

VILLE KETTUNEN

**LAYOUT-MUUTOS JA 5S:N KÄYTTÖÖNOTTO METSO AUTOMATION
OY:SSÄ**

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2013



Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Ville Kettunen	
Työn nimi Layout-muutos ja 5S:n käyttöönotto Metso Automation Oy:ssä	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Koneensuunnittelu Numeerisesti ohjattu tuotanto Tuotannon johtaminen	Ohjaaja(t) TkL. Eero Pikkarainen Toimeksiantaja Metso Automation Oy, Kajaani
Aika Kevät 2013	Sivumäärä ja liitteet 49+9
Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa uusi layout Metso Automation Oy:n Kajaanin tuotantotilaan. Samalla tuotantotilan toimintatapoja muutettaisiin ottamalla käyttöön Lean managementin 5S-järjestelmä. Metso Automation Oy:n Kajaanin yksikkö on keskittynyt paperi- ja massateollisuuden mittalaitteiden ja analyysointilaitteiden solutuotanto-tyyppiseen valmistukseen. Metso Automation Oy:n Kajaanin yksikössä oli päätetty, että tuotantotilan layout tarvitsi päivitystä uusien tuotteiden ja yleisilmeen parantamisen vuoksi. Tuotantotilan layoutin suunnittelu suoritettiin käyttämällä Excel-pohjaista pohjapiirustusta. Uuteen layoutiin siirryttäessä oli luontevaa ottaa 5S-järjestelmä käyttöön samanaikaisesti. Työn teoriaosiossa käsitellään toiminnanohjausta, layoutsuunnittelua ja layout-tyyppejä sekä Lean managementin ja 5S-järjestelmän teoriaa. Tämän jälkeen siirrytään työn suunnitteluun ja toteutukseen. Lopuksi tarkastellaan työn tuloksia, ja kerrotaan tehtaan työntekijöiden ajatuksia koskien uutta layoutia suunnittelu- ja toteutusvaiheessa sekä kuusi kuukautta käyttöönoton jälkeen. Opinnäytetyössä suunniteltiin uusi layout Metso Automation Kajaanin toimipisteen tuotantotilaan sekä toteutettiin suunnitelma käytännössä. Leanin 5S-järjestelmän käyttöönotto aloitettiin samaan aikaan layout-muutoksen kanssa, ja se vietiin loppuun syksyllä 2012. Uuden layoutin suunnittelun pohjana käytettiin tehtaan johdon muutokselle asetettamia tavoitteita sekä tuotantohenkilöstön haastatteluissa ilmenneitä tarpeita ja toiveita. Layout-muutos ja 5S:n käyttöönotto toteutettiin kesällä 2012 tuotantoa keskeyttämättä. Laitetoimituksia ei myöhästynyt layout-muutoksen vaikutuksesta. Muutoksen toteuttamiseen osallistuivat opinnäytetyön tekijä sekä Metso Automation Oy:n tuotantohenkilöstö. Työn liitteenä on nähtävissä vanhan ja uuden layoutin kuvat sekä valokuvia tuotantotilasta ennen ja jälkeen muutoksen.	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Layout, 5S, Lean
Säilytyspaikka	☐ Verkkokirjasto Theseus ☐ Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Kettunen Ville	
Title Layout Makeover and Implementation of 5S in Metso Automation Oy	
Optional Professional Studies Mechanical planning Production leadership NC production	Instructor(s) Mr Eero Pikkarainen
	Commissioned by Metso Automation Oy, Kajaani
Date Spring 2013	Total Number of Pages and Appendices 49+9
The purpose of this Bachelor's thesis was to design and execute a new production layout for Metso Automation Oy in Kajaani. At the same time the production methods were about to change, because of the implementation of the Lean management 5S method. The Kajaani office of Metso Automation is focusing on cell-based production of measurement tools and analyzers for paper and pulp industry. It had been decided that the production layout in the Kajaani office of Metso Automation needed to be updated, because of upcoming products and the need to improve the general appearance. The production layout plan was executed with Excel-based blueprint. When moving towards a new layout it was natural to implement the 5S method at the same time. First, the reader is introduced to the theory of enterprise resource planning, layout design and layout types. Then, the theory of Lean management and 5S method is dealt with, as well as the actual planning and execution of the new layout and the 5S method. Finally, the work includes the discussion of the results including the opinions of factory workers concerning the new layout during the makeover process and after 6 months in use. As a result of this thesis a new layout was designed and executed for the Kajaani office of Metso Automation. The implementation of the 5S method was started at the same time with the layout makeover and it was completed in autumn 2012. The new layout was designed based on requests of the factory management. People working in the production line were also interviewed and their needs and wishes were taken into account in the layout design. The layout makeover and the implementation of 5S were carried out during summer 2012 without pauses in production. The makeover did not cause a single delay in the delivery of products. The makeover was executed by thesis author and the production workers of Metso Automation Kajaani.	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	Layout, 5S, Lean
Deposited at	☐ Electronic library Theseus ☐ Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Haluan kiittää Eero Pikkaraista, joka esitteli minulle tämän opinnäytetyön aiheen.

Haluan kiittää myös Metso Automation Oy:n Ari J. Karjalaista, joka toimi ohjaajanani työtä tehdessä ja avusti minua paljon työn tekemisessä.

Lisäksi kiitos Metso Automation Kajaanin supply centerin työntekijöille, jotka ottivat layout-muutoksen hyvin vastaan ja auttoivat muutoksen toteutuksessa.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 METSO OYJ	2
3 TUOTANNONOHJAUS JA LAYOUT-SUUNNITTELU	3
3.1 Tuotannonohjaus	3
3.2 Layout-suunnittelu	4
3.3 Layout-tyypit	6
4 LEAN-AJATTELUTAPA	9
5 5S-TYÖKALU	12
6 LAYOUT-SUUNNITTELU METSO AUTOMATION OY:SSÄ	14
6.1 Syyt layout-muutokseen	14
6.2 Lähtökohdat	15
6.3 Suunnittelun aloittaminen	17
6.4 Vanhan layout-kuvan päivitys	20
6.5 Tuotantosolujen tarpeet	21
6.6 Uuden layoutin raakaversion suunnittelu	23
6.7 Tuotantosolujen sijoittelu	26
6.8 Layoutin tarkentaminen ja tuotantosolujen sisäisten layoutien suunnittelu	28
7 LAYOUTIN TOTEUTUS	30
7.1 Vanhojen toimistotilojen käyttöönotto ja lähettämön muutto	30
7.2 Uuden varaston rakentaminen ja romujen hävitys	32
7.3 Tuotantosolujen siirrot	34
8 5S-MENETELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO	36
8.1 Materiaalien tärkeysasteen määrittely tuotantotilassa	37
8.2 Työkalujen, testereiden ja muun materiaalin paikkojen määrittely ja alueiden teippaus	38
8.3 5S:n ylläpito	42

9 TYÖN ANALYSOINTI	43
9.1 Työntekijöiden suhtautuminen layout-muutokseen	43
9.2 Layout-muutoksen onnistuminen	44
9.3 Tyytyväisyyskysely	44
10 YHTEENVETO	48
LÄHTEET	50
LIITTEET	

LYHENNELUETTELO

5S	Lean managementin työkalu, joka pyrkii tuotannon järjestelmällisyyteen ja tehokkuuteen.
IHS	Inhouse service tarkoittaa tehdashuoltoa.
JIT	Just in time on tuotannonohjauksen käytäntö, jossa tuotteita pyritään valmistamaan juuri oikeaan aikaan.
TPS	Toyota production system. Autonvalmistaja Toyotan käyttämä valmistusjärjestelmä.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Metso Automation Oy:n Kajaanin toimipiste. Yrityksessä oli huomattu, että tuotantotila oli sokkeloinen johtuen ympäri hallia sijaitsevista varastohyllyistä. Hyllyt loivat ahtaan vaikutelman, ja työntekijät työskentelivät kuin hyllyjen ympäröimissä huoneissa. Tämä aikaansai myös sen, että epäolennaista tavaraa kasautui tuotantosoluihin. Vanha layout oli ollut käytössä yli 10 vuotta, ja nurkissa pyöri paljon turhaa materiaalia. Yksikön johto ei mielellään esitellyt tuotantotiloja vieraille siellä vallitsevan epäjärjestyksen vuoksi.

Tuotantoon oli tulossa kolme uutta tuotetta, joten layoutissa tarvittiin lisätilaa uusille tuotantosoluille ja solujen laajennuksille. Näiden epäkohtien ja lisätilan tarpeiden vuoksi päätettiin, että tuotantotilan layout on uusittava. Layout-muutoksen alkuvaiheessa oli sovittu, että muutoksen aikana valmistuttaisiin Lean managementin 5S-menetelmän käyttöönottoon tulevaisuudessa. Muutoksen edetessä suunnitelmat kuitenkin muuttuivat, ja 5S-menetelmän lopullinen käyttöönotto otettiin osaksi muutosprojektia.

Layout-muutoksen tavoitteina olivat seuraavat asiat:

- Rajata tuotantohallista erillinen varastotila, jossa suurin osa varastohyllyistä sijaitsee.
- Tehdä tuotantosoluista avoimempia kuin ennen.
- Siirtää tuotantopäällikön toimisto tuotantotilaan.
- Varata lattiapinta-alaa kolmelle uudelle tuotteelle. Sekä uudelle valmiiden tuotteiden alueelle ja taukotilalle.
- Järkeistää tuotantosolujen keskinäistä järjestystä.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan ensin layout-suunnittelun, Lean managementin ja 5S:n teoriaa. Tämän jälkeen siirrytään layout-suunnitteluun, toteutukseen ja 5S:n käyttöönottoon. Lopuksi tarkastellaan, miten työlle asetetut tavoitteet saavutettiin, ja esitellään tyytyväisyyskyselyssä esiin tulleita kommentteja layout-muutoksesta. Työn liitteenä on vanha ja uusi layout-kuva sekä valokuvia ennen ja jälkeen layout-muutoksen.

2 METSO OYJ

Metso on kansainvälinen yritys, joka toimii kaivos-, maarakennus-, massa ja paperi-, voimantuotanto- sekä öljy- ja kaasualalla. Yritys syntyi, kun Valmet Oyj ja Rauma Oyj yhdistyivät 1999. Metso toimii yli 50 maassa ja työllistää 30 000 ihmistä. Sen organisaatio on jaettu kolmeen eri alueeseen: kaivos- ja maarakennus, automaatio sekä massa-, paperi- ja voimantuotanto. Kuvassa 1 on esitetty Metson vuoden 2011 liikevaihdon jakautuminen eri teollisuudenaloilla. [1.]

Liikevaihto 6 646 milj. e
(2010: 5 552 milj. e)



Kuva 1. Metso Oy:n liikevaihdon jakautuminen 2011. [1.]

Metso Automation Oy on Metso-konsernin automaatio- ja säätöteknologiaan erikoistunut haara. Kajaaniissa Metso Automation Oy:n historia alkaa vuonna 1970 Kajaani Oy:n automaatio-osaston osana. Yrityksen tuotteisiin kuuluivat alkuvuosina muun muassa teollisuus-, taksamittari- ja kassakoneautomaation laitteet sekä äänentoistoelektronikkalaitteet.

70-luvun lopussa perustettiin Valmet Oy:n ja Kajaani Oy:n omistama Kajaani electronics Oy, jonka Valmet osti itselleen vuonna 1984. Kun Valmet Oyj ja Rauma Oyj yhdistyivät 1999, syntyi Metso-konserni. Automaatio-osaston nimi on muuttunut monta kertaa vuosien varrella, ja nykyään nimi on vakiintunut Metso Automation Oy:ksi. Metso Automationin Kajaaniin toimipisteessä on keskitytty massa- ja paperiteollisuuden antureihin ja analyysointilaitteisiin. [2.] [3.]

3 TUOTANNONOHJAUS JA LAYOUT-SUUNNITTELU

3.1 Tuotannonohjaus

Nykyaikana tuotteiden valmistukseen keskittyneiden yritysten kilpailu on yhä kovempaa. Kilpailijoita on paljon, ja monet tarjoavat samankaltaisia tuotteita. Kamppailua käydäänkin tuotteiden hinnoittelun ja ominaisuuksien avulla. Markkinoilla kaivataan joustavuutta, jota tuotannonohjauksella pyritään kehittämään. Jotta asiakkaat valitsisivat juuri tietyn yrityksen tuotteen, tulee sen olla hinnaltaan ja laadultaan kilpailukykyinen. Toimivalla tuotannonohjauksella voidaan vähentää valmistuskuluja, parantaa laatua ja tällä tavalla kasvattaa tuotteista saatavaa katetta. Tuotannonohjaus ohjaa yrityksen tuotantojärjestelmää siten, että yrityksen päämäärä ja tavoitteet tuotannon osalta saavutetaan. [4, s. 23–24.]

Tuotannonohjauksen päätekijöitä ovat:

1. Toimitusaika tarkoittaa aikaa, joka kuluu asiakkaan suorittamasta tilauksesta siihen hetkeen, kun asiakas vastaanottaa tuotteen. Jotta toimitusaika saataisiin mahdollisimman lyhyeksi, on ensisijaisen tärkeää, että tieto tilauksesta saavuttaa tuotteen tekijät mahdollisimman nopeasti.
2. Toimitusvarmuus kertoo sen, kuinka monta prosenttia tilauksista on pystytty toimittamaan sovittujen toimitusaikojen puitteissa.
3. Valmistuskustannukset koostuvat tuotteen valmistukseen kuluvan työn, materiaalien ja osien hinnasta.
4. Kapasiteetin toiminta-aste ja toimintasuhde kuvaavat sitä, kuinka suurella käytöllä yrityksen koneet ja työntekijät ovat. Kun jokaisella työntekijällä on työtä ja kaikki koneet ovat käytössä, on kapasiteetin toiminta-aste hyvä.
5. Tuotantoon sidottu pääoma tarkoittaa materiaalivarastoihin, valmisteverastoihin ja keskeneräiseen tuotantoon sidottua pääomaa.

Nämä tekijät vaikuttavat merkittävästi yrityksen kannattavuuteen ja siihen, valitsevatko asiakkaat juuri tietyn yrityksen tuotteen. [4, s. 24–26.]

3.2 Layout-suunnittelu

Layout tarkoittaa tuotantolaitoksen koneiden, laitteiden ja työnkulun muodostamaa järjestelmää. Layout määrittää sen, missä koneet ja laitteet sijaitsevat tuotantotilassa, sekä tuotteiden liikkeet tehtaan lattialla. [4, s. 31.]

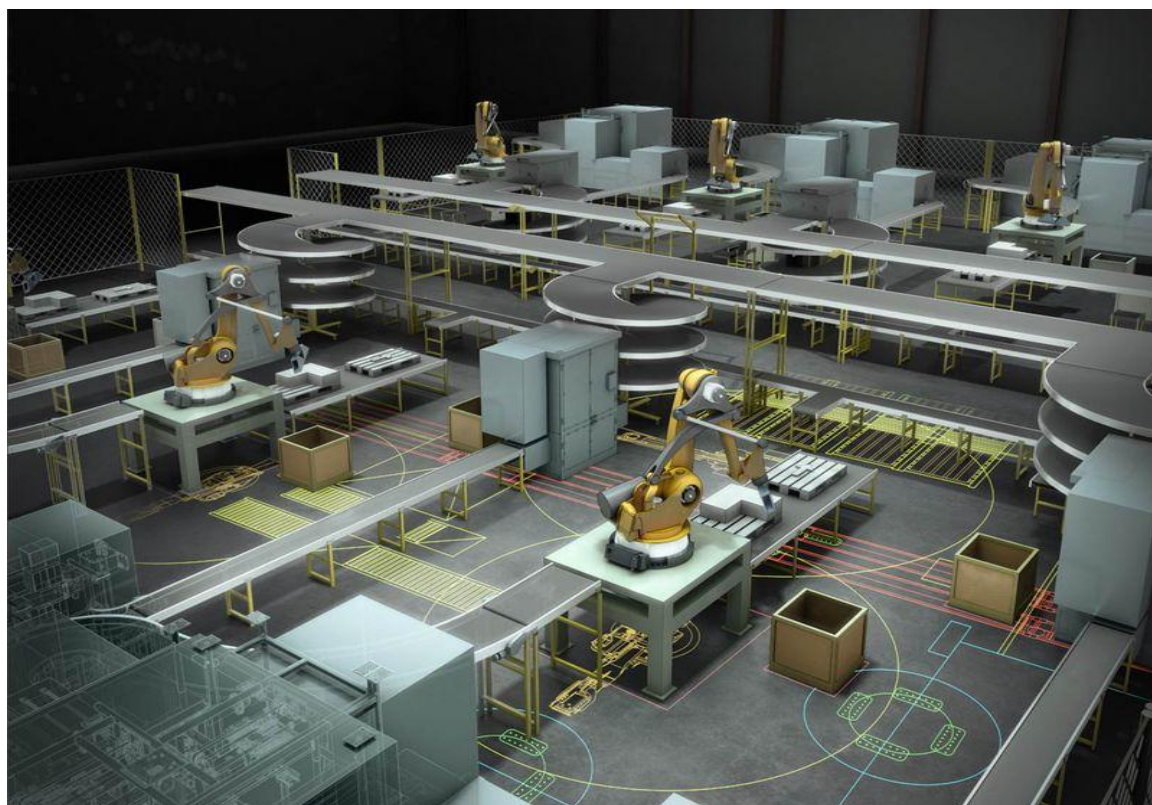
Layout-suunnittelua käytetään niin uusissa kuin jo käytössä olevissa tuotantolaitoksissa, ja sillä pyritään löytämään paras tapa järjestellä tuotantoelementit tuotantotilaan. Suunnittelun etenemiseen vaikuttaa oleellisesti se, aloitetaanko suunnittelu puhtaalta pöydältä vai suunnitellaanko vanhan muuttamista. Tyhjään tilaan muutettaessa on koneet ja materiaalit helppo sijoittaa oikeille paikoilleen, koska tila on heti käytettävissä. Kun taas layout-muutosta suunniteltaessa on otettava huomioon, että ennen siirtoa täytyy materiaalille tarkoitettu tila tyhjentää, jotta siirto olisi mahdollista.

Layout-suunnittelun lähtökohtia ovat:

- käytössä oleva tila
- layout-tyyppi
- tuotantoelementit: koneet, materiaalit ja muut
- tilan resurssit: sähkö, vesi, viemärit ja muut
- valmistettavien tuotteiden tarpeet.

Nykyaikana layout-suunnitelmia tehdään 2- tai 3-ulotteisilla tietokoneohjelmilla. Näiden ohjelmien avulla on mahdollista mallintaa tuotantotila ja lisätä siihen valmiiksi mallinnettuja oikeassa mittakaavassa olevia tuotantoelementtejä. Näitä elementtejä on myös mahdollista mallintaa itse ja käyttää niitä suunnitelmassa. Tällä tavalla nähdään välittömästi, miltä tuotantotilassa tulee näyttämään muutoksen jälkeen.

Kehittyneimmillä ohjelmilla voidaan simuloida materiaalivirtoja, analysoida ja parantaa layoutia jo suunnitelma-asteella. 3D-mallit (kuva 2) ovat näyttäviä ja auttavat layout-suunnitelman esittämisessä henkilöille, joilla ei ole kokemusta piirustusten lukemisesta. [5.]



