

PLS-KERÄILYTRUKIN TUOTANNON KEHITYS

Tiivistelmä

Tekijä(t) Virkanen, Valentin	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 23	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi PLS-keräilytrukin tuotannon kehitys		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Rocla Oy:n PLS-keräilytrukkien tuotannon laajentamista nykyisen tehtaan sallimissa puitteissa. Kirjoitushetkellä PLS-keräilytrukkien myynti oli ylittänyt jo tehtaan senhetkisen tuotantokapasiteetin, joten nopeita toimenpiteitä vaadittiin tuotannon kehittämiseksi.</p> <p>Ensimmäisenä asiana tarkasteltavaksi otettiin trukkien asennettavuus sekä senhetkisen työpisteen toiminta ja samalla aloitettiin logististen toimintojen kehittämistä.</p> <p>Seuraavana vaiheena kehitettiin uusi paikkakokoonpankonsepti, jonka avulla nykyistä tuotantomäärää voidaan kasvattaa samalla parantaen työn tuottavuutta ja työturvallisuutta.</p> <p>Viimeisenä osa-alueena työssä oli linjatuotantomallin suunnittelu vanhaa tuotantolinjaa hyväksikäyttäen sekä kehityssuunnitelman luominen linjatuotannon viemiseksi eteenpäin ja tuotantomäärien kasvattamiseksi.</p> <p>Useampi vaihtoehto kehitettiin erilaisille tuotantotavoille Rocla Oy:n linjaa mukaillen. Vaikka työ jäi suurilta osin teoreettiseksi aikataulurajoitteiden takia, saatiin kuitenkin arvokasta tietoa PLS-keräilytrukkien valmistettavuudesta.</p> <p>Kerätyn materiaalin perusteella voitiin tehdä merkittäviä muutoksia trukin rakenteisiin, varastointiin sekä toimintamalleihin parantaen työskentelyn tehokkuutta, työturvallisuutta sekä työviihtyvyyttä.</p> <p>Saadun tiedon perusteella pystyttiin myös luomaan suunnitelmia tulevaisuuden tuotantoa varten ja arvioimaan mahdollista tuotantotilojen sekä henkilöstön tarvetta loppuvuodelle 2019.</p>		
Asiasanat Trukit, teollisuustuotanto, sarjatuotanto		

Abstract

Author(s) Virkanen Valentin	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 23	
Title of publication PLS-picking forklift production improvement		
Name of Degree Bachelor of engineering		
Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was to research ways to improve and expand the production of the low-level order picker forklifts of the new PLS-series of Rocla.</p> <p>The first area to be studied was the installability of the PLS-series forklifts, the function of the current workstation and the improvement of the internal logistics.</p> <p>Next, the new cell assembly concept was developed, so that the current production volume can be increased from the current level, while improving productivity and safety at work.</p> <p>The last step was to design a new model for the existing production line and the improvement of the line. Multiple options were presented for the production concept of the future.</p> <p>Although the thesis was mostly theoretical due to time constraints, a lot of valuable information was collected about the manufacturing of this product and the ways to improve the process.</p> <p>By using the collected data, improvements were made to the structure of the forklift, storage solutions and to the production process itself.</p> <p>Plans for future production improvements were made, and the data was used to estimate the amount of staff and production area required for the rest of the year 2019.</p>		
Keywords Forklifts, industrial production, mass production		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Rocla Oy.....	1
1.2	Opinnäytetyön taustoja.....	1
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet.....	2
2	LÄHTÖTILANNE.....	3
2.1	Kokoonpano.....	3
2.2	Nykyiset ongelmat.....	4
3	LEAN.....	6
3.1	LEAN-tuotantofilosofia.....	6
3.2	Leanin implementointi Roclalla.....	7
4	TUOTANTOLINJAN SUUNNITTELUN TEORIAA.....	8
4.1	Linjatuotantoon liittyviä laskukaavoja.....	8
4.2	Linjabalansointi.....	9
5	VAIHE 1 – NYKYTILANTEEN ONGELMIEN RATKAISU.....	10
5.1	Vaiheet tuotannon kehittämiseksi.....	10
5.2	Prosessikaavion laatiminen eri mallivarianteille.....	10
5.3	Nykyisen työpisteen toiminnan kehitys sekä kokoonpanon kehitys.....	11
5.4	Varastotoimintojen kehittäminen.....	12
5.5	Ensimmäisen vaiheen laskennalliset vaikutukset.....	13
6	VAIHE 2 - UUSI PAIKKAKOKOONPANOKONSEPTI.....	15
6.1	Layout.....	15
6.2	Työkalut.....	16
6.3	Logistiikka.....	16
7	VAIHE 3- LINJATUOTANTOON SIIRTYMINEN.....	17
7.1	Tuotteen sopivuus linjatuotantoa ajatellen.....	17
7.2	Layout-ehdotus.....	17
7.3	Linjabalansointi.....	18
8	VAIHE 4 TUOTANTOLINJAMALLIN KEHITTÄMINEN ETEENPÄIN.....	20
8.1	Nykyisen tuotantolinjan jatkokehitys.....	20
8.2	Ongelmatilanteet.....	21
8.3	Laadunhallinta.....	22
9	YHTEENVETO.....	23
	LÄHTEET.....	24

Sanasto

CSM - Customer specific machine, asiakkaalle yksilöllisesti suunniteltu erikoistrukki. Perustuvat yleensä tuotantomalliin, mutta suurten haluttujen muutosten takia tuotetaan erikseen.

FIFO-periaate – Tuotantoperiaate, jossa varastoon saapuneet tavarat käytetään aikajärjestyksessä pois varastoista, eli ensimmäisenä saapunut tavara käytetään varastosta pois ensimmäisenä, toisena tullut seuraavaksi ja niin edelleen.

Kaksilaatikkojärjestelmä – Leanin mukainen varastointimetodi, jossa työssä tarvittavia standardikomponentteja varastoidaan hyllyihin, joissa nimensä mukaisesti on kaksi laatikkoa jokaista tarvittavaa tuotantonimikettä kohden. Kun nimikkeen toinen laatikko on kulutettu ja laatikko viedään pois, lähtee signaali keräilyyn, joka toimittaa uuden laatikollisen komponentteja hyllyyn. Täten täydennykset tulevat tarpeen mukaan ja optimitilanteessa osia on aina hyllyssä.

Kellotus – Manuaalinen työnmittausmenetelmä, jolla määritetään tuotteiden standardivalmistusajat.

Keräilytrukki – Varastoympäristöön tarkoitettu trukki, joka mahdollistaa tavaroiden keräilyn lattiatasolta tai lattiatasolta sekä matalista hyllyistä.

Layout – Tehtaan tai vastaavan tuotantolaitoksen pohjapiirustus, jonka mukaan tuotantovälineet, kulkuväylät ja kaikki muut tilat sijoitellaan käytettävissä oleviin tiloihin.

1 JOHDANTO

1.1 Rocla Oy

Rocla Oy on suomalainen vastapaino- ja varastotrukkeja valmistava yritys, joka kuuluu Mitsubishi logisnext -konserniin. Roclan pääkonttori ja tehdas sijaitsevat Järvenpäässä ja erilaisia huolto- ja koulutuspaikkoja on ympäri Suomen. Roclan liikevaihto viskaalivuonna 03/2017-03/2018 oli noin 124 miljoonaa euroa. (Fonecta Oy 2019.) Kirjoitushetkellä Rocla työllistää noin 480 henkilöä Järvenpään toimipisteessä ja yli 700 maailmanlaajuisesti (Rocla Oy 2019b).

Oman työurani aloitin Rocla Oy:n palveluksessa 2016 toukokuussa lavansiirtotrukkien asentajana. Sen jälkeen olen toiminut yhden kesän ajan samassa työtehtävässä, ja tämän jälkeen siirryin 2018 tammikuussa insinööriharjoittelijaksi. Harjoittelusta seurasi työpaikka tuotanto- ja laatuinsinöörin tehtävään kesäksi 2018. Kyseisessä tehtävässä pääsin tutustumaan PLS-keräilytrukkiin perusteellisesti tehdessäni sille työohjeistuksia ja tuotantoa varten erilaisia seurantataulukoita, kuten laadunvalvonnassa käytetyn tarkastuslomakkeen ja auditointilomakkeen.

