

Ketjunostinkokoonpanon kehittäminen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Kevät, 2021

Miki Mansikkaviita

Tekijä	Miki Mansikkaviita	Vuosi 2021
Työn nimi	Ketjunostinkokoonpanon kehittäminen	
Ohjaajat	Tapio Väisänen	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee ketjunostinkokoonpanon kehittämistoimia tuotantotilanteen muuttuessa. Syyt tilanteen muutokselle ovat tilausmäärien kasvu sekä useiden uusien nostintyyppien tuotantoon tulo. Case-yritys on Konecranes Finland Oy ja ketjunostinkokoonpano sijaitsee yrityksen Hämeenlinnassa sijaitsevalla tehtaalla.

Käytössä oleva tapa valmistaa ketjunostimia ei riitä enää vastamaan tuleviin haasteisiin ja tavoitteisiin. Kehittämistoimet vaativat muutosjärjestelyitä tuotannon layouttiin, ja kokoonpanoa ja sen tukitoimia halutaan viedä näkyvämmiin kohti yrityksen Lean-ajattelua. Kehittämistoimien päätavoite on saada ketjunostinkokoonpanosta paremmin virtaava ja mukautuva linjasto vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin.

Kehittämistoimet suunniteltiin ja toteutettiin yhteistyössä tuotannosta vastaavien henkilöiden, kokeneiden asentajien sekä yrityksen sisältä löytyvän asiantuntemuksen avulla. Prosessi vietiin läpi käyttämällä hyödyksi teoreettista pohjatietoa Lean-ajattelun ollessa kehittämistoimien perustana.

Tehtyjen toimien ja muutoksien avulla ketjunostinten kokoonpanosta muodostui tehokkaampi ja virtaavampi linjasto. Kysynnän kasvuun pystyttiin vastaamaan ja uuden tyyppiset nostimet opittiin valmistamaan oikein ja tehokkaasti.

Avainsanat Kehittäminen, kokoonpano, Lean, virtaus

Sivut 56 sivua

ABSTRACT

The subject of this thesis project was the development of the chain hoist assembly as the production situation is changing. The main causes for this change are the growing order volume and many new types of chain hoists. The commissioning company, Konecranes Finland Oy is located in Hämeenlinna.

The current method of manufacturing chain hoists was no longer enough to meet future challenges. It was necessary to change the production layout and to take a step forward in the company's Lean philosophy. The main goal of the development activities was to make a production line flowing and adaptable to the customers wishes.

The development activities were planned in cooperation with persons responsible for production, experienced assemblers and internal experts. Lean philosophy and theoretical background knowledge were an important starting points for realising the process.

As a result of the development actions, the chain hoist assembly line became more efficient and better flowing production line. The new type of chain hoists were learned to manufacture correctly and efficiently. The customers were satisfied.

Keywords Assembly, development, flow, Lean

Pages 56 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely ja sähköiset ketjunostimet.....	2
2.1	Konecranes Oyj	2
2.2	Sähköiset ketjunostimet	3
3	Kokoonpano.....	5
3.1	Kokoonpano työnä	5
3.2	Kokoonpanojärjestelmät.....	5
3.3	Kokoonpanotekniikat	6
3.4	Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen.....	7
4	Layoutsuunnittelu ja työntutkimus	9
4.1	Layoutsuunnittelu	9
4.2	Layout-tyyppejä	11
4.3	Työntutkimus	11
4.4	Työnmittaus ja ajankäyttötutkimus	12
5	Lean-ajattelu.....	14
5.1	Lean	14
5.2	Lean-työkaluja ja periaatteita	15
5.2.1	Hukan vähentäminen	16
5.2.2	Jatkuva parantaminen.....	17
5.2.3	Tuotannon virtaus	18
5.2.4	Imuohjaus.....	19
5.2.5	5S.....	20
6	Ketjunostinten kokoonpano yrityksessä Konecranes Finland Oy	21
6.1	Nostimet ja brändit	21
6.2	Ketjunostimen kokoonpano.....	23
6.3	Tuotantolinja ennen kehittämistoimenpiteitä	25
7	Kehittämistoimien suunnittelu ja valmistelu tuotannossa	27
7.1	Tarve kehittämistoimille	27
7.2	Tuotantoon tulevia tuotteita	28
7.2.1	3-ketjuiset ja 4-ketjuiset nostimet	29
7.2.2	Neo-nostin.....	31
7.3	Kehittämistoimien suunnittelua pienryhmissä	32
7.4	Johtopäätöksiä ryhmäkeskusteluiden annista.....	33

8	Kehittämistoimet tuotannossa	34
8.1	Tuotantotilojen layout muutos	34
8.2	Kokoonpanon kehitystoimet	39
8.3	Tukitoimien kehitystoimet	45
8.4	Vuorojärjestelmä ja asentajien perehdytys	47
8.5	Oman tuotannon ajankäyttötutkimus	48
9	Johtopäätökset	49
10	Pohdinta	53
	Lähteet	55

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1.	Konecranes ketjunostin (Konecranes, n.d.-e).....	4
Kuva 2.	Ketjunostin apuvälineenä materiaalin nostamisessa cnc-sorville.....	4
Kuva 3.	Ilkka Kourin kuvaus Leanin tarkoituksesta (Kouri, 2009, s. 7).	15
Kuva 4.	Lean-ajattelun työkalut ja periaatteet (Logistiikan maailma, n.d.-b).....	16
Kuva 5.	Toyotan havainnot hukista (Logistiikan maailma, n.d.-b).	17
Kuva 6.	Kuvaus PDCA-syklistä (Kanbanize, n.d).....	18
Kuva 7.	Stagemaker konserttikäytössä (Dcvelocity, 2019).....	22
Kuva 8.	Ketjunostimen vaihde.....	24
Kuva 9.	Ketjunostimen tärkeitä komponentteja.	24
Kuva 10.	Ketjunostimen toimiva runko.	25
Kuva 11.	Isojen nostinten toimivat rungot testauslinjalla.....	26
Kuva 12.	Konecranes ketjunostimet (Konecranes, n.d.-e).	29
Kuva 13.	4-ketjuinen nostin.....	30
Kuva 14.	4-ketjuinen nostin.....	30
Kuva 15.	Neo-nostin kokoonpanossa.	31
Kuva 16.	Layout kaavio tuotantotiloista (Konecranes, 2020).	35
Kuva 17.	Ketjunostinkokoonpanon vanha layout.....	36
Kuva 18.	Ketjunostinkokoonpanon uusi layout.....	37
Kuva 19.	Nostimet menossa testauslinjalle.....	37
Kuva 20.	Pienten erikoisnostinten kokoonpanon layout kuva.....	39
Kuva 21.	Isojen nostinten alkukokoonpanopöytä.....	41

Kuva 22. Siivousvälineitä omalla merkatulla paikallaan.....	42
Kuva 23. Kokoonpanotyössä tarvittavia työkaluja ja tarvikkeita.	42
Kuva 24. Asentajan kehittänyt teline isoille nostimille	43
Kuva 25. Telineessä nostin kokoonpanossa.	43
Kuva 26. Työpisteellä käynnissä suojapeltien, eli brändipeltien tiivistys ja tarroitus.	44
Kuva 27. Siirtovaunun kokoonpano omalla työpisteellään.	44
Kuva 28. 4-ketjuisen nostimen siirtovaunu rakenteilla työpisteellään.	45
Kuva 29. 2-laatikko menetelmä.....	46
Kuva 30. Uusien nostintyyppien komponenttilaatikko.	47
Kuva 31. Isojen nostimien tuotantomäärät.....	50
Kuva 32. Isojen bodyjen tuotantomäärät.....	51
Kuva 33. Neo-nostinten tuotantomäärät.	52
Kuva 34. Ketjunostintuotannon koko tuotantomäärä.	53

1 Johdanto

Tuotantoprosessin suunnittelu on vaativa ja laaja kokonaisuus. Tuotannon tavoitteiden toteutumiseen ja toiminnan kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi prosessin sekä työn tekemisen toteutustapa. Prosessissa valmistusmenetelmät, koneet ja työskentelymenetelmät suunnitellaan tavoitteiden mukaisesti. Prosessin huolellinen suunnittelu on erittäin tärkeää, sillä tehdyt valinnat vaikuttavat tuotannossa kustannustehokkuuteen, laatuun, joustavuuteen, kilpailukykyyn sekä tuottavuuteen. (Haverila ym., 2009, s. 475)

Tämä opinnäytetyö käsittelee opinnäytetyön tilaajan, Konecranes Finland Oy nimisen yrityksen tarvetta saada kehitettyä ketjunostinkokoonpanon toimintaa muuttuvien olosuhteiden asettamien tavoitteiden mukaiseksi. Ketjunostinkokoonpanon tarkoitus Hämeenlinnassa on tukea ketjunostimien valmistusta sekä pyrkiä vastamaan asiakkaiden tarpeisiin, kunnes uusi tehdas valmistuu Keski-Eurooppaan ja siellä pystytään varmistamaan tuotteiden valmistus täysimittaisesti.

Tilausmäärien kasvaminen ja uusien nostinmallien tulo valmistukseen tuovat mukanaan tarpeen ketjunostinkokoonpanossa muutoksille ja toiminnan kehittämiseksi. Käytössä olevalla tavalla valmistaa tuotteita ei pystytä enää vastaamaan tuleviin haasteisiin. Haasteita muutoksille aiheuttavat ahtaat tilat sekä vähäinen henkilöstömäärä tuleviin vaatimuksiin. Uusien nostintyyppien tuleminen mukaan tuotantoon ja niiden tehokas valmistaminen on myös asia, mikä on ratkaistava. Uusissa nostimissa haasteen aiheuttaa henkilöstömäärän sekä tilojen ahtauden lisäksi kokemattomuus valmistaa uudenlaisia nostimia, mitkä sisältävät useita tuotannolle tuntemattomia komponentteja ja kytkentöjä.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on hyvin suunnitteleamalla ja toteuttamalla löytää toimivat ratkaisut kokoonpanon kehittämiseen tavoitteena saavuttaa ketjunostinkokoonpanoon kohdistuvat uudet vaatimukset. Yrityksen Lean-linjaukset ja sen näkyvämpi esille tuonti kokoonpanon kehittämisessä on tässä opinnäytetyössä tärkeässä roolissa. Lean-ajattelun mukaisilla kehittämistoimilla halutaan saada nostimien läpimenotehokkuutta sekä virtausta tehostettua tinkimättä kuitenkaan laatuvaatimuksista. Tavoite on lisäksi oppia valmistamaan

erikoisimpia nostimia järkevästi ja tehokkaasti sekä löytää niiden kokoamiseen oikeat työmenetelmät.

Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee Lean-ajattelun tarkoitusta ja periaatteita, kokoonpanoa työnä ja sen kehittämistä, layout suunnittelua sekä työntutkimusta. Toiminnallisessa osuudessa valmistellaan ja suunnitellaan teoreettisen pohjatiedon avulla kehitystoimia kokoonpanolinjalle ja seurataan niiden toteuttamista käytännön tasolla tuotantotiloissa. Opinnäytetyön lopussa käydään läpi prosessia ja arvioidaan sen onnistumista. Viimeisenä vaiheena on pohdintaa opinnäytetyöstä projektina raportin tekijän näkökulmasta.

2 Yritysesittely ja sähköiset ketjunostimet

2.1 Konecranes Oyj

Konecranes on maailman johtava nostolaittevalmistaja. Yrityksen asiakkaisiin kuuluvat laajalti eri teollisuuden alat, muun muassa konepajateollisuus, autoteollisuus sekä telakat. Konecranes toimittaa nostolaitteita sekä huoltopalveluita toimimillaan teollisuuden aloilla asiakkaidensa tarpeisiin parantaen näin asiakkaidensa liiketoiminnan arvoa ja tehokkuutta. Konecranesilla on yhtiönä maailmanlaajuinen asiantuntemus ja kokemus toimittaa asiakkaille tehokkaat ja turvalliset nostolaitteet sekä nostolaitteiden huoltoratkaisut. (Konecranes, n.d.-a)

Yrityksen strategia on hyödyntää neljää globaalia megatrendiä sekä ydinosamistaan. Yrityksellä on vahva asiakaskunta maailmanlaajuisesti useilla eri toimialoilla. Yrityksessä on huippuosaaaja, yritys käyttää huipputeknologiaa sekä tuottaa maailmanluokan kunnossapitopalveluita. Yhtiön strategian viisi kulmakiveä on kasvu, kannattavuus, asiakkaat, henkilöstö sekä teknologia. Toimialansa johtavana toimijana Konecranes pystyy panostamaan innovatiivisiin tuotteisiin ja palveluihin sekä houkuttelemaan parhaat osaajat palvelukseensa. (Konecranes, n.d.-b)

Konecranesin tuote- ja palveluvalikoima on laaja:

- Työpistenostureihin, joita myös tämän opinnäytetyön pääaihe ketjunostimet ovat, kuuluu suuri määrä tarkkaan ja joustavaan kuormankäsittelyyn suunniteltuja nostolaitteita.
- Siltanosturit raskaaseen ja myös kevyempään kuormankantoon Konecranes toimittaa johtavaa teknologiaa hyödyntäen.
- Räjähdyksivaarallisen toimintaympäristön nostimet ja nosturit on suunniteltu toimimaan vaativissa olosuhteissa. Nostimissa käytettävät komponentit ovat räjähdysvaarallisen toimintaympäristön vaatimusten mukaiset. Näitä nostimia käytetään esimerkiksi kemian - ja petrokemian tehtaissa.
- Maailman johtavana satamalaite toimittajana Konecranes toimittaa ratkaisut muun muassa telakoille, terminaaleihin sekä konttisatamille.
- Eri nostokapasiteeteilla toimivia haarukkatrukkeja on Konecranesin tuotannossa.
- Agilon materiaalinhallintalaitteet vapauttaa aikaa tietojen käsittelystä ja tarvikkeiden noutamisesta.
- Kattavat kunnossapito ja varaosapalvelut sisältävät kaikäntyyppisten -ja merkkisten nostimien, nostureiden, satamalaitteiden sekä työstökoneiden monipuolisia palveluita. (Konecranes, n.d.-c; Konecranes, n.d.-d)

2.2 Sähköiset ketjunostimet

Sähköiset ketjunostimet ovat laajasti käytetty apuväline kuormien nostoon teollisuudessa. Ketjunostimet pystyvät nostamaan isojakin kuormia ja kuormankantokyky ketjunostimilla ylettyy aina 5000 kg asti (Konecranes, n.d.-e). Nostimissa on jarru-liukukytkin järjestelmä, jonka ansiosta taakka pysyy luotettavasti paikoillaan. Nostimen kuormankanto säädetään asiakkaan toiveiden mukaisesti määriteltyyn taakkaan. (Algol technics, n.d)

Sähköinen ketjunostin soveltuu käyttöön sellaisenaan sekä myös loistavasti siltanosturin, kääntöpuominosturin tai kevytnosturijärjestelmän työpariksi. Sähköinen ketjunostin soveltuu helppokäyttöisyytensä ja mukautuvuutensa ansiosta lukuisiin nostosovelluksiin. Ketjunostimen helpon huollettavuuden ansiosta nostimien käyttäjien seisokit eivät muodostu pitkäksi ja on täten hyvin kustannustehokas laite. (Konecranes, n.d.-e)

Kuvassa 1 on sähköinen ketjunostin ja kuvassa 2 on ketjunostimen hyötykäyttöä teollisuudessa.

Kuva 1. Konecranes ketjunostin (Konecranes, n.d.-e).



Kuva 2. Ketjunostin apuvälineenä materiaalin nostamisessa cnc-sorville.