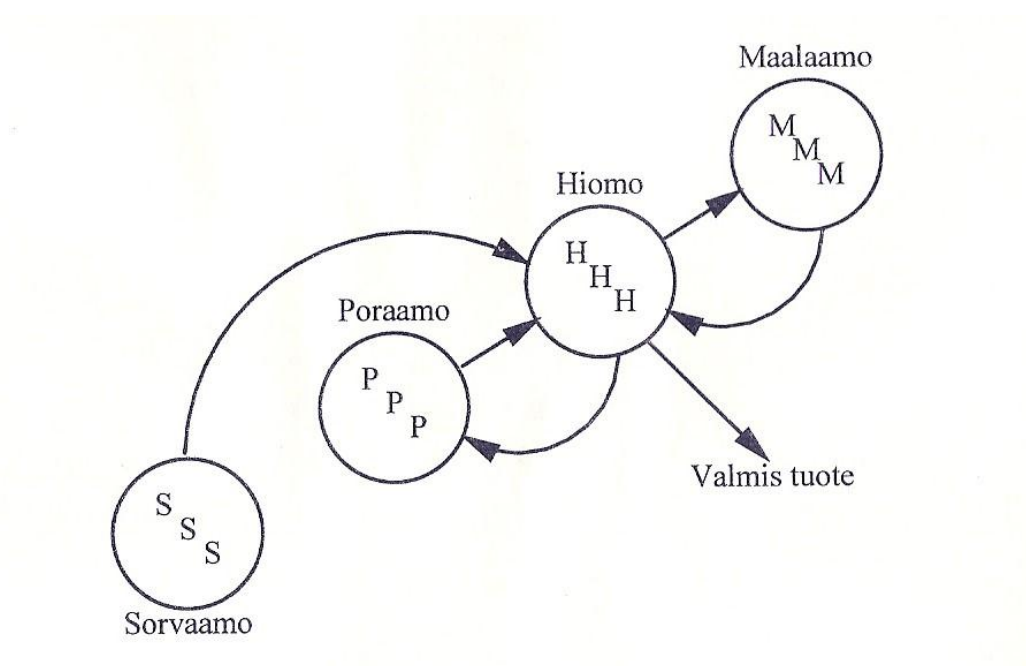
Kuva 2. 3D-layoutsuunnittelua Autodesk Factory Design ohjelmistolla. [6.]

2D-ohjelmilla voidaan luoda rakennuspiirustuspohjaisia layout-kuvia, joiden ymmärtäminen vaatii piirustusten lukutaitoa. 2D-ohjelmat ovat edullinen vaihtoehto verrattuna 3D-versioihin, jos layout-kuvien tarkastelu pohjapiirustustasolla riittää. 2D-ohjelmien eduksi voidaan lukea suunnitelmien helppo muokkaaminen.

3.3 Layout-tyypit

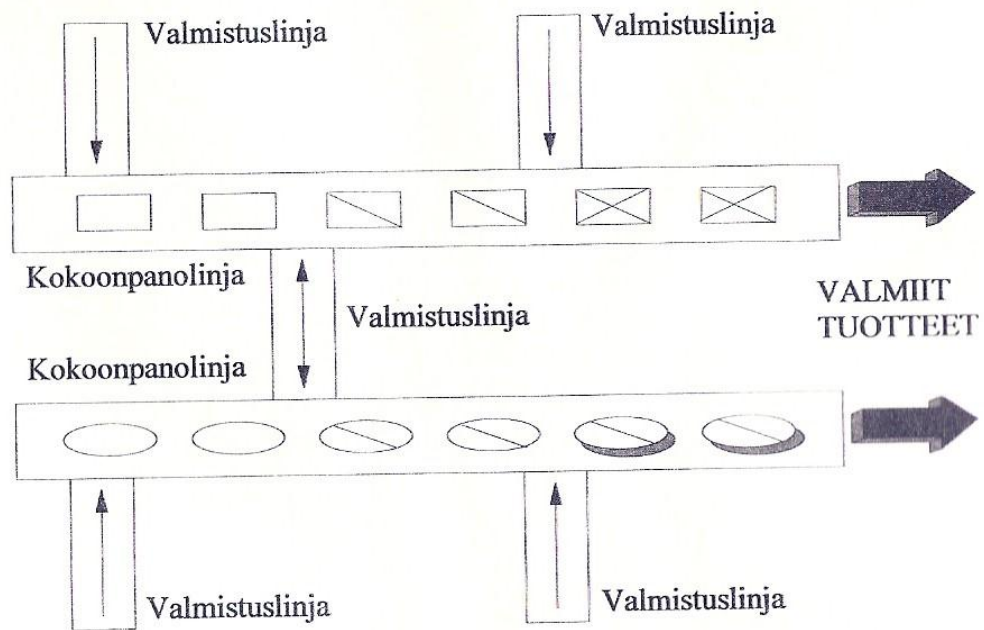
Layout-järjestelmät voidaan luokitella seuraavasti:

- Paikallis-layout, jossa tuotteen valmistus toteutetaan samassa paikassa alusta loppuun. Tällaista layoutia käytetään suurissa rakennusurakoissa, kuten talonrakennuksessa. Työntekijät, koneet ja laitteet saattavat vaihdella tuotteen valmistuksen aikana.
- Toiminnallinen layout (kuva 3), jossa tuotantolaitoksessa erilaista työtä tekevät koneet on ryhmitelty omiksi osastoikseen. Esimerkiksi kaikki jyrsinkoneet on sijoitettu samaan tilaan keskenään ja hiomakoneet omaansa. Materiaali kulkee eri osastojen välillä, niin kauan, kunnes saadaan valmis tuote. Hyvä puoli on, että tuotanto ei välttämättä pysähdy yhden koneen rikkoutuessa, vaan työtä voi jatkaa viereisellä koneella. Haittana on materiaalin liikuttelu koneryhmittymästä toiselle, johon kuluu aikaa.



Kuva 3. Toiminnallinen layout. [4.]

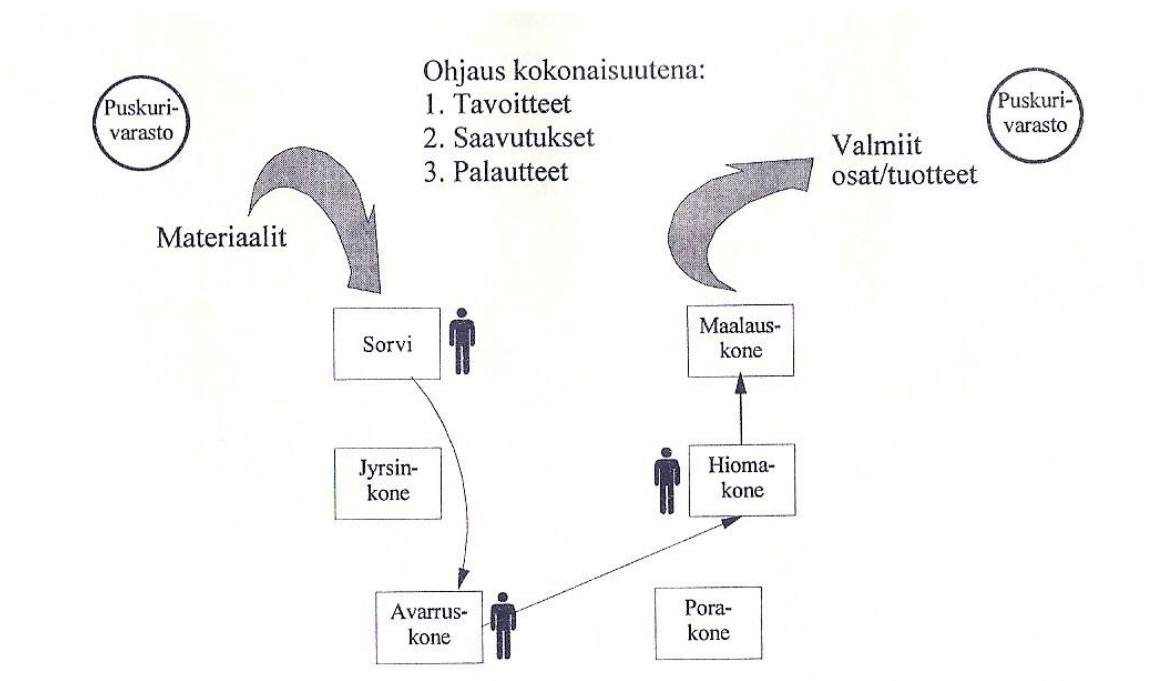
- Tuotantolinja-layout, jossa tuotantolinjat jaetaan kokoonpanolinjoihin ja prosessilinjoihin.
 - a. Kokoonpanolinjassa (kuva 4) valmistettavat tuotteet ovat usein ominaisuuksiltaan erilaisia, tai valmistettu eri raaka-aineista. Tuotteet kulkevat työpisteeltä toiselle, joissa niille tehdään eri työvaiheita. Kun linjan loppupää saavutetaan, on raaka-aineista tullut valmis tuote.



Kuva 4. Kokoonpanolinja. [4.]

- b. Prosessilinjassa tuotanto on pitkälle automatisoitua, ja ihmisen tehtäväksi jää lähinnä koneiden tekemän työn valvominen. Tuotanto on jatkuvaa ja tuotantolinjat muuttumattomia. Raaka-aineina käytetään helposti käsiteltäviä aineita, jotka ovat yleensä nesteen tai rakeiden muodossa. Tällaisia linjoja käytetään lähinnä kemian- ja paperiteollisuudessa.

- Tuotantoryhmä-layout, jossa tuotteet joilla on samankaltaiset valmistusmenetelmät, muodostavat tuotantoryhmän. Tuotantoryhmä koostuu koneista, joilla voidaan valmistaa näitä erilaisia mutta samoilla menetelmillä valmistettavia tuotteita. Näin siirtymäajat koneiden välillä saadaan pieniksi, eikä ylimääräistä varastotilaa tarvita.
- Tuotantosolu-layout, jossa jokaisella tuotteella on oma valmistusalueensa, koneensa ja tekijänsä. Tuotteen valmistus tapahtuu alusta loppuun tiiviissä järjestelmässä, jossa kaikki työvaiheet suoritetaan. Jokaiselle tuotteelle on oma tuotantosolunsa (kuva 5), jotka tuottavat valmiita tuotteita.



Kuva 5. Tuotantosolu. [4.]

- Joustava layout, jossa tuotanto on joko pitkälle tai kokonaan automatisoitua. Työntekijöille jää vain tarkastus, ohjelmointi ja valvontatehtäviä. Robottien merkitys tuotannossa on suuri. Järjestelmä pystyy tuottamaan keskeytymättömästi erilaisiakin tuotteita, kunhan työvaiheet on ohjelmoitu järjestelmään. Järjestelmän kannattavuus perustuu suurien tuotemäärien valmistamiseen. [4, s. 31–35.]

4 LEAN-AJATTELUTAPA

Lean-ajattelutapa on toiminnanohjausmenetelmä, joka on muunneltu versio autovalmistaja Toyotan TPS:stä (Toyota Production System). Lean keskittyy tuotteen asiakasarvon maksimointiin, ja tähän pyritään eliminoimalla kaikki turha pois valmistusprosessista. Samalla prosessia pyritään kehittämään jatkuvasti kohti täydellisyyttä.[7, s. 4–5.]

Lean menetelmän perusideana on, että tuotannossa ajatellaan ensimmäisenä asiakasta. Kuinka asiakas saisi parhaimman mahdollisen tuotteen, ja kuinka tämän tuotteen valmistusprosessi saataisiin mahdollisimman tehokkaaksi. Ensinnäkin tuotannossa työskentelevien ihmisten tulee olla motivoituneita. Tämä saavutetaan kehittämällä työympäristöstä mahdollisimman mukava työskennellä.

Lean on usein hukan poistamista prosessista, mutta pelkkä hukan poistaminen ei takaa hyviä tuloksia. Taulukossa 1 on määritelty, mitä Lean tarkoittaa hukalla.

Taulukko 1. 8 hukan määrittely. [7, s. 15–18.]

Hukka	Selitys
Ylituotanto	Tuotetta valmistetaan enemmän kuin on tarvetta. Tuotteita joudutaan varastoimaan, mistä aiheutuu kustannuksia.
Odottelu	Tuotteen valmistuksessa joku työntekijöistä ei voi tehdä työtään, koska hän joutuu odottamaan, että edellinen saa työnsä tehtyä.
Tarpeeton kuljettelu	Tuotetta kuljetetaan paikasta toiseen kasvattamatta sen arvoa.
Tuotteen ylikäsittely	Tehdään liian hyvää laatua.
Turhat varastot	Varastoidaan tavaraa, jolla ei ole arvoa.
Tarpeeton liikkuminen tai liike	Työkalujen, osien ym. hakemiseen käytetty liikkuminen.
Vialliset tuotteet	Vialliset tuotteet ja niiden korjaus tietää turhaa työtä.
Potentiaalisen työvoiman tuhlaus	Työntekijät voisivat tehdä töitä, mutta he ovat tekemättä mitään, juttelevat keskenään, juovat kahvia jne.

Pysyviin tuloksiin päästään, kun Lean omaksutaan koko tuotantoketjussa. Lean sisältää monia työkaluja: 5S, Andon, pullonkaula-analyysi, JIT, Poka yoke, arvovirtakartoitus ja monia muita. Leania ei pidä kuitenkaan ajatella vain valikoimana työkaluja, vaan täytyy omaksua sen perusajatus ja valita sitten tarvittavat työkalut tukemaan prosessin kehittämistä. [7, s. 4–6.] [8.]

Täydellisessä valmistusprosessissa prosessit ovat pitkälle standardisoituja, mikä mahdollistaa tuotteiden korkean laadun ja lyhyet läpäisyajat. Tähän pyritään tutkimalla arvovirtoja ja tunnistamalla ja eliminoimalla arvoa tuottamattomat toiminnot prosessista. Lean pyrkii siihen, että kaikki prosessit, tuotteet, tuotemäärät ja työvoima ovat joustavia ja muunneltavissa. Asiakkaille toimitetaan sitä, mitä he toivovat laadun, hinnan ja toimitusajan suhteen eikä tehdä esimerkiksi ylilaatua. Kaikkien yrityksen henkilöiden tulisi poistaa ja pyrkiä ehkäisemään kaikenlaista hukkaa tuotannossa. [7, s. 10–12.]

Leanin 5 pääperiaatetta ovat:

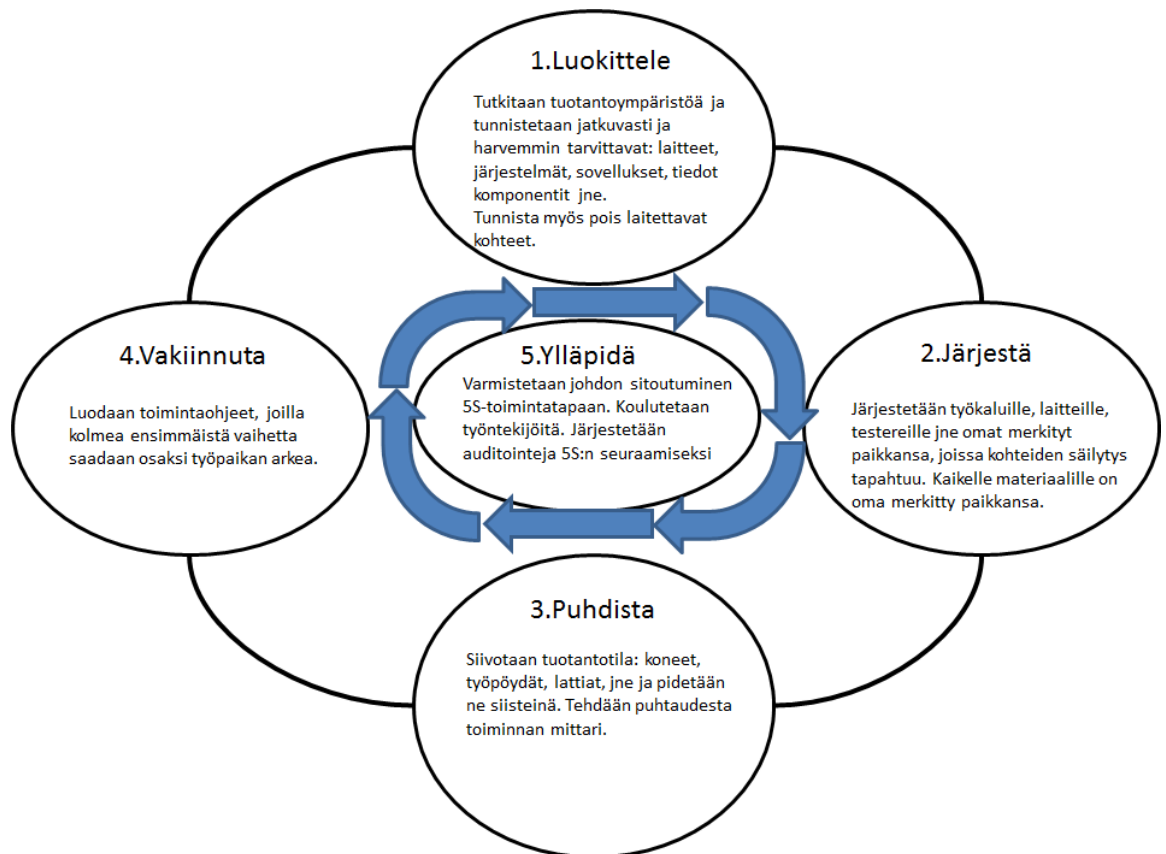
- Asiakasarvon tunnistaminen: mistä asioista tuotteen valmistuksessa asiakas on valmis maksamaan laadusta, toimitusajasta, valmistusmenetelmistä. Mikä tuottaa lisäarvoa asiakkaalle.
- Arvovirtojen tutkiminen: kuinka tuotteen arvo muuttuu matkalla raaka-aineista valmiiksi tuotteeksi. Kuinka paljon arvo lisääntyy kussakin työvaiheessa.
- Tuotevirran ylläpito: tuote kulkee pysähtymättä työvaiheesta toiseen ilman välivarastointeja. Vältetään erätuotantoa ja jonotusta työvaiheisiin. Keskitytään yksittäiseen tuotantoon jos mahdollista.
- Vetoperusteinen tuotanto: tuotteita valmistetaan vain tarpeeseen, niitä ei säilytetä valmiina varastoissa ja toivota niiden menevän kaupaksi.
- Täydellisyyteen pyrkiminen: pyritään tuottamaan juuri sellaisia tuotteita, joita asiakas haluaa juuri oikeaan aikaan ja kilpailukykyiseen hintaan. Pyritään kaiken hukan poistamiseen tuotantoprosessista. [7, s. 10–11.]

