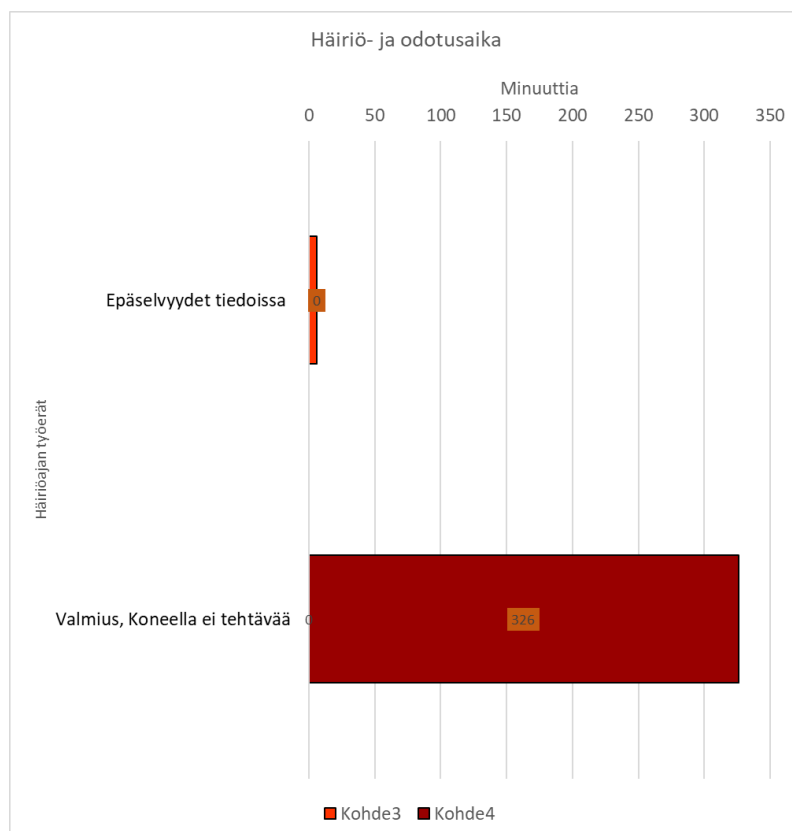


KUVIO 14. Alikon aamuvuoron ajankäytön jakauma aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Aamuvuorossa Kohde 3, eli työntekijä käytti valmisteluun 380 minuuttia ja apuaikaa kului 131 minuuttia. Valmiusaikaa ei kulunut lainkaan, mutta häiriöitä oli yhteensä 6 minuuttia työajasta. Kohteella 4 eli särmäskoneella valmisteluun kului 144 minuuttia ja valmiusaikaa oli 336 minuuttia. Apuaikaa ei kulunut lainkaan.

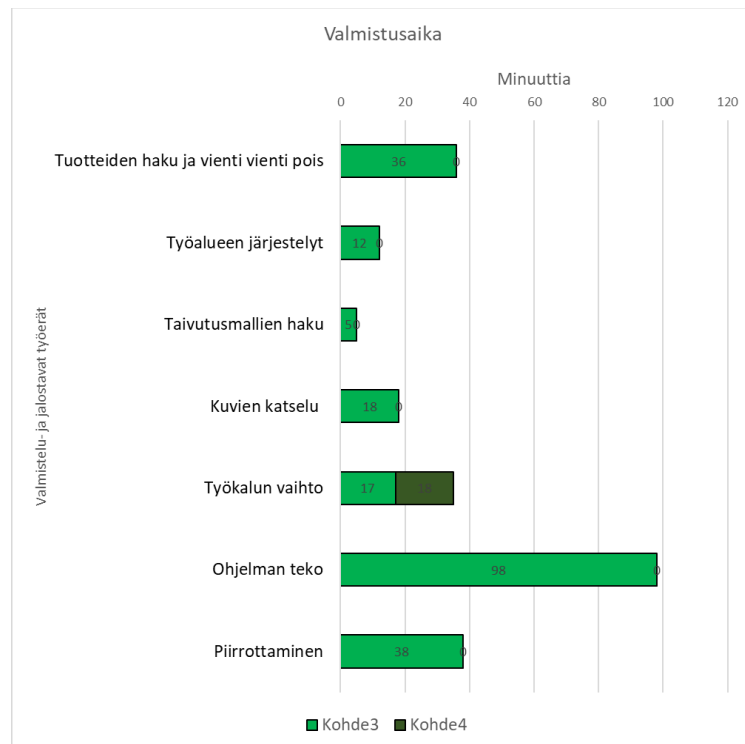


KUVIO 15. Aamuvuoron apuaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)



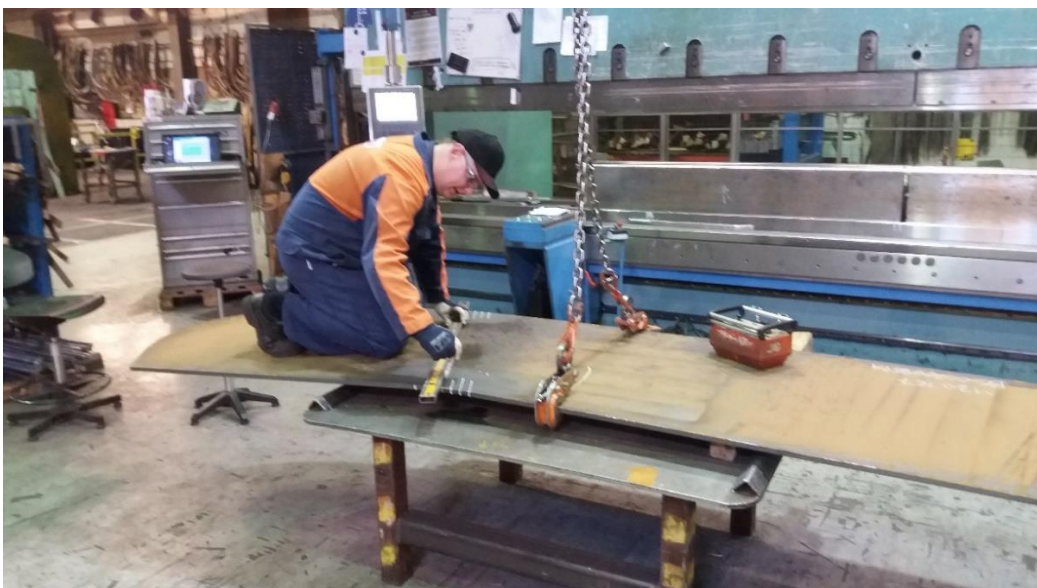
KUVIO 16. Aamuvuoron häiriö ja odotusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Kohteella 3, eli työntekijällä oli mittauksessa 6 minuuttia häiriömerkintää kuvien epäselvyyksien vuoksi.



KUVIO 17. Aamuvuoron valmistusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

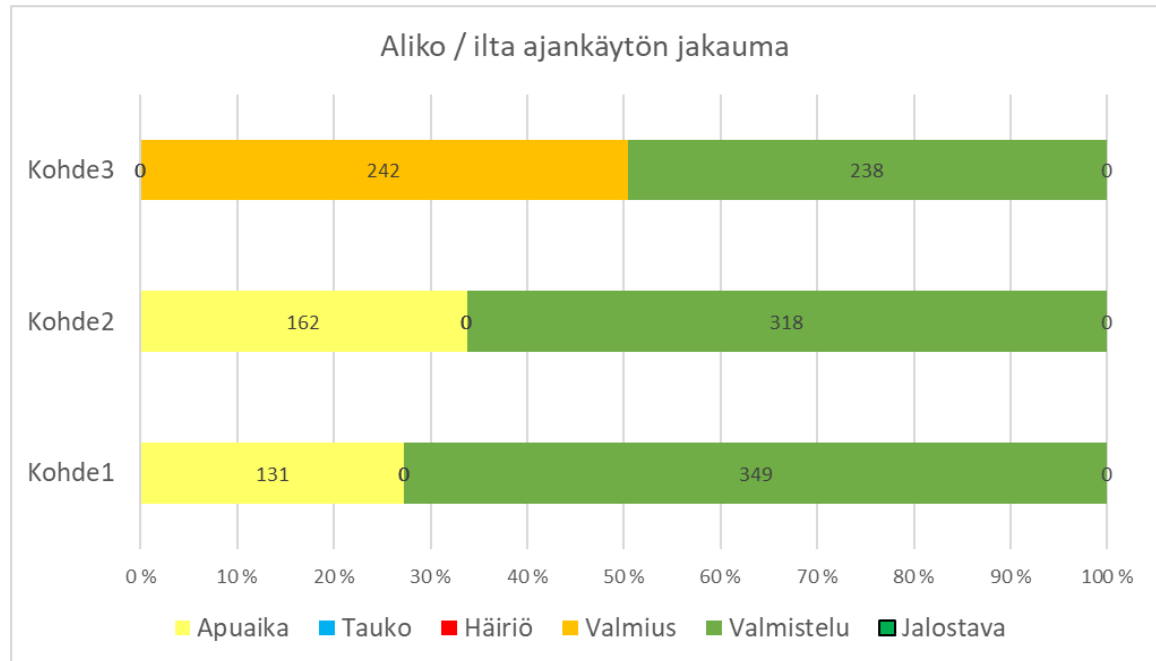
Kohteen 3 eli työntekijän valmisteluaikaa meni ohjelman muutoksiin, piirrottamiseen, työkalujen vaihtoon ja yleiseen järjestyksen pitoon.