3 Kokoonpano

3.1 Kokoonpano työnä

Kokoonpanotyö on itse valmistettujen tai toimittajilta hankittujen osien ja standardikomponenttien yhteen liittämistä. Kokoonpanon tarkoitus on saada eri osia yhteen liittämällä toimiva tuote tai tuotteen osa. Kokoonpano tapahtuu omassa tehtaassa. Mikäli tuote tai sen osa kootaan asiakkaan luona, sitä kutsutaan asennukseksi. Kokoonpano on työnä säilyttänyt edelleen käsityönä tapahtuvan statuksensa, muiden valmistusmenetelmien enemmän ja enemmän automatisoiduttua. (Lapinleimu ym., 1997, s. 111)

Kokoonpanotyössä tuotteet kootaan pienistä, isoissa valmistuserissä tehdyistä komponenteista aina suuriin laitteisiin ja teräsrakenteisiin asti. Kokoonpano on erittäin tärkeä osa metalliteollisuudessa sekä monella muulla teollisuuden alalla. Muutaman mainitakseni sähköteollisuudessa sekä huonekaluteollisuudessa (Lapinleimu ym., 1997, s. 111).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kokoonpanotyö on hyvin laaja-alaista ja moniulotteista.

Kokoonpanotyö on sisällöltään kappaleiden käsittelemistä, komponenttien yhteen liittämistä, osien sovittamista, tarkastamista sekä varastointia. Työssä on paljon eri tehtäviä, joista lähtökohtaisesti vain osien yhteen liittäminen lisää tuotteen jalostusarvoa. Muut työhön kuuluvat tehtävät ovat aivan yhtä tärkeitä ja välttämättömiä, vaikka ne eivät anna tuotteelle lisäarvoa. Ilman näitä kokoonpanon tukitoimia tuotteen kokoonpano ei kuitenkaan olisi mahdollista. Tutkimusten mukaan kokoonpano vie tuotteen kokonaisvalmistusajasta suuren osan. Aika voi olla jopa neljäkymmentä prosenttia kokonaistyöajasta. (Lapinleimu ym., 1997, s. 111)

3.2 Kokoonpanojärjestelmät

Työskentelypaikalla kokoonpano tapahtuu linjakokoonpano ja -tai paikkakokoonpano pisteissä. Suuret tuotantomäärät valmistetaan kokoonpanotehtaissa. (Lapinleimu ym., 1997, s. 112).

Kokoonpanotehdas tuottaa suuria määriä tuotteita ja se koostuu monesti erilaisista kokoonpanopaikoista. Käytössä on osakokoonpanopaikkoja ja osakokoonpanolinjoja sekä loppukokoonpanopaikkoja ja loppukokoonpanolinjoja. (Lapinleimu ym., 1997, s. 112)

Kokoonpanopaikalla tarkoitetaan pistettä, jossa työntekijä tai useampi työntekijä valmistaa tarvittavan kokoonpanon (Lapinleimu ym., 1997, s. 112). Tarvittavasta kokoonpanosta sekä tuotteesta riippuen tuote tehdään täysin valmiiksi tai valmistetaan tuotteelle osakokoonpano.

Kokoonpanolinjalla tarkoitetaan pistettä, missä työntekijät valmistavat tuotetta ryhmänä ja liikkuu tarvittaessa tuotteen edetessä. Kokoonpanolinjalla tuote valmistetaan alusta loppuun ja työntekijät vastaavat tuotteen valmistuksesta sekä laadusta koko työnkulun ajan. Kokoonpanolinja voi olla myös jaettu työvaiheisiin, missä jokaisella työntekijällä on oma tietty tehtävä ja hän vastaa oman osa-alueensa suorittamisesta ennen tuotteen siirtoa seuraavaan vaiheeseen ja seuraavalle työntekijälle. Tämä malli soveltuu erityisesti tuotantoon, missä tehdään suuria määriä samanlaista tai samankaltaista tuotetta. (Lapinleimu ym., 1997, s. 112)

3.3 Kokoonpanotekniikat

Perinteinen kokoonpanotekniikka on manuaalinen kokoonpano. Kokoonpanolinjalla työskentelevä työntekijä valmistaa tuotteen piirustusten ja työohjeiden mukaisesti. Komponentit kiinnitetään tuotteen toimivuuden kannalta oleellisessa järjestyksessä. Valmis tuote pääsääntöisesti tarkastetaan kokoonpanijan toimesta toimintakuntoon. Tuotteelle tehdään korjaavat säädöt, mikäli tarpeen. Manuaalisessa kokoonpanossa tuotteet kootaan tavallisesti tuotteelle määrätyissä kokoonpanopisteissä. Työskentelytilassa on tarvittavat yksinkertaiset käsin käytettävät työkalut. Kokoonpanopiste on varustettu nostimilla ja jigeillä, mikäli niille on tarve kokoonpanoa tehtäessä. (Lapinleimu ym., 1997, s. 116)

Jäykkä kokoonpanoautomaatio on kokoonpanotekniikka, jossa tuotteet kootaan tiettyä tehtävää varten suunnitelluilla kokoonpanokoneilla. Mikäli näitä koneita on useita valmistamassa tiettyä tuotetta, tätä kutsutaan konelinjaksi. Jäykässä kokoonpanolinjassa kokoonpanokoneet on tarkoitettu tekemään tiettyä tuotetta ja näitä koneita on vaikeaa muuttaa tekemään muuta

tuotetta. Jäykkä kokoonpanoautomaatio on suunniteltu suurille tuotantomäärille. (Lapinleimu ym., 1997, s. 117)

Joustavassa automatisoidussa kokoonpanotekniikassa järjestelmä hoitaa asetukset automaattisesti työtehtävien välillä. Tällä tekniikalla valmistetaan tuotetta tai tuoteperhettä variaatioineen yleensä pienissä erissä, jopa yksittäisinä tuotteina. Joustavassa automatisoidussa kokoonpanotekniikassa laitteisto on muutettavissa tarvittaessa kokoonpanotehtävien mukaan, mutta yleensä muutokset laitteistoissa rajoittuvat kuitenkin vain tuoteperheen sisällä. Joustavan kokoonpanojärjestelmän laitteistoja ei voi hankkia valmiina, vaan ne räätälöidään tarvittavan kokoonpanotehtävän mukaisesti. Hyvin usein tämän tekniikan järjestelmän osia ovat teollisuusrobotit. Teollisuusrobottien joustavuuteen tämä tekniikka yleisesti perustuu. (Lapinleimu ym., 1997, s. 118)

Kokoonpanotehtävissä käytetään usein niin kutsuttuja sekajärjestelmiä, joissa osa kokoonpanoa tapahtuu automatisoidusti ja osa tehtävistä suoritetaan manuaalisesti. Tietyt tärkeät ja kriittiset kohdat kokoonpanotyössä suoritetaan edelleen työntekijöiden valvovan silmän alla, vaikka kokoonpanoa olisi automatisoitu. Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen ei ole turhaa, koska se on edelleen laajasti käytössä kokoonpanotehtävissä. (Lapinleimu ym., 1997, s. 119)

3.4 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen

Kokoonpanotyössä vaadittavien tilojen käyttö sekä myös kustannukset ovat suuret, joten kokoonpanotyön kehittäminen on hyvin tärkeää. Asiaan paneutumalla on kuitenkin mahdollista parantaa toimintaa myös vähäisemmilläkin resursseilla ja investoinneilla. Kokoonpanoa liiketoimintanaan tekevien yritysten on järkevää analysoida toimintaansa sekä löytää sitä kautta tarvittavia kokoonpanon kehittämistoimia. Tarpeen ilmetessä on syytä aloittaa kehitystyön suunnitteleminen ja sen toteuttaminen. (Lapinleimu ym., 1997, s. 119)

Kokoonpanotyössä suuri osa työajasta kuluu usein tavaroiden siirtelyyn ja etsimiseen. Tämä tilanne vaikuttaa siihen, että tehokkaasta työajasta saattaa kulua paljon aikaa näihin toimiin, vaikka itse osien liittäminen on se tärkeä ja arvoa tuottava toimi. Lähdetessä kehittämään ja

tehostamaan kokoonpanoa, on huomioitava kaikki mahdolliset tekijät mitkä työhön ja lopputulokseen vaikuttavat. Tarkastelu kannattaa aloittaa tuotteesta. Pitää miettiä koottavan tuotteen rakenne, mitä se pitää sisällään ja miten se on järkevin ja tehokkain valmistaa. Tavoite on löytää edullisin sekä nopein tapa koota tuote laatutekijät huomioiden. (Lapinleimu ym., 1997, s. 121)

Riittävä ja ajallaan tuleva tiedonkulku korostuu kokoonpanotyössä. Tarpeelliset tiedot kuvista ja työohjeista liittyen kokoonpantavan tuotteen yksityiskohdista on oltava työntekijöillä tuotetta valmistettaessa. Näin pystytään kouluttamalla ja perehdyttämällä työntekijä valmistamaan tuotetta oikealla tavalla ja kuvien mukaisesti. Oikeilla ohjeilla ja kokoonpanopiirustuksilla voidaan kokoonpanoa tehostaa huomattavasti. (Lapinleimu ym., 1997, s. 121)

Kokoonpanotyön kehittämisessä ja tehostamisessa huomioitavia kohtia:

- On selvillä mitä tuotetta valmistetaan.
- Selvyys siitä mitä komponentteja ja missä järjestyksessä niitä koottavaan tuotteeseen liitetään.
- Tiedetään tarvittavat työkalut ja apuvälineet mitä työssä tarvitaan sekä niiden sijainnit.
- Huolehditaan, että tarvittavat materiaalit saapuvat ajallaan ja ne ovat helposti käytettävissä.
- Huolehditaan, että komponenttitydennykset saapuvat ajallaan ja sovitusti.
- Huolehditaan, että ammattitaitoista työvoimaa on riittävästi käytettävissä. Perehdytetään tarvittaessa.

(Lapinleimu ym., 1997, s. 122)

Työmenetelmien kehittäminen ei ole useinkaan mahdollista täysin puhtaalta pöydältä.

Työpaikoilla ja tehtaissa ovat kokoonpanotyöhön käytettävät tilat ja kokoonpantavat tuotteet jo valmiina olemassa. Tämän asian ei saa antaa häiritä kuitenkaan työn kehittämistä ja tehostamista. Ilman panostusta kehittämistyöhön voidaan helposti juuttua tuttuun ja turvalliseen menetelmään, vaikkei se ehkä olisikaan paras ja tehokkain tapa valmistaa tuotetta. Suunnittelemalla ja organisoimalla kokoonpano työnä hyvin, voidaan arvoa tuottavan työn osuus saada huomattavasti paremmaksi ja tehokkaammaksi. (Lapinleimu ym., 1997, s. 122)

Kokoonpanotyön kehittämisessä on tärkeää panostaa arvoa tuottavan toiminnan kehittämiseen. Turhan työn minimointi kuuluu olennaisena osana kehittämistoimien tarkoituksiperiin. Turhalla työllä tarkoitetaan kaikkea sitä toimintaa, mikä ei auta parantamaan valmistettavan tuotteen arvoa tai mikä on työn tekemisen kannalta tarpeetonta. Tärkeitä asioita kehittämissä on huolehtia, että työmenetelmät, työkalut sekä tarvittavat apuvälineet ovat kunnossa. (Lapinleimu ym., 1997, s. 123)

Työmenetelmien kehittämisessä auttavat muun muassa seuraavat asiat:

- Oikeat ja tarpeeksi lyhyet etäisyydet. Tavoitteena on, että tarvittavat komponentit sijaitsevat lähellä.
- Selkeät ja suorat liikeradat. Pyritään siihen, ettei tuotetta tarvitse liikutella ja käännellä tarpeettomasti.
- Mahdollistetaan molempien käsien työskentely samanaikaisesti. Esimerkiksi rakennetaan työpiste sellaiseksi, ettei toisella kädellä tarvitsisi tukea tuotetta osia liitettäessä.
- Helpotetaan tarttumista. Esimerkiksi työpisteessä pyritään välttämään turhaa kurottelua. (Lapinleimu ym., 1997, s. 123)

4 Layoutsuunnittelu ja työntutkimus

4.1 Layoutsuunnittelu

Tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten esimerkiksi koneiden, nostimien, varastotilojen, hyllyköiden sekä kulkureittien sijoittelua tehtaissa ja työympäristöissä kutsutaan nimellä layout. Layoutsuunnitteluun vaikuttaa useita eri tekijöitä ja siinä on otettava monia asioita huomioon. (Haverila ym., 2009, s. 475)

Lähtökohtina projektissa voi pitää seuraavia asioita:

- Valmistettavien tuotteiden rakennetiedoista selviää tarvittavat raaka-aineet ja komponentit.

- Työvaiheet selvittämällä saadaan käsitys, missä järjestyksessä sekä millä tavoin tuotetta on tarkoitus valmistaa.
- Työssä käytettävä tarvittava laitteisto, sekä työskentelymenetelmät määritellään tuotantomäärien perusteella.
- Selvitetään, kuinka kauan tuotetta aiotaan kehitettävässä ympäristössä valmistaa ja määritellään sen perusteella tarvittavat investoinnit.
- Selvitetään työssä vaadittavat tukitoiminnot ja niiden vaikutus sekä merkitys. Tukitoimintoina voidaan mainita esimerkiksi logistiikka ja tarvittavat huoltotoimenpiteet. (Haverila ym., 2009, s. 481)

Hyvänä lähtökohtana layoutsuunnittelua tehdessä on pyrkiä hallitsemaan materiaalivirtaa tehokkaasti. Tämä tarkoittaa sitä, että jo suunnitelmaa tehdessä otetaan huomioon tarvittavien materiaalien liikutteluun käytettävä aika ja matka. Tehokkaan toiminnan sekä kehittämisen kannalta työpisteet tulisi sijoittaa niin, että tuotannossa käytettävien materiaalien liikutteluun käytettävä aika ja matkat ovat mahdollisimman pienet. (Haverila ym., 2009, s. 482)

Hyviä layout-suunnittelun tavoitteita ja ominaisuuksia ovat mm. seuraavat:

- Materiaalivirrat ovat selkeät ja tehokkaat.
- Tarvittavien materiaalien siirtoihin ei kulu paljon aikaa. Pyritään pitämään liikutteluun tarvittavat matkat lyhyinä.
- Tilat ovat tehokkaassa käytössä.
- Otetaan huomioon eri valmistusvaiheiden tarpeet.
- Tuotteiden ja materiaalien vastaanotto sekä luovutus on järkevää ja tehokasta.
- Työntekijöiden liike työpisteillä sekä niiden välillä on vähäistä.
- Päästään tarvittaviin laatutavoitteisiin.
- On turvallinen työntekijöille ja vierailijoille.

(Haverila ym., 2009, s. 482; Logistiikan maailma, n.d.-a)

4.2 Layout-tyyppejä

Tuotantolinjalayout soveltuu tuotantoon, missä valmistetaan suuria määriä hyvin samankaltaisia tuotteita (Haverila ym., 2009, s. 479). Linja saattaa olla pakkotahtinen tai vapaatahtinen.