Koska Lean on laaja käsite, on sen kaikkien puolien selittäminen vaikeaa. Seuraavista Leanin pääpiirteistä saa kuitenkin peruskuvan siitä, mitä Lean pitää sisällään:

- Asiakaslähtöisyys: Ulkopuolinen asiakas on valmistuksen alku ja loppupiste. Lean pyrkii maksimoimaan tuotteiden asiakasarvon. Tuotantoa kehitetään asiakkaan vaatimusten mukaan ja laatu, hinta ja toimitusajat pyritään määrittämään asiakkaan tarpeen mukaan.
- Yksinkertaisuus: Lean pyrkii aina mahdollisimman yksinkertaiseen ratkaisuun kunkin halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Tämä ilmenee tuotteina, joissa on mahdollisimman vähän osia ja alihankintasopimusten keskittämisenä pienelle määrälle yrityksiä. Tuotteiden valmistukseen valitaan mahdollisimman yksinkertainen kone, jolla saavutetaan tuotteiden haluttu laatu.
- Prosessi: Tutkitaan tuotantoprosessia tuotteen liikkeen kannalta. Seurataan tuotteen liikettä tehtaassa ja pyritään parantamaan sitä.
- Näkyvyys: Toimintojen tuotannossa tulisi olla mahdollisimman hyvin nähtävissä, jotta tuotannon seuraaminen olisi helppoa ja mahdollisten viivästysten tai ongelmien havaitseminen tapahtuisi mahdollisimman nopeasti.
- Vetoperiaate: Pyritään siihen, että tuotanto toimii asiakkaan vaatimusten perusteella. Tuotteita valmistetaan vasta asiakkaan tilauksesta, jolloin ylituotantoa ei synny.
- Viivyttäminen: Kaikki työvaiheet pyritään tekemään mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, toimitusaika huomioiden. Tällä pyritään säilyttämään tuotannon joustavuus ja välttämään hukkatyötä ja riskejä. Jokainen työvaihe ja tuotteen valmistukseen käytetyt työtunnit lisäävät tuotteen arvoa, mikä kasvattaa tappiota, jos kaupat peruuntuvat.
- Ennaltaehkäiseminen: Ongelmia ja hukkaa pyritään ennaltaehkäisemään ennen kuin niistä tulee ylimääräisiä kustannuksia. Tähän pyritään tarkastelemalla tuotteen valmistusprosessia poka yoke-menetelmän avulla, jossa virheet tunnistetaan ja etsimällä virheen lähde pyritään eliminoimaan se. [7, s. 11–12.]

5 5S-TYÖKALU

5S on Lean managementin työkalu, joka on kehitetty Japanissa. 5S nimitys tulee viidestä sanasta (kuva 6), joita käytetään tuotannon tehostamiseen.



Kuva 6. 5S-vaiheet.

Näiden sanojen merkitys on selitetty seuraavasti:

1. Luokittele (Sort)

Tarkastellaan kaikkea materiaalia tuotannossa, ja lajitellaan ne käyttöasteen mukaan. Kaikki käyttämätön tavara heitetään pois. Järjestetään tuotantokierroksia, joissa tutkitaan koko tuotantotila ryhmänä. Näillä kierroksilla kyseenalaistetaan jokainen vastaantuleva esine. Käytetäänkö esinettä päivittäin, kerran viikossa, kerran kuussa vai ei koskaan. Otetaan esimerkiksi työkalu. Jos työkalua käytetään päivittäin, kyseenalaistetaan jopa niiden lukumäärä, onko työkaluja 10, vaikka 5 riittäisi. Jos työkalua käytetään viikoittain tai harvemmin, tarvitseeko sen olla näkyvillä, vai voiko sen laittaa laatikkoon aina käytön

jälkeen. Jos kukaan ryhmästä ei muista, että työkalua olisi koskaan tarvittukaan, heitetään se pois. Tämä vaihe tulisi toistaa puolen vuoden välein, ja siitä pitäisi tulla osa tuotantolaitoksen normaalitoimintaa.

2. Järjestä (Simplify, Set in order)

Määritellään työkaluille, apuvälineille, testereille ja muille omat paikkansa, joihin ne myös palautetaan töiden jälkeen eikä jätetä lojumaan työpöydille. Työkalut ja apuvälineet merkitään siten, että tunnistetaan, mistä työpisteestä ne ovat peräisin. Jokaisella työpisteellä on omat työkalunsa, eikä niitä lainata toisiin työpisteisiin. Näin ylläpidetään järjestystä ja siisteyttä.

3. Puhdista (Sweep, Shine)

Jokainen työntekijä tarkkailee ympäristöään ja poistaa turhaa tavaraa, kun sellaista kohtaa. Tämä koskee niin suoranaista roskaa kuin turhaa materiaaliakin. Työntekijöille voidaan määrätä tietyt vastuualueet, joiden siisteydestä he ovat vastuussa. Alueiden siisteys tarkastetaan säännöllisin väliajoin.

4. Vakiinnuta (Standardise)

Kun kolme ensimmäistä vaihetta on saatu lopullisesti käyttöön, voidaan siirtyä vaiheeseen, jossa kolmen ensimmäisen vaiheen toiminnot muuttuvat peruskäytänteiksi. Toimintojen suorittamiseen määritellään tietyt standardit, jotta työ tehtäisiin aina yhtä laadukkaasti.

5. Ylläpidä (Sustain)

Jokaisen työntekijän on omaksuttava 5S-ideologia ja pidettävä sitä yllä. Jokainen osallistuu järjestelmän ylläpitoon ja kehittämiseen. Järjestetään auditointeja, joilla varmistetaan sitoutuminen 5S-menetelmään ja ehkäistään mahdollinen taantuma entisiin tapoihin.
[7, s. 52.]

6 LAYOUT-SUUNNITTELU METSO AUTOMATION OY:SSÄ

6.1 Syyt layout-muutokseen

Metso Automation Oy:n Kajaanin yksikön vanha layout (liite 1) oli ollut käytössä yli kymmenen vuotta. Nyt uudistukselle loivat paineita kolmen uuden tuotteen valmistus lähitulevaisuudessa. Näille tuotteille tuli järjestää lisätilaa tuotantotilasta. Yksi tuote tarvitsi kokonaan uuden solun, ja kahta valmistettaisiin jo tuotannossa olevan tuotteen laajennetussa solussa.

Tämä ei ollut kuitenkaan ainoa syy muutokselle. Tuotantotilassa melkein jokaisen tuotteen varastohyllyt sijaitsivat tuotantosoluissa. Tästä johtuen hyllyt oli sijoitettu ympäri tuotantohallia. Korkeat hyllyt oli aseteltu solujen reunoille, ja tämä järjestys teki soluista huoneiden kaltaisia suljettuja tiloja. Hyllyjen sijoittelusta johtuen tuotantotila oli sokkeloinen ja ahtaantuntuinen (kuva 7). Lisäksi suljettuun ympäristöön jäi lojumaan turhaa tavaraa, kun sitä ei nähty solun ulkopuolelta. Tämä aiheutti tilanpuutetta solujen sisällä. Uudessa layoutissa haluttiin tehdä soluista avoimempia, jotta pääkäytäviltä näkisi soluihin esteettömästi. Näin koko tuotantotilasta tulisi avarampi.



Kuva 7. Tuotantotila ennen layout-muutosta.

6.2 Lähtökohdat

Tuotantotila käsittää 2500 m²:n tilan. Tila jakautuu vanhassa layoutissa siten, että osa tuotantosoluista on sijoitettu tilan reunoihin ja osa hallin keskelle. Näiden kahden alueen välissä kulkee suorakulmion muodossa leveät pääkäytävät. Tähän tilaan tulisi nyt uudelleensijoittaa 14 tuotantosolua, joissa valmistettavien tuotteiden tilantarve ja tuotantomäärät ovat hyvin erilaisia.

Osa tuotteista siis valmistetaan yhteisissä soluissa. Näiden lisäksi tuotantotilaan on tulossa kolme uutta tuotetta. Näistä kahden valmistuspaikka tulee olemaan jo tuotannossa olevan tuotteen solussa, joten solua täytyy laajentaa uudessa layoutissa. Kolmannelle tuotteelle tulee kokonaan uusi valmistussolunsa. Tuotantosolujen lisäksi tilassa toimii myös tuotteiden lähetys- ja pakkaustoiminnot, joita hoitaa Metson yhteistyökumppani.

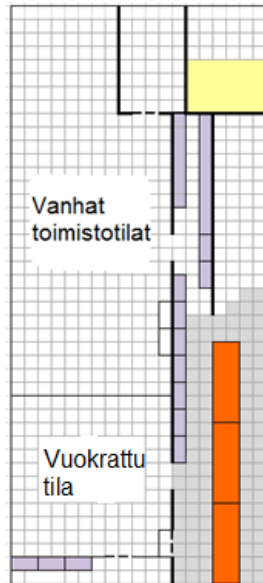
Suunnittelutyö aloitettiin tutustumalla tuotantotilan nykytilanteeseen maaliskuussa 2012. Tuotantohallissa huomattiin, että varastohyllyt ovat suuressa osassa tässä layout-muutoksessa suuren lukumääränsä vuoksi. Hyllyt reunustivat käytäviä ja ympäröivät soluja luoden sokkelomaisen kuvan tuotantohallista. Pahin esimerkki solujen huonemaisuudesta oli Paperlab/PEX/DCD-solu, jossa hyllyt muodostivat seinämät yhteensä noin 159 m²:n alueelle (kuva 8).

Tuotantotilassa oli myös soluista erillään sijaitsevia varastohyllyjä, mutta osa näistä oli epäkäytännöllisesti sijoitettu ja yhtenäiset hyllyrivit oli rakennettu liian pitkiksi kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi Sensodec-solun läheisyydessä oli neljä hyllykokonaisuutta, jotka olivat 15 metriä pitkiä. Suuri osa näiden hyllyjen nimikkeistä oli turhaa materiaalia, jotka oli poistettu varastoarvoista. Nimikkeet oli siirretty romutus-tilaan, jossa ne odottavat tietyn ajan ennen hävitystä.



Kuva 8. Vanhan layoutin ongelma-alueita.

Joitakin vuosia sitten tuotantotilassa oli myös osto- ja logistiikkatoimintojen toimistoja, jotka sijaitsivat hallin reunalla lastauslaiturin läheisyydessä (kuva 9). Näistä tiloista yksi oli vuokrattu IT-yritykselle, joten tila oli hyötykäytössä. Toinen isompi tila oli täytetty vanhoilla toimistotarvikkeilla, pöydillä ja tuoleilla. Huoneessa sijaitsi myös arkisto, jossa oli vanhoja myynti- ja tuotetietoja sisältäviä kansioita. Nämä tilat käsittävät noin 114m²:ä ja olisivat hyvä laajennusmahdollisuus, jos tilat olisi mahdollista tyhjentää.



Kuva 9. Vanhat toimistotilat.

Tuotantohallissa sijaitseva syklauk/vanhennuskoppi aiheutti myös päänvaivaa, koska tämä kolme metriä leveä ja kuusi metriä pitkä koppi oli sijoitettu keskeiselle paikalle. Tuotteiden vanhennuksen ja syklauksen tarve tuotannossa on vähentynyt merkittävästi, ja koppi on liian suuri tarpeeseen nähden. Kopille oli kuitenkin vielä käyttöä, joten sen poistaminen ei tullut kysymykseen. Selvitettiin, olisiko sen siirtäminen hallin reunalle mahdollista.

Rajoituksia layout-muutokselle toivat myös Tuote4:n ilmastoitu testaushuone ja Paperlabin laboratorio. Tämä tarkoitti sitä, että näiden tuotteiden valmistusta ei voi siirtää nykyisestä paikastaan. Lisäksi MCA/TS-testauslaitteet vaativat niiden rakenteesta ja vedenkäytöstä johtuen lattiakaivon, joita hallissa on rajoitetusti.

6.3 Suunnittelun aloittaminen

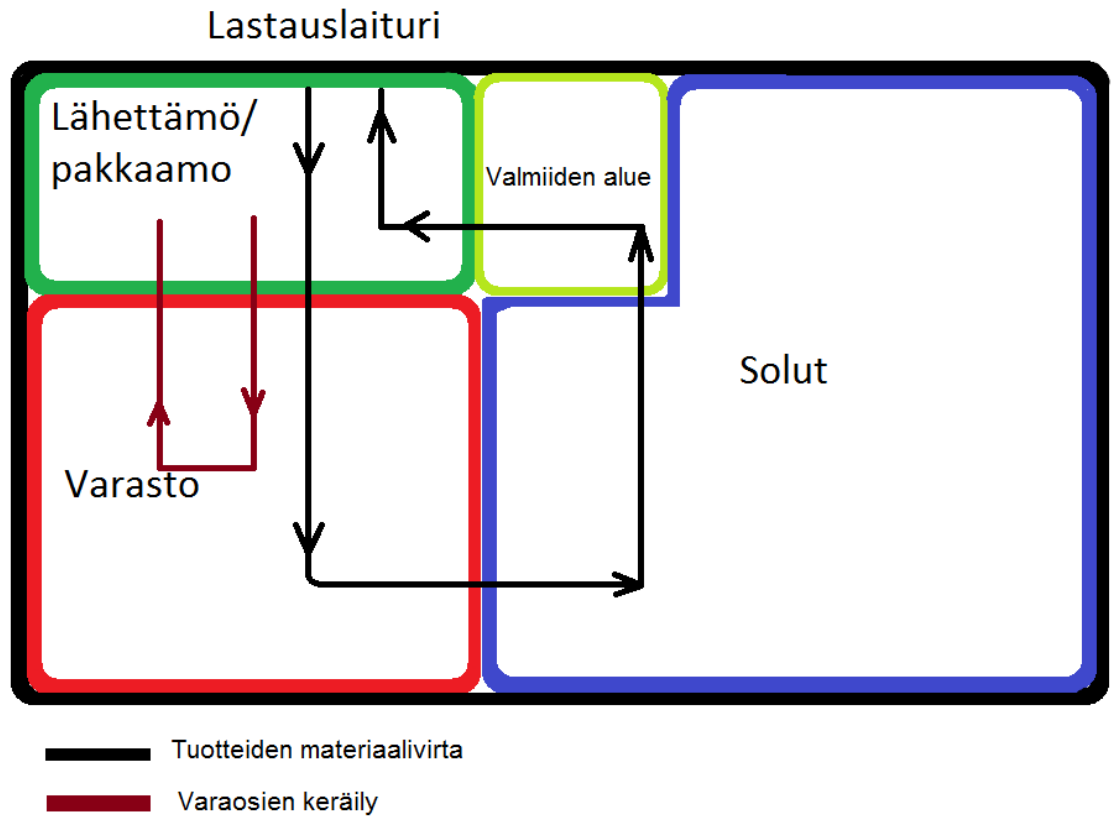
Suunnittelun alkuvaiheessa pidettiin kokouksia yksikön johdon kesken. Näissä kokouksissa pyrittiin saamaan esille mitä layout-muutokselta vaadittiin, ja mitä tulisi muuttaa entiseen verrattuna. Ensimmäinen asia, joka nousi esille oli, että tuotantotilasta haluttiin avarampi ja sokkelomaisuus ja ”huoneet” haluttiin poistaa. Ratkaisu tähän pulmaan oli, että varastohyllyt siirrettäisiin keskitetysti yhteen suureen varastoon. Tämä ratkaisu säästää myös tilaa, koska hyllyt saadaan sijoitettua tiiviimmin. Keskitetyn varaston käyttäminen on kannattavaa, koska

tuotteet tulevat yhä valmiimpina alihankkijoilta ja varastosta haettavien osien määrä on vähentynyt murto-osaan entisestä.

Käytäntö, jossa tuotteen valmistus aloitetaan keräilemällä kokoonpanoon tarvittavat osat varastosta, korostuu, koska varastohyllyt eivät ole enää soluissa. Tämän toivotaan lisäävän tarkkuutta varastokirjauksiin. Tällöin varastosaldot pysyisivät paremmin ajan tasalla. Muutoksena entiseen toivomuksena oli myös, että tuotantotilaan saataisiin oma taukotila, jossa tuotantopäällikkö voisi pitää palavereja tuotantohenkilöstön kesken. Pienen tilan hallin lattiapinta-alasta veisi myös tuotantopäällikön toimisto, jonka hän halusi siirtää tuotantotilaan ollakseen lähempänä vastuualuettaan.

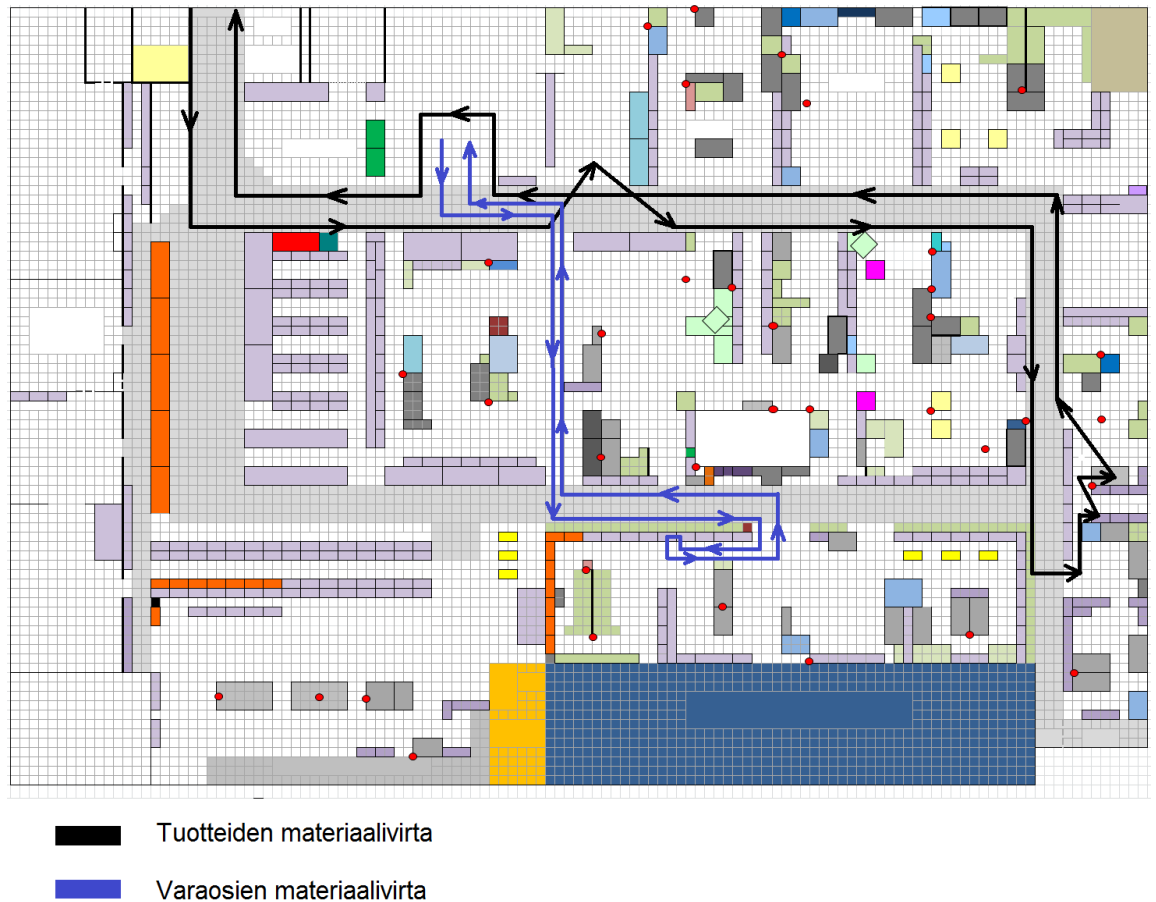
Seuraavaksi selvitettiin, saadaanko entiset toimistohuoneet hyötykäyttöön uudessa layoutissa. Voisiko IT-yrityksen siirtää eri tiloihin tuotantohallin sisällä, vai olisiko se mahdollista siirtää kokonaan toiseen tilaan? Selvisikin, että rakennuksen yläkerrasta oli vapautunut toimistotiloja ja IT-yritys voisi siirtyä sinne toukokuussa. Seuraava haaste oli vanhoissa toimistotiloissa sijaitsevan arkiston uudelleensijoitus. Arkisto käsitti 37 kaappia, joten tilan tulisi olla melko suuri ja sen pitäisi olla jossain muualla kuin tuotantohallissa. Arkisto päätettiin sijoittaa kahvion vieressä olevaan tilaan, johon oli tällä hetkellä varastoitu toimistokalusteita. Koska vanhojen toimistohuoneiden käyttömahdollisuus varmistui, käytettiin rakennusurakoitsija paikalla esittämässä tarjouksensa väliseinien purkamisesta. Purkutyöt sovittiin tehtäväksi toukokuun puolessavälissä.

