

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2023

Joonas Toivonen

Kokoonpanon kehittäminen kappaletuotannossa



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2023 | 38 sivua

Veli Joonas Toivonen

Kokoonpanon kehittäminen kappaletuotannossa

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli paneutua Oras Oy:n tuotannon viimeiseen vaiheeseen eli kokoonpanoon, johon lukeutuu lisäksi myös testaus ja pakkaaminen. Tavoitteena oli selvittää, miten työpisteen tehokkuutta voidaan parantaa sekä löytää ne ongelmapohjaiset tekijät, joista johtuivat hetkittäiset notkahdukset kokoonpanon tuottavuudessa. Toisena tavoitteena oli löytää rajapinta manuaalisen tuotannon digitaaliselle mittaamiselle ja selvittää mahdollinen toteutustapa visuaalisen palautteen antamiselle.

Tutkielmassa kartoitettiin kokoonpanosolun toimintaa tuotannossa, solulayoutin palvelevuutta, henkilöstön mieltymyksiä ja asioita, jotka ovat yhteydessä näihin. Aineisto muodostettiin havainnointikäyntien perusteella sekä toimihenkilöiden ja eri tuotantotekijöiden keskustelujen pohjalta. Lisäksi alan kirjallisuutta hyödynnettiin opinnäyte työn pohjana.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa toimeksiantajalle Oras Oy:lle selvitys visuaalisen palautteen antamisesta, joka sisälsi muutoksia solulayottiin. Tutkielma osoitti tukea graafisen palautteen antamiselle, sekä sen, että teknologiaan ei tarvitse tehdä investointeja, sillä kaikki tarvittava teknologia on yrityksellä jo käytössä. Tehdyn selvitystyön perusteella voidaan todeta, että käsikokoonpanon mittaamisella voidaan saavuttaa hyötyjä yksilöllisemmästä tuotevirrasta. Konseptin avulla saadaan lisätietoa henkilökunnan jaksamisesta ja reaaliaikaista tietoa kokoonpanoprosessin tilasta. Konsepti antaa mahdollisuuksia tuotannolle ja henkilöstölle kehittämisessä.

Asiasanat:

Tuotanto, Kokoonpano, Layout, Palauteprosessin kehittäminen.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineering

2023 | 38 pages

Veli Joonas Toivonen

Development in assembly production

The purpose of this thesis was to focus on the assembly production of Oras Oy which also includes testing and packaging. The goal was to find out how the efficiency of the workstation can be improved and to find the problem-based factors that caused momentary dips in the assembly's productivity. The second goal was to find an interface for digital measurement of manual production and to find out a possible implementation method for giving visual feedback.

The thesis mapped the operation of the assembly cell in production, the serviceability of the cell layout, the preferences of the personnel and issues that are connected to these. The material was formed on the basis of observational visits and discussions with employees and various production factors. In addition, the literature of the field was used as the basis of the thesis work.

The purpose of this thesis was to provide the client Oras Oy with a report on giving visual feedback, which included changes to the cell layout. The study showed support for giving graphic feedback, as well as the fact that there is no need to make investments in technology, because all the necessary technology is already in use at the company. Based on the research done, it can be concluded that the benefits of a more individualized product flow can be achieved by measuring manual assembly. The concept provides additional information on the staff's coping skills and real-time information on the status of the assembly process. The concept gives opportunities for production and personnel to evolve.

Keywords:

Production, Assembly, Layout, Development of the feedback process.

Production, Assembly, Layout, Development of the feedback process.

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Prosessien tuottavuus ja prosessien kehittäminen kokoonpanossa	9
2.1 Prosessielementit	9
2.2 Tuotannon mittaaminen	10
2.3 Tuotantotoiminnan suunnittelu	12
2.3.1 Toiminnanohjaus ja strategia	13
2.3.2 Tuotannonohjaus	14
2.4 Kapasiteetti	15
3 Tuotannon nykytila	17
3.1 Nykytilan selvitys	17
3.2 Layout ja niiden luokittelu	20
3.3 Tuotekehitys ja koesarjat	21
3.4 Laboratoriotestaus	22
3.5 Kokoonpanoa raskauttavat juurisyyt	23
4 Toiminnan parantaminen, viestintä ja palaute	24
4.1 Tiedonkeruu	24
4.2 Tiedonkulku	24
4.3 Palautteen muodot	25
4.4 Palautteen antaminen	27
5 Mahdolliset kehittämistoimenpiteet	28
5.1 Keskusteluiden tulokset	28
5.2 Kehitysehdotus	28
6 Yhteenveto ja pohdinta	34
Lähteet	35

Kuvat

Kuva 1. Kokoonpanoprosessi.	10
Kuva 2. Pakkaamisprosessi.	10
Kuva 3 Käyttöasteen hyötysuhde (Aalto-yliopisto 2023).	16
Kuva 4. Alkuperäinen layout.	17
Kuva 5. Kokoonpanon vaiheet.	19
Kuva 6. Layout ehdotus.	29
Kuva 7. Tuotteiden virtaus solutuotannossa.	30
Kuva 8. RFID-lukijoiden paikat kokoonpanoprosessissa.	31
Kuva 9. RFID-lukijoiden paikoitus.	31
Kuva 10. Pakkausprosessi.	32

Kuviot

Kuvio 1. (Turun ammattikorkeakoulu 2022).	13
Kuvio 2. Prosessilähtöinen layout (Logistiikan maailma 2013).	20
Kuvio 3. Solulayout (Logistiikan maailma 2013).....	21
Kuvio 4. Palautemalli.	33

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
BOM	Bill Of Materials, Tuoterakenne
Puskuri	Solun tai prosessin toiminnan varmistava välivarastointi
FIFO	First in, First Out. Ensimmäisenä varastoon saapuneet lähtevät ensimmäisenä.
ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä
DFA	Design for Assembly, Suunnittelemisen kokoonpantavuuden näkökulmasta
DFM	Design for Manufacturing, Suunnittelemisen valmistuksen näkökulmasta
Layout	Esimerkiksi tuotantosolun pohjakaavio, josta näkee virtauksen

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Oras Oy:lle. Oras Oy:llä on pitkä kokemus vesilaitteiden valmistamisesta. Ensimmäiset tuotteet ovat olleet palloventtiileitä, joita on valmistettu sorvaten autotallissa Syväraumassa Raumalla. Nykyään Oras Oy ja Hansa muodostavat yhdessä Oras Group Oy:n. Oras Group Oy on eräs Euroopan johtavista hana ja suihkulaitevalmistajista. Oras Group Oy:llä on 3 valmistuspistettä, jotka sijaitsevat Raumalla Suomessa, Olesnossa Puolassa ja Kralovicessa Tšekeissä. Vuonna 2021 Oras Groupin liikevaihto oli 233,5 miljoonaa euroa ja henkilökuntaa oli 17 maassa yhteensä 1255 henkilöä.

Oras Oy:lla työtä tehdään pareittain kolmessa vuorossa arkipäivisin. Työpisteet kokoonpanossa ovat yksilöllisiä laajan tuotevalikoiman vuoksi ja lähes jokaisessa on eri määrä komponentteja sekä pakkauksiin tulevat eri oheistarvikkeet asennukseen ja käyttöön liittyen. Tämä opinnäytetyö kuitenkin keskittyy Kokoonpanosolun 2007 toimivuuteen, jossa toimii (Oras Nova Micra) kattosuihkun kokoonpano ja pakkauspiste. Konseptista tehdään mahdollisimman monistettava ja skaalattava eri tuotteille sekä keskitytään työntekijän olosuhteisiin saadakseen työskennellä toimivassa työpisteessä.

Ajatus opinnäyte työn tarpeelle syntyi vaihtelevaisuudesta tuotteiden kokoonpanossa ja pakkaamisessa. Tehokkuuden hetkelliset madaltumat eivät välttämättä johdu pelkästään työntekijöiden motivaatiosta, vaan niihin voi liittyä myös ulkoisia syitä. Esimerkiksi kokoonpanon yksittäisen osan hajoaminen kokoonpantaessa tai alihankkijalta saadun viallisen komponentin pääsy kokoonpanoon heikentää tuottavuutta.

Opinnäytetyön ensimmäisenä vaiheessa tutustuin kokoonpanon eri työpisteisiin, henkilöihin, jotka pisteellä työskentelevät, heidän esihenkilöihinsä, laatu ja mittaosastoihin, joista pyrin löytämään jo tutkitut ja käytännössä testatut toimintatavat sekä tyyli. Toisessa vaiheessa tutkin tuotteen kulkua tehtaan sisälogistiikassa kokoonpanosolun toiminnan lisäksi ja hankin tietoa suihkulaiteen komponenttien elinkaaresta. Tutustuin myös alihankittujen komponenttien laadun valvontaan ja kuinka järjestelmällinen pistotarkastus

toimii saadakseni paremman käsityksen osien kulkemisesta kokoonpanolle. Kolmannessa vaiheessa tutustuin tuotekehitykseen, laboratoriotestaamiseen ja reklamaatioista vastaavaan osastoon. Tavoitteenani oli tutustua valmistuksen inhimilliseen puoleen sekä löytää valmistus ja kokoonpanoteknisiä heikkouksia.

2 Prosessien tuottavuus ja prosessien kehittäminen kokoonpanossa

Tuotanto koostuu erilaisista teollisista prosesseista, joiden kaikkien yhteinen tekijä on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa. Koko tuotantoketjussa viimeisenä tuottavana vaiheena on kokoonpano. Kyseinen tuote ja kokoonpanosolu, johon tutkimus keskittyy, vaatii käsin tehtävää kokoamista komponenttien paikalleen asettumisen varmistamiseksi. (Martinsuo ym. 2016, 135.)