1.2 Opinnäytetyön taustoja

Vuonna 2018 Rocla lanseerasi uuden PLS-keräilytrukkimalliston korvaamaan vanhan PS-malliston keräilytrukit. Uusi PLS on osoittautunut erittäin suosituksi tuotteeksi, ja sitä on myyty moninkertaisia määriä verrattuna vanhaan PS-keräilytrukkiin. Nykyisellä paikkakokoonpanotavalla ei päästä niihin tuotantomääriin, mitä kysynnän täyttäminen vaatisi. Syksyllä 2018 päätettiin, että toimenpiteisiin on ryhdyttävä kasvavaan kysyntään vastaamiseksi.

PLS-keräilytrukki on vuonna 2018 julkaistu korvaaja vanhojen PS-sarjan keräilytrukkien tilalle. PLS-keräilytrukkeja valmistetaan tällä hetkellä nousevalla ajotasolla tai ilman ja haarukkakelkalla tai minimastolla. Nouseva ajotaso mahdollistaa keräilyn lattiatasolta sekä korotetulta tasolta, ilman jatkuvan kurottelun aiheuttamia työturvallisuusongelmia tai ergonomisia ongelmia. (Rocla Oy, 2019a) Kuvassa 1 esiteltynä PLS-mallisarjan keräilytrukkeja erilaisin lisävarustein.



Kuva 1. PLS-mallisarjan keräilytrukkeja (Rocla 2019)

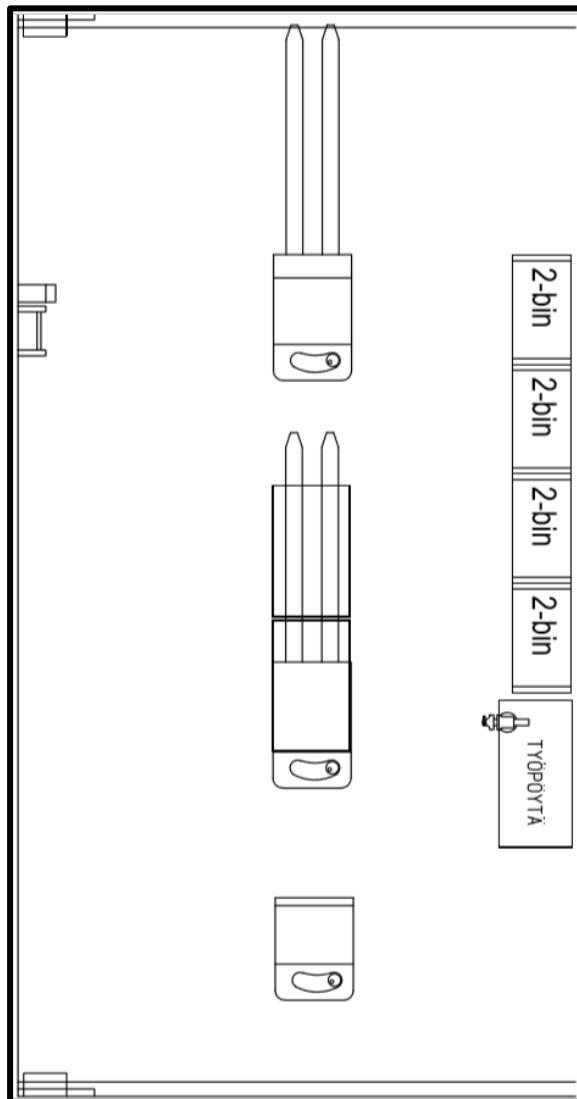
1.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda kokonaisymmärrys siitä, millaisin toimenpitein uuden keräilytrukin tuotannon kasvattamista tulisi viedä eteenpäin. Opinnäytetyö käsittelee paikkakokoonpanon sekä linjakokoonpanon suunnittelua. Opinnäytetyö ei ota kantaa linjaston taloudellisiin vaikutuksiin eikä linjaston pystytyksen kustannuksiin. Opinnäytetyössä ei myöskään keskitytä tuotantolinjaston mekaanisen tai sähköisen toteutuksen suunnitteluun, vaan linjaratkaisu hankitaan ulkoiselta toimijalta.

2 LÄHTÖTILANNE

2.1 Kokoonpano

Tällä hetkellä PLS-sarjan tuotteet valmistetaan paikkakokoonpanona siten, että yksi tai kaksi asentajaa rakentaa trukin alusta loppuun ja tämän jälkeen trukki siirryy viimeistely- ja testausalueelle. Täällä trukin suorituskyky, lisävarusteet ja viimeistely tarkastetaan. Mikäli tarkastuksen aikana ilmenee ongelmia trukin toiminnassa, trukki palautuu kokoonpanopisteelle asentajien korjattavaksi. Kuviossa 1 oleva nykyinen työpiste koostuu kahden nostopöydän yhdistelmästä, jossa suoritetaan trukin varsinainen kokoonpano sekä haarukkakelkan tai maston kiinnitys trukkiin. Lisäksi kokoonpanopisteellä on työtilaa alikokoonpanojen valmistusta varten.



Kuvio 1. Nykyinen työpiste

2.2 Nykyiset ongelmat

Nykyisellään työpiste on liian ahdas ja nostopöytiä on asentajien käytettävissä vain yksi. Tilanahtaus ja nostopöytien vähyys aiheuttavat sen, että asentajilla ei ole mahdollisuutta työskennellä tehokkaasti yhdessä, vaan työn tekeminen on hankalaa ja työturvallisuus on heikko.

Työpisteen sijainnin takia logistiikan järkevä järjestely on haastavaa. Työpiste sijaitsee varastolta katsottuna toisella puolen tehdasta nurkassa, jossa trukeilla ajaminen on ahdasta ja hankalaa. Läpivirtaavan logistiikan järjestely ei käytännössä ole mahdollista, vaan materiaalivirtojen kulkua on muuten tarkasteltava ja optimoitava. Keräilylistoissa ja kaksilaatikkojärjestelmässä on puutteita, joiden johdosta asentajat joutuvat hakemaan itse osia ympäri tehdasta, mikä sekoittaa asennustyön kulkua ja heikentää tehokkuutta.

Epästandardit pienet osat ja esimerkiksi elektroniikka ja hydraulikka tuodaan sisävarastosta, joten ne ovat hyväkuntoisia ja puhtaita. Haarukkakelkat ja rungot tuodaan ulkoa työpisteelle, ja ne ovat usein jäisiä, ruosteisia ja likaisia. Osien likaisuus ja etenkin ruoste vaikeuttavat asennustyötä huomattavasti, ja varastointiratkaisujen muuttamista on harkittava, mikäli halutaan parantaa tehokkuutta merkittävästi. Ruosteisia osia joudutaan hiomaan, puhdistamaan sekä kierteyttämään uudelleen. Mainittujen töiden hitauden lisäksi etenkin kierteyttäessä on suuri riski rikkoa työstetty runko tai haarukkakelkka täten aiheuttaen turhia romutuksia ja korjauskustannuksia.



Kuvio 2. Kuljetusetäisyydet tehtaan varastoista PLS-työpisteelle

Kuljetusmatkat ovat kuviossa 2 merkittyinä mustina viivoina kartassa. Etenkin sisävarastoiduissa komponenteissa kuljetusmatka on pitkä ja menee monen mutkan ja risteyksen kautta. Ulkovarastoidut komponentit tulevat myös työpisteelle pitkän matkan päästä, mutta tähän ongelmaan ei ole yhtään yksiselitteistä ratkaisua tehtaan nykyisen layoutin puitteissa.

3 LEAN

3.1 LEAN-tuotantofilosofia

Lean on 1900-luvun puolivälissä kehittymään lähtenyt Toyotan ja muiden japanilaisten autovalmistajien huippuunsa viemä tuotantofilosofia, joka pyrkii luomaan yritykselle lisäarvoa ja tehokkuutta karsimalla hukkan tuotantoprosessista ja kehittämään joustavan ja häiriöitä kestävän prosessin. Vaikka alun perin LEAN on tehdas- ja tuotantoympäristössä kehittynyt filosofia, sitä soveltavat usean eri alan yritykset sairaaloista ketjuravintoloihin asti parantaakseen tuottavuuttaan ja kannattavuutta. (Stevenson 2015, 609.)

Tehdasympäristössä leanin ydinajatuksena on saada tehdas virtaamaan siten, että tuotettava tavara käytännössä kulkee pysähdyksittä tehtaasta lävitse tavaran vastaanotosta aina lähettämöön saakka. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, mutta kohti täydellistä lean-mallia on syytä pyrkiä. (Stevenson 2015, 609.)