Pakkotahtisella linjalla valmistetaan samoja tai hyvin samankaltaisia tuotteita suurilla volyyymeilla ja se on yleensä hyvin tehokas. Vapaatahtisella linjalla tuotteiden vaihtelu on suurempaa ja se on joustavampi verrattuna pakkotahtiseen linjaan. (Logistiikan maailma, n.d.-a)

Funktionaalisen, eli prosessilähtöisen layoutin edut tulevat parhaiten esiin, kun valmistettavien tuotteiden skaala on laaja mutta tuotantomäärät ovat pieniä. Tuotteet ja tuotteiden eräkoot saattavat kuitenkin vaihdella paljon (Haverila ym., 2009, s. 478). Tässä mallissa tuotantoprosessin eri toiminnot ovat omissa osastoissaan. Esimerkkinä mainittakoon sorvaus, hitsaus, kokoonpano ja pakkaaminen. (Logistiikan maailma, n.d.-a)

Solulayout on ratkaisu, jossa tuotteita valmistetaan toistuvasti, mutta tuotantomäärät eivät volyymiltaan nouse niin korkeaksi, että kannattaisi harkita tuotantolinjan muodostamista (Haverila ym., 2009, s. 479). Solulayout ratkaisussa tuotanto on jaettu soluihin, joissa jokaisella on oma tehtävänsä. Solun sisällä on tehtävään vaadittavat työkalut ja apuvälineet. (Logistiikan maailma, n.d.-a)

Hyvin usein tuotantotehtaissa layout ratkaisut muodostuvat erityyppisistä layouttyypeistä ja niiden yhdistelmästä. Tuotevalikoima ja tuotantomäärät määrittelevät hyvin pitkälle käytettävät ratkaisut. Esimerkiksi komponenttivalmistus toimii solutyypisellä ja kokoonpano on rakennettu tuotantolinjaksi. (Haverila ym., 2009, s. 480)

4.3 Työntutkimus

Työntutkimus on termi, jolla tarkoitetaan työn tuottavuuden kehittämisen kannalta tärkeitä asioita. Työntutkimus tarkoittaa ihmisten, käytettävien materiaalien sekä tarvittavien koneiden ja laitteiden yhteistoimintaa tavoitteena löytää paras mahdollinen menettelytapa töiden suorittamiseen. Työntutkimuksen päämääriä ovat myös hyvät ja turvalliset työskentelyolosuhteet

sekä työn suorittamiseksi tarvittavan ajan selvittäminen. Yleisemmin työntutkimusta käytetään työhön käytettävän ajan mittauksen ja käytettävien työmenetelmien tutkimiseen. (Haverila ym., 2009, s. 490)

Työntutkimukselle on esimerkiksi seuraavia tavoitteita:

- Ajankäytön tehostaminen. Pyritään tehostamaan arvoa tuottavaa toimintaa ja minimoida hukkaa.
- Työvaiheiden suunnittelu siten, että työvaiheet rytmitetään tuotteen valmistumisen kannalta mahdollisimman tehokkaaksi.
- Työvaiheiden kehittäminen. Työn tekemiseen on käytössä oikeat välineet ja oikea työmenetelmä.
- Ergonomia ja työturvallisuus. Tavoitellaan työssä käytettävien liikkeiden ergonomisuutta sekä mielekkyyttä. Turvallinen työympäristö luo puitteet toiminnan tehostamiselle. (Haverila ym., 2009, s. 491)

4.4 Työnmittaus ja ajankäyttötutkimus

Yritykset käyttävät työmittausta selvittääkseen tuotteita kohti käytettyä työn määrää valmistuksen yhteydessä. Toimenpiteen avulla vertaillaan eri työmenetelmiä ja tuloksien avulla kehitetään valmistusprosessia. Mittauksessa saatua tietoa käytetään esimerkiksi työnkuormituksen suunnittelussa, tuotteiden hinnoittelussa sekä osana palkkauksen perustetta. (Haverila ym., 2009, s. 492)

Työnmittauksessa käytetään muun muassa seuraavia toimia:

- Kelloaikatutkimus jaotellaan normaaliaikatutkimukseen ja jatkuvan ajankäytön tutkimukseen. Normaaliaikatutkimus soveltuu töihin, missä työt tai työvaiheet ovat samanlaisia tai samankaltaisia. Jatkuvan ajankäyttötutkimus taas soveltuu töihin, missä tätä toisteisuutta ei ole niin paljon ja työt ovat vaihtelevia.
- Haastattelemalla työntekijöitä saadaan hyviä lähtötietoja työhön käytettävästä ajasta.

- Vertaillaan töitä keskenään samankaltaisten töiden välillä.
- Aikalaskelmilla saadaan esimerkiksi konekäyttöisessä tuotannossa valmistusaika tuotteille.
- Työvaiheiden jakaminen pieniin osiin. Laskelmalla yhdistetään vaiheet keskenään kokonaissuoritusaikojen selvittämiseksi.

(Haverila ym., 2009, s. 493)

Ajankäyttötutkimuksen avulla selvitetään työajan jakautuminen tehokkaan työajan ja aikahäviöiden välillä. Tutkimuksen avulla etsitään epäkohtia työmenetelmissä ja tuloksien pohjalta tehdään tarvittavia kehitystoimia. (Haverila ym., 2009, s. 491)

Ajankäyttötutkimuksella tavoitellaan seuraavia asioita:

- Aikahäviöiden syiden ja hukka-ajan suuruuden selvittäminen.
- Apuajan suuruus. Apuajalla tarkoitetaan aikaa, joka on työn tekemisen kannalta välttämätöntä mutta ei ole arvoa tuottavaa toimintaa.

(Haverila ym., 2009, s. 491)

Ajankäyttötutkimusta toteutetaan joko jatkuvana ajankäyttötutkimuksena tai havainnointitutkimuksena. Käytettäessä jatkuvaa ajankäyttötutkimusta, työntekijän työsuoritusta seurataan työn tai työvaiheen alusta loppuun. Saaduilla tuloksilla pystytään selkeästi laskemaan työajan jakautuminen eri aikalajeihin sekä erottelemaan arvoa tuottavan toiminnan osuus muusta ajasta. Havainnointitutkimuksessa työtä seurataan joko satunnaisesti tai tasaisesti toistuvina hetkinä. Aikajakaumat määritellään saatujen tulosten perusteella. Erona näillä kahdella menetelmällä on, että jatkuva ajankäyttötutkimus antaa varmoja tuloksia suoraan, mutta vaatii resursseja tutkimuksen tekemiseen, kun taas havainnointitutkimus on helppo toteuttaa vähäisemmillä resursseilla, mutta aikahäviöitä aiheuttavat syyt ja suuruudet ovat vaikeampaa määritellä. (Haverila ym., 2009, s. 492)

5 Lean-ajattelu

5.1 Lean

Tämä opinnäytetyö käsittelee ketjunostinten kokoonpanolinjan muutoksia ja kehittämistoimia. Lean-ajattelu on työssä läsnä prosessin suunnittelussa ja toteutuksessa. Tässä luvussa käsitellään Lean-ajattelua yleisesti ja tarkastellaan tähän opinnäytetyöhön liittyviä tärkeimpiä Lean-työkaluja ja menetelmiä.

Lean- filosofia on ajattelutapa, jossa keskiössä on organisaatioiden ja henkilöstön ongelmien ratkaisun järjestelmällinen kehittäminen. Työyhteisössä tämä tarkoittaa toimintamallien perusteellista arviointia ja niiden jatkuvaa parantamista. Yritykset ja organisaatiot, jotka löytävät uusia ratkaisuja toiminnan kehittämisessä sekä uuden luomisessa, usein menestyvät ja erottuvat joukosta. Ongelmanratkaisu ja kyky tunnistaa kehitystä haittaavat tekijät kuuluvat olennaisesti Lean- ajatteluun (Suomen Lean-yhdistys, n.d). Lean on asiakaslähtöinen prosessin johtamismalli, jossa haetaan tuottavuuden parannusta virtauksen maksimoinnilla ja hukkan poistolla. Perimmäisenä tarkoituksena on läpimenoajan lyhentäminen. (Quality Knowhow Karjalainen Oy, n.d.)

Lean-ajattelu on jatkuvan oppimisen ja kehittymisen prosessi. Se ei ole tila, johon vain pyritään. Lean-ajattelu kulkee läpi koko organisaation toimintaprosessin (Tuominen, 2010). Perusta Lean-ajattelulle on asiakkaan arvo, eli yrityksen tehtävä on tuottaa asiakkaalleen arvoa. Kun tiedetään, mitä arvoa asiakkaille halutaan tuottaa, yritys pystyy tarkastelemaan toimintojaan tämän arvon tuottamisen perusteella. Toiminnot voidaan jakaa arvoa tuottaviin toimintoihin sekä asiakkaalle arvoa tuottamattomiin toimintoihin. Nämä arvoa tuottamattomat toiminnot ovat tukitoimia, jotka kuitenkin ovat erittäin tärkeitä arvon tuottamiseen mutta eivät suoraan tuo asiakkaalle lisäarvoa. Arvoa tuottamattomassa toiminnassa on myös hukka, joka ei ole välttämätöntä toiminnalle niin kuin tukitoimet ja sitä pyritään välttämään sekä poistamaan. (Logistiikan maailma, n.d.-b)

Jatkuva parantaminen ja työntekijöihin sitoutuminen sekä investoiminen on Lean-ajattelussa tärkeä asia huomioida (Tuominen, 2010, s. 6). Jatkuvan parantamisen keskiössä ovat juuri työtä tekevät henkilöt. On olemassa ajatus, että suurin hukka tulee juuri siitä, että ihmisten osaamista ja tietotaitoa ei osata hyödyntää. Jatkuva parantaminen vaatii esiin tulevien ongelmien tutkimista,

että opitaan ymmärtämään niitä ja löytämään niihin sitä kautta ratkaisuja. Kun näitä ongelmakohtia opitaan ymmärtämään ja ratkaisemaan, voidaan ratkaisut toteuttaa käytännössä ja seurata toimenpiteiden toimivuutta. (Logistiikan maailma, n.d.-b)

Kuvassa 3 on esitetty Ilkka Kourin kuvaus siitä mitä Lean on ja mitä se ei ole.

Kuva 3. Ilkka Kourin kuvaus Leanin tarkoituksesta (Kouri, 2009, s. 7).

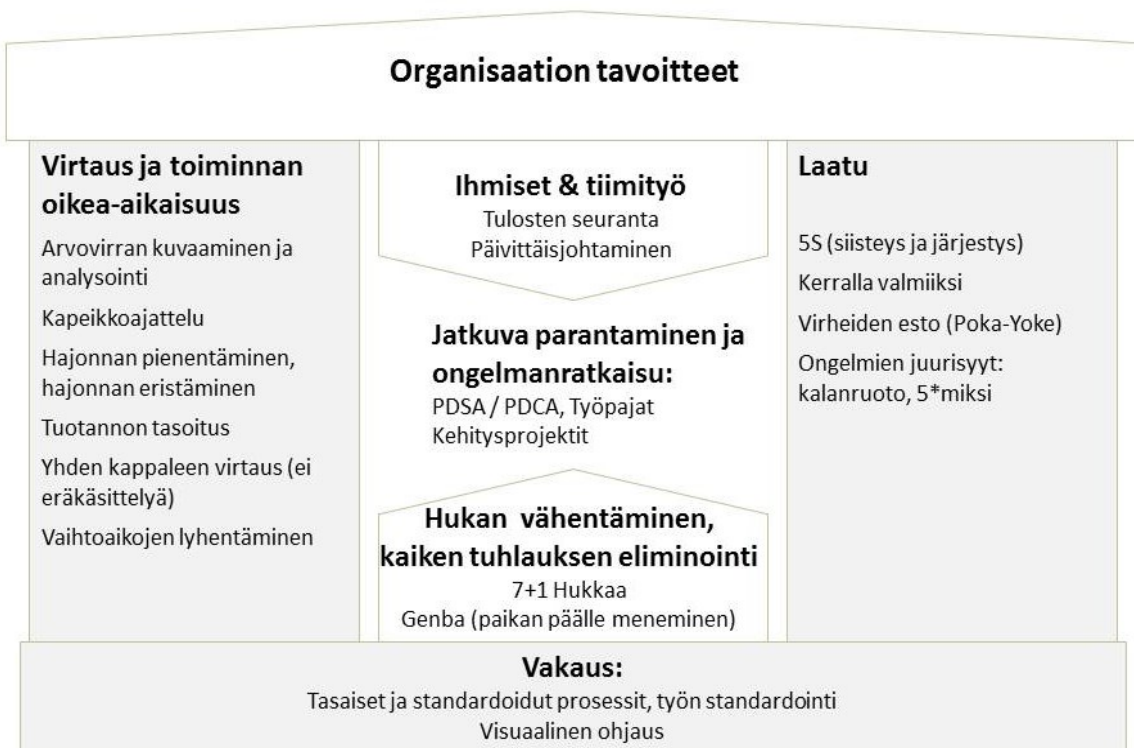


5.2 Lean-työkaluja ja periaatteita

Lean-toimintamalli näkyy yrityksissä tuotannon organisoinnissa ja jatkuvan parantamisen kehitystyössä. Työntekijöiden osallistuminen on tärkeässä roolissa kehityshankkeissa ja niiden toteuttamisessa. Kehityshankkeilla pyritään saamaan asiakkaalle lisäarvoa siellä missä se käytännössä syntyy, eli asiakkaalle myytävässä tuotteessa ja sen valmistuksessa. Tämä arvo syntyy asiakkaan näkökulmasta ja pitävät sisällään tuotteen laadun, tuotteen ominaisuudet sekä tuotteen toimitusajan ja toimitusvarmuuden. Yrityksien pitää hahmottaa asiakkaalle lisäarvoa tuottavat toiminnot ja keskittää toimensa näiden toimintojen parantamiseen. Kun arvo kasvaa suhteessa tekemisen kustannuksiin, yrityksen tulos ja kilpailukyky kasvaa. (Kouri, 2009, s. 6)

Lean-ajattelu pitää sisällään useita eri työkaluja ja periaatteita. Kuvassa 4 näitä on kuvattu niin kutsutun Toyota-talon mukaisesti.

Kuva 4. Lean-ajattelun työkalut ja periaatteet (Logistiikan maailma, n.d.-b).



5.2.1 Hukan vähentäminen

Hukka tarkoittaa turhaa ja arvoa lisäämätöntä työtä ja toimintaa. Lean-ajattelussa tuottavuuden parantaminen ei tarkoita työtahdin lisäämistä, vaan arvoa tuottamattoman hukan poistoa. Hukkailmiöt ja niihin käytetty aika heikentävät työajan käyttöä ja se on pois arvoa tuottavasta toiminnasta. (Kouri, 2009, s. 10)

Kuva 5. Toyotan havainnot hukista (Logistiikan maailma, n.d.-b).



Ylituotanto aiheuttaa varastointiongelmia, tarpeetonta tavaroiden siirtelyä sekä keskeneräistä tuotantoa, jotka johtavat muiden ongelmien syntyyn. Tämä estää myös muiden epäkohtien havaitsemista. Laiterikot ja materiaaliongelmat vaikeuttavat työajan tehokasta käyttöä.

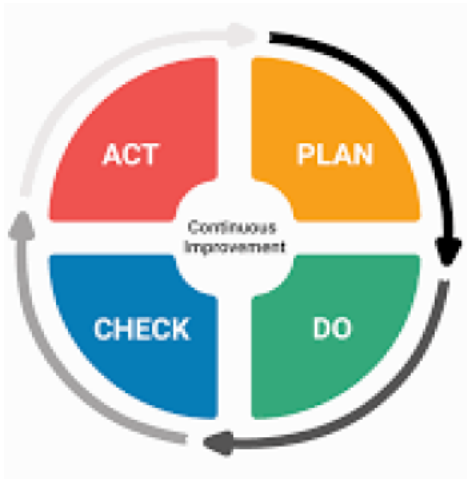
Laatuvirheet aiheuttavat turhaa työtä ja syntyy myös materiaalihukkaa. Työntekijöiden osaamisen ja tietotaidon hyödyntämättä jättäminen aiheuttaa hukkaa mitä on vaikea havaita. (Kouri, 2009, s. 10)

5.2.2 Jatkuva parantaminen

Kaikilla työntekijöillä on vastuu tekemänsä työn laadusta ja toiminnan kehittämisestä. Kehitystyö ei tarkoita automaattisesti suuria investointeja ja innovaatioita. Pienienkin asioiden parantaminen on erittäin merkityksellistä suuressa kuvassa. Jokainen meistä voi vaikuttaa oman työnsä kehittämiseen. Työntekijät voivat miettiä, miten itse voisi tehdä työnsä paremmin, itselle helpommin sekä mitä voitaisiin tehdä toisin ja mitkä ovat havaitut työnteon ongelmat. Hyvänä ohjenuorana kannattaa ajatella, että ongelmat ja vaikeudet voi nähdä tilaisuutena kehittää työtään ja sitä kautta tehokkuutta ja työturvallisuutta. (Kouri, 2009, s. 14)

Kuvassa 6 on esitetty yksinkertainen kuvaus jatkuvan parantamisen PDCA-syklistä. Eli suunnittele-suorita-arvioi-toteuta.