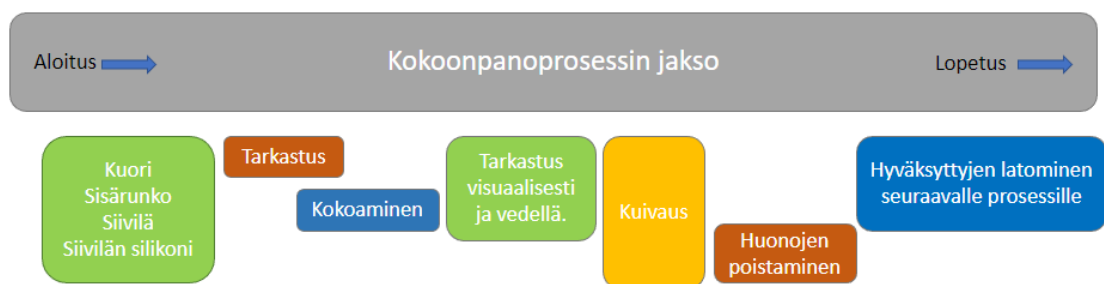
Kokoonpanon prosesseja voidaan tarkastella yksittäisinä tai suurempina kokonaisuuksina. Kokonaisuuksista saadaan tuote ja linjastokohtaista tietoa tuottavuudesta. Toteutunut kysyntä ja ennustettu kysyntä ohjaavat käytännön suunnittelua Oras Oy:llä. Yksittäisten prosessien tarkastelu antaa mahdollisuuden ymmärtää juurisyitä tuottavuuden heikkenemisessä ja tuotannosta syntyvään hukkaan. (Martinsuo ym. 2016, 139.) Nykyään pidetäänkin entistä tärkeämpänä saada tietoa myös yksittäisen tuotteen kulkemisesta tuotannossa. Tuotteen ja sille tehtävien prosessien pilkkominen erilleen auttaa saamaan työn arvioinnin sekä mittaamiseen käytettäviä näkökulmia. Tässä opinnäytetyössä keskitytään löytämään kokoonpanopiste 2007 nykytilaan, mitattavuuteen ja selvitetään juurisyitä, jotka heikentävät tuottavuutta hetkellisesti tai jatkuvasti.

2.1 Prosessielementit

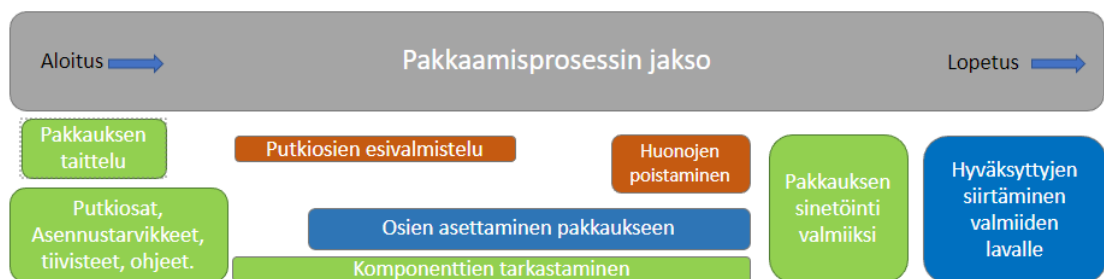
Oras Oy:lla tuotantoprosessin prosessielementit ovat työkokonaisuuksia, joista tuotteen arvo muodostuu loppuasiakkaalle. Kokoonpanopiste 2007 osalta prosessielementit käsittävät komponenttien tarkistamista, kokoamista, mahdollisesti toiminnallista testaamista ja pakkaamista. Jokaiseen prosessiin kuuluu vielä alaprosesseja, joista nämä prosessielementit koostuvat. Jo toimivaksi kehitettyä prosessiketjua ei kannatakaan kokonaan lähteä muokkaamaan positiivisten tulosten toivossa, vaan prosessielementtien osia kehittämällä voidaan saavuttaa parempia tuloksia koko tuotantoketjulle.

Visualisoitu arvovirran kartoitus on hyvä työkalu havainnollistamaan prosessien yhteensopivuutta teoriassa ja se usein suositellaan tekemään ensimmäisenä, kun prosesseja halutaan tutkia tai kehittää (Arter Oy, 2022).

Kokoonpanossa solun toiminta koostuu prosessien ketjuista, johon sisältyy kaikki työ, joka tarvitaan komponenttien esille otosta aina tuotteen pakkaamiseen. Tässä opinnäytetyössä solutoiminta jaetaan kahteen osaan (kuva 1 ja kuva 2), joita ovat tuotteen kokoaminen ja sen jälkeen tapahtuva tuotteen pakkaaminen.



Kuva 1. Kokoonpanoprosessi.



Kuva 2. Pakkaamisprosessi.

2.2 Tuotannon mittaaminen

Tuottavassa tuotannossa on monia asioita, joita pystytään mittaamaan. Viisi yleisintä mittaria tuotannolle on tuottavuus, toimitusvarmuus, läpimenoaika, käyttösuhte, ja OEE/KNL. Luotettavuuden varmistamiseksi tehokkuuden mittaamisessa tarvitaan reaaliaikaista tietoa luotettavasti. (Pinja 2022, 7.)

Tuotannossa käytetään erilaisia tuotannon suunnittelu- ja ohjausjärjestelmiä, joiden avulla voidaan kerätä tietoa tuotannosta. Reaaliaikainen tiedonkeruu mahdollistaa ajanmukaisen tuotannon seurannan ja mahdollistaa muutostilanteisiin reagoinnin nopealla aikavälillä. (Pinja 2022, 5.)

Tuottavuus on tuotannon keskeisimpiä mittareita tuotannon tarkastelussa. Tällä tarkoitetaan tuotettuja tuotteita tietyssä ajassa eli tuotosten ja käytettyjen resurssien sekä panosten suhdetta. Tuottavuutta mitataan vertaamalla toteutuneita tuloksia suhteutettuna käytettyihin resursseihin ja raaka-aineisiin. Prosesseja kehittämällä tavoitteisiin suunnitelmallisesti saadaan kehityksen tuloksia seurattua ja todentaa tehtyjen muutosten aikaansaannos. (Taloussanomien 2015.) Tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ohjeistus, osien kokoonpantavuus, kokoonpanon osien ajallisuus ja paikallisuus. Edellytyksinä pääoman parempaan tuottoasteeseen ja kasvuun ovat taloudelliset mittarit. Tuotannon edistämiseksi saadaan aikaan enemmän pienemmällä kustannuksella (E-conomic 2015).

Sisäinen toimitusvarmuus tarkoittaa tuotannon kykyä tuottaa viikkosuunnitelman mukaisesti. Käytännössä tämä toimii esimerkiksi viikkotasolla siten, että tulevan viikon suunnitelma ja tuotantomäärät lukitaan sekä verrataan toteutuneen viikon tehtyihin tuloksiin. Kaikille tilauksille annetaan myös tarkat aloittamis- ja lopetusajankohdat. Toimitusvarmuuden tunnusluvulla voidaan peilata paljonko tietyssä ajassa olisi pitänyt tehdä ja kuinka paljon tässä ajassa pystyttiin tekemään. (Pinja 2022, 9–10).

Aika on helpoimpia mittayksiköitä ja sitä pystytään käyttämään hyvin arvioidessa prosessien tehokkuutta. Läpimenoajalla tarkoitetaan tuotteen valmistamiseen tarvittavaa kokonaisaikaa ja tämän lyhentäminen vaikuttaa suoraan tuotteen valmistuskustannuksiin (Nordmeyer 2023). Tämän työn kannalta keskeistä on kokoonpanoprosessin läpimenoaika, joka on osa aikaisemmin mainittua tuotteen kokonaisläpimenoaikaa. Pienerätuotannossa yksittäisen tuotteen näkökulmasta tarkasteltuna läpimenoaika voidaan jakaa osiin, jolloin on mahdollista erotella arvoa tuottavat ja tuottamattomat ajat (Hopp & Spearman 2008, 327). Näitä osia ovat

1. Liikeaika (move time)
2. Jonotusaika (queue time)
3. Asetusaika (setup time)
4. Jalostava aika (process time)
5. Jalostetun kappaleen odotusaika muun erän ollessa vielä työn alla (wait-to-batch time)
6. Jalostettavan kappaleen odotusaika, jonka yksittäinen kappale odottaa päästäkseen työn alle (wait-in-batch time)
7. Kappaleen odotusaika kokoonpanossa (wait-to-match time)

Näistä arvoa tuottavaa on ainoastaan aika, joka on jalostavaa. Liikeaikaa voi vähentää, mutta sitä ei pysty poistamaan kokonaan. Arvoa tuottamattomat ajat usein mielletään suoraan hukaksi, mutta käytännössä ne voivat olla toisiinsa nähden hyvin erilaisia. Näistä arvoa tuottamattomista vaiheista koostuu usein suurin osa läpimenoajasta, joten ne ovat järkevä erotella toisistaan ja määrittää omat kehitystoimenpiteet. (Hopp & Spearman, 2008, 327–328.)

Tuotannon ja sen tuottavuuden mittaamisella ei välttämättä tarvitse siis tuottaa tarkkoja ja virheettömiä tuloksia, vaan tuloksien avulla on tarkoitus vähentää epävarmuutta päätösten teossa ja tämän avulla tehdä aikaisempaa parempia sekä laadukkaampia päätöksiä. (Arter Oy 2022.) Mittaaminen on monivaiheinen prosessi ja sitä aloittaessa tulee tehdä päätöksiä, kuten mitä tietoja kerätään mittauksiin, kuinka usein niitä kerätään, kuinka tiedot kerätään ja kuinka tietojen luotettavuus varmistetaan. Tuotannon mittareista saadaan dataa, joissa seurataan läpäisyaikaa, tuottavuutta, kustannuksia ja yleistä toiminnan laatua. (Andersin, Karjalainen & Laakso 1994, 10–11.) Vasta tämän jälkeen päätetään, miten tiedot yhdistetään, käsitellään ja keille ne esitellään ja millä tavoin.

