

**Ketjunostintuotantolinjan kehittäminen tuotannon alasajon
yhteydessä**



Ammattikorkeakoulu opinnäytetyö
Sähkö- ja automaationtekniikka, Insinööri (AMK)
Kevät 2022
Aki Lampinen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee ketjunostintuotannon kehittämistä vaiheittaisen tuotannon alasajon yhteydessä Konecranes Finland Oy:n Hämeenlinnan tehtaalla. Ketjunostin tuoteryhmä tuotiin Hämeenlinnaan alun perin väliaikaisena ratkaisuna ja tuotanto on määrä siirtää kokonaisuudessaan tulevaisuudessa muille Konecranesin tehtaille uuden tuotemallin tullessa myyntiin. Hämeenlinnan tehtaan tuotevariaatio ja valmistusmäärät pienenevät asteittain ja vaikkakin tuotanto on loppumassa tulevina vuosina, on muutoksiin tärkeää sopeutua, jotta tuotanto saataisiin pidettyä tehokkaana ja sujuvana.

Tuotannon suurimmat kehittämisen kohteet ovat materiaalihallinnassa ja virtauksessa.

Rajallisista tiloista johtuen tuotannon virtaus ei ole ollut sujuvaa ja materiaaleja on säilötty tuotannossa liian pieniä määriä päivittäisiä tarpeita varten, jolloin ongelmien selvittäminen on ollut jokapäiväistä.

Tavoitteena opinnäytetyössä oli materiaalivirtauksen tutkiminen ja kehittäminen, uuden layoutin-suunnittelu ja toteuttaminen osana sopeutumista tuotannon alas ajoon sekä 5S-projektin aloittaminen layout-muutoksen myötä. Opinnäytetyön tuloksena materiaalivirtaus parani huomattavasti, uusi layout toteutettiin sekä 5S-projekti saatiin käynnistettyä.

Tuotanto on nykyisin huomattavasti toimivampaa ja luotettavampaa verrattuna alkutilanteeseen.

Avainsanat alasajo, lean, materiaalivirrat, tuotannon kehitys

Sivut 28 sivua ja liitteitä 1 sivu

ABSTRACT

The thesis deals with the development of chain hoist production in connection with ramp down project in production at Konecranes Finland Oy's Hämeenlinna plant. The Chain Hoist product group was originally introduced in Hämeenlinna as a temporary solution and production will be transferred to other Konecranes plants in the future when the new product model goes on sale. The product variation and production volumes at the Hämeenlinna plant are gradually decreasing, and although production is coming to an end in the coming years, it is important to react to the changes in order to keep production efficient and smooth.

The biggest development targets in production are material management and flow. Due to limited space, the flow in production has not been smooth and too small quantities of materials have been stored in production for daily use.

The aim of the thesis was to study and develop the material flow, to design and implement a new layout and to start a 5S-project with the layout change. As a result of the thesis, the material flow improved considerably, a new layout was implemented as part of the adaptation of the production to ramp down, and the 5S-project was launched. Production is now much more efficient and reliable compared to the initial situation.

Keywords lean, material flow, production development, ramp down

Pages 28 pages and appendices 1 pages

Sisällys

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Lean-toimintamallit | 2 |
| 2.1 | 5S..... | 4 |
| 2.2 | Kanban | 5 |
| 3 | Layout-suunnittelu | 7 |
| 4 | Materiaalihallinta | 9 |
| 5 | Ketjunostintuotantolinja HH8 | 10 |
| 5.1 | Hämeenlinnan tehdas | 10 |
| 5.2 | Ketjunostintuotevalikoima..... | 11 |
| 5.2.1 | Pienet nostimet FL02-10 | 12 |
| 5.2.2 | Isot nostimet K16-25 | 13 |
| 5.2.3 | Nostinrungot bodyt..... | 14 |
| 6 | Nykytila | 14 |
| 6.1 | Prosessi | 15 |
| 6.2 | HH8-tuotannon layout | 17 |
| 6.3 | Materiaalivirtaus | 18 |
| 6.4 | Ramp down - alasajo | 19 |
| 7 | Materiaalivirtauksen sekä layoutin kehittäminen..... | 20 |
| 7.1 | Materiaalien tutkiminen | 20 |
| 7.2 | Korjaukset materiaalivirtaukseen | 21 |
| 7.3 | Alasajo vaihe 2 tuotannossa | 21 |
| 7.4 | Layout ja prosessimuutokset | 22 |
| 7.5 | 5S-toteutus..... | 26 |
| 8 | Yhteenveto | 27 |
| | Lähteet..... | 29 |

Liitteet

Liite 1 5S-Arviointi

1 Johdanto

Opinnäytetyössä keskitytään Konecranes Oy:n Hämeenlinnan ketjunostin tuotantolinjan analysointiin ja kehittämiseen tuotannon vaiheittaisen alasajon yhteydessä. Ketjunostimien valmistus siirtyi Hämeenlinnaan alun perin väliaikaiseksi ratkaisuksi, mutta vuosien varrella tuotantolinja on vakiintunut ja osoittautunut varsin toimivaksi.

Tulevaisuudessa valmistuksen on kuitenkin määrä siirtyä asteittain muille Konecranesin tehtaalle, joka aiheuttaa myös muutoksia Hämeenlinnan tehtaalla. Tulevaisuuden tilausmäärät, tuotevariaatiot ja resurssoinnin tarpeet muuttuvat ja yrityksenä tähän on tärkeää sopeutua mahdollisimman tehokkaasti, jotta tuotanto pysyisi luotettavana ja tehokkaana.

Opinnäytetyössä analysoidaan tuotannon nykytilan haasteita ja pyritään löytämään haasteisiin parhaat mahdolliset kehitykset. Tuotanto ei ole ollut kovin sujuvaa ja se on vaatinut huomattavasti manuaalista ohjausta. Suurimmat haasteet ovat olleet materiaalihallinnassa, joka on aiheuttanut huomattavia ongelmia tuotannon virtauksessa.

Tuotantoa kehittäessä otetaan myös huomioon tuotannon vaiheittaisen alasajon tuomat vaikutukset ja mahdollisuudet. Oleellisina pääasioina ketjunostintuotannon kehittämisessä on Lean periaatteita noudattaen materiaalivirtojen parantaminen sekä uuden layoutin suunnittelu osana tuotevariaation muutosta.

2 Lean-toimintamallit

Lean on toimintamalli, joka perustuu Toyotan 1960-luvulla alkunsa saaneeseen tuotantojärjestelmään. Toimintamallin ytimessä on jatkuva järjestelmällinen parantaminen sekä asiakkaalle arvoa tuottavan työn lisääminen ja arvoa tuottamattoman työn vähentäminen. (GOAL/QPC, 2018, s. 108)

Tehty työ voidaan jakaa asiakkaan sekä toiminnan näkökulmasta eri luokkiin. Arvoa lisäävä työ (AL) on toimintaa, josta asiakas on valmis maksamaan, se tuottaa arvoa asiakkaalle sekä lisää tuotteen jalostusarvoa. Ei arvoa lisäävä työ (EAL) on työtä, josta ei muodostu asiakkaalle arvoa, eikä edesauta toimintaa. Arvoa lisäämätön työ voidaan lisäksi jakaa välttämättömään ja ei välttämättömään työhön. Esimerkiksi tukitoiminnot, tarkastukset ja perehtymiset eivät tuota asiakkaalle suoraan arvoa, mutta ovat silti välttämättömiä työn tekemiseksi, kun taas odottaminen, etsiminen ja korjaaminen eivät yleisesti ottaen ole välttämättömiä ja niistä pitäisi päästä kokonaan eroon. Kuvassa 1. havainnollistettu kuinka työ jakaantuu eri luokkiin.

(Koivisto & Lintula, 2021, s. 306)

Kuva 1. Työn arvon luokittelu (Koivisto & Lintula, 2021, s. 307)



Lean muodostuu useista erilaisista tekniikoista, joiden pyrkimyksenä on tehdä toiminnasta kustannustehokkaampaa vähentämällä tai poistamalla hukkaa. Kaikki asiakkaalle arvoa lisäämätön työ on hukkaa. Hukkaa vähentämällä toiminnasta tulee virtaavampaa ja sujuvampaa, jolloin tekeminen vaatii vähemmän materiaaleja, vähemmän investointeja, vähemmän varastoa, vähemmän tilaa sekä vähemmän ihmisiä. Hukkaa voi syntyä erilaisissa toiminnoissa monella tapaa esimerkiksi prosesseista, ihmisistä, informaatioista tai pääoman käytöstä. Hukan tarkastelussa on syytä arvioida toimintaa asiakkaan näkökulmasta suhtautuen kriittisesti omaan toimintaan, jolloin ongelma kohtia on helpompi havaita.

(Koivisto & Lintula, 2021, s. 305-307)

Hukka koostuu seitsemästä eri kohdasta:

- Kuljettaminen, käsittely: Ihmisten tai materiaalien turha kuljettaminen tai käsittely.
- Odotus: Aika, jolloin ihmiset tai koneet odottavat ilman tekemistä.
- Ylituotanto: Tehdään enemmän kuin mitä asiakastarve on.
- Viat ja häiriöt: Korjaaminen, kunnostaminen, viat ja virheet.
- Varastointi: Tarpeettoman materiaalin säilyttäminen.
- Liike: Ihmisten tai koneiden turha ja tehoton liikkuminen.
- Yliprosessointi: Turha työ tai käsittely laatutason tai toiminnallisuuden kannalta.

Virtaus on tärkeä osa-alue Lean toimintamallissa. Sen tarkoituksena on saada arvoa tuottavat vaiheet tapahtumaan tiukassa järjestyksessä, jotta tuote virtaa sujuvasti asiakasta kohti. Kun hukkaa on saatu poistettua riittävästi, toiminnasta poistuu ylimääräinen työ, jolloin toiminta alkaa virtaamaan eikä aika arvoa tuottamattoman työn tekemiseen.