Kuva 6. Kuvaus PDCA-syklistä (Kanbanize, n.d).



5.2.3 Tuotannon virtaus

Lean-ajattelussa tuotannossa pyritään virtaukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteet pyritään valmistamaan nopeasti asiakastarpeen mukaan. Virtauksen ajatuksena on pitää tuotannossa keskeneräinen tuotanto sekä varastointi mahdollisimman pienenä. Tavoite on saada pidettyä virtauksen avulla tuotanto käynnissä pysähtymättä. (Kouri, 2009, s. 20)

Virtaustehokkuuden mittarina toimii tuotteen läpimenoaika. Se tarkoittaa aikaa, joka kuluu tuotteen valmistamisen aloittamisesta siihen, kunnes tuote on valmis. Keskeneräinen tuotanto vaikuttaa heti tuotteen läpimenoaikaan ja sitä kautta virtauksen tehokkuuteen. Tuotannon virtauttaminen muodostaa tarpeen tuotannon kehittämiseksi. Kehitystoimien avulla pyritään hakemaan parempaa luotettavuutta sekä poistamaan laatuhäiriöitä. (Kouri, 2009, s. 20)

Tuotannon virtauttamisella tavoitellaan seuraavia hyötyjä ja parannuksia:

- Lyhyemmät toimitusajat.
- Varastointiin kuluvan pääoman vähentäminen.

- Laadun parantuminen ja kehittyminen.
- Tuottavuuden kasvu.
- Toiminnan kokonaisvaltainen tehostuminen.

(Kouri, 2009, s. 21)

5.2.4 Imuohjaus

Yksi tunnetuimmista Lean-tekniikoista on imuohjaus. Imuohjauksen tarkoitus on hallita ja eliminoida Lean-ajattelun keskeisintä hukkaa, eli ylituotantoa. Imuohjauksessa tarkoitus on valmistaa tuotetta vain kysynnän, eli asiakkaan tarpeen mukaan. (Kouri, 2009, s. 22)

Keskeneräinen tuotanto ja ylituotanto aiheuttavat varastointikustannuksia ja piilottavat muita tuotantoprosessin ongelmia. Imuohjauksen avulla näitä ongelmia pyritään hallitsemaan ja minimoimaan tästä aiheutuvaa hukkaa. Imuohjauksessa esimerkiksi kokoonpanossa komponenttilaatikon tyhjennyttä tilalle on heti uusi laatikko käytettävissä. Tätä kutsutaan nimityksellä kaksilaatikkojärjestelmä. (Logistiikan maailma, n.d.-c)

Imuohjauksen toteutus on selkeintä yksinkertaisissa ja helppoissa materiaaliavirroissa, eli tuotannossa, missä käytetään paljon samoja ja toistuvia komponentteja ja niiden täydennykset liikkuvat nopeasti. Haastavampaa imuohjaus on toteuttaa tuotteissa, missä kysyntä ei ole tasaista ja valmistusmateriaalit ovat hankittavissa pidemmällä toimitusajolla. (Logistiikan maailma, n.d.-c)

Imuohjauksella tavoitellaan seuraavia hyötyjä ja parannuksia:

- Materiaaliohjauksen yksinkertaistaminen ja varastointitarpeen vähentäminen.
- Tuotannon läpimenoajan vähentäminen.
- Tuotannon selkeyttäminen.
- Tuotannon joustavuuden parantaminen.
- Asiakaslähtöisyyden lisääminen.

(Kouri, 2009, s. 23)

5.2.5 5S

5S-menetelmä ymmärretään usein väärin ja se mielletään pelkäksi siisteysohjelmaksi. 5S on jokapäiväinen työhön kuuluva toimintamalli eikä pelkkä lisätyönä tullut siisteyskampanja. Toimintamallin perusajatus on, että tuotantolinjalta tai työpaikalta yleensä poistetaan kaikki virtausta haittaavat tekijät. Esimerkkeinä haittaavina tekijöinä voidaan mainita ylimääräiset koneet, materiaalit sekä työkalut. Työssä tarvittavat välineet laitetaan järjestykseen ja työpisteet siistitään. Menetelmän tarkoitus on Lean-ajattelun mukaisesti lyhentää läpimenoaikaa ja saada virtausta paremmaksi. (Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2013)

5S-menetelmä on parannustyön peruselementti. Toimintamalli on yksinkertainen ja selkeä. Toimintamallin jatkuva ylläpito vaatii työyhteisöltä vahvaa sitoutumista toteuttaa sekä huolehtia mallin toimivuudesta.

5S-toimintamalli on yksinkertainen ja toimii seuraavalla tavalla:

1. Lajittele, Seiri

Sellaiset tavarat mitä työpisteellä ei työn suorittamiseen tarvita tulee siirtää pois työpisteeltä. Työpisteille kertyy usein monenlaista tavaraa mille ei kuitenkaan löydy juurikaan käyttöä työn varsinaiseen suorittamiseen.

2. Järjestä, Seiton

Tarvittavat työkalut ja tarvikkeet sijoitetaan tai varastoidaan siten, että ne ovat helposti otettavissa esille. Jokaiselle tavaralle määritellään oma paikkansa ja huolehditaan jatkuvasta ylläpidosta.

3. Puhdista ja huolla, Seiso

Muodostetaan siistit, helposti huollettavat ja puhtaana pidettävät työpisteet. Siistissä työpisteessä on helppo havaita epäkohdat ja se parantaa myös työturvallisuutta.

4. Standardoi, Seiketsu

Menetelmään kuuluu olennaisena osana systemaattinen huolehtiminen siisteydestä ja työturvallisuudesta. Pitää luoda sellaiset rutiinit ja toimintatavat, että toiminnasta tulee jatkuva ja kehittyvä.

5. Sitoudu, Shitsuke

Vakiinnutetaan edellä mainitut kohdat. Tämä mahdollistaa sen, että kuka tahansa pystyy huolehtimaan ja arvioimaan tilan ja tehdä toimenpiteet tarvittaessa. Uudelle työntekijälle on helppo tulla sisään, kun tarvittavat työkalut ja tarvikkeet löytyvät omista standardoiduista paikoistaan.

(Teknologiateollisuus ry, 2001, s. 6; Kouri, 2009, s. 26)

6 Ketjunostinten kokoonpano yrityksessä Konecranes Finland Oy

6.1 Nostimet ja brändit

Konecranes Finland Oy valmistaa viittä eri kokoluokkaa ketjunostimia. Kokoluokat luokitellaan niin, että pienet nostimet ovat nimeltään FL02, FL05 ja FL10. Kokoluokissa FL02 on kooltaan fyysisesti pienin laite ja FL10 sitä vastoin fyysisesti suurin laite. Samalla kaavalla isoissa nostimissa kokoluokat ovat K16 ja K25, jolloin K16 on fyysisesti pienempi laite ja K25 fyysisesti suurempi laite. Eri tuotebrändejä Konecranesilla on neljä. Valmistettavat brändit ovat Konecranes, SWF, Verlinde ja Comepal.

Ketjunostimissa on Konecranesilla tuoteperheenä myös Kiinan markkinoille valmistettavat niin kutsut Body-nostimet. Body on nostin, jossa tämä kokoonpantu toimiva nostimen runko ainoastaan testataan ja säädetään työmääräimessä määriteltyyn kuormaan. Tätä tuotetta ei siis ketjuteta, eikä brändätä, vaan nostin toimitetaan pelkkänä toimivana runkona asiakkaalle. Bodeja valmistetaan kaikissa kokoluokissa (FL02, FL05, FL10, K16 ja K25).

Tuotannossa on lisäksi viihdemaailmassa usein käytettyjä ketjunostimia, joita kutsutaan nimellä Stagemaker. Näitä nostimia ei kuitenkaan koota itse Hämeenlinnan tehtaalla vaan ne tulevat valmiiksi koottuina sekä brändättynä Yhdysvalloista ja tuotannossa testataan niiden toimivuus ja säädetään tarvittaessa kuorma kohdalleen. Stagemaker-nostinten kokoluokat ovat SR1, SR5 ja SR10. Näissäkin laitteissa kokoluokat menevät niin, että SR1 on fyysisesti pienin ja SR10 on fyysisesti suurin laite.

Kokeneen asentajan kertomana Stagemaker-nostimen suurin ero muihin ketjunostimiin verrattuna on, että ne ovat väriltään pääosin täysin mustia. Stagemaker-nostimia toimitetaan myös ns. väärin päin toimivina, eli ketjutus on ylöspäin ja itse koukku kuorman kantaan on kiinteänä laitteen alaosassa. Tällä tavalla toimiva laite on kuvassa 7. Laite, ketju ja nostokoukut ovat väriltään mustia sen johdosta, että esimerkiksi konsertin rekvisiittaan tarvitaan nostovoimaa mutta niiden ei haluta näkyvän selkeästi yleisölle. Pimeässä konserttisalissa nämä ominaisuudet ovat parhaimmillaan. (Kauhanen, henkilökohtainen tiedonanto, 8.4.2021)

Kuva 7. Stagemaker konserttikäytössä (Dcvelocity, 2019).



6.2 Ketjunostimen kokoonpano

Tässä luvussa käyn läpi ketjunostimien kokoonpanoa Konecranes Finland Oy:n tuotannossa. Luvussa ei oteta näkökulmaa muiden valmistajien valmistusmenetelmiin.

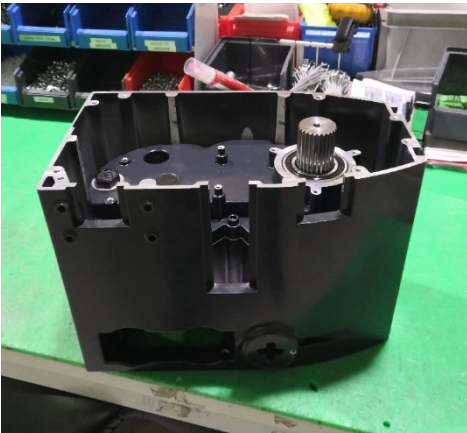
Ketjunostimien kokoonpano tapahtuu manuaalisena kokoonpanona. Käytettävissä on työskentelyyn vaadittavia helppokäyttöisiä käsityökaluja. Käsityökaluissa akkukäyttöiset ruuvivääntimet on säädetty oikeaan momenttiin työohjeiden vaatimusten mukaan. Apulaitteina käytetään työpistenostimia eli ketjunostimia laitteiden liikutteluun. Muut tuotannon apuvälineet ovat perinteiset trukit ja pumppukärkyt.

Ketjunostimen kokoonpano tapahtuu kokoonpanopisteellä useista erilaisista komponenteista. Ensimmäinen vaihe kokoonpanossa on valmistaa nostimen runko. Tätä vaihetta kutsutaan alkukokoonpanoksi. Tämä on vaihe, missä nostin varsinaisesti kootaan toimivaksi ja sen jälkeen laitteeseen liitetään tarvittavat suoja Pellit bränditarroineen, suoritetaan ketjutus sekä rakennetaan tarvittaessa siirtovaunu.

Nostimen rungon kokoonpano aloitetaan nostimen vaihteesta. Vaihteeseen asennetaan työmääräimen mukaisesti tarvittavat komponentit. Nostimissa komponentit ovat kokoluokittain ja perusnostimissa komponentit ovat suurina erinä hankittuja tuotteita. Osaluettelo on pitkä, enkä tässä työssä paneudu tähän alueeseen niin tarkasti. Muutaman tärkeän osan kuitenkin otan esimerkkinä esiin. Toiminnan kannalta oleellisimmat ovat vaihde akseleineen, jarru, roottori, staattori, ketjunohjaimet sekä tarvittavat piirikortit.

Kuvassa 8 on Konecranes Finland Oy:n omassa tehtaassa valmistettu ketjunostimen vaihde, mistä kokoonpanotyö aina aloitetaan. Vaihteeseen liitetään tarvittavat komponentit oikeassa järjestyksessä ja lopputuloksena saadaan toimiva nostimen runko.

Kuva 8. Ketjunostimen vaihde.



Kuvassa 9 on vaihteeseen liitettäviä tärkeitä komponentteja. Vasemmalta oikealle edeten kuvassa on liukukytkin-jarru, roottori ja staattori. Jokaiselle nostinkoolle on omat vastaavat komponentit ja jokainen ketjunostin tarvitsee tällaiset osat.

Kuva 9. Ketjunostimen tärkeitä komponentteja.



Kuvassa 10 on alkukokoonpanosta valmistunut toimiva nostimen runko nostettuna testauslinjalle

Kuva 10. Ketjunostimen toimiva runko.



6.3 Tuotantolinja ennen kehittämistoimenpiteitä

Ketjunostimien kokoonpanolinjalla valmistetaan hyvin yleisesti teollisuudessa käytössä olevia normaaleja sähköisiä ketjunostimia. Kokoonpanolinja on jaoteltu pienten nostinten puolelle ja isojen nostinten puolelle. Seinä erottaa pienten nostinten ja isojen nostinten tuotantotilat toisistaan.

Tässä vaiheessa tuotantolinjalla pääpaino on normaaleissa pienissä ketjunostimissa. Pienten nostinten viikkomäärät vaihtelevat 90 - 110 kappaleen välillä. Isojen nostinten viikkokuormat ovat selkeästi pienempiä jääden 8 - 10 kappaleen välille. Bodytuotantoa tehdään kaikissa kokoluokissa Kiinan tarpeiden mukaisesti. Stagemaker-nostinten viikkokuormat vaihtelevat 10 - 30 kappaleen välillä. Keskimääräinen tuotanto on kaikki nostintyytit mukaan lukien 120 - 140 kappaletta viikossa.

Kokoonpanossa pienet nostimet valmistetaan nopeutensa ja yksinkertaisuutensa ansiosta tehokkaasti linjatyönä. Alkukokoonpanon jälkeen nostin nostetaan testauslinjalle, nostimeen

kiinnitetään suojapellit eli brändipellit, jonka jälkeen nostin ketjutetaan haluttuun nostokorkeuteen. Tämän jälkeen nostin testataan ja säädetään jarrun liukukytkin haluttuun kuormaan. Testauksen jälkeen nostin tarkastetaan ja nostin on valmis asiakkaalle pakattavaksi. Siirtovaunua vaativissa nostimissa vaunu rakennetaan ja pakataan mukaan. Pienet bodyt nostetaan alkukokoonpanon jälkeen testauslinjalle ja ne menevät suoraan testaukseen ilman brändäystä ja ketjutusta.

Isot nostimet valmistetaan toisella puolella seinää pienemmän volyyminsä vuoksi yleensä kahden asentajan voimin. Tämä riittää mainiosti vastaamaan isojen nostinkokojen sen hetkiseen kysyntään. Ison puolen nostimet alkukokoonpannaan kokoonpanopöydällä ja toimivan rungon valmistuksen jälkeen nostin kuljetetaan seinän toiselle puolelle ja nostetaan testauslinjalle testausta sekä liukukytkimen säätöä varten. Bodyjen ollessa kyseessä, nostin menee suoraan testauksen jälkeen tarkastukseen ja siitä pakkaamoon. Ketjutettava ja brändättävä nostin palautuu samalle pisteelle takaisin, kuin missä se alkukoottiin. Tämän jälkeen nostin ketjutetaan, brändätään sekä rakennetaan tarvittaessa nostimelle siirtovaunu. Lopuksi nostin kuljetetaan seinän toiselle puolelle tarkastusta ja pakkaamista varten.

Kuvassa 11 on testauslinjalle nostettuja isojen ketjunostimien toimivia runkoja. Nostimet testataan ja säädetään haluttuun kuormaan testipukilla. Mikäli nostimista tehdään valmis nostin, se siirtyy testauksen jälkeen loppukokoonpanoa varten omalle työpisteelle. Bodyjen ollessa kyseessä nostin siirtyy suoraan pakattavaksi testauksen jälkeen.