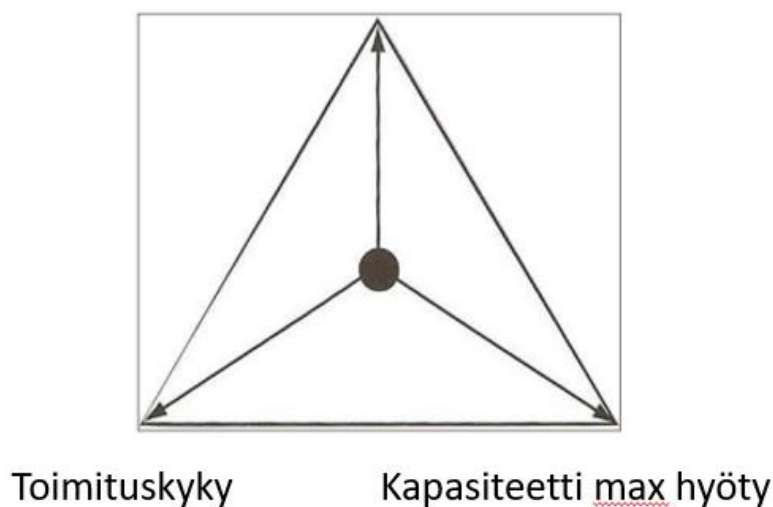
2.3 Tuotantotoiminnan suunnittelu

Tuotantotoiminnan kokonaissuunnittelu käsittää sisälleen kokonaisvolyymin, toiminnan ohjauksen, resurssien suuruuden ja tarpeet sekä työvoiman määrän. Hankintatoimen keskipitkän aikavälin kanssa suunnittelulla voidaan helpottaa

toiminnan kohdistamista oikein ja yrityksen strategian mukaisesti toimivien tavoitteiden ja tekniikoiden mukaan. Salon (2019, 16) mukaan tuotantotoiminnan suunnittelulla varmistetaan valmistuotannon resurssien oikea ajoitus. Tuotantotoiminnan suunnittelun tarkoituksena on suunnitella toimintapa, kuinka tuotanto voidaan tarvittaessa korjata kesken tuotannon. Kaiken taustalla on tuotteiden hinnoittelu ja kokonaiskustannusten arviointi. (Lehtonen 2004, 78.)

Tuotannonohjauksen keskeisimpiä tavoitteita ovat lähimenoaikojen lyhentäminen, toimitusvarmuuden ja laadun takaaminen, kapasiteetin tuoton maksimointi, vaihto-omaisuuden minimointi, poikkeamien valvonta ja raportointi sekä materiaalitarpiden selvitys ja seuranta. Kuviossa 1 havainnollistetaan yllä luoteltujen tavoitteiden keskinäisiä ristiriitoja. (Turun ammattikorkeakoulu 2022.)

Vaihto-omaisuuden minimointi



Kuvio 1. (Turun ammattikorkeakoulu 2022).

2.3.1 Toiminnanohjaus ja strategia

Toiminnanohjaus on johtamisprosessi, jonka tehtävänä on varmistaa organisaation tavoitteiden ja päämäärän toteutuminen. Toiminnanohjaus pitää

sisällään elementtejä kuten suunnittelun, mittauksen ja arvioinnin sekä korjaavat toimenpiteet. Toiminnanohjausprosessi aloitetaan suunnittelulla, jossa määritellään strategiat ja tavoitteet sekä tavat, kuinka ne tullaan saavuttamaan. Tästä prosessia jatketaan tekemällä mittauksia ja arviointeja jatkuvasti, minkä avulla selvitetään organisaation onnistuminen tavoitteissaan. Mittaustuloksista saaduilla tiedoilla pystytään tekemään tarvittavia korjauksia, jolloin organisaatio pääsee taas kohti tavoitteita.

2.3.2 Tuotannonohjaus

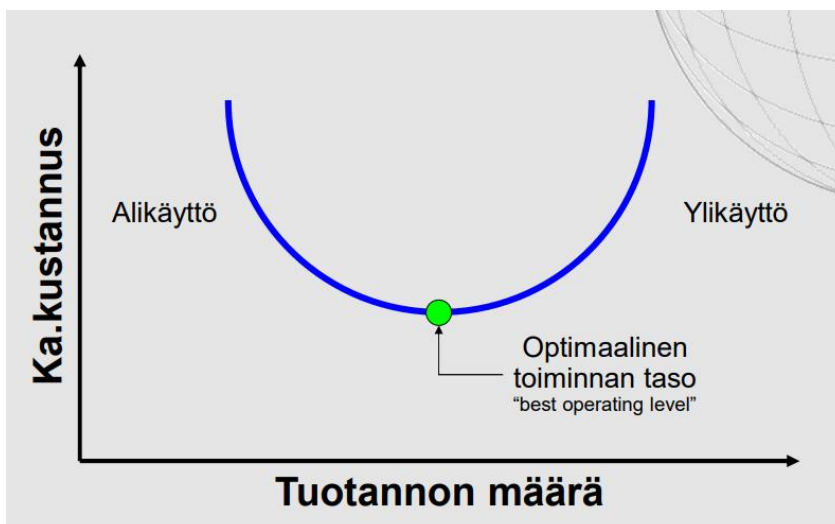
Tuotannonohjaus on toiminnanohjauksen osa, jossa keskitytään tuotantoprosessien hallintaan ja kehittämiseen. Tuotannonohjaus rakentuu monesta osasta ja vaiheesta, kuten sen suunnittelusta ja toteutuksesta. (Martinsuo ym. 2016, 139.) Suunnitteluvaiheessa määritellään tuotannon tavoitteet, suunnitellaan tuotantoprosessit ja valitaan tarvittavat tai käytettävissä olevat laitteet, materiaalit sekä muut resurssit. Esimerkiksi Oras Oy:llä tuotannossa valmistetaan tuotantosuunnitelman mukaisesti ja valmistetuille tuotteille tehdään jatkuvaa laadunvalvontaa, jolloin voidaan olla varmoja tuotteille määrättyjen vaatimusten täyttymisestä. Laadunvalvonta toimii standardin mukaisesti, jolloin organisaation on helppo toimia yhdessä ja yhteistyössä sekä tarvittaessa osoittaa tuotteiden tai laadunvalvonnan taso. (Turun ammattikorkeakoulu 2022.)

Onnistunut tuotannon ohjaus on tärkeä ja keskeinen osa tuotannon johtamista, sillä sen avulla voidaan varmistua tuotannon toimimisesta tehokkaasti ja tuottavasti laadusta tinkimättä. Sen avulla voidaan myös ennakoida ja varautua tuleviin toimenpiteisiin pitämällä silti tuotanto tasaisena. (Martinsuo ym. 2016, 140.) Tuotannon ohjaus on myös jatkuva kehitysprosessi, jossa työn johdolta ja työntekijöiltä tarvitaan vuorovaikutusta yhteistyössä. Kehittyminen edellyttää myös tietojärjestelmien kehittämisen ajanmukaisiksi, jotta mittaustulokset ovat tehokkaita, tarkkoja ja luotettavia. Kehittyvä toiminnanohjaus tarvitseekin johdolta sitoutuneisuutta tavoitteiden saavuttamisessa ja toimimista korjaavissa toimenpiteissä.

2.4 Kapasiteetti

Kapasiteetilla tarkoitetaan yksikön tai tuotantosolun tuotantokykyä aikaan verrattuna teoriassa. Yleisimmät aikayksiköt kapasiteetin laskemisessa ovat tunti, vuoro, päivä, kuukausi tai vuosi, riippuen mikä on soveltuvin kyseiseen kohteeseen. Kapasiteettiin vaikuttaa erittäin moni asia ja osa niistä on suoraan vaikuttavia. Esimerkiksi työssä käytetty prosessi, teknologian tyyppi ja tehokkuus määrittävät paljon raameja, onko kapasiteetti verrattavissa toisiin vastaaviin soluihin. Tuotekohtaisesti taas tuotteen suunnittelu ja kuinka se on suunniteltu koottavaksi tai valmistettavaksi määrittää aikaisemmin mainitut prosessit ja teknologiavaatimukset. (Harju ym. 1987, 84.) Samoja ehtoja määrittävät myös materiaalit, joista kokoonpantavat tuotteet ovat valmistettu. Lisäksi tuotannonohjauksella voidaan vaikuttaa tuotannon tasapainoisuuteen ja eräkokoihin, joilla on myös suora vaikutus kapasiteettiin ja sen käyttöasteeseen. (Aalto-yliopisto 2023.)

Kuvassa 3 havainnollistetaan, kuinka kapasiteetin tehokkuuteen on yhteydessä laatu, tarkastusvaatimukset ja korjaavat prosessit, jolloin kapasiteettiin ja sen hyötysuhteeseen vaikuttaa tarkastamiseen käytetty aika, mikä voidaan usein laskea hukaksi. Myös epäsuoremmin kapasiteetin tehokkuuteen liittyy työntekijöiden osaaminen, määrä ja motivoituminen sekä kokoonpanoprosessin huoltotarve. (Aalto-yliopisto 2023.)



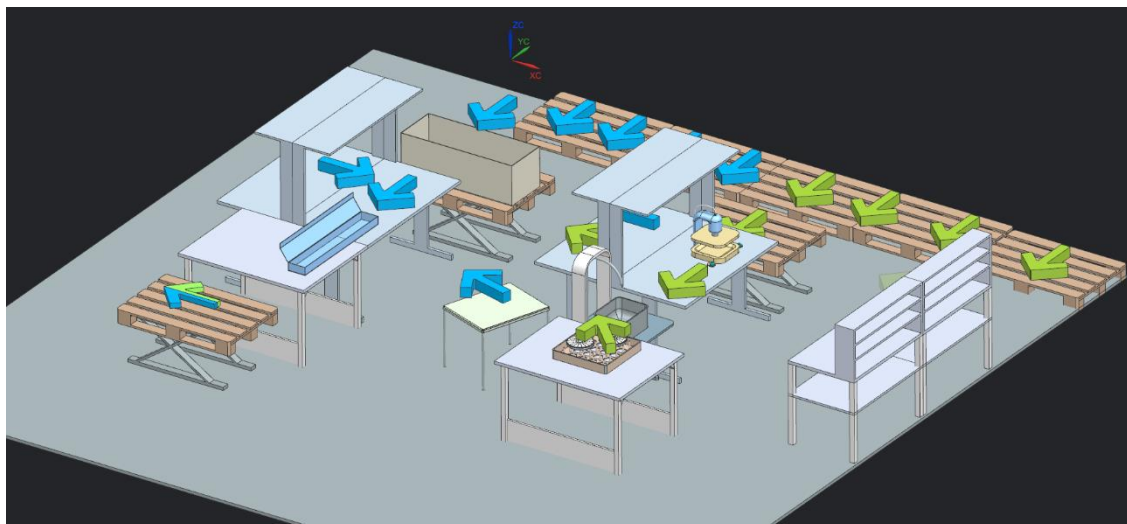
Kuva 3 Käyttöasteen hyötysuhde (Aalto-yliopisto 2023).