(GOAL/QPC, 2018, s. 108)

Tuotannon virtaavuudella voidaan saavuttaa monia merkittäviä parannuksia toimintaan. Laatua saadaan parannettua, kun seuranta sekä korjaaminen on nopeampaa ja helpompaa. Laadulliset ongelmat havaitaan heti ja niihin päästään käsiksi nopeasti varhaisessa vaiheessa. Toiminnasta tulee joustavampaa, kun toiminnan eri vaiheet ovat lyhyitä ja muutoksiin voidaan reagoida paremmin. Kun arvoa tuottamatonta työtä on vähän, tuottavuus paranee ja kaikki tietävät oman roolinsa. Turvallisuus kehittyy, kun toiminta on selkeää ja sujuvaa, jolloin turvallisuuspoikkeamia ei synny. Tuotannon virratessa myös materiaalien varastointi tarve pienenee ja keskeneräistä tuotantoa on vähän, jolloin lattia tilaa vapautuu muuhun käyttöön. (Tuominen, 2010, s. 73)

2.1 5S

5S on Lean toimintamalli, jossa keskitytään työympäristön siisteyteen ja järjestykseen. Hyvin järjestetty työtila vähentää hukkaa ja mahdollistaa jatkuvan kehittämisen. 5S myös parantaa turvallisuutta, työviihtyvyyttä sekä yrityksen imagoa. 5S-toimintamalli koostuu viidestä eri vaiheesta, joista jokainen vaatii sitoutumista ja ylläpitoa.

(GOAL/QPC, 2018, s. 94)

5S-prosessi koostuu seuraavista vaiheista:

- Sort: Ensimmäisenä tutkitaan mitä työn tekemiseen oikeasti tarvitaan. Kaikki tarpeettomat materiaalit poistetaan. Työpisteen kaikki materiaalit esimerkiksi työkalut käydään läpi ja tarpeettomat poistetaan, jolloin vapautuu tilaa.
- Set in Order: Toisena vaiheena materiaaleille määritetään omat paikat. Paikat määritellään mahdollisimman lähelle käyttäjää niin, että niiden käytettävyys olisi helppoa ja tehokasta. Kaikki paikat merkitään, jotta seuranta olisi helppoa.
- Shine: Kolmannessa vaiheessa määritetään siivous- ja huolto-ohjelma. Lisäksi keskitytään paikkoihin, jotka yleensä ovat sotkuisia. Juurisyyt on löydettävä ja ne korjataan. Samalla myös työkalut tarkistetaan ja tarpeen mukaan huolletaan tai vaihdetaan uusiin.
- Standardize: Neljäntenä uusi toimintamalli vakiinnutetaan ja tuodaan osaksi jokapäiväistä työtä. Toiminnan ylläpito varten luodaan säännöllinen seuranta ja määritetään vastuu- ja tehtäväjaot.

- Sustain: Viidentenä toimintaa ylläpidetään ja kehitetään. Järjestelmän toimivuutta auditoidaan ja henkilöstöä koulutetaan jatkuvuuden ylläpitämiseksi. (GOAL/QPC, 2018, s. 94-95)

5S luo perustan standardisoidulle työskentelylle ja täten luo perustaa jatkuvalle parantamiselle. Jokainen vaihe onnistuneesti toteutettuna voi johtaa välittömiin taikka pitkäkestoisiin hyötyihin. Onnistuneen käyttöönoton jälkeen 5S-malli vaatii kuitenkin jatkuvaa seuranta ja auditointia, jotta asiat toimivat halutulla tavalla. Näin voidaan saavuttaa tuottavuuden, laadun sekä työviihtyvyyden paranemista.

(GOAL/QPC, 2018, s. 94)

2.2 Kanban

Kanban järjestelmän tarkoituksena on parantaa virtausta ja materiaalien hallintaa. Se on erittäin tehokas työkalu ylituotannon rajoittamisessa. Sana kanban tulee Japanin kielestä ja tarkoittaa korttia tai taulua. Kanban kortilla viestitään lähteestä, määränpäästä, määrästä ja asiasta. Kanbanin avulla osat ja tuotteet kulkevat tuotannossa virtauksen vaatimalla tavalla ja mahdollistaa sujuvan tuotannon ilman suurta tavaran varastointia. (Wilson, 2010, s.48)

Kanbanin perusajatuksen ja hyötyjen katsotaan syntyvän kuudesta eri säännöstä ja toiminnosta. Ensimmäinen sääntö on, että viallisia tuotteita ei saa toimittaa eteenpäin. Näin viallisten tuotteiden eteneminen saadaan heti pysäytettyä ja päästään kiinni vian juurisyyhyn. Vialliset tuotteet pitää poistaa kierrosta ja käsitellä tuotannon ulkopuolella, jolloin haluttua laatutasoa pystytään ylläpitämään tuotantoa pysäyttämättä.

(Boiser, 2019)

Toinen sääntö on, että prosessin myöhempi vaihe ottaa aikaisemmasta vaiheesta vain tarvitsemansa. Tämä estää ylituotantoa sekä turhaa materiaalin käsittelyä. Materiaalit kulkevat vain seuraavan prosessin tarpeisiin. (Boiser, 2019)

Kolmas sääntö on vahvasti yhteydessä toiseen sääntöön. Aikaisemman prosessin vaiheen tehtävänä on tuottaa vain seuraavan vaiheen tarvitsema määrä. Mikäli tuotettaisiin

enemmän materiaaleja kuin seuraava vaihe tarvitsee, jouduttaisiin niitä säilyttämään välivarastoissa ja syntyy ylituotantoa. (Boiser, 2019)

Neljäntenä sääntönä on prosessin tasoittaminen. Kun kaikki prosessi ovat tasoitettu se tukee ylituotannon ehkäisyä ja eri prosessin vaiheet tukevat toisiaan tasaisesti. Kun tuotannon kapasiteetti ja seuraavan vaiheen tarpeet kohtaavat on toiminta virtaavaa. (Boiser, 2019)

Viides sääntö on prosessin optimointi. Kun perusasiat ovat toiminnassa Kanbanin avulla voidaan saada paljastettua prosessien ongelma kohtia. Hukkaa poistamalla toimintaa saadaan edelleen tehostettua ja optimoitua. (Boiser, 2019)

Kuudes sääntö on prosessin vakauttaminen. Kun prosessi on toiminnassa ja aikaisemmat säännöt toteutuvat pitää prosessi saada vakautettua. Se luo perustan toiminnan jatkuvalle kehittämiselle. (Boiser, 2019)

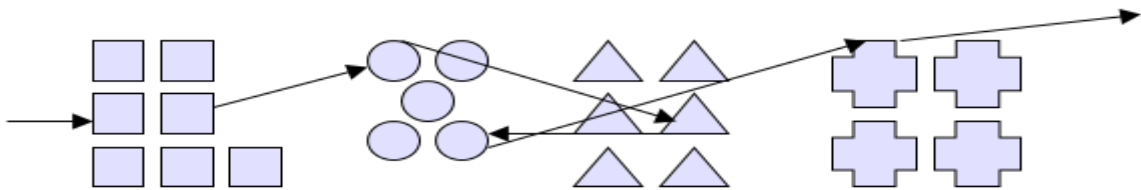
Useimmiten Kanban järjestelmää käytetään tuotannossa materiaalien varastoinnissa. Tarkoituksena on vetää osia ja tuotteita valmistusketjun läpi tuotannon virtauksen tarpeen mukaan. Kaksilaatikkojärjestelmä on yleisesti kokoonpanoteollisuudessa käytetty Kanban sovellus. Toiminta perustuu kahteen käytössä olevaan laatikkoon, jotka toimivat Kanban kortteina. Kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, se on merkki siitä, että tarvitaan uusi tilalle, jolloin syntyy täydennystilaus. Oleellista mitoituksessa on, että kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, niin toisen laatikon tulee kattaa kulutus seuraavan täydennyksen saapumiseen asti. Laatikoita voi olla käytössä myös kahta useampia, mutta oleellista mitoituksessa on täydennyksen toimitusaika sekä kulutusennuste. (Logistiikan maailma, n.d.-a)

3 Layout-suunnittelu

Layout tarkoittaa tuotannon fyysistä asetelmaa tehtaan tiloissa. Layout koostuu kaikista tehtaan fyysisistä elementeistä kuten varastohyllyistä, kokoonpanopisteistä sekä laitteistoista. Layout voidaan jakaa eri tyyppeihin tuotannonprosessien mukaisesti. Yleisimpiä tyyppejä ovat funktionaalinen layout, tuotantolinja layout sekä solulayout. (Haverila ym., 2009, s. 475)

Funktionaalinen layout koostuu monista eri toiminnoista, jotka on yhdistetty yhteen. Layout mahdollistaa suuren variaation tuotteiden valmistuksessa, mutta sen ylläpito on työlästä ja vaatii paljon ohjausta. Kuva 5. havainnollistaa, kuinka funktionaalinen layout koostuu eri toiminnoista, jotka toimivat yhdessä keskenään, mutta tuotteet eivät välttämättä etene kovin suoraviivaisesti. (Logistiikan maailma, n.d.-c)

Kuva 2. Funktionaalinen layout (Logistiikan maailma, n.d.-c)



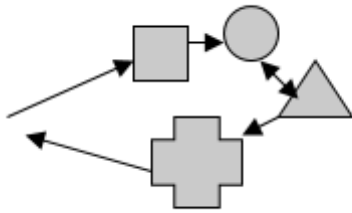
Tuotantolinja layout soveltuu parhaiten suurille tuotantomäärille, mutta se ei sovellu suurille tuote variaatioille. Linja on herkkä häiriöille, koska häiriö keskellä linjaa voi pysäyttää koko tuotannon. Tuotantolinjassa tuotteet etenevät suoraviivaisesti vaiheesta vaiheeseen kuten kuvasta 6. voidaan havaita. (Logistiikan maailma, n.d.-c)

Kuva 3. Tuotantolinja layout (Logistiikan maailma, n.d.-c)



Solulayout on funktionaalisen ja tuotantolinja layoutin välimalli. Se soveltuu parhaiten kohtuu pieniin valmistusmääriin, mutta mahdollistaa myös jonkin verran tuote variaatioita ja ylläpito on varsin yksinkertaista. Alla havainnollistava kuva 7. solulayoutista. (Logistiikan maailma, n.d.-c)

Kuva 4. Solulayout (Logistiikan maailma, n.d.-c)