Vanhojen toimistotilojen käyttömahdollisuuden varmistuttua voitiin aloittaa layoutin perusidean suunnittelu. Ensimmäisessä versiossa eroteltiin suurimpien toimintojen sijainnit: varasto, solut ja lähettämö/pakkaamo. Lähettämön looginen sijainti oli lastauslaiturin läheisyydessä. Perusideana ensimmäisessä vaihtoehdossa (kuva 10) oli, että lähettämön toiminnot siirtyvät vanhoista toimistotiloista saataviin uusiin tiloihin. Näin logistiikan toiminnot ovat mahdollisimman lähellä lastauslaituria, jonka kautta kaikki materiaali kulkee sisään ja ulos.



Kuva 10. Layoutin perusidea vaihtoehto 1 ja uudet materiaalivirrat.

Varasto olisi heti lähettämön vieressä, mikä helpottaisi varastotyöntekijöiden työtä, kun he tarkastavat varastosaldoja tai keräilevät varaosia lähetyksiä varten. Uudessa layoutissa niin tuotteiden kuin varaosienkin materiaalivirroista tulee selkeämpiä, koska varasto on keskitetyllä alueella. Kuvassa 11 on esimerkki yhden tuotteen materiaalivirrasta ja toisen tuotteen varaosakeräilystä vanhassa layoutissa. Varastohyllyt sijaitsevat ympäri tuotantotilaa, mikä tekee nimikkeiden hyllyttämisestä ja keräilystä hankalaa ja aikaavievää.



Kuva 11. Materiaalivirrat vanhassa layoutissa.

Toisessa versiossa varasto olisi sijoitettu uusiin tiloihin, ja lähettämö olisi laajentunut entisellä paikallaan. Tämä versio tosin oli vain vaihtoehtojen etsintää eikä se saanut kannatusta. Varasto olisi vaikea sijoittaa uusiin tiloihin, eikä tilaa saataisi hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. Jatkosuunnittelu tehtiin siis ensimmäisen version perusteella.

6.4 Vanhan layout-kuvan päivitys

Kun uuden layoutin pääpiirteet oli lyöty lukkoon, tarkistettiin vanhan layout-kuvan paikkansapitävyys. Vanha layout-kuva oli toteutettu Excelillä, koska näin layoutia olisi helppo esittää ja muokata tarvittaessa ohjelman yleisyydestä johtuen. Layout-kuvan luomiseksi oli käytetty hyväksi ohjelman ruudukkoa, joka oli muokattu neliöiksi ja yksi ruutu vastasi 50 cm:ä todellisuudessa. Vanhan layout-kuvan päivittäminen oli tärkeää, koska sen elementtejä, pöytiä, testereitä ja muita, käytettäisiin uuden layoutin suunnittelussa.

Tarkistaminen toteutettiin kiertämällä tuotantohalli läpi vanhan layout-kuvan kanssa. Puuttuvat elementit mitattiin ja lisättiin kuvaan, ja myöhemmin Excel-tiedostoon.

6.5 Tuotantosolujen tarpeet

Kun vanha layout-kuva oli päivitetty vastaamaan nykytilannetta, aloitettiin suunnittelemaan varaston ja tuotantosolujen keskinäistä järjestystä. Tässä vaiheessa haastateltiin tuotantotilassa työskenteleviä henkilöitä ja selvitettiin tuotantosolujen tarpeita sekä työntekijöiden toiveita uuden layoutin suhteen. Selvityksen alla olivat erityisesti sähkö-, vesi-, paineilma- ja viemärintarpeet sekä työturvallisuuteen liittyvät asiat.

Tuotantosolujen sähköistys on toteutettu Thorsmannin valmistamilla Indusign-teollisuuspylväillä. Pylväät kiinnitetään kaapelihyllyihin, joista niihin tuodaan sähköt, paineilma ja verkkokaapelit. Näitä pylväitä oli solujen erilaisista tarpeista johtuen monentyyppisiä: perusmallissa oli sähkö, vesi, paineilma ja verkko. Lisävarusteina oli vedensyöttö, viemärinto ja kolmivaihevirta.

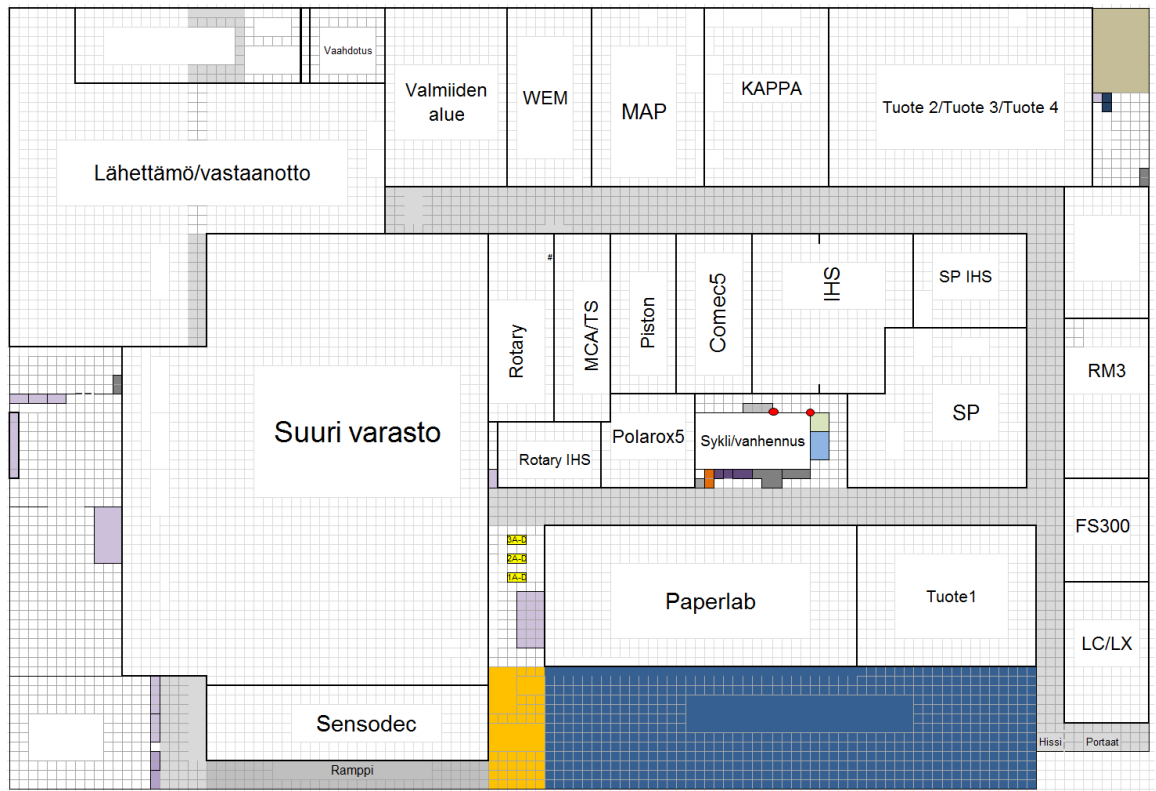
Koska erikoisempia malleja, joissa oli vesi, kolmivaihevirta tai muu ominaisuus, on rajoitetusti, joudutaan pylväät siirtämään solun mukana. Kaikki tuotantosolut tarvitsevat sähköä, paineilmaa ja verkkoyhteyden. Taulukossa 2 on selvitetty solujen erikoistarpeet sekä työntekijöiden mietteitä ja ehdotuksia uuden layoutin suhteen. Suunnittelussa pyrittiin ottamaan työntekijöiden toiveet huomioon.

Taulukko 2. Tuotantosolujen tarpeet ja työntekijöiden toiveet.

Solu	Erikoistarpeet	Toiveet layoutin suhteen
SP-IHS	Vesi, 3-vaihesähkö	Lisää tilaa solulle
Metso SP	3-vaihesähkö	Solun järkevämpi järjestely
FS300	Vesi, 110 V suojaerotettu sähkö, viemäri	
Alkali	Ionivesi	Osa hyllyistä jäisi soluun
RM3/LS	Vesi	Lisää tilaa oma testauspaikka
Kappa	Vesi, ionivesi, viemäri	
PEX/DCD/MAP/WEM	Kuuma/kylmävesi erikseen, viemäriputki	
MCA/TS	3-vaihesähkö, viemäri	
Metso Rotary	3-vaihesähkö, suojaerotusmuuntaja	Kaikki hyllyt pois soluista. Rotary IHS pitää pysyä samassa solussa. Vetokaappi pesutilaan.
Huolto	3-vaihesähkö ja vesi	Huoltosolu tarvitsee hyllyjä huollettaville laitteille, Lisää lattiatilaa.
Lähetämö/pakkaamo		Lisää tilaa
Paperlab	Testauslaboratorio	Sykli/vanhennuskaappi kauemmas tai kompressorin äänieristyksen parantaminen
Optiikkojen kokoonpano	Vetokaappi, kyvettitesteri	

6.6 Uuden layoutin raakaversion suunnittelu

Kun tuotantosolujen tarpeet oli määritelty ja työntekijöiden mielipiteet kerätty, voitiin aloittaa solujen sijoituspaikkojen sekä keskitetyn varaston järjestyksen suunnittelu (kuva 12). Tarvetaulukkoa käytettiin määriteltäessä, kuinka kannattavaa eri solujen siirtäminen olisi. Pääasiassa solut, joissa tarvittiin vettä, oli määritelty soluiksi joita ei kannata siirtää, siirrosta aiheutuvien putkitöiden kulujen vuoksi. Syklus/vanhennuskoppi päätettiin jättää paikalleen, koska sen siirtäminen olisi aiheuttanut paljon ilmastointi- ja sähkötöitä, joista olisi aiheutunut huomattavan suuria kustannuksia.



Kuva 12. Layoutin raakaversio.

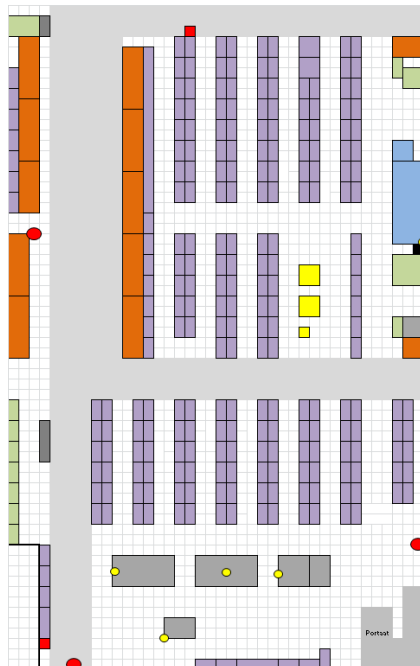
Ennen tarkempia suunnitelmia täytyi päättää, miten varastohyllyt järjestellään suureen varastoon. Varastoon tulevia hyllyjä tulisi olemaan 229 hyllymetriä, joten varasto tarvitsee huomattavan paljon tilaa. Tämä vaikuttaa merkittävästi käytävien ja tuotantosolujen sijoitteluun. Tehtiin useita erilaisia varastomallien versioita, joissa oli kaksi erilaista pääperiaatetta (kuva 13). Näistä vaihtoehtoista jatkojalostukseen valittiin versio 2. Tämä varastomalli valittiin ikkunoista tulevan luonnonvalon suunnan, tuotantohallin valaisimien

sijaintien ja hätäpoistumisteiden sijoittelun vuoksi. Hyllyjen sijoittelussa aiheuttivat haasteita järkevän hyllypituuden säilyttäminen sekä leveät kulkukäytävät.



Kuva 13. Varastomallien versiot 1 ja 2.

Version 2 mallia käytettiin lopullisen varastojärjestyksen perustana. Siitä saatiin toimivampi lisäämällä kulkukäytäviä ja järjeistämällä varastohyllyjen sijoittelua (kuva 14).

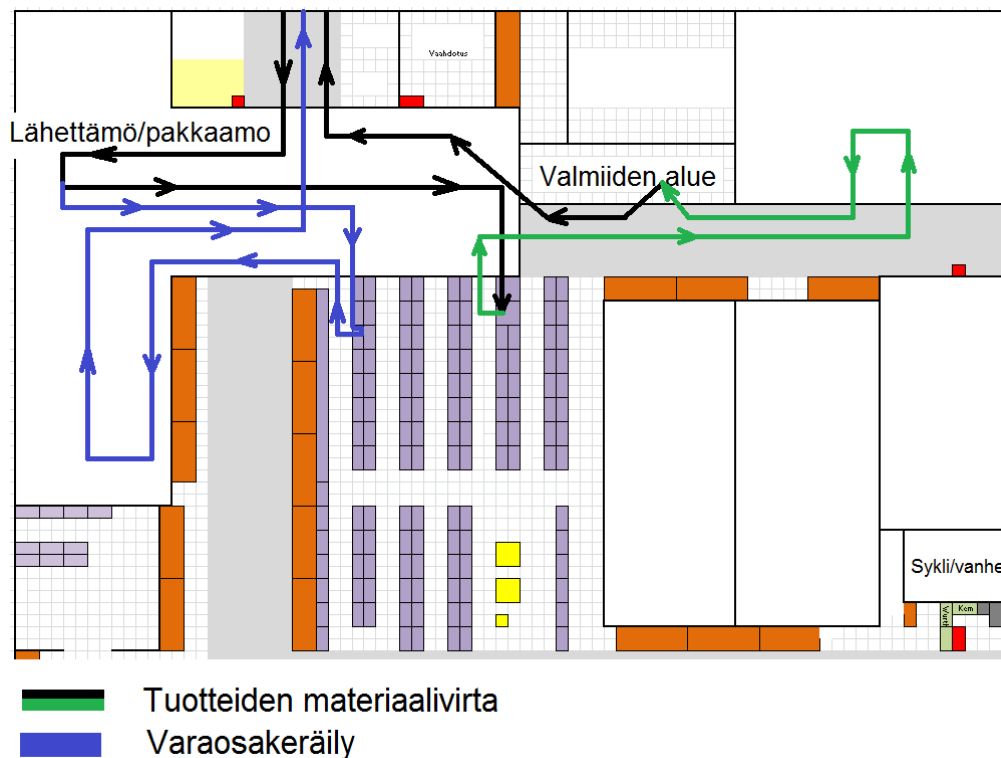


Kuva 14. Lopullinen varaston layout.

Kuormalavahyllyt sijaitsivat vanhassa layoutissa suoraan tuotantohallin valaisimien alapuolella. Paloturvamääräysten mukaan hyllyllä olevien esineiden ja valaisimien välinen etäisyys tulee olla vähintään 1 metri, mikä aiheutti rajoituksia ylähyllyjen käyttöön. Uudessa layoutissa kuormalavahyllyt sijoitettiin siten, että ne eivät ole suoraan valaistuksen alapuolella. Näin ylähyllyjen täysi varastointikapasiteetti saatiin käyttöön. Kuormalavahyllyjen siirrosta johtuen tuotantotilan kulkukäytävät siirtyivät, ja samalla lisättiin tilaa keskialueelle.

Uuden layoutin myötä tuotteiden ja varaosien materiaalivirrat muuttuivat merkittävästi (kuva 15). Varastohyllyjen keskittäminen selkeytti materiaalivirtoja entiseen verrattuna, kun varastonimikkeitä ei tarvitse kuljettaa ympäri tuotantohallia. Varastohyllyjen poistaminen tuotantosoluista aikaansai uuden materiaalivirran varaston ja tuotantosolujen välille. Tätä uutta materiaalivirtaa kuvataan vihreällä värillä.

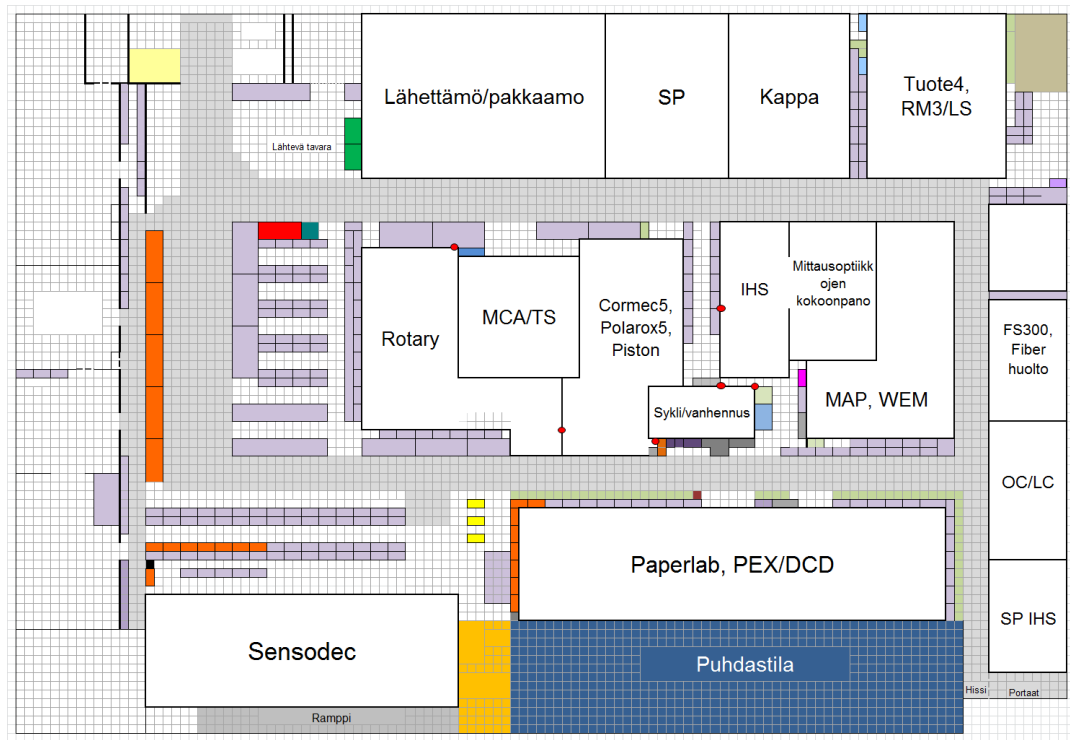
Tuotteen valmistukseen varattu materiaali saapuu vastaanottoon, josta se siirretään keskitettyyn varastoon. Työntekijä noutaa materiaalit varastosta ja valmistaa laitteen. Valmis tuote viedään valmiiden alueelle, josta se haetaan pakkaukseen ja lähetetään tilaajalle. Varaosien materiaalivirta on muuten samanlainen, mutta nimikkeet kulkevat vain lähettämön ja varaston välillä käymättä tuotantosoluissa.



Kuva 15. Materiaalivirrat uudessa layoutissa.