Leanin keskiössä ovat niin sanotut kahdeksan hukkaa, jotka eliminoimalla tai joita vähentämällä tehtaasta tehokkuus paranee. Nämä ovat:

1. Ylimääräiset varastot – Liian suuret varastot lisäävät kustannuksia ja vievät tilaa.
2. Ylituotanto – Tuotantokapasiteetin liiallinen käyttö kysyntään nähden.
3. Odotusaika – Odottava työntekijä aiheuttaa yritykselle kustannuksia muttei tuota lisäarvoa.
4. Tarpeeton kuljettaminen – Vie aikaa, sitoo resursseja ja ruuhkauttaa kulureittejä.
5. Hukka – Esimerkiksi ylimääräiset lisäarvoa tuottamattomat työt, koneistusjäte ja rikutut osat ovat hukkaa.
6. Tehottomat työskentelymenetelmät – Lisäävät hukkaa sekä alentavat tehokkuutta.
7. Vialliset tuotteet – Aiheuttavat ylimääräistä korjaustyötä sekä asiakkaalle päätyessään tyytymättömyyttä tuotteeseen.
8. Henkilöstöresurssien alihyödyntäminen – Liittyy työntekijöiden osaamisen sekä kokemuksen hyödyntämiseen. Kaikkien osaamista pitäisi pystyä hyödyntämään.

Näitä kahdeksaa hukkaa hallitsemalla ja vähentämällä voidaan nostaa tehtaan tehokkuutta, parantaa viihtyvyyttä sekä työturvallisuutta. Näitä kahdeksaa asiaa tarkastelemalla on helppo luoda jatkuvan parantamisen malli, jossa pyritään luomaan aina entistä parempi ja toimivampi tuotantomalli. (Stevenson 2015, 609.)

3.2 Leanin implementointi Roclalla

Roclalla ei ole vielä käynnistetty koko tehtaan kattavaa lean-ohjelmaa tai muutettu tehtaan layoutia lean-ajatusmallin mukaiseksi läpivirtaavaksi tehtaaksi, mutta selkeää muutosta kohti todellista lean-tehdasta on havaittavissa. Viime vuosien aikana tuotannonohjaukseen on kiinnitetty enemmän huomiota, ja yliprosessointia ja ylituotantoa on pyritty välttämään ja kehittämään erityisesti tällä osalla. Kehitettävää kuitenkin vielä on, ja etenkin modernin MES-järjestelmän käyttöönotto helpottaisi esimerkiksi alikokoonpanojen ohjausta merkittävästi vapauttaen työnjohdon käyttöön aikaa muulle tekemiselle.

Alihankintaketjun toimintaan olisi syytä kiinnittää huomiota, koska osien toimitusajat sekä epäluotettavasti saapuvat toimitukset ovat edelleen ongelma, vaikka tilanne onkin parantunut huomattavasti viime vuoden tilanteesta. Alihankkijoiden epäluotettavuus, osapuutteet ja laatuongelmat sekoittavat parhaankin lean-tehtaan toiminnan.

4 TUOTANTOLINJAN SUUNNITTELUN TEORIAA

4.1 Linjatuotantoon liittyviä laskukaavoja

Tuotantolinjan tavoitevolyyymiä voidaan käsitellä esimerkiksi päivä- tai viikkotasolla. Tavoitevolyyymi lasketaan seuraavaksi kuvatulla kaavalla 1. Tehollisella työajalla tarkoitetaan sitä osaa työajasta, jolloin todellista työntekoa tapahtuu. Tämä aika saadaan vähentämällä työpäivän pituudesta tauot ja mahdollinen työehtosopimuksessa määritetty elpymisaika.

$$\frac{\textit{Tehollinen työaika}}{\textit{Tahtiaika}} = \textit{Tavoitevolyyymi}$$

Kaava 1. Tavoitevolyyymi

Vaikka tavoitevolyyymien voi laskea kuvatusti kaavalla 1, tavoitevolyyymien määrittää yleensä myynti. (Stevenson 2015, 263.)

Tahtiajalla tarkoitetaan aikaväliä, jonka kuluessa yksi valmistunut tuote tulee linjasta ulos. Lyhyimmillään tahtiaika on linjaston eniten aikaa vievän työpisteen aika ja pisimmillään kaikki linjaston työpisteiden ajat yhteenlaskettuna. Pisin tahtiaika on tapauksessa, jolloin tuotantolinjaan syötetään ensimmäistä kertaa tuote seisakkeen jälkeen. Käytännössä linjan tahtiaika vaihtelee sen mukaan, kuinka suurella kuormituksella linjaa ajetaan. Mitä lähempänä linjan kuorma on sataa prosenttia, sitä lähempänä linjan todellinen tahtiaika on laskennallista minimitahtiaikaa. Linjaston tavoitetahtiaika lasketaan kaavalla 2.

$$\frac{\textit{Tehollinen työaika}}{\textit{Tavoitevolyyymi}} = \textit{Tavoitetahtiaika}$$

Kaava 2. Tavoitetahtiaika

(Stevenson 2015, 263.)

Linjan työpisteiden määrää laskiessa käytetään kaavaa 3

$$\frac{\textit{Työtehtävien kokonaisaika}}{\textit{Tahtiaika}} = \textit{Työpisteiden minimimäärä}$$

Kaava 3 Työpisteiden minimimäärä

Mikäli saatu työpisteiden määrä on desimaaliluku, tulee luku pyöristää aina ylöspäin, sillä linjassa ei voi olla esimerkiksi 4,5 työpistettä, vaan linjan työpisteiden minimimäärä on tällöin 5 työpistettä. (Stevenson 2015, 264.)

4.2 Linjabalansointi

Linjabalansoinnilla tarkoitetaan linjan työpisteiden töiden suunnittelua siten, että jokaisella työpisteellä on tavoitetahtiaikaa vastaava työpiste aika. Käytännössä tuotannollisista syistä ei ole aina mahdollista järjestää jokaiselle työpisteelle tavoitetahtiajan mukaista työpiste aikaa, vaan työpisteiden välistä aikavaihtelua tulee aina, johtuen siitä, että eri työtehtävät vaativat eri määrän aikaa. Yksittäisiä työvaiheita ei myöskään kannata jakaa eri työpisteiden välille, vaan osa jota on jo aloitettu kiinnittämään työpisteellä, kiinnitetään myös loppuun asti samalla työpisteellä. Tällä vältetään työpisteiden välisiltä kommunikaatio-ongelmilta, ja virheiden mahdollisuus pienenee. (Stevenson 2015, 267.)

Kuitenkin linjabalansointia tehtäessä on pyrittävä järjestämään työpisteiden työt siten, että todelliset työpisteajat olisivat mahdollisimman lähellä tavoitetahtiaikaa, ja linjan työpisteajat lyhenisivät kohti linjan loppupäätä. Linjan loppupäätä kohden lyhenevällä työpisteajalla saadaan luotua imua tuotantolinjaan, jolloin pullonkauloja ei pääse syntymään tuotantolinjastoon, vaan tuote virtaa jouhevasti linjan lävitse. (Stevenson 2015, 267.)

Työvaiheiden järjestystä ei voida myöskään vaihdella mielivaltaisesti, vaan järjestyksen määrittää trukiin rakenteesta riippuva asennusjärjestys, ja täten se on huomioitava myös linjabalansointia tehtäessä. Kaikki työvaiheet eivät myöskään ole toistensa kanssa yhteensopivia, eli esimerkiksi samalla työpisteellä ei voida tehdä sekä maalausta että hiontaa, sillä hionnasta irtoava pöly pilaisi tuoreen maalipinnan. (Stevenson 2015, 267.)

5 VAIHE 1 – NYKYTILANTEEN ONGELMIEN RATKAISU

5.1 Vaiheet tuotannon kehittämiseksi

Opinnäytetyön selkeyttämiseksi päätin jakaa parannustoimenpiteet neljään eri vaiheeseen. Seuraavissa luvuissa on jokainen vaihe kirjoitettuna auki, ja vaiheiden tarkoitus selitetty. Vaiheiden suunnittelussa on käytetty apuna LEAN-ajatusmaailmaa ja aiemmassa luvussa esiteltyjä tuotantolinjan suunnittelun perusasioita. Vaiheiden suunnittelua ohjaavat myös Rocla Oy:n linjaukset ja toimintamallit. Jokainen vaihe perustuu erilaiseen tuotantokapasiteettiin. Ensimmäiset 2 vaihetta on suunniteltu paikkakokoonpanon näkökulmasta, ja 2 viimeistä vaihetta tuotantolinjastoiksi.