Kuva 11. Isojen nostinten toimivat rungot testauslinjalla.



7 Kehittämistöimien suunnittelu ja valmistelu tuotannossa

7.1 Tarve kehittämistöimille

Ketjunostinten kokoonpanolinjaan on kohdistumassa muutoksia, mitkä tulevat vaikuttamaan käytössä olevaan tapaan valmistaa nostimia. Tilanteen muutokseen vaikuttavat pääsyyt ovat, että isojen nostinkokokojen (K16 ja K25) tilausmäärät ovat kasvamassa selkeästi mukaan lukien isot bodyt, tuotannossa valmistettaviin nostimiin on tulossa erilaisia variaatioita ja lisätoiminnoilla varustettuja tuotteita sekä tuotantoon lanseerattavat aivan uuden tyyppiset nostimet, joita ei ole ennen valmistettu Hämeenlinnan tehtaalla.

Tilanteesta tekee haasteellisen tuotantotilojen rajattu neliömäärä ja kokemattomuus erikoisempien nostinten valmistuksesta. Tuotanto säilytetään fyysisesti kuitenkin nykyisissä toimitiloissaan, joten kokoonpanon kehittämistä on lähdettävä rakentamaan käytettävissä olevien tilojen sekä resurssien puitteissa. Käytössä olevien tuotantotilojen rajallisuus vaikuttavat sekä nostinten päivittäiseen valmistukseen, että kokoonpanon tukitoimiin, eli pääsääntöisesti logistiikkaan ja kokoonpanossa tarvittavien komponenttien varastointiin.

Alustava arvio on, että nykyisellä henkilöstökapasiteetilla ei pystytä valmistamaan nostimia tulevien tavoitteiden mukaisesti. Henkilöstömäärän nopea lisääminen ei kuitenkaan voi olla kantava ratkaisu, koska rajatut tilat on saatava järkevään ja tehokkaaseen käyttöön. Huomioon on otettava myös se, että uusia nostintyyppisiä ja variaatioita on harjoiteltava valmistamaan oikein ja tehokkaasti sekä opittava tunnistamaan uudet komponentit ja niiden toiminnallisuudet.

Tarpeet ketjunostinkokoonpanon kehittämiseksi ovat välttämättömät. Haasteet kysynnän kasvuun sekä uusien nostintyyppien valmistukseen tuloon liittyen on pystyttävä ratkaisemaan.

Lisähaasteensa prosessiin tuo se, että uuden tyyppisten ketjunostinten tuotantoon tulo ja kysynnän voimakas kasvu isoissa nostimissa tulevat samanaikaisesti.

7.2 Tuotantoon tulevia tuotteita

Tuotantoon on tulossa suuri määrä täysin uusia nostimia ja tuotannossa jo oleville nostimille lisää variaatioita. Monien uusien nostintyyppien ja variaatioiden tuotantovolyymit eivät kasva kovinkaan suureksi ja en lähde avaamaan kaikkien tuotantoon tulevien nostimien rakennetta ja toiminnallisuutta. Selvää on kuitenkin, että nämä kaikki tulevat nostimet on opeteltava valmistamaan oikein, laadukkaasti sekä tehokkaasti. Kerron kuitenkin muutaman selkeän nostintyyppin taustoja, joiden vaikutus tuotantoon on merkittävämpi.

Tässä kappaleessa hahmotetaan nostimien ketjutuksen rakennetta pohjustaen luvussa 7.2.1 esiteltäviä 3-ketjuisia ja 4-ketjuisia nostimia. Perinteisiä ketjunostimia valmistetaan 1-ketjuisina ja 2-ketjuisina nostimina. Vaadittu kuormankantokyky määrittelee hyvin pitkälle sen, kumpana versiona nostin valmistetaan. 1-ketjuinen nostin toimii nopeammin kuin 2-ketjuinen nostin, mutta 2-ketjuisella nostimella voidaan muuten täysin samanlaisella nostimella kasvattaa nostimen kuormankantokykyä. Näitä perinteisiä nostimia valmistetaan aina 5000 kg:n kuormankantoon saakka.

Kuvassa 12 on eron hahmottamiseksi kuvan 1 (sivu 4) rinnalle asetettu toinen kuva. Kuva 1 on vasemmalla ja vertailukuva oikealla. Vasemmalla oleva kuva on 1-ketjuinen nostin ja viereinen kuva on 2-ketjuinen nostin. Kuvia vertailemalla huomaa ketjutuksen eron nostimissa. Kuvassa vasemmalla olevassa nostimessa rungosta tulee ulos ketju suorana nostokoukkuun ja viereisessä kuvassa ketju tekee silmukan nostokoukussa.

Kuva 12. Konecranes ketjunostimet (Konecranes, n.d.-e).



7.2.1 3-ketjuiset ja 4-ketjuiset nostimet

Osa Konecranesin asiakkaista haluaa ostaa ketjunostimia, joiden kuormankantokyky ylittää tämän 5000 kg:n rajan. Näitä tilanteita varten on kehitetty 3-ketjuinen ja 4-ketjuinen nostin. Kokeneen asentajan kertoman mukaan idea näissä nostimissa on samanlainen kuin 1-ketjuisissa ja 2-ketjuisissa nostimissa, eli nostimiin haetaan lisää nostokapasiteettia vahvistamalla ketjun kulkua laitteessa. Nostimien rakennetta on kuitenkin täytynyt kehittää ja nostimiin asennetaan lisää erilaisia komponentteja, että voidaan mahdollistaa ketjutuksen avulla haettava lisäys kuormankantokykyyn. (Kauhanen, henkilökohtainen tiedonanto, 8.4.2021)

Nämä kaksi tuotemallia eroavat toisistaan kuitenkin vielä siten, että 3-ketjuinen nostin toimii vielä yksittäisenä nostimena aina 7500 kg:n asti. 4-ketjuisen nostimen kokoonpanolla nostokyky voidaan nostaa aina 10000 kg:n asti. Tämä kuitenkin vaatii kahden kokoonpannun nostimen yhdistämistä, että kuormankantokyky voidaan näin korkeaksi nostaa. Yksittäinen nostin ei jaksa niin isoa kuormaa nostaa. (Kauhanen, henkilökohtainen tiedonanto, 8.4.2021)

Kuvissa 13 ja 14 on 4-ketjuinen nostin valmiina. Kuvassa 13 erottuu nostokoukun koko (keltainen osa), joka on kooltaan selkeästi suurempi perinteisiin nostimiin verrattuna. 4-ketjuinen nostin vaatii myös kahden ketjupussin käyttöä (nostokoukku ketjupussien välissä). Kuvissa näkyy myös nostimien yhdistämiseen vaadittavia tukirakenteita.

Kuva 13. 4-ketjuinen nostin.



Kuva 14. 4-ketjuinen nostin.



7.2.2 Neo-nostin

Kokeneen asentajan antaman selvityksen perusteella Neo-nostin on älykkäämpi nostin kuin perinteinen ketjunostin. Nostin säädetään perinteisesti liukukytkimen avulla, mutta nostimeen liitetään lisäksi invertterteri sisältäen kuorma-anturin. Nämä lisäosat mahdollistavat nostimen ymmärtämään, kuinka paljon kuormaa on sillä hetkellä nostimelle annettu. Kuormankantokyvyn ymmärtämisen vuoksi nostin voidaan säätää pysähtymään tarkemmin haluttuun kuormaan kuin perinteinen nostin. Invertterin ansiosta nostimelle voidaan opettaa esimerkiksi missä sen kuuluu lopettaa ajaminen ja nostin hidastaa liikettään ennen säädettyjä rajoja. Neo-nostimia voidaan ajaa ns. tandem ajona, jossa kahta konetta pystytään ohjaamaan samanaikaisesti. Invertteri osaa kertoa myös mahdollisista koneen häiriöistä ja antaa tarkkaa tietoa koneen toiminnasta. Esimerkkinä voidaan mainita mm. virta, taajuus ja kuorma. (Kauhanen, henkilökohtainen tiedonanto, 8.4.2021)

Kuvassa 15 on neo-nostin työn alla. Ylhäällä oleva harmaa laatikko on invertteri, mikä mahdollistaa nostimelle älykkäitä toimintoja. Neo-nostimeen liitetään useita erilaisia lisäkomponentteja verrattuna perinteiseen ketjunostimeen.

Kuva 15. Neo-nostin kokoonpanossa.



7.3 Kehittämistoimien suunnittelua pienryhmissä

Tulevia toimenpiteitä suunniteltaessa oli tarpeen käydä keskusteluja pienryhmissä. Ryhmät vaihtelivat aina tarpeen ja käsiteltävien aiheiden mukaan. Paikalla oli aina tehdaspäällikkö ja työnjohto. Tarpeen mukaan kokouksiin osallistui tukihenkilöitä tuotekehityksestä, menetelmäkehitystiimistä sekä materiaalinhallinnasta. Asentajista suunnittelutyöhön osallistui kokeneempia asentajia, joilla oli suuri merkitys antamaan heidän näkemystään ja kokemuksen tuomaa tietotaitoa mukaan prosessiin.

Yrityksen Lean-linjauksia on tarkoitus saada näkyvämmiin käyttöön tuomaan kaivattua tehokkuutta nostimien läpimenoon. Tämän opinnäytetyön Lean-osiossa käsiteltiin Lean-työkaluja ja periaatteita (luku 5). Esittelyssä oli tähän prosessiin liittyviä menetelmiä ja niitä halutaan ottaa käyttöön sekä saada näiden avulla toivottuja parannuksia uusien tavoitteiden saavuttamiseksi.

Neuvonpitojen yhteydessä esiin tulleita ratkaistavia asioita:

- Uusien nostintyyppien kokoonpanon perehdytys asentajille.
- Uusien nostintyyppien testausvaatimukset ja perehdytys asentajille.
- Henkilöstökapasiteetin riittävyys.
- Isojen nostimien läpimeno- ja tehokkuus.
- Parempi virtaus. Odottelun ja etsimisen minimointi.
- Parempi imuohjaus. Komponenttien riittävyys kasvavissa tuotantomäärissä.
- Selkeät työpisteet ja paikat työkaluille tehostamaan kokoonpanoa.
- Layout, miten saadaan parhaiten virtausta ja läpimeno- ja tehokkuutta tuettua.
- Layout, mitä uusista nostintyypeistä voi valmistaa linjatyönä ja mitkä ei siihen sovellu, vaan tarvitsevat oman tilan.
- Mitä voidaan tehdä kokoonpanon perustyön helpottamiseksi ja tehostamiseksi.
- Varastoinnin hallinta. Selvitys mahdollisesta lisätilasta kasvavalle tarpeelle komponentteja sekä uusien nostintyyppien erikoisemmille osille.
- Rakenneaikojen tutkiminen.
- Logistiikan hallinta kasvavissa tuotantomäärissä.

7.4 Johtopäätöksiä ryhmäkeskusteluiden annista

5S menetelmä on selkeä ja sen käyttö halutaan tuoda näkyvämmiin osiin jokapäiväistä toimintaa kokoonpanolinjalla. Imuohjaus kokoonpanotyössä tarvittavissa komponenteissa pitää saada paremmaksi. Virtausta halutaan tehostaa tähdäten työajan tehokkaampaan käyttöön. Selkeä tavoite on, että toimenpiteiden avulla toiminta kehittyy niin, että Lean-ajattelun yksi selkeä periaate hukka pystytään minimoimaan ja arvoa tuottavaa työtä tehostettua.

Henkilöstökapasiteetti ei riitä vastaamaan tuotantomäärien kasvun ja uusien nostinten tehokkaan valmistuksen tarpeisiin. Vastaavasti tuotantotilat eivät anna myöden kokoonpanolinjan laajentamiselle. Näiden syiden vuoksi ratkaisuna on rekrytoida lisää asentajia, että voimme siirtyä valmistuksessa tekemään kahta vuoroa päivävuoron sijaan.

Kahden vuoron toimintasuunnitelma on, että iltavuorossa keskitytään pääsääntöisesti valmistamaan isoja nostimia niiden kysynnän kasvun vuoksi. Suunnitelmaan vaikuttaa myös se, että testauslinjoja testauslaitteineen on käytössä vain yksi. Tämä helpottaa isojen nostinten virtausta ja läpimenotehokkuutta, kun testauslinja on tyhjä pienten nostinten valmistuksen pääpainon ollessa aamuvuorossa.

Oma osaaminen kokoonpanolinjalla ei riitä valmistamaan erikoisimpia nostimia. Testauslaite, eli testipukki vaatii myös uusia päivityksiä uusien nostimien testaamiseen. On tarve kartoittaa tarvittavia tukitoimia tehtaan sisältä ja mikäli tarve, ulkopuolista tukea.

Nykyinen layout malli ei ole toimiva uusien tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tilat ovat kuitenkin ahtaat ja suuria muutoksia on mahdoton tehdä. Pienten nostimien kohdalla linja toimii hyvin ja virtaavasti. Isojen nostimien kohdalla halutaan pyrkiä samankaltaiseen virtaavuuteen tilojen sallimissa rajoissa. Erikoisemmat nostimet vaativat myös oman asennuspaikan, koska ne eivät sovellut tehtäväksi virtausperiaatteella toimivassa linjassa. Suunnitelmassa on otettava huomioon myös, että miten voidaan helpottaa ja tehostaa perustyön tekemistä.

Hälytysrajoja on tarve säätää paremmin kohdilleen komponenttien riittävyyden varmistamiseksi tuotannossa. Tämä aiheuttaa lisätilan tarvetta säilytystilalle varastokomponenttien täyttöjen kasvaessa. Tarvitsemme lisätilaa varastointiin myös siksi, että osa uusista nostimista sisältää useita erikseen hankittavia komponentteja ja saattavat olla kooltaan isoja.

Työntutkimus osana oman tuotannon kehitysprosessia on saada selville työn suorittamiseen kuluvia tahtiaikoja, joita kutsutaan opinnäytetyön tilanneessa yrityksessä rakenneajoiksi. Rakenneajojen määrittely halutaan suorittaa jatkuvana ajankäyttötutkimuksena vakiintuneille nostintyypeille, joita tehdään pääsääntöisesti linjatyönä virtausperiaatteella. Tässä vaiheessa prosessia jätetään tutkimuksen ulkopuolelle erikoisemmat nostimet, joiden volyyymi tuotannossa ei ole kovin suuri.

Rakenneajojen määrittämisellä haetaan seuraavia hyötyjä ja kehityskohteita:

- Helpottaa henkilöstökapasiteetin hallintaa tilauskantaan verraten.
- Helpottaa kuormituksen suunnittelua ja töiden vapauttamista tuotantoon.
- Parantaa reagointikykyä suhdannemuutoksiin.
- Parantaa reagointikykyä mahdollisiin materiaalien saatavuusongelmiin.
- Kehittää tuotannon palkkiopalkkausmallia.
- Tuottavuuslaskennan parantaminen ja helpottaminen.

Tavoiteltavat hyödyt ja kehityskohteet menevät usein ketjunostinkokoonpanossa käsikädessä. Esimerkiksi materiaalin saatavuusongelmat vaikuttavat suoraan henkilöstökapasiteetin tarpeeseen ja kuormituksen suunnitteluun. Oikein määritellyt rakenneajat ovat hyödyllinen työkalu auttamaan kokoonpanolinjan virtausta ja kehittämistä.