6.7 Tuotantosolujen sijoittelu

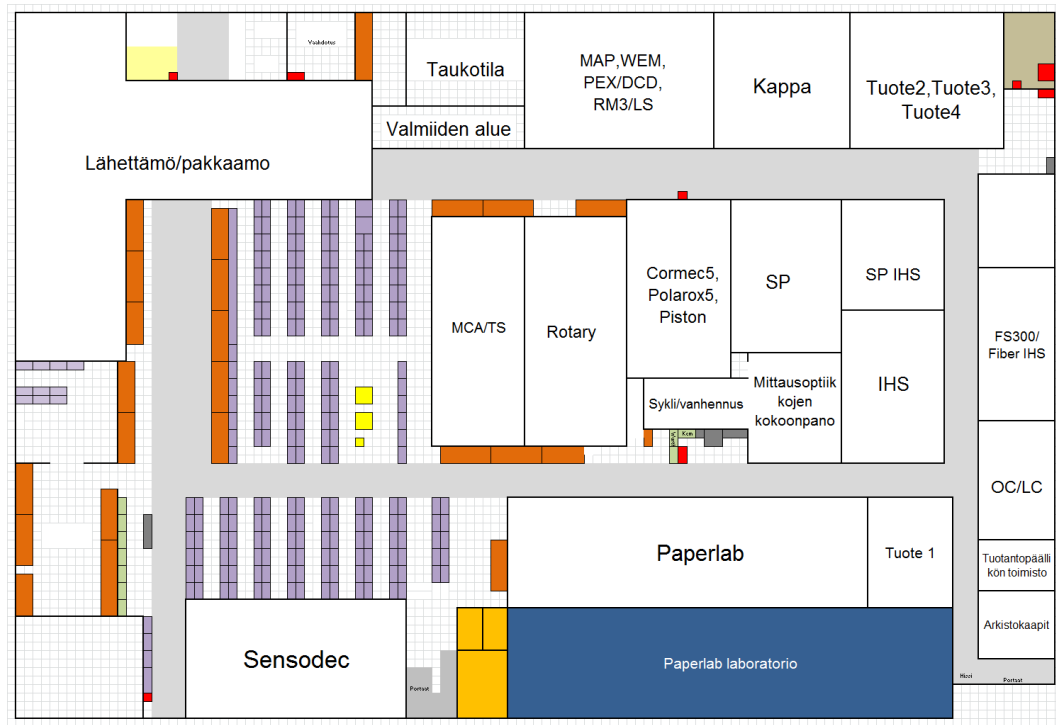
Kun varastohyllyjen paikat olivat tiedossa, voitiin aloittaa tuotantosolujen järjestyksen suunnittelu. Tuotannossa käytetään paljon alihankintaa, ja soluissa tapahtuva työskentely on enimmäkseen kokoonpanoa ja testaamista. Näin ollen tuotantosolujen keskinäisellä järjestyksellä ei ole suurta merkitystä, vaan solujen järkevät sijainnit määrittävät lähinnä niiden erikoistarpeet. Poikkeuksena tähän riippumattomuuteen muista soluista tuovat tuotteet, joilla on oma huoltosolunsa. Näiden IHS-solujen on järkevää olla valmistussolun vieressä johtuen samoista työkaluista ja testereistä. Nykytilanteessa (kuva 16) SP:n valmistus ja SP-IHS olivatkin eri puolilla tuotantohallia ja uudessa suunnitelmassa nämä solut päätettiin sijoittaa vierekkäin.



Kuva 16. Solujen sijainnit vanhassa layoutissa.

Solujen keskinäisen järjestyksen suunnittelu aloitettiin sijoittamalla lähettämön toiminnot lastauslaiturin läheisyydestä saatavaan lisätilaan (kuva 17). Lähettämön alueeseen kuuluvat edelleen lastauslaiturin oikeanpuoleiset alueet sekä vanhan lähettämön kohdalle tuleva uusi valmiiden tuotteiden alue. Valmiiden tuotteiden alueen ideana on, että tuotteet, jotka ovat valmiita pakkaukseen, tuodaan tälle alueelle eivätkä ne jää soluihin viemään tuotannollista

tilaa. Kun tuotteen lähetyspäivä lähestyy, hakee pakkaamon henkilökunta tuotteen alueelta, pakkaa ja lähettää sen.



Kuva 17. Solujen uudet sijainnit.

Seuraavaksi suunniteltiin hallin yläpuoliselle sivulle tulevia soluja. Tuote4:n solu tulisi jättää paikalleen testaushuoneen takia. Solua täytyy laajentaa, koska siinä tullaan valmistamaan myös kahta uutta tuotetta. Kappa-solu jätettiin paikalleen, koska tuotteen testaus vaatii monenlaisia vesituloja, joita ei kustannussyistä ole järkevää siirtää. MAP/WEM-solu sijoitettiin Kapan viereen, koska näin saadaan kaikki suuret tuotteet Paperlabia lukuun ottamatta sijoitettua leveimmän käytävän varteen. Tällä tavalla helpotetaan suurien tuotteiden liikuttelua tuotantohallissa. Samaan soluun siirtyvät myös MR3/LS- sekä PEX/DCD-valmistus. Tämän solun vierisessä tilassa tulee olemaan toivottu taukotila sekä valmiiden tuotteiden alue.

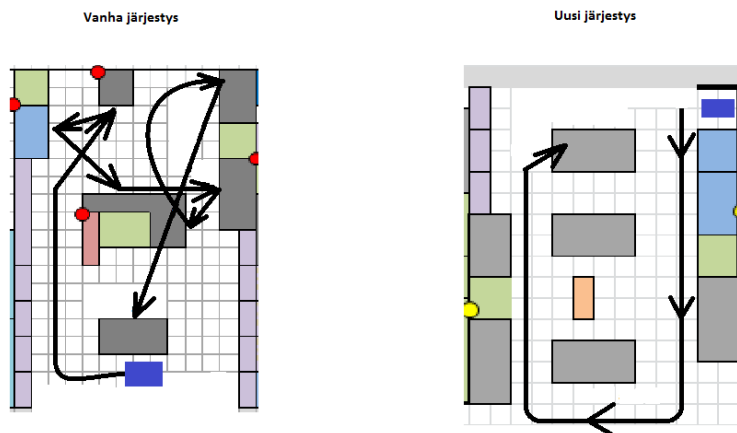
Käytävien ympäröimään keskitilaan jäävät pienikokoiset tuotteet Rotary, MCA/TS, Cormec5, Polaro5, Piston, mittausoptiikoiden kokoonpano sekä IHS. Uutena keskialueelle siirtyvät SP- ja SP-IHS-solut jotka sijoitettiin vierekkäin, koska ne toimivat asiakkaina toisilleen ja käyttävät samoja työkaluja ja testereitä. Valmistussolujen keskinäiset järjestykset muuttuivat hiukan. Koska varasto vei tilaa keskialueelta, täytyi Rotaryn valmistus siirtää MCA/TS-solun oikealle puolelle. Myös Cormec5, Polaro5 ja Piston siirtyvät oikealle, jotta

tila saatiin jaettua tasaisesti. Vaikka varasto veikin tilaa keskialueelta, solut mahtuivat alueelle, koska hyllyt oli poistettu sekä käytäviä oli siirretty kohti hallin ulkoreunoja, mikä lisäsi tilaa keskialueelle.

Oikealla reunalla olevat FS300, OC/LC pysyvät paikoillaan. Oikealta alanurkasta vapautuneeseen SP-IHS:n tilaan sijoitettiin käytävän varressa olleet tuotemanuaalikaapit. Paperlab pysyi paikallaan laboratorion tarpeen takia, mutta sen tilaa supistettiin, koska tarvittiin uusi solu Tuote1:n valmistukseen. Sensodecin valmistus säilyi entisellä paikallaan, tosin varasto pienensi solun pinta-alan noin puoleen entisestä. Sensodecin tilanvähennystä helpotettiin korvaamalla toimistoihin johtava ramppi portailla.

6.8 Layoutin tarkentaminen ja tuotantosolujen sisäisten layoutien suunnittelu

Kun solujen sijainnit tuotantohallissa oli päätetty, tuli aika suunnitella solujen sisäiset layoutit mahdollisimman järkevästi. Työntekijöille jaettiin suurennoksia uusista solujen rajoista, ja he saivat hahmotella solussa tarvittavien pöytien, koneiden ja hyllyjen paikat itse. Monet työntekijät olivatkin innokkaita suunnittelemaan omaa työpistettään, mutta osa ei halunnut ottaa kantaa asiaan. Muuttamalla solujen sisäistä järjestystä pyrittiin samalla kehittämään solun toimivuutta. Esimerkiksi Metso SP:n sisäistä järjestystä (kuva 18) onnistuttiin parantamaan. Tuotteen materiaalivirrasta saatiin selkeämpi, kun hyppyyttäminen edestakaisin eri työvaiheissa solun sisällä poistui. Materiaalivirrasta tehtiin spagettidiagrammi, jonka avulla se muutettiin U-malliseksi. Kaikissa soluissa pyrittiin samankaltaisiin parannuksiin, jos sellaisille oli tarvetta.



Kuva 18. Materiaalivirta Metso SP:ssä ennen ja jälkeen muutoksen.

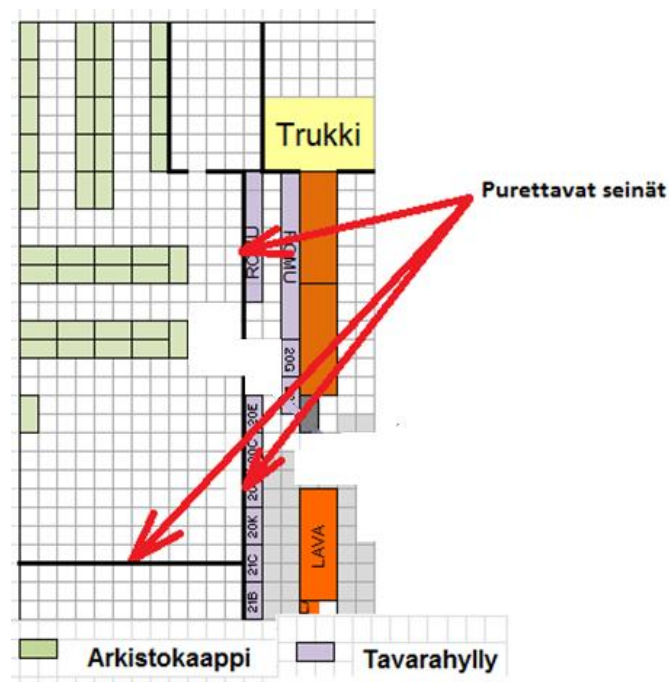
Nykyaikana kierrättäminen ja vihreät arvot ovat yhä tärkeämpiä asioita teollisuudessa, ja uuden layoutin myötä parannettiin myös tuotantolaitoksen kierrätysmenetelmiä. Vanhassa layoutissa kierrätyspisteet oli sijoitettu ympäri tuotantotilaa, joten oikean kierrätysastian löytäminen oli haasteellista. Uuden layoutin ansiosta saatiin lastauslaiturin välitilaa raivattua, ja kaikki kierrätysastiat saatiin sijoitettua samaan tilaan. Lisäksi metallinkierrätysastiat vaihdettiin kauluksilla varustetuista eurolavoista kierrätysyhtiön suurempiin metallinkeräysastioihin. Tämän uudistuksen ansiosta astioita ei tarvitse tyhjentää niin usein kuin ennen.

Uuden layoutin hahmottamiseksi teipattiin lattiaan teippejä, joista selvisi tulevat solujen rajat. Näitä rajoja tutkimalla saatiin parempi kuva siitä, miltä tuotantohallissa näyttäisi muutoksen jälkeen. Kun pohjapiirustus oli valmis, laadittiin alustava muuttoaikataulu (liite 3). Koska muutos toteutettaisiin kesälomien aikaan, oletettiin tämän tuovan hankaluuksia muuttoon. Solujen muutot yritettiin ajoittaa siten, että solussa työskentelevät henkilöt olisivat paikalla, kun solu siirretään. Tuotannon aikataulut, tilaukset ja testaukset otettiin myös huomioon tuotantosolujen siirroissa. Jos solun siirto ei ollut mahdollista suunniteltuna ajankohtana, siirryttiin toteuttamaan muita muutoksia, ja palattiin solun siirtoon heti, kun se oli mahdollista.

7 LAYOUTIN TOTEUTUS

7.1 Vanhojen toimistotilojen käyttöönotto ja lähettämön muutto

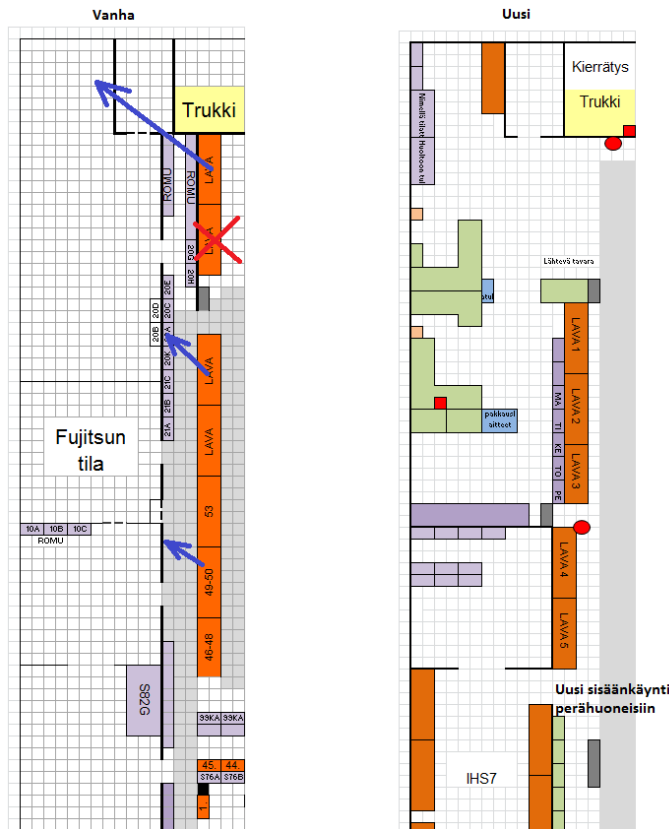
Layout-muutoksen ensimmäisenä tehtävänä oli saada vanhat toimistotilat käyttöön mahdollisimman nopeasti, koska lähettämön siirto uusiin tiloihin mahdollistaa muiden muutosten käynnistämisen. IT-yritys oli aloittanut siirtymisen uusiin tiloihin purkutöiden tieltä. Rakennusyrityksen kanssa oli sovittu, että toimistohuoneiden seinien purkutöet (kuva 19) aloitettaisiin perjantaina ja työ kestäisi 4-5 päivää. Ennen purkutöitä täytyi huoneissa olevat arkistokaapit kuitenkin saada pois tilasta. Kahvion viereiseen toimistohuoneeseen raivattiin tila, johon arkistokaapit siirrettiin.



Kuva 19. Vanhojen toimistohuoneiden purettavat seinät.

Sisäänkäynti entisiin toimistotiloihin oli ahdas, joten arkistokaapit eivät mahtuneet ulos. Ongelma ratkaistiin siirtämällä varastohyllyt pois edestä ja tekemällä seinään reikä, josta arkistokaapit saatiin helposti ulos purkutöiden tieltä.

Vanhojen toimistotilojen huonekorkeus oli matalampi kuin tuotantohallissa. Tästä johtuen sähkömiehen piti asentaa lamput korkeammalle tilojen uutta käyttötarkoitusta ajatellen. Kun seinät oli purettu ja lamput asennettu, siirrettiin kuormalavahyllyt seinän viereen, kuten oli suunniteltu (kuva 20). Hyllyrivin jouduttiin jättämään väli sähkönjakokeskuksen vuoksi. Rakennusmiehet tekivät uuden oviaukon takavarastoon, koska lavahyllyt peittivät entiset ovet.



Kuva 20. Kuormalavahyllyjen siirtymät.

Kun uusien tilojen lattia oli pesty ja vahattu, aloitettiin lähettämön ja pakkaamon siirtäminen uusiin tiloihin. Siirto suoritettiin perjantaina työpäivän jälkeen, jotta lähettämön ja pakkaamon työnteko ei häiriintynyt. Siirtoavuksi saatiin talkooporukkaa, jonka avustuksella siirto saatiin suoritettua nopeasti. Siirto tehtiin siten, että työnteko lähettämössä pystyi jatkumaan keskeytyksettä maanantaiaamuna.

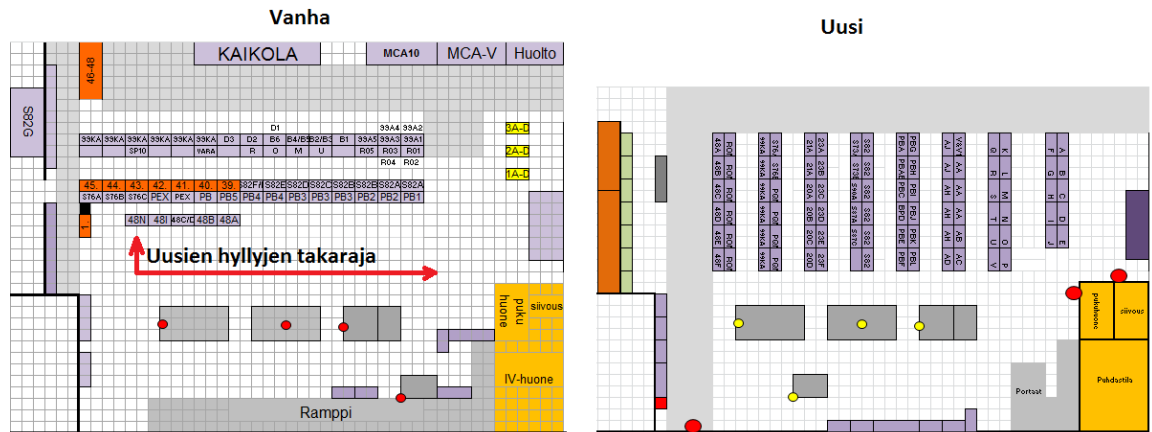
7.2 Uuden varaston rakentaminen ja romujen hävitys

Jotta uuden varaston rakentaminen voitiin aloittaa, tarvittiin lisää hyllymateriaaleja. Hyllyt koostuvat irtonaisista päädyistä, hyllylevyistä sekä tukirautoista (kuva 21). Varaston muutos toteutettiin siten, että alku tehtiin vapaana olleilla hyllyillä. Tämän jälkeen uusia saatiin purkamalla varastohyllyjä, jotka jäivät tyhjilleen materiaalien siirryttyä uusiin hyllyihin. Näin varaston muutos saatiin etenemään hyllyjä purkamalla ja uudelleen kokoamalla.



Kuva 21. Varastohyllytyyppi. [9.]

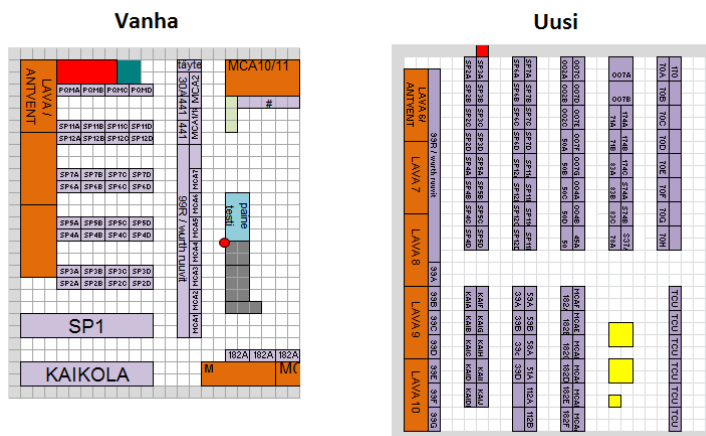
Oman haasteensa uuden varaston rakentamiseen toi se, että vanhat hyllyrivit olivat uusien tiellä (kuva 22). Tästä johtuen täytyi edetä siten, että uusia hyllyrivejä aloitettiin useita kerralla ja edettiin niin pitkälle kuin pystyttiin, kunnes vanhat hyllyt tulivat eteen, jolloin aloitettiin uusi rivi. Toisena haasteena oli, että hyllyissä olevia tavaroita ei voinut siirtää mielivaltaisesti, koska hyllyt oli nimetty sisältönsä mukaan tuotteittain. Näitä saman tuotteen hyllyjä saattoi olla useita peräkkäin, ja niiden keskinäisen järjestyksen tuli säilyä. Hyllyrivejä pystyttiin jatkamaan sitä mukaa, kun tavarat siirtyivät uusiin paikkoihin. Tämä oli mahdollista järkevällä tuotehyllyjen sijoittelulla uuteen varastoon sekä turhien romujen hävittämisellä hyllyistä.



