

Vili Mäkinen

5S SUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO RODEX-2
TUOTANTOLINJALLA

Konetekniikan koulutusohjelma
2021

5S SUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO RODEX-2 TUOTANTOLINJALLA

Mäkinen, Vili
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2021
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 2

Asiasanat: kupari, työergonomia, 5s, lean [Finto-asiasanasto](#)

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Luvata Pori Oy ja aiheena oli 5S-suunnittelu ja käyttöönotto Rodex-2 tuotantolinjalla. Työ aloitettiin analysoimalla Rodex-1 tuotantolinjalle tehty 5S sekä kartoittamalla Rodex-2 tuotantolinjalla tarvittavat muutokset.

Tavoitteena oli parantaa työviihtyvyyttä, työtehokkuutta ja työmenetelmien standardointia. Rodex-1 ja -2 ovat toimintamalliltaan samanlaiset tuotantolinjat, mutta Rodex-1 tuotantolinjan 5S-suunnitelmaa ei voitu hyödyntää sellaisenaan, vaan analysointi tuli tehdä alusta loppuun Rodex-2 tuotantolinjalle.

Työn lopputuloksena saavutettiin parempi työergonomia ja järjesteltiin tuotantolinjan työpisteet uudelleen. Yritys investoi uusiin toimistokalusteisiin ja teetätti pienimuotoisia muutoksia tuotantotilan layouttiin.

Opinnäytetyön ja tehtyjen muutosten myötä työviihtyvyys tuotantolinjalla parantui. Parantuneen työviihtyvyyden myötä on todennäköistä, että myös työtehokkuus tuotantolinjastolla parantuu. Työmenetelmien standardointi ei toteutunut asetettujen tavoitteiden mukaisesti, mutta jatkotoimenpiteistä keskusteltiin Rodex-2 tuotantolinjan esimiehen kanssa.

PLANNING AND IMPLEMENTING 5S TO RODEX-2 PRODUCTION LINE

Mäkinen, Vili

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

March 2021

Number of pages: 41

Appendices: 2

Keywords: copper, work ergonomics, 5s, lean

The thesis was commissioned by Luvata Pori Oy and the topic was the design and implementation of 5S on the Rodex-2 production line. The work begins by analyzing the 5S made on the Rodex-1 production line and mapping the changes required on the Rodex-2 production line.

The aim was to improve job satisfaction, work efficiency and the standardization of work methods. Rodex-1 and -2 are production lines with a similar operating model, but the Rodex-1 production line 5S plan could not be utilized directly, and the analysis had to be done from start to finish for the Rodex-2 production line.

The result of the work is better work ergonomics and the production line workstations were reorganized. The company invested in new office furniture and commissioned small-scale layout changes.

Job satisfaction improved where efficiency is also expected to improve, but in my view the standardization of work methods was not fully implemented but further measures were discussed with the supervisor of the Rodex-2 production line.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYS.....	7
2.1	Luvata Pori Oy	7
2.2	Luvata Special Products.....	8
3	CONFORM-PROSESSI JA RODEX-2 TUOTANTOLINJA	9
3.1	Historia.....	9
3.2	Conform-linja.....	9
3.2.1	Raaka-aine ja suoristin	9
3.2.2	Conform-kone	13
3.2.3	Ohjausjärjestelmä	14
3.2.4	Tuotteen jäähdytysjärjestelmä	15
3.2.5	Tuotteenkäsittely	18
4	LEAN	19
4.1	Lean käytännössä	19
5	5S-MENETELMÄ	19
5.1	Mitä on 5S	19
5.2	5S tavoitteet	19
5.3	Kenelle 5S-menetelmä sopii	20
5.4	5S -portaat	20
5.4.1	Lajittelu (sort, seiri)	20
5.4.2	Järjestäminen (store, seiton)	21
5.4.3	Puhdistaminen (shine, seiso)	22
5.4.4	Standardisointi (standardize, seiketsu)	22
5.4.5	Sitoutuminen (Sustain, Shitsuke)	23
6	5S-VÄRIKOODIT JA MERKINTÄ.....	24
6.1	5S-värikoodien käyttö	24
6.2	Lattianmerkintäohjeet	24
7	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	26
7.1	Lähtötilanne Rodex-2 tuotantolinjalla	26
7.2	Havaintojen analysointi	29
8	TOTEUTUS HYÖDYNTÄEN 5S-MENETELMÄÄ.....	32
8.1	Toteutus.....	32
8.2	Lajittelu.....	32
8.3	Järjestäminen.....	33

8.4	Puhdistaminen.....	34
8.5	Standardisointi	39
8.6	Sitoutuminen.....	39
9	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Luvata Pori Oy, joka on Suomessa toimiva kupari-tuotteiden valmistukseen erikoistunut yritys ja palveluiden tuottaja. Työn aiheena oli 5S suunnittelu ja käyttöönotto Rodex-2 tuotantolinjalla. Työ oli jatkumo Rodex-1 tuotantolinjalle tehdylle Lean 5S projektille.