Ensimmäisessä vaiheessa keskitytään tehostamaan nykyisen työpisteen toimintaa, ja tekemään asennusta helpottavia muutosehdotuksia trukin rakenteeseen. Osa ratkaisuista ei välttämättä ole parhaita mahdollisia, vaan tarkoitus on suunnitella väliaikainen ratkaisu tuotannon parantamiseksi, kunnes uusi työpiste saadaan valmiiksi ja lisäresursseja koneen tuotantoon.

5.2 Prosessikaavion laatiminen eri mallivarianteille

Tuotteiden suunnitteluvaiheessa päätettiin, että suunnittelu tullaan toteuttamaan kahdessa vaiheessa, joista tällä hetkellä on valmistunut suunnitteluvaiheen 1 tuotteet, jotka ovat olleet tuotannossa kesäkuusta 2018 asti. Suunnitteluvaiheen 1 tuotteisiin sisältyvät keräilytrukki, keräilytrukki mastolla, keräilytrukki nousevalla ajotasolla sekä keräilytrukki nousevalla ajotasolla sekä mastolla. Näitä tuotteita valmistetaan mallisarjasta eniten, joten niillä on myös suurin vaikutus tuotantolinjan suunnitteluun. Suunnitteluvaiheen 2 tuotteet ovat vielä opinnäytetyön kirjoitusajankohtana julkaisematta, mutta ovat suunnittelussa ja prototyypivalmistuksessa.



Kuvio 3. Yksinkertaistettu prosessikaavio tuotteen valmistuksesta

Kuviossa 3 esitetty suunnitteluvaiheen 1 tuotteiden prosessikaavio perustuu kelloituksiin, ja suunnitteluvaiheen 2 tuotteiden prosessin osalta joudutaan menemään prototyypisarjan rakennetta tutkimalla tehdyn arvon perusteella, koska edes esituotantosarjan koneita ei ole vielä valmistettu. Suunnitteluvaiheen 2 trukien rakenne perustuu kuitenkin suunnitteluvaiheen 1 trukien perusrakenteisiin, joten suuria eroja prosessiin ei pitäisi tulla.

Tämän takia tuotannon suunnittelu noudattelee lähinnä suunnitteluvaiheen 1 tuotteiden tarpeita, ja suunnitteluvaiheen 2 tuotteiden kohdalla joudutaan soveltamaan, kun tuotteiden alustavia lopullinen rakenne varmistuu ja esituotantosarjan trukit on valmistettu, jolloin voidaan tehdä virallisia työntutkimuksia ja verrata asennettavuutta suunnitteluvaiheen 1 tuotteisiin.

5.3 Nykyisen työpisteen toiminnan kehitys sekä kokoonpanon kehitys

Tämänhetkisellem työpisteelle suunniteltiin työpistejako, jossa tämänhetkisellem miehityksellä toimiessa yksi asentaja toimii kerrallaan yhdellä työpisteellä. Työpisteellä on tällä hetkellä kolme työpistettä, rungon esikokoonpano, rungon ja haarrukkakelkan yhdistys, sekä viimeistely- ja ohjelmointipiste. Trukin kokoonpano etenee vaiheittain työpisteille jaettujen työvaiheiden mukaan. Työpisteille luodaan työpistekohtainen ohjeistus, niin jokainen asentaja tietää, mitä hänen tulee asentaa ja tehdä valmiiksi ennen trukin luovuttamista seuraavalle työpisteelle. Laskennallisesti työpistekohtainen valmistusaika lyhenee trukin siirtyessä kohti. Viimeistely- ja ohjelmointityöpisteellä käytetty aika on merkittävästi lyhyempi kuin kahdessa ensimmäisessä. Tällä mahdollistetaan se, että mahdolliset ongelmat ja

laaduntarkastuksesta palautuneet koneet voidaan korjata viimeisellä työpisteellä siten, ettei muu tuotanto häiriinny

Kokoonpanon ongelmien tarkastelu aloitettiin asennusvalvontaa tekemällä. Asennusvalvonnan aikana kirjattiin ylös jokainen ongelma mitä kokoonpanon aikana ilmeni. Ongelmia löytyi niin mekaanisen, kuin sähköisenkin kokoonpanon puolelta. Ongelmista koostettiin yhteinen lista, jonka avulla ongelmia on lähdetty ratkomaan tuotannon, hankinnan ja tuotekehityksen yhteisvoimin. Ongelmien ratkaisun etenemistä seurataan viikoittaisin palaverein. Kirjoitushetkellä yli puolet ongelmista on jo ratkaistu ja uusia osia odotetaan tuotantoon.

Tehtyjen muutosten lopulliset vaikutukset ilmenevät vasta pitkän aikavälin kuluessa, sillä vanhan revision komponentteja on vielä reilusti varastoissa ja uusien komponenttien toimitusajat ovat pitkiä. Tämän takia niiden todellista vaikutusta työn tehokkuuteen ja valmistusaikoihin on vaikea arvioida, muuten kuin teoreettisella tasolla. Jotta uudelleensuunniteltuja komponentteja saadaan nopeammin tuotannon käyttöön, ollaan tehty päätös romuttaa vanhoja varastossa olevia komponentteja. Romuttamalla vanhat ongelmia aiheuttavat osat saadaan nopeammin varastoon uusia helpommin asennettavia komponentteja.

5.4 Varastotoimintojen kehittäminen

Tämänhetkisessä varastointimallissa suuret teräsrakenteet ovat rajoitetusta varastointitilasta johtuen ulkovarastoinnissa ja säälle alttiina. Pienemmät ja säälle herkät komponentit ovat sisävarastoituna trukkihylyissä.

Teräsrakenteiden varastointi ulkona on ongelmallista, sillä sateet ja ilmakeuhutus ruostuttavat teräsrakenteiden koneistettuja pintoja sekä kierrereikiä aiheuttaen ylimääräistä työtä asennusvaiheeseen. Ruoste tulee poistaa ennen asennusta kierteistä ja koneistetuista pinnoista. Ulkona osat ovat myös alttiita likaantumiselle ja auringon aiheuttamalle maalipinnan haalistumalle, jolloin osia joudutaan puhdistamaan ja joskus jopa maalaamaan kokonaan niiden haalistuttua voimakkaassa auringonvalossa. Nopeana ratkaisuna on otettu käyttöön lisäsuojaus kierteille ja koneistetuille pinnoille maalauksen jälkeen. Suojaukseen käytetään joko suojavaahaa tai suojaöljyä riippuen kohteesta. Lisäksi rungot laitetaan suojausseinäihin pölyntymisen ja auringon haalistavan vaikutuksen vähentämiseksi.

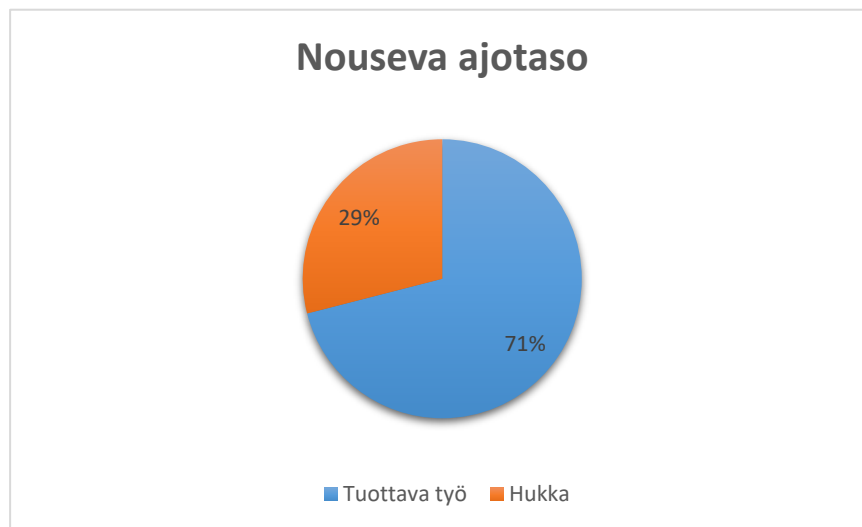
Runkojen varastoinnissa ja kulutuksessa pitäisi noudattaa myös FIFO-periaatetta, jolloin runkojen varastointiaika lyhenee ja ne eivät ehdi kerätä pölyä ja ruostetta niin paljon, kun nykyisellä toimintamallilla, jossa runkoja kulutetaan varastosta satunnaisesti. Varastointikonseptiin ollaan tekemässä lähiaikoina suuria muutoksia, minkä seurauksena myös suuret teräsrakenteet siirtyvät täysin sisävarastointiin, jolloin osien ruosteongelmat ja likaisuus vähenevät huomattavasti.