Kuva 22. Hyllyjen vanhat ja uudet sijainnit.

Romujen hävittäminen aloitettiin puhdistamalla hyllyvälejä, joissa tiedettiin olevan tarpeettomia nimikkeitä. Hyllyissä olleiden nimikkeiden kohtalo päätettiin niiden varastoarvoja ja varastoliikennettä tutkimalla. Jos nimikkeellä ei ollut arvoa eikä käyttöä, se hävitettiin. Turhien nimikkeiden hävittäminen tuki myös 5S:ään siirtymistä, jossa kaikki hukka pyritään eliminoimaan.

Koska uuteen varastoon haluttiin mahdollisimman paljon laajennusvaraa uusia tuotteita ajatellen, pyrittiin tuotteiden varastohyllyjä tiivistämään. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että hyllylevyjä sijoitettiin korkeammalle ja enemmän kuin ennen. Näin varastosta saatiin tilaa säästävämpi. Varastohyllyjen muutossa pyrittiin siihen, että hyllyjen sisältö siirrettäisiin suoraan vanhasta paikasta uuteen vakituiseen paikkaan. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista SP-hyllyjen kohdalla, sillä hyllyt sijaitsivat juuri siinä paikassa, mihin ne sijoittuvat uudessa layoutissa mutta toisinpäin (kuva 23).



Kuva 23. SP-hyllyjen sijoittelu.

Tässä tilanteessa meneteltiin siten, että SP-hyllyjen nimikkeet siirrettiin toiseen identtiseen hyllyyn, joka oli vielä tyhjillään. Kun hyllyt oli tyhjennetty, onnistuttiin tyhjat hyllyt kääntämään purkamatta niitä, ja yhdistämään 8 metriä pitkiksi kokonaisuudeksi. Näihin hyllyihin siirrettiin loput SP-osat ja loputkin hyllyt saatiin käännettyä ja liitettyä toisiinsa. Koko varastoa ei voinut rakentaa kerralla loppuun asti, sillä Rotaryn ja MCA/TS:n tuotantosolut ja kuormalavahyllyt täytyi siirtää ensin pois tieltä.

Varastohyllyjen siirroissa jouduttiin hyllyt useimmiten purkamaan ja kasaamaan uudestaan, koska pitkien hyllykokonaisuuksien siirtäminen ei hyllyjen rakenteen vuoksi ollut mahdollista. Tästä johtuen varaston järjestämiseen kului paljon aikaa.

7.3 Tuotantosolujen siirrot

Jotta tuotantosolujen siirrot saatiin onnistumaan tuotantoa häiritsemättä, täytyi solujen sähköistys ja muut tarpeet saada kuntoon jo ennen siirtoa. Tämä tarkoitti sitä, että sähkötolppien asemat merkittiin lattiaan ja työmiehet kävivät asentamassa tolpat oikeisiin paikkoihin ennen solun siirtoa. Työt täytyi hoitaa jaksoittaisesti, koska tolppia täytyi monissa tapauksissa siirtää solun vanhasta sijainnista.

Tuotantosolujen muuttojärjestyksen määräsi se, minkä solun uusi tila oli tyhjillään siirtoa varten. Lähettämö/pakkaamo muutettiin heti, kun sille varatut uudet tilat valmistuivat. Seuraavaksi siirrettiin MAP/WEM-solu, joka siirtyi entiselle lähettämön alueelle. Näin tuotantosolujen siirrot lähtivät etenemään järjestelmällisesti aina, kun uusi tila vapautui.

Eniten toimenpiteitä aiheutti Metso SP:n siirto uuteen paikkaansa. Suurien tuotantomäärien vuoksi tuotteen toimitukset turvattiin tekemällä viikon tarpeet etukäteen puskurivarastoksi. Näin haluttiin turvata toimitusvarmuus, vaikka solua ei olisikaan saatu toimintakuntoon heti siirron jälkeen. Solun siirrosta ei kuitenkaan ilmennyt odottamattomia ongelmia ja tuotanto pystyi jatkumaan normaalisti heti solun siirryttyä.

Joidenkin solujen siirroissa tapahtui odottamattomia viivästyksiä. MAP/WEM-solussa oli laite, jonka testaus oli jäänyt kesken kesälomien ajaksi. Muu osa solusta siirrettiin jo uuteen paikkaansa, mutta kyseinen testipaikka jouduttiin jättämään vielä paikoilleen. Tämä viivästytti

SP-IHS:n muuttoa uudelle paikalleen. Tilanne ratkesi, kun uuden MAP/WEM-solun testipaikat saatiin toimintakuntoon, ja laite voitiin siirtää uuteen soluunsa.

Kun soluja sijoitettiin uusiin paikkoihinsa, huomattiin, että soluihin tarvittiin seinäkkeitä näkösuojiksi, jotta työpisteissä olisi miellyttävämpi työskennellä. Aluksi käytettiin vanhoja olemassa olevia Martelan valmistamia seinäkkeitä, mutta niiden rajoitetun määrän vuoksi jouduttiin tilaamaan myös uusia malleja. Seinäkkeiden sijoittelussa pyrittiin siihen, että yleisilme olisi yhtenäinen, joten uudet ja vanhat seinäkkeet sijoitettiin eri paikkoihin.

Käytännön tekeminen muokkasi suunnitelmia layout-muutoksessa, kun huomattiin jokin ratkaisu suunniteltua paremmaksi. Lopullinen layout on esitetty liitteessä 2.

8 5S-MENETELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Layout-suunnittelun alkuvaiheessa oli päätetty, että muutoksessa valmistuttaisiin 5S-menetelmän käyttöönottoon tulevaisuudessa. Layout-muutoksen edetessä kuitenkin päätettiin, että 5S otettaisiin käyttöön kokonaisuudessaan. 5S-menetelmän käyttöönottoon valmistautuminen aloitettiin jo ennen muuttoa pyrkimällä poistamaan mahdollisimman paljon hukkaa tuotannosta. Toukokuun alusta lähtien alettiin suorittaa tuotantotilan tarkastuskierroksia eli wastewalkeja, joissa pyrittiin tunnistamaan ja eliminoimaan hukkatekijöitä. SP-IHS-solusta oli rakennettu 5S-mallisolu, jo ennen layout-muutosta. Tästä solusta saatiin käsitys siitä, miltä 5S:n mukaisen tuotantosolun tulee näyttää.

Tuotantotilan toimintojen seuraamisen helpottamiseksi perustettiin Lean-piste (kuva 24), joka tarjoaa tärkeää tietoa tuotantotilasta ja sen toiminnasta.



Kuva 24. Lean-piste.

8.1 Materiaalien tärkeysasteen määrittely tuotantotilassa

5S-menetelmän käyttöönotto aloitettiin tuotantokierroksilla, joiden aikana työpisteissä olevia työkaluja, testereitä ja muita laitteita jaoteltiin käyttöasteen perusteella. Tämä tarkoitti materiaalia niin soluissa kuin varastoissakin. Tuotantotilaan oli vuosien varrella kertynyt paljon epämääräistä materiaalia, ja nyt oli tullut aika selvittää tavaroiden tarpeellisuus ja niille suoritettavat jatkotoimenpiteet. Ensimmäisenä käynnistettiin prosessi, jossa tuotantotilat tarkastettiin säännöllisin väliajoin. Näille wastewalkeille otettiin mukaan henkilöitä tuotannosta. Näiden kierrosten perimmäisenä tarkoituksena oli esitellä 5S-ideologiaa työntekijöille tarkastelemalla työpisteitä ja tunnistamalla niistä turhia ja tarpeellisia asioita.

Jokainen työpisteessä oleva esine kyseenalaistettiin ja määriteltiin sen tarpeellisuus. Päivittäisessä käytössä olevat työkalut saivat olla näkyvillä, jos ne olivat siistissä järjestyksessä esimerkiksi työkaluseinässä. Harvemmin käytettävät työkalut sijoitettiin pois näkyviltä, ja turhat poistettiin kokonaan. Soluista löytyi henkilökohtaisia kätköjä, joissa oli muun muassa käytettyjä laitteiden osia, joita saatettaisiin ehkä tarvita tulevaisuudessa. Näiden kätköjen haittana oli, että ne veivät tilaa ja niiden sisällöstä ei ollut tarkkaa tietoa kenelläkään. Kun kierroksia järjestettiin tarpeeksi usein, alkoi pakonomainen siistiminen muuttua vähitellen jokapäiväiseksi rutiiniksi.

Hukan poistamiseksi suoritettiin myös suurempia kertaluontoisia romujen hävityksiä. Kun vanhoja toimistohuoneita valmisteltiin käyttöönotettaviksi, täytyi ne saada tyhjäksi siellä säilytyistä tavaroista. Osalle olikin jo säilytyspaikka kuten arkistokaapeille. Huoneissa oli kuitenkin myös paljon toimistotarvikkeita: pöytiä, tuoleja ja kaappeja. Tavarat käytiin läpi ja huonokuntoiset, rikkiäiset ja tarpeettomat luokiteltiin hukaksi ja hävitettiin. Osa kalusteista kuitenkin säästettiin, koska niille oli vielä käyttöä. Seuraava suuri hävityskohde oli varastohyllyjen sisältö. Hyllyihin oli vuosien saatossa jäänyt nimikkeitä, jotka oli jo poistettu varastoarvoista. Nämä osat olivat olleet tässä tilassa pitkään, ja oli tullut aika hävittää tarpeettomat.

Hyllyjen siivoamisen jälkeen oli vuorossa takavarasto, johon oli säilötty vanhojen tuotteiden käyttämättömiä ja viallisia osia, käytettyjä laitteita ja vanhoja testereitä. Jokaisen tuotteen asiantuntijan täytyi tehdä päätös siitä, mitä osille tehtiin. Tavaraa hävitettiin sitä mukaa kun varastoa käytiin läpi. Takavarastoon saatiin tehtyä jonkin verran lisätilaa. Nimikkeiden läpikäyminen oli hidasta ja aikaa vievää, joten sitä ei ehditty tehdä loppuun tämän työn

puitteissa. Kun luokitteluvaihe oli suoritettu, oli tuotannosta poistunut paljon turhaa materiaalia ja varastoon ja tuotantotilaan saatu paljon lisää tilaa.

8.2 Työkalujen, testereiden ja muun materiaalin paikkojen määrittäminen ja alueiden teipaus

Seuraava 5S:n vaihe oli määrittää jokaiselle työkalulle, testerille, nimikkeelle ja muille omat paikkansa tuotantohallissa. Tällä menettelyllä nopeutetaan työskentelyä, kun työkalujen etsimiseen ei tarvitse kuluttaa aikaa. Nykytilassa työkaluja varastoitiin työpöydillä, laatikostoissa ja hyllyissä, joissa ne olivat melko sekavassa järjestyksessä ja tietyn työkalun löytämiseen kului paljon aikaa. Jokapäiväisessä käytössä olevat työkalut sijoitettiin helposti saataville siisteihin työkalukaappeihin, joissa niille oli nimetyt säilytyspaikat (kuva 25). Kaapeissa on suljettavat ovet, ja näin työkalut saadaan tarvittaessa pois näkyvistä ja tuotantosolun yleisilme tulee siistimmäksi.



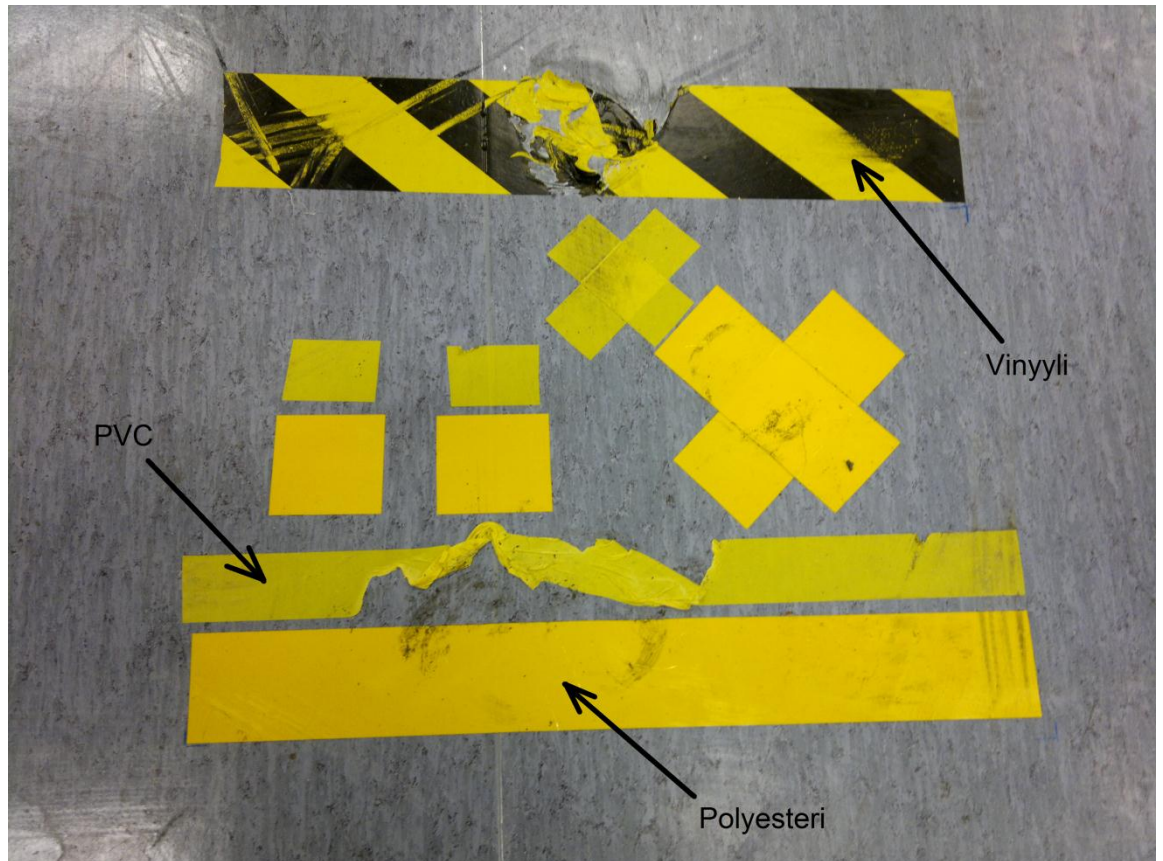
Kuva 25. Työkalukaappi.

Koska varastohyllyt uudessa varastossa ovat korkeampia kuin ennen, tarvittiin yhä useammin apuvälineitä, jotta yletettiin ottamaan haluttu tavara hyllystä. Tästä syystä tuotantotilaan hankittiinkin useita tikkaita. Näiden apuvälineiden tulee olla helposti löydettävissä, joten hyllynpäätyihin kiinnitettiin koukut, joihin tikkaat voi ripustaa (kuva 26). Samalla parannettiin varastohyllyjen yleisilmettä hankkimalla varastohyllyjen päätyihin peitelevyt. Peitelevyihin kiinnitettiin varastoalueen pohjapiirroksia, jotka helpottavat halutun hyllyn löytämistä.



Kuva 26. Hyllynpäädyt ja tikkaiden säilytys.

Tuotantohalleissa käytetään usein lattiamerkintöjä, joilla merkitään esimerkiksi käytävien ja koneiden paikat. Nämä merkinnät on helpoin toteuttaa lattiaan liimattavilla teipeillä. Vanhassa layoutissa oli käytetty teippejä merkitsemään käytäviä ja sähkökaappien edustoja. Kun tuotantotilojen layout muuttui, siirtyivät myös käytävät ja vanhat teipit täytyi poistaa. Syynä teippien poistamiseen ei ollut vain käytävien siirto, vaan myös se, että 5S-järjestelmässä erivärisillä lattiateipeillä on omat merkityksensä. Aikaisemmin käytössä ollut teippi oli mustakeltaraitaista, joka merkitsee aluetta, jossa säilytetään terveydelle vaarallisia aineita tai alueella on tapaturmariski. Lisäksi uusien teippien haluttiin olevan kestävämpää materiaalia kuin vanha. Etsittiin yrityksiä, jotka valmistavat lattiamerkkaukseen tarkoitettuja teippejä. Eri vaihtoehtoista valittiin kaksi uutta ja vanha teippi kestävyystestiin. Oli tärkeää, että teippi kestää, vaikka sen päältä ajettaisiin trukilla toistuvasti. Testi suoritettiin ajamalla henkilönostin lattiaan liimattujen testipalojen päälle ja kääntelemällä rengasta teippien päällä. Tuloksien perusteella (kuva 27) valittiin polyesteri-teippi parhaaksi. Koska lattiamerkintöjen väreistä ei ole standardia, käytettiin määräyksessä teippivalmistajan suositusta (kuva 28). [10.]



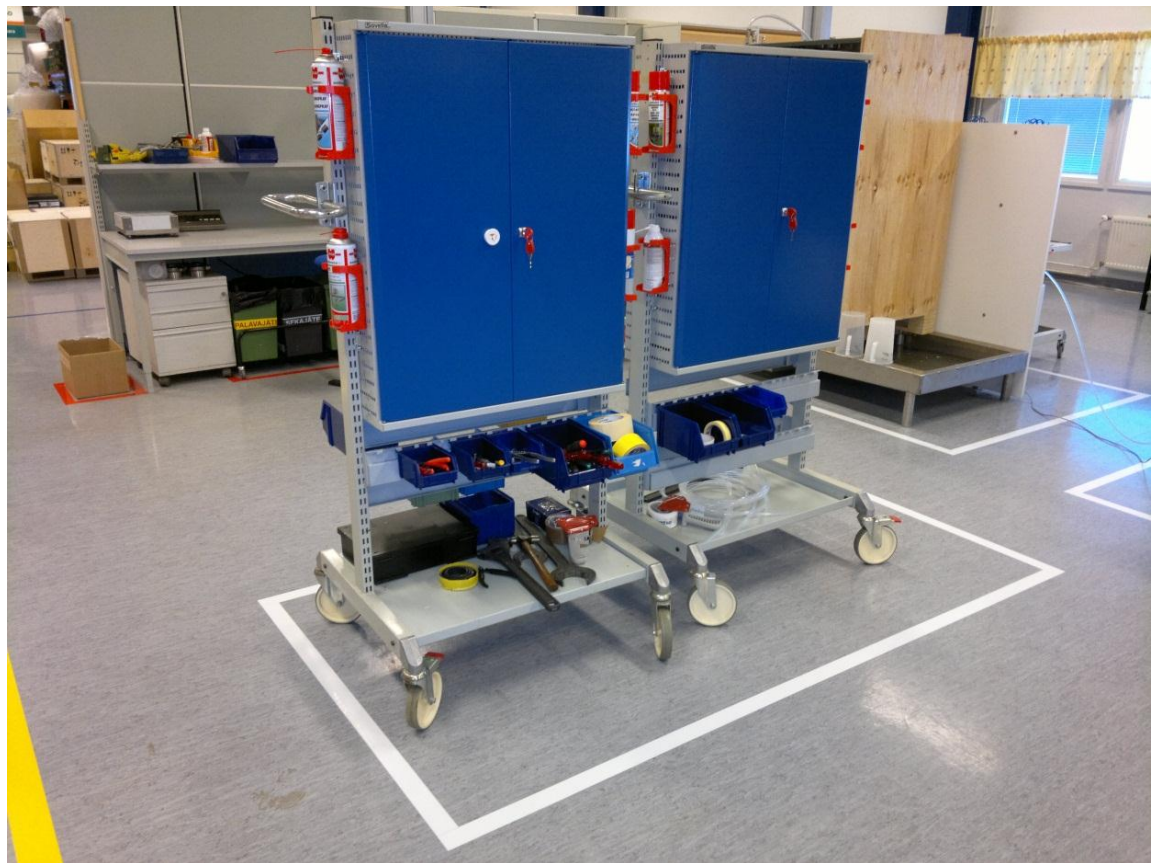
Kuva 27. Teippien kestävyystestin tulokset.