KUVA 6. Taivutuskohtien piirrottaminen asemointia helpottavaksi viivoitukseksi

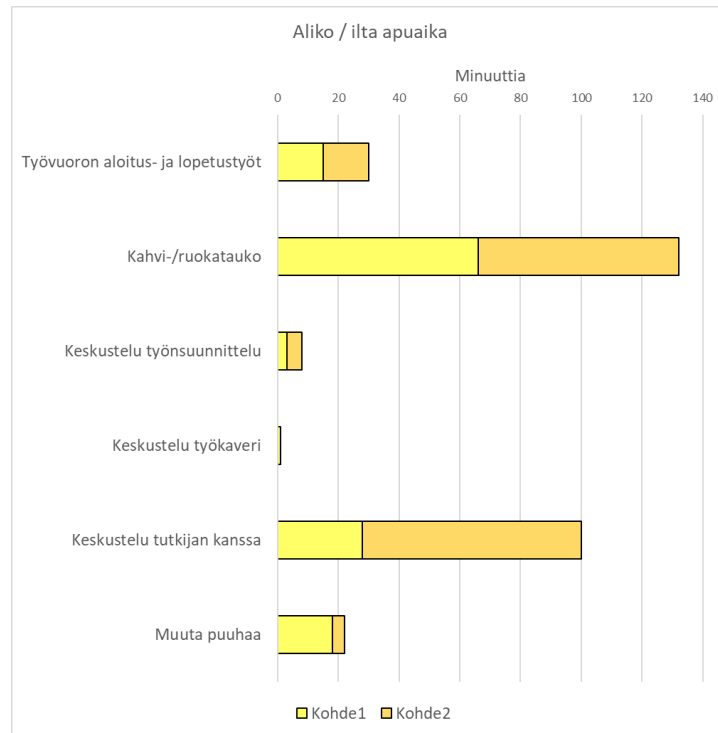
Työergonomisesti tarkasteltuna kuvassa oleva asento on rasittava työasento, mutta työntekijän mielestä se oli helpoin tapa viivoittaa taivutuskaapaleena ollut lumiauran puskulevy.

Iltavuoron ajankäytön jakaumakaaviossa Kohde 1 ja 2 ovat työntekijöitä ja Kohde 3 on särmäyskoneen aikajana.

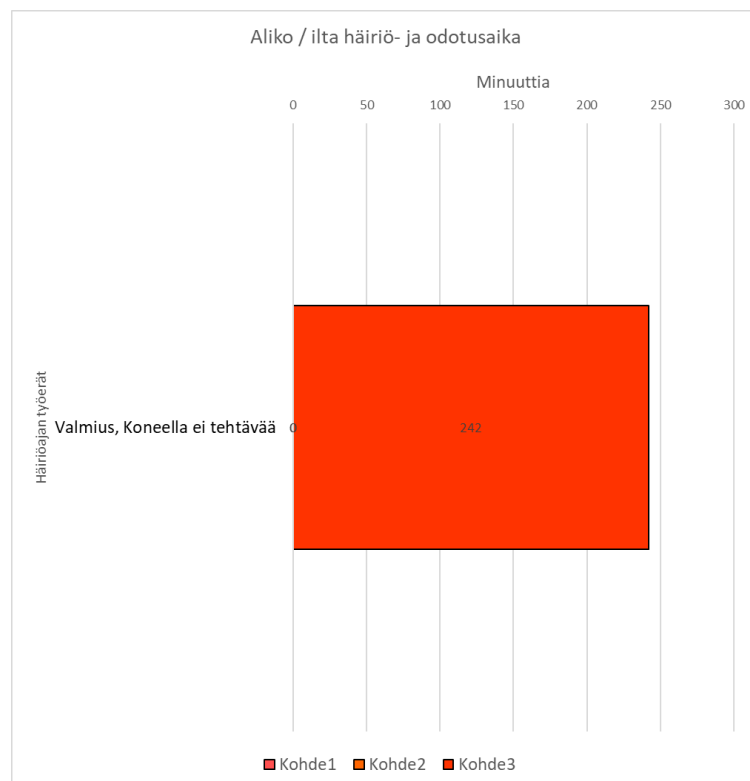


KUVIO 18. Iltavuoron ajankäytön jakauma aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Iltavuorossa työntekijöillä kului apuaikaa seuraavasti: Kohde 1 131 minuuttia ja Kohde 2 162 minuuttia. Jalostavaa aikaa Kohteelle 1 kirjattiin 349 minuuttia ja Kohteelle 2 taas 318 minuuttia. Kohde 3, eli särmäyskone oli käytössä molemmilla työntekijöillä ajallisesti lähes yhtä paljon; Kohde 1:llä 242 ja Kohde 2:lla 238 minuuttia. Häiriöaikaa ei iltavuorossa tullut lainkaan.

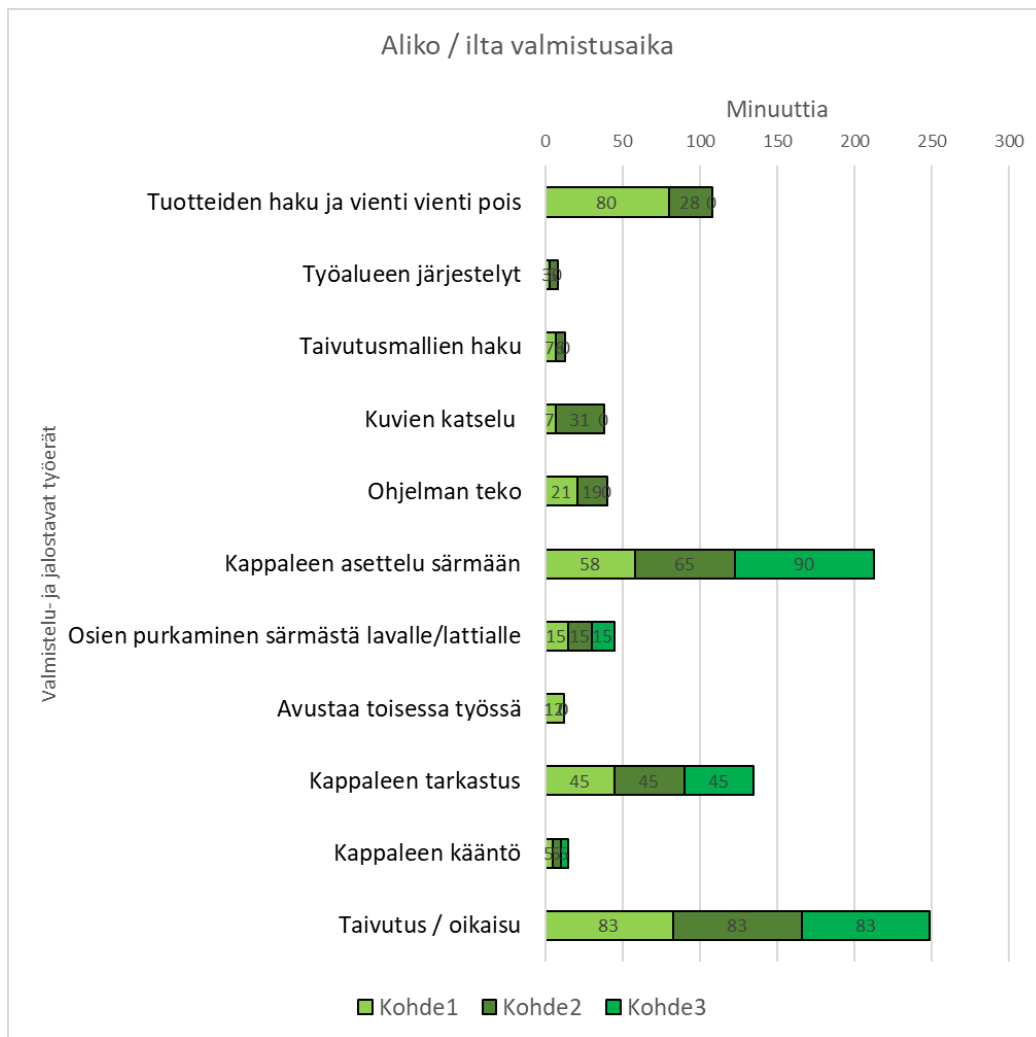


KUVIO 19. Iltavuoron apuaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 20. Iltavuoron häiriö ja odotusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Valmiusaika koneella selittyy koneen odotusajaksi: kun koneella ei ole tehtävää työntekijöiden muiden tehtävien ohella, se lasketaan tällöin valmiusajaksi.