Layout-suunnittelu koostuu usein erilaisista kompromisseista ja eri tuotantolayouttien kombinaatioista. Layoutin suunnitteluun vaikuttaa monia eri asioita ja tekijöitä kuten volyyymi, variaatiot, materiaalit, tilat ja strategia. Yleensä aina jostakin toimintaan vaikuttavasta tekijästä joudutaan tinkimään ja suunnittelu on parhaimman mahdollisen ratkaisun hakemista. (Haverila ym., 2009, s. 480–482)

Hyvä layout koostuu useista tekijöistä ja niiden yhteistoiminnasta. Yksinään jokin hyvä ominaisuus harvemmin luo toimivaa kokonaisuutta, mikäli ominaisuudet eivät toimi yhdessä. Hyvä tuotantolayout kehittää toimintaa kauttaaltaan eikä vain pelkästään tuottavuutta niin kuin useasti ajatellaan. Hyvän tuotantolayoutin ominaisuuksia on esitelty kuvassa 8. (Muhlemann ym., 1992, s. 566)

Kuva 5. Hyvän tuotantolayoutin ominaisuuksia (Muhlemann ym., 1992, s. 566)



4 Materiaalihallinta

Materiaalihallinta koostuu yrityksen materiaalien ja lopputuotteiden hankinnasta, varastoinnista ja jakelusta. Materiaalienhallinnalla ohjataan yrityksen materiaalivirtoja kokonaisuudessaan. Nykyisin perustavoitteina materiaalihallinnassa on tarpeiden täyttäminen yrityksen palvelutason ylläpitämiseksi sekä materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Palvelutason ylläpito koostuu tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajoista ja toimintojen pitää pystyä vastaamaan oman tuotannon sekä asiakkaan tarpeisiin. Kokonaiskustannukset materiaalihallinnalle koostuvat materiaalien hinnasta, ostoista, kuljetuksista, varastoinnista, jakelusta, virheistä, puutteista ja reklamaatioista. (Haverila ym., 2009, s. 442–444)

Materiaalien varastointiin sitoutuu paljon pääomaa. Materiaalien hankintakulujen lisäksi niiden varastoinnista ja käsittelystä aiheutuu jatkuvia lisäkustannuksia. Tästä syystä varastoja olisi syytä pitää mahdollisimman matalana kuitenkin niin, että yrityksen toiminta olisi sujuvaa ja palvelutaso pysyisi halutulla tasolla. Varastotasojen määrittämisessä tulee ottaa huomioon sitoutunut pääoma, toimittajan varmuus, keskimääräinen kulutus, kulutus ennusteet sekä toimitusajat. (Haverila ym., 2009, s. 460–462)

Varastonkierto on yleisesti käytössä oleva mittari, jolla kuvataan varaston tehokkuutta. Sillä mitataan varaston keskimääräistä kiertoa vuoden aikana. Mitä enemmän varastolla on kiertoa, sitä vähemmän yritys sitoo pääomaa varastointiin. Varastonkierto voidaan laskea kappalemäärillä taikka materiaalien rahallisella arvolla. Kierto lasketaan jakamalla vuosikysyntä varaston keskimääräisellä saldolla. (Logistiikan maailma, n.d.-b)

Tuotannossa materiaalien varastoiminen on erittäin suuri kustannus, sillä se vie tilaa itse tuotannolta ja synnyttää helposti ylituotanto ja tarpeetonta materiaalien käsittelyä. Tuotannossa on säilytettävä materiaaleja vain tarpeellinen määrä toiminnan jatkuvaan ylläpitoon. Materiaalivirtaus on otettava huomioon myös layout-suunnittelussa. Suunnittelussa oleellista on materiaalivirtojen tehokas käsittely sekä kuljetuskertoja ja matkoja on pyrittävä minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijoittelulla. (Haverila ym., 2009, s. 460–462)

5 Ketjunostintuotantolinja HH8

HH8 on ketjunostintuotantolinja Konecranesin Hämeenlinnan tehtaalla. Tuotantolinja tuotiin Hämeenlinnaan 2019 alun perin väliaikaisena ratkaisuna ja jatkosuunnitelmana oli siirtää ketjunostimien valmistus myöhemmin kokonaisuudessaan muille tehtaille maailmalle. Tuotantolinja kuitenkin osoittautui toimivaksi Hämeenlinnassa ja valmistusmäärät kasvoivat voimakkaasti alkuperäisistä suunnitelmista ja nostimia on valmistettu Hämeenlinnassa jo tuhansia kappaleita viikoittaisien valmistusmäärien vaihdellessa noin 50-300 kpl välillä. Yhden nostimen rakennus aika vaihtelee 1-5 tunnin välillä riippuen tilauksesta.

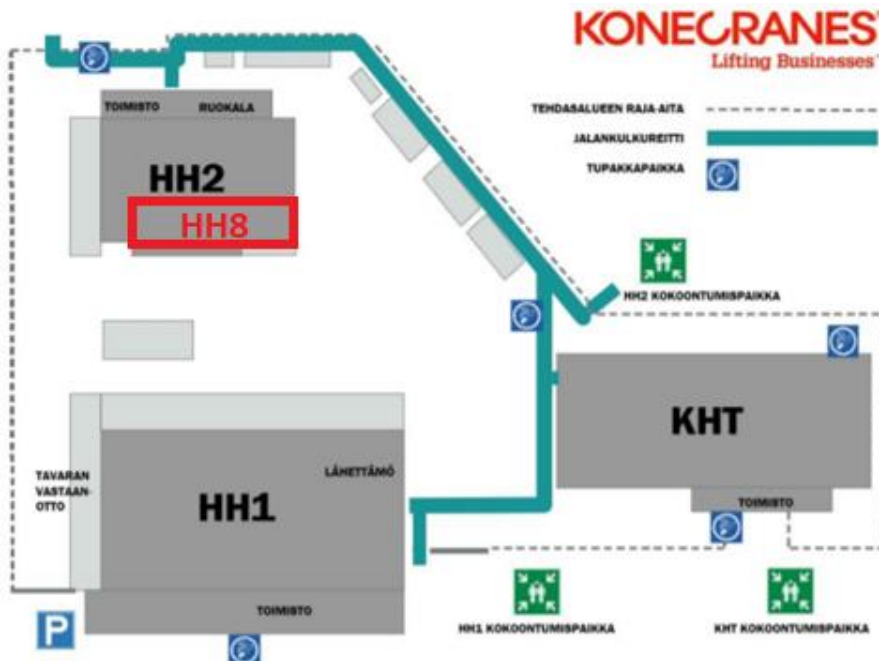
Taustalla suunniteltuun siirtoon oli se, että Konecranesin valmistamista ketjunostimista oli tulossa uusi mallisarja, joiden päävalmistuslinjat ovat siirtymässä Saksaan, Kiinaan sekä Yhdysvaltoihin. Samaan aikaan Hämeenlinnan ketjunostin tuotantolinjaa oltiin ajamassa alas uuden tuotesarjan tullessa valmistukseen. Tämän siirtymän alkuperäinen aikataulu on kuitenkin siirtynyt jo useita kertoja, joka on osaltaan vaikuttanut Hämeenlinnan valmistusmääriin ja tuotannon vakiintumiseen toistaiseksi.

Hämeenlinnan tuotantolinja työllistää kuormituksen vaihdellessa 7-15 asentajaa, yhden logistiikka henkilön sekä yhden tuotannon toimihenkilön. Tuotannon asentajan työtehtäviin kuuluu sähkötyötä sekä mekaanista kokoonpanotyötä ja työtehtävät vaihtelevat lähes päivittäin monitaitoisuuden ylläpitämiseksi. Logistiikka henkilön työnkuvaan kuuluu materiaalien vastaanotto, hyllyjen täydentäminen sekä materiaalivirtojen yleinen ylläpito. Tuotannon toimihenkilöt vastaavat tuotannonsuunnittelusta sekä työnjohdosta.

5.1 Hämeenlinnan tehdas

Konecranesin Hämeenlinnan tehdas työllistää noin 300 henkilö ja on osana yhtiön teollisuuslaitteet liiketoimintaa. Hämeenlinnassa valmistetaan monipuolisesti erilaisia nostimia sekä alueella toimii myös vaihdetehdas. Tehdas alue koostuu kolmesta erillisestä tuotantohallista, joissa tuotantoa on jaettu eri tuotantoyksiköihin. Kuvassa 9. Hämeenlinnan tehtaan pohjakartta, johon HH8 tuotantotilat on merkitty punaisella HH2 hallin tiloihin.

Kuva 6. Hämeenlinnan tehtaan kartta.



- HH1 – hallissa valmistetaan pääasiassa QABC, R ja Belt-nostimia sekä hallissa toimii myös nostimien sähköistykseen liittyviä komponenttisarjoja valmistava tuotantoyksikkö.
- HH2- hallissa valmistetaan tehdasalueen suurimpia QDE-nostimia sekä ketjunostimia. Hallissa valmistetaan myös köysinostimien teloja sorvaamalla.
- KHT – Hallissa valmistetaan sekä kokoonpannaan erilaisia vaihteita, siirtomoottoreita sekä nostomoottoreita.

5.2 Ketjunostintuotevalikoima

Ketjunostimet ovat osana Konecranesin kevyt nostin tuotevalikoimaa. Yleisimmät ketjunostimien käyttökohteet ovat työpistenostimina teollisuudessa taikka apunostimina isompien nostimien rinnalla. Ketjunostimet voidaan jakaa rakenteeltaan pieniin (FL02, FL05 ja FL10) sekä isoihin nostimiin (K16, K25). Nostokapasiteetti on yleisimmillä perusmalleilla 63-5000 kg. Erikoisimmilla rakenteilla päästään kuitenkin jopa 10 000 kg nostokapasiteettiin.

Nostimien perusrakenne eri kokoluokissa on hyvin pitkälti samanlainen, mutta saatavilla on monia erilaisia optioita esimerkiksi erilaisia jännitteitä, IP66 luokitusta, sadesuojia, EX-suojausta, lämmityksiä, tuplajarruja sekä erikoisimpia vaunuja. Alla olevassa kuvassa esimerkkejä erilaisista vaunu ja ripustus vaihtoehdoista.

Kuva 7. Ketjunostimien vaunumalleja. (Konecranes, 2014)



5.2.1 Pienet nostimet FL02-10

FL02, FL05 ja FL10 ovat tuotevalikoiman pienimpiä nostimia. Rakenteeltaan mallit ovat samanlaisia, mutta kokoluokka ja täten nostokapasiteetti eroaa mallien välillä.