2-laatikkojärjestelmään jääneiden puutteiden vuoksi työpisteeltä puuttui komponentteja ja asentajat hakivat niitä tehtaan muilta osastoilta. Nämä komponentit on tuotu 2-laatikoihin työpisteelle tai vaihtoehtoisesti lisätty keräiltäviin osiin. Keräilylistat käytiin lävitse ja niitä päivitettiin tarpeen mukaan.

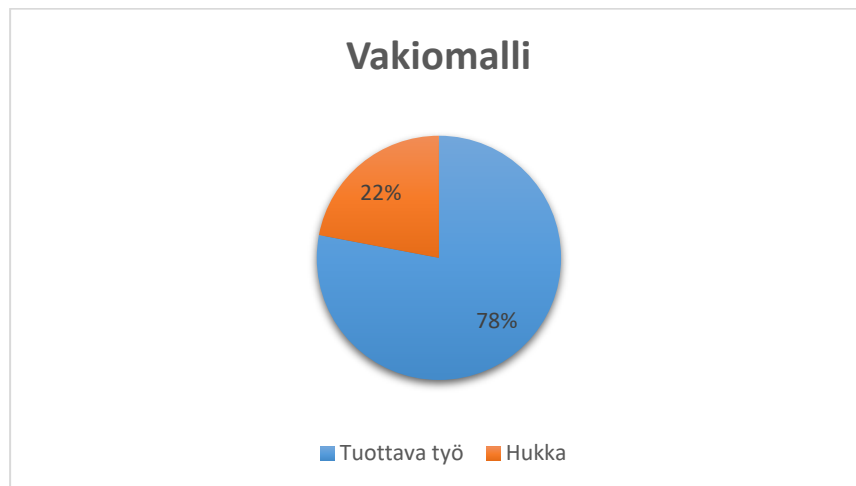
Komponenttien suuren vaurioitumisprosentin vuoksi keräilykärret suunniteltiin uudestaan siten, että tavarat eivät roiku yli keräilykärren reunoista eivätkä luiskahda pois kärrestä niin helposti. Uusien keräilykärrien ansiosta tavaroita ei myöskään tarvitse pinota päällekkäin, vaan levymäiset komponentit säilytetään kärreissä pystyssä ja muut komponentit keräillään omille hyllyilleen.

5.5 Ensimmäisen vaiheen laskennalliset vaikutukset

Laskennallisesti nykyisen muotoisen paikkakokoonpanon pitäisi riittää näiden muutosten avulla piensarjatuotannon tarpeiden tyydyttämiseen. Ehdotettujen muutosten avulla kokoonpanon joutuisuus paranee nykyisestä tasosta ja työturvallisuus sekä viihtyvyys paranevat, kun komponentit sopivat helposti paikoilleen eikä asentajien tarvitse tehdä rutiinista poikkeavaa työtä.



Kuvio 4. Nousevan ajotason mallin hukka-analyysi



Kuvio 5. Vakiomallin hukka-analyysi

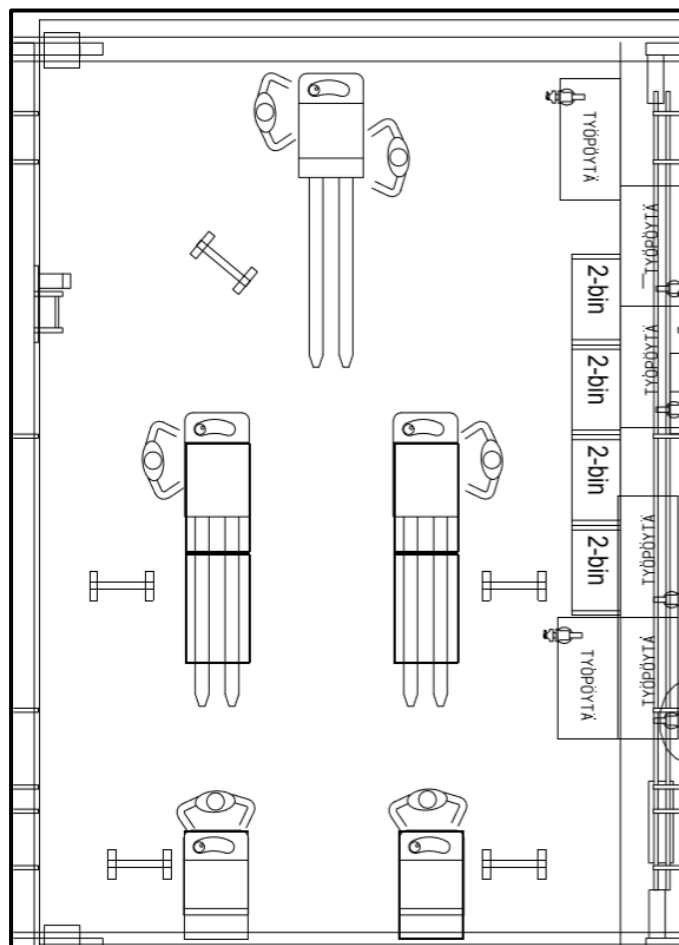
Kuten kuvioista 4 sekä 5 on nähtävissä, nousevan ajotason osalta kellotusten perusteella on mahdollisuus säästää 29 % valmistusajassa ja vakiomallinkin osalta 22 % valmistusajassa. Säästö on laskettu alustavien kellotusten perusteella. Trukkien standardiaikoja ei olla vielä päästy kellottamaan muutosten jälkeen uudelleen johtuen komponenttien pitkistä toimitusajoista. Vaikka uutta kellotusta ei ole vielä tehty, laskennallisesta tuloksesta voidaan kuitenkin jo päätellä, että suunnitteluvaiheessa asennettavuuden ja kokonaisuuden huomiointi on äärimmäisen tärkeää. Nollasarjatuotannon aikana olisi tullut ottaa enemmän ongelmia huomioon, sillä nyt ongelmat ovat siirtyneet jo tuotantoon ja aiheuttavat suuria korjauskustannuksia. Tulevaisuudessa nollasarjatuotantoon on kiinnitettävä entistä tiukemmin huomiota ja ongelmia on korjattava jo silloin, eikä tuotantovaiheessa.

6 VAIHE 2 - UUSI PAIKKAKOKOONPANOKONSEPTI

6.1 Layout

Aloitetuista muutoksista huolimatta, nykyisen mallinen kokoonpanopiste on auttamatta liian ahdas, ja jo pelkästään tuotannon vaatima henkilöstömäärä vaatii niin paljon tilaa, ettei nykyisellä konseptilla ole mahdollista työskennellä turvallisesti ja tehokkaasti. Uuden paikkakokoonpanopisteen suunnittelussa otettiin mallia vanhasta pisteestä, joka ahtaudesta huolimatta toimi kohtalaisesti, ja kaikkea skaalattiin hieman ylöspäin.

Työpisteiden määrä tuplataan ja jatkossa kuvion 6 mukaisesti rungon esikokoonpanolle, rungon ja kelkan liittämiseksi on jatkossa 2 työpistettä. Viimeistelytyöpisteellä työskentelee kaksi asentajaa. Esikokoonpanoja voidaan valmistella työpisteellä olevilla pöydillä ja nousevalla ajotasolla olevien mallien nostokorit voidaan rakentaa toisella rungon kokoonpanopisteellä. Kuviossa 6 on edellämainittu layout esitettynä piirrosmuodossa.



Kuvio 6. Ehdotettu layout paikkakokoonpanoa varten

6.2 Työkalut

Työkalut siirretään kiinteistä työkaluseinistä pyörillä liikutettaviin kevyisiin työkaluseiniin, ja suurin osa paineilmatyökaluista vaihdetaan sähköisiin. Modernit akkutyökalut ovat paineilmakoneita hiljaisempia ja miellyttävämpiä käyttää. Akkutyökalujen avulla saadaan myös paineilmaletkut pois lattioilta vähentäen kompastumisriskiä työpisteellä.

