



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Linjakokoonpanon suunnittelu

Sami Eskola

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

SAMI ESKOLA:
Linjakokoonpanon suunnittelu

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2016

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella yrityksessä oleva hissikokoonpano linjakokoonpanoksi uusiin tiloihin. Tuotteen kysyntä on lisääntynyt viime vuosina ja nykyinen paikkakokoonpano ratkaisu ei pystynyt tuottamaan hissejä halutulla volyymilla ja yrityksen aiemmissa tutkimuksissa oli tultu siihen tulokseen, että kokoonpano halutaan muuttaa linjakokoonpanoksi. Uudella linjakokoonpanolla haluttiin saada kokoonpanon läpimenoaikaa nopeammaksi ja parantaa volyymia. Linjakokoonpano suunniteltiin yhteensä kolmen eri hissikokoluokan käyttöön. Työssä käydään aluksi läpi työn teoriaa käytännön taustalla. Teoria osiossa tutustutaan kokoonpanon ja kokoonpanon layout-suunnitteluun liittyviin asioihin. Niistä käy ilmi mitä asioita linjakokoonpanoa ja sen layoutia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon ja mitä eri tekijöitä suunnitteluun liittyy. Työn toisessa osassa keskitytään työn toteutukseen ja tulosten esittelyyn.

Kokoonpanoa lähdettiin suunnittelemaan käytännönläheisesti tutustumalla kokoonpanon työvaiheisiin, tarvittaviin työvälineisiin, materiaalinkulkuun sekä sen mahdollisiin kehityskohteisiin. Tämän jälkeen kokoonpanosta tehtiin analyysejä asioiden hahmottamisen helpottamiseksi. Työssä löydettiin kehityskohteita, mitkä pitää saada pois ennen linjakokoonpanoon siirtymistä. Linjakokoonpanosuunnitelmaa varten tehtiin työohjeiden standardisointi, työvaiheiden ja sen nimikkeiden jakaminen, linjan vaiheistaminen ja linjan alustava layout-suunnittelu.

Tämän työn tuloksena saatiin selville nykyisessä kokoonpanossa olevia ongelmia ja tulevaisuuden kehityskohteita linjakokoonpanoon siirryttäessä. Tuloksena syntyi alustava suunnitelma linjakokoonpanolle ja sen layoutille. Uuden linjakokoonpanon arvioidaan lyhentävän läpimenoaikaa, jos kaikki ongelmat saadaan ratkaistua ja suunnitelma saadaan toimimaan halutulla tavalla käyttöönoton yhteydessä. Eniten läpimenoaikaa lyhentää ei kokoonpanotöiden poistaminen, työvaiheiden selkeytyminen, parempi materiaalivirta ja selkeämpi layout. Tulosten analysointi on vaikeaa, sillä suunnitelma tulee yritykseen kokeiluun suunnitellusti vasta kesällä 2016, jolloin tarvittavat muutokset uuteen tilaan on saatu valmiiksi.

Asiasanat: FPC, tuotanto, linjakokoonpano, layout-suunnittelu, läpäisy aika, materiaali-
virta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production engineering

SAMI ESKOLA:
Designing line assembly

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 6 pages
May 2016

The purpose of this thesis was to redesign and transfer an assembly line producing lifts into a line assembly while it is replaced in the company. The demand of the product has been increased over the past few years and the current assembly solution couldn't produce lifts in the volume that was needed and earlier research suggested that line assembly was the correct solution for the problem. The goal with the new line assembly was to speed up the lead time and have a higher volume. The line assembly was planned for three different types of transfer carriages. In this thesis, the theory behind the work is introduced first. The theory part focuses on assembly in general and layout planning. Those chapters include especially things that needs to be considered while planning line assembly and its layout.

The planning of the assembly was started with a practical approach by investigating work phases, tools, material flow and potential targets for development. After this analyzes on the assembly were made to have better understanding on things. Some development targets were found that have to be met before transferring the assembly into a line assembly. The following stages were included in the planning of the assembly line: standardization of work instructions, labeling and organizing work phases, phasing the assembly line, and preliminary layout design for the line.

As a results of this study, problems in the current assembly and development targets for the new line assembly were found. The new line assembly is estimated to shorten lead time if all the problems can be fixed and the design works as planned. The lead time shortens the most because of removing non-assembly work phases from the assembly, clarifying the work phases, better material flow and better layout. Analysing the results is hard at this point because the planning will be tested not until summer 2016 when all the necessary changes have been done.

Key words: FPC, production, line assembly, layout planning, lead time, material flow

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	FASTEMS	7
	2.1 Yritys	7
	2.2 Flexible pallet container (FPC-kontti)	7
3	KOKOONPANO.....	9
	3.1 Paikkakokoonpano.....	10
	3.2 Linjakokoonpano	11
	3.3 Paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon	12
	3.4 Linjakokoonpanon (piensarjakokoonpanon) suunnittelun vaiheet.....	13
	3.5 Kapasiteetti	13
	3.6 Läpäisy aika	14
4	LAYOUT.....	16
	4.1 Tuotantolinjalayout.....	16
	4.2 Funktionaalinen layout	17
	4.3 Solulayout	17
	4.4 Layoutin suunnittelu	18
	4.4.1 Tuotantolinjalayoutin suunnittelu	19
5	TYÖN TOTEUTUS	20
	5.1 Työn kuvaus ja tavoitteet.....	20
	5.1.1 FPC-hissit.....	21
	5.2 Lähtötilanteen selvitys	22
	5.2.1 Nykyinen paikkakokoonpano.....	22
	5.2.2 Hissikokoonpanon työvaiheet	25
	5.2.3 Kehityskohteet linjakokoonpanoon siirtyessä.....	27
	5.3 Ei kokoonpanotyöt.....	29
	5.3.1 Rungon maalaaminen.....	29
	5.3.2 Akselien ja muiden osien hiominen	30
	5.3.3 Reikien ja kierteiden tekeminen.....	30
	5.3.4 Maalin poisto.....	31
	5.4 Työohjeiden standardisointi ja työaikojen selvitys.....	32
	5.5 Kokoonpanon työvaiheet ja linjan vaiheistaminen.....	33
	5.6 Työkalujen ja nimikkeiden jakaminen.....	33
	5.7 Rungon siirtäminen ja kääntäminen vaiheiden välillä.....	34
	5.8 Layout- suunnittelu	36
	5.8.1 Tarvittavat muutokset uuteen tilaan	38
	5.9 Materiaalivirrat ja osien varastointi	38

6 POHDINTA.....	41
LÄHTEET.....	43
LIITTEET	44
Liite 1. Esimerkki FPC-hissikokoonpanon työohjeesta.	44
Liite 2. Vaiheiden riippuvuuksien tarkastelu osa 1.	45
Liite 3. Vaiheiden riippuvuuksien tarkastelu osa 2.	46
Liite 4. Linjakokoonpanon vaiheistaminen	47
Liite 5. Työkalujen jako vaiheisiin.....	48
Liite 6. Osien jako vaiheisiin.....	49

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Fastems Oy:n kanssa. Fastems Oy valmistaa erilaisia tuotantoautomaation ratkaisuja teollisuuden tuotannon tehostamiseksi. Tavoitteena opinnäytetyölle oli suunnitella nykyinen paikkakokoonpanona tapahtuva FPC-hissikokoonpano linjakokoonpanoksi uusiin tiloihin ja samalla puuttua ilmeneviin ongelma-kohtiin ja kehittää kokoonpanoa. FPC-hissit ovat osa isompaa automaatiojärjestelmää, jonka lopputuotteena on FPC-kontti (Flexible Pallet container).

Tuotteen kysyntä on lisääntynyt viime vuosina ja nykyinen paikkakokoonpano ei mahdollistanut kokoonpanon kehitystä ja aiempien tutkimusten perusteella se halutaan muuttaa linjakokoonpanoksi halutun volyymin saavuttamiseksi. Työn tarkoituksena on tehdä alustava suunnitelma FPC-hissin linjakokoonpanosta uusiin tiloihin ja samalla puuttua siinä ilmeneviin ongelma-kohtiin ja kehityskohteisiin. Erityisesti haluttiin kiinnittää huomiota asioihin, jotka voivat olla esteenä linjakokoonpanon toteuttamisen ja sen sujuvan toiminnan kannalta. Työssä keskitytään kokoonpanon selvityksiin ja analysointiin sekä linjakokoonpanon työvaiheiden ja layoutin suunnitteluun.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa tutustutaan ensin aiheeseen liittyvään teoriaan, jonka pohjalta työtä on lähdetty tekemään. Teoria osuudessa käydään läpi etenkin kokoonpanoon ja tuotannon layout-suunnitteluun liittyviä asioita. Teoria osuuden jälkeen paneudutaan opinnäytetyön lähtötilanteeseen, sen toteutukseen ja saatuihin tuloksiin.

2 FASTEMS

2.1 Yritys

Fastems on johtava tuotantoautomaation valmistaja Suomessa. Yritys valmistaa joustavia valmistusjärjestelmiä, robotteihin perustuvia automaatiojärjestelmiä, tuotannon ohjauksen ohjelmistoja sekä muita alaan liittyviä tuotteita. Tuotteiden tärkein tarkoitus on helpottaa ja tehostaa asiakkaiden tuotantoa joko valmistuksen aikana tai viimeistelyssä (Fastems 2016).



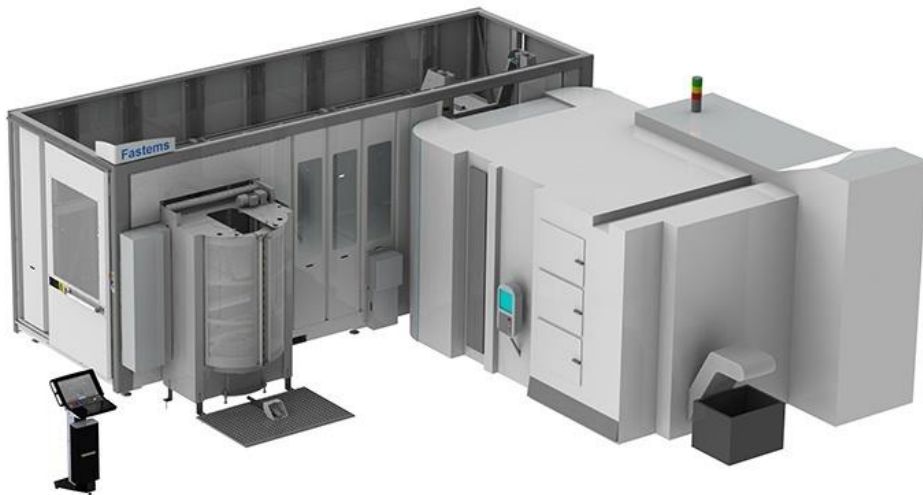
KUVA 1. Fastems Oy:n logo (Fastems 2016).

Fastems Oy perustettiin vuonna 1901. Yritys on yksityinen ja sen päätoimisto sijaitsee Suomessa. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 360 työntekijää ympäri maailman ja sillä on tällä hetkellä liiketoimintaa yhdeksässä eri Euroopan maassa, Yhdysvalloissa, Japanissa ja Kiinassa. Suomen lisäksi Fastemssilla on tuotantoa myös Saksassa. Yrityksen vuosittainen liikevaihto on noin 70 miljoonaa euroa ja asiakkaana toimii esimerkiksi koneiteollisuus, lentokoneiteollisuus, rakennusteollisuus ja kaivosteollisuus. Suurin osa Fastemssin tuotteista on räätälöityjä asiakkaiden tarpeiden mukaisesti ja ne toimivat yrityksen oman ohjausjärjestelmän MMS-ohjelman avustamana (Fastems 2016).

2.2 Flexible pallet container (FPC-kontti)

Yksi Fastemssin tarjoamista tuotantoratkaisista on FPC-kontti (Flexible Pallet Container). Ratkaisu on tarkoitettu helpottamaan ja nopeuttamaan tuotantoa paletin hallintaa parantamalla. FPC-kontti asennetaan 1-3 työstökeskusten yhteyteen ja osien hakeminen ja vaihto tapahtuvat kontin sisällä automaattisesti sisällä olevan hissien avustamana. Tällöin jokaisella työstökoneella ei tarvitse ladata tai vaihtaa yksitellen aihioita vaan FPC-kontti tekee sen automaattisesti (Fastems 2016).

Kaikki ohjaus tapahtuu yhdestä ohjauspaneelistä käyttämällä Fastemssin MMS-ohjelmistoa. FPC-kontti on suunniteltu siten, että siihen voidaan tehdä jatkuvia muutoksia ja asiakkaan tuotannon tarpeen mukaisesti sitä voidaan joko suurentaa tai pienentää. Jokaisen kontin toiminta testataan kokoonpanon jälkeen ennen asiakkaalle lähettämistä, minkä takia se on nopea käyttöönottaa asiakasyrityksessä. FPC- kontteja saa viitenä eri kokoluokkana: 750 kg, 1000 kg, 1500 kg, 3000 kg ja 7500 kg. Koko kertoo konttien sisällä toimivien hissien maksimi nostokapasiteetista (Fastems 2016).



KUVA 2. FPC-1500 (Fastems 2016).