- FL02 – Nosto kapasiteetti 320 kg. Saatavilla 1 tai 2-ketjuisena.
- FL05 – Nosto kapasiteetti 630 kg. Saatavilla 1 tai 2-ketjuisena.
- FL10 – Nosto kapasiteetti 2500 kg. Saatavilla 1 tai 2-ketjuisena.

5.2.2 Isot nostimet K16-25

K16 sekä K25 nostimet ovat tuotantolinjan suurimmat runkokoot. Isompien nostimien rakenne eroaa hieman pienemmistä nostimista ja kokoonpano ei voi suoraan verrata pienempiin nostimiin. Suuremmilla nostimilla päästään huomattavasti suurempiin nostokapasiteetteihin sekä myös erilaiset optiot ovat yleisempiä ja valmistus variaatio on tuotantolinjalla suurempaa verrattuna pienempiin nostimiin.

- K16 – Nostokapasiteetti 3200 kg. Saatavilla 1 tai 2-ketjuisena.
- K25 – Nostokapasiteetti 5000 kg. Saatavilla 1 tai 2-ketjuisena.

K25 mallista on lisäksi olemassa myös erikoisempia 3-ketjuisia ja 4-ketjuisia malleja, joilla nostokapasiteettiä saadaan nostettua 10 000 kg. Kuvassa 11. esitelty varsin standardi K16 nostin moottorivaunulla.

Kuva 8. K16 nostin valmis pakattavaksi.



5.2.3 Nostinrungot bodyt

Hämeenlinnan tehtaalla on suuri rooli syöttää Aasian markkinoille ketjunostimien runkoja, jotka valmistetaan loppuun asiakkaan tarpeisiin Konecranesin Kiinan tehtaalla.

Kiinaan valmistettavia bodeja tehdään joka runkomallia ja ne eroavat valmiista tuotteista siten, että nostimiin ei liitetä Hämeenlinnassa mitään ylimääräistä vaan siinä on ainoastaan nostimen nostokoneisto eli runko, josta myös body nimi juontaa. Kuvassa 12. K25 body eli nostin runko.

Kuva 9. K25 nostinrunko eli body.



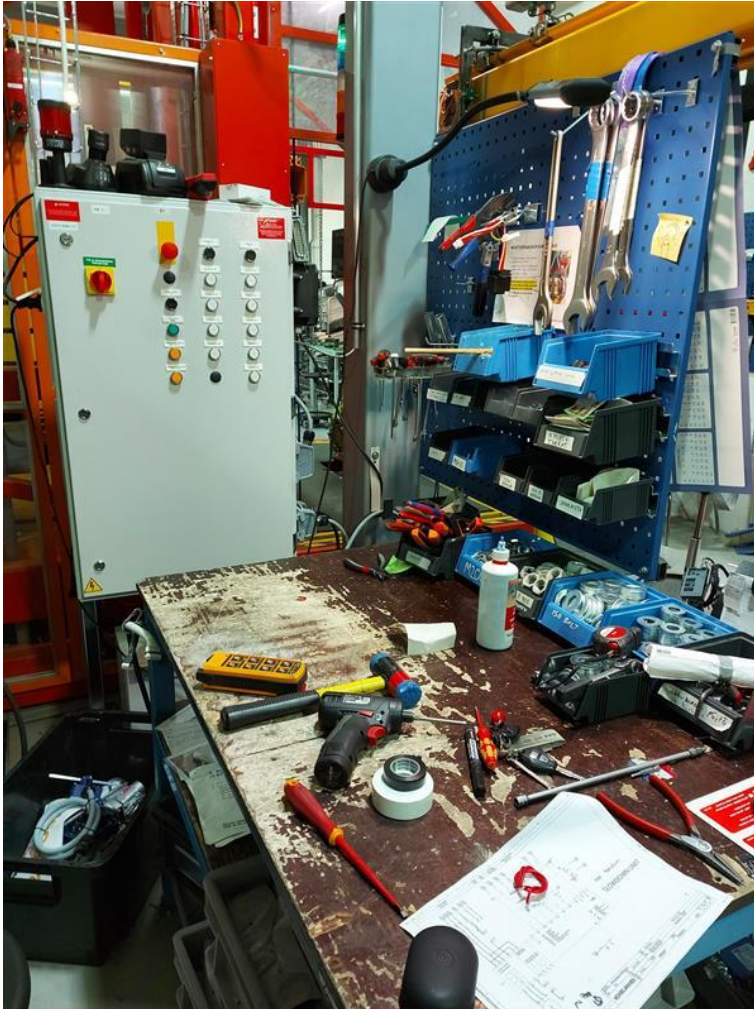
6 Nykytila

Tehtaan ketjunostintuotantolinja toimii erittäin pienissä tiloissa valmistusmääriin suhteutettuna. Tämä ongelma on aiheuttanut suuria ongelmia tuotannon virtauksessa sekä materiaalienvirtauksessa. Toiminta ei useimmiten ole kovin sujuvaa taikka virtavaa ja vaatii paljon ohjausta sekä manuaalista materiaalien tarkastelua ja hallintaa.

Pienistä tiloista johtuen tuotanto on myös usein erittäin sotkuinen eikä tavaroille ole ollut määriteltäviä paikkoja. Tästä johtuen erilaisia tavaroita on lojunut lattioilla ja pöydillä satunnaisissa paikoissa. Epäsiisteys on omalta osaltaan vaikuttanut tuotannon tehokkuuteen

negatiivisesti. Kuvassa 13. esitely vaunun kokoonpanopöytä, jossa on suuria haasteita siisteyden ylläpitämisessä.

Kuva 10. Kokoonpanopöydän järjestys puutteellista.



6.1 Prosessi

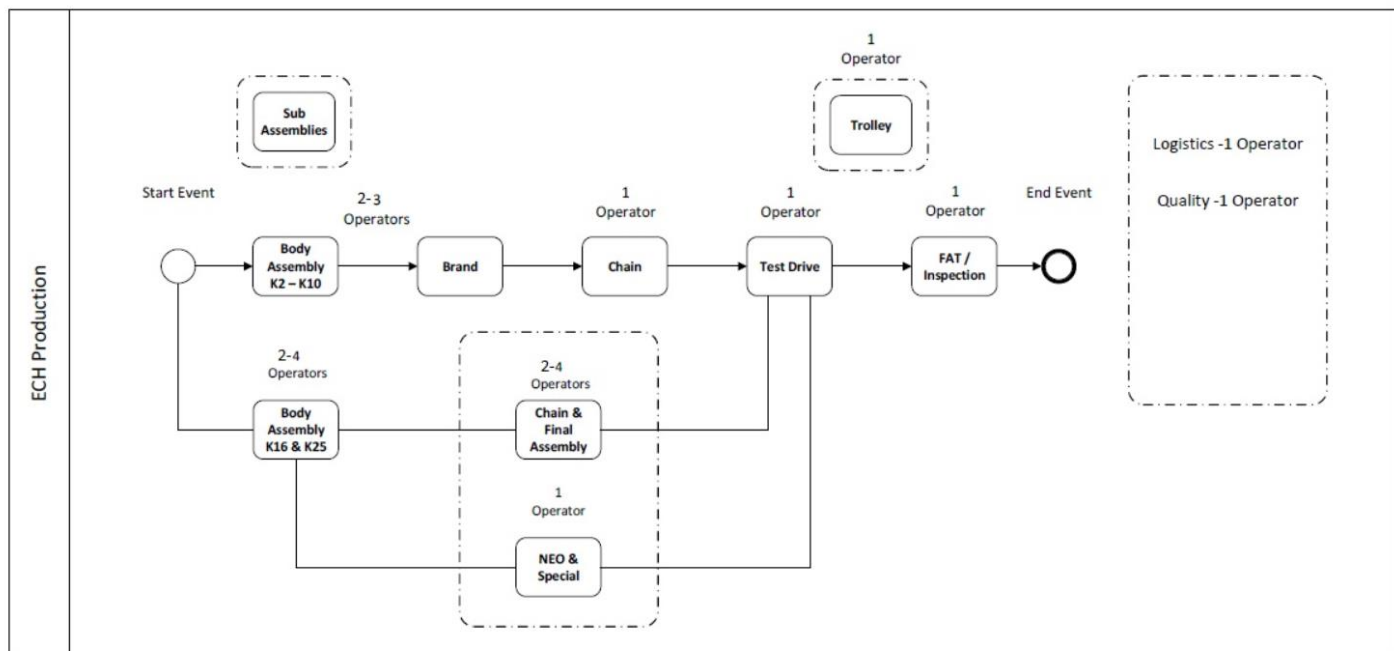
Tuotanto alkaa alkukokoonpanosta, jossa on kaksipuoleinen pöytä; toisella puolella valmistetaan FL02/05/10 ja toisella puolella K16/K25 nostimia. Alkukokoonpanossa kootaan itse nostinkoneisto vaihteen pohjalta, jonka jälkeen nostin on käytännössä toimintavalmis raakile.

FL02/05/10 nostimet nostetaan alkukokoonpanon jälkeen linjalle brändäykseen, ketjutukseen sekä koeajoon. Hyväksytyt koeajon jälkeen ne siirtyvät lopputarkastus alueelle, jossa

nostimiin lisätään viimeiset osat tilauksen mukaan esim. vaunut sekä painikeohjaimet. Kun kaikki osat ovat liitetty nostimiin ne tarkastetaan ja luovutetaan tämän jälkeen pakattavaksi.

K16/25 nostimet etenevät alkukokoonpanosta suoraan koeajoon ja siirtyvät hyväksytyin koeajon jälkeen erilliseen loppukokoonpano tilaan. Loppukokoonpanossa nostimet ketjutetaan, brändätään, rakennetaan vaunut ja valmistetaan nostimet täysin loppuun optioiden mukaisesti. Kun nostimet saadaan valmiiksi, ne viedään lavalla loppu tarkastukseen, jonka jälkeen nostin pakataan. K16/K25 loppukokoonpano vie huomattavasti enemmän tilaa sekä aikaa, jonka takia se on siirretty erilleen FL02/05/10 brändäyksestä sekä ketjutuksesta. Nykyinen prosessi aiheuttaa huomattavasti turhaa liikettä, nostelua ja edes takaisin kuljettamista. Alla prosessikaavio linjantoinnasta.