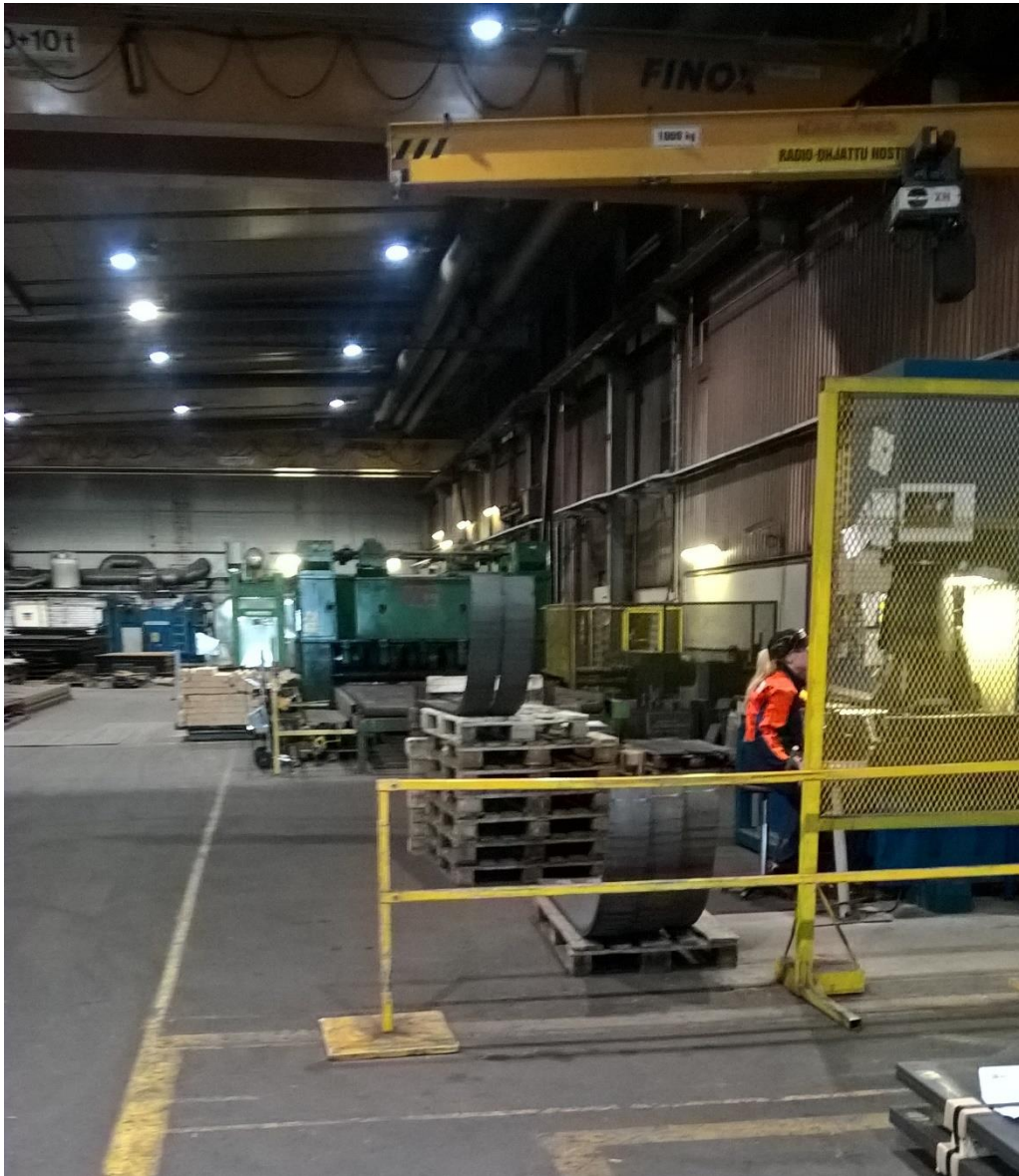


KUVIO 21. Iltavuoron valmistusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Iltavuorossa valmistusaikaan sisältyi samoja työtehtäviä kuin aamuvuorossa: kappaleen asettelua särmään, järjestelyä, tuotteiden vientiä ja hakuja, kappaleen tarkastusta astekulmalla ja itse särmäystä. Samaten iltavuorossa kuluu aikaa myös ohjelman tekoon ja korjainten muutoksiin.

7 HAVAINNOINTITULOKSET TAIVUTUS -JA C-PURISTINTYÖPISTEISTÄ

Taivutus- ja C-puristimet ovat eri hallissa kuin särmäyskoneet ja ne ovat lähes vastakkain sijoitettuna ennen lähettämöaluetta. Taivutuspuristimen tavaransäilytystila on pieni ja usein myös täynnä tulevaa tai lähtevää tavaraa.



KUVA 7. Taivutustyöpaikkeen työturvallisuuteen liittyvä vaaratilannekuva

Korkeat taivutuspalat sijaitsevat tilapäisellä työpöydällä, joka on koottu kuormalavoista. Kuvan tilanteessa trukki oli törmätä kuormalavapinoon ja kaataa kappaleet työntekijän työalueelle. Havainnointitutkijan sijainti oli kuvan ottopaikassa ja kuvan vasemmalle puolelle jää oikaisutyöpaiste käytävän vastapuolella.

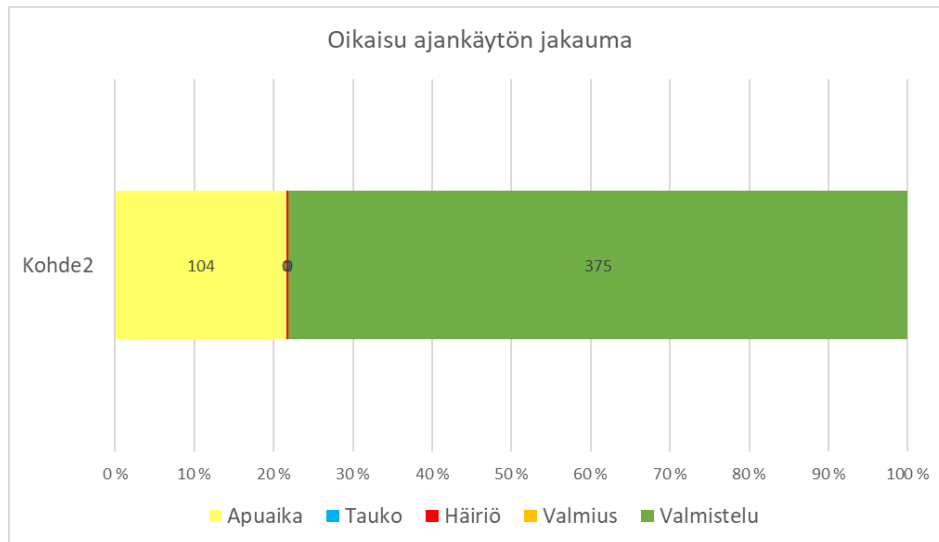
Oikaisupuristimella työn alla oli eri alihankintavalmisteita ja paperikoneiden rengaslaippoja. Iltavuoron havainnointitutkimus päättyi 4 tunnin jälkeen esimiehen jouduttua hälytystyötehtävän pariin toiseen halliin, eikä sijaiseen oltu varauduttu.



KUVA 8. Oikaisupuristimen työpaiste. Työn alla alihankintaan menevien laippojen oikaisua

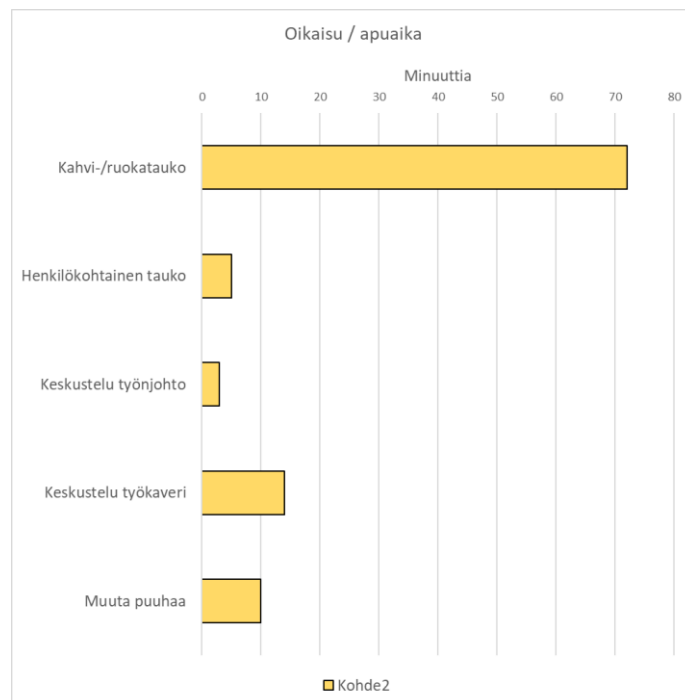
7.1 Havainnointitulokset taivutus – ja oikaisutyöpisteiltä

Seuraavassa kuviossa näkyvät oikaisutyöpisteen aamuvuoron havainnointitulokset.

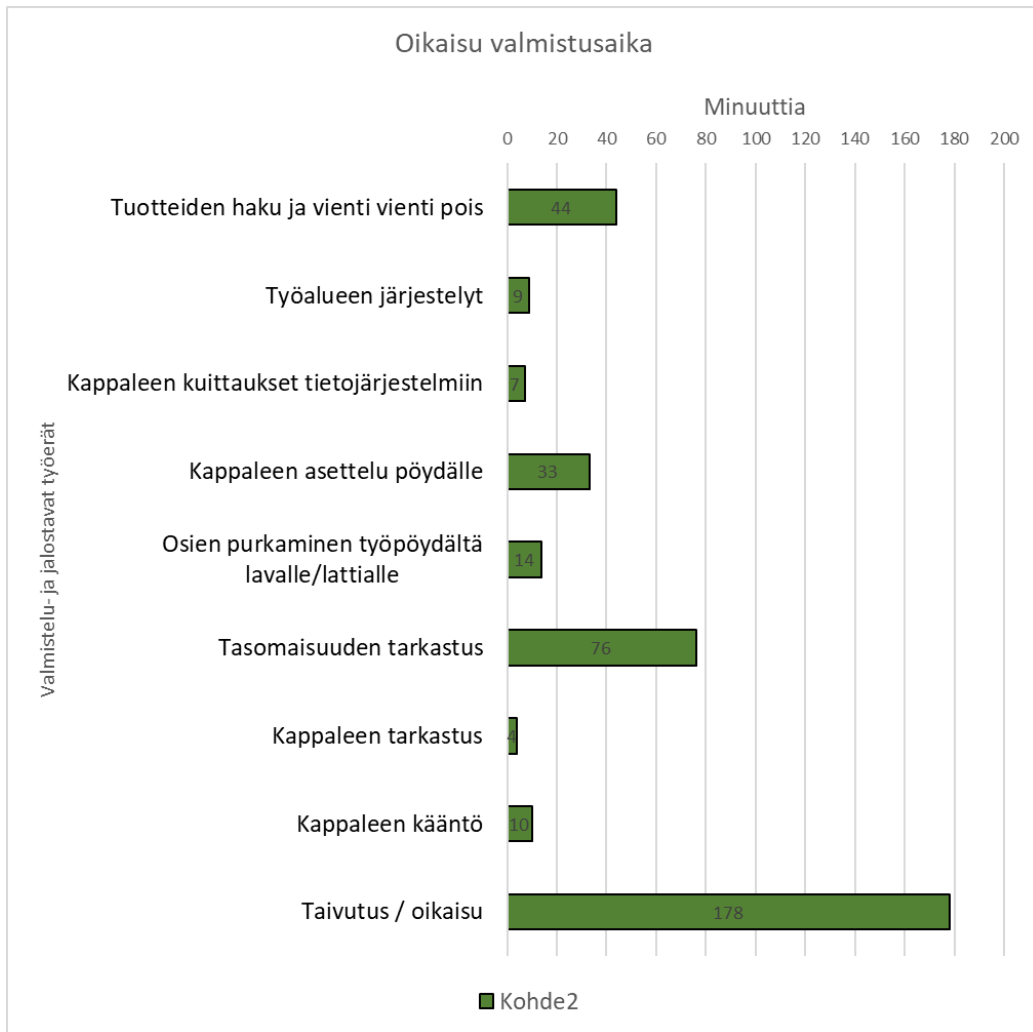


KUVIO 22. Oikaisutyöpisteen ajankäytön jakauma aikajana kaaviossa (LIITE 2.)