	Keltainen	Käytävät ja tuotantosolujen rajat
	Valkoinen	Testialueet, kärryjen, tikkaiden ym säilytyspaikat
	Sininen	Materiaalit, komponentit, keskeneräiset ja valmiit tuotteet
	Punainen	Romut, epäkurantit, roskikset, kierrätys
	Punavalko raita	Alueet jotka on pidettävä puhtaana turvallisuussyistä esim. sähkökaappien, sammuttimien ja ensiaputarvikkeiden edusta
	Mustakelta raita	Alueet joilla säilytetään/käytetään terveydelle vaarallisia aineita tai alueella on tapaturmariski

Kuva 28. Teippivärien merkitykset.

Kun merkittävät kohteet oli päätetty, arvioitiin, kuinka paljon mitäkin teippiväriä tarvittaisiin. Käytävät mitattiin ja laskettiin, että käytäviin tarvittiin noin 382 metriä keltaista teippiä. Keltaista teippiä tilattiin hiukan yli tarvittavan määrän ja muiden teippien määrä arvioitiin, koska mittaaminen olisi ollut vaikeaa. Osaa teippiväreistä täytyikin tilata lisää, koska ne loppuivat kesken.

Lattiamerkinnät toivat tuotantohalliin järjestelmällisyyttä, kun kaikelle materiaalille on oma määritelty paikkansa (kuva 29). Myös tuotantotilan turvallisuus lisääntyi, kun ensiaputarvikkeet on helpompi havaita lattiamerkintöjen ansiosta (kuva 30). Liitteessä 4 on esitetty kuvia tuotantohallista ennen ja jälkeen 5S:n käyttöönoton.



Kuva 29. Työkalukaappien lattiamerkinnät.



Kuva 30. Ensiapuvälineiden merkinnät.

8.3 5S:n ylläpito

Jotta 5S ei jäisi vain kertaluontoiseksi siivous- ja järjestelyoperaatioksi, täytyi sen mukainen toiminta juurruttaa jokapäiväiseen työskentelyyn. Tämän saavuttamiseksi alettiin järjestää wastewalk-kierroksia, joihin valitaan eri henkilöitä tuotantohenkilökunnasta. Kierrosten aikana jokainen solu käydään läpi ja tarkastellaan niiden kuntoa.

Vähitellen työntekijät itsekin huomasivat epäkohtia ja huomauttivat niistä. Kun kierroksia oli järjestetty useampia, oli kehitystä selvästi tapahtunut, sillä huomautettavaa löytyi aina vähemmän. Järjestyksen ylläpitämiseksi myös yhteisessä käytössä oleville alueille määrättiin vastuuhenkilöt, jotka huolehtivat oman alueensa siisteydestä.

9 TYÖN ANALYSOINTI

Tämän insinöörityön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa uusi layout Metso Automationin Kajaanin yksikön tuotantotilaan sekä ottaa käyttöön Lean managementin 5S-järjestelmä. Työn tulokset ovat helposti nähtävissä, koska muutos ei jäänyt vain suunnitelma-asteelle, vaan se myös toteutettiin käytännössä.

9.1 Työntekijöiden suhtautuminen layout-muutokseen

Tuotantotilassa työskentelevät ihmiset ja yksikön johto reagoivat muutokseen eri tavoin, ja suhtautuminen muuttui prosessin edetessä:

Suunnitteluvaiheessa:

- Osa tuotantotyöntekijöistä oli innoissaan muutoksesta ja siitä, että heidän työympäristöään kehitetään. He kertoivat myös kehitysideoita haastatteluissa. Osa henkilöistä oli sitä mieltä, että muutosta ei tarvittaisi ja että kaiken pitäisi säilyä ennallaan. Lisäksi osa työntekijöistä suhtautui muutokseen passiivisesti, eivätkä he välittäneet muutoksesta.
- Johdon suhtautuminen muutokseen oli positiivinen ja kannustava. Ja odotukset olivat erityisesti tuotantotilan yleisilmeen parantamisessa.

Layout-muutoksen aikana:

- Tuotantotyöntekijöiden positiivinen asenne lisääntyi projektin edetessä, ja osa työntekijöistä oli halukkaita auttamaan muutostöissä tarvittaessa. Pieni osa suhtautui vieläkin negatiivisesti tai passiivisesti, eivätkä he halunneet osallistua muutokseen, esimerkiksi oman työpisteensä suunnitteluun.
- Johdon positiivinen ja kannustava asenne muutokseen säilyi koko muutoksen ajan. Ja se jopa voimistui sitä mukaa, kun lopputulos alkoi hahmottua.

9.2 Layout-muutoksen onnistuminen

Alkuperäisestä aikataulusta myöhästyi 6 viikkoa. Tämä johtui siitä, että 5S:n käyttöönotto ei kuulunut alkuperäiseen aikatauluun. Lisäksi vanhojen toimistotilojen käyttöönotto ja muut viimeistelytyöt veivät enemmän aikaa kuin oli suunniteltu. Suurin syy oli kuitenkin varaston järjestelyyn kulunut aika. Viivästyksestä ei kuitenkaan aiheutunut haittaa, koska yksikään laitetoimitus ei myöhästynyt layout-muutoksen vaikutuksesta.

Kaikki uudelle layoutille asetetut tavoitteet saavutettiin, ja työn toimeksiantaja on tyytyväinen lopputulokseen. Palkitsevaa työssä oli nähdä suunnitelman siirtyminen paperilta todelliseen ympäristöön. Suunnitelmia muutettiin muuton edetessä, jos huomattiin jokin ratkaisu suunniteltua paremmaksi. Näillä muutoksilla layoutista tuli käytännöllisempi ja visuaalisesti parempi kuin alkuperäisessä suunnitelmassa.

9.3 Tyytyväisyyskysely

Puoli vuotta layout-muutoksen jälkeen haastateltiin kolmea tehtaan johtohenkilöä, viittä tuotantotyöntekijää sekä kahta lähettämön työntekijää. Heiltä kysyttiin, mitä hyvää uudella layoutilla on saavutettu ja mitä olisi voitu tehdä toisin. Seuraavassa osiossa on esitetty kyselyssä tulleita kommentteja koottuna ryhmittäin.

Johtohenkilöstö:

- Layout-muutoksen saavutukset
 - Tuotantotilan yleisilme on ammattimaisempi.
 - Työpisteet ovat selkeämmin hahmotettavissa.
 - Tilan logistiikka on parantunut.
 - Lattiateippaukset luovat järjestelmällisyyttä, kun materiaaleille on omat merkityt paikkansa.
 - Tuotantotilan työviihtyvyys ja työilmapiiri ovat parantuneet.
 - Leveämmät käytävät lisäävät työturvallisuutta.
 - Toiminnot tuotantotilassa ovat muuttuneet virtaviivaisemmiksi esimerkiksi varaosakeräilyt.

- Keskitetyssä varastossa materiaalit ovat paremmin hallinnassa, ja nimikkeiden kuitaaminen pois varastosaldoista on luontevampaa, kun varasto on erotettuna tuotantosoluista.
- Tuotantopäällikön toimisto on tuotantotilassa, joten hän saa paremman kuvan tuotannon tilanteesta.
- Muutos toteutettiin pienellä budjetilla.
- Tilassa on laajennuskapasiteettia tulevaisuutta varten.
- 5S-järjestelmään siirtymisen jälkeen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota myös työturvallisuuden kehittämiseen ja 5S:stä on tullut 6S-järjestelmä, kun siihen on lisätty turvallisuus eli englanniksi safety.
- Suurimmat saavutukset muutosprosessissa
 - Tuotanto ei keskeytynyt missään vaiheessa.
 - Ei suunniteltu layoutia liian tarkasti, vaan aloitettiin muutostyö ja tarkennettiin suunnitelmaa sen edetessä. Tällä tavalla säästettiin huomattavasti aikaa.
 - Projektin tarkka seuraaminen ja viikoittaiset tavoitteet auttoivat onnistumisessa.
 - Muutosvastarintaa saatiin vähennettyä myös epäroivista työntekijöistä.
 - Avajaisjuhlat korostivat layoutin valmistumista ja antoivat kiitoksen työntekijöille heidän työpanoksestaan muutoksessa, mikä nosti työilmapiiriä.
- Mitä olisi voinut tehdä toisin
 - Tuotantohenkilöstön sitoutuminen muutokseen olisi pitänyt herättää aikaisemmin, ottamalla heitä enemmän mukaan suunnitteluvaiheeseen.
 - Varaston järjestelyyn olisi tarvittu enemmän työvoimaa, jotta se olisi valmistunut nopeammin.
 - Sermitarpeiden määrittäminen ja uusien saatavuuden selvittäminen olisi pitänyt tehdä aikaisemmassa vaiheessa.
 - Pientavaraa voisi säilöä paternostimeen, tämä helpottaisi inventaariota ja säästäisi lattiapinta-alaa.
 - Muutoksessa olisi voitu käyttää useampaa työntekijää sen nopeuttamiseksi.

Tuotantotyöntekijät:

- Layout-muutoksen saavutukset
 - Paljon parempi ratkaisu kuin entinen layout.
 - Testipaikat merkitty selkeästi, näyttää järjestelmälliseltä.
 - Erillinen varasto on hyvä asia.
 - Avarammat tilat ja käytävät helpottavat suurien laitteiden liikuttelua.
 - Suuret tuotteet sijoitettu lähemmäs ulko-ovea ja leveään käytävän varteen.
- Positiivista muutosprosessissa
 - Muutostyöt eivät häirinneet työntekoa.
- Mitä olisi voinut tehdä toisin
 - Toteutuksen olisi voinut ajoittaa muuhun kuin kesälomien aikaan.
 - Varastohyllyistä vielä enemmän turhaa pois. Vaatii paljon aikaa ja tuotteiden tuntemusta.
 - Varasto hiukan sekaisin, lähettämön henkilökunta tarvitsee usein apua osien löytämiseen.
 - Sijoittaa tuotantotilaan enemmän sermejä ulkonäön parantamiseksi.
 - Erillinen varasto on kaukana, jos siellä joutuu käymään useita kertoja päivässä.

Lähetämö/pakkaamo:

- Layout-muutoksen saavutukset
 - Kokonaisuutena parempi ja selkeämpi ratkaisu.
 - Keskitetty varasto on lähettämön läheisyydessä.
- Mitä olisi voinut tehdä toisin
 - Käyttää matalampia varastohyllyjä, koska tikkaiden käyttö on aikaa vievää.

- Kehityskohteita
 - Varasto pitäisi läpikäydä perusteellisesti, vaihtaa nimikkeet sopivankokoisiin laatikoihin, yhdistää laatikot, joissa on samaa nimikettä monessa paikassa ja vaihtaa kaikkiin laatikoihin uudet etiketit isommalla fontilla.

Loppukyselyn perusteella sekä johto että työntekijät ovat tyytyväisiä uuden layoutin lopputulokseen. Kehityskohteeksi nousee varaston sisäinen järjestely ja perusteellinen läpikäyminen, jossa poistettaisiin kaikki päällekkäisyydet ja merkittäisiin laatikot uudelleen. Tällaisen operaation suorittaminen ei ollut mahdollista layout-muutoksen yhteydessä, vaan se tulisi toteuttaa omana projektinaan. Tällaisen projektin suorittaminen vaatisi useiden kuukausien työn sekä varastonimikkeiden tarkkaa tuntemusta, mutta se helpottaisi varaston hallintaa merkittävästi.

10 YHTEENVETO

Tämä insinöörityö aloitettiin layoutin suunnitteluna yrityksen ulkopuolisena henkilönä keväällä 2012. Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa uusi tuotanto-layout Metso Automation Oy:n Kajaanin yksikköön sekä ottaa käyttöön Lean managementin 5S-järjestelmä. Työskentely tapahtui kotona ja ideoita uutta layoutia varten käsiteltiin palavereissa. Suunnitelmaa muokattiin näiden tapaamisten yhteydessä tulleiden kommenttien perusteella.

Suunnittelu aloitettiin selvittämällä tuotteiden materiaalivirrat ja jakamalla tuotantotila karkeasti lähettämön, varaston ja tuotantosolujen kesken. Tästä edettiin aina tarkempiin versioihin, joissa alettiin hahmotella solujen keskinäistä järjestystä. Jokaisessa työn vaiheessa tehtiin useita erilaisia vaihtoehtoja, joista valittiin paras jatkojalostukseen. Lopputulokseen vaikuttivat yksikön johdon asettamat vaatimukset uudelle layoutille sekä tuotantotilassa työskentelevien tarpeet ja toiveet. Asiantuntija-apua tuotteista ja yrityksen toiminnasta saatiin työn ohjaajalta Ari J. Karjalaiselta. Suunnitelmien edetessä haastateltiin tuotantohenkilökuntaa ja selvitettiin eri tuotteiden tarpeita sekä layoutin kehitysideoita.

Kun alustava suunnitelma oli saatu valmiiksi, alkoi työskentely Metsolla alkukesästä 2012. Layout-muutos aloitettiin entisten toimistotilojen seinien purkamisella ja tilojen valmistelulla lähettämön käyttöön. Kun uudet tilat valmistuivat, voitiin aloittaa tuotantosolujen siirtäminen. Samaan aikaan muutostöiden yhteydessä aloitettiin 5S-järjestelmän käyttöönotto järjestämällä wastewalk-tuotantokierroksia parannuskohteiden tunnistamiseksi ja hukan poistamiseksi. Tuotantosolujen siirtojen ohella suuri urakka oli uuden keskitetyn varastoalueen rakentaminen.

Kun suurimmat muutostyöt saatiin valmiiksi, aloitettiin 5S:n mukaisten lattiamerkintöjen teippaaminen. Näillä merkinnöillä eroteltiin käytävät, varasto ja muut toiminnot toisistaan. Muutoksen myötä ja 5S-järjestelmän käyttöönoton ansiosta saatiin tuotantotilasta valoisampi ja siistimpi.

Suurimmat muutokset tuotantohallissa:

- Varastohyllyt poistettiin soluista ja rakennettiin yksi suuri varasto, jossa kaikki varastohyllyt sijaitsivat.
- Solujen määrä lisääntyi uusien tuotteiden vaikutuksesta.
- Tuotantotilaan saatiin käyttöön lisää lattiapinta-alaa, vanhojen toimistotilojen käyttöönoton myötä.
- Tuotantohallin keskialue suureni 2 m:ä pituus- ja 1,5 m:ä leveyssuunnassa käytävien siirrosta johtuen. Näin alueelle saatiin noin 106 m²:ä lisätilaa. Aiheuttamatta tilanvähennystä tuotantohallin reunoilla oleville soluille.
- Kaikki kierrätettävä materiaali saatiin keskitetylle alueelle.
- Tuotantotilasta tuli avoimempi ja valoisampi.
- Tuotantopäällikön toimisto siirtyi tuotantotilaan.
- Tuotantotilaan saatiin oma taukotila.
- Käyttöön otettiin uusi käytäntö, jossa valmiit, pakkausta odottavat tuotteet sijoitetaan niille varatulle valmiiden alueelle.

Layout-muutokseen osallistui kaksi ulkopuolista yritystä purkutöiden ja asennustöiden yhteydessä. Muuten muutostyöt tapahtuivat työn tekijän, työn valvojan ja tuotantohenkilöstön voimin.

Työn lopputuloksena saatiin vietyä layout-muutos läpi tuotantoa häiritsemättä. Tavoitteet, jotka layout-muutokselle asetettiin, saavutettiin. Tilaa saatiin lisää ja tehtiin yleisilmeestä avoimempi. Työntekijöiden reaktiot muutokseen olivat pääosin positiivisia ja tuotantotilassa työskenteleville annettiin mahdollisuus vaikuttaa lopputulokseen. He myös auttoivat muutoksen suorittamisessa aina tarvittaessa.

LÄHTEET

1. Metso Oyj:n kotisivut [WWW- dokumentti]

http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-55957?OpenDocument

(Luettu 22.1.2013)

2. Metso Oyj:n kotisivut [WWW-dokumentti]

http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-090520-2256F-0754D?OpenDocument&mid=FAF5ADF8A17D7622C22575BE003894B8

(Luettu 22.1.2013)

3. Metso Automation Kajaanin historia diasarja.

4. Miettinen Pauli 1993: Tuotannonohjaus ja logistiikka, ATK-instituutti, Painatuskeskus Helsinki

5. Autodesk kotisivut. Autodesk Factory Design Suite esittely [WWW-dokumentti]

<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=16711383>

(Luettu 22.3.2013)

6. Ellipsis blogiteksti Autodesk Factory Design Suitesta [WWW-dokumentti]

<http://ellipsis-autodesk.typepad.com/blog/tips/>

(Luettu 22.3.2013)

7. Bicheno John 2004: The new lean toolbox, towards fast flexible flow, PICSIE Books, Buckingham England

8. Vorne industries INC Lean-tieto sivut [WWW- dokumentti]

<http://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html>

(Luettu 14.2.2013)

9. Witre Oy tuotekuvasto [WWW- dokumetti]

<http://static.witre.fi/products/pj/ZO/pj-51535-xx-10.jpg>

(Luettu 21.1.2013)

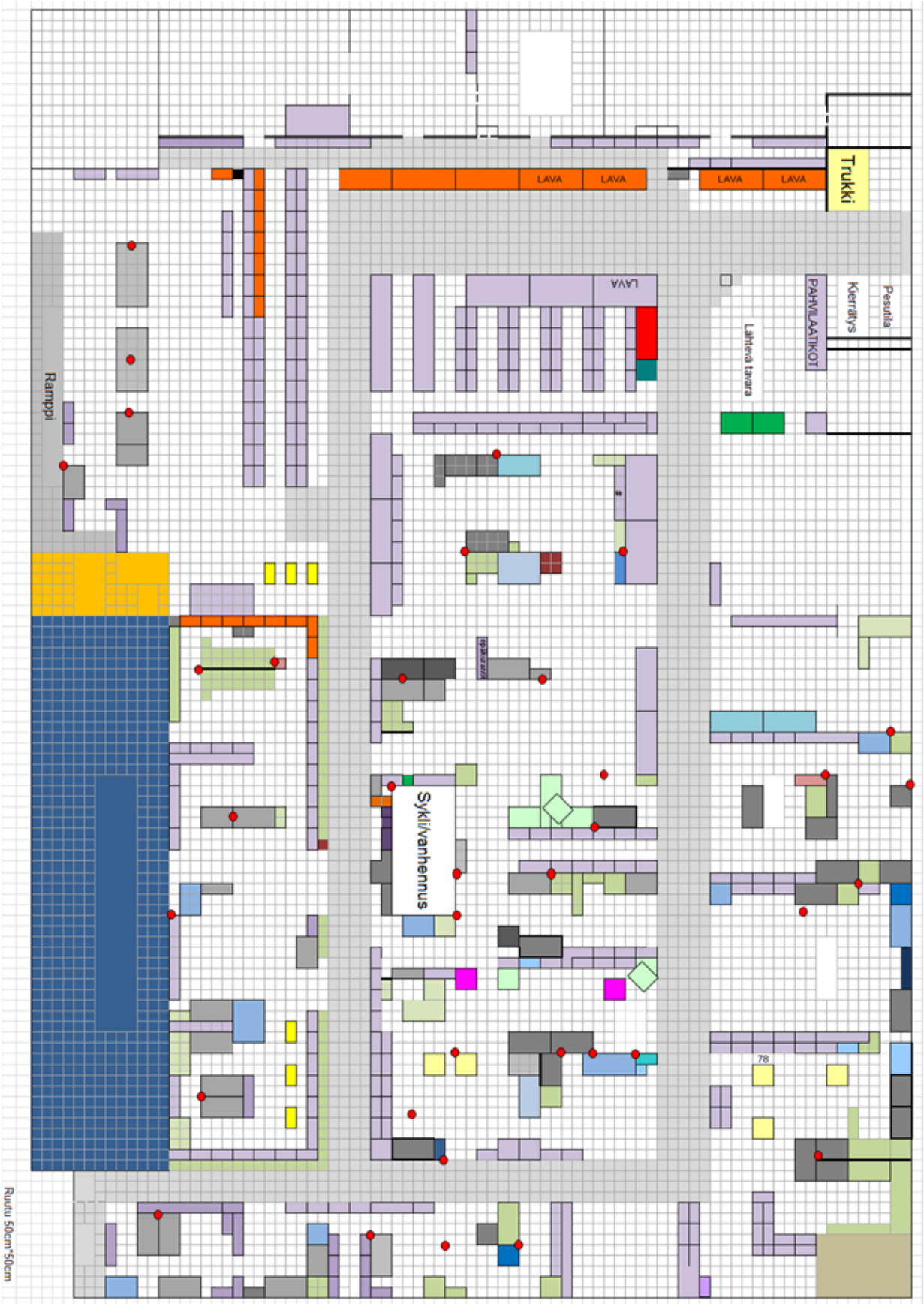
10. Brady kotisivut [WWW-dokumentti]

<http://www.bradyid.com/bradyid/cms/contentView.do/9404/featured.html>
(Luettu 14.2.2013)

LIITTEET

1. Tuotantotilan vanha layout
2. Tuotantotilan uusi layout
3. Muuttoaikataulu
4. Kuvia tuotantotilasta ennen ja jälkeen muutoksen ja 5S-järjestelmän käyttöönoton.