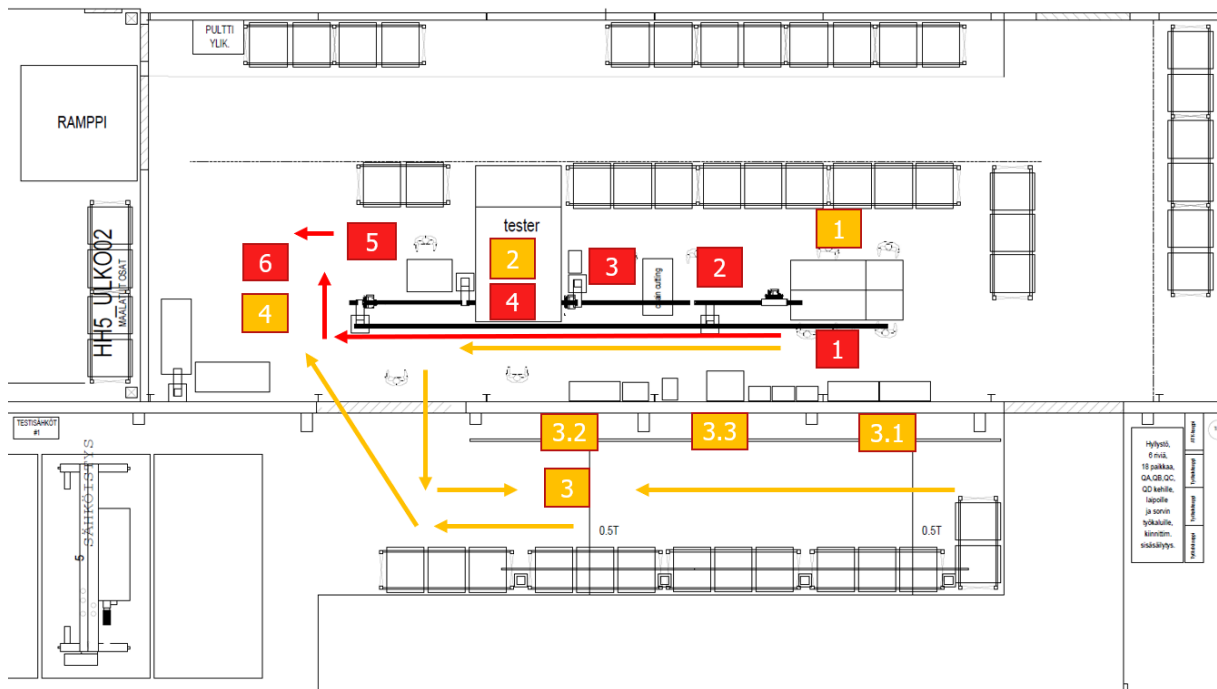
Kuva 11. Prosessikaavio tuotantolinjan toiminnasta



6.2 HH8-tuotannon layout

Tuotantoalue on jaettu kahteen osaan, jota erottaa seinämä. Toisella puolella toimii K16/25 loppukokoonpano ja toisella puolella kaikki muu. Tuotanto toimii solulayout mallilla, jossa tuotteet kulkevat jonkin verran edes takaisin eri vaiheiden välillä. Alla tuotannon layout pohja ja prosessin eteneminen.

Kuva 12. Tuotannon layout nykytila.



K16/K25

1. Alkukokoonpano
2. Koeajo
3. Loppukokoonpano
- 3.1 Vaunu
- 3.2 Ketjutus
- 3.3 Brändäys
4. Tarkastus

FL02-FL10

1. Alkukokoonpano
2. Brändäys
3. Ketjutus
4. Koeajo
5. Vaunu
6. Tarkastus

6.3 Materiaalivirtaus

Hämeenlinnan tuotannon tiloissa on erittäin rajallinen määrä tilaa materiaalien säilömiseen. Kaikki tarvittavia materiaaleja ei pystytä säilyttämään suuria määriä tuotannon tiloissa. Tästä syystä materiaalienvirtauksen tärkeys korostuu ja se on erittäin oleellinen osa tuotannon sujuvaa toimintaa.

Suurin osa tehtaalla käytettävistä materiaaleista varastoidaan keskusvarastolla, joka sijaitsee noin 15 km päässä tehtaalta. Keskusvarastolta tilataan automaattisesti taikka manuaalisesti materiaaleja tuotannon tarpeiden ja kulutuksien mukaan ja täydennyskuljetuksia saapuu tehtaalle kolme kertaa päivässä. Täydennystilaukset ovat automaattisesti muodostuvia tilauksia tehtaan käyttöpaikoille. Lisäksi erikoisimmille nostintilauksille muodostuu tilauskohtainen keruu, johon keräillään keskusvarastolla komponentit, joita ei säilytetä tehtaalla ollenkaan.

Nykymallissa valmistus määrien ollessa suuria on usein törmätty tilanteeseen, että jokin komponentti loppuu tuotannosta kesken päivän, vaikka sitä löytyisi 15 kilometrin päässä sijaitsevalta keskusvarastolta, josta täydennykset saapuvat tehtaalle. Tästä on aiheutunut jatkuvia ongelmia tuotannossa, kun tekeminen on ollut katkonaista. Syynä komponenttien loppumiseen on ollut tehtaan varastoarvojen riittämättömyys sekä viiveet tavarantoimitusajoissa. Myös tuotannonasentajien toimintatavoissa on ollut puutteita. Esimerkiksi tilauksien materiaaleja on kulutettu järjestelmässä liian myöhään ja rikkoutuneita komponentteja on heitelty jätteisiin ilman asianmukaista varastoarvojen korjausta. Näistä syistä todelliset varastoarvot eivät ole vastanneet järjestelmän arvoja, jolloin materiaali täydennystilaukset eivät nouse ajallaan oikeiden tarpeiden mukaan järjestelmään.

Suuri osa materiaaleista toimitetaan tehtaalle muovilaatikoissa, sillä suurempien pakkauskokojen saaminen tuotantoon on mahdotonta tilojen ollessa pienet materiaalien lukumäärään verrattuna. Periaatteessa tuotantoon on yritetty rakentaa osittaista kaksi laatikko järjestelmään, mutta se toimii erittäin puutteellisesti, kun samaa osaa säilytetään eri paikoissa kuten hyllyissä ja tuotannossa. Lisäksi täydennysmäärät ovat olleet liian pieniä suhteessa menekkiin. Nykyinen malli on myös erittäin työläs sillä, joidenkin materiaalien säilytys paikka on tuotannon sisällä, jonne täydennyksien vieminen on hankalaa. Usein

asentajien työaikaa kuluu varsin paljon siihen, että odotellaan logistiikka henkilöä etsimään jotakin tarvittavaa komponenttia hyllyistä, jolle ei ole määritetty mitään virallista säilytyspaikkaa. Tällöin asentajan työt ovat seis ja arvoa tuottamatonta työtä syntyä osien etsimisestä.

6.4 Ramp down - alasajo

Ketjunostimen valmistuksen alasajo eli ramp down prosessi on Hämeenlinnassa porrastettu kolmeen eri vaiheeseen:

1. Vaihe 1

FL02-FL10 standardi nostimien valmistus lopetettiin Hämeenlinnassa 2020 lopussa. Hämeenlinnan tuotantomäärät vähenivät tämän jälkeen noin 25 %

2. Vaihe 2

FL02-10 kaikkien mallien valmistus lopetettiin Hämeenlinnassa 2022 alussa. Tuotantomäärät vähenivät tämän jälkeen noin 40 %.

3. Vaihe 3

K16-K25 valmistuksen alasajo on estimoitu vuodelle 2023. Tämän jälkeen ketjunostimien valmistuksen on määrä loppua Hämeenlinnassa kokonaan.

Tuotannon alasajossa on otettava huomioon todella monia asioita, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen. Materiaalipolitiikka, tuotannon vaikutukset, resurssointi, ylös ajo ovat kaikki suuria kokonaisuuksia, jotka vaativat yhteistyötä monien eri sidosryhmien välillä. Projekti on suuri ja tuotannolla on vain pieni osa isommassa prosessissa.

Oleellisena osana tuotannon alasajossa on materiaalienhallinta. Materiaalit eivät saa loppua kesken eikä niitä saisi jäädä liikaa ylimääräiseksi. Tämän hallinta perustuu ennusteisiin ja jatkuvaan seurantaan ja kommunikointiin eri sidosryhmien välillä.

Hämeenlinnan ketjunostimientuotannon osalta alasajo viivästyi alkuperäisistä suunnitelmista uuden tuotesarjan kehittämisen viivästymisen takia. Tämä ei kuitenkaan aiheuttanut suuria ongelmia sillä Hämeenlinnan tehdas on pystynyt täyttämään asiakas

tarpeet riittävällä suoritustasolla, jolloin uuden tuotesarjan julkistamisella ei ole kovaa painetta.

7 Materiaalivirtauksen sekä layoutin kehittäminen

7.1 Materiaalien tutkiminen

Materiaalien tutkiminen aloitettiin ajamalla SAP järjestelmästä dataa nykyisistä varaston arvoista sekä niiden todellisista kulutuksista. Samalla myös tarkisteltiin keskusvarastolta erikseen nostintilauksille kerättäviä nimikkeitä, joista kertyy suuria kustannuksia tehtaalle. Vaikkakin data oli helposti saatavissa järjestelmästä, sen läpikäymisessä oli suuri työ, sillä sen analysoimisessa oli otettava huomioon mm. varastopaikkojen tila, komponenttien koko, toimittajan pakkauserät, täydennysmäärät sekä kulutuksien vaihtelu.

Materiaalien data tutkimuksen ohessa tehtiin tarkka hyllykartta mittoineen.

Karttaan piirrettiin kaikki tuotannon hyllyt ja niissä säilöttävät komponentit.

Hyllykartan pohjalta kokonaisuuden hahmottaminen oli helpompaa ja saatiin kartoitettua paremmin käytössä oleva varastointi-tila ja hyllykapasiteetti. Alla kuva tehdystä hyllykartasta.