3 Tuotannon nykytila

Tuotannon nykytilaa ja muuttujia kartoitettaessa perehdyttiin kokoonpanopisteeseen ja kokoonpantavan tuotteen taustoihin. Tarkasteltaessa tuotantoa tutustuttiin työpisteisiin, työntekijöihin, toimihenkilöihin ja tuotantolaitoksen eri osastoihin, kuten laatuosastoon, mittaosastoon, tuotekehitykseen ja komponenttien valmistusprosesseihin. Näistä osa-alueista pyrittiin tuomaan ilmi jo tiedossa olevat ongelmat ja selvittämään käytössä olevien toimintatapojen toimivuutta.

3.1 Nykytilan selvitys

Toimihenkilöiden kanssa yhteistyö aloitettiin keskustelemalla työtehtävien vaatimuksista, edellytyksistä ja tuottavuudesta. Näissä palavereissa läpikäytiin myös tuotannon tuloksellisuudesta, merkityksestä ja vaikutuksesta kokonaisuuteen sekä työtehtävien erilaisuuksista ja yhteneväisyyksistä toisiinsa nähden. Kuvassa 4 havainnollistetaan alkuperäistä työpistettä. Tästä kartoitettiin toiminnan käytössä ollut layout malli ja siinä tehtävät prosessit.

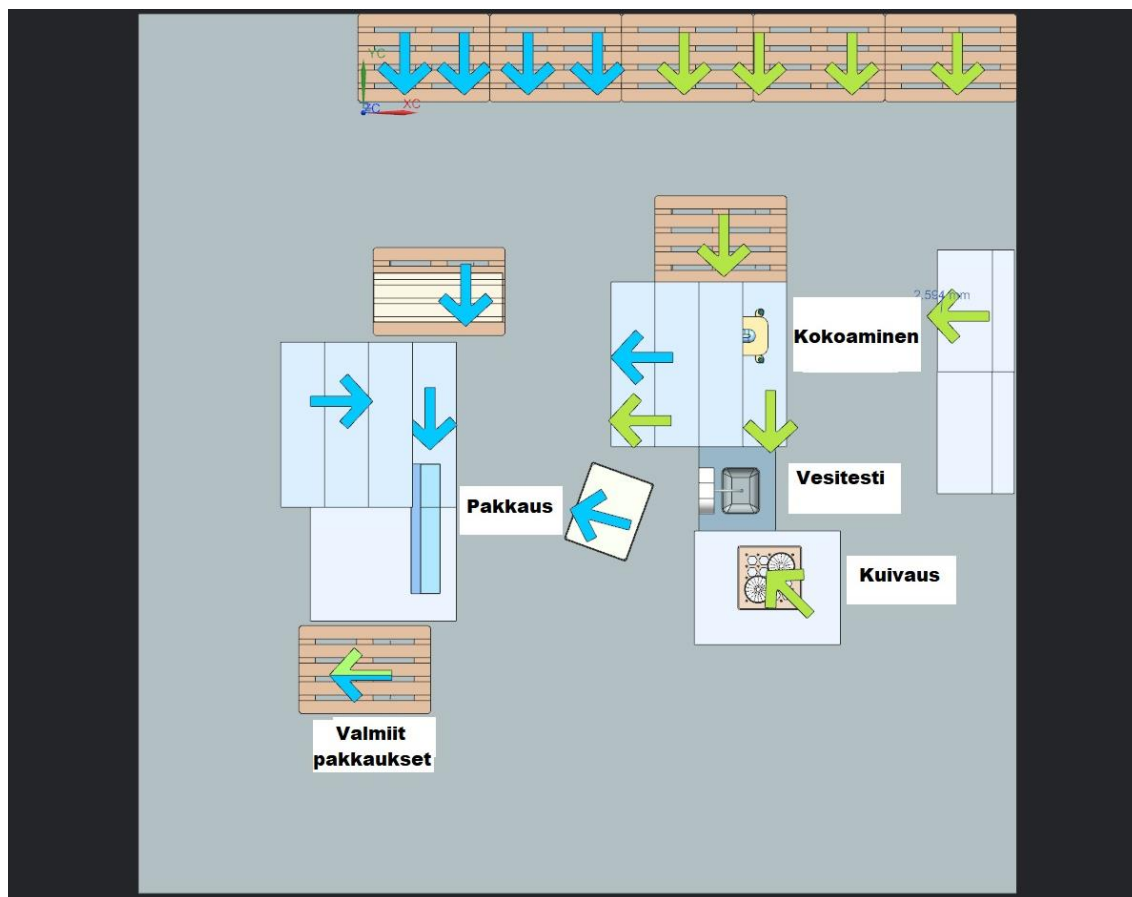


Kuva 4. Alkuperäinen layout.

Toisessa vaiheessa eli havaintokerralla Oras Oy:n kokoonpanossa seurattiin työvuoron kulkua, työn tekoa ja kirjattiin normaaliin vuoroon sisältyviä häiriöitä. Työntekijät antoivat kommentteja esimerkiksi siitä, kuinka näkevät työpisteen palvelevan heidän työntekoansa ja pohdimme työntekijöiden kanssa, mitkä asiat vaikuttavat heidän tuottavuuteensa. Lisäksi he esittelivät, millaista ohjeistusta ja kouluttamista saavat, missä tapauksissa niitä päivitetään ja kuinka riittäviä ne ovat olleet. Samalla tehtiin katselmus työergonomiasta ja sen tuomista eduista sekä mahdollisista parannuksista. Näistä keskusteluista tuli ilmi, että ohjeistus ja lisäkoulutus koettiin olevan kattavaa sekä auttavan työstä suoriutumisessa. Työntekijät kokivat esihenkilöiden huomioivan heidän ajatuksiansa ja kommentteja keskeisistä ongelmista sekä työympäristö nähtiin yhteisölliseksi.

Hankaloittaviksi tekijöiksi työnteon kannalta koettiin lisäprosessit, joita on kertynyt arvoa tuottavien prosessien tueksi. Hidastavimmiksi prosesseiksi koettiin taas vesitestauksen jälkeinen kuivatus ja joidenkin alihankintakomponenttien tulopakkaukset sekä niiden vaihtelevaisuus.

Työpisteet olivat selkeät, eikä niissä lojunut juurikaan turhia tai ylimääräisiä asioita työntekijöiden mielestä. Työntekijät sanoivat silti kaipaavansa hieman lisää tilaa, esimerkiksi tuotteiden tulopakkauksien purkamista varten. Tarve ei ollut jatkuvaa, vaan hetkittäin ilmenevää.

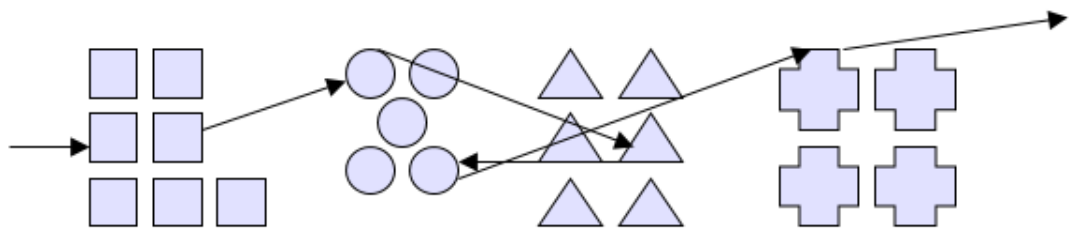


Kuva 5. Kokoonpanon vaiheet.

Layoutissa (Kuva 5) kuvataan kokoonpanon nykyisiä vaiheita. Toinen työntekijöistä kokoaa kattosuihkun ensin käsin ja tämän jälkeen pneumatiikkaprässillä. Tämän jälkeen kattosuihkua testataan vedellä. Vesitestin jälkeen vesi suljetaan ja paineilmalla puhalletaan loput vedet ulos suihkupäystä. Kattosuihkun päät ladotaan laatikkoon ja siirretään erinä pakkaajalle. Pakkaaja toimii solun toisella puolella, kokoaa pahvilaatikon sisäpahveineen, asettaa tarkistamansa suihkuputken, kattosuihkun, käsisuihkun, letkun ja kiinnikkeet sekä muut tuoterakenteeseen kuuluvat tarvikkeet, kuten esimerkiksi käyttöohjeet. Valmiit pakkaukset ladotaan trukkilavoille, joka vaihdetaan täytyessä tyhjään. Lavat siirretään solujen läheisyydessä olevaan välivarastoon.

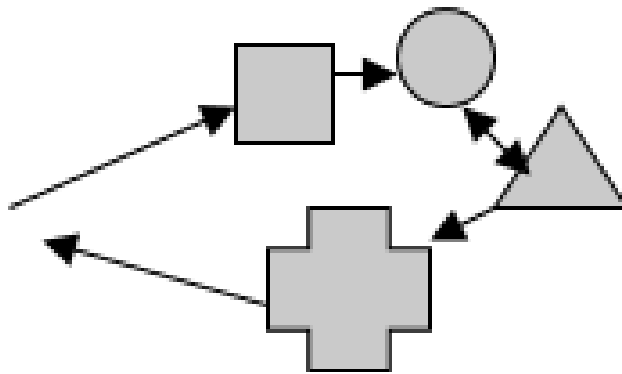
3.2 Layout ja niiden luokittelu

Tuotannon virtaavuus riippuu paljon siitä, kuinka hyvin tuotannon ja solun layout soveltuu kyseiseen tarpeeseen. Layout-tyypit voidaan karkeasti jakaa prosessilähtöisiin ja tuotelähtöisiin malleihin. Prosessilähtöiset, eli funktionaaliset layoutit ovat toiminnoiltaan ryhmiteltyjä (kuvio 2). Näitä ovat esimerkiksi sorvaus, ruiskuvalu, kokoonpano ja pakkaus, jotka ovat omina osastoinaan. (Logistiikan maailma 2013.)