Tuotantotilan vanha layout



Tuotantotilan uusi layout

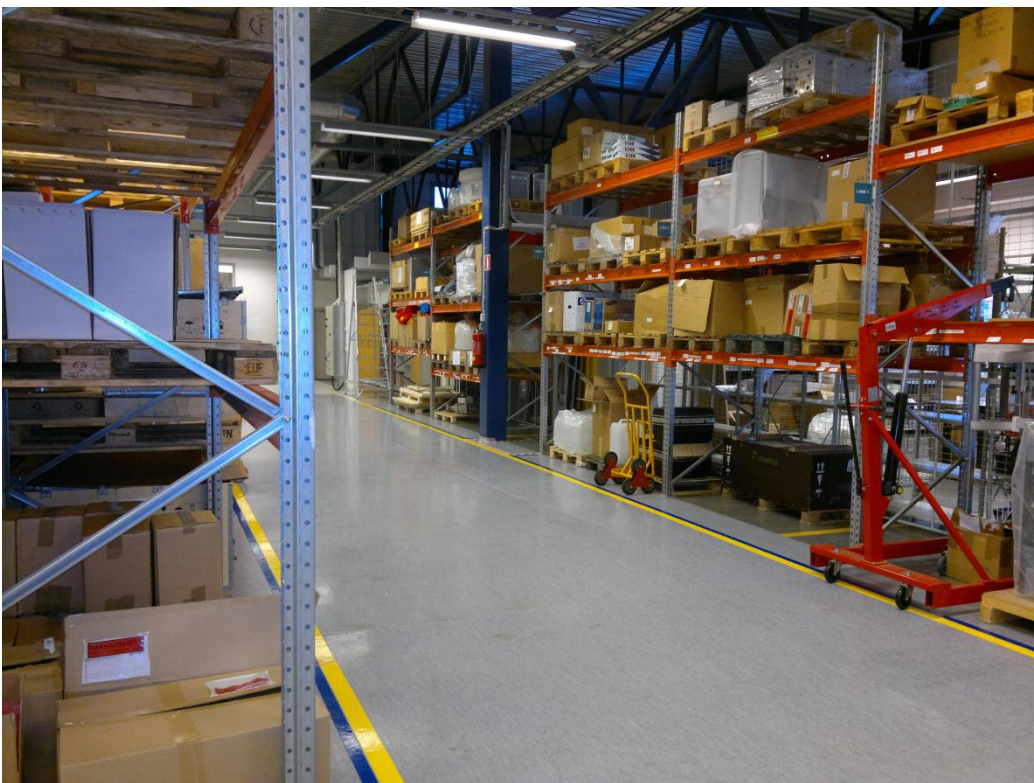


[illegible]

Kuvia tuotantotilasta ennen ja jälkeen muutoksen ja 5S-järjestelmän käyttöönoton



Kuva 1. Varastoalue ennen layout-muutosta.



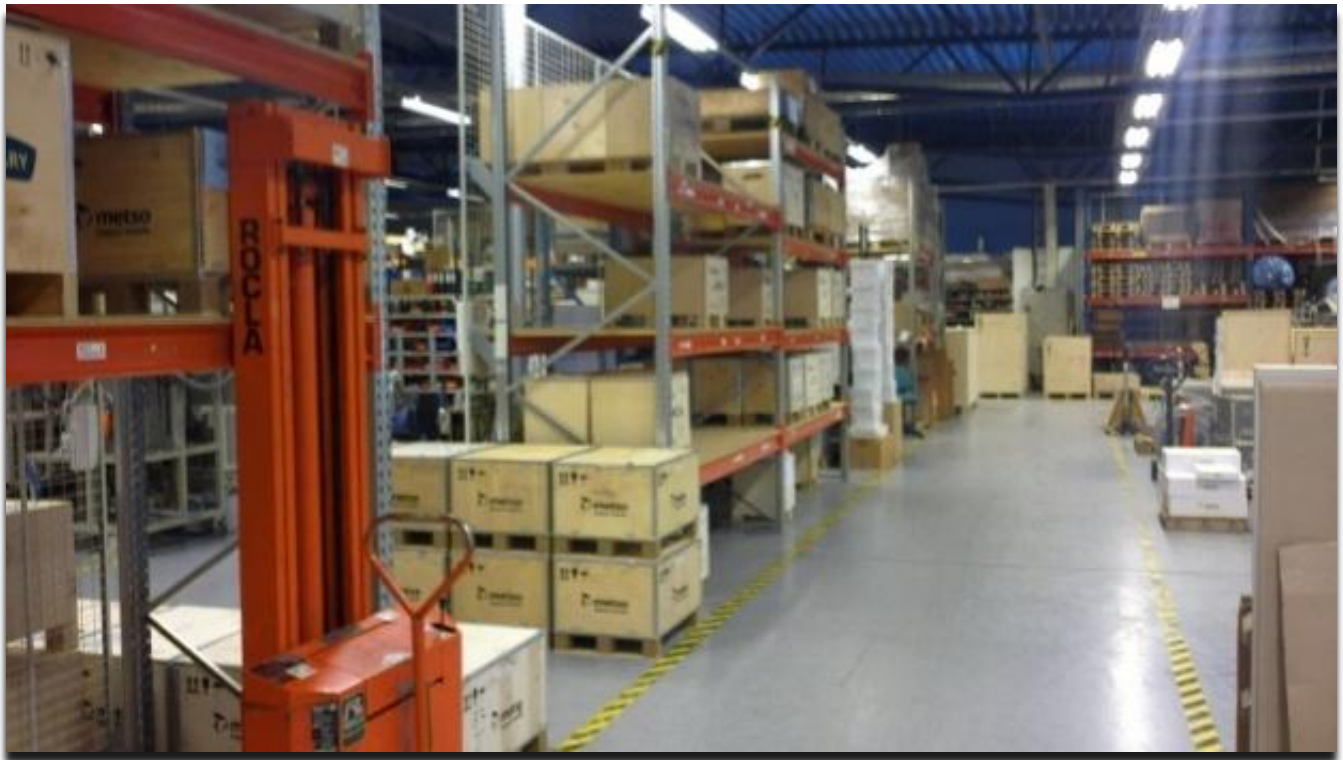
Kuva 2. Varastoalue layout-muutoksen jälkeen.



Kuva 3. Eräs tuotantosolu ennen layout-muutosta.



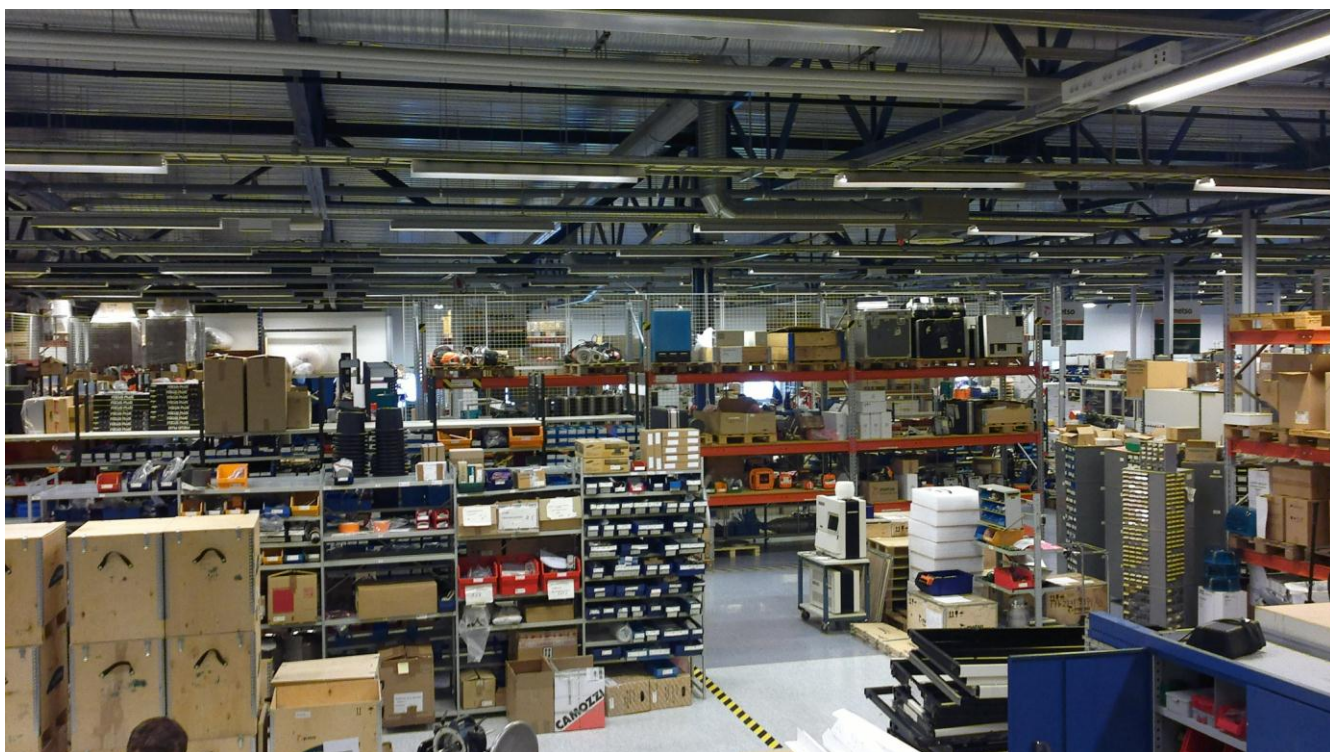
Kuva 4. Eräs tuotantosolu layout-muutoksen jälkeen.



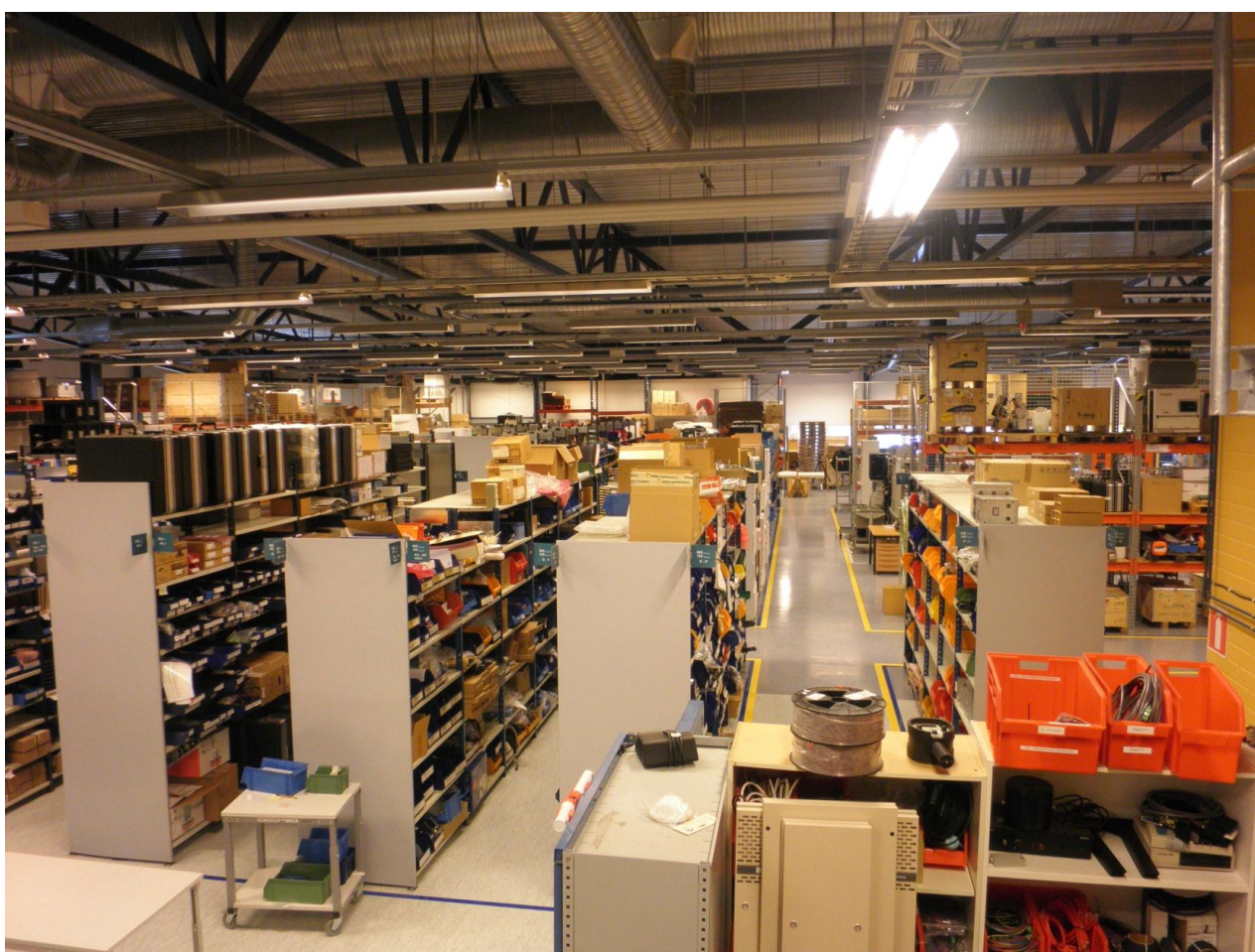
Kuva 5. Käytävänäkymä ennen layout-muutosta.



Kuva 6. Käytävänäkymä layout-muutoksen jälkeen.



Kuva 7. Varasto ennen layout-muutosta.



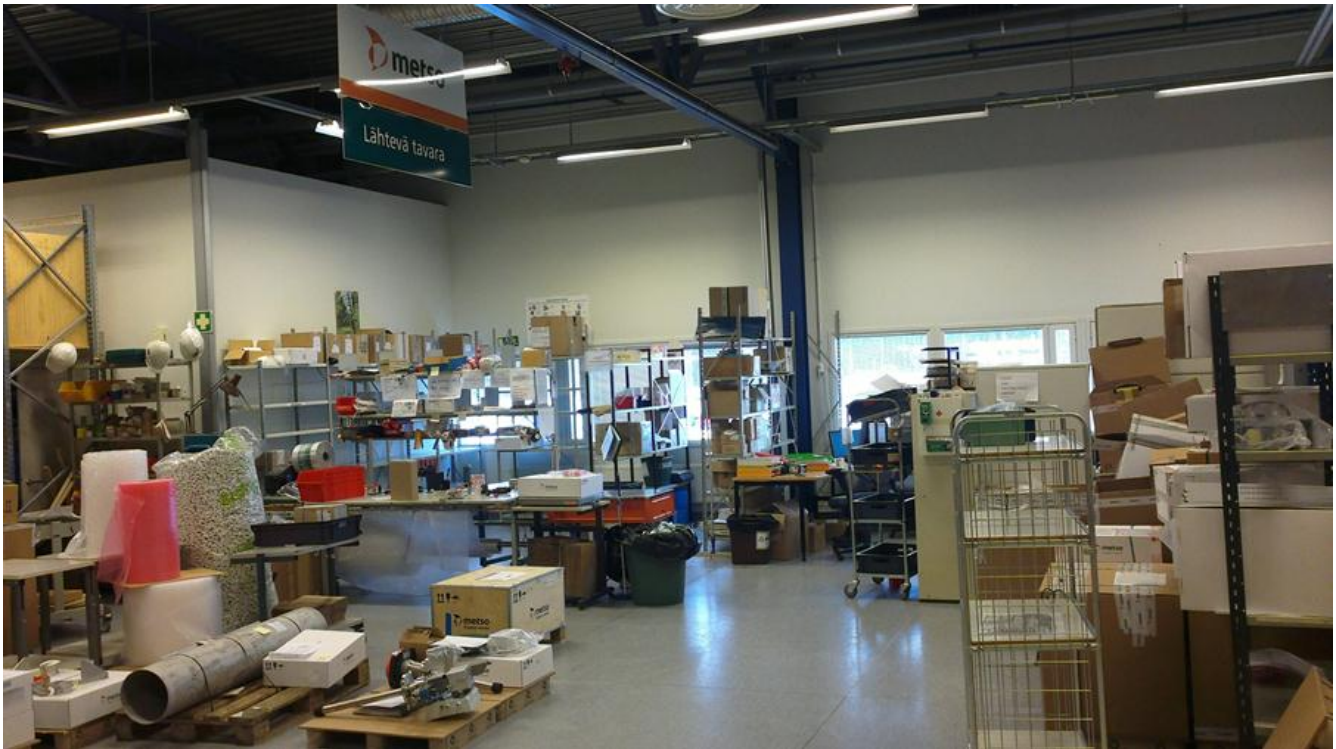
Kuva 8. Varasto layout-muutoksen jälkeen.



Kuva 9. Näkymä pääkäytävälle ennen layout-muutosta.



Kuva 10. Näkymä pääkäytävälle layout-muutoksen jälkeen.



Kuva 11. Lähettämö ennen layout-muutosta.



Kuva 12. Lähettämö layout-muutoksen jälkeen.