Kuva 13. Hyllykartta tuotannon varastohyllyistä

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB |
| Suojalevy 52325158 FB | Kiikku 5256743 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Suojalevy 52325158 FB | Kiikku 5256743 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Suojalevy 52325158 FB | Kiikku 5256743 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Suojalevy 52325158 FB | Kiikku 5256743 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB |
| Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB | Sakarapala 52281097 FB | Taitto- pyörä,8k 53010274 FB | Taitto- pyörä,6k 53013751 FB |
| Vastapaino 52292783 FB | Suojalevy 52325158 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Vastapaino 52292783 FB | Suojalevy 52325158 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Vastapaino 52292783 FB | Suojalevy 52325158 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB | Vastapaino 52292783 FB | Suojalevy 52325158 FB | Koukku R2,12.5t 52301097 FB |

7.2 Korjaukset materiaalivirtaukseen

Pääpainona materiaalivirtauksen optimoinnissa oli saada tehtaalle sopiva määrä osia niin, ettei tuotannossa törmättäisi osien loppumiseen, samalla kuitenkin pitäen varastoarvot kohtuullisina. Tämä tapahtui vertailemalla materiaalien täydennysmääriä sekä varastoarvoja kulutushistoriaan. Arvoissa oli suurta heittelyä eikä aikaisemmin määritetyissä arvoissa ollut mitään perusteita kulutukseen. Joitakin osia säilytettiin huomattavia määriä tuotannossa vaikkei kulutusta juurikaan ollut ja toisaalta joitakin paljon kulutettuja osia säilytettiin vain pieniä määriä.

Datan analysoinnin jälkeen järjestelmän arvoja korjattiin niin, että usein kulutettujen materiaalien varastoarvoja kasvatettiin niin, että seuraava täydennyserä ehtii saapumaan tuotantoon ennen materiaalin loppumista. Tuotannosta myös lähetettiin harvoin käytettyjä materiaaleja pois keskusvarastolle säilytettäväksi ja tilalle otettiin aikaisemmin erikseen nostintilaus kohtaisesti kerättyjä materiaaleja, joita ei aiemmin säilytetty tehtaalla. Täydennysmäärien korjauksessa otettiin huomioon myös toimittajan pakkauskoot, jotta keskusvarastolla tapahtuvaa osien siirtelyä eri kokosiin pakkauksiin saataisiin vähennetty. Kokonaisuus saatiin optimoitua tehokkaasti todelliseen dataan perustuen, jolloin tuotannon toiminnasta saatiin sujuvampaa ja materiaalien loppumisen aiheuttamista katkoksista päästiin kokonaan eroon.

7.3 Alasajo vaihe 2 tuotannossa

Alasajon toisen vaiheen vaikutus tuotannossa oli huomattava, koska lähes puolet tuotannossa käytettävistä osista jäi tarpeettomaksi ja valmistettavat mallit vähenivät viidestä kahteen. Pienien nostimien FL02-10 tuotannon loputtua jäljelle jäi enää K16/25 valmistus, jolloin tuotantoon oli tätä kautta vapautumassa paljon tilaa ja se oli tärkeää saada mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön.

Ensimmäisenä askeleena pienien nostimien valmistuksen loputtua oli siirtää kaikki ylimääräisiksi jääneet komponentit keskusvarastolle, jolloin tuotantoon vapautui

huomattavasti varastointitilaa. Komponenttien lisäksi tuotannosta poistettiin paljon ylimääräiseksi jääneitä työkaluja sekä tarpeetonta pientavaraa kuten pultteja ja muttereita.

Tuotannossa vapautunutta varastotilaa hyödynnettiin siirtämällä uusia nimikkeitä tuotantoon, jotka aikaisemmin tulivat tuotantoon erikseen nostintilaukselle lähetettynä. Tuotannon läheisyyteen saatiin tuotua myös tarpeellisia komponentteja, joita ennen jouduttiin hakemaan kauempaa erillisestä ulkovarastosta. Näin saatiin vähennettyä odottelua sekä turhaa siirtelyä ja liikettä, kun tarvittavia osia löytyy nykyisin lähempää.

7.4 Layout ja prosessimuutokset

Kun tuotannon alasajon vaihe 2 saatiin päätökseen ja tarpeettomat materiaalit lähetettiin keskusvarastolle, oli aika toteuttaa tuotannossa layout-muutos. Tavoitteena layout-muutoksella oli saada vapautunut tila mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön ja tehostaa tuotannon virtausta. Arvoa lisäävää työtä pyrittiin maksimoimaan ja arvoa tuottamatonta työtä minimoimaan.

Lähtökohtana suunnittelussa oli se, että ketjunostimien valmistus saataisiin toimimaan vain toisella puolella tuotantoa jakavaa seinää. Tällöin linjasta saataisiin huomattavasti virtaavampi ja tehokkaampi, kun turhaa prosessista syntyvää liikettä saataisiin vähennettyä ja materiaalit saataisiin paremmin asentajien ulottuville. Lisäksi tehtaalle vapautuisi huomattavasti tilaa muita toimia varten. Layout-muutoksen suunnittelussa hyödynnettiin hyllykarttaa, jonka pohjalta nähtiin kuinka paljon hyllytilaa tulemme tarvitsemaan isoja nostimia varten ja kuinka monesta hyllystä on varaa luopua.

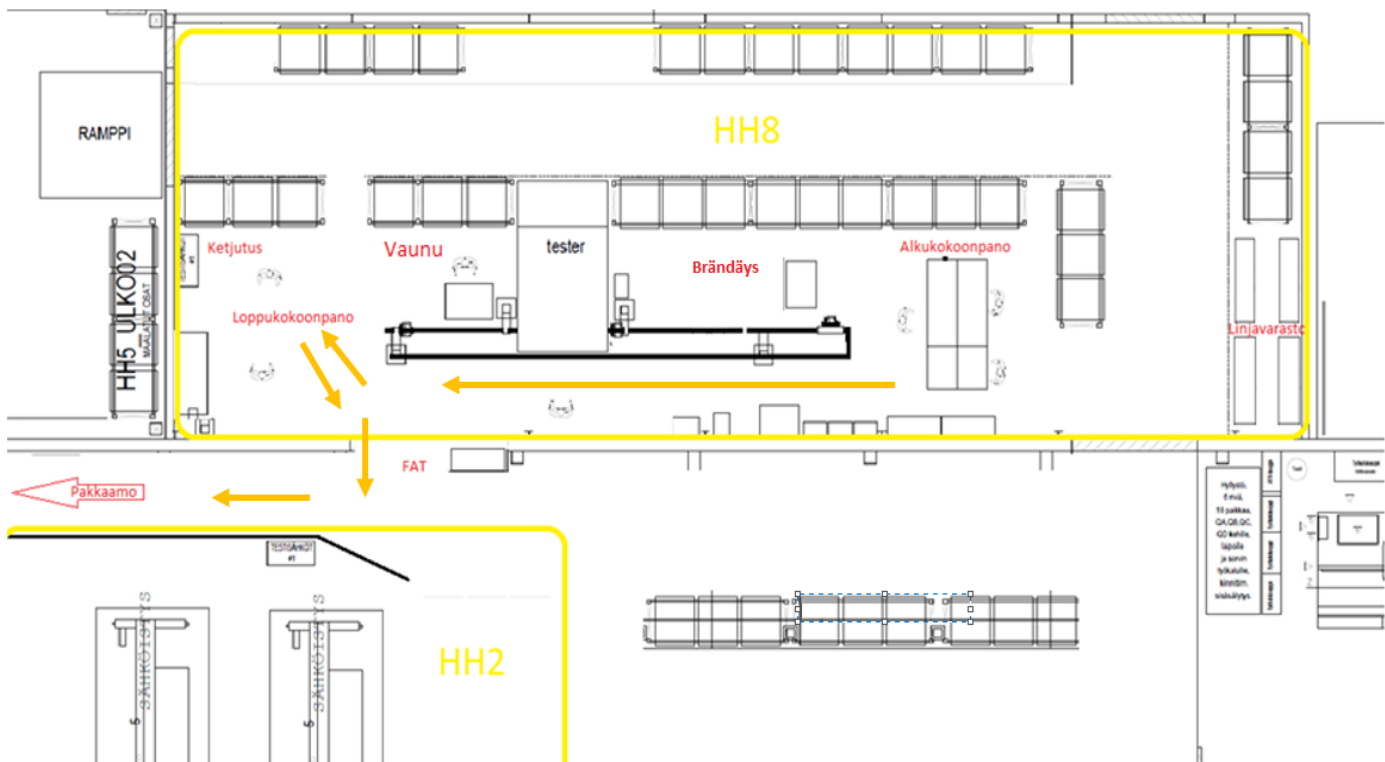
Layout-suunnittelu tehtiin ryhmässä, johon kuului väkeä tuotannosta, kehityksestä, logistiikasta sekä huollosta. Projektissa oli monia huomioitavia asioita, jolloin monipuolisen ryhmän erilaisista näkemyksistä oli hyötyä. Sovitut muutokset piirrettiin tehtaalla layout-karttaan, jolloin kaikille oli selvää mitä ollaan tekemässä. Uusi layout muodostui tuotantolinjan layout perusteiseksi, sillä valmistus variaatiot olivat supistuneet ja toiminnasta saataisiin virtaavampaa linjaa mallisella layoutilla. Itse muutokset saatiin toteutettua lähes kokonaisuudessaan viikossa ja suurimmat muutokset tehtiin viikonlopun aikana, jolloin tuotanto ei häiriintynyt ja toiminta jatkui koko ajan.

Muutokset tehtiin seuraavasti:

1. HH8-tuotannon pakkaamo siirrettiin toimimaan yhdessä HH2 pakkaamon kanssa. Kaikki HH8-pakkaamon tavarat siirrettiin väliseinää siirtämällä laajennettuun HH2 pakkaamoon.
2. HH8 K16/K25 puoli tyhjennettiin tavaroista ja siirrettiin entisiin HH8-pakkaamoon, jonne rakennettiin uusi läpivirtaus hylly.
3. HH8 K16/K25 puolen hyllyt sekä käytössä ollut nostin purettiin. Tilalle siirrettiin HH2 tuotannon tarvikkeita uusiin hyllyihin.
4. HH8 K16/K25 puolelta siirrettiin sähkökaappi ja ketjutus laitteet entisen pakkaamon tilalle.
5. HH8-linjavarasto siirrettiin purettujen hyllyjen tilalle.