Kuvio 2. Prosessilähtöinen layout (Logistiikan maailma 2013).

Tuotelähtöinen layout on toimiva ratkaisu varsinkin pienivolyymisessä solutuotannossa, jossa yksi solu kattaa tuotteen tai sen puolivalmisteen vaaditut vaiheet sekä prosessit. Tässä mallissa koneiden ja laitteiden järjestelyt sijoitetaan joko materiaalin valmistusjärjestyksen tai valmistettavan tuotteen mukaisesti. Tuotelähtöisiä layouteja voivat olla tuotantolinja ja solulayout. (Harju ym. 1987, 83; Logistiikan maailma 2013.) Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan tuotelähtöistä solulayoutia. Se on suunniteltu päätuotettaan varten ja toimii vapaatahtisesti sen edellyttämässä kokoamisjärjestyksessä (kuvio 3). Solulayoutin etuja ovat myös mukautumiskykyinen tuotannonohjaus, luotettava toimintavalmius ja läpimenoaikojen nopeus. (Harju ym. 1987, 84.)



Kuvio 3. Solulayout (Logistiikan maailma 2013).

Kokoonpanopisteen solulayout on suunniteltu palvelemaan puskurivarastonsa avulla. Puskurilla varmistetaan solun toiminta logistisen ongelman varalta muutaman vuoron tai erän verran. Tuotannon suunnittelusta perustunut tieto kulkee varastolle, joka toimittaa kokoonpanopisteelle ja sen varastolle tarpeen mukaiset tarvikkeet.

3.3 Tuotekehitys ja koesarjat

Tuotekehityksen merkitys on suuri, kun tuote suunnitellaan valmistettavuuden tai kokoonpanon näkökulmasta. Tuotteen kokoonpantavuus riippuu paljon jo ensimmäisistä päätöksistä ja kaikki tuotteelle sen jälkeen tapahtuva on aikaisemmista vaiheista riippuvaista. Kokoonpantavuudella tarkoitetaan tuotteiden kokoonpantavuuden luokittelua, suunnittelemista ja kehittämistä. (Mital ym. 2014, 135.) Lisäksi ruiskuvalettujen osien suunnittelu pitää tehdä ruiskuvaluprosessin vaatimukset huomioiden, jotta muotin sisällä tapahtuva muovin valaminen onnistuu halutunlaisesti ja tuotteesta saadaan kokoonpanon sekä käytön kestävä.

Tuotekehitys kehittää valmistettavaksi tuotteista revisioita ennen sarjatuotannon aloittamista. Suunnitelman ollessa toimivan tuntuinen tuotetaan koekappaleita ja koesarjoja. (Huhtala, 2009, 46.) Näistä koesarjojen osista ja aikaisemmin jo tuotannossa olevista osista rakennettavilla koekokoonpanoilla Oras Oy:llä

pyritään löytämään kokoonpanon asettamat rasitteet. Kokoonpanosta ja reklamaatioista kerätyt vialliset osat tutkitaan. Kun reklamaatio-osasto huomaa reklamoiduista tuotteista samantapaista ongelmaa esiintyvän toistuvasti tai huomataan suunnittelusta johtuvaa vikaa, ottaa tuotekehitys tuotteet tutkittavaksi.

3.4 Laboratoriotestaus

Uudet tuotteet ja komponentit sekä tuotteet, joiden komponentteja uusitaan käyvät ohjelmallisen testin Raumalla Oras Oy:n omissa laboratorioissa. Kaikille tuotteille määritetään luokitukset esimerkiksi vedenvirtausmäärästä, kuten litraa minuutissa ja äänimittausluokitus. Näitä varten tuotteen sisäosien pitää istua suunnitellun mukaisesti, jotta veden virtaus on vapaata eikä tuota esimerkiksi turhaa kohinaa.

Uudet mallit testataan turvallisuuden ja toiminnallisuuden osalta erilaisissa rasituskokeissa, joissa olosuhteet ovat normaalia käyttöä huomattavasti rankemmat. Tuotteita rasitetaan pitkiäkin aikoja erilaisissa olosuhdevaihteluissa, joita esimerkiksi ovat rajut lämpötilan ja ilmankosteuden vaihtelut. Olosuhteet ovat verrattavissa talvesta kesähelteisiin ja kaikkea siltä väliltä.

Olosuhdemuutos on hyvin nopea, joka rasittaa materiaaleja vielä enemmän kuin hidas muutos. Laboratoriotestauksen toinen tapa on sykleissä tehtävät toistokokeet, jolloin esimerkiksi vipu käännetään runsaalla voimalla ääriasentoihin veden virratessa venttiilien läpi. Toistoja tehdään suurempia määriä, kuin laskennallisesti tehtäisiin tuotteen elinkaaren aikana.

Kolmas testimuoto perustuu painevaihteluun. Kuluttaja käytössä vesiputkiverkoston paine voi hetkellisesti vaihdella joitain baareja, joka aiheuttaa teräviä iskuja, varsinkin komponentteihin, jotka pyrkivät estämään tai säännöstelemään nesteiden liikkumisen. Laboratoriotutkimuksessa tuotteet alistetaan paineelle, joka vaihtelee negatiivisen paineen eli alipaineen ja korkean, yli kolminkertaisen verkostopaineen välillä. Tällöin saadaan tarkka

näkemyks kokoonpanojen kestävydestä pitkässä käytössä ja hajoavat kohdat ovat käytännön kautta tunnistettavissa.

3.5 Kokoonpanoa raskauttavat juurisyyt

Tunnistettavimpia ongelmia ovat olleet rikkoutuvat komponentit, jotka ovat rakenteellisesti epäkurantteja tai niiden mittatarkkuus on toleranssialueen ääripäässä suhteessa muihin samaan kokoonpanoon käytettäviin komponentteihin. Tällöin saattaa tulla tilanne, että osat vaikuttavat täysin kunnossa olevilta, mutta esimerkiksi sisäosan ollessa aivan toleranssialueen yläpäässä ja ulko-osan ollessa alapäässä tulee sovitteesta liian tiukka, joka kokoonpantaessa saattaa murtaa kuoren.

Tuotteiden vesitestaamista joudutaan ajoittain suorittamaan kaikille kokoonpanon tuotteille. Itse testaaminen ei ole niin hidastavaa, vaan sen jälkeen suoritettavat toimenpiteet sisäosien täydelliseen kuivaamiseen, ettei pakkaukseen tule kosteutta.

Pienet eräkoot valmistuksessa edesauttavat ongelmista viestimistä alkupäähän. Massavalmistuksen hyötyjä heikentää liian eräkoot, joka taas näkyy erityisesti ruiskuvaluprosessissa muottien asetusaikoina. Huonoja komponentteja ei kuitenkaan ole järkevä valmistaa, koska ne ovat hukkaa pinnoitusprosessien tai kokoonpanon tuottavuudessa. Pakkauksen sisältöön kuuluvien tarvikkeiden seuranta on täysin työntekijän tarkkaavaisuuden varassa, jolloin mikään automaattinen laite ei varmista koko tuoterakenteen sisällön kertymistä tuotepakkaukseen.

4 Toiminnan parantaminen, viestintä ja palaute

Työntekijän osallistaminen mukaan kehittämiseen voi vaikuttaa positiivisesti työn mielekkyyteen ja työssä jaksamiseen. Kun työntekijä kokee myönteistä tunnetta, hänen havainnointikykynsä laajenee. Sen sijaan negatiiviset asiat, kuten kyllästyneisyyden tunne, tulosten näkymättömyys ja työn yksipuolisuus voi saada aikaan turhautumisen tunnetta. Heikon motivoitumisen takia työntekijä saattaa tarkoittamattaankin heikentää yritystä ja työyhteisöä välinpitämättömyydellään, joka johtaa myös suurempaan riskien ja tapaturmien todennäköisyyteen. (Repo, Ravanti & Pääkkönen 2015, 10.)

4.1 Tiedonkeruu

Tiedon keruussa tulee määrittää kuka vastaa tiedon keräämisestä, sen käsittelemisestä ja tiedon raportoinnista. Lisäksi mittaamiseen pitää päättää henkilö, joka varmistaa sen paikkansapitävyyteen ja tarkkailee, ettei mittauksesta aiheudu vääristynyttä tietoa. (Arter Oy 2022.) Tilastoihin kerätyissä tiedoissa ilmenee myös vaihtelua, jotka on hyvä erotella toisistaan kahteen luokkaan. Nämä prosesseissa ilmenevät vaihtelut ovat yleisistä syistä johtuva vaihtelu (common cause) ja erityisyyvaihtelu (special cause). Yleisistä syistä johtuva vaihtelu on luonnollista ja vaihtelevaa sekä sitä pystytään ennustamaan. Erityisyyvaihtelu ei taas ole ennustettavissa ja se on seurausta tapahtumista, toiminnoista tai joistain toimintojen sarjoista. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 139.)

4.2 Tiedonkulku

Ongelmia kohtaavilla henkilöillä on tarkin tieto ongelmista. Viestintä heiltä aina tuotekehitykselle asti toimii parhaiten, jos se on ajanmukaista ja tarkennettua. Huhtala (2009, 13) määrittääkin tuotekehityksessä kaikkein tärkeimmäksi hukan lajiksi tiedon hukan. Yrityksen sisällä tiedon kulku kulkee usein työntekijältä toiselle, virallista tai epävirallista kanavaa käyttäen. Virallisiksi kommunikaatio

kanaviksi luetaan yleensä tiedotteet, dokumentoidut asiakirjat ja viralliset suulliset tiedonannot. Epäviralliset kanavat ovat yleensä subjektiivisempia ja vapaamuotoisempia. Organisaatiossa molemmat näistä ovat kuitenkin tärkeitä tiedon jakamiseen. On myös todettua, että tieto muuttuu, suodattuu tai jopa häviää kulkeutuessa henkilöltä toiselle. On myös mahdollista, että tietoa ymmärretään jo alusta saakka väärin tai kaikkea oleellista informaatiota ei osata tulkita ja viestiä eteenpäin. Lisäksi ongelmana voi olla myös se, että oleellisia pointteja ei löydy suuren tietomassan seasta. (Huhtala 2009, 187.)