Aamuvuoron työntekijä eli Kohde 2 käytti apuaikaan 104 minuuttia ja valmistelu-aikaan 375 minuuttia. Häiriötilanteisiin meni mittauksen aikana vain minuutti.



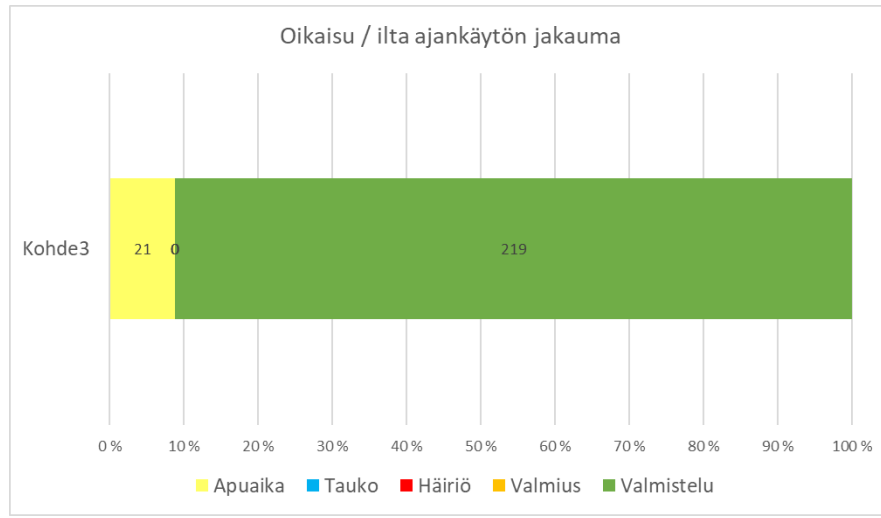
KUVIO 23. Oikaisutyöpisteen apuaika aikajana kaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 24. Oikaisutyöpisteen valmistusaika aikajana kaaviossa (LIITE 2.)

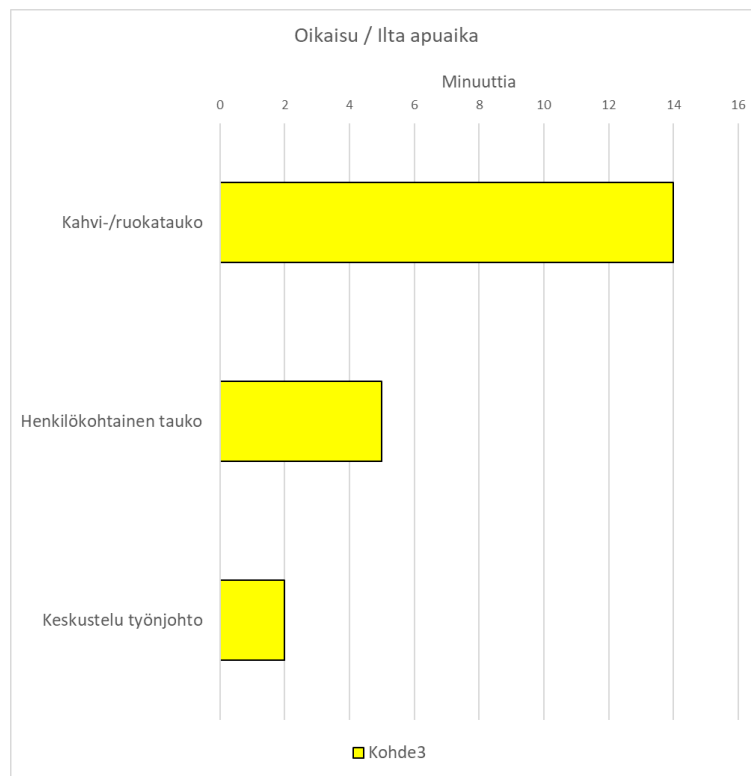
Yhteenvedona oikaisupisteen aamuvuoron havainnointituloksista voidaan todeta työpisteen tuottavuuden olevan hyvällä tasolla. Eri työtehtäviin kuten tasomaisuuden tarkastukseen meni paljon työaikaa työpäivän aikana. Työpisteen järjestelyyn meni kohtuullisen vähän aikaa. Työnmittaushetkellä olevien kappaleiden kiinnitykseen meni paljon aikaa, joka on väistämättä pois tuottavasta ajasta. Vuoronvaihto oli kuitenkin sujuva työpisteellä ja vuorojen välinen kommunikaatio pisteellä sujui hyvin.

Oikaisutyöpisteen iltavuoron havainnointituloksista voidaan nähdä, että tutkimusaika oli poikkeuksellisesti vain 240 minuuttia havainnointimittauksen keskeydyttyä 4 tunnin jälkeen esimiehen hälytystehtävän johdosta.

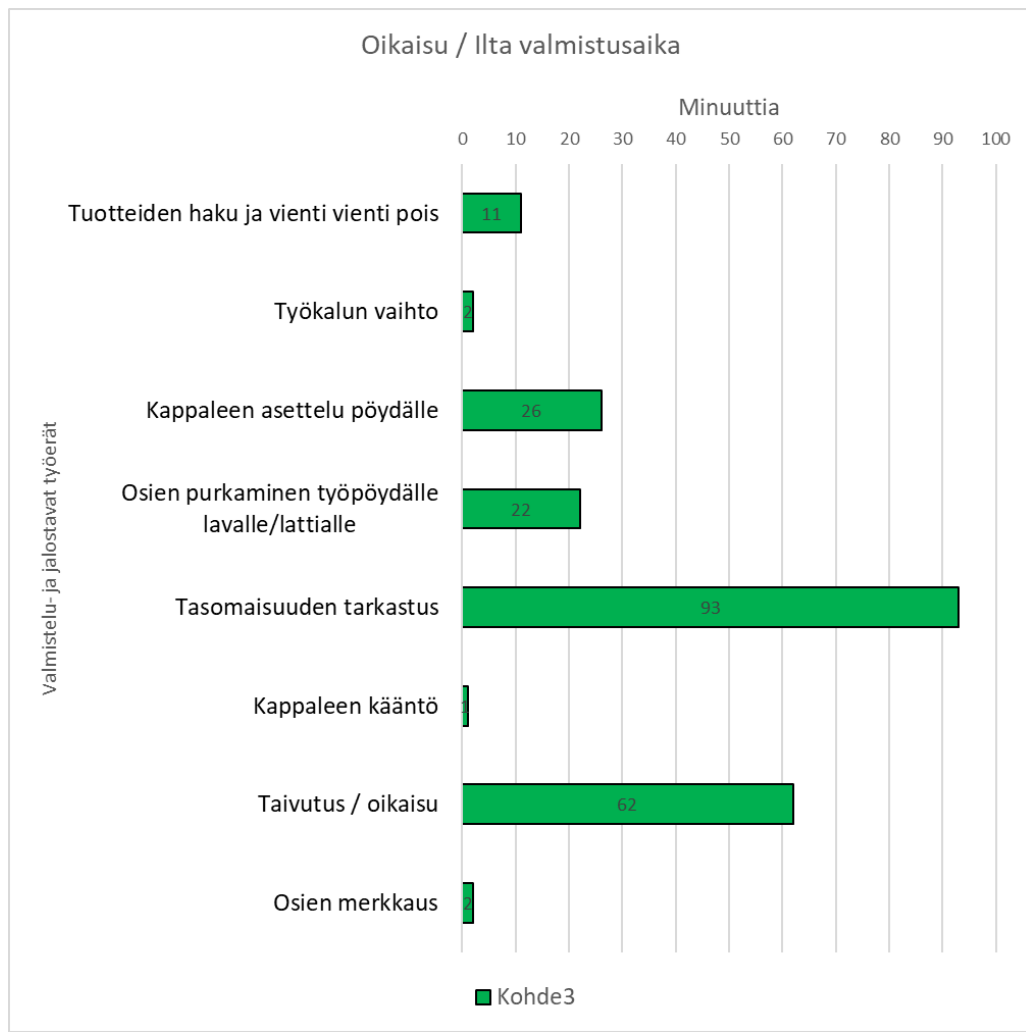


KUVIO 25. Oikaisutyöpisteen iltavuoron ajankäytön jakauma kaaviossa (LIITE 2.)

Työpisteen työntekijällä eli Kohde 3:lla meni apuaikaan 21 minuuttia ja valmistelu aikaan 219 minuuttia.



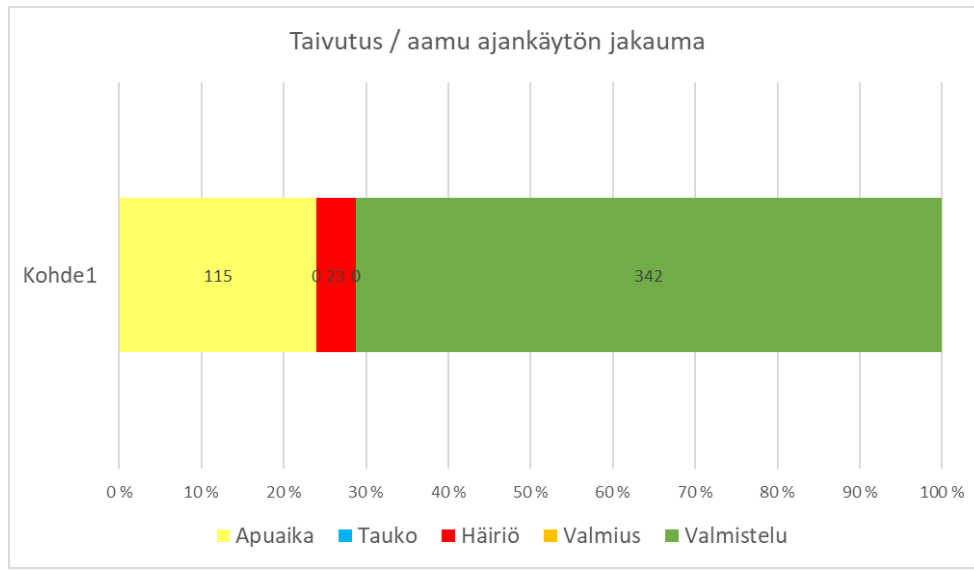
KUVIO 26. Oikaisutyöpisteen iltavuoron apuaika ajankäytön kaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 27. Oikaisutyöpisteen iltavuoron valmistelu-aikajana kaaviossa (LIITE 2.)