8 Kehittämistoimet tuotannossa

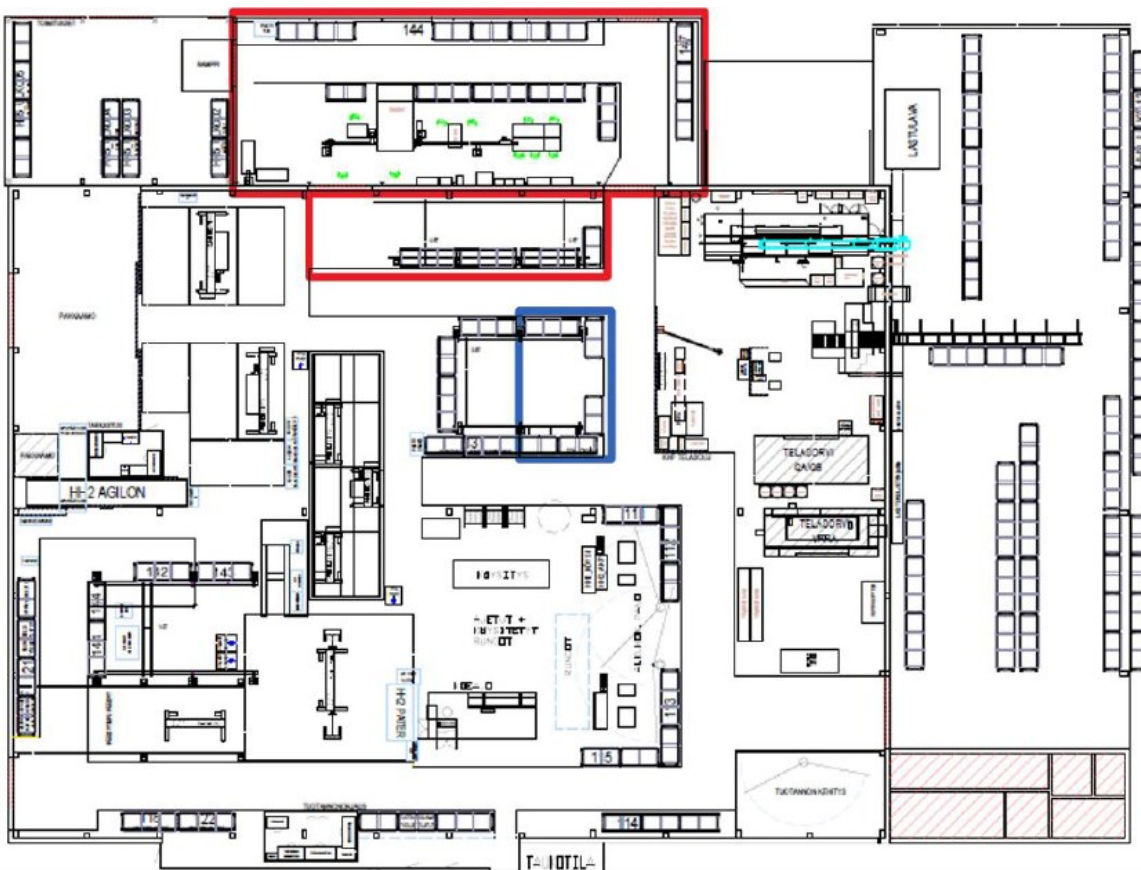
8.1 Tuotantotilojen layout muutos

Layout muutosten ensimmäinen prioriteetti on saada isojen nostimien virtausta tehostettua ja läpimenotehokkuutta parannettua. Päämäärä on muutoksien avulla saada rajatut tuotantotilat

parhaalla mahdollisella tavalla hyödyksi. Muutokset vaikuttavat tapaan valmistaa nostimia tuotannossa.

Kuvassa 16 on esiteltynä layout kaavio tuotantotiloista, missä ketjunostinkokoonpano sijaitsee. Kuvassa punaisella rajattu alue on ketjunostinkokoonpanon toimialuetta. Sinisellä rajattu alue on layout suunnitelmaa tehdessä käyttöön saatu lisätila erikoisimmille pienille nostimille, joita ei ole järkevää valmistaa peruslinjalla. Tämä tila ei ole ollut aiemmin käytettävissä ketjunostinten valmistuksessa.

Kuva 16. Layout kaavio tuotantotiloista (Konecranes, 2020).



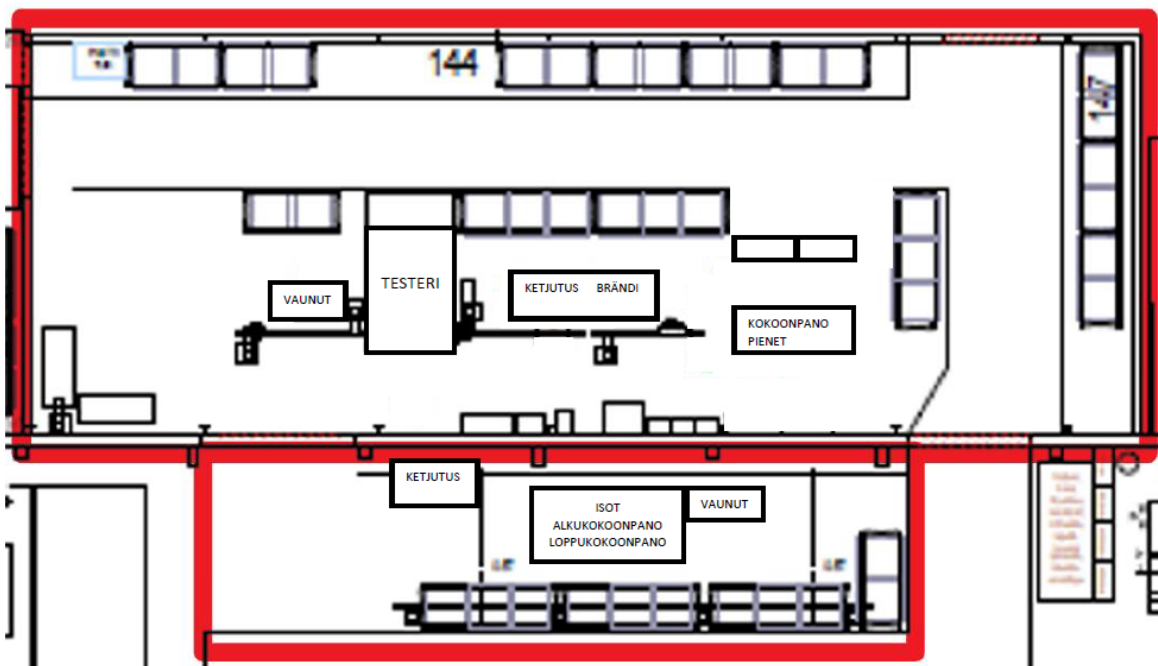
Suuri muutos isojen nostimien valmistuksessa on, että alkukokoonpanolinja siirretään seinän toiselle puolelle pienten nostinten alkukokoonpanolinjan vastapuolelle. Siirrolla tavoitellaan virtaukseen ja läpimeno-efektiiviteetin parannusta. Vanhassa tuotantomallissa koko isojen nostinten tuotanto, eli alkukokoonpano, ketjutus ja loppukokoonpano tapahtui yhdessä ja samassa työskentelypisteessä (esittely vanhasta toimintamallista luvussa 6.3). Tällä toimenpiteellä

on parantava vaikutus virtaukseen, mikä näkyy parhaiten bodytuotannossa, jossa nostimet menevät suoraan testauksen ja tarkastuksen jälkeen pakattavaksi ilman loppukokoonpanoa. Tehty muutos vaikuttaa nostimien liikuttelun vähenemiseen ja hukka-aikaa pystytään minimoimaan.

Alkukokoonpanon siirron myötä vapautunut tila käytetään hyödyksi ja nostimien loppukokoonpanoa on helpompi järjestellä järkevämmiin virtausta ja läpimeno-efektiivisyyttä tukien. Esivalmisteluita ja siirtovaunuja varten saadut omat selkeät työpisteet tehostavat sekä helpottavat kokoonpanotyötä. Hyllyihin vapautuu lisätilaa alkukokoonpanossa tarvittavien komponenttien siirron myötä, mikä helpottaa loppupäässä tarvittavien komponenttien sijoittelua selkeämmin. Komponentit sijoitetaan hyllyihin kokoonpanopisteiden tarpeiden mukaan siten, että komponentit ovat asentajan välittömässä läheisyydessä ja turhaa liikennettä kokoonpanopisteiden välillä voidaan välttää.

Kuvissa 17 ja 18 olevat kaksi layout kuvaa havainnollistavat erot alkuperäisen ja uuden layout mallin välillä. Muutokset eivät ole kovin suuria, mutta pienet tilat on haluttu ottaa tehokkaaseen käyttöön virtauksen ja läpimenon tehostamiseksi. Uudessa layout kuvassa näkyvä kokoonpanoteline esitellään tarkemmin seuraavassa luvussa (8.2).

Kuva 17. Ketjunostinkokoonpanon vanha layout.



Kuva 18. Ketjunostinkokoonpanon uusi layout.



Kuvassa 19 näkyy erinomaisesti isojen nostimien alkukokoonpanon siirron hyödyt. Layout muutoksen jälkeen nostimet kootaan testauslinjan vieressä ja kokoonpanon jälkeen ne päästään nostamaan suoraan testauslinjalle. Nostimia ei tarvitse enää vanhan mallin mukaisesti kuljettaa alkukokoonpanon jälkeen seinän toiselta puolelta testattavaksi, jolloin säästyy turhaa liikuttelua, eli hukkaa.

Kuva 19. Nostimet menossa testauslinjalle.



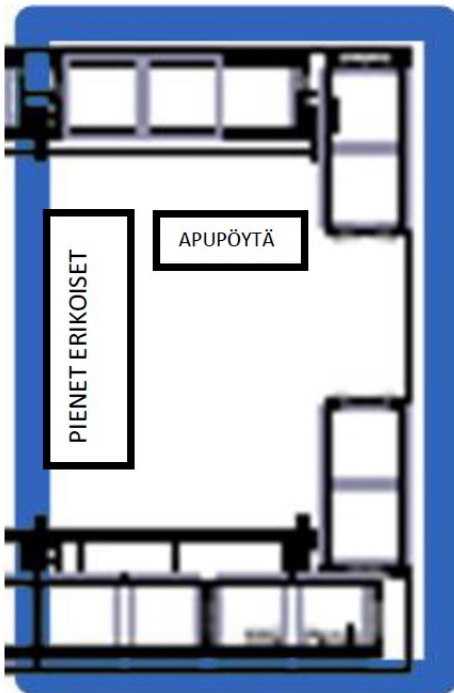
Isojen nostinten alkukokoonpanon siirtäminen vaikuttaa myös pienten nostinten alkukokoonpanopöydän sekä komponenttihillyjen sijoitteluun. Pienten nostinten kokoonpanopöytä siirretään tarvittava määrä seinää kohti ja komponenttihilly siirretään seinää vasten kokoonpanopöydän taakse. Pienten nostinten komponenttihillyköiden siirto tuo tarvittavan lisätilan isojen nostimien alkukokoonpanossa tarvittaville komponenteille ja näille voidaan rakentaa uudet varastointihillyköt. Työpisteiden sijoittelu on nähtävissä tarkemmin layout kuvista 17 ja 18.

Pienet erikoisnostimet, jotka eivät monimutkaisuutensa vuoksi sovellu linjatyönä tehtäviksi, tarvitsevat oman paikan. Tuotantotilojen ahtauden vuoksi tässä ratkaisussa pientä lisätyötä tuo se, että varasto-osia joutuu kuljettamaan asennuspaikalle omalta vakiopaikaltaan. Tämä ei kuitenkaan ole suuri ongelma, johtuen vähäisestä tuotantomäärästä verrattuna peruslinjalla tehtäviin nostimiin eikä kuljetusmatka ole kovin pitkä (layout kaavio on kuvassa 16). Lisäksi näissä erikoisemmissa nostimissa on paljon juuri näille nostimille tarkoitettuja komponentteja mitkä toimitetaan varastolta tuotantoon omissa pakkauksissaan ja logistiikasta vastaavat henkilöt toimittavat komponentit suoraan uuden kokoonpanopaikan läheisyyteen.

Tässä toimintamallissa nostinten alkukokoonpano suoritetaan omassa kokoonpanopisteessä ja koottu nostin viedään testauslinjalle ketjutusta sekä testausta varten. Tämän jälkeen, jos on tarpeen, nostin siirtyy takaisin kokoonpanopisteelle, jossa tuote viimeistellään (lähinnä Neo-nostimet). Viimeistely tuote kuljetetaan tarkastukseen ja pakattavaksi.

Kokoonpanopisteeksi näille erikoisemmille nostimille avautuu tila toisiin töihin tarkoitettu solusta, missä tuotantomäärät ovat jääneet vähäisiksi. Kuvassa 20 on esiteltyä pienille erikoisnostimille vapautunut tila, jota pystytään hyödyntämään myös tarvittaessa isojen nostimien esivalmisteluiden tekoon (esim. nostinkoukkujen rakentaminen 3-ketjuisille ja 4-ketjuisille nostimille). Tämä ratkaisu on toimiva ja tehokas tuotantotilat huomioon ottaen eikä komponenttien liikutteluun kuluva ajan katsota haittaavan tavoitteisiin pääsyä pienissä erikoisnostimissa.

Kuva 20. Pienten erikoisnostinten kokoonpanon layout kuva.



8.2 Kokoonpanon kehitystoimet

Layout muutosten jälkeen on helppoa ja ajankohtaista järjestellä työpisteitä, kehittää toimintaa sekä vakiinnuttaa 5S menetelmää jokapäiväiseksi käytännöksi. Kokoonpanon tehostamista palvelevia tukitoimia korjataan ja päivitetään uusien vaatimusten mukaiseksi. Toimenpiteiden tavoite ja tarkoitus on saada hukka-aikaa minimoitua ja sitä kautta saada tehostettua arvoa tuottavaa toimintaa. Parannusten päämäärä on saada ketjunostinkokoonpanosta toimiva ja helposti mukautuva linja vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin.

Layout muutoksien valmisteluiden ja toteuttamisen yhteydessä tuotantoon tuleva seisokki käytetään hyödyksi valmistelemalla 5S menetelmää sekä sen soveltamista ketjunostinkokoonpanon tilat ja tarpeet huomioiden. Työpisteet järjestetään siististi ja varustetaan työssä tarvittavilla työkaluilla ja apuvälineillä. Tarpeettomat tarvikkeet poistetaan työpisteiltä. Ilman käyttötarkoitusta jääneet tarvikkeet romutetaan. Työpisteiden siistimisen sekä asianmukaistamisen yhteydessä asentajat tarkastavat työkalujen kuntoa ja määriä.

Johtopäätöksien perusteella tehdään tarvittavia hankintoja ja huonokuntoisemmat tarvikkeet romutetaan.

Kokoonpanon kehittämistoimet ja layout muutokset yhdessä tehostavat toimintaa ja tuovat selkeämmin näkyviin Lean-ajattelun periaatteita (Lean-ajattelu luvussa 5). Isojen nostinten kohdalla kehitystoimien tuoma parannus on selkeä. 5S-menetelmää hyväksikäyttäen työpisteet ja työssä tarvittavat tarvikkeet on sijoitettu virtausta ja läpimenoa helpottaen ja tehostaen. Kokoonpanon sujuvuuden kannalta oikein sijoitetut, oikein varustellut, siistit sekä hyvin hoidetut työpisteet vähentävät hukka-aikaa, eli turhaa etsimistä ja odottelua. Näin ollen työaikaa pystytään käyttämään tehokkaammin hyödyksi arvoa tuottavaan toimintaan. Tämä eroaa selvästi vanhasta tavasta valmistaa nostimia, missä koko isojen nostinten tuotanto tapahtui samalla kokoonpanopöydällä.

Kuvassa 21 on isojen nostimien alkukokoonpanopöytä uudessa mallissa valmistaa nostimia. Työpisteessä on vain alkukokoonpanoon tarvittavat työkalut sekä tarvikkeet omilla paikoillaan. Tämä on selkeä parannus vanhaan maliin, missä alkukokoonpanon ja loppukokoonpanon tarvittavat työkalut olivat samassa työpisteessä. Tämän myötä kokoonpanon virtaus ja nostimien läpimeno tehostuu ja työpisteet ovat helpommin pidettävissä siistinä.

Kuva 21. Isojen nostinten alkukokoonpanopöytä.