Työkaluja karsitaan 5S-mallin mukaisesti siten, että työpisteillä pidetään vain niitä työkaluja, joita tarvitaan päivittäisen työn tekemiseen. Työkaluseinät tulevat noudattamaan standardisoitua järjestelmää, jolloin työkalut ovat aina samalla paikalla työpisteestä riippumatta. Tavaramäärää vähentämällä ja työpisteet standardisoidulla saadaan työskentelyyn lisää tehokkuutta, kun työkaluja ei tarvitse etsiä.

6.3 Logistiikka

Työpisteen sijainnin muuttaminen ei valitettavasti ole tehtaan tämänhetkisen layoutin puitteissa ole mahdollista, mutta työpistettä sai hieman levennettyä helpottaen suurinta ahtautta. Työpisteen sijainnin vuoksi ensimmäisessä vaiheessa mainitut logistiikkaongelmat pitävät edelleen paikkaansa tämänkin työpisteen kohdalla. Kuljetusmatkat ovat pitkiä ja kulkevat edelleen samoja ahtaita reittejä pitkin.

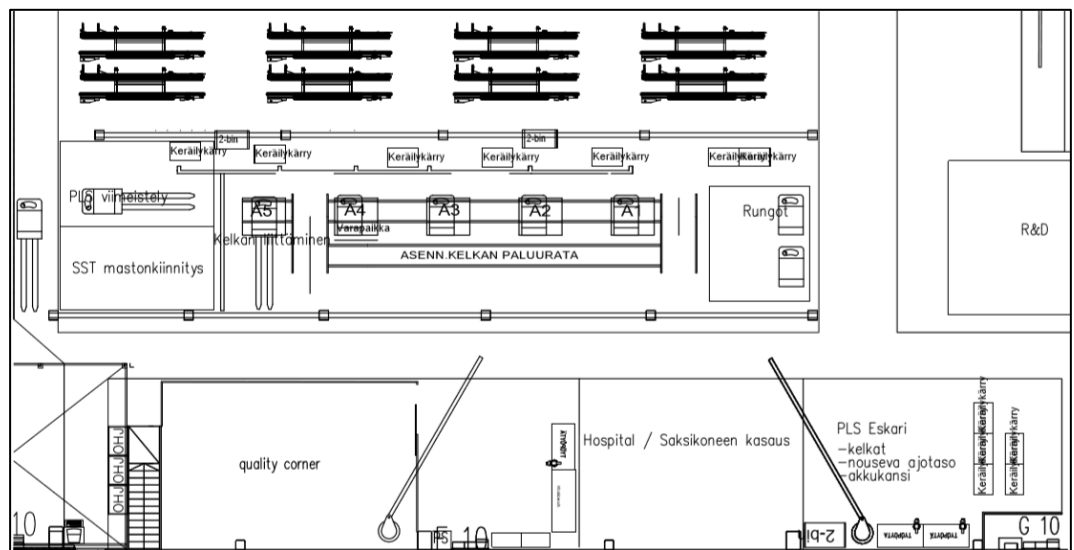
7 VAIHE 3- LINJATUOTANTOON SIIRTYMINEN

7.1 Tuotteen sopivuus linjatuotantoa ajatellen

Trukin rakenne itsessään asettaa joitakin haasteita linjatuotantoa ajatellen. Suurin haaste on kokonaisen trukin koko, sillä trukit ovat pisimmillään yli 5 metrin pituisia, jolloin niiden liikuttelua varten tarvitaan reilusti tilaa. Haarukkakelkka on syytä asentaa runkoon kiinni vasta tuotantolinjan loppuvaiheessa, sillä muuten pitkä trukki vaatii valtavasti tilaa linjastolla ja trukin liikuessa linjastolla trukkien välit jäävät pitkiksi täten vaikeuttaen oikean tahtiajan saavuttamista. Haastetta linjatuotannon toimivuuteen aiheuttaa myös suuri vaihtelun määrä tuotteiden lisävarusteissa, jolloin linjabalansointiin täytyy kiinnittää huomiota.

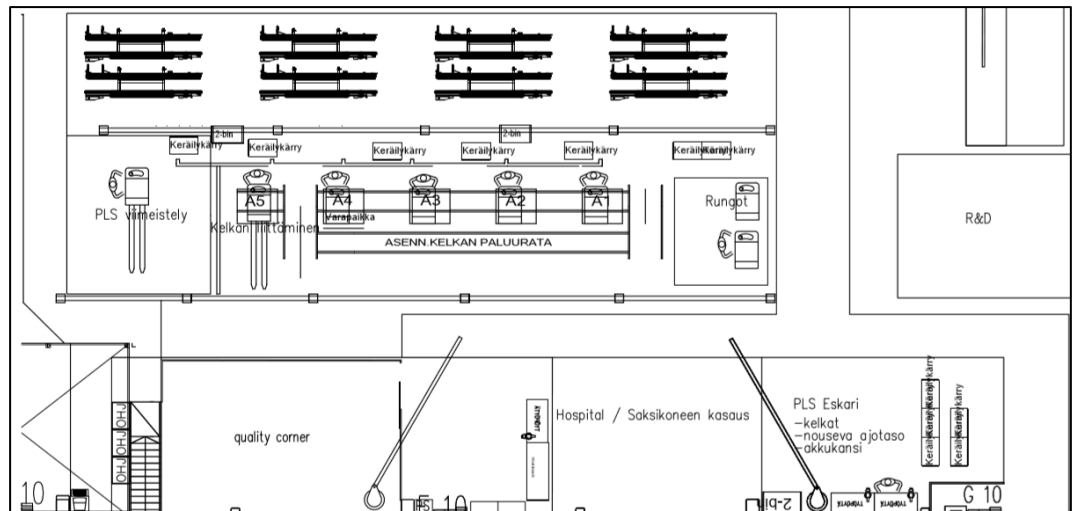
7.2 Layout-ehdotus

Tässä vaiheessa täysin uutta tuotantolinjaratkaisua ei lähdetty kehittämään, vaan päädyttiin käyttämään vanhaa jo pystytettyä tuotantolinjaa, joka vapautuu käytettäväksi vanhan tuotepereheen poistuessa tuotannosta.



Kuvio 7. Alkuperäinen suunniteltu layout

Kuvion 7 layoutissa rungot liikkuvat poikittain pitkin kelkkarataa työvaiheesta toiselle, ja lopulta kulkevat kelkan liittämisen kautta viimeistelyyn ja siitä tarkastukseen. Ongelmallisena kohteena tässä on trukin kääntäminen kesken linjan, jotta se sopii sille määritettyyn viimeistelyalueeseen. Myös jalankulku linjan päässä sekä haarukkakelkan liittämispisteen takana saattavat aiheuttaa työturvallisuusriskejä, sillä pisimpien trukkimallien haarukat ylittävät jalankulkuun tarkoitetun alueen rajat.