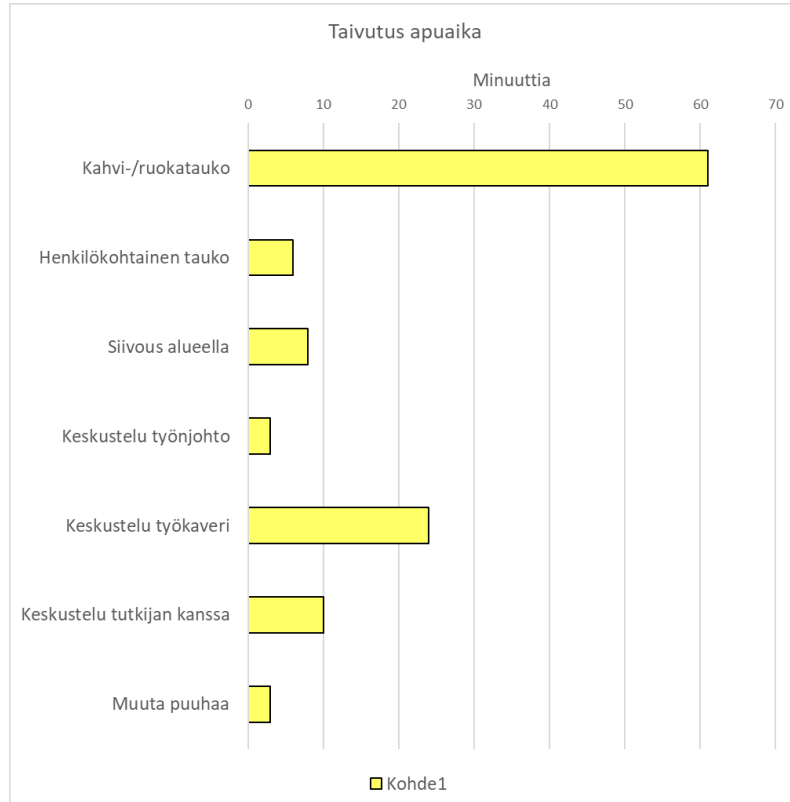
Yhteenvedona oikaisutyöpisteen havainnointituloksista voidaan todeta aamuvuoronkin osalta tuottavuuden olevan hyvä. Iltavuoron työn alla olevien kappaleiden suoruustoleranssit olivat kovat, joten kappaleiden tasomaisuuden tarkastamiseen meni paljon aikaa. Myöskin kappaleiden suuri koko hidasti kappaleiden siirtelyä ja asettelua työpisteellä.

Taivutustyöpisteen aamuvuoron havainnointitulokset:

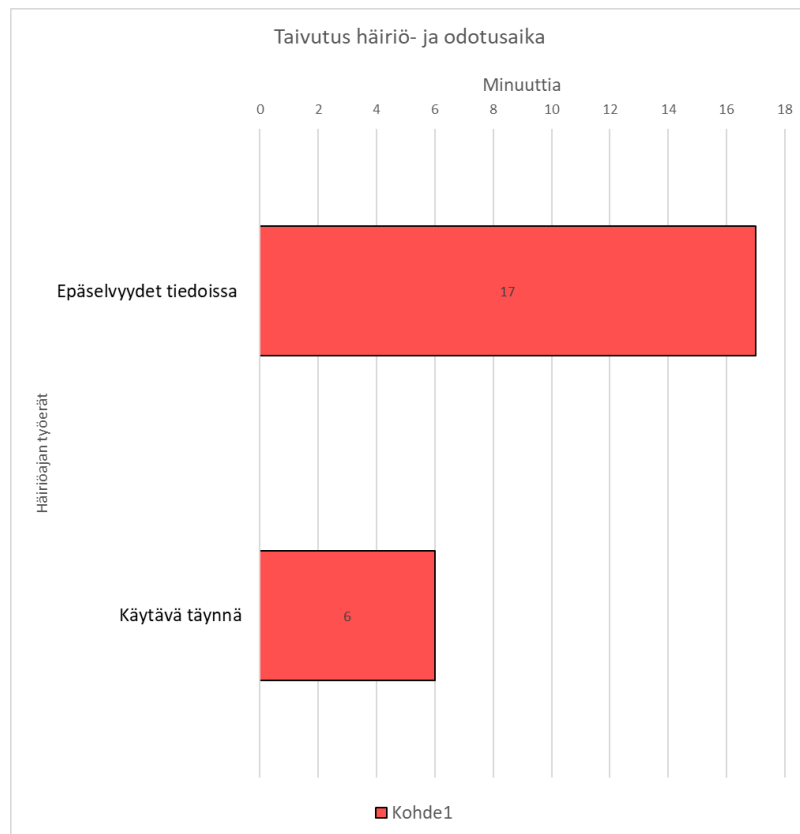


KUVIO 28. Taivutustyöpisteen aamuvuoron ajankäytön jakauma kaaviossa (LIITE 2.)

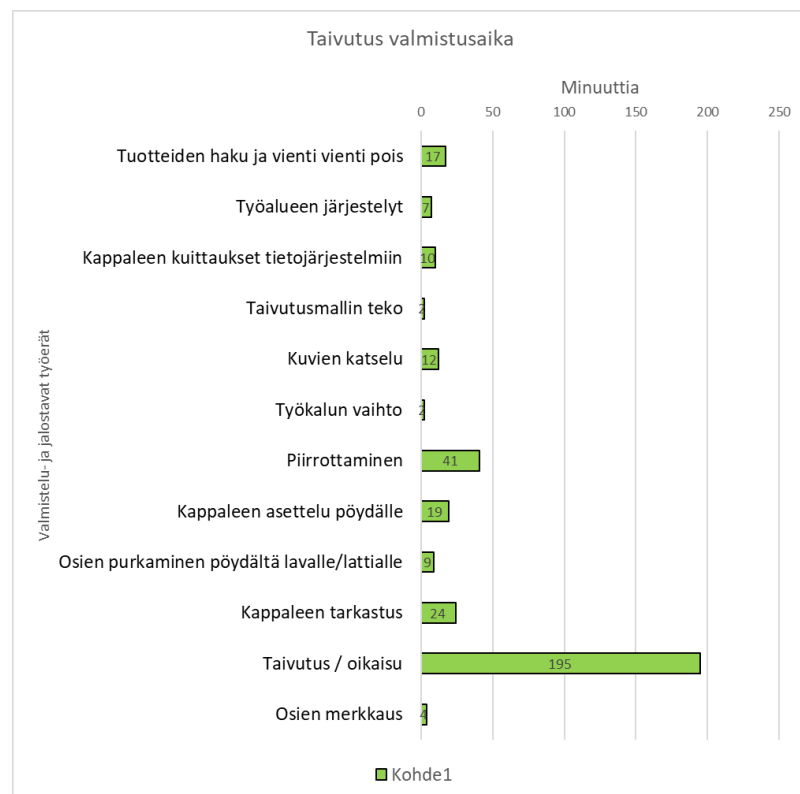
Työntekijä eli Kohde 1 käytti apuaikaan 115 minuuttia, ja valmistelu-aikaan 342 minuuttia. Häiriöitä aamuvuoron aikana kertyi 23 minuuttia.



KUVIO 29. Taivutustyöpisteen aamuvuoron apuajan ajankäyttäjänä (LIITE 2.)



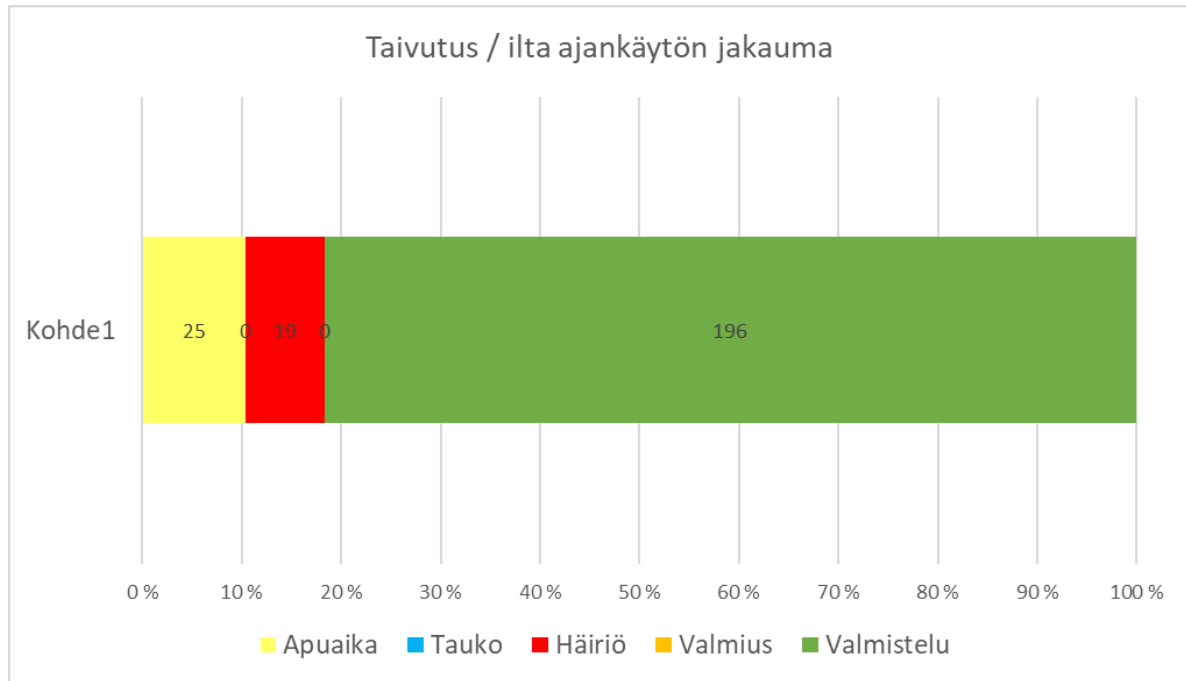
KUVIO 30. Taivutustyöpisteen aamuvuoron häiriö – ja odotusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 31. Taivutustyöpisteen aamuvuoron valmistusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