3 KOKOONPANO

Kokoonpanolla tarkoitetaan tehtaan sisäistä joko itse valmistetuista osista ja- tai alihankkijoiden kautta hankittujen osien liittämistä lopputuotteeksi tai sen osaksi. Kokoonpanoon liittyy myös useita standardikomponentteja ja tarvikkeita. Kokoonpanoa ei tule sekoittaa asentamiseen, missä tuote kokoonpannaan asiakkaan tiloissa ja tällöin kyse on asennuksesta, kun taas tuotteen kokoonpano tehdään aina valmistajan tiloissa. Kokoonpanotyön osuus tuotteen valmistuksen aikana alusta lopputuotteeksi on ajallisesti merkittävä. Tutkimusten mukaan se vie kokonaistyöajasta aikaa jopa 20 - 40 % (Kauppinen, 1997, s. 111).

Kokoonpanotyöhön sisältyy monia eri työvaiheita: kappaleiden käsittelyä, materiaalin hallintaa, varastointia ja osien liittämistä. Monesti joudutaan sovittelemaan osia ja myös erilaiset tarkastusprosessit ovat osa kokoonpanotyötä. Näistä erilaisista työvaiheista vain pieni osa on jalostavaa työtä, eli sellaista joka nostaa tuotteen arvoa. Tärkeää olisikin, että kokoonpanossa pyrittäisiin vähentämään arvoa nostamattomien työvaiheiden osuus mahdollisimman pieneksi, vaikka näiden työvaiheiden vähentäminen on usein hankalaa (Kauppinen, 1997, s. 111).

Arvoa lisäävän työn osuus pyritään kokoonpanossa lisäämään ja näiden työvaiheiden osuus tekemään mahdollisimman optimaalisesti. Näiden työvaiheiden aikaosuuksien määrittäminen on tärkeää, kun kokoonpanoa aletaan kehittää. Tekesin tutkimusten mukaan erilaisiin häiriöihin kuluu 25 % kokoonpano ajasta, kun itse kokoonpanon tekemiseen menee vain 50 % ajasta ja tästä ajasta ehkä vain noin 10-25 % on tuotteen arvoa nostavaa työtä (Tekes, 2001, s. 7).

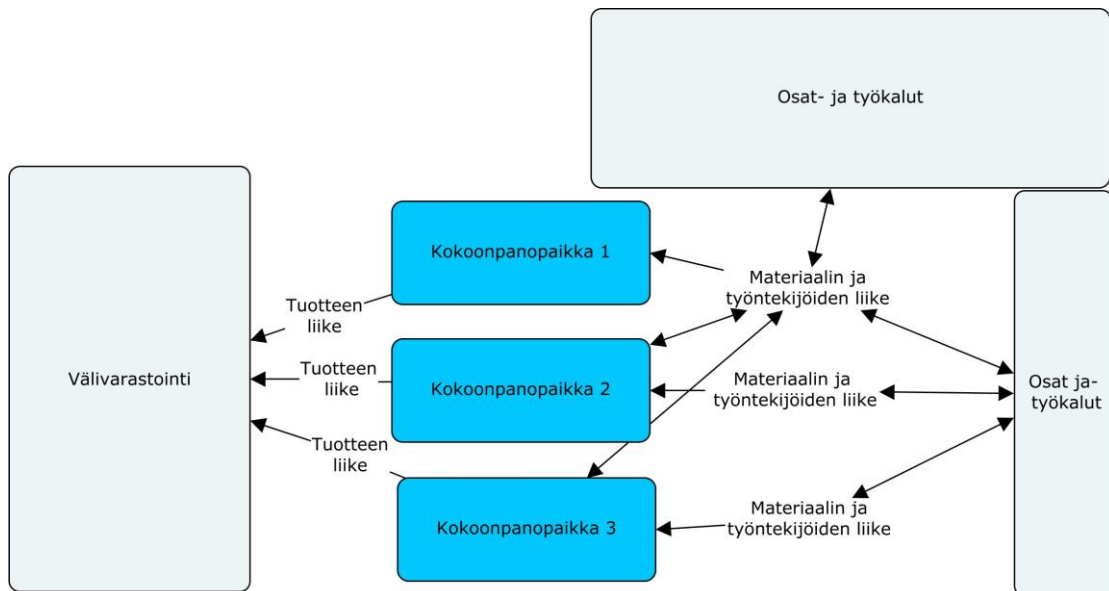
Yritysten verkostoituminen ja yhteistyö on lisääntynyt merkittävästi. Valtaosan yritysten toimenkuvana on erilaisten osien ja komponenttien valmistaminen ja niihin erikoistuminen. Kokoonpanoon voikin tulla osia kymmenistä eri yrityksistä ja komponentit saattavat olla yli kymmenen eri valmistajan osista tehtyjä. Se, että komponentteja ja osia tulee eri yrityksistä, korostaa entisestään toimivan kokoonpanojärjestelmän toimivuuden tärkeyttä valmistajalla (Teknologiateollisuus, 2016).

3.1 Paikkakokoonpano

Paikkakokoonpano järjestelmää sovelletaan pääasiassa yksitאים- ja pienerätuotantoon. Tämän tapaisessa kokoonpanossa työn tekee joko yksi henkilö tai yksittäinen ryhmä riippuen siitä, että millaista työtä kokoonpano vaatii ja minkä kokoluokan tuotteesta on kysymys. Paikkakokoonpanon vahvuutena voidaan pitää joustavuutta. Kokoonpanija voi halutessaan tehdä muutoksia esimerkiksi kokoonpano järjestykseen, jos tuote sen sallii. Paikkakokoonpanossa myös työntekijöiden on mahdollista vaikuttaa omiin työmenetelmiin ja työtapoihin joltain osin. Liiallinen joustavuus ja työtapojen vaihtelu paikkakokoonpanossa saattaa kuitenkin pidentää läpäisyäikää. (Tekes, 2001, s. 8-9).

Paikkakokoonpanossa materiaalin puutokset, laatuvirheet, ei kokoonpanotyöt ja muut häiriöt eivät välttämättä johda työn pysähtymiseen vaan virheet hoidetaan kokoonpanotyön yhteydessä, yleensä itse kokoonpanotyöntekijöiden toimesta. Tämä johtaa helposti siihen, että virheet hyväksytään helposti osaksi kokoonpanotyötä, jolloin ongelmia ei enää pyritä ratkaisemaan ja jatkuva kehitys pysähtyy. Virheet jäävät elämään osaksi kokoonpanojärjestelmää ja niiden olemassaolo kasvattaa läpimenoaikaa huomattavasti. (Tekes, 2001, s. 8-9).

Ominaista paikkakokoonpanolle on myös osien ja komponenttien hakeminen ympäri kokoonpanosolua ja osien ja komponenttien lojuminen pitkin kokoonpanoaluetta. Tämä johtaa helposti siihen, että kokoonpanon yhteydessä tapahtuu huomaamattomasti paljon ylimääräistä liikettä ja siirtelyä, joka lisää kokoonpanon läpäisyäikää. Paikkakokoonpanon joustavan luonteen takia myös materiaalivirran hallinta ja ennustettavuus ovat hankalia toteuttaa. (Tekes, 2001, s. 8-9).

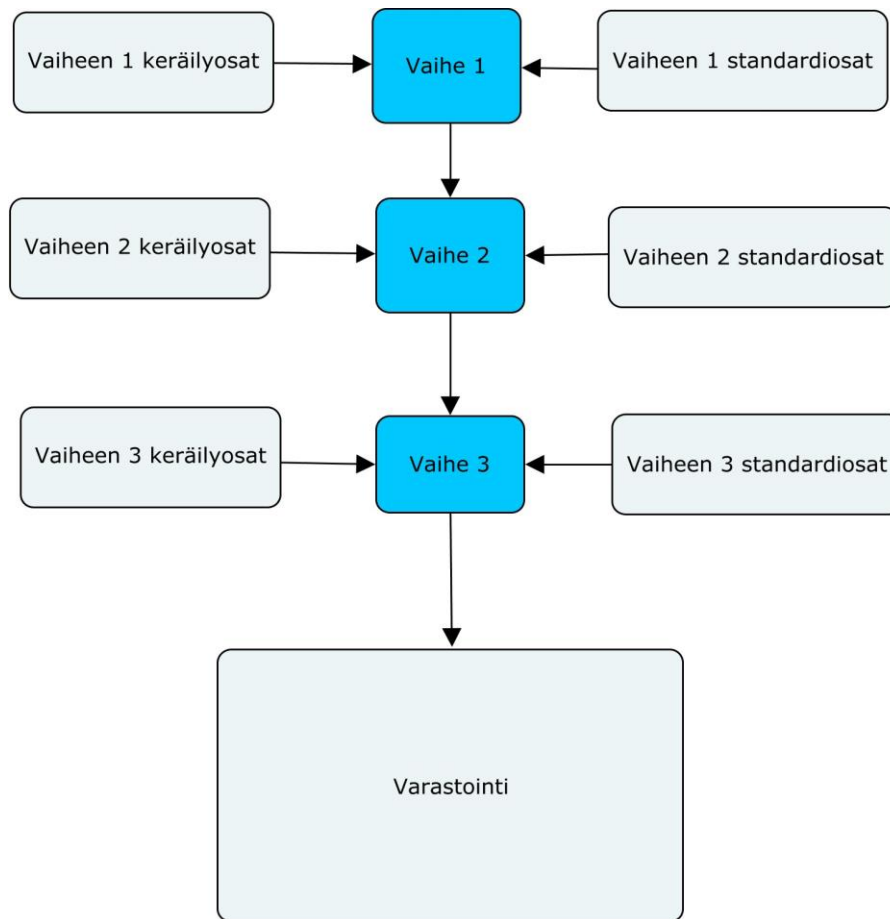


KUVIO 1. Esimerkki paikkokokoonpanon toimintaperiaatteesta

3.2 Linjakokoonpano

Linjakokoonpano voidaan jakaa vaiheisiin eri työvaiheiden mukaisesti. Erittäin suurten tuotantoerien ja siihen soveltuvien tuotteiden kokoonpano voidaan toteuttaa liukuhihnaisessa ratkaisussa. Erä painotteinen tuotanto tehdään linjakokoonpanossa, jossa kokoonpanijat kiertävät tuotteen kanssa työvaiheesta toiseen ja työvaiheen tarvittavat työkalut ja osat ovat jaettu työvaiheiden mukaisesti. Linjakokoonpano on herkkä virheille ja häiriölle ne voivat pahimmassa tapauksessa johtaa koko linjaston ja valmistuksen pysähtymiseen. Linjakokoonpano vaatiikin, että ilmenneisiin ongelmiin tartutaan ja ne ratkaistaan (Tekes, 2001, s. 8).

Linjakokoonpanossa työvaiheiden tarvittavat työvälineet, nimikkeet ja osat ovat sijoiteltu yleensä siten, että ne ovat tarvittaessa helposti saatavilla. Itse kokoonpanotyö tehdään tuotteen ollessa paikallaan, mutta tuote siirtyy linjastolla työvaiheesta toiseen. Linjakokoonpano vaatii myös työtapojen standardisointia, sillä linjastolla ei ole samantapaista joustavuuteen liittyvää ominaisuutta kuin paikkokokoonpanossa (Tekes, 2001, s. 8).



KUVIO 2. Esimerkki linjakokoonpanon toimintaperiaatteesta

3.3 Paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon

Paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon siirryttäessä saadaan aikaan tasaisempi ja helpommin ohjattava kokoonpanoprosessi ja samalla tuotannon ennakointi helpottuu. Linjakokoonpano on hyvin herkkä erilaisille häiriöille ja virheille, joten ennen siirtymistä on tärkeää selvittää ja ottaa huomioon kaikki mahdolliset näitä aiheuttavat tekijät. Virhe jossain kohtaa linjastoa saattaa aiheuttaa työajan viivästymistä ja kuormituksia luoden pulonkaulan linjastolle. Linjakokoonpanossa ei ole tarkoituksena muokkailia ja säätää osia, vaan kokoonpanotyön tulisi olla sujuvaa (Nurmikolu, 2011, s. 8).

Tärkeää linjakokoonpanolle on myös oikeiden materiaalien ja työvälineiden sijoittaminen ja ajoittaminen tarvittuun kohtaan linjastoa. Oikeiden osien ja materiaalin puutos aiheuttaa viivästyksiä ja tällöin tarvittavia työvaiheita ei voida tehdä niille tarkoitetuilla paikoilla linjastossa. Kokoonpanon siirtäminen linjamaiseen muotoon vaatii myös kokoonpanon jakamista selkeisiin työvaiheisiin ja työvaiheiden tasaisen tahti-ajan. Ennen linjaan

siirtymistä pitää olla työvaiheiden ajat selvillä, jotta linjasta saadaan tasaisesti toimiva kokonaisuus, eikä pullonkauloja pääse syntymään epätähtisyyden vuoksi (Nurmikolu, 2011, s. 8).

Kokoonpanijoiden erilaiset työtavat ja työjärjestykset pitää myös saada muutettua yhdeksi tehokkaaksi työtavaksi jokaisessa vaiheessa. Linjastolla ei ole mahdollista tehdä asioita eri järjestyksessä. Jokaiselle vaiheelle tulee myös olla selkeät työohjeet, mikä helpottaa ja nopeuttaa kokoonpanotyötä.