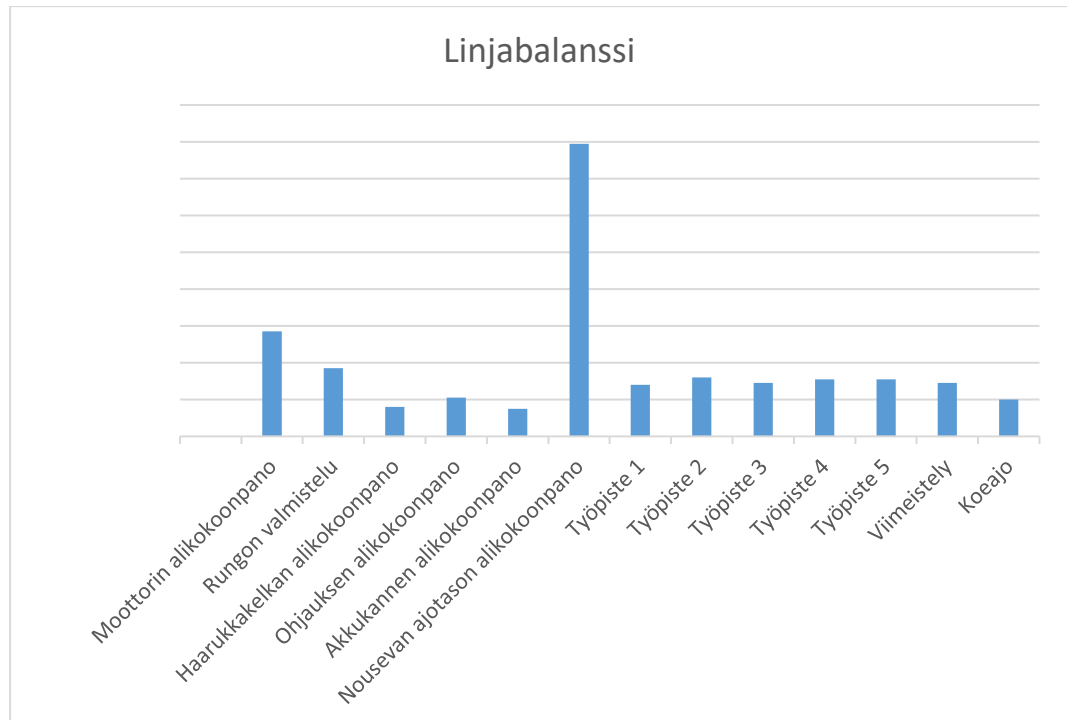
Kuvio 8. Ehdotus layoutin muuttamiseksi

Pisimpien mallien haarukkakelkat ylittävät nosturilinjaston sekä kävelyalueen rajan, jolloin työturvallisuusriski on merkittävä. Lisäksi samalle linjalle suunnitellun SST-tukipyörätrukin maston kiinnitykselle oli varattu linjaston loppupään nurkasta alue, mutta tämä vaikeuttaa merkittävästi pitkillä haarukoilla varustettujen PLS-trukkien käsittelyä. Kuvion 8 muutetussa layoutissa laatunurkkauksen yläpuolinen alue on rauhoitettu kokonaan kävelyliikenteeltä, täten parantaen työturvallisuutta ja antaen työrauhan asentajille. Koko linjan päätyalue kannattaisi sulkea kävelyliikenteeltä, mutta sitä kautta on kulku wc-tiloihin sekä taukoparvelle, joten sitä ei tällä layoutilla ole mahdollista toteuttaa.

Linjan päästä on myös poistettu erillinen alue SST-mastonkiinnitykselle, joka voidaan tehdä samalla alueella PLS-trukkien viimeistelyn kanssa. Yhteinen työalue vähentää linjan pään ruuhkautumista ja helpottaa tavarankäsittelyä, kun linjaston päässä on vain yksi trucki kerrallaan ja truckia ei tarvitse kääntää ympäri kesken linjan. Linjan päässä voidaan myös hyödyntää edellisessä vaiheessa esiteltyä konseptia, jossa eri konemallien valmistamista varten työkalut ovat liikuteltavissa vaunuissa. Tällöin työpisteellä voidaan pitää vain sillä hetkellä tarvittavaa välineistöä, ja tilaa säästyy muihin toimintoihin.

7.3 Linjabalansointi

Linjabalansoinnin kannalta tuote on haastava, sillä suuren lisävarustevalikoiman takia kaikkien lisävarusteiden standardiaikoja ei ole vielä kelloitettu ja niiden sovitaminen linjalle tulee olemaan haaste. Varman tiedon puuttuessa linjabalansoinnin lähtökohdaksi otettiin vakiomallit ja lisävarusteiden asentamisesta sovitaan erikseen.



Kuvio 9. Työpisteajat

Kuviossa 9 on esitetty työpisteajat linjalle. Työpisteajoista saatiin linjan osalta hyvin tasaiset ja teoriassa itse linjastolla ei pitäisi olla suuria pullonkauloja. Suurimmat ongelmat aiheutuvat alikokoonpanoista, joissa on auttamatta liian pitkiä työpisteajoja per valmistunut alikokoonpano. Moottorin alikokoonpanon käyttämä aika on helppo korjata sijoittamalla työpisteelle kaksi asentajaa ja työpistettä, jolloin moottoreita valmistuu riittävästi. Ensimmäisessä vaiheessa esitetty asennettavuuden parantaminen tulee myös vaikuttamaan moottorin asennusaikaan lyhentävästi, kunhan vanhat varastot ovat käytetty ja alihankkija on varmistanut komponenttiin pyydetyt muutokset.

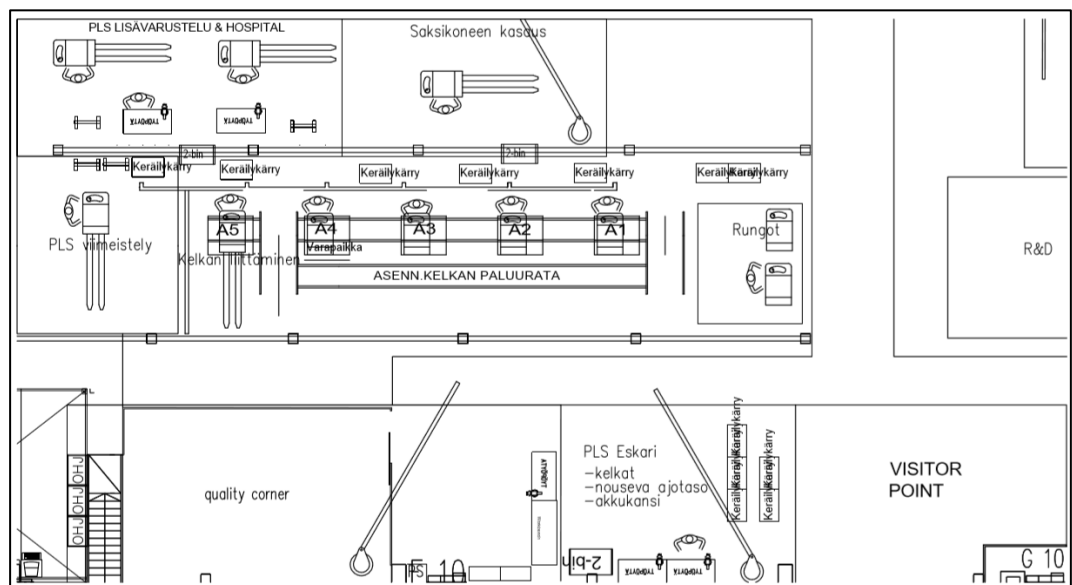
Nousevan ajotason alikokoonpanemisen kannalta tilanne on haastavampi, mutta koska kyseessä on lisävaruste, joita asennetaan alle kerran päivässä, voidaan hyödyntää tässä imupuskuria. Ajotasoja tehdään varastoon, kun linjaa ajetaan alhaisemmalla kuormalla ja käytetään sieltä, kun linjan kuorma on suurempi ja ajotasoja tarvitaan linjalle.

8 VAIHE 4 TUOTANTOLINJAMALLIN KEHITTÄMINEN ETEENPÄIN

8.1 Nykyisen tuotantolinjan jatkokehitys

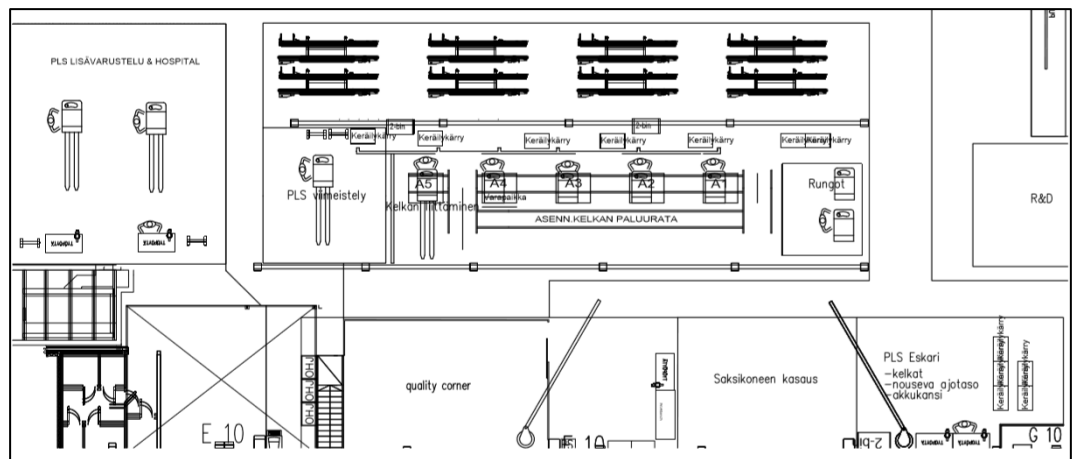
Linjatuotannon aloituksen jälkeen on syytä lähteä suunnittelemaan jo seuraavaa askelta, jotta mahdolliseen kysynnän kasvuun voidaan varautua. Tässä vaiheessa on syytä kehittää laadullisia metodeja ja puuttua linjatuotannon aikana havaittuihin ongelmiin. Tuotannon aikana havaittuja ongelmia ei voida tietenkään tässä vaiheessa ratkoa, koska linjatuotantoa ei ole vielä aloitettu. Tässä vaiheessa keskitytään ratkomaan ennakoivasti linjatuotantoon siirryttäessä tulevia mahdollisia ongelmia.