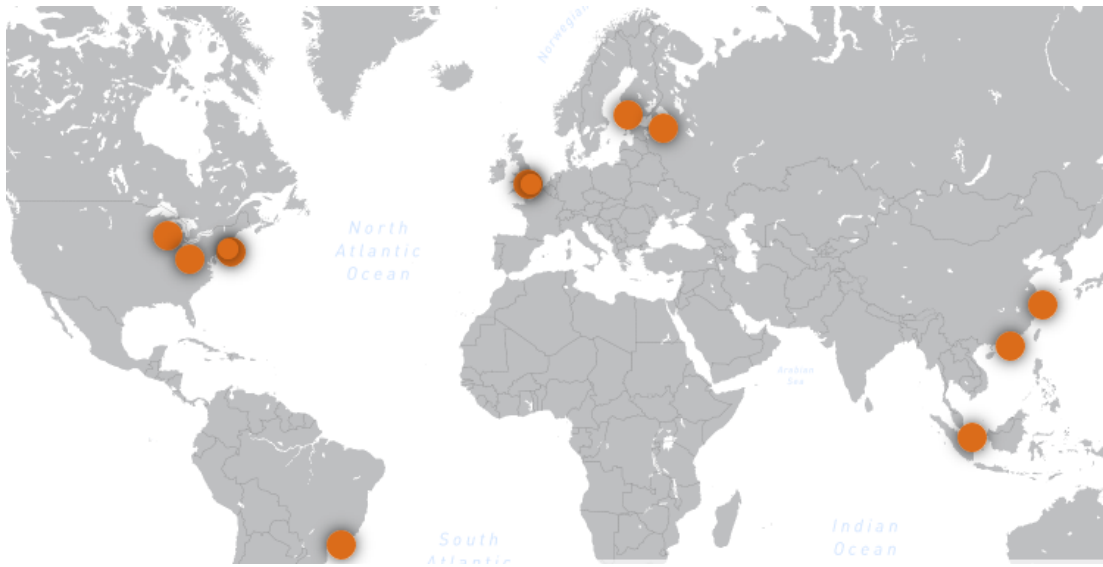
Rodex-2 on jatkuvaan pursotustekniikkaan perustuva Conform-prosessi, joka sisältää ns. Conform koneen, raaka-aineen suoristimen, ohjausyksikön ja jäähdytysjärjestelmän. Pituutta Rodex-2 tuotantolinjalla on raaka-aine kelalta peräkelalle noin 35 metriä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa työviihtyvyyttä, työtehokkuutta ja työmenetelmien standardointia Lean 5S menetelmän avulla. Lean 5S on Japanilaisen Toyota-konsernin alun perin kehittämä jatkuvan oppimisen ja kehittymisen prosessi, jonka avulla tehostetaan prosesseja jatkuvan parantamisen menetelmällä. Tunnetuin lean-työkalu on nimeltään 5S.

2 YRITYS

2.1 Luvata Pori Oy

Luvata Pori Oy on Suomessa toimiva kuparituotteiden valmistukseen erikoistunut yritys ja palveluiden tuottaja, joka aloitti toimintansa 1939. Luvata Pori Oy on osa maailmanlaajuisista Luvata konsernia. Luvata Pori Oy sijaitsee Suomen länsirannikolla ja on Porin alueen yksi suurimmista teollisuuden työnantajista. Vuonna 2019 Luvata Pori Oy työllisti 358 henkilöä. Luvata Pori Oy valmistaa 40 000 tonnia kuparituotteita ja tuotannosta yli 90% menee maailmanlaajuisesti vientiin eri teollisuuden aloille. (Luvata konsernin www-sivut 2020.)



Kuva 1. Luvata-konsernin toimipaikat. (Luvata konsernin www.sivut 2020.)

2.2 Luvata Special Products

Vuonna 2017 Mitsubishi Materials Corporation osti Luvatan erikoistuotteiden valmistuksen. Luvatan erikoistuotteiden valmistuksen sektoria kutsutaan nimellä Luvata Special Products. Luvata Special Products työllistää noin 1400 henkilöä seitsemässä eri valtiossa ja pääkonttori sijaitsee Porin Kupariteollisuuspuistossa. Luvata Special Products tarjoaa kattavan valikoiman metallituotteita. Vahvuutena Luvatalla on monipuolinen tietämys metallista, seoksista, pinnoitteista ja tuotantoprosesseista. Luvata tarjoaa asiakaskohtaisesti räätälöityjä metallituotteita yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Yhteistyön avulla luodaan uusia ratkaisuja koskien autoteollisuutta, sähkön tuotantoa ja jakelua, terveydenhuoltoa, uusiutuvaa energiaa, metalleja, tiedettä ja kaivosteollisuutta. (Luvata konsernin www-sivut 2020.)