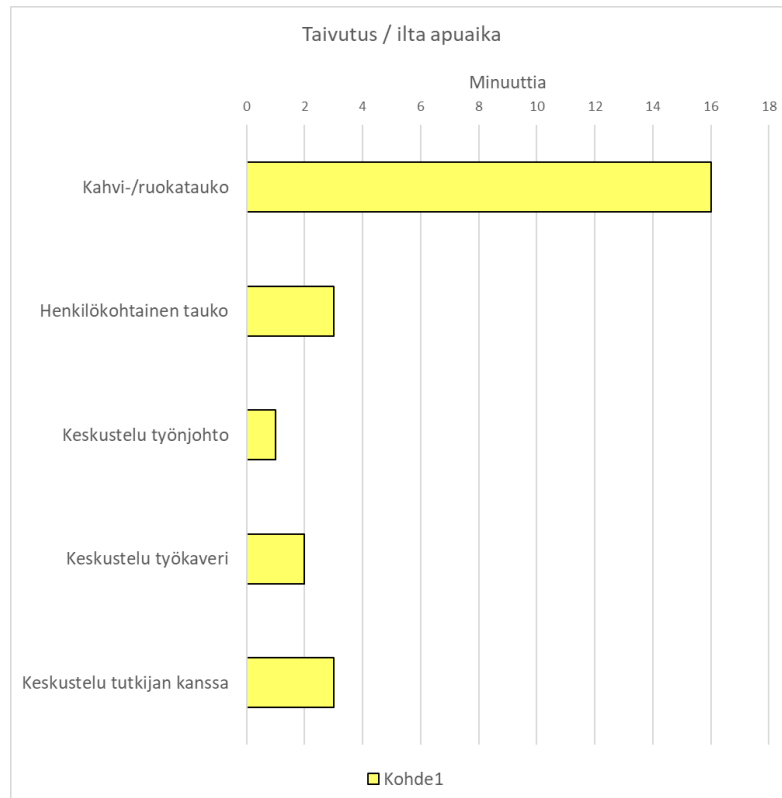
Yhteenvetona aamuvuoron taivutustyöpisteen havainnointituloksista voidaan sanoa tuottavuuden olevan erittäin hyvä. Ainoat häiriötilanteet olivat piirustuksista löytyneiden puutteiden aiheuttamia, jotka saattavat myös hidastaa työtahtia ja vaikeuttaa kappaleiden liikuttelua ja järjestelyä.

Kuten aiemminkin todettiin, tutkimusaika iltavuorossa oli poikkeuksellisesti vain 240 minuuttia havainnointimittauksen keskeytettyä 4 tunnin jälkeen esimiehen hälytystehtävän johdosta.

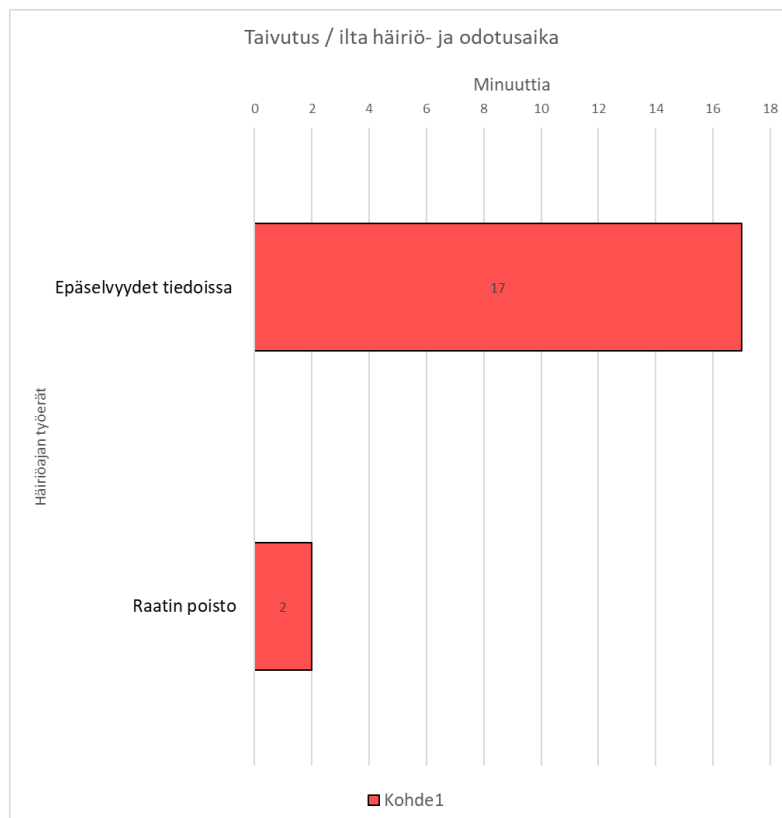


KUVIO 32. Taivutustyöpisteen iltavuoron ajankäytön jakauma kaaviossa (LIITE 2.)

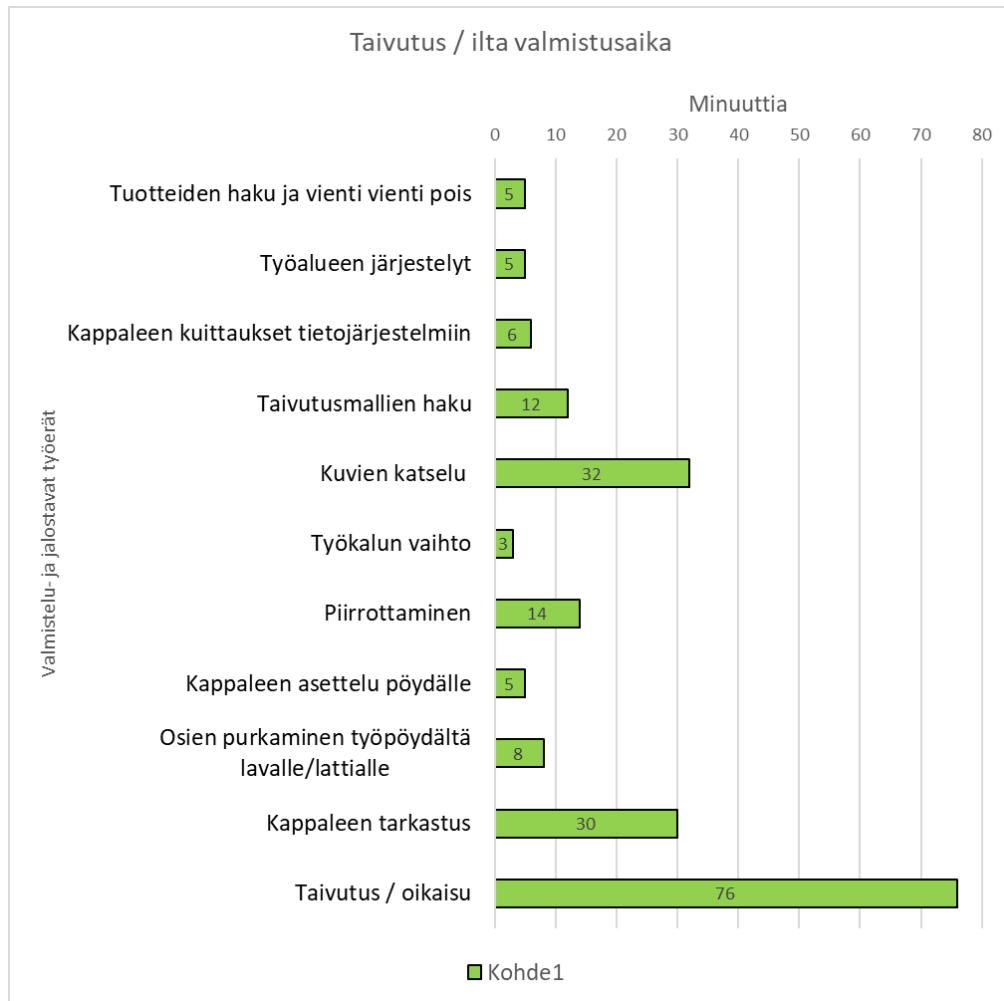
Työntekijällä eli Kohde 1:llä kului apuaikaan 25 minuuttia, ja valmisteluaikaa 196 minuuttia. Häiriöaikaa kertyi 19 minuuttia.



KUVIO 33. Taivutustyöpisteen iltavuoron apuaika aikajana kaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 34. Taivutustyöpisteen iltavuoron häiriö -ja odotusaika aikajana kaaviossa (LIITE 2.)



KUVIO 35. Taivutustyöpisteen iltavuoron valmistusaika aikajanakaaviossa (LIITE 2.)

Yhteenvedona iltavuoron taivutustyöpisteen havainnointituloksista voidaan todeta häiriötilanteita olleen jonkin verran. Kuvissa oli ollut epäselvyyksiä, kappaleiden kuva ja taivutusmallit poikkeavia ja työpisteellä olevissa kappaleissa oli myöskin leikkauksesta jääneen raatin poistoa. Kuvakansioissa oli myöskin epäselvyyksiä taivutuskappaleen vaihtuessa.