Kuvissa 22 ja 23 on 5S-menetelmän mukaisesti merkattuja välineitä. Nämä tarpeelliset välineet eivät ole kokoonpanopisteissä jatkuvassa käytössä, joten niille on merkattu omat selkeät paikkansa mistä ne ovat helposti löydettävissä.

Kuva 22. Siivousvälineitä omalla merkatulla paikallaan.



Kuva 23. Kokoonpanotyössä tarvittavia työkaluja ja tarvikkeita.



Toiminnan kehityssuunnitelmissa esiin noussut isojen nostimien kokoonpanon helpottamiseen ja läpimenon tehostamiseen tähtäävä ratkaisu löytyy kokeneelta asentajalta. Asentaja kehitteli yksinkertaisen telineen helpottamaan isojen nostinten ketjutusta ja loppukokoonpanoa. Tässä ratkaisussa nostin voidaan kätevästi ketjuttaa ja brändätä yhdellä kertaa ilman, että sitä joudutaan kannattelemaan nostimen varassa ilmassa ja siirtelemään asennuspöydällä. Lisäksi tämä kehitysratkaisu tuo lisätilaa asennuspöydälle, jolloin asentajat pystyvät järkevämmin ja

tehokkaammin tekemään valmistavia töitä. Valmistavia töitä ovat muun muassa koukkujen kasaus sekä brändipeltien tarroitus ja tiivistys seuraavalle nostimelle etukäteen. Tämä kehitysratkaisu auttaa kokoonpanotyötä kohti sujuvampaa työskentelyrytmiä ja kaivattua tehokkuutta nostimien läpimenoon. Kuvissa 24 ja 25 on asentajan kehittänyt teline kokoonpanon tehostamiseksi ja helpottamiseksi.

Kuva 24. Asentajan kehittänyt teline isoille nostimille



Kuva 25. Telineessä nostin kokoonpanossa.

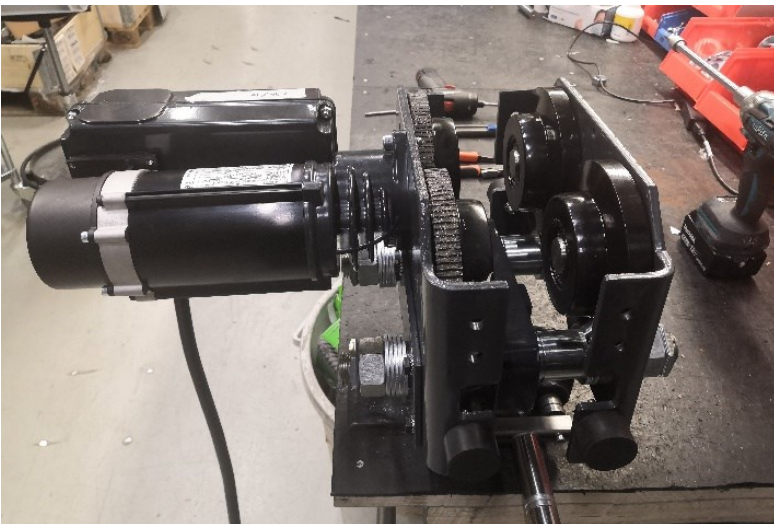


Kuvissa 26 ja 27 nähtävillä layout muutoksilla ja kokoonpanon kehittämistoimilla saavutettuja hyötyjä. Esivalmisteluille ja siirtovaunujen kokoamiselle on saatu omat selkeät tilat tehdä kokoonpanotyötä.

Kuva 26. Työpisteellä käynnissä suojapeltien, eli brändipeltien tiivistys ja tarroitus.



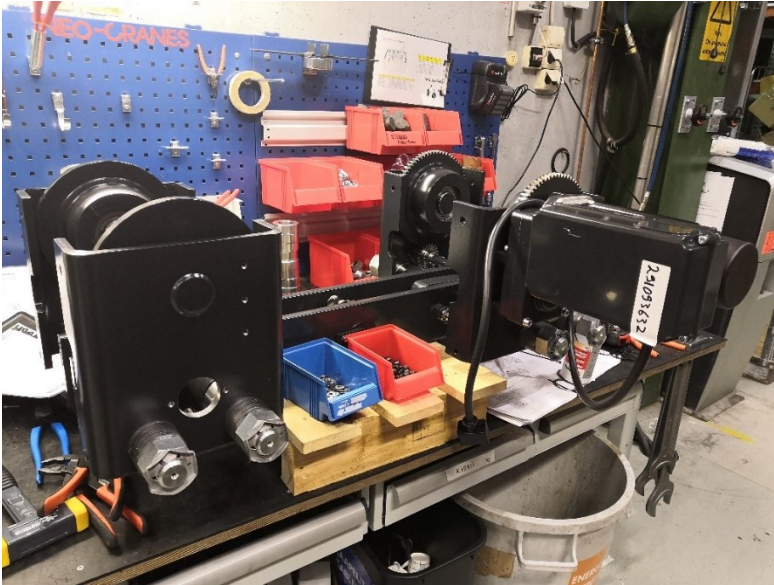
Kuva 27. Siirtovaunun kokoonpano omalla työpisteellään.



Uutta vaununrakennuspistettä pystytään hyötykäyttämään myös uusissa isoissa nostimissa. Kuvassa 28 rakenteilla on 4-ketjuiseen nostimeen siirtovaunu. Kuvasta 27 ja kuvasta 28 pystyy hyvin hahmottamaan tavallisen vaunun ja 4-ketjuiseen nostimeen tarkoitetun vaunun kokoeron

sekä tarpeen saada vaununrakennukseen tarpeeksi tilava ja toimiva työpiste. (Muutosta voi tarkastella layout kuvista 17 ja 18 luvusta 8.1).

Kuva 28. 4-ketjuisen nostimen siirtovaunu rakenteilla työpisteellään.



8.3 Tukitoimien kehitystoimet

Valmistusmäärien kasvaessa on huolehdittava, että asentajien tarvitsemat komponentit ovat heti saatavilla lähietäisyydellä ilman turhaa etsimistä ja komponenttien hakua työpisteelle. Tämä tarkoittaa sitä, että materiaalien automaattitäyttöjen lisääntyessä myös työmäärä varastohallinnassa kasvaa. Ratkaisuksi muodostuu hankkia yksi trukki lisää ja järjestää henkilöstölle koulutusta trukin käyttöön. Toimenpide auttaa tasaamaan tulevia ruuhkahuippuja automaattitäyttöjen hallinnassa. Tämä palvelee asiaa myös tulevan iltavuoron osalta siten, että tyhjeneviä hyllyjä voidaan täyttää tarvittaessa myös iltaisin. Lisätilaa komponenteille mitkä eivät mahdu hyllyihin kokoonpanopisteen läheisyyteen, löytyy tavaran vastaanoton vierestä toisen osaston hyllyköistä vapautuvasta tilasta.

Keskeytymättömän virtauksen varmistamiseksi automaattisten komponenttitoimitusten hälytysrajoja on päivitettävä uusiin vaatimuksiin. Tavoite on saada komponenttien imuohjautuvaa periaatetta paremmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvittavan komponenttillaatikon tyhjentyessä

tilalle on välittömästi tarjolla uusi komponenttilaatikko tyhjän tilalle. Käytännössä tämä toimii siten, että varastonhallinnassa työskentelevät henkilöt täyttävät hyllyjä tyhjän tilan ilmaannuttua hyllyköihin. Asentajat kokoonpanopisteillä auttavat toimintaa ilmoittamalla hyvissä ajoin, mikäli joku tuote on loppumaisillaan. Toimenpide tehdään ensin komponenteille, joiden tiedetään heti selkeästi kuluvan aiempaa enemmän. Seuraavassa vaiheessa prosessi etenee siten, että komponenttien kulutusta tarkkailemalla löytyy päivitystä kaipaavat kohteet. Tavoite on minimoida ääritilanne, että tarvittava komponentti loppuu kokonaan ja uusia ei ole tilalle.

Kuvassa 29 on kehittämistoimen tuomaa parannusta käytännössä. Etualalla oleva komponenttilaatikko on kulutettu tyhjäksi ja takana on heti uusi laatikko valmiina otettavaksi käyttöön.

Kuva 29. 2-laatikko menetelmä.



Erikoisemmat nostimet sisältävät usein normaalien komponenttien lisäksi yksilöityjä komponentteja, mitkä ovat tarkoitettu vain kyseiseen valmistettavaan nostimeen. Tämä asia ratkaistaan materiaalihallinnan tukihenkilöiden sekä varastosta vastaavien henkilöiden kanssa siten, että kaikki osat mitkä eivät ole normaaleja varasto-osia, kerätään omiin laatikoihin tilauksen mukaisesti. Tämä toimii siten, että tuotannosuunnittelija avaa työn nostimelle SAP järjestelmässä, järjestelmä tunnistaa mitkä osat ovat vain tälle kyseiselle nostimelle ja avaa siitä keräilymääräyksen varastolle. Varasto keräilee työlle tarvittavat komponentit omaan laatikkoon,

merkkää selkeästi siihen työnumeron ja lähettää sen tuotantoon. Tällä tavoin voidaan hallita erikoisempien nostimien kokoonpanoa ja pystytään erottamaan eri töille kuuluvat komponentit.

Kuvassa 30 näkyy kehitystyön tulos. Normaaleista varasto-osista poikkeavat komponentit tai varasto-osien lisänä tulevat komponentit on kerättyä omaan laatikkoonsa. Asentaja tunnistaa laatikon mukana tulevasta tulosteesta mille nostimelle osat kuuluvat. Tulosteessa on printattuna mukaan kaikkien työlle kerättyjen komponenttien tunnistenumerot ja määrät.

Kuva 30. Uusien nostintyyppien komponenttilaatikko.



8.4 Vuorojärjestelmä ja asentajien perehdytys

Vuorojärjestelmän toteutuksessa kokeneet asentajat ovat avainasemassa. Kartoituksen avulla saadaan selville halukkuus vuorotyöhön. Henkilöstön joustavuuden sekä vapaaehtoisuuden ansiosta löytyy hyvä ratkaisu saada järjestelmä toimimaan. Alkuvaiheessa iltavuoro toimii siten, että halukkaat kokeneet asentajat perehdyttävät uusia rekrytoituja asentajia tehtäviinsä pelkästään iltavuorossa (isojen nostinten kokoonpano). Toimintamallin ansiosta perehdytettävät uudet työntekijät pääsevät rauhallisemmissa olosuhteissa oppimaan uusia työtehtäviä, koska pienten nostimien tekeminen painottuu aamuvuoroon ja tuotantolinjalla on hiljaisempaa. Jatkossa vuorojärjestelmä toimii siten, että 2/3 väestä tekee aamuvuoroa ja vastaavasti 1/3 tekee

iltavuoroa. Jako perustuu siihen, että Iltavuoron toimintasuunnitelma on tehdä isoja nostimia ja aamuvuorossa valmistetaan kaikkia tuotteita.

Uusien nostintyyppien kokoonpanon haltuunottoon ja testilaitteiden päivitykseen tuki löytyy omalta tehtaalta ja ulkopuolista apua tähän ei tarvita. Haltuunotto tapahtuu siten, että yrityksen sisältä löytyy vastaavanlaisista nostimista kokemusta omaavia asentajia perehdyttämään ketjunostinkokoonpanon työntekijöitä näihin nostimiin. Lisäksi kokoonpanon tueksi tulee pidempiaikaiseen käyttöön sähköautomaatioinsinööri, jonka tehtäväkuva on tutkia kuvista ja kokoonpano-ohjeista oikea tapa valmistaa erikoisempia nostimia ja perehdyttää tehtävään linjalla työskenteleviä asentajia. Tämä henkilö on myös jatkossa käytettävissä avustamaan toimintaa tilanteen niin vaatiessa. Testilaitteen päivitykset ja tarvittava tuki sekä uusien ohjelmistojen käyttökoulutus löytyy myös omalta tehtaalta. Yrityksessä on testilaitteiden käyttöön ja rakentamiseen perehtyneitä henkilöitä ja tämä osa-alue saadaan ammattitaidolla haltuun.

Näiden ratkaisujen pääpaino on jatkuva parantaminen ja kehittyminen. Näin toimimalla pystytään varmistamaan toiminnan laatu, varmuus sekä jatkuvuus. Samalla asentajat kehittyvät päästessään oppimaan uusia asioita asentajien kanssa, jotka tietävät mitä pitää tehdä sekä osaavat opastaa ja neuvoa.

8.5 Oman tuotannon ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimus suoritetaan asiaan perehtyneiden ja koulutetun henkilöstön johdolla kellottamalla työhön käytetty aika. Toimenpide suoritetaan kaikille valituille nostintyypeille siten, että asentaja kokoaa kellotuksen aikana nostimen alusta loppuun kaikkine työvaiheineen. Kellotuksen suorittaja mittaa kaikki työhön liittyvät tehtävät apuaikoinen ja tekee siitä tarvittavan raportin.

Kehittämistoimia suunniteltaessa päätöksenä oli jättää tutkimuksen ulkopuolelle sellaiset erikoisemmat nostimet, joiden tuotantomäärät eivät ole kovin suuret. Tutkimus pitää sisällään kaikista kokoluokista siirtovaunulliset nostimet. Vaunuttomia nostimia ei ole tarpeen tutkia

erikseen, koska vaunullisen nostimen saaduista tutkimustuloksista on helppo vähentää siirtovaunun rakentamiseen kuluva aika saadakseen vaunuttoman nostimen rakenneaika selville.

Tuottavuuslaskennan parantaminen ja helpottaminen on yksi rakenneaikatutkimuksen päätavoitteista. Tämän avulla toiminnan tehokkuutta käytettyyn työaikaan verraten on helpompi tarkkailla sekä mahdolliset kehityskohteet ilmenevät selkeämmin. Tutkimuksen tuloksia halutaan hyödyntää jatkossa myös kuormitusten suunnitteluun, henkilöstökapasiteetin hallintaan tilauskantaan nähden sekä palkkiopalkkauksen kehittämisen yhtenä osana. Rakenneaikatutkimus hyödyntää toimintaa esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, että ilmenee komponenttien saatavuusongelmia ja nostimet myöhästyvät sovitusta aikataulusta. Tieto kokoonpanoon kuluva ajasta auttaa selkeämmin kertomaan myynnistä vastaavalle osastolle, millä aikataululla viivästymä saadaan kurottua kiinni, kun tarvittavat komponentit ovat käytettävissä.

9 Johtopäätökset

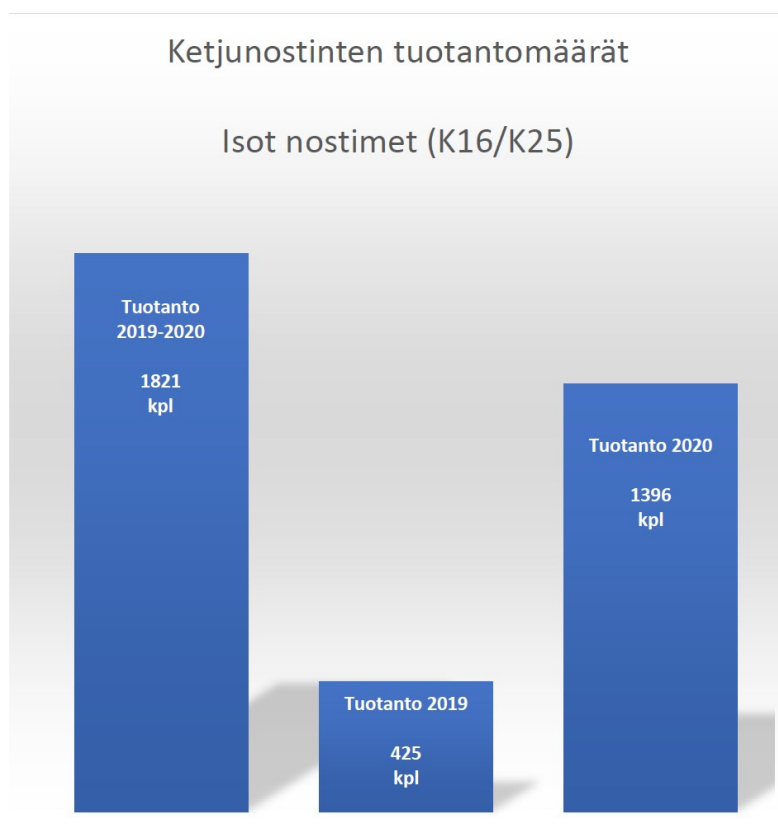
Opinnäytetyön tavoitteet olivat saada ketjunostinkokoonpanon tuotannosta paremmin virtaava, isoja nostimia täytyi saada enemmän läpi tuotannosta sekä erikoisnostimia täytyi oppia valmistamaan oikein ja tehokkaasti. Kehitystoimet toivat kaivattuja parannuksia jokapäiväiseen toimintaan, ja kokoonpanolinjasto on mukautuvampi vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin.