3.4 Linjakokoonpanon (piensarjakokoonpanon) suunnittelun vaiheet

1. Kokoonpanon työvaiheiden analysointi (mikä, mistä, mihin, millä ja aika)
2. Työvaiheiden jakaminen
3. Työvaiheiden vaiheistaminen ja tasapainotus
4. Osien ja työvälineiden tilatarvekartoitus
5. Layout suunnittelu

(Tekes, 2001, s. 9)

Kokoonpanon suunniteltaessa on tärkeää saada selville kuhunkin työvaiheeseen kuluva aika ja selvitettävä käytettävät työskentelytavat kokoonpanossa. Kokoonpanon kehittämisessä voidaan käyttää avuksi erilaisia kokoonpanoanalyseja, missä käydään läpi kokoonpanoaikoja, työmenetelmiä, välineitä, kokoonpanon layoutia ja ideoidaan niihin kehitysehdotuksia. Esimerkiksi työaikojen sopiminen kokoonpanoon eri vaiheisiin tai niiden uudelleen määrittely saattaa jo yksinään johtaa lyhyempiin läpäisyaikoihin ja kehitysideoihin. (Tekes, 2001, s. 9)

3.5 Kapasiteetti

Kapasiteetilla kuvataan tuotantojärjestelmän enimmäissuorituskykyä, jossain tietyssä ajassa. Kokoonpanossa kapasiteetti ilmoitetaan yleensä tuntia(h)/viikko. Kapasiteettiä tarkastellaan yleensä aina jonkin kuormitusryhmän näkökulmasta ja se voidaan määrittää esimerkiksi kokonaistuotantomäärälle tai jos halutaan tarkempaa tietoa, niin kapasiteetti

voidaan määrittää esimerkiksi jollekin tietylle kokoonpanolinjalle (Kouri, 2009, s. 399-400)

Kapasiteetin suunnittelu tuotannossa perustuu tuotannon kapasiteetin ja työn kuormituksen tasapainottamiseen. Työn kuormituksella tarkoitetaan kapasiteetin määrää, minkä työ vaatii tuotannolta. Kuormitussuhteella voidaan kuvata jonkin tietyn työn kuormituksen osuutta maksimaalisesta kapasiteetistä (Kouri, 2009, s. 399-400).

Teoreettinen maksimi kapasiteetti voi olla 100 %, mutta nettokapasiteetti kuvaa tuotannon todellista kapasiteettiä. Nettokapasiteetti on yleensä paljon pienempi kuin ilmoitettu teoreettinen kapasiteetti ja se on yleensä noin 50-90 % maksimikapasiteetistä. Nettokapasiteetissä on otettu huomioon esimerkiksi erilaiset häiriöt, materiaalinpuutteet ja huollot (Kuori, 2009, s.400-401).

3.6 Läpäisy aika

Läpäisyajalla kuvataan aikaa, mikä jollain tietyllä tuotteella kestää mennä jonkin toimintaketjun läpi. Kuvausta käytetään esimerkiksi koko valmistusprosessin alusta loppuun kuvaamiseksi tai esimerkiksi tuotteen kokoonpanolinjan ajan määrittämiseksi. Läpäisyajalla ei kuvata pelkästään aikaa, jolloin tuote valmistuu tai lisää tuottavuutta. Läpäisy aikaan kuuluu myös kaikki työvaiheet jotka eivät lisää tuotteen arvoa. Useimmin suurin osa läpäisyajasta kuluukin odotteluun, jolloin itse tuotteen jalostavatyö on vain murto-osa kokonaisajasta (Kouri, 2009, s. 401).

Läpäisy aika toimii hyvänä esimerkiksi kokoonpanon ja valmistuksen tehokkuuden mittarina. Odottelun lisäksi läpäisy aika kuluu lähinnä materiaalihankintoihin, valmistukseen ja kokoonpanoon. Siksi olisikin tärkeää, että juuri nämä kolme tekijää toimisivat mahdollisimman sujuvasti ja odotteluajat saataisiin minimoitua. Lyhyt läpäisy aika kertoo hyvin toimivasta ja tehokkaasta tuotannon toiminnasta ja samalla antaa joustavuutta ja mahdollistaa lyhyisiin toimitusaikoihin. (Lapinniemi, 1997, s. 55)

Valmistus, kokoonpano ja tuotanto tulee toteuttaa siten, että läpäisyajat saataisiin mahdollisimman lyhyeksi. Tällainen toiminta vähentää keskeneräisen valmistukseen sitoutu-

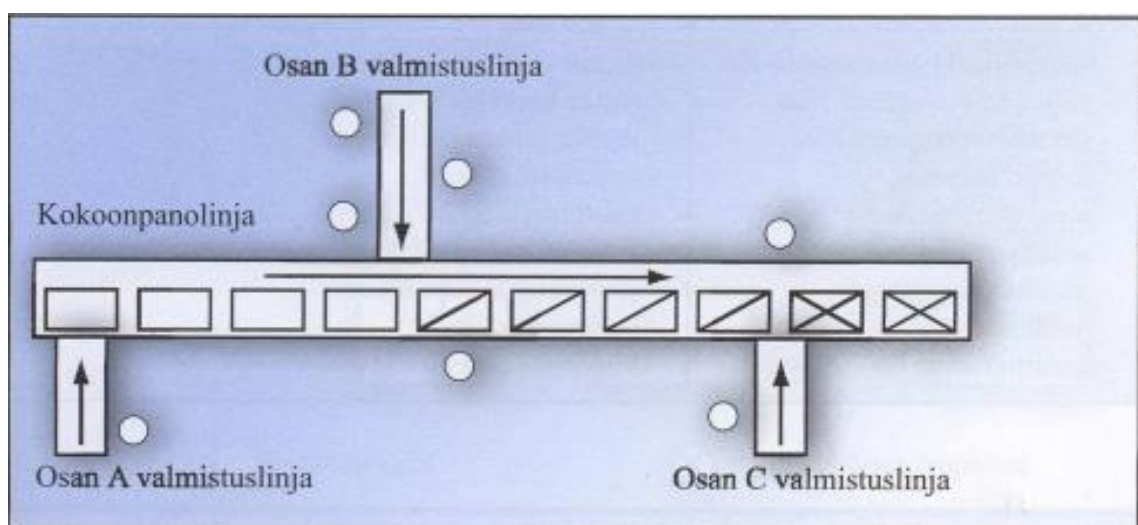
neen pääoman osuutta, parantaa toimitusvarmuutta, laatua ja sen avulla pystytään paremmin suunnittelemaan tuotannon kapasiteettiä. Varsinkin tuotannossa, joka ohjautuu asiakkaiden kysynnän mukaan, läpäisyajan lyhentäminen vaikuttaa suoraan toimitusnopeuteen. (Kouri, 2009, s. 404)

4 LAYOUT

Layout termillä tarkoitetaan erilaisten tuotantojärjestelmien, varastopaikkojen, tuotantokoneiden, apuvälineiden, laitteiden sekä työskentelytilojen ja kulkureittien suunniteltua sijoittelua tuotantolaitokseen. Erilaiset layoutit voidaan jakaa kolmeen erilaiseen kokonaisuuteen tuotantolaitteiden sijoittelun mukaan: tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solulayout (Kouri, 2009, s. 475)

4.1 Tuotantolinjalayout

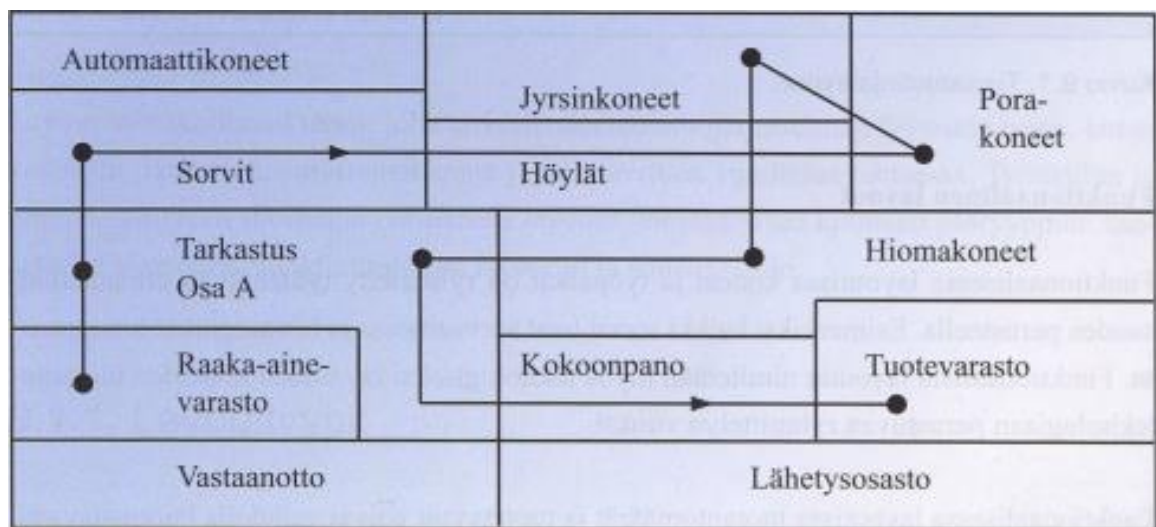
Tuotantolinja layoutissa tuotteen valmistuksessa tarvittavat laitteet ja koneet ovat järjestetty valmistusvaiheiden mukaisesti. Tuotantolinja on aina spesifioitu jonkin tietynlaisen tuotteen tai tuotteiden valmistamiseen, joten muutosten tekeminen voi olla hankalaa ja erilaiset häiriöt ovat kriittisiä linjan sujuvalle toiminnalle. Linjamaisen layoutin tavoitteena on olla mahdollisimman tehokasta ja automaattista. Valmistuksen eri työvaiheiden ja materiaalivirran tulee olla selkeitä linjan toimivuuden kannalta. Yleinen syy tuotantolinjaan siirtymiselle on halu kasvattaa tuotannon kapasiteettia ja tehokkuutta. Tuotantolinjamainen ratkaisu mahdollistaakin suuren volyymin ja korkean kuormitusasteen oikein toimiessaan (Kouri, 2009, s. 475)



KUVIO 3. Tuotantolinjalayout (Teollisuustalous, 2009, s. 476)

4.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa valmistuksessa tarvittavat koneet ja työskentelytilat sijoitetaan siten, että samankaltaiset työvaiheet ovat samassa paikassa. Samanlaiset koneet kuten sorvit ovat omassa paikassaan ja levytyöpaikat omassa paikassaan. Funktionaaliselle layoutilla on ominaista koneiden monipuoliset toimintamahdollisuudet ja tuotantomäärien ja tuotetyyppien suuri vaihtelevuus. Tuotannon ohjaus on funktionaalisisessa layoutissa haastavaa ja suuret läpäisyajat ja keskeneräiset tuotteiden tuottamat varastointiongelmat ovatkin tämän tapaisen layout-tyyppin suurimpia ongelmia. Myös materiaali virran toteuttaminen tehokkaasti on vaikeaa suurten etäisyyksien vuoksi (Kouri, 2009, s. 476).

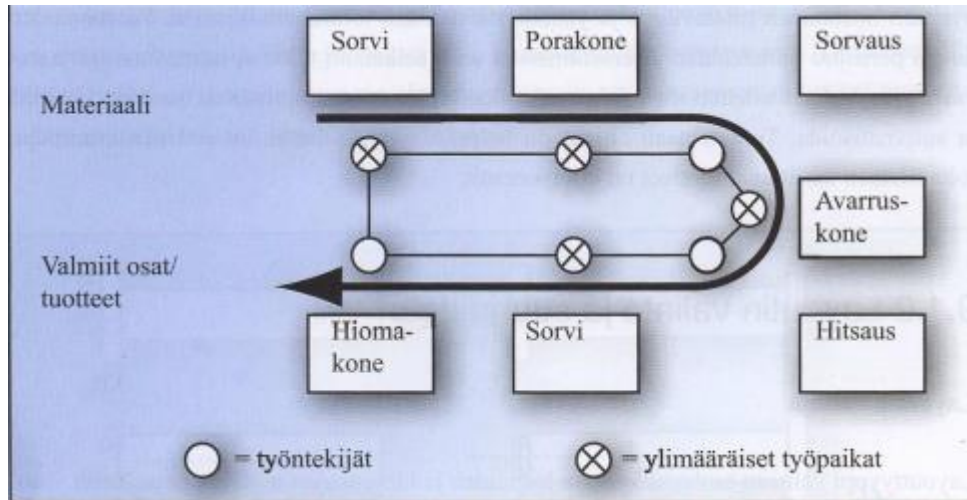


KUVIO 4. Funktionaalinen layout (Teollisuustalous, 2009, s. 477)

4.3 Solulayout

Solulayoutiksi sanotaan ryhmää, joka koostuu erilaisista koneista ja työvaiheista. Solulayoutissa valmistetaan aina tietynlaisia osia ja se toimii itsenäisesti ryhmänä. Itsenäisen toiminnan seurauksena solujen läpäisyajat ovat yleensä lyhyitä ja solun sisäinen materiaalivirta on selkeä ja etäisyydet pieniä. Solu on joustavuudelta paljon parempi kuin tuotantolinja- tai funktionaalinen layout, minkä takia se kestää tuotannon muutoksia ja häiriötä paremmin. Tuotantomäärät vaihtelevat yksittäiskappaleista pieniin sarjoihin. Voimakkaat muutokset tuotannon kuormituksessa tuottavat monesti ongelmia solulayoutissa.

Solulayout mielletään usein parhaimmaksi vaihtoehdoksi työntekijöiden viihtyvyyden kannalta, mikä taas saattaa johtaa tuotannon nousuun (Kouri, 2009, s. 477 - 478).