4.3 Palautteen muodot

Visuaalinen palaute tarkoittaa käyttäjän tekemien toimintojen tai systeemin tilaan liittyvien tietojen esittämistä graafisessa muodossa. Visuaalinen palaute on teollisuudessa erittäin tärkeä tekijä, koska se saattaa auttaa kehittämään tuotantoprosessien luotettavuutta ja tehokkuutta. Visuaalinen palaute voi auttaa käyttäjiä ymmärtämään tuotannon ja järjestelmän tilaa sekä toimintoja paremmin, ja se voi myös parantaa tuottavuutta, työkokemusta ja onnistumisen tunnetta (Repo, Ravanti & Pääkkönen 2015, 13). Oras Oy:llä ei ole ollut aikaisemmin käytössä visuaalisen palautteen antoa kokoonpanopisteiden henkilöstölle heidän yksilöllisen työnsä tuloksellisuudesta.

Palautteen visualisoinnilla voidaan asia kertoa nopeasti, vaikka niitä olisi useampi ja ne olisivat monimutkaisia tai laajoja asioita. Datan tulkitseminen visuaalisesti mahdollistaa hahmottamaan tilanteen vilkaisulla, joka ei onnistu esimerkiksi tekstipohjaisella palautteella. Lisäksi visuaalinen palaute on helppo luoda tietokannoista, joiden reaaliaikaisuus riippuu tietokannan päivitysvyydestä.

Palautetta voi antaa visuaalisesti monella eri tavalla, joista tunnetuimpia ovat värilliset valot, kuten LED-valoilla. LED-valot ovat yleisiä systeemien tilan ilmaisimina. Ne voivat esimerkiksi ilmaista, onko tuottavuus ollut hyvä, heikko tai jotain näiden väliltä. LED-valoista voidaan helposti rakentaa esimerkiksi palkkeja, jossa LED-valot syttyvät indikoidakseen hyvää suoriutumista tai kertoa tehty määrä kokonaismäärästä. Tuotantokoneiden kanssa on totuttu näkemään

niin sanotut liikennevalot, joissa vihreä tarkoittaa koneen olevan ajossa, vilkkuva keltainen tarkoittaa häiriötä ja punainen valo kertoo koneen olevan pysäytetty. Jos palaute annetaan jonkin näytteellisen päätteen avulla, kuten tietokoneen tai mobiililaitteen, on graafiset käyttöliittymät selkeät tulkita ja erittäin monipuolisia informaation laajuuden suhteen. Niillä voidaan esittää järjestelmän tietoja käyttäjälle graafisesti, jolloin palautemittaria voidaan vaihtaa ja näytöltä voidaan samalla välittää muuta informaatiota, kuten esimerkiksi työohjeita. Lisäksi käyttöliittymää voidaan käyttää muutenkin yrityksen viestintäkanavana.

Muita palautteen muotoja ovat auditiivinen palaute ja haptinen palaute. Auditiivinen palaute koostuu äänistä, jotka ilmaisevat järjestelmän tilan tai käyttäjän toiminnan. Se voi olla esimerkiksi yksittäisiä äänenmerkkejä tai äänimerkkejä, jotka ilmaisevat onnistuneen toiminnon tai virheen. Auditiivinen palaute soveltuu hyvin tehtäviin, joissa käyttäjän katseen tulee seurata tarkasti tehtävää. Haptinen palaute perustuu taas tuntemuksien lähettämiseen, jotka ilmaisevat järjestelmän tilan tai käyttäjän toiminnan. Tämä voi olla esimerkiksi värinää, joka ilmaisee onnistuneen toiminnon tai virheen. Haptinen palaute soveltuu työhön, jossa pidetään jatkuvasti kiinni esimerkiksi ohjainlaitteista. Haptinen palaute on nykyään jo melko tuttu autojen ohjauspyörissä ja mobiililaitteissa luomassa painalluksen tunnetta, vaikka painallus on todellisuudessa pelkkä kosketus.

Yksi palautteen muototapa on videoavustinjärjestelmä.

Videoavustinjärjestelmän tarkoitus on mahdollistaa suora apu ja tuen antaminen työntekemiseen esimerkiksi kohdatessa hankala häiriötilanne tai muun normaalista poikkeavan asian tapahtuessa. (Ratchev 2021, 324). Tällaisissa tilanteissa asiantuntija pystyy analysoimaan prosessia ja ohjeistamaan, kuinka tilanteessa toimitaan. Tämä saattaa pienentää ongelmanratkaisuun tarvittavaa vasteaikaa, koska asiantuntija pystyy jakamaan tiedon kaikille käymättä paikalla. Nykyään teknologia mahdollistaa jopa videokuvan lähettämisen kuvaajan näkökulmasta käytettäessä älylaseja (Ratchev 2021, 325). Videokuva välittyy kuvauspaikalta reaaliajassa älylaseihin asetetun videokameran avulla,

jolloin katsoja voi kommentoida tapahtuvaa äänikanavan avulla. Tätä teknologiaa voidaan hyödyntää myös esimerkiksi uusien työntekijöiden kouluttamisessa säästämällä kouluttajan aikaa. (Ratchev 2021, 327). Kouluttava työntekijä voi tehdä edellä ja koulutettava toistaa perässä tehtävää työprosessia. Riippuen järjestelmästä ja sen tarkoituksesta sekä käyttökohteesta, järjestelmän kehittäjät voivat valita erilaisia visuaalista palautetta käyttäviä menetelmiä, jotta järjestelmästä saadaan mahdollisimman käyttäjäystävällinen ja käyttäjille helppo sekä soveltuu käyttötarkoitukseen.

4.4 Palautteen antaminen

Palautteen antaminen tuotannossa nähdään merkittävä työhyvinvoinnin edistäjänä (Reichers & Schneider 1990). Sarkkinen (2017) kuvaakin, että mikropalautetta voidaan antaa työntekijöille ohimennen tervehtien tai nopealla kehulla. Tällä on suuri arvo yksilölle ja se ylläpitää monia positiivisia asioita. Tämä pieni mutta vahva asia vahvistaa työntekijälle, että hänet huomataan ja hänellä on merkitys työyhteisössä. Myönteinen palaute edistää usein myös tahtoa tuottaa vastaisuudessakin hyvää. Jos työntekijä ei saa palautetta, ei hän voi olla varma, onko hän onnistunut tai tekeekö hän asioita oikein.

McGregorin (2022) mukaan nykyaikaisessa ja älykkäässä tuotantoympäristössä kerättävän tiedon määrä kasvaa. Kehittyvä teknologia mahdollistaa koko ajan tarkentuvaa ja yksilöllisempää tietoa tuotannosta, tuotteista ja siellä työskentelevistä. Virtaavasta datasta voidaan luoda tunnuslukuja, joista annetaan uusiutuvaa palautetta henkilöstölle. Samoista tiedonlähteistä pystytään tekemään mittauksia, jotka auttavat prosessien pitkäkantoista kehittämistä tulevaisuutta varten. Graafisilla mittareilla on mahdollista informoida enemmän, kuin tilastoilla ja numeraalisilla luvuilla. Tällöin työntekijä on aina ajan tasalla henkilökohtaisesta suorituksestaan ja pystyy seuraamaan henkilökohtaista kehittymistään paremmin.

5 Mahdolliset kehittämistoimenpiteet

Työtä aloittaessa Oras Oy:llä käytyjen keskustelujen pohjalta oli ajatus luoda mahdollisia kehitysratkaisuja työnteon mielekkyyden ja sujuvoittamisen parantamiseksi. Koko projektia ajatellen ajatuksena oli miettiä kehittämistä niin, että asioista voidaan luoda pilottikokeilu, joka kelpaisi skaalattuna muihinkin vastaaviin kokoonpanosoluihin. Vapaamuotoisia keskusteluja käytiin tuotannon toimihenkilöiden ja tuotannon työntekijöiden kanssa.

5.1 Keskusteluiden tulokset

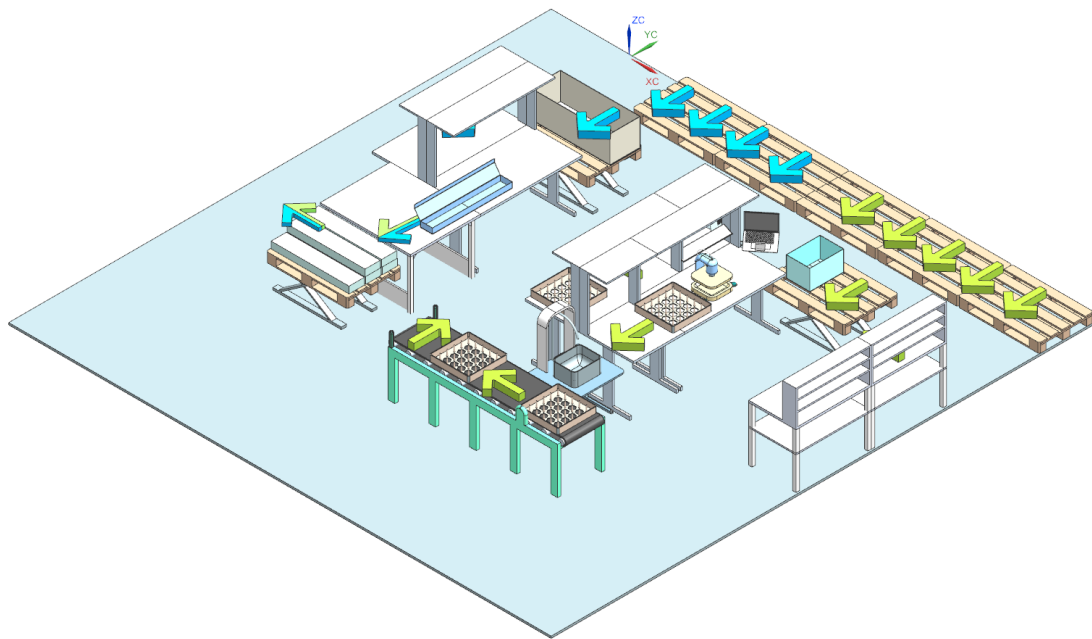
Toimihenkilöt toivoivat pystyvänsä tarjoamaan visuaalista ja yksilöllistä palautetta kokoonpanon työntekijöille heidän tuottamasta hyödystä. Toimihenkilöillä oli melko selvä näkemys, että visuaalinen palaute, jota kokoonpanon työntekijöille annettaisiin, olisi graafisessa muodossa.