Lean-ajattelun näkyvämpi käyttöönotto on tuonut työpisteille selkeyttä ja ne ovat helpommin pidettävissä siisteinä. Parannusten myötä työpisteiden jaottelu virtausta ja läpimenotehokkuutta tukien on varmistanut sen, että työpisteillä on vain työhön tarkoitetut työkalut ja tarvikkeet. Parannukset komponenttitoimituksien täsmällisyydessä sekä varastoinnissa tehostavat imuohjautuvaa periaatetta komponenttien kulutuksessa.

Ketjunostinkokoonpanon kehitystoimia tarkastellaan tulosten valossa seuraavissa kuvissa 31, 32, 33 ja 34 selityksineen. Toimenpide on suoritettu siten, että SAP-järjestelmästä on ajettu excel- taulukoon kaikki valmistuneet ketjunostimet. Tietojen avulla on tehty kuvaajat havainnollistamaan kehitystoimien vaikutusta.

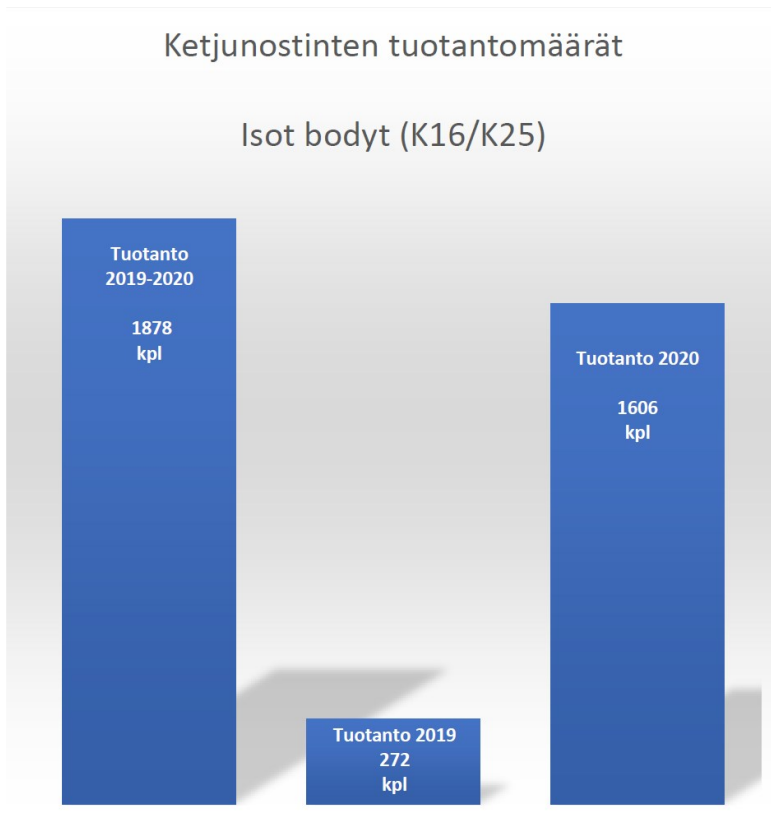
Suurin tarve kehitystoimilla oli saada toimitettua asiakkaille selkeästi enemmän isoja ketjunostimia kuin aiemmin oli valmistettu. Kokoonpanolinjaston kehitystoimien välttämättömyyttä sekä toimien onnistumista on havainnollistettu kuvassa 31. Tarkastelu on jaoteltu vuosiin 2019 sekä 2020. Jaottelu perustuu siihen, että tuotantotilanteen muutos ja kehitystoimien suunnittelun aloittaminen ajoittuu juuri näiden vuosien vaihdon yhteyteen. Kuva kertoo selkeästi sen, että kehittämistoimet ovat onnistuneet ja kysynnän kasvuun on pystytty vastaamaan. Isojen nostinten tuotantomäärä on pystytty vuonna 2020 yli kolminkertaistamaan vuoteen 2019 verrattuna.

Kuva 31. Isojen nostimien tuotantomäärät.



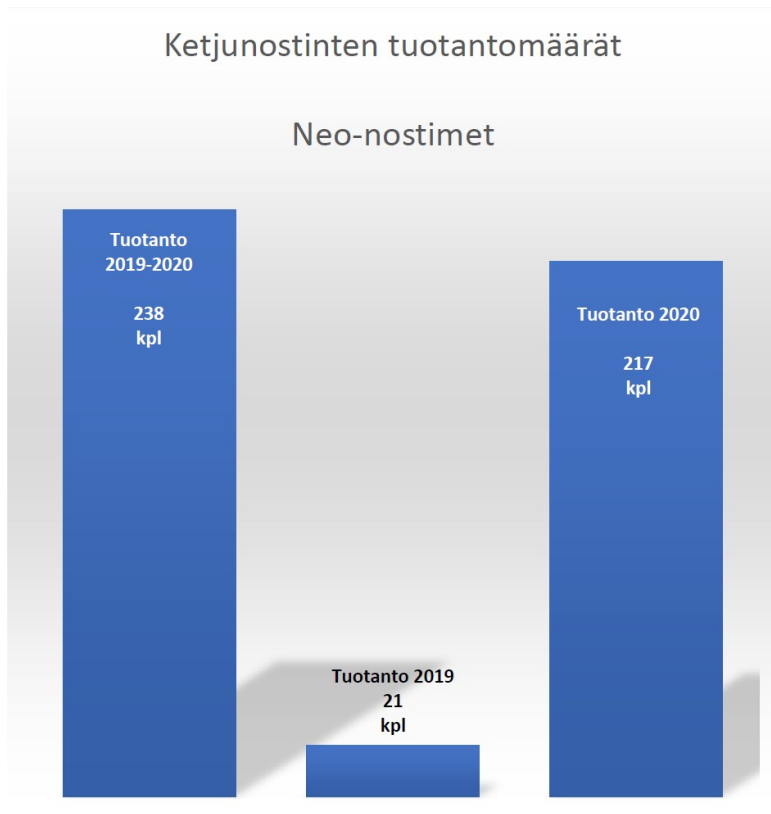
Tilaukkanen kasvu isoissa nostimissa vaikutti selkeästi myös bodytuotantoon. Kuvassa 32 on isojen bodyjen tuotantomäärät vuosilta 2019 ja 2020. Tuotantomäärät on pystytty vuonna 2020 kehitystoimien avulla kasvattamaan lähes kuusinkertaiseksi vuoteen 2019 verrattuna.

Kuva 32. Isojen bodyjen tuotantomäärät.



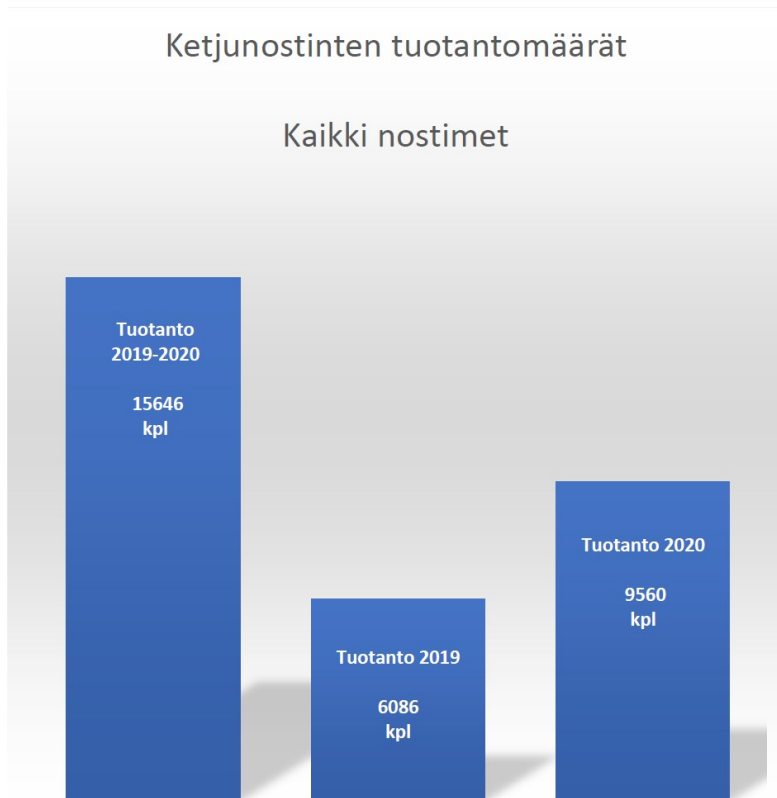
Kuvassa 33 on pienistä erikoisnostimista huomattavasti yleisimmän nostintyyppin, eli Neo-nostimet tuotantomäärien tarkkailussa. Kuvasta erottuu hyvin se, että vuonna 2019 näiden valmistusta lähinnä harjoiteltiin eikä nostimille ollut vielä omaa kokoonpanopistettä. Kehitystoimet ovat olleet välttämättömiä näiden nostinten tehokkaaseen valmistukseen.

Kuva 33. Neo-nostinten tuotantomäärät.



Kuvissa 31, 32 ja 33 esitetyt kuvaukset tuotantomääristä ovat verrannollisia koko ketjunostinkokoonpanon tuotantomääriin. Kuvassa 34 on kuvattuna tuotantomäärät kaikista valmistuneista ketjunostimista. Koko tuotannon valmistuneista nostimista erottuu kehitystoimien päätavoitteet. Isojen nostinten sekä pienten erikoisnostinten kasvanut tuotantomäärä on kasvattanut vuoden 2020 tuotantomäärää vuoden 2019 tuotantomäärään verrattuna yli 50 prosenttia. Normaalien pienten ketjunostinten tuotantomäärät ovat säilyneet lähes ennallaan vuosivertailussa.

Kuva 34. Ketjunostintuotannon koko tuotantomäärä.



Oman tuotannon ajankäyttötutkimus on suoritettu muiden kehitystoimien jälkeen tilanteen enemmän vakiintuessa. Saatuja tuloksia pystytään hyödyntämään jatkossa kuormituksen suunnittelussa, läpimenotehokkuuden seurannassa sekä tuottavuuslaskennassa.

Tuottavuuslaskennan hyötyjä käytetään mm. palkkiopalkkausmallin päivittämiseen Konecranes Finland Oy:n linjan mukaiseksi.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tekemisen yhteydessä pääsin hyvin tutustumaan erilaiseen puoleen insinööriyössä, kuin mihin olin työelämässä tottunut. Olen aina ollut hyvin tuotantoläheinen henkilö ja tämä prosessi eri vaiheineen avasi uusia ja erilaisia näkökulmia tuotannon kehittämisessä. Tämän prosessin aikana opin hakemaan teoreettista tietoa opinnäytetyössä esiintyviin aihealueisiin ja soveltamaan niitä käytännössä. Esimerkiksi huomasin, kuinka paljon eri yritykset tarjoavat Leaniin liittyviä palveluita ja auttavat niiden käyttöönotossa.

Itselleni ajatus tämän työn tekemisestä ja sen vaiheista oli alussa mielestäni hyvin selkeä. Sain kuitenkin huomata, että prosessin avaaminen lukijalle sen monine vaiheineen onkin aika haastavaa. Opinnäytetyön kehitystoimet ovat kokonaisuutena aika laajat ja pohdintaa aiheutti miten kerron lukijalle näistä järkevästi ja selkeästi. En halunnut jättää mitään oleellista prosessista kertomatta, mutta en myöskään halunnut mennä liian yksityiskohtaiseen selvittelyyn eri aihealueiden välillä. Mielestäni lopputulos on hyvin balanssissa, eikä mikään osa-alue näyttäydä selkeästi toista määräävämpänä.

Kokonaisuutena tämän työn tekeminen opetti minua paljon. Huomasin, että tämänkaltaisen prosessin raportointi auttaa minua hakemaan tietoa ja ideoita eri lähteistä ja tuo näkemystä kehitystoimien käytännön toteuttamiseen. Opinnäytetyön tekemisen aikana huomasin, kuinka merkittäviä kehitystoimet tuotannossa ovat yritysten kilpailukyvyyn kannalta. Kaikkien alkuvaikeuksien jälkeen on helppo todeta, että tämän työn tekeminen on vienyt omaa kehitystäni insinöörinä selkeästi eteenpäin.

Lähteet

Algol technics. (n.d). *Köysi ja ketjunostimet*. Haettu 1.3.2021 osoitteesta

<https://algoltechnics.fi/tuotteet/nosturit/k%C3%B6ysi--ja-ketjunostimet>

Dcvelocity. (25.9.2019). *Stagemaker Hoists Lift Spirits on Chris Tomlin Tours*. Haettu osoitteesta

<https://www.dcvelocity.com/articles/44581-stagemaker-hoists-lift-spirits-on-chris-tomlin-tours>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous* (6 p.). Hämeen Kirjapaino Oy.

Kanbanize. (n.d). *What is Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle?* Haettu osoitteesta

<https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle>

Konecranes. (2020). Konecranes Finland Oy tiedostot.

Konecranes. (n.d.-a). *Tietoa yhtiöstä*. Haettu 9.2.2021 osoitteesta

<https://www.konecranes.com/fi/tietoa>

Konecranes. (n.d.-b). *Strategia*. Haettu 9.2.2021 osoitteesta

<https://investors.konecranes.com/fi/strategia>

Konecranes. (n.d.-c). *Laitteet*. Haettu 9.4.2021 osoitteesta

<https://www.konecranes.com/fi/laitteet>

Konecranes. (n.d.-d). *Huolto*. Haettu 9.4.2021 osoitteesta <https://www.konecranes.com/fi/huolto>

Konecranes. (n.d.-e). *Sähköiset ketjunostimet*. Haettu 1.3.2021 osoitteesta

<https://www.konecranes.com/fi/laitteet/tyopistenosturit/sahkoiset-ketjunostimet>

Kouri, I. (2009). *Lean-taskukirja*. Teknologiateollisuus ry.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät* (1 p.). Wsoy/oppimateriaalit.

Logistiikan maailma. (n.d.-a). *Tuotannon layout*. Haettu osoitteesta

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Logistiikan maailma. (n.d.-b). *Lean-ajattelu*. Haettu osoitteesta

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Logistiikan maailma. (n.d.-c). *JIT(Just in time) ja imuohjaus*. Haettu osoitteesta

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Quality Knowhow Karjalainen Oy. (15.1.2013). *Viiden ässän kehitystyökalu*. (J. Väisänen, Toimittaja) Haettu osoitteesta <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyökalu/>

Quality Knowhow Karjalainen Oy. (n.d.). *Yleistä Leanista*. Haettu osoitteesta <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/>

Suomen Lean-yhdistys. (n.d.). *Suomalaisen lean-ajattelun sanansaattaja*. Haettu osoitteesta <https://www.leanyhdistys.fi/>

Teknolomiteollisuus ry. (2001). *5S*. Teknolomiteollisuus ry.

Tuominen, K. (2010). *Lean, kohti täydellisyyttä* (1 p.). A Bonnier Group Company.