KUVIO 5. Solulayout (Teollisuustalous, 2009, s. 478)

4.4 Layoutin suunnittelu

Layout-suunnittelu sisältää tuotantoyksiköiden, kulkuväylien ja erilaisten varastojen sijoittamista mahdollisimman optimaalisesti käytettävissä oleviin tiloihin. Käytettävä layout tyyppi määräytyy pitkälti tuotannon tyyppin mukaan ja valmistettavien tuotteiden perusteella. Tuotantolinjamainen layout toimii parhaiten, kun valmistettava tuote pysyy samatyypisenä ja tuotantomäärät ovat suuria. Funktionaalinen layout tyyppi soveltuu parhaiten tuotantoon, jossa valmistettavat tuotteet vaihtelevat paljon. Solulayout toimii parhaiten tuotannossa, jossa tuote pysyy samatyypisenä, mutta valmistusmäärä on pieni. Usein koko tuotannon layout voi koostua myös näistä kaikista kolmesta, jossa jokaisella layoutilla on tietty osuus tuotantoketjussa. Tällöin osa kappaleista valmistetaan esimerkiksi tuotantolinjalla ja osa funktionaalisen layoutiin perustuvassa tuotannossa. Tuotannon layout-suunnitteluun liittyy hyvin paljon erilaisia tekijöitä ja lopputulos on yleensä aina erilaisten asioiden välinen kompromissi. (Kouri, 2009, s. 480-481).

Kokoonpanon layoutissa varastot ovat optimaalisia, kun materiaali virtaa läpisyöttöisenä ja kokoonpanon vakioidut osat ovat järjestetty kokoonpanon läheisyyteen puskurivarastomaiseen ratkaisuun. Tärkeimmäksi säännöksi voidaan sanoa olevan se, että tavoitteena on saada mahdollisimman kompakti ratkaisu (Lapinleimu, 2001, s. 137).

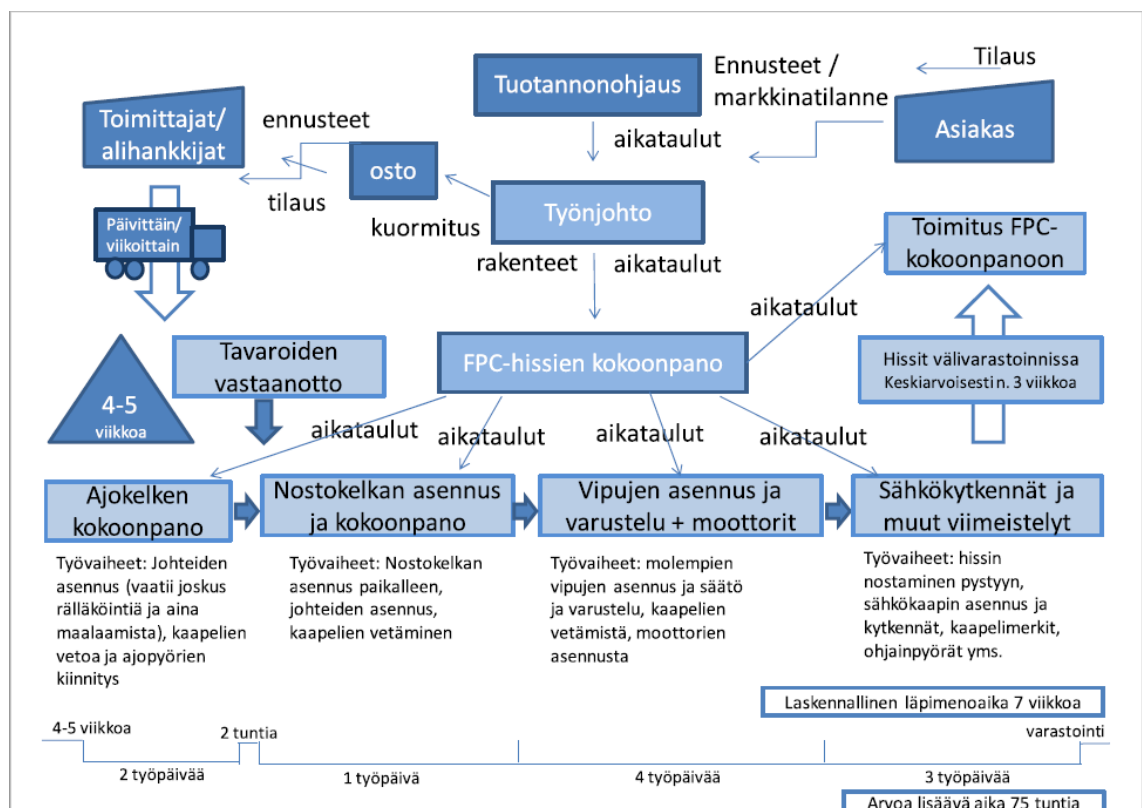
4.4.1 Tuotantolinjalayoutin suunnittelu

Tuotantolinjalayoutin suunnittelussa tärkeintä on, että koneet ja välineet järjestetään työ-
kulun mukaisesti. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää materiaalivirtojen järkevään jär-
jestelyyn ja niiden tehokkuuden optimoimiseen. Layout suunnitellaan pitkälti tuotannon
työvaiheiden perusteella. Tärkeää on minimoida aikahäviöt vaiheiden välillä ja siksi linja
pyritään tasapainoittamaan siten, että tuotanto liikkuu sujuvasti, eikä pullonkauloja pääse
syntymään (Kouri, 2009, s. 485).

5 TYÖN TOTEUTUS

5.1 Työn kuvaus ja tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli suunnitella nykyisin paikkakokoonpanona tehtävä FPC-hissikokoonpano linjakokoonpanoksi. FPC-hissikokoonpano on osa isompaa tuotantoketjua, jonka lopputuote on automaatiojärjestelmä FPC-kontti (Flexible Pallet Container). Kokoonpano siirtyy samalla yrityksen tuotantotiloissa uuteen paikkaan. Linjakokoonpanoa suunniteltaessa tavoitteena on myös puuttua mahdollisiin kehityskohteisiin, mitkä voivat olla esteenä linjakokoonpanon sujuvan toiminnan kannalta. Linjakokoonpanon suunnitteluun kuuluu myös linjaston layout-suunnittelu uusiin tiloihin. Uusiin tiloihin ja linjakokoonpanoon siirtyessä tarkoituksena on lyhentää kokoonpanon läpäisyaikaa ja kasvattaa kapasiteettia. Uusiin tiloihin siirtyessä myös haluttiin tarkastella vaihtoehtoja kokoonpanon yhteydessä käytettävällä katonosturille, koska nosturin käyttöä halutaan vähentää sen rajallisen määrän takia.



KUVA 3. FPC-hissien kokoonpano esitettyä arvovirtakuvauksena (Lahti, 2015, s. 21)

5.1.1 FPC-hissit

FPC-hissit ovat osa FPC-konttien automaatiojärjestelmää. Hissit kuljettavat tavaraa kontin sisällä varaston ja työstökoneiden välillä. Kuten konttejakin, niin myös FPC-hissejäkin valmistetaan viitenä eri kokoluokkana nostokapasiteetin mukaan: 750 kg, 1000 kg, 1500 kg, 3000 kg, 7500 kg. FPC-hissi koostuu neljästä isommasta runko-osasta, josta yksi mahdollistaa liikkeen kontin sisällä, yksi hissien pystyliikkeet ja kaksi mahdollistavat kuljetettava kappaleen ojennusliikkeet. Eniten kokoonpannaan tällä hetkellä kolmea pienintä hissimallia, jotka valmistetaan tällä hetkellä samassa paikkakokoonpanossa



KUVA 4. Valmis FPC-hissi lähdössä testaukseen.

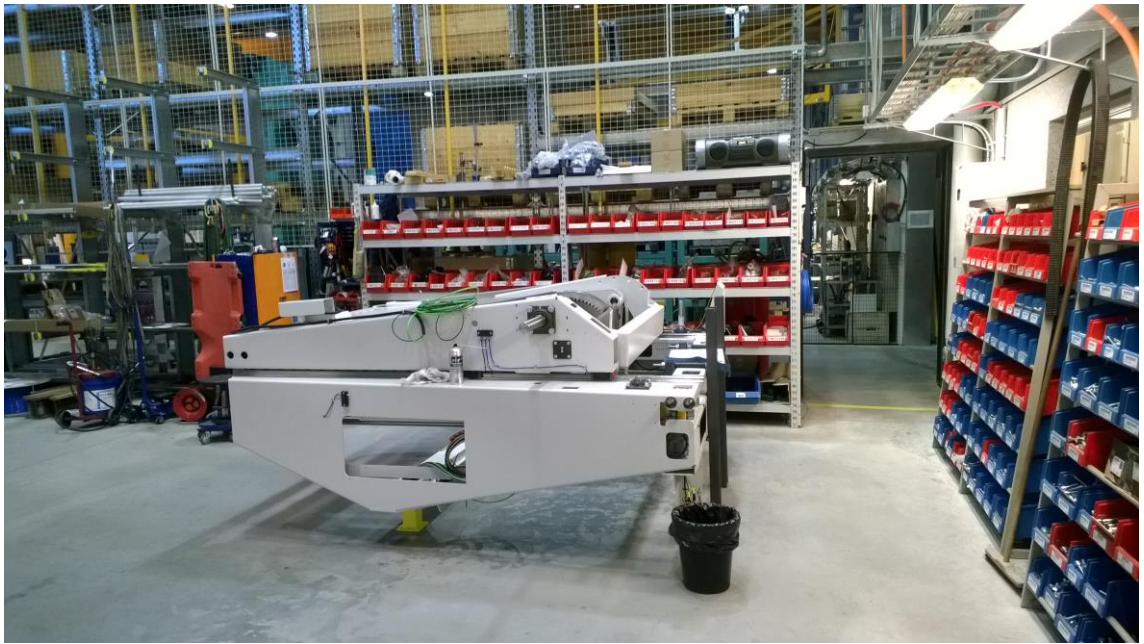
5.2 Lähtötilanteen selvitys

Lähtötilannetta lähdettiin selvittämään intensiivisellä tutustumisjaksolla nykyiseen kokoonpanoon. Tavoitteena tutustumisjaksolla oli seurata yhden FPC-hissin kokoonpano alusta loppuun. Selvittää millaisia työvaiheita hissien kokoonpanossa on, mitä työkaluja siinä tarvitaan sekä samalla selvittää mahdollisia ongelmakohtia tämän hetkessä kokoonpanossa havainnoimalla ja käymällä keskusteluita kokoonpanijoiden kanssa. Tutustumisen yhteydessä otettiin myös kuvia työohjeiden tekoa varten. Jokaisesta työvaiheesta tehtiin erilliset muistiinpanot hyvän yleiskuvan saamiseksi. Seurattavaksi hissimalliksi valikoitui FPC-1500 malli. Kyseinen malli on suurin tällä paikkakokoonpanopaikalla tehtävä hissimalli. Muita samalla paikalla kokoonpantavia malleja ovat FPC-1000 ja FPC 750.

5.2.1 Nykyinen paikkakokoonpano

Tällä hetkelle hissejä valmistetaan paikkakokoonpanona. Hissikokoonpanossa työskentelee tällä hetkellä neljä työntekijää ja solussa mahtuu kokoamaan yhteensä 3 eri hissiä samaan aikaan vieretysten. Kokoonpanolle varatun solun sisällä on tarvittavat työkalut ja työvälineet, pienet ja isot nimikkeet, välivarastointi hisseille, työtilat ja työskentelytasot sekä kaksi puominosturia työvaiheita varten. Lisäksi kokoonpano vaatii aina avuksi isompaa kattonosturia, joka on myös käytössä muualla. Tästä johtuen sitä joudutaan odottelemaan välillä pitkiäkin aikoja. Työkalut pidetään kokoonpanijoiden omissa työkalukärjissä, joita voidaan liikuttaa pyörillä aina kokoonpanon vieressä. Poikkeuksena yhteiset erikoistyökalut joita pidetään yhteisessä työkalukaapissa tai osavarastojen vieressä.

Uuden valmistettavan hissien runko saapuu ulkoa sijaitsevasta varastosta halliin sisälle trukkilavan päällä. Kokoonpanopaikka sijaitsee tavaran sisääntuloon nähden hallin toisessa päässä, joten se joudutaan kuljettamaan varovasti muiden työpisteiden läpi kokoonpanopaikalle. Ennen siirtämistä rungosta joudutaan poistamaan kuljetuksen aikana siinä kiinni oleva trukkilava ja runko käännetään pystytasosta vaakatasoon.



KUVA 5. Paikkakokoonpano sivusta kuvattuna

Pienet standardiosat (ruuvit, mutterit, prikat ym.) ja isot standardiosat (kuularuuvit, suo-
japutket ym.) on sijoitettu paikkakokoonpanosolun reunoille erilaisiin hyllyihin ja laatik-
koihin (Kuva 5). Pienemmät nimikkeet on merkitty koon ja nimen mukaan, mutta isom-
missa nimikkeissä ei merkintöjä löydy. Tämä aiheuttaa välillä hankaluuksia varastomie-
hille, jotka hoitavat materiaalin täydennyksen visuaalisen tarkastuksen avulla. Materiaa-
lin virtaus ei ole paikkakokoonpanossa erityisen selkeää. Asentajat joutuvat hakemaan
erilaisia osia, kuten kaapeleita kokoonpanon aikana, joko materiaalin puutosten tai mate-
riaalin huonon sijainnin takia. Hissin muut osat tuodaan keräilyinä kärryillä kahdella eri
lavalla kokoonpanosolun reunalle. Lavat on merkitty työnumeroin kokoonpantavan his-
sin mukaan ja ne sijaitsevat solun toisella puolella hissien välivaraston takana, joten osien
hakemisessa joutuu tekemään paljon turhaa liikkumista (Kuva 6). Kaikki osat ovat sekai-
sin kahdella eri lavalla, joten oikeita osia joutuu joskus etsimään. Hissien painavimmat
osat, kuten moottorit, vaativat lisäksi aina apuvälineitä niiden siirrossa kokoonpanolle.
Tähän joudutaan käyttämään apuna kattonosturia, jonka vapautumista joudutaan välillä
odottamaan pitkiä aikoja. Nostureita on rajallinen määrä ja monet hissikokoonpanon työ-
vaiheet vaativat sitä avuksi.