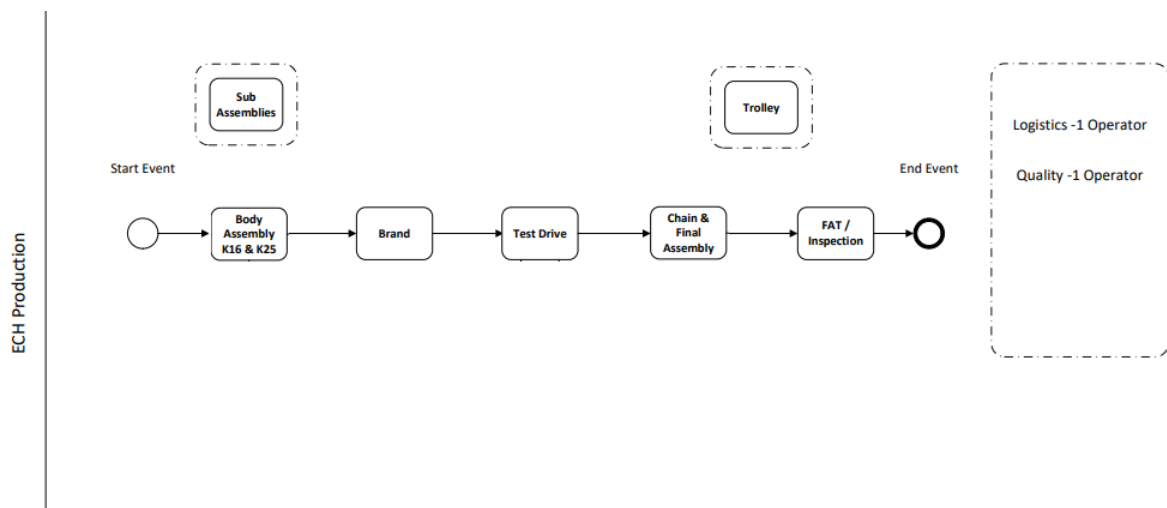
Layout muutoksen yhteydessä tehtiin lisäksi monia pienempiä parannuksia. Tuotantoon rakennettiin lisää läpivirtaus hyllyjä vanhojen hylly tasojen tilalle. Tavaraa järjesteltiin uudelleen kulutusmäärien mukaan mahdollisimman lähelle asentajia sekä alkupään kokoonpano pöytä siirrettiin poikittain, jotta nostimia voitaisiin rakentaa helpommin molemmin puolin, kun tavaroihin on yhtä pitkä matka molemmilta puolilta. Alla kuva uudesta layoutista.

Kuva 14. Uusi tuotannon layout



Prosessi muuttui huomattavasti yksinkertaisemmaksi entisestä. Nostimet etenevät linjalla virtaviivaisesti ja turha prosessin aiheuttama siirtely ja nostelu vähentyi. Nostimet etenevät uudessa mallissa virtaviivaisesti alkupäästä loppupäähän ja siitä pakkaamoon. Nostimien edes takaisin siirtelystä päästiin kokonaan eroon. Alla uusi prosessikuvaus.

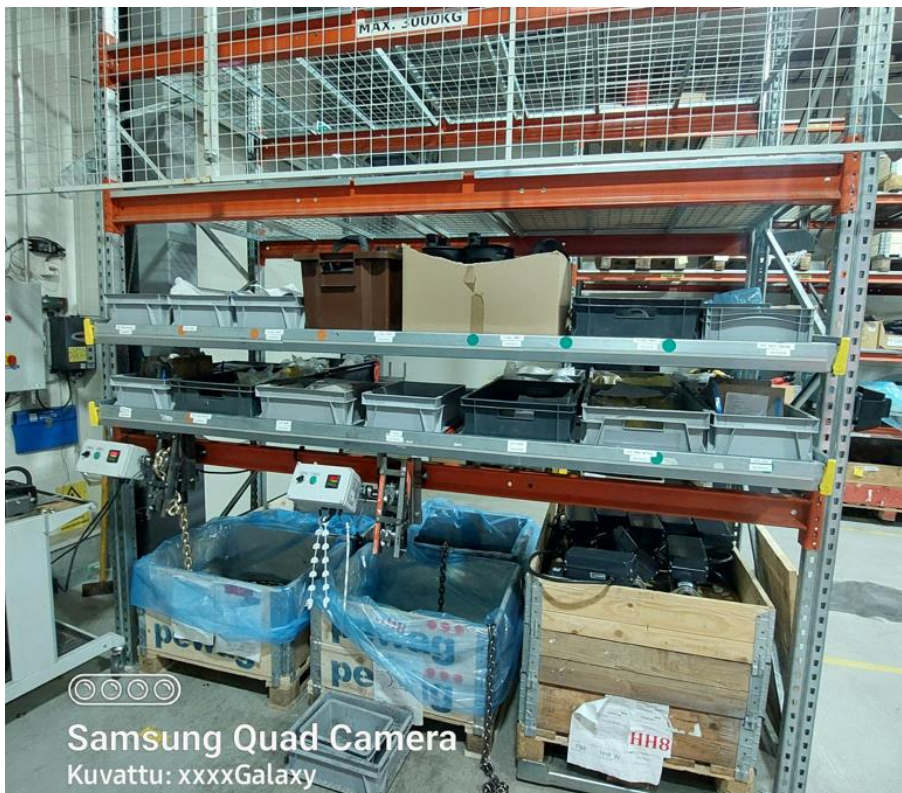
Kuva 15. Uusi tuotantolinjan prosessikaavio



Layout-suunnittelussa oli myös tärkeää miettiä, että komponentteja saataisiin paremmin asentajien ulottuville. Tässä yhteydessä täytyi miettiä myös ergonomiaa sekä logistiikkaa. Aikaisemmin tuotannon sisällä säilytettiin komponentteja, joiden täydennyksien tuominen oli työlästä, kun tuotannon sisään ei päässyt trukilla ja komponentteja täytyi kanniskella keskelle tuotantoa.

Uudessa layoutissa komponentti täydennyksien tuominen on myös logistiikalle huomattavasti helpompaa. Enää tuotannon sisällä ei säilytetä tavaraa vaan kaikki täydennykset voi täyttää käytävien puolelta joko virtaushyllyille taikka lavapaikoille. Kuvassa 19. näkyy ketjutuspiste sekä ketjutuksessa tarvittavien materiaalien virtaushyllyt.

Kuva 16. Ketjutuspisteen virtaushyllyt



Hyllyjen suunnittelussa oli otettava myös huomioon hyllyjen sijoituskorkeus sekä säilöttävien komponenttien paino. Ergonomisesti on hyvin tärkeää, että painavia komponentteja joudu nostamaan kovin korkealta taikka alhaalta.

7.5 5S-toteutus

Layout-muutoksen yhteydessä oli tärkeää toteuttaa 5S-menetelmiä, jotta uusi tuotanto malli lähtisi heti toimimaan sujuvasti eikä tuotannon rajallisissa tiloissa pyörisi ylimääräistä tavaraa tiellä ja tarvittavat tavarat löytyisivät helposti. 5S-menetelmin tuotannosta halutaan systemaattisempaa, siistimpää, tehokkaampaa ja turvallisempaa.

Ensimmäisenä tuotannosta karsittiin huomattavasti ylimääräistä tavaraa pois. Käytännössä kaikki tavarat, joille ei löydetty käyttöä romutettiin tai siirrettiin muualle varastoitavaksi. Layout-muutoksen yhteydessä tämä oli helppo toteuttaa, kun kaikki tavarat käytiin läpi. Työpisteiden työkalut tarkistettiin ja ylimääräiset työkalut siirrettiin yhteen isompaan työkalu pakkiin, jota säilytetään muualla. Jokaiselle työkalulle määritettiin oma säilytys paikka ja ne merkittiin selkeästi ylläpitoa varten.

Tuotannossa käytettäville materiaaleille määritettiin myös selkeät omat paikat ja ne merkittiin molemmin puolin hyllyjä, jolloin sekä tuotannon asentajan, että logistiikka henkilön on helppo nähdä mitä materiaalia on missäkin. Aikaisemmin materiaalien sijainnit saattoivat vaihdella ja tästä haluttiin päästä eroon vakiinnuttamalla omat paikat kaikille materiaaleille. Alla olevassa kuvassa alkukokoonpanon pöytä, jossa jokaiselle työkalulle on määritelty oma paikkansa.

Kuva 17. 5S-työpöytä.



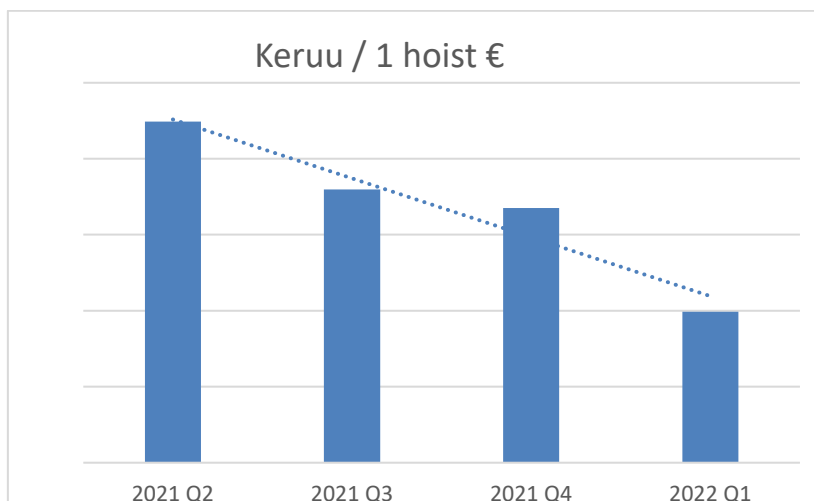
Oleellisena osana 5S-toiminnan ylläpitoa varten on luotu säännöllinen seuranta viikon välein. Lisäksi asioiden toteutumista valvotaan erikseen auditointi lomakkeella ja henkilöstöä on koulutettu 5S-perusteisiin.

8 Yhteenveto

Tuotannon kehittämisessä on otettava monia asioita huomioon ja muutoksia tehtäessä pitää aina miettiä monesta eri näkökulmasta vaikutuksia. Pahimmillaan huonosti suunniteltu kehitys voi olla vaikutukseltaan negatiivinen tuotannon kokonaisuuteen.