Kokoonpanon yhteydessä raskauttavia prosesseja olivat tuotteen vesitestauksen jälkeinen kuivaus, jonka työntekijä joutui viimeistelemään käsin ravistamalla. Toisena raskauttavana prosessina nähtiin viallisten komponenttien kirjaaminen, joka tehtiin työvuoron lopussa valmiiden tulouttamisen yhteydessä. Keskustelujen pohjalta todettiin, olisiko näitä mahdollista korvata tai muokata toimintatapoja niin, että niistä saataisiin lisää hyötyä ja mitkä keinot voisivat prosessia parantaa. Muita raskauttavia prosesseja olivat esimerkiksi alihankkijalta tulevien komponenttien tulopakkaukseen liittyvät suojarahkausten vaihtelevaisuus ja samalla muuttuvat tekniikat kerätä ne komponenteista pois. Myös tuottavuuden kirjanpito ja tuloutus on ollut työntekijän vastuulla tehdä vuoron lopussa, milloin merkataan poistetut komponentit tai tuotteet.

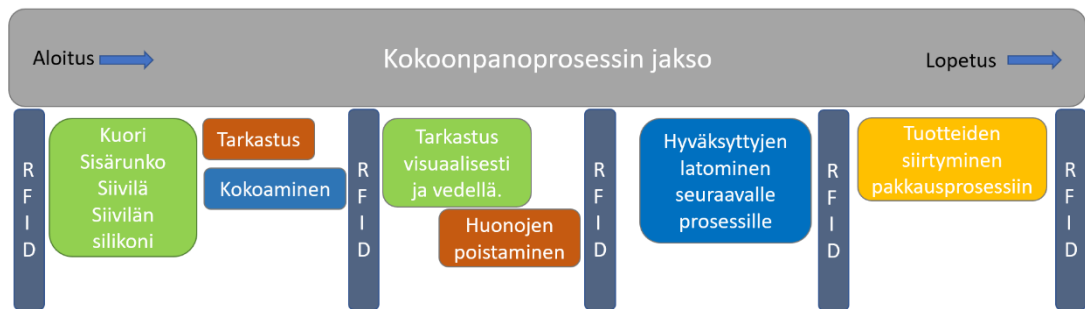
5.2 Kehitysehdotus

Kehitysehdotuksessa solu-layoutin perusrakenne pysyisi pohjimmiltaan samana, mutta siihen lisättäisiin teknologisia ominaisuuksia, joita Oras Oy:llä on

jo käytössä. Suurin ja näkyvin muutos olisi liukuhihna, jonka tehtävänä on siirtää valmiit suihkupäät pakkausprosessin hoitajalle. Liukuhihnan lisähyöty on kerätä tietoa tahtiajasta RFID-tekniikan avulla, ja samalla viimeiset vedet saavat valua suihkupäistä paineilmakuivauksen jälkeen sekä työntekijöiden ei tarvitsisi liikutella tuotteita itse solun toiselle puolelle. Kuvissa 6 ja 7 on nähtävillä ehdotus solun rakenteellisesta muutoksesta sekä virtaussuunnasta. Vihreät nuolet kuvaavat kokoonpantavien tuotteiden virtausta ja siniset nuolet kuvaavat pakkaustuotteiden virtausta.

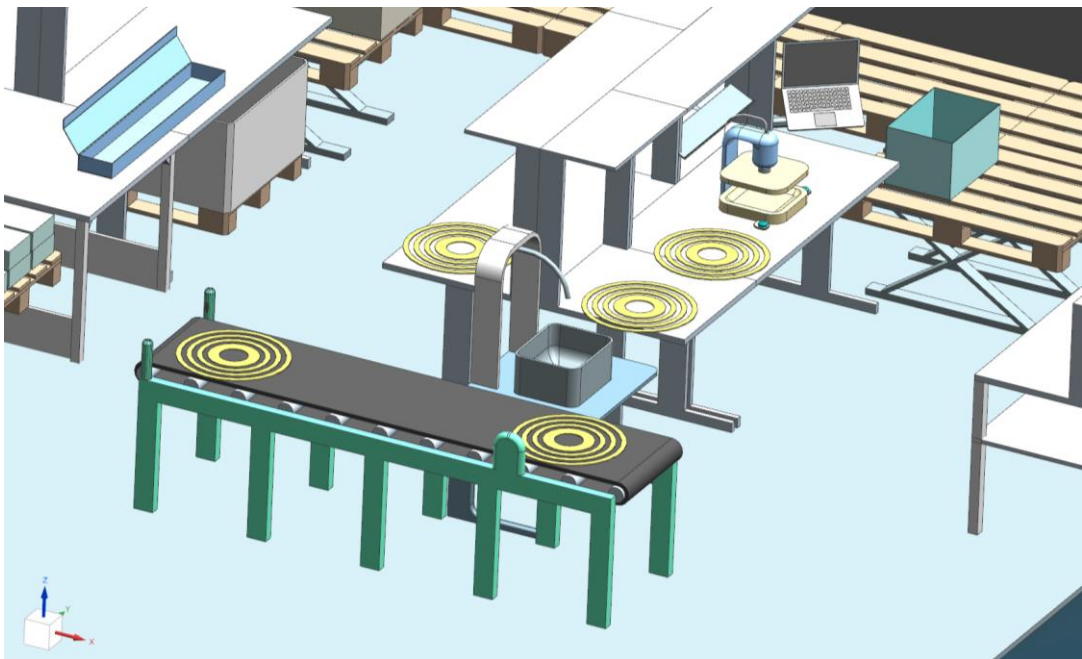


Kuva 6. Layout ehdotus.



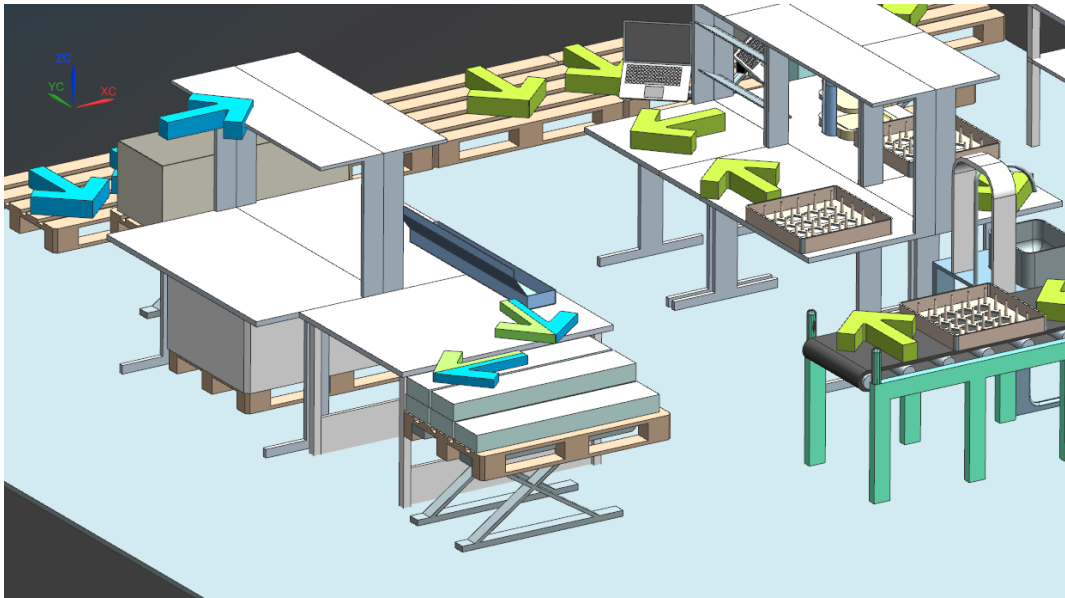
Kuva 8. RFID-lukijoiden paikat kokoonpanoprosessissa.

Asettamalla tunnistella varustettu alusta paikalleen, tietokone merkkää uuden pienerän aloittamisen. Tämän jälkeen suihkupäät kootaan, testataan yksitellen ja asetetaan alustalle, jossa hanat saavat kuivua. Tuotannon työntekijä siirtää alustan liukuhihnalle ja tietokone kuittaa pienerän suihkupäitä olevan tällöin valmis. Kuvassa 8 on havainnollistettu mahdolliset lukijoiden paikoitukset, joiden avulla järjestelmä saa tietoa tuotteen kulkemisesta solussa ja valmistumisen tahtiajasta.



Kuva 9. RFID-lukijoiden paikoitus.

Kuvassa 10 näkyy pakkausprosessin puoli, johon on haastava sijoittaa RFID-lukijaa ja tunnisteita. Sen sijaan pakkausprosessiin voisi sijoittaa painikkeen, josta pakkausprosessin hoitaja voi kuitata yksittäiset tuotteet. Käytössä voisi olla myös useampi painike, joista voi kuitata pienerän tai valmiin lavallisen tuotteita valmistuneiksi.