KUVA 6. Osa kokoonpanon osista tulee kokoonpanolle keräilyinä merkityillä laivoilla

Suurin osa kokoonpano työstä tehdään hissien rungon vieressä, mutta kokoonpanoon sisältyy myös osakokoonpanotyyppisiä alustavia kokoonpanotöitä, joita tehdään ennen osien liittämistä osaksi hissikokonaisuutta. Työtä tehdään suurimmaksi osaksi istuvalleen ja seisten, mutta muutamat työvaiheet vaativat maaten selällään työskentelyä.

Kokoonpano on välillä haastavaa, koska osat saattavat olla virheellisiä ja ne eivät sovi paikalleen hyvin. Osien sovittaminen saattaa pitkittää yksittäisen työvaiheeseen kuluva aikaa useita tunteja. Myös osien puutos ja niiden odottelu aiheuttaa jalostamatonta työtä kokoonpanoon. Kun jokin osa puuttuu, siirrytään yleensä tekemään jotain toista työvaihetta, jos se on mahdollista. Tämä aiheuttaa vaihtelevuutta ja sekavuutta kokoonpanoon. Myöskään tarkkoja työtapoja ei ole vakioitu ja kokoonpanosta puuttuu selkeät työohjeet.

Kokoonpanon lopuksi, ennen hissien viemistä testaukseen, valmiit hissit siirretään nosturin avulla paikkakokoonpanosolun sivuun väliavarastointiin. Valmiit hissit saattavat olla väliavarastoinnissa solussa pitkiäkin aikoja, jolloin ne vievät turhaa tilaa ja ovat samalla kokoonpanotöiden tiellä. Esimerkiksi uudet kokoonpanoon tulevat hissien rungot joudutaan aina nostamaan valmiiden hissien ylitse tai kiertämään sivusta. Testaukseen kuljetus tapahtuu erillisellä kuljetustelineellä ja se vaatii aina kaksi työntekijää.

5.2.2 Hissikokoonpanon työvaiheet

Hissikokoonpanoon tutustumisen yhteydessä kokoonpano jaettiin alustavasti selkeisiin työvaiheisiin asioiden selkeyttämisen ja tulevia linjakokoonpanon työvaiheita varten. Kokoonpanon jakaminen vaiheisiin auttoi ymmärtämään paremmin kokoonpanon eri vaiheita ja näkemään sen sisältämät vaiheet yksityiskohtaisemmin. Työvaiheiden jakamisen yhteydessä työvaiheisiin merkittiin myös niihin tarvittavat työvälineet sekä esiin tulleita ongelmia ja kehityskohteita. Työvaiheet pyrittiin jakamaan mahdollisimman moneen osaan, jotta linjakokoonpanoa suunniteltaessa sitä olisi helpompi jakaa tasaiseksi työnkierroksi vaiheiden välillä ja työajan osuuksia olisi helpompi arvioida. Tarkan jaon mukaan kokoonpanolle saatiin jaettua yhteensä 36 eri työvaihetta.

Seuraavaksi esitetään lyhyesti millaisia erilaisia työvaiheita hissikokoonpano sisältää. Hissikokoonpano alkaa aina hissien rungon tilaamisesta varastosta ja sen siirtämisestä kokoonpanopaikalle. Tämän jälkeen runkoon kiinnitetään seisontajalat kokoonpanoa varten ja tehdään mittatarkastuksia ja rungon suoruuden säätöä. Rungon suoruutta joudutaan aina säätämään johteiden kohdalta ja sen jälkeen runkoa on aina paikkamaalattava. Säädön jälkeen tehdään ensimmäisen ison runko-osan, ajokelkan kokoonpanoa. Ajokelkka on hissien osa, joka liikuttaa hissiä FPC-kontin sisällä. Ajokelkan kokoonpanon työvaiheisiin kuuluu ajo- ja ohjauspyörien asennusta, akselien asentamista, vaihteiden asentamista, kaapelointia ja johteiden asennusta (Kuva 7).



KUVA 7. Ajokelkan kokoonpanoa

Ajokelkan kokoonpanon jälkeen hissien runkoon asennetaan nostokelkka, joka on kokoonpanon toinen isompi runko-osa (Kuva 8). Nostokelkka mahdollistaa hissien nosto- ja las- kuliikkeet. Nostokelkan asennuksessa asennetaan akseleita, kaapeleita, johteita ja sääde- tään kuularuuveja. Työvaiheisiin kuuluu myös tarkastamista ja pienempien osien kuten jarruvastusten asennusta.



KUVA 8. Nostokelkan asennus

Nostokelkan asennuksen jälkeen hissiin kiinnitetään kaksi vipua, jotka mahdollistavat materiaalin siirron hissistä työstökoneelle tai varaston hyllyihin (Kuva 9). Molempiin vi- puihin liittyy erilaista varustelua, akselien kiinnittämistä ja itse vipujen kiinnitys osaksi hissikonaisuutta. Tässä vaiheessa hissiin kiinnitetään myös kaikki hissien kolme moot- toria.



KUVA 9. Vipujen asennus hissiin.

Lopuksi hissi nostetaan pystyasentoon ja siihen tehdään sähkökytkentöjä, kaapelimerkin-
töjä, paikkamaalausta ja muuta viimeistelyä (kuva 10). Sähkökytkennät ovat ajallisesti
suurin yksittäinen työvaihe. Siihen menee noin kolmannes hissikokoonpanon kokonais-
ajasta. Hissi on kokoonpanon aikana vaakatasossa, kunnes ennen sähkökytkentöjä se nos-
tetaan pystyasentoon. Viimeistelyjen jälkeen valmis hissi siirretään välivarastointiin ko-
koonpanon reunalla odottamaan testaukseen viemistä. Kokoonpanon läpäisy aika vaihte-
lee noin 70-90 tunnin välillä.



KUVA 10. Hissin pystyyn nostamisen jälkeen siihen tehdään sähkökytkennät ja viimeis-
telyä

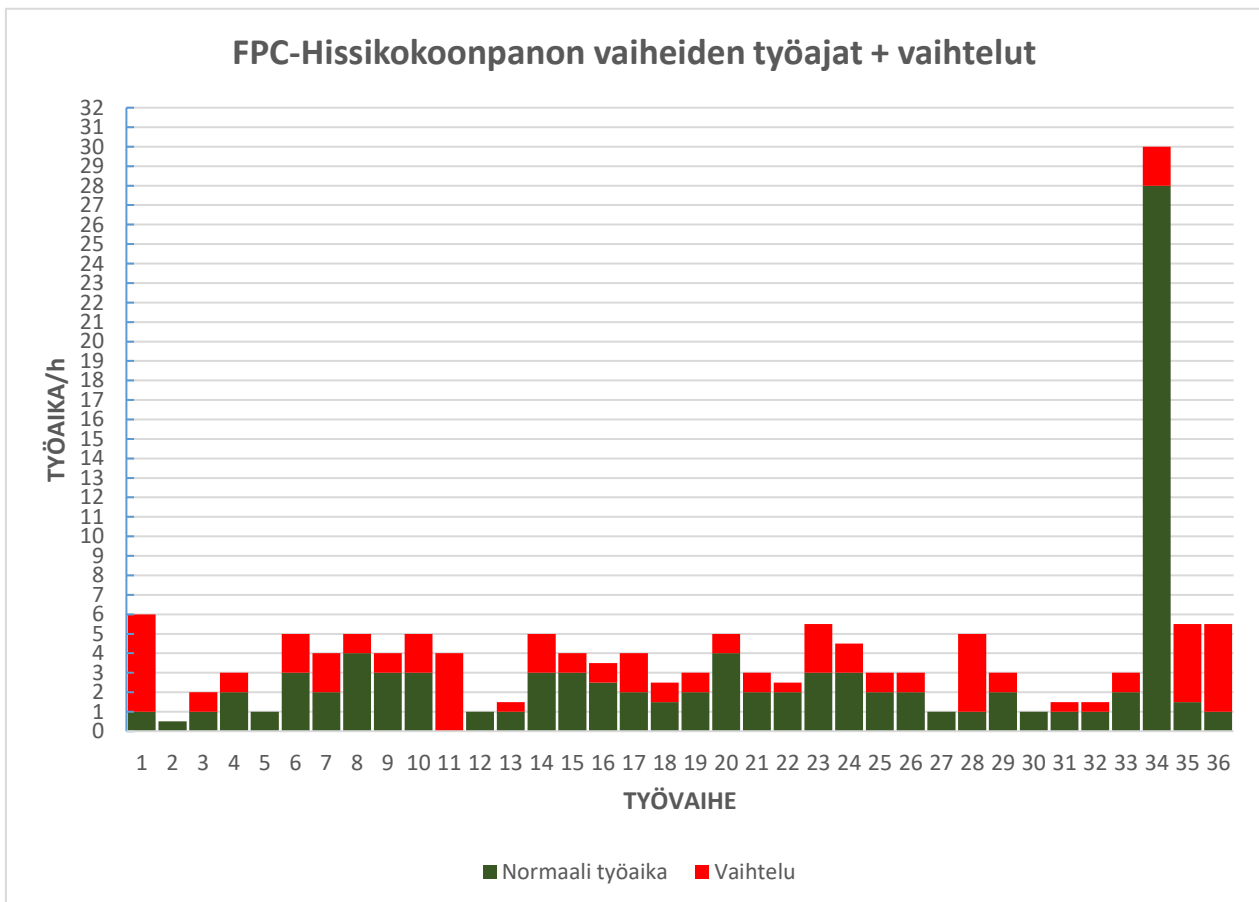
5.2.3 Kehityskohteet linjakokoonpanoon siirtyessä

Kokoonpanoon tutustuessa tuli ilmi erilaisia kehityskohteita, joihin puuttamalla voidaan
kokoonpanon läpäisyä lyhentää ja samalla niihin on puututtava, että tulevasta linja-
kokoonpanosta saadaan sujuvasti toimiva ratkaisu ja linjakokoonpanoon siirtyminen olisi
mahdollista. Erilaiset ongelmat aiheuttavat vaihtelua työaikaan ja kokoonpanoon.

Suurimmat kehityskohteet FPC-kokoonpanossa:

- Nykyisen paikkakokoonpanon tilanpuute
- Ei kokoonpano työt
- Materiaalin ja osien puutokset
- Työjärjestyksen jatkuvat muutokset
- Puutteelliset tai virheelliset osat
- Selkeiden työohjeiden puutos
- Työvälineiden ja osien odottelu
- Kokoonpanon sijainti suhteessa muuhun toimintaketjuun
- Materiaalivirta ja osien varastointitapa

Erilaisista syistä johtuen kokoonpanossa tapahtuu paljon vaihtelua työajoissa työvaiheiden aikana, mikä vaikuttaa negatiivisesti kokoonpanon läpäisy aikaan. Vaihtelun vaikutusta on havainnollistettu kuviossa 6, missä vihreällä on merkitty työaika ilman vaihtelua ja punaisella vaihtelun vaikutus työvaiheen kokonaisaikaan.



KUVIO 6. Vaihtelun vaikutus kokoonpanoaikoihin eri työvaiheissa.

5.3 Ei kokoonpanotyöt

Kokoonpanon selvityksen yhteydessä ilmeni monia työvaiheita, jotka eivät kuulu kokoonpanotyöhön. Kokoonpanossa tehtävät työvaiheet kuten maalaaminen, kierteitys, reikien teko, senkkaaminen eli maalin poistaminen reistä ja akselien hiominen eivät kuulu kokoonpanotöihin. Kokoonpanon tulisi olla parhaimmillaan vain osien liittämistä yhteen. Kokoonpanoon liittymättömät työt lisäävät työaikaa ja ylimääräisiä työvaiheita kokoonpanoon, jolloin läpäisy aika pitenee. FPC-hissien kokoonpanosta löytyi hukkatöitä monesta työvaiheesta.

Linjakokoonpano on herkkä erilaisille viivästyksille ja häiriöille. Siksi olisikin tärkeää saada kokoonpanoon liittymättömät vaihtelut ja työvaiheet pois linjalta. FPC-hissikokoonpanossa ilmenneet ei kokoonpanotyöt liittyivät osissa tai komponenteissa oleviin puutoksiin. Nämä ongelmat voidaan ratkaista parantamalla yhteystyötä osien toimittajien kanssa. Kun kokoonpanolle tulevat osat ovat ”valmiimpia”, eikä niistä löydy virheitä, lyhenee läpimenoaika.