8 TULOSTEN ESITTELY JA KEHITYSPALAVERIT

Kehitystyöryhmät koostuvat työntekijöiden edustajista, työnjohdon edustajista, johtoryhmän edustajista, ja Palkkataidon asiantuntijasta. Edellä mainittujen lisäksi myös tämän opinnäytetyön tekijät olivat mukana. Yleisesti olisi suositeltavaa, että myös yrityksen luottamushenkilö kuuluisi työryhmään.

Kehityspalaverin tarkoituksena oli herättää keskustelua työntekijöiden keskuudessa omasta työnteosta ja työtavoista. Palaverissa annettiin työntekijöiden puuttua epäkohtiin ja antaa kommentteja havaitsemiinsa epäkohtiin, joita työpäivän aikana hän itse tai työntutkija on kirjannut ylös. Kehityspalaverissa ideoitiin uusia parannuksia työkaluihin tai työpäivän järjestelyihin. Näiden lisäksi myös työnohjaukseen ja työmääräysten puutteisiin tai epäkohtiin puututtiin palavereiden aikana. Kehityspalaverin aikana työntekijät ryhmiteltiin työpisteiden mukaan, joissa he saivat hetken käsitellä tuloksia ja ideoida parannusideoita esille paperilapuille, jotka sitten koottiin seinälle näkyviin. Sen jälkeen työntekijät pisteyttivät ideansa tärkeysjärjestykseen. Palaverin jälkeen ideat koostettiin Excel-taulukoon pisteytettynä selkeässä muodossa työnjohtoportaalille ja kehitystyöryhmään kuuluville henkilöille nähtäväksi. Kehityspalaverien kootut tulokset plasma -ja kaasutyöpisteestä ja taivutus -ja särmästyöpisteestä on esitetty alla Excel-taulukoissa.

Havainnointitutkimuksen tulokset käsiteltiin ja koostettiin infotilaisuuteen, jossa henkilöstölle kerrottiin, kuinka heidän työaikansa on esillä tuloskaaviossa. Tulokset esitettiin Powerpoint-diaesityksenä koko henkilöstölle samanaikaisesti. Kun tarkastellaan ihmisten työaikaa ja sen käytön seuraamista, on syytä pohtia sanavalintoja ja varoa esittämästä kritiikkiä kielteisesti. Ihmiset ovat kuitenkin ylpeitä työstään ja haluavat myös kokea arvostusta työpanoksestaan ja työnjäljestään. Infotilaisuuden kokoontumisesta ilmoitettiin henkilöstölle ja esimiehille muutamaa viikkoa ennen.

Kun tulokset käytiin yhdessä läpi ja keskusteltiin mittaustuloksista ja niiden parantamisesta, päätettiin kehityspalaverin aikataulusta, ja valmisteltiin palaverin materiaalit ja päivän aikataulut ja tavoitteet. Kehityspalaverin tarkoitus on puuttua epäkohtiin, joita havainnointituloksista ilmennyt ja saada kehitysideoita ajankäytön parantamiseen. Kehityspalaverin tarkoituksena on myös löytää parannusehdotuksia työtapoihin ja työvälineisiin sekä kehittää tiedonkulkuun vaikuttavia asioita. Esitetyt kuvat ja taulukot ovat nähtävänä ryhmän jäsenille yrityksen verkkosivulla.

8.1 Kaasu -ja plasmatyöpisteen kehityspalaverin tulokset

Pisteytys koostuu työntekijöiden antamista pisteistä 1–5:een. Alla on pisteytetty kehityspalaverissa saadut tulokset eri parannusehdotuksille.

TAULUKKO 3 Plasma- ja kaasun kehitysajat pisteytettynä.

Laatija: Jari Päivärinta / 13.6.2017	
Kaasun ja esilämmitys yhteistyön organisointi (kaasu)	
	Induktiolämmitin
	Vuoronaikaiset esilämmitykset ennakkotietoina 2-3 päivää aikaisemmin
	Ennakointi: Uunin ja kaasun työtilanteet
	Esilämmityslistat
	Ei kiiretilauksia työjärjestystä sotkemaan
	Tieto lämmittäjälle lämmitettävistä vuorokohteisesti (2-3 päivää aikaisemmin)
	Kiiretöiden organisointi
MUUT	Tarveajan mukaan karkaisun rytmittäminen
	Etsimisavun tarve (karkaisun päässä)
Vuorovaihdot (plasma + kaasu)	
	Pyritään jättämään selvät senssit vuorovaihtoon
	Ei levällään olevia töitä tai keskeneräisiä (merkkaukset, järjestely, jne)
	Ei keskeneräisiä paperitöitä (nestix, miilux, sulatenumerot)
	Ajoissa vuorovaihtoon tiedonvaihtoa varten (pesuaika huomioiden)
	Muistilappu vuorovaihdossa: Häiriöraportti, varastoraportti (levyjärjestys vuorokohteisesti)
	Poltto-ohjelmien järjestäminen (polttojärjestyksessä: Levyjärjestys sen mukaan)
	Liukuva työaika
MUUT	Vuorottaja (?) Siirtää tarvittavan tiedon ja käyttää konetta samalla
	Vuoron jälkeen tieto jätettävä seuraavasta työstä
Työnorganisointi + koneenkäyttöasteen nosto (plasma + kaasu)	
	Viimeistelijän tarve (uusi työntekijä) Puhdistus, polttojätehuolto
	Rangan paloittelu polton aikana (jos pöytä kahdennetaan)
	Trukkikuski / Järjestelijä (Plasma + Kaasu puolelle)
	Pöydän purku polton aikana
	Päivävuoron työntekijä auttaa pöydän purussa ja merkkauksissa (2 pistettä)
	Plasman käyttäjä vaihtisi/käyttäisi taukojen aikana
	Lukittu työjono vuorolle
MUUT	Pöytien erillistäminen (Kaasulla)
	Levyvaraston selkiytyminen -> järjestelmällä lisätilaa
	Tietojärjestelmien keskittäminen Nestixiin
	Nyt 3 eri järjestelmää -> ylimääräistä tiedonsiirtoa
	Nestit ajoissa: Ehtii järjestellä levyt Nestix polttojärjestykseen
	Työsuunnittelu: Nestix järjestys pysyvä vuorokohteisesti
	Levyjen etsiminen aina polttojen aikana (iltavuoro)
	Uuden polton valmistelu aina polton aikana jos mahdollista
	Iltavuoron taukojen porrastus (jos pitkät poltot)
	Päivävuorossa oleva vuorottaa aamuvuoron
	Logistiikka nopeammaksi (plasman ongelma)

8.2 Särmäys, taivutus -ja C-puristimen kehityspalaveri tulokset

Särmäys- ja taivutus taulukon pisteytys koostuu työntekijöiden antamista pisteistä 1-7. Työntekijät antoivat 2 pistettä tärkeimmälle kohteelle halutessaan.

TAULUKKO 4. Särmäys- ja taivutus kehitysideat pisteytettynä.

Laatija: Jari Päivärinta / 21.6.2017	
Särmäys ja C-puristin kehityskohteet	
Kaikki	Työjärjestys
»»»»»»»»»»	Kaikki osat merkataan, ei vain päällimmäistä. Lasermerkkkaus tulossa
»»»»»»»»»»	Työt jaoteltava työnalle toimituspäivän mukaan
»»»»»»»»»»	Tilauskohtaiset osat samalla kuormalavalle
»»»»»»»»»»	Miilux 2 työjonojen kuittaus ajantasalle ja ylläpito pidettävä ajantasalla
»»»»»»»»»»	Järjestelijä siirtää ajoissa tai oikeanlaisesti työpisteeltä toiselle
»»»»»»»»»»	Kiila -ja peltikärkyjen säilytys käytävällä lopetettava (poislukien talviaika)
MUUT	Varastotilaa lisää valmiille tuotteille
	Varaston järjestely ja ylläpito toimituspäivien mukaan
Kaikki	Taivutusmallit
opinnäytetyön aihe	Taivutusmallit sähköiseen muotoon (säde & kulma hakutoiminto kirjastoon, kuvien skannaus)
	Sähköiseen kirjastoon tiedot: Säde, kulma, värikoodit, mallinnumero
Taivutusmallit	Taivutusmallien varastointi tapa : ripustustavan parannus
MUUT	
Särmäys (2 menetelmää)	Ohjelmointi
Perinteinen	Numereeninen
Helppo ohjelmointi tapa	Ei tarvitse mallia niin paljon
Vähemmän esitöitä	Vaatii paljon enemmän esilaskentaa
"vanhan koulun ohjelmointia"	Hitaampi opettaa aloittelijalle (koulutus pohjasta riippuvainen)
	Ei välttämättä tuota ihan mallin mukaisia kappaleita
MUUT (Aliko Cybelec)	Ohjelmistopäivitys numereeniseen ->2D kuvan hyödyntäminen
	Tällä hetkellä ei näytä kuin "perinteisellä" 2D mallennuksen
	Numereeniseen jos saa, ohjelmointi nopeutuisi?
Särmäys / Taiv. Oik.	Laser piirrottaminen (automatoisoitu)
Merkkkaus (Jaromet)	Ohjeistus otettava särmääjiltä
Merkkkaus (Aliko mukaan lukien)	C-puristimelle riittää taitealue ja keskikohta
	C-Puristin Layout
Valaistus	Lisää valaistusta taivutuspyödan vasemmalle puolen
Kunnossapito	Kohdistimen kiinnityksen korjaus
ATK	Tabletti, liittinäyttö PC pöydän viereen kuvien katselua varten
ATK	Vähentää kansioiden selailua
ATK	Tulostustarpeen vähennys
Asemointi	Taivutuskoneen siirto puomin vasemmalle puolen seinää vasten
Asemointi	Työskentely tila kasvaa
Asemointi	Varastotila kasvaa
Asemointi	Työturvallisuus kasvaa, pois liikenteen vierestä
Särmäys	Nostomenetelmät
Kappalekoko	Yksin vuorossa oleville pienemmät kappaleet työvuoroon
Aliko valolippa	Voiko pienentää? Viistää?
Aliko kraana	Koukun ketjulukko tarkastettava, vaihdettava lukittuvaan työturvallisuus syistä
Trukki	Voisi käyttää enemmän jos olisi tilaa

8.3 Kehitystyöryhmän ideointien toteutus

Kehitystyöryhmien pisteytetyt huomiot ja parannusehdotukset ovat ensisijaisesti helposti toteutettavia ja taloudellisia, jonka vuoksi niiden toteuttamista on syytä harkita. Molemmissa palavereissa tuli esille huomioita ja ehdotuksia, jotka liittyvät tietotekniseen työnorganisaatioon, työmääräisiin, tuotteiden pii-rustuksiin ja yleisesti organisaation tiedonkulkuun liittyviä seikkoja. Kaikki palavereissa esitetyt ideat olivat myös toteutuskelpoisia. Henkilökunnan omalla asennoitumisella onkin erittäin suuri merkitys työnkehittämisessä, erityisesti tuotannon sujuvuuden kannalta.