Opinnäytetyössä esitelty tuotannonkehitys tilausmäärien ja tuotevariaation muutoksien ohella onnistui kokonaisuudessaan hyvin ja tuotanto on huomattavasti sujuvampaa aikaisempaa verrattuna. Muutokset saatiin toteutettua onnistuneesti tuotantoa pysäyttämättä ja tulokset ovat olleet vakuuttavia. Nykyisin tuotannosta löytyvät tarvittavat materiaalit läheltä asentajia, eivätkä ne pääse loppumaan kesken työpäivän väärin määritettyjen varastoarvojen takia. Ylimääräisistä materiaaleista päästiin eroon, eikä niitä säilytetä tuotannon tiloissa. Samanaikaisesti kuitenkin keskimääräisiä materiaalien keruukustannuksia on saatu vähennettyä huomattavasti viimeisen vuoden aikana, sillä keruumääriä on saatu optioitua vastaamaan tarpeita:

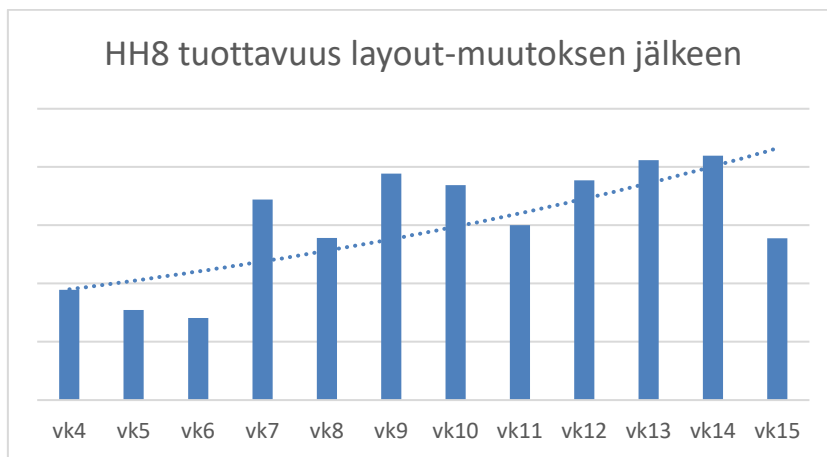
Kuva 18. Keruukustannukset nostin kohtaisesti



Layout-suunnittelussa on todella vaikea päästä sellaiseen lopputulokseen, että kaikki asiat olisivat optimaalisia. Kokonaisuus on moni ulotteinen ja koostuu monista kompromisseista,

joiden välillä etsitään parasta ratkaisua. Tässä työssä käsitellystä layout-muutoksessa suurimmat kompromissit jouduttiin tekemään materiaalien sijoittelussa. Kaikkia haluttuja materiaaleja ei saatu sijoitettua niin lähelle asentajia kuin olisi haluttu. Tämän sijaan kuitenkin raskaimpia ja eniten käytettyjä komponentteja saatiin tuotua hyvin lähelle niiden käyttöpaikkaa. Kuvassa 22. nähdään, kuinka tuottavuus on kasvanut vk6 jälkeen, kun layout-muutos toteutettiin.

Kuva 19. HH8 tuottavuuden kehitys



Kehityksiä tehdessä on oleellista myös lopputuloksen onnistumisen mittaaminen pidemmällä aikavälillä. Tulevaisuudessa mitataan tuottavuutta, 5S-menetelmiä sekä keruu määriä, joiden pohjalta kehitystä jatketaan. Toistaiseksi tulokset ovat olleet erittäin lupaavia, mutta dataa on kerättävä vielä lisää, jotta pidemmän aikavälin vaikutukset saadaan selville.

Lähteet

Boiser, L. (2019). Six Rules of Kanban : How to Better Implement Kanban. Kanban zone.
Haettu 1.3 osoitteesta: <https://kanbanzone.com/2019/six-rules-of-kanban/>

GOAL/QPC. (2018). The Lean Six Sigma Tools Memory Jogger. The concise reference guide for LSS success.

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

Koivisto, M. & Lintula, R. (2021). Kirja 1, Define and Measure phases. Nordic Process Improvement Oy.

Logistiikan maailma. (n.d.-a). Visuaalinen ohjaus. Haettu 1.3 osoitteesta:
<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaaliohjaus/visuaalinen-ohjaus/>

Logistiikan maailma. (n.d.-b). Varaston toiminnan mittaaminen. Haettu 1.3 osoitteesta:
<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/varaston-toiminnan-mittaaminen/>

Logistiikan maailma. (n.d.-c). Varastointikustannukset. Haettu 1.3 osoitteesta:
<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastointikustannukset/>

Muhlemann, A., Oakland, J. & Lockyer, K. (1992). Production and Operations Management. The University of Bradford Management Centre.

Muller, D. (2014). Product training, Electrical chain hoist. Konecranes.


Tuominen, K. (2010). LEAN Kohti täydellisyyttä: Mitä Toyota ja lean-yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Juva: WS Bookwell Oy.

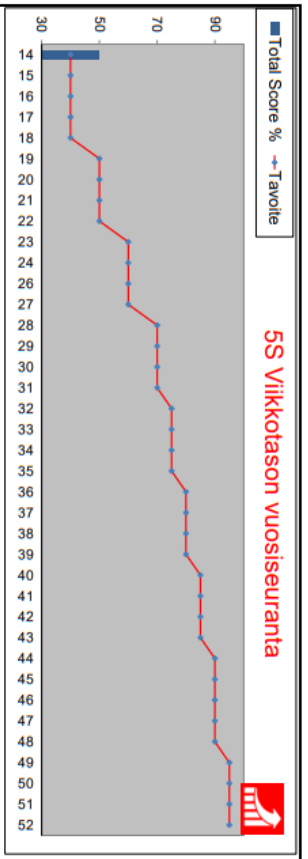
Wilson, L. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. The McGraw-Hill Companies.

Haettu 10.3 osoitteesta:

https://www.academia.edu/39244344/How_to_Implement_Lean_Manufacturing?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page

Liite
1: 5S
Arv

| Konecranes 5S Arviointi Ver:1.0 | | Alue: | | Arvioijat: | | KC Way 5S Tulos | | | 0 % | | Jatkuva parantaminen | | | | |
|---|----------|--------------------------------------|---|---|--|--------------------------------|--|--|--|--|----------------------|---|--|-----------------------------|-----------|
| Hämeentie | | | | Pvm: | | Etähtyvä kompensointi ei | | | Vähän tehdyä kompensointi parantamisen | | | Hyvässä laadussa ylijäämä parantaminen. | | Prosessin vaiheet YML | |
| Prosessin vaihe | # | Tarkastuskohde |  | Kuvaus | | | | | | | | Sovitut toimenpiteet | | Vastuu | Aikataulu |
| SORT (Laittelu) Lajittelu tarpeelliset ja tarpeettomat esineet Poista tarpeettomien materiaali työstä. | 1 | Työalue | | Työalueella ei ole ylimääräistä materiaalia/avaraa, kulukäytävät vapaana. | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Työkäut ja laitteet | | Ei ylimääräisiä työkaluja | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Materiaalit | | Ei ylimääräisiä tavaraa tai materiaaleja. | | | | | | | | | | | |
| SET (Järjestä) Kaikki paikalleen, kaikki tarpeelliset paikka. | 4 | Työalue | | Työalueen laitteidenkin kunnossa (esim. käytävät, roskat, lavapölkki.) | | | | | | | | | | | |
| | 5 | Työkäut ja laitteet | | Työkäut onilla merkityillä paikoilla, työkalut merkity. | | | | | | | | | | | |
| | 6 | Materiaalit | | Materiaalit on varastoidu oikein, sijainnit merkity selkeästi ja varastoinnilla min/max tasoilla. | | | | | | | | | | | |
| SHINE (Puhdistus) Työalue siisti ja puhtas | 7 | Työalue, työkalut | | Työkäut ja työkalut siistit. Ei roskaa tasoilla. | | | | | | | | | | | |
| | 8 | Lattia-alue | | Lattia siisti, ei ylimääräisiä tavaroita tai roskaa. | | | | | | | | | | | |
| | 9 | Roskat | | Roskaset eivät ole täynnä ja roskat oikein lajiteltu. | | | | | | | | | | | |
| STANDARDISE (Standardisoi) Yhteisnukuksista hyönteiseläimistä lainsäädäntöä merkinnät. | 10 | 5S standardit | | Alueen 5S periaatteet, ohjeet ja muut dokumentaatio nähtävillä ja ajantasalla. | | | | | | | | | | | |
| | 11 | Työntekijät hallitsevat liedot | | Työalueen työntekijät osavat kertoa miksi 5S on tärkeää sekä siibouvat 5S ylijäämää ja kehittämisen. Viikolliset kehitystapahtumat. | | | | | | | | | | | |
| | 12 | Johtajuus | | 5S auditoinnit suoritettu määrättyssä aikataulussa | | | | | | | | | | | |
| SUSTAIN (Ylijäämä) Ylijäämä saavutettua tasaan TURVALLISEN ja siistin työalueen säilyttämiseksi. | 13 | Jatkuvan parantamisen suunnitelma | | 5S auditoinnin tulokset näkyvillä, toimenpiteet määrättyä harvintuon puutteiden kojaimiseksi. | | | | | | | | | | | |
| | 14 | 5S jatkuvuus | | 5S auditoinnin tulokset näkyvillä | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 5S ylijäämä ja kehitys | | Työympäristön jatkuva parantaminen, uusia ehdotuksia ja ideoita kerätään aktiivisesti | | | | | | | | | | | |



| 5S PERIAATTEET | AUDITOINTISUUNNITELMA 2022 |
|---|----------------------------|
| <p>TURVALLINEN JA SIISTI TYÖYMPÄRISTÖ, TYÖPISTEIDEN JA TOIMINTATAPOJEN MÄÄRITTELY, TILUJEN TEHOOKAS KÄYTTÖ, YLIMÄÄRÄISTEN TYÖKALUJEN JA MATERIAALIEN POISTO, LAADUN JA TUOTTAJUUDEN KEHITTÄMINEN.</p> | |