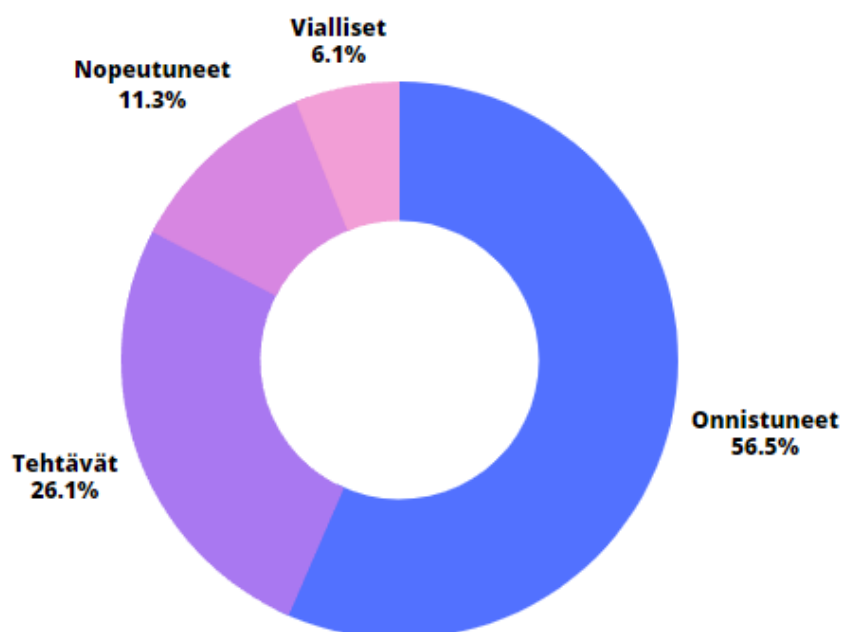


Kuva 10. Pakkausprosessi.

Työntekijä tulisi jatkossakin tekemään viralliset tuloutukset vuoron lopussa, mutta järjestelmästä olisi mahdollista ottaa ulos vuoron mittaan kirjautunut raportti ja varmistaa tietojen oikeellisuuden. Valmistumisista, poistoista ja häiriöistä jää merkinnät tietoon, jotka työntekijä kuittaa tai korjaa vuoron lopussa. Muistiin jäävät tiedot jakautuvat aiheiden mukaan ja näiden alle tulee tarkemmat asiat, joista voidaan kerätä työstä haluttuja mittausparametrejä, kehittää tunnuslukuja ja kehittää tekijälle palaute. Työntekijät näkevät ajantasaista visuaalista palautetta graafisesta käyttöliittymästä, jolloin hänen keskittymisensä normaaliin työtehtäväänsä ei kärsi. Palautetta voidaan antaa esimerkiksi kaavioina ja palautteeseen voidaan lisätä olennaisiksi määritettyjä asioita.

Kuviossa 4 kuvataan palautemallin mahdollista rakennetta. Esimerkissä suurin lohko kuvastaa valmistuneita kokoonpanoja, jotka ovat valmistuneet ilman

häiriöitä. Tehtävät-lohko kuvaa työvuoron tavoitteeseen vaadittavia kokoonpanoja. Nopeutuneet-lohko taas kuvaa normaalia tahtiainaa paremmin suoritettuja kokoonpanoja sekä vialliset-lohko ilmaisee häiriöllisiä kokoonpanoja, jotka on sivuutettu pois pakkaamisprosessiin menevistä.



Kuvio 4. Palautemalli.

Lisäksi tietokonepääte toimii kaksisuuntaisena viestintäkanavana ja monipuolisena työohjepankkina. Häiriöilmoitukset ja viallisten komponenttien kirjaamiset voidaan suoraan kirjata tietokoneelta. Tuotannon työntekijä voi ilmoittaa myös suoraan asiasta vastaaville toimihenkilöille pikaviestillä tai ottamalla videopuheluyhteyden. Tuotannonohjausjärjestelmään kirjautuva tuotantotieto tukevoittaa laatujärjestelmää ja tuotteet kirjautuvat tietokantaan pienerinä, joita voidaan tarkastella aikaikkunoiden mukaan.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää visuaalisen palautteen lisäämisen mahdollisuuksia kokoonpanoteollisuuteen. Palautteen anto reaaliajassa vaatii paljon rajapintoja ja aktiivista tiedon keräämistä, jotta annettava palaute on ajan mukaista.

Työtä lähdetessä tekemään, olin toiminut yrityksen tuotekehitysosastolla harjoittelijana neljä kuukautta, joten koin helpoksi hakea tietoa eri osastojen henkilöiltä, joiden kanssa olin myös ollut jo aikaisemmin tekemisissä. Olin saanut ennestään jo käsityksen kokoonpanotoiminnasta, kun sain suunnitella ja valmistaa Oras Oy:n laboratoriolle testauskiinnittimiä ja käsityökaluja erikoiseriin, joita ei valmisteta massatuotantona. Kävin useasti testaamassa kokoonpanon kanssa työkaluja ja käytännössä huomattut asiat korjattiin työkaluihin. Tällöin sain hyvän alkukokemuksen jo käsin tehtävän kokoonpanon toiminnasta ja arkisista tarpeista.

Jatkuvasti kehittyvässä teknologiateollisuudessa mahdollisuudet kerätä tietoa myös käsin tehtävästä työstä kasvavat. Saatavilla on loputon määrä dataa, kunhan data kerätään, putsataan, seulotaan ja organisoidaan hallittavaan muotoon. Myös palveluntarjoajat kehittyvät nopeaa tahtia ja monipuolisuus on kiinni oivalluksista, koska teknologia ei ole hidaste. Yllättävintä itselle työtä tehdessä oli tiedon ja tutkimusten vähäisyys liittyen visuaalisen palautteen hyödyntämiseen teollisuudessa, jonka vuoksi tiedon tutkiminen tuotti odotettua enemmän selvitystyötä.

Opinnäytetyön tekeminen onnistui loistavasti ja oppiminen opinnäytetyön ohessa oli mielenkiintoista. Minulla oli suuri henkilökohtainen kiinnostus tekemisen järjeistämiseen ja opintojeni viimeisten kurssien osuvuus opinnäytetyön aiheeseen tuki opinnäytetyön tekemistä. Oras Oy:n henkilöstön positiivinen asenne helpotti työn toteuttamista.

Lähteet

Aalto-yliopisto. 2023. Kapasiteetti ja sen hallinta. PDF-dokumentti. Viitattu 20.2.2023.

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1222125/mod_resource/content/13/Luento%2006%20-%20Kapasiteetti%20ja%20sen%20hallinta.pdf

Andersin, H., Karjalainen, J. & Laakso, T. 1994. Suoritusten mittaus ohjausvälineenä. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Arter Oy. 2022. Työkaluja prosessien kehittämiseen ja prosessien suorituskyvyn parantamiseen. Verkkojulkaisu. Viitattu 20.2.2023. <https://www.arter.fi/tyokalut-ja-menetelmat-prosessien-kehittaminen/>

E-conomic Sverige AB. 2015. Tuottavuus – Mitä tarkoittaa tuottavuus? Verkkojulkaisu. Viitattu 20.2.2023. <https://www.e-conomic.fi/kirjanpito-ohjelma/sanakirja/tuottavuus>.

Harju, A., Valpio, J., Huhtala, V. & Kilpeläinen, T. 1987. Teollisuustalous. 1.–4. painos. Helsinki: Opetushallitus.

Hopp, J. & Spearman, L. 2008. Factory Physics. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2007. Tuotettavuuden kehittäminen: Parempi tuotteisto useasta näkökulmasta. Helsinki: Teknologianinfo Teknova.

Karjalainen, Karjalainen, E. E., & Karjalainen, E. 2002. Six Sigma: uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Quality Knowhow Karjalainen.

Lehtonen, J. 2004. Tuotantotalous. Helsinki: WSOY.

Logistiikanmaailma. 2013. Tuotannon layout. Verkkojulkaisu. Viitattu 19.2.2023. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Nordmeyer, B. 2023. Throughput Time vs. Lead Time. Verkkojulkaisu. Viitattu 20.2.2023. <https://smallbusiness.chron.com/throughput-time-vs-lead-time-81687.html>

McGregor, D. 2017. Feedback Loops Build a Smarter Plant. MachineDesign. Verkkojulkaisu. Viitattu 27.2.2023. <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/article/21255173/fast-radius-feedback-loops-build-a-smarter-plant>

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Keuruu: Edita Publishing Oy.

Mital, A., Desai, A., Subramanian, A. & Mital, A. 2014. Product Development. A Structured Approach to Consumer Product Development, Design, and Manufacture. 2. painos. Amsterdam: Elsevier. https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780750683098/Sample_Chapters/01~Front_Matter.pdf

Pinja. 2023. 5 Yleisintä tuotannon mittaria. PDF-dokumentti. Viitattu 27.2.2023. <https://blog.pinja.com/opas-tuotannon-mittarit>

Ratchev, S. 2021. Smart Technologies for Precision Assembly: 9th IFIP WG 5.5 International Precision Assembly Seminar, IPAS 2020, Virtual Event, December 14-15, 2020, Revised Selected Papers. Springer International Publishing AG.

Reichers, A. E. & Schneider, B. 1990. Climate and culture: An evolution of constructs. Teoksessa B. Schneider (toim.) Organizational climate and culture. San Francisco: Jossey-Bass.

Repo, S., Ravantti, E. & Pääkkönen, R. 2015. Johda tuottavasti – Opas työhyvinvoinnin ja tuottavuuden lisäämiseksi esimiestyön keinoin. Helsinki: Työterveyslaitos. Viitattu 19.2.2023. <https://www.julkari.fi/handle/10024/134834>.

Salo, M. 2019. Tuotannosuunnittelu muutoksessa. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/163508/Salo%20Mikko.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sarkkinen, M. 2017. Palaute on työelämän pienin suuri asia. Työterveyslaitos. Verkkojulkaisu. Viitattu 27.2.2023. <https://www.ttl.fi/tyopiste/palaute-on-tyoelaman-pienin-suuri-asia>

Taloussanomat. 2015. Taloussanakirja: tuottavuus. Verkkojulkaisu. Viitattu 20.2.2023. <http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/tuottavuus/>.

Turun ammattikorkeakoulu. 2022. Tuotannon ohjaus. PDF-dokumentti