Plasma- ja kaasutyöpisteiden sujuvuutta parantamaan nousi esille useita työvuoron aloitukseen liittyviä ja helposti käyttöön otettavia keinoja. Kaikkien työpisteiden kannalta nähtiin haastavaksi IoT-toimin-nanohjausjärjestelmän nykyinen jäykkyys ja tietojen siirtäminen useaan paikkaan ja sen etsintä useasta paikasta. Nestix ja Miilux-järjestelmän tiedonsiirtoon toivottavasti löytyy parannusehdotuksia tuotannon kannalta, koska tuotannossa on tällä hetkellä monta eri tiedonsiirtojärjestelmää käytössä. Tiedonsiirto-järjestelmät sisältävät samoja tietoja, mutta eivät kommunikoi keskenään, joten työjonojen kuittaaminen ja ajan tasalla pitäminen on vaikeaa.

Logistiikka polttopisteiden levyvaraston hallinnan kannalta sai paljon kritiikkiä, mutta myös paran-nusideoita. Levyvaraston selkeyttämistoimenpiteet jäivät vielä avoimiksi. Plasmatyöpisteellä parannet-tiin jäterankojen poiston sujuvuutta käyttämällä isompia kierrätyslavoja, mikä vähentää levyrankojen pilkkontaa.

Kaasupolttopisteen pöydän ongelmat nousivat työntekijöiltä esille, ja leikkaustyöpöytää oltiinkin muut-tamassa siten, että työpöytä toteutettaisiin kahdessa osassa. Tällöin kahta levyä voisi pitää työpöydällä polttoa häiritsemättä, kun valmiita osia voidaan purkaa seuraavan polton kanssa yhtä aikaa. Molemmissa työpisteissä tuotannonlaatu ja tehokkuus ovat kiitettävällä tasolla ilman suuria muutoksia.

Särmästyöpisteellä törmättiin myös tietoteknisiin ongelmiin. Perinteinen ja numeerinen ohjelmointi-tapa eri vuoroissa oli tuottanut haasteita jo pitkään. Ongelmaan toivottiin ratkaisua Alikon Cybelec CNC-yksikön ohjelmistopäivityksellä, jolla saataisiin 2D-kuvat särmäyksestä molemmilla ohjelmointi-tavoilla. Tämä nopeuttaisi ohjelmien kirjoitusaikaa, ja korjainten käyttö särmäyksessä vähentyisi.

Myös plasmatyöpisteelle tuleva lasermerkintälaitte oli tervetullut lisä Jarometia käyttävien työntekijöiden keskuudessa. Plasmalla leikattavien kauhanpohjien taivutusviivoittamisen ohjeistuksen olisi kuitenkin oltava särmääjien tekemä tai ohjelmointitapaan rinnastettava. Taivutustyöpisteen kappaleiden merkkäminen olisi yksinkertaisempaa ja helposti toteutettavissa.

Särmäystyöpisteellä toivottiin suurten kappaleiden särmäyksen sijoittamista pääasiallisesti kahden operaattorin vuoroon levyjen vaikean käsittelyn vuoksi. Tutkimushetkellä särmäystyöpisteellä oli kaksi työvuoroa, joissa toisessa oli vain yksi operaattori. Taivutus- ja särmäysmallien muottien varastointiin toivottiin parempaa varastointitapaa, ja taivutusmallien tulisi olisi olla niin sähköisissä, kuin kuvakansioiden työmääräimissä mainittuna. Samaten kuvien seurantaan haluttiin tablet -tai kannettava tietokone sijoitettuna työpisteen lähelle.

Logistiikkaongelmiin törmättiin kaikissa työpisteissä ja yhdeksi ratkaisuksi tilanpuutteeseen listattiin esimerkiksi taivutuspisteen koneen siirtäminen lähemmäs hallin seinää. Pienellä muutoksella nostopuomin ulottuvuus saataisiin kattavammaksi ja samalla kun tehtäisiin kyseiselle koneelle tarvittavat sähkötyöt, voitaisiin myös parantaa työpisteen valaistusta.

Eri työpisteiden välillä tapahtuvaan tavaroiden siirtelyyn toivottiin myös parannusta logistiikkapuolelta. Tilauskohtaisten kappaleiden tulisi kulkea samalla lavalla eri työpisteille ja järjestyksen tulisi olla selkeämpi, jotta tiedetään mistä kauhamallien eri osat löytyvät. Tällöin tilauksen tai alihankintatyön osien siirtyessä kokoonpanoon, kaikki osat olisivat valmiiksi samalla lavalla.

9 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus perehtyä työntutkimuksen tutkimukseen havainnointimittaustutkimuksen avulla konepajaympäristössä. Lähtökohtana oli toteuttaa tutkimus henkilöstön ja esimiesten yhteisvoimin. Henkilöstö suhtautui tutkimukseen myönteisesti alusta asti ja olivat myös sitoutuneita tutkimuksen tekemiseen. Henkilöstölle oli selvää, että tutkimuksen tarkoituksena on kehittää heidän työtään ja sitä kautta parantaa suoraan heidän työympäristöään. Tutkimuksen perusteella saatiin paljon hyviä parannus- ja kehitysideoita, jotka ovat vielä taloudellisia ja kohtuullisen helppoja toteuttaa. Tältä osin opinnäytetyö onnistui tavoitteessaan. Tuotannonsuunnittelussa ja materiaalivirtauksen perusteella ei havaittu suuria koneellisia investointitarpeita. Käynnissä olleet investointisuunnitelmat oli päätetty jo ennen tutkimuksen aloitusta. Opinnäytetyöntekijöille työ oli avartava kokemus siitä kuinka käyttökelpoinen työkalu työntutkimus, kun pyritään kehittämään ja parantamaan toimintoja. Tämän lisäksi opinnäytetyön tekijöille tarjoutui mahdollisuus kehittää omia henkilöstöjohtamisen taitoja kehityspalaverien suunnittelun ja organisoinnin kautta.

Työn yhtenä tarkoituksena oli myös luoda pohjaa yrityksen uudelle tuotantopalkkiojärjestelmälle. Tähän kysymykseen opinnäytetyön tekijöiden on vaikea ottaa kokonaisuudessaan kantaa tämän työn perusteella, mutta työajan mittauksella saatiin näkyville eri työpisteiden tuottava aika. Tuotannossa valmistettavien kappaleiden valmistusmäärä rinnastettuna tuottavaan aikaan on hyvä lähtökohta palkkausjärjestelmän kehittämiseksi. Yrityksen itsensä päätettäväksi jää parannus- ja kehitysideoiden hyödyntäminen ja tuotantopalkkiojärjestelmän kehittäminen tutkimuksen tulosten pohjalta.

LÄHTEET

- Ahokas P., Tiihonen J., Neuvonen J & Suikki M. 2011, Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Helsinki: Teknologiateollisuus ry. https://teknologiainfo.net/sites/teknologiainfo.net/files/download/Tyontutkimuksen_kasitteita_ebook.pdf . Luettu 15.7.2017
- Engeström, Y. 1995. Kehittävä työntutkimus: perusteita, tuloksia ja haasteita. Helsinki: Edita.
- Katainen, H, Mäkinen, A. 1989. Muovaava ja leikkaava levytyöstö. Porvoo: WSOY.
- Marjamäki, M. & Pekkola, P. 2006. Activity Theory – Toiminnan teoria. http://www.cs.tut.fi/~ihtesem/s2006/teoriat/esitykset/MarjamakiPekkola_toiminnan_teoria_061106.pdf . Luettu 25.7.2017
- Miilux Oy. 2017. www.miilux.fi. Luettu 15.8.2017
- Palkkataito. 2017. Työntutkimuksen perusteet. Julkaisematon pdf. Luettu 20.8.2017
- Pylkkänen, J. 1995. Numeerisen ohjauksen perusteet. Teoksessa Valmistustekniikka, E. Ihalainen, K. Aaltonen, M. Aromäki, P. Sihvonen (Toim.), Jyväskylä: Gummerus, 119-137.
- Ramstad, E. & Alasoini, T. 2007. Työelämän tutkimusavusteinen kehittäminen Suomessa. Helsinki: Työministeriö. <https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/r53-teksti-jjj-korjattu-final.pdf>. Luettu 23.11.2017.
- Terminen leikkaus. 2017. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/02/Terminenleikkaus.pdf>. Luettu 18.12.2017.
- Schön, L.2013. Maailman taloushistoria. Teollinen aika. (Vår världs ekonomiska historia. Del 2, Den industriella tiden, 2010.) Suomentanut Paula Autio. Tampere: Vastapaino, 2013.
- Zetterberg, S. 1992. Muutosten vuosisata 1. Porvoo: WSOY.

LIITE 1. Projektiesitys_plasma_kaasu_1.6.2017_PALKKATAITO.pdf

LIITE_2_Miilux_särmäys__taivutus_info_19.6.201.pdf

LIITE 2/1