Maalaamon pesukoneen poistuessa linjaston päästä, linjaa voidaan tarvittaessa jatkaa eteenpäin kohti maalaamaa. Yksi vaihtoehto linjabalansoinnin helpottamiseksi on siirtää linjan loppupäähän jälkivarustelualue, jossa lisävarusteet asennetaan sen sijasta, että niitä laitettaisiin linjalla paikalleen. Kaikkia lisävarusteita ei voida jälkivarustelulla asentaa, mutta suurin osa aikaa ja tilaa vievistä lisävarusteasennuksista voitaisiin tehdä jälkivarustelualueella. Koneiden korjaus voidaan myös suorittaa tällä samalla alueella rauhoittaen saksikoneiden ja CSM-trukkien valmistukseen tarkoitettu alue pelkälle kokoonpanotyölle.



Kuvio 10. Vaihtoehto 1 tulevaisuuden layoutiksi

Kuviossa 10 on esitelty yksi vaihtoehto tulevaisuuden layoutiksi. Huonona puolella tässä on se, että nostureita joudutaan siirtelemään, ja mastotelineiden väli-varasto linjan viereltä poistuu. Mastotelineet voidaan jatkossa väli-varastoida poistuvan maalaamon pesukoneen tilalla. Tällä layoutilla saataisiin siisti ja kompakti linjalayout, joka vapauttaisi tehtaan sisäänkäynnin vierestä tilaa keskusteltua vierailijapistettä varten. Vierailijapisteellä on tarkoitus ottaa vastaan tehtaalle tulevat vierailijat ja varustella heidät asianmukaisin turvavarustein tehdaskierrosta varten. Linjan alkupään viereen jäisi myös tällöin tilaa, jota voitaisiin hyödyntää tarvittaessa esimerkiksi PLS moottoreiden esikokoonpanotilana. Toistaiseksi tila on jätetty vapaaksi, sillä nykyinen moottorisolu kykenee valmistamaan tarvittavan määrän moottoreita PLS-kokoonpanoa varten.



Kuvio 11. Vaihtoehto 2 tulevaisuuden layoutiksi

Kuviossa 11 esitellyssä vaihtoehdossa 2 nostureiden siirtäminen on tarpeetonta, mutta vierailijapiste jää tällöin toteuttamatta. Kartan oikea alanurkka on ainoa järkevä vaihtoehto vierailijapisteen sijainnille, sillä siitä on suora sisäänkäynti tehtaalle. Lisävarustelulle ja koneiden korjaamiselle on varattu suurempi alue suoraan linjan loppupäästä, jolloin trukkien siirtäminen viimeistelystä lisävarusteluun on helpompaa kuin kuviossa 10 esitellyllä mallilla.

8.2 Ongelmatilanteet

Linjatuotannon alettua on syytä valvoa linjan toimintaa tavallista tarkemmin, ja ottaa ylös kaikki mahdolliset ilmenevät ongelmat ja kirjata niistä ongelmaloki, jonka pohjalta on helpompaa lähteä kehittämään senhetkisen tuotantomallin toimintaa ja mahdollisesti lähteä suunnittelemaan kokonaan uutta tuotantomallia. Kun senhetkisen toimintamallin ongelmat tiedetään, voidaan samoilta virheiltä välttyä jat-

kossa. Linjan työntekijöistä on valtuutettava henkilö, jonka vastuulla on ongelmatilanteiden kirjaaminen ja niistä raportointi esimiehelle. Näin saadaan paras tieto ongelmatilanteista, sillä esimiehen ei ole mahdollista valvoa toimintaa jatkuvasti.

8.3 Laadunhallinta

Laadunvalvonnassa olisi syytä siirtyä viimeistään tässä vaiheesta lopputarkastuksesta linjatarkastusmalliin. Tuotannon kasvaessa kuormitus lopputarkastuksessa nousee kohtuuttoman suureksi, ja virheiden läpipääsyn mahdollisuus nousee, kun tarkastajat eivät ehdi tekemään työtään kunnolla. Yksi vaihtoehto on lisätä henkilöstöä tarkastuspisteelle, mutta tarkastuspisteen tilat eivät enää yksinkertaisesti riitä halutulle tuotantomäärän tarkastamiseen, ja koneiden tarkastus vaikeutuu. Halutun tuotantomäärän tarkastamiseen tarvittaisiin vähintään yksi tarkastaja lisää nykyisen tarkastajamäärän lisäksi.

Nykyisessä tarkistusmallissa trukki ajetaan keskeneräisenä pois työpisteeltä tarkastusta varten, ja palautetaan työpisteelle viimeistelyä varten ja ajetaan uudelleen lopullista lopputarkastusta varten tarkastuspisteelle. Tämä toimintamalli on tehoton ja kuluttaa liikaa sekä asentajien että tarkastajien aikaa. Tarkastuspisteen tilarajoitteista johtuen on myös perusteltua siirtää tarkastukset linjalle, jossa ne eivät vaadi lisätilaa. Vastapainotrukkilinjalta on jo hyviä kokemuksia linjatarkastusten tekemisestä, jolloin virheet korjataan jo tuotantolinjalla tai vian ollessa riittävän suuri, koko trukki nostetaan linjalta pois ja korjataan erikseen korjaustöille määritetyllä alueella. Tuotteiden laatu on parempi verrattuna lopputarkastusmalliin ja tehokkuus on parantunut. (Rocla Oy 2019c.)

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kokonaisymmärrys siitä, miten PLS-keräilytrukkien tuotantoa tulisi kehittää nyt ja lähitulevaisuudessa. Linjatuotantoa varten luotiin useampi konsepti ja nykyistä paikkakokoonpanomallia kehitettiin paremmaksi.

Aikataulurajoitteiden puitteissa opinnäytetyössä esiteltyjä asioita ei olla vielä ehditty toteuttamaan, mutta ainakin vaiheessa 3 esiteltyjen asioiden toteutuksesta ollaan jo tehty päätös. Tuotteen siirtäminen paikkakokoonpanosta kohti linjatuotantoa alkaa kesäkuun 2019 aikana, ja tällöin nähdään miten tuotanto alkaa linjastolla toimia. Kun linjasto on pystyssä ja tuotannon tekemistä siinä ollaan harjoiteltu, voidaan alkaa miettiä tarkemmin lisätoimenpiteitä linjan toimivuuden kehittämiseksi.

Vaikka opinnäytetyö jäikin pääosin teoreettiseksi ja laskennalliseksi, saatiin työn tekemisen aikana kerättyä kuitenkin paljon arvokasta tietoa, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa. Suurimpana hyötynä itse näen asennettavuustutkimuksen, josta saatiin todella hyvää tietoa siitä, mihin asentajien aika tosiasiallisesti kuluu ja millä osa-alueilla pystymme kehittämään tuotetta ja toimintatapojamme eteenpäin tuottavuuden ja työturvallisuuden kehittämiseksi. Työn aikana suunnitelluista layouteista saadaan vähintäänkin näkökulmaa siihen, miten linjatuotantomallia voitaisiin kehittää eteenpäin tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Stevenson, W.J. 2015 Operations management. New York: McGraw-Hill Education

Fonecta yrityshaku [viitattu 15.1.2019] Saatavissa:

<https://www.finder.fi/Trukit/Rocla+Oy/J%C3%A4rvenp%C3%A4%C3%A4/yhteystiedot/173342>

Rocla Oy 2019a Ensimmäisen ja toisen tason keräily [viitattu 29.4.2019] Saatavissa: <http://www.rocla.fi/ensimmaisen-ja-toisen-tason-keraily/ensimmaisen-ja-toisen-tason-keraily>

Rocla Oy 2019b Roclan sisäinen tiedotus, [viitattu 20.4.2019] ei saatavilla

Rocla Oy 2019c Tietoa Roclasta [viitattu 15.1.2019] Saatavissa: <http://www.rocla.com/fi/tietoa-roclasta>