5.3.1 Rungon maalaaminen

Hissin runkoa joudutaan aina maalaamaan ainakin kahdesti hissien kokoonpanon aikana. Maalausta tehdään suojausten ja hissien visuaalisen ilmeen takia. Pakolliset maalaukset tehdään kahteen isompaan runko-osaan hissien johteiden asentamisen yhteydessä. Maalaaminen työvaiheena vaatii aina: rasvan poistoa vaaditulta alueelta, johteiden suojaamisen teipillä ja itse maalaamisen spray-maalilla johteiden ympärille olevalta alueelta. Lisäksi työ joudutaan aina ajoittamaan taukojen mukaan, sillä maalin ollessa märkä, ei muita työvaiheita voida tehdä, jotta maali ei tartu muihin osiin. Rungon paikkamaalaus vie aina noin tunnin verran työaikaa kokoonpanosta, eli jokaisen hissien kokoonpanosta kuluu noin kaksi tuntia maalauksiin. Rungon paikkamaalaus ei ole kokoonpanon jalostavaa työtä ja vuosi tasolla menetetty työaika on siitä johtuen merkittävä. Ratkaisuna tähän ongelmaan on rungon valmiimpi maalaus jo ennen kokoonpanoa, jolloin kokoonpanijat eivät sitä joudu tekemään. Ongelmia tähän saattaa aiheuttaa se, että miten runko saadaan maalattua niin tarkasti, että johteiden alle ei jää maalia, mutta johteiden asentamisen jälkeen runko on visuaalisesti siisti ilman paikkamaalausta.

5.3.2 Akselien ja muiden osien hiominen

Osien hiominen ja säätäminen tapahtuu FPC-hissien kokoonpanossa erityisesti hissien isoimman rungon kanssa ja erilaisten akselien yhteydessä. Rungon saapuessa kokoonpanopaikalle rungon suoruus joudutaan tarkastamaan ja lähes aina sen suoruutta joudutaan korjaamaan viivaimen ja kulmahiomakoneen avulla. Rungon suoruuden korjauksen yhteydessä joudutaan aina myös paikkamaalaamaan hionnan jälkeen, eli jotta tulevaisuudessa voitaisiin vähentää maalauksen osuutta kokoonpanossa, pitäisi myös rungon suoruuden säätämisestä päästä työvaiheena eroon.

Myös akseleita ja muita osia joudutaan usein hiomaan, että ne saadaan sopimaan paikalleen. Akseleita on esimerkiksi moottoreissa ja runkojen välissä. Osien säädön tarve johtuu yleensä liian paksusta maalikerroksesta tai akselien vinoudesta. Esimerkiksi akseleita joudutaan usein kokeilemaan ja hiomaan käsin kokoonpanopaikalla, jotta ne saadaan sopimaan oikeille paikoilleen. Nämä työvaiheet ovat turhia kokoonpanossa ja niistä tulisi päästä eroon. Joskus akseleita joudutaan tilaamaan uudestaan toimittajalta, jolloin joitakin työvaiheita ei voida jatkaa ennen uusien osien saapumista. Tämän tapaisten työvaiheiden ajallista hukkaa on vaikea määrittää, koska osien säätämisen tarve vaihtelee jokaisessa kokoonpanossa. Olisi kuitenkin tärkeää päästä tämän tapaisista työvaiheista kokonaan eroon, jolloin läpäisy aika nopeutuisi. Tämän kaltaisten hukkien ennaltaehkäisy onnistuu parantamalla toimittajien yhteistyötä.

5.3.3 Reikien ja kierteiden tekeminen

Reikien ja kierteiden tekeminen on hyvin yleistä kokoonpanotöiden hukkatyötä. Nämä työvaiheet eivät tuo tuotteeseen lisäarvoa. Myös FPC-hissikokoonpanossa joudutaan tekemään paljon reikiä ja kierteitä runkoon ja muihin hissien osiin. Usein joudutaan myös ensin poraamaan reikä, jonka jälkeen siihen tehdään vielä kierteet. Muutaman reiän tekeminen ei vie merkittävästi aikaa, mutta kun reikiä ja kierteitä tehdään kymmeniä, niin nousee ajallinen hukka jo melko suureksi. Suurin osa rei'istä ja kierteityksistä joudutaan tekemään hissien runko-osiiin. Rungot tulevat suoraan toimittajalta, joten syynä reikien ja kierteiden puutoksiin voidaan parantaa siten, että piirustuksissa on merkitty kaikki tarvittavat reiät.

5.3.4 Maalin poisto

Liiallinen maali aiheuttaa ongelmia kokoonpanossa etenkin ruuvien rei'issä tai akselien liitoskohdissa. FPC- hissikokoonpanossa maalin poistamista joudutaan tekemään monessa eri työvaiheessa. Maalin poisto tehdään joko hiomalla hiomapaperilla tai porakoneella senkkausterällä. Maalin poisto on suhteellisen hidasta varsinkin, jos se joudutaan hiomaan käsin pois. Liiallinen maali rei'issä on saatava pois riittävän hyvän kiinnityksen saavuttamiseksi. Maalin poisto tuo ylimääräisen työvaiheen aina itse kokoonpanotyön lisäksi. Osat tulevat valmiiksi maalattuna kokoonpanolle. Ratkaisuna tähän ongelmaan voisi olla maalauksesta vastuussa olevan toimittajan kanssa sopiminen siitä, että jotkin paikat, kuten reiät ja akselien kiinnityskohdat suojataan maalauksen ajaksi.



KUVA 11. Hissin vivun kiinnitysreiät vaativat aina reikien putsaamista liiallisesta maalista.

5.4 Työohjeiden standardisointi ja työaikojen selvitys

Osana linjakokoonpanoon siirtymistä on tärkeää standardisoida kokoonpanon työohjeet. Monesti työntekijöillä on omia järjestyksiä ja tapoja tehdä työvaiheita, jolloin linjasto ei voi toimia kunnolla kokonaisuutena. Kokoonpanolinjalla on tärkeää tehdä työt samassa järjestyksessä ja vaaditun ajan sisällä, jolloin linjasto toimii sujuvasti, eikä pullonkauloja pääse syntymään. Nykyisessä paikkakokoonpanossa työntekijöillä oli monia erilaisia työjärjestyksiä ja työtapoja. Kokoonpanossa tarvittava osaaminen oli opittu työtä tehdessä eikä selkeitä työohjeita löytynyt ja myös kokoonpanijoiden kokoonpanokokemus tuo hie-man vaihtelua läpimenoaikoihin. Selkeiden työohjeiden puuttuessa aikaa saattaa kulua turhaan hukkaan. Kokoonpanossa on kymmeniä erilaisia vaiheita, joten seuraavan työvaiheen muisteluun ja miettimiseen saattaa kulua paljonkin aikaa. Selkeiden työohjeiden olemassaolo myös helpottaa uusia työntekijöitä sopeutumaan työhön nopeammin, jolloin työtä saadaan tehokkaammaksi.

Linjakokoonpanossa tarkoitus on siirtyä samalla tavalla vaiheesta toiseen selkeiden ohjeiden mukaisesti ja vaivatta. Siksi on tärkeää tietynlaisen toimintatapojen standardisointi, jolloin ne tavat jäävät hyvin muistiin ja niiden tekeminen nopeutuu jokaisen kerran jälkeen.

Työohjeiden standardisointi tehtiin yhdessä kokoonpanijoiden kanssa jo aikaisemmin syntyneiden vaihekuvauksien ja vaiheiden jakamisen pohjalta. Työohjeet käytiin keskustellen läpi vaihe vaiheelta ja jokaisesta työvaiheesta tehtiin oma ohjesivu. Ohjesivuun merkittiin työvaiheen kuvaus, tarkat ohjeet työvaiheen tekemiseen ja asennuksiin, tarvittavat työkalut ja työaika minkä kokoonpanijat arvioivat työvaiheen tekemiseen rauhallisessa tahdilla. Ohjeisiin merkittiin myös erilaiset vaihtelut ja ei kokoonpanotyöt mitä kokoonpanossa esiintyi ja arvioitiin näiden ajallinen hukka jokaisessa vaiheessa erikseen. Ohjeisiin merkittiin myös hissien asento työvaiheiden aikana tulevia suunnitelmia varten. Työohjeiden tekemisessä huomattiin, että kokoonpanijoilla saattoi olla erilaisia järjestyksiä ja tapoja, joten ohjeisiin piti valita niistä vain yksi tapa ja järjestys. Ohjeet tehtiin FPC-1500 kokoonpanon pohjalta, mutta ohjeisiin merkittiin myös, jos jokin työvaihe tehtiin hieman erilailla muissa FPC-750 tai FPC-1000 hissimalleissa. Tärkeintä työohjeiden tekemisessä oli, että asiat saatiin kokoonpanijoiden näkökulmasta mahdollisimman hyväksi ja selkeäksi. Kokoonpano-ohjeista saatiin tehtyä yhteensä 36- sivuinen opas (Esimerkki kokoonpano-ohjeesta liitteessä 1).

5.5 Kokoonpanon työvaiheet ja linjan vaiheistaminen

Kokoonpano-ohjeiden tekemisen yhteydessä saimme arviot työvaiheiden ja niissä esiintyvistä vaihteluiden ajan suuruuksista. Linjaa vaiheistaessa pyrittiin se jakamaan ajallisesti samasuuruisiin vaiheisiin, jotta kokoonpanolinjastolle ei synny pullonkauloja ja työt pysähdy. Ennen linjan vaiheistamista, tutkittiin vaiheiden välisiä riippuvuuksia ja etenkin sitä, missä vaiheissa joudutaan käyttämään nosturia apuna ja missä asennossa hissi on jokaisessa työvaiheessa. Vaiheiden välisiä riippuvuuksia tarkasteltiin, koska haluttiin selvittää voidaanko vaiheiden järjestystä muuttaa tarvittaessa linjakokoonpanoon siirtyessä, jota saatettaisiin joutua tekemään, kun kokoonpanoa jaetaan linjaston vaiheisiin. Riippuvuuksien selvittämiseksi tehtiin taulukko, jossa näkyisi kaikki työvaiheet ja niiden väliset riippuvuudet: Esimerkiksi työvaihe ”johdevaunujen asentaminen” on pakko tehdä ennen vaihetta ”nostokelkan asennus”. Kun taas työvaihe ”X:n antureiden asentaminen” voidaan tehdä joko ennen esimerkiksi ”sähkökytkentöjä” tai sen jälkeen. Taulukoiden (Liitteet 2 & 3) avulla saimme selville työvaiheet, joiden kanssa voidaan joustavasti pelata linjan suunnittelussa ja samalla saimme tiedon työvaiheista, joiden järjestykseen ei voida koskea.

Kokoonpanolinjaa varten kokoonpano jaettiin ajallisesti samasuuruisiin isompiin vaihekokonaisuuksiin, jotta kokoonpano saadaan toimimaan linjassa, vaiheesta toiseen etenevästi. Linjaa vaiheistaessa yksi työvaiheista oli selkeästi muita suurempi ajallisesti ja sitä ei voitu työnluotteen takia jakaa pienimmiksi vaiheiksi. Kyseinen työvaihe oli hissien sähkökytkennät, joka käsittää noin 30 % kokoonpanoajasta. Sähkökytkentöjä on tällä hetkellä kokoonpanossa mahdoton jakaa pienempiin osiin, joten lopulta kyseinen työvaihe määräsi tulevien vaiheiden määrän linjalle. Tarkastelun tuloksena syntyi kolme samasuuruista työvaihetta: A, B ja C (Liite 4).

5.6 Työkalujen ja nimikkeiden jakaminen

Linjakokoonpanon sujuvan toimivuuden kannalta on tärkeää, että tarvittavat työvälineet ja tarvittavat osat ja komponentit ovat oikealla kohdalla oikeaan aikaan. Siksi on tärkeää jakaa nimikkeet ja työkalut oikeisiin vaiheisiin kokoonpanolinjalle, ettei aikaa kulu niiden hakemiseen ja etsimiseen.

Työkalujen jakaminen tehtiin työohjeiden standardisoinnin yhteydessä syntyneiden työkalulistojen avulla. Jokaiselle työkalulle annettiin nimikenumero (1,2,3,4...) ja ne merkittiin tarvittaessa työvaiheeseen kuuluvaksi. Näin nähdään selkeästi mitä työkaluja tarvitaan missäkin vaiheessa, joka on tärkeää linjan layout-suunnittelua tehdessä, kun mietitään sijainteja ja pinta-ala vaatimuksia jokaiselle työpisteelle. Työkalujen ja välineiden jakamisesta tehtiin taulukko mihin merkittiin työvaiheet, siihen liittyvät työkalujen nimikenumerot ja selitykset nimikenumeroille (liite 5). Tulevassa linjakokoonpanossa työkalut tullaan jakamaan vaiheiden mukaisesti paikoille, jossa niitä tarvitaan. Toinen vaihtoehto on, että vaiheille jaetaan vain yhteiset isommat työkalut ja pienemmät työkalut pysyvät henkilökohtaisissa työkalupakeissa, joita voi liikutella vaiheesta toiseen. Tärkeintä on kuitenkin, että tarvittavat työkalut löytyvät oikeilta paikoilta oikeaan aikaan ja ne ovat helposti saatavilla.

Linjakokoonpanossa on tärkeää myös jakaa vaiheisiin liittyvät osat ja komponentit oikeisiin vaiheisiin. Tämä selkeyttää työtä, kun työvaiheessa näkee heti mitä osia tarvitaan, eikä työvaiheen työ-alueella loju ylimääräisiä nimikkeitä. Kokoonpanon osien jakaminen tehtiin alustavasti hissien rakennekuvien ja osaluetteloiden avulla. Nimikkeiden jakaminen oli haastavaa, koska kaikkia osia ei ollut merkitty tarkasti kuviin ja nimikkeitä oli satoja. Tärkeintä oli kuitenkin saada alustava arvio jaosta ja tarvittavat korjaukset jakoon tehdään uuden linjakokoonpanon käyttöönoton yhteydessä. Osat jaettiin vaiheisiin ja ne merkittiin osaluettelossa olevin nimikenumeroitten mukaan (Esimerkki taulukosta Liitteessä 6). Tämä helpottaa materiaalinohjauksen toteutusta, kun nimikkeet ovat merkittynä järjestelmään valmiiksi.

5.7 Rungon siirtäminen ja kääntäminen vaiheiden välillä

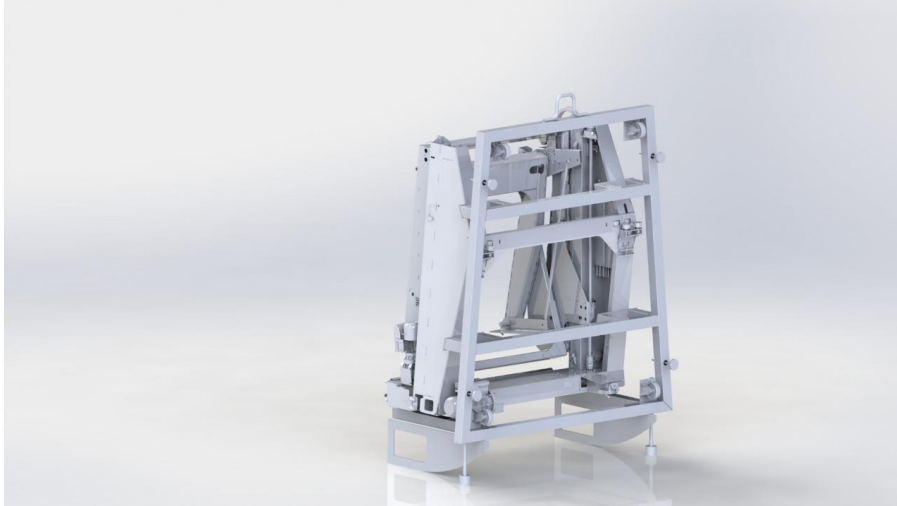
Yhtenä työn tavoitteena oli miettiä kokoonpanossa tarvittavalla nosturilla vaihtoehtoisia ratkaisuja. Nosturia tarvitaan kokoonpanossa rungon kääntämiseen ja siirtelyyn sekä painavien osien asennuksessa. Vaihtoehtoja mietittiin, mutta lopulta tultiin siihen tulokseen että nosturia on tällä hetkellä mahdoton korvata kokonaan. Nostureiden korvaaminen vaatisi laajaa työmenetelmien uudistamista ja suurta rahallista investointia kokoonpanoon.

Kokoonpanossa hissin runkoa joudutaan kääntämään yhteensä kaksi kertaa. Hissin saapuessa varastosta kokoonpanolle se käännetään vaakatasoon ja hissin kokoonpanon loppupuolella hissin runko käännetään takaisin pystyasentoon. Ongelmia uuden linjan suunnittelulle aiheutti etenkin uuden paikan mataluus ja rungon painavuus. Nykyisessä paikkakokoonpanossa rungon kääntäminen on tehty kattonosturin avulla kahdella nosturivaunulla. Uuden paikan katon mataluuden takia rungon kääntäminen nosturilla on vaikeaa, sillä uudessa tilassa on kattonosturi, jossa on vain yksi vaunu (kissa) ja samalla rungon siirtämiseen vaiheesta toiseen tarvittiin kuitenkin jokin muu toimiva ratkaisu.

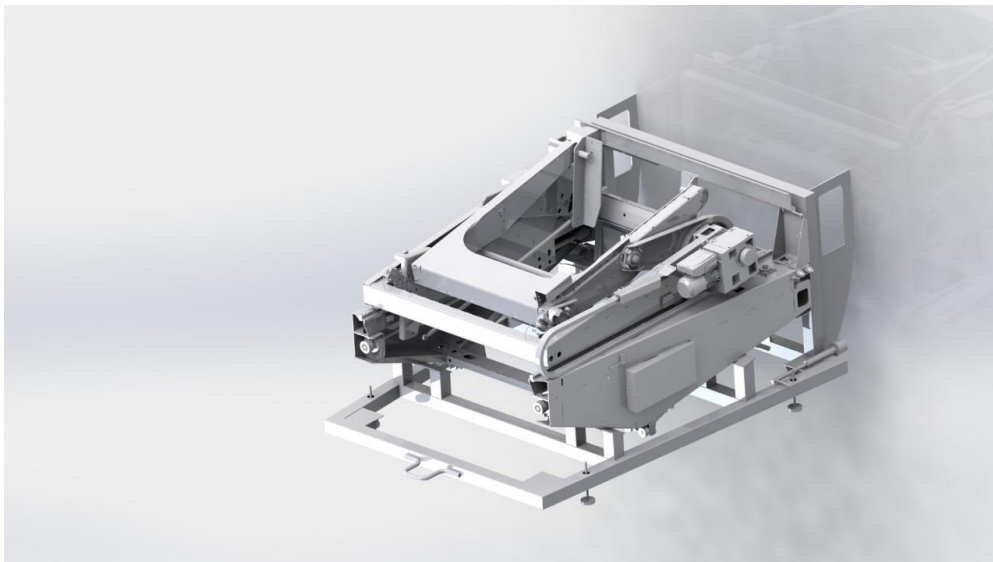


KUVA 12. Rungon kääntäminen nosturin avulla paikkakokoonpanossa

Parhaimmaksi ratkaisuksi ideoitui kuljetusteline, jonka päälle runko nostetaan ennen vaihetta A ja sillä runkoa pystytään siirtämään vaiheesta toiseen kokoonpanossa. Kuljetustelineellä on myös mahdollista kääntää hissi kokoonpanon loppuvaiheessa kippaamalla yhden kattonosturin nosturivaunun avulla, joten hissin rungon kääntämiseen ei vaadita lisäinvestointeja kattonosturiin. Hissiä voidaan siirtää vaaka- ja pystyasossa vaiheesta toiseen koko kokoonpanon ajan siihen kiinnitettävien pyörien ansiosta. Kuljetusteline on vielä tällä hetkellä kehitysvaiheessa. Alustavat suunnitelmat kuljetustelineelle kuvissa 13 ja 14.



KUVA 13. Kuljetustelineen prototyyppi kuvattuna alapuolelta



KUVA 14. Kuljetustelineen prototyyppi kuvattuna yläpuolelta

5.8 Layout- suunnittelu

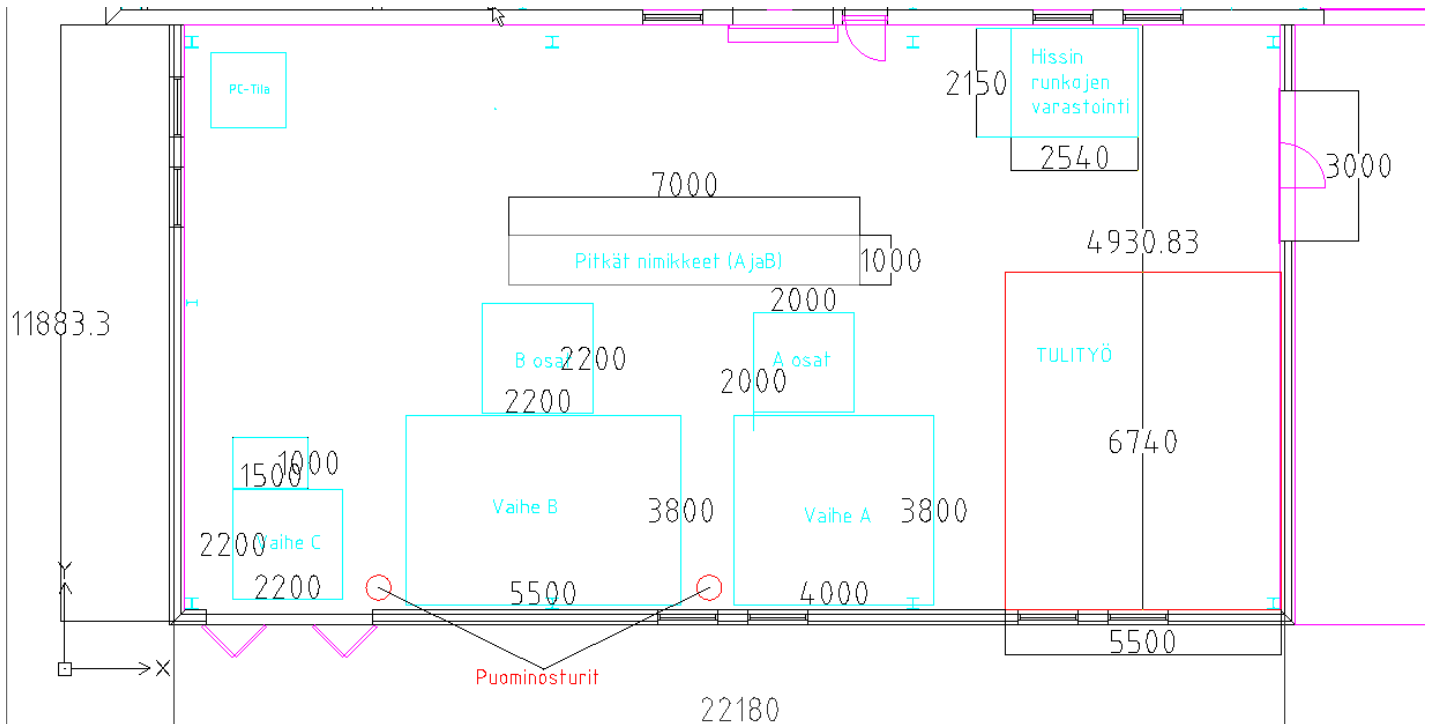
Uuden kokoonpanon layout-suunnittelua lähdettiin tekemään pinta-ala mittausten kautta ja miettimällä optimaalista materiaalivirtaa kokoonpanolle. Aluksi tehtiin alustava suunnitelma yksinkertaistettuna käsin piirtäen paperille. Alustavaan suunnitelmaan merkittiin vaiheiden, työkalujen, osien, varastojen ja materiaalivirtojen sijainti layouttiin. Mitat arvioitiin alustavaan layouttiin pyöristäen. Reunaehtoja suunnittelulle asetti uudessa tilassa sijaitseva erillinen tulityöpaikka, uuden paikan pinta-ala, katto-nosturi ja ovien sijainti. Tärkeintä alustavassa suunnittelussa oli saada ideointi liikkeelle ja etenkin kokoonpanotyöntekijöiden mielipiteet ja kommentit layoutista. Alustavan layoutin tekemisen jälkeen

keskusteltiin layoutin hyvistä ja huonoista puolista ja niihin mietittiin ratkaisuja. Näin saimme layouttiin alustavan ajatuksen optimaalisesta sijoittelusta ja materiaalivirrasta.

Tarvittavia pinta-aloja lähdettiin suunnittelemaan nykyistä paikkakokoonpanoa hyödyntäen. Layoutia varten tilantarvemittauksissa otettiin huomioon: Hissin runko ja sen varastointi, työtilan tarve työpisteillä, tarvittava tila standardiosille, tarvittava tila isoille ja pitkille nimikkeille, tarvittava tila työtasoille, tarvittava tila työkalukaapeille ja muille työvälineille ja tarvittava tila hissien rungon liikuttamiselle kokoonpanon aikana. Kokoonpanijoiden kanssa käytiin keskusteluja kuinka paljon työtilaa tarvitaan kuhunkin työvaiheeseen tai tarvittiinko esimerkiksi työtasoja lisää kokoonpanoon. Yksi toiveista oli oman PC-paikan sijoittaminen uuteen paikkaan, jotta työaikojen kirjaaminen ja sähköpostien lukeminen on helpompaa. Tilantarve laskennan avulla saimme tarvittavat tilaosuudet kullekin vaiheelle ja sen osille. Osien sijoittelussa mietittiin niiden välisiä riippuvuuksia ja koitettiin saada ratkaisu, jossa materiaalivirta olisi mahdollisimman tehokasta ja turhalta liikkumiselta välttyttäisiin.

Lopullisessa layout-ratkaisussa linjaston kaikki työvaiheet (A, B, C) sijoitettiin uuden tilan reunustalle tulityöpaikan viereen siten, että vaiheet ovat työnkierron mukaisessa järjestyksessä. Kunkin vaiheen pienemmät standardiosat ovat sijoitettu vaiheen viereen seinän puolelle ja isommat osat ja nimikkeet tulevat kokoonpanon toiselle puolelle varattuun tilaan uuden tilan keskiosaan niille suunnitelluille telineille ja lavoille. Pidemmät nimikkeet pidetään oksahyllyissä ja sijoitetaan vaiheiden A ja B väliin, missä niitä tarvitaan ja ne ovat molemmille työvaiheille helposti saatavilla. Jokaiselle vaiheelle laskettiin sille tarvittava tilantarve kokoonpanotyötä ja työtasoja varten. Alkuperäisestä layout-suunnitelmasta poiketen hisseille ei varattu uudesta paikasta tilaa valmiille hisseille välivarastointia varten. Layoutista ei tehty erityisen tarkkaa sillä, esimerkiksi joidenkin isompien nimikkeiden säilyttämistelineiden suunnittelu on vielä kesken. Myös työtasojen sijoittelu on parasta tehdä käyttöönoton yhteydessä, jolloin nähdään heti mihin ne on kokoonpanotyön kannalta paras sijoittaa.

Vaiheiden välille päätettiin sijoittaa kaksi puominosturia, koska osa kokoonpanon työvaiheista vaatii edelleen nostovälineen apua, koska hissien osat ovat niin painavia. Uuteen layouttiin jäi vielä joustovaraa, jos jokin työvaihe vaatii esimerkiksi lisää työtilaa tai kokoonpanolinjaa halutaan laajentaa tai muuttaa myöhemmin.



KUVIO 7. Linjakokoonpanon alustava layout-suunnitelma

5.8.1 Tarvittavat muutokset uuteen tilaan

Linjakokoonpanosuunnitelman toteutuksen yhteydessä uuteen tilaan tullaan tekemään muutoksia. Kokoonpanon toiseen hallin osaan yhdistävää ovea tullaan laajentamaan, jotta hissien runko mahdutaan kuljettamaan FPC-hissien testaukseen. Tällä hetkellä se on liian matala hissien siirtämiseen. Lisäksi uuteen tilaan tullaan asentamaan kaksi puominosturia vaiheiden välille, jotka ovat apuna painavien osien asennuksessa. Ylimääräinen ulko-ovi tullaan peittämään, sillä se on tarpeeton.

5.9 Materiaalivirrat ja osien varastointi

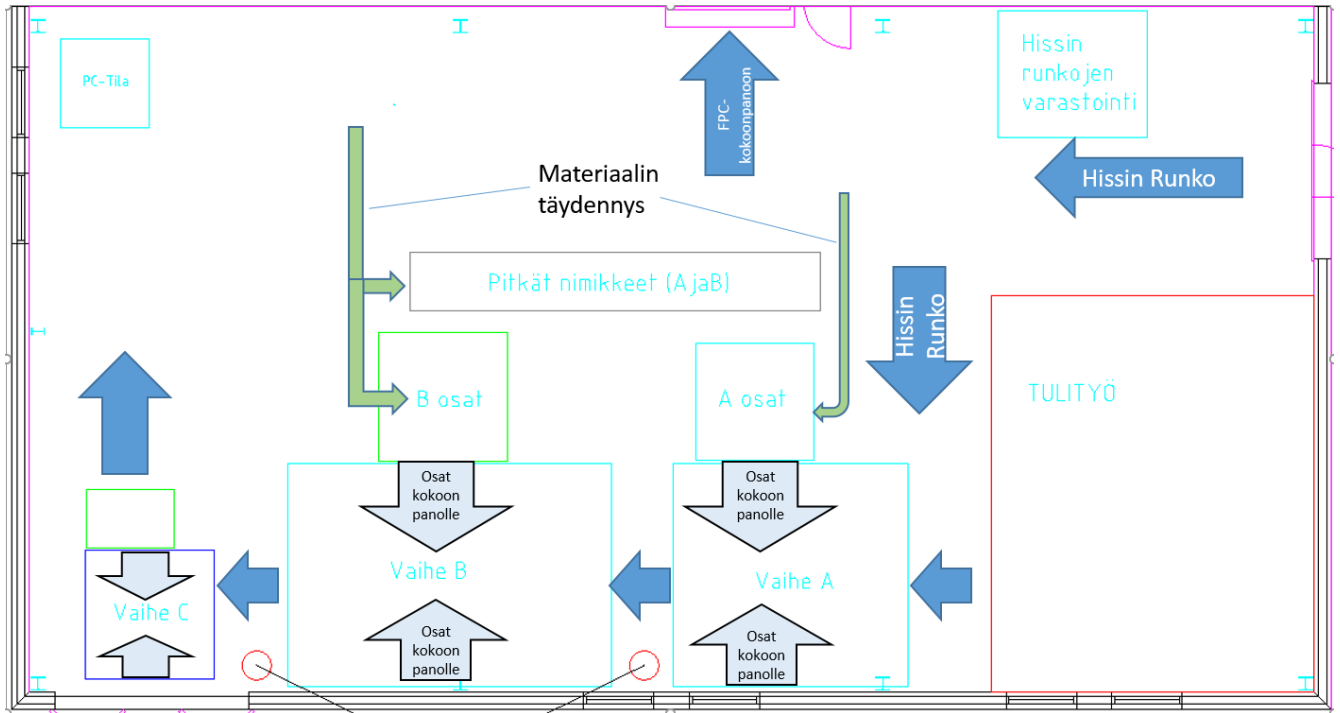
Runko tuodaan varastosta linjakokoonpanoon oikein päin vaakatasossa, jolloin sitä ei tarvitset erikseen käännettä ja näin säästetään aikaa. Yhtä tai kahta kokoonpanolle menevää runkoa voidaan säilyttää tulityöpaikan vieressä, josta se kokoonpanon alkaessa nostetaan kuljetustelineen päälle katonosturin avulla. Runko liikkuu sen jälkeen vaiheesta toiseen

työvaiheiden järjestyksen mukaisesti kuljetusvälineen päällä. Viimeisen työvaiheen jälkeen valmista hissiä ei välivarastoida kokonpanon yhteyteen vaan se viedään jo valmiiksi kuljetustelineellä FPC-hissien testauksen lähettyville, josta testaajat voivat nostaa hissin suoraan testauskontin sisälle. Tällä ratkaisulla säästetään aikaa ja tilaa.



KUVA 15. Vivut ja nostokelkka samalla lavalla paikkakokoonpanossa

Kokoonpanon osien täydennys hoidetaan uudessa kokoonpanossa keräilyperiaatteen mukaisesti. Kokoonpanon työvaiheiden viereen on suunniteltu tarvittavat varastointitilat kolmen kokoonpantavan hissin osille. Isommat osat kuten hissin vivut ja nostokelkka saapuivat ennen kokoonpanolle sekaisin samalla lavalla (Kuva 15), jonka jälkeen ne jouduttiin erikseen erottelemaan toisistaan. Osat joita ei tarvittu jätettiin kokoonpanopaikalle varastointiin. Uudessa kokoonpanossa on suunniteltu, että myös isoimmille osille on tilaa omille telineilleen kokoonpanon vierestä, josta ne on helppo ottaa mukaan kokoonpanoon. Pieniä standardiosia pidetään uudessa suunnitelmassa edelleen hyllyissä omissa laatikoissaan. Kokoonpanossa tarvittavat kaapelit sijoitetaan rullatelineisiin kokoonpanon viereen, jolloin niitä ei tarvitse erikseen hakea muualta. Myös oksahyllyissä olevien pitkien nimikkeiden merkintöjä tulee parantaa, jotta varastomiesten on helpompi tietää nimikkeiden tarvetilanne. Yritykseen on tällä hetkellä tulossa uusi varastointijärjestelmä, mikä saattaa ainakin aluksi hankaloittaa linjakokoonpanon materiaalivirran hallintaa.



KUVIO 8. Linjakokoonpanon materiaalivirrat

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella paikkakokoonpanona tehtävä hissikokoonpano uusiin tiloihin linjakokoonpanon muotoon. Työn tavoitteisiin päästiin ja työn tuloksen syntyi linjakokoonpano suunnitelma. Suunnitelma sisältää kokoonpanolinjan suunnittelun ja linjakokoonpanon layout-suunnitelman. Uudella linjakokoonpanolla haluttiin saada kokoonpanon läpäisyäikää lyhyemmäksi ja näin ollen kasvattaa vuosittaista tuotantovolyymia nykyisiä markkinoita vastaavaksi. Opinnäytetyön tärkeänä tuloksena voidaan myös pitää erilaisten kehityskohteiden löytämistä kokoonpanosta ja niiden kehitystyön aloittamista.

Uuden linjakokoonpanon arvioidaan lyhentävän kokoonpanon läpäisyäikää huomattavasti. Pelkästään erilaisten ei-kokoonpanotöiden poistaminen nopeuttaa kokoonpanoa arvioidusti 30-40%. Sen lisäksi linjakokoonpanon selkeän työnjaon, uuden layoutin, materiaalivirran ja uuden materiaalin siirtoratkaisujen uskotaan nopeuttavan kokoonpanoa huomattavasti. Todellisia tuloksia on vaikea arvioida ennen uuden linjakokoonpanon kokeilua, jolloin todelliset hyödyt voidaan mitata. Huomioitavaa on myös se, että linjakokoonpanon käyttöönottoon saattaa kuluja yllättävän paljon aikaa. Aikaa kuluu etenkin työntekijöiden totuttamiseen uuteen järjestelmään ja käyttöönoton yhteydessä tehtäviin muutoksiin alkuperäiseen suunnitelmaan. Usein teoriapohjainen suunnittelu ei välttämättä toimi käytännössä heti niin kuin pitäisi ja suunnitelman toteuttamisen yhteydessä joudutaan tekemään kompromisseja ja jonkin verran uudelleen suunnittelua. Tässä tapauksessa uuden linjakokoonpanon suurimmat hyödyt saattavat näkyä tuloksissa vasta vuoden tai kahden päästä siirtymisestä. Opinnäytetyössä tehty suunnitelma tulee yritykseen kokeiluun kesällä 2016.

Layout-suunnittelua ei tehty liian yksityiskohtaisesti vaan ajatuksena oli, että yksityiskohtaisempi työtasojen sijoittelu tehdään siirtovaiheessa, jolloin nähdään parhaiten niiden optimaalinen sijainti. Pääpaino layout-suunnittelussa oli saada työvaiheiden osat ja materiaalivirta vastaamaan linjan toiminnan vaatimuksia. Layout-suunnitteluun jäi joustovaraa, jos tulevaisuudessa kokoonpanoa halutaan muuttaa vielä parempaan suuntaan tai laajentaa.

Linjakokoonpanon sujuvan toiminnan kannalta on tärkeää kehittää etenkin yhteistyötä osien toimittajien kanssa ja saada materiaali virtaamaan ongelmitta. Suurimmat kehityskohteet linjaston käyttöönotossa liittyvät luultavasti juuri materiaalivirtoihin ja tuotannon-ohjauksen. Linjaa varten materiaalivirtaan ei saa tulla katkoksia ja puutoksia.

Tärkeää on myös saada koko henkilöstö sitoutumaan muutokseen. Yhteistyötä kaikkien työntekijöiden kanssa tekemällä saadaan paras lopputulos, johon kaikkien on helpompi sitoutua. Muutoksen aikana esiintyy usein muutosvastarintaa uusia ratkaisuja kohtaan, minkä takia yhteistyön merkitys kasvaa entisestään. Työtä tehdessä kokoonpanon koko henkilöstö osallistui kiitettävästi suunnitelman tekemiseen ja monia eri näkökulmia saatiin työhön johdon tasolta ja kokoonpanotyöntekijöiltä. Kokoonpanon kanssa työskentelevien työntekijöiden ehdotukset olivat ehdottoman tärkeitä suunnittelussa. Tämän tapainen monipuolinen tieto on tärkeää, jotta saadaan aikaan paras mahdollinen suunnitelma.

Työn tekeminen tuntua aluksi haastavalta sen laajuuden takia. Linjakokoonpanon suunnittelussa on hyvin monta eri tekijää mitä pitää ottaa huomioon ja lopullinen ratkaisu on aina kaikkien eri tekijöiden välinen kompromissi. Työn edetessä asiat kuitenkin alkoivat selkeytyä ja kokonaisuus hahmottua Fastems Oy:n henkilöstön avustamana. Kaiken kaikkiaan työ opetti paljon kokoonpano- ja tuotantoprosessista ja sen suunnittelusta.

Kokoonpanon kehittämistä ei tule lopettaa siihen, kun linjakokoonpano saadaan toteutettua vaan jatkuva kehitys on tärkeää. Samantapaisia kehitysprojekteja kannattaa laajentaa koskemaan yrityksen muitakin prosesseja.

LÄHTEET

Flexible Pallet Container. Fastems Oy Ab. 2016. Luettu 24.3.2016.

<http://www.fastems.com/flexible-pallet-container-fpc/>

Fastems. Fastems Oy Ab. 2016. Luettu 24.3.2016.

<http://www.fastems.com/>

Kokoonpanotehtävät, Teknologiateollisuus. 2016. Luettu 24.3.2016.

http://www.edu.fi/download/120994_6183_Kokoonpanotehtavat.pdf

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

TEKES. 2001. Keskiraskas ja raskas kokoonpanotoiminta 1998-2000. Teknologiaohjelmaraaportti 2/2001.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy.

Lapinleimu, I. 2000. Ideaalitehdas. Tampereen teknillinen yliopisto. Tuotantotekniikan laitos. Tutkimushankkeen raportti.

Nurmikolu, K. 2011. Kokoonpanon kehittäminen linjatutantoon siirryttäessä. Tuotantotekniikka. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Lahti, M. 2016. Automaatiojärjestelmän tuotannon skaalautuvuuden parantaminen läpimenoaikaa lyhentämällä. Automaatioteknologia. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

LIITTEET

Liite 1. Esimerkki FPC-hissikokoonpanon työohjeesta.

Liite 2. Vaiheiden riippuvuuksien tarkastelu osa 1.

Liite 3. Vaiheiden riippuvuuksien tarkastelu osa 2.

Liite 4. Linjakokoonpanon vaiheistaminen

Liite 5. Työkalujen jako vaiheisiin.

Liite 6. Osien jako vaiheisiin.