Luvata Special Products on erikoistunut hehkutukseen, kylmämuovaukseen, kuuma-muokkaukseen ja koneistukseen. Eri metallin muokkaus prosesseilla Luvata Special Products valmistaa:

- Pinnoitusanodeja
- Johdinputkia
- Lankoja
- Tankoja, profiileja ja putkia
- Suprajohtimia
- Hitsauselektrodeja

(Luvata konsernin www-sivut 2020.)

3 CONFORM-PROSESSI JA RODEX-2 TUOTANTOLINJA

3.1 Historia

Derek Green keksi uuden jatkuvan pursotustekniikan. Uutta jatkuvaa pursotustekniikkaa kutsutaan Conform-prosessiksi. Conform-tekniikan on kehittänyt United Kingdom Atomic Energy Authority yhteistyössä Metal Forming Groupin kanssa 1970-luvulla. Ensimmäinen pursotuskone kehitettiin vuonna 1977 ja siitä lähtien noin 200 pursotuskonetta, jotka hyödyntävät Derek Greenin keksimää Conform-tekniikkaa on myyty maailmanlaajuisesti. (Analysis of the conform process: a specific form of aluminium extrusion, Xavier Velay, 2004.)

3.2 Conform-linja

Tyypillinen Conform-linja kuparituotteiden valmistamiseksi koostuu seuraavista laitteista ja materiaaleista:

- Raaka-aine
- Raaka-aineen suoristin
- Conform-kone
- Ohjausjärjestelmä
- Tuotteen jäähdytysjärjestelmä
- Tuotekäsittely

(Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)

3.2.1 Raaka-aine ja suoristin

Raaka-aineena käytetään vakiokokoista kuparista valulankaa. Valulanka on halkaisijaltaan 8-25mm. Raaka-aineen pinnassa ei saa olla oksideja, öljyä, rasvoja tai muita epäpuhtauksia. Suoristin pitää sisällään vetorullaston, syöttö- ja oikaisurullaston.

Rullastot ovat moottorittomia, koska Conform-koneella on riittävä teho vetää raaka-aine suoristimen lävitse. (Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)



Kuva 2. Raaka-aine Rodex-2 tuotantolinjalla.

Opinnäytetyön kohteena oleva Rodex-2 tuotantolinja saa raaka-aineensa saman tehtaan valimosta. Raaka-aine tuodaan Rodex-2 raaka-aine varastoon (kuva 3) kiepittynä terästelineessä, joka on yhteensopiva vetorullaston laakeroidun tason kanssa. Raaka-aine varastosta raaka-aine nostetaan haarukkatrukilla Rodex-2 tuotantolinjan alkuun laakeroidun tason päälle (kuva 2), josta apuri asettaa raaka-aineen pään suoristimen vetorullastoon. Raaka-aineen pää oikaistaan käyttämällä teräsputkea. Teräsputkea säilytetään vetorullaston runkoon tehdyssä telineessä (kuva 4). Ennen vedon aloittamista raaka-aineen pysyminen terästelineessä varmistetaan keltaisella teräskannella, joka lasketaan terästelineen päälle paikallisnostimella.

Tässä työvaiheessa tarvittavat työkalut:

- oikaisuputki
- haarukkatrukki
- paikallisnostin



Kuva 3. Raaka-aine varastossa.



Kuva 4. Raaka-aineen oikaisuputki (yksinkertainen teräsputki).



Kuva 5. Suoristin Rodex-2 tuotantolinjalla.

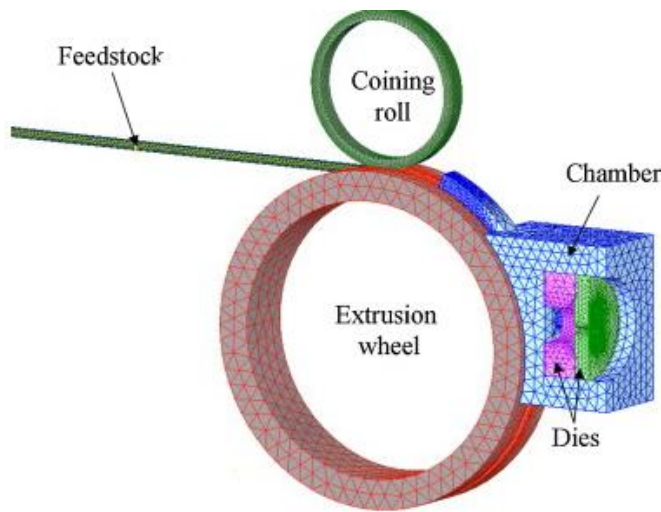
3.2.2 Conform-kone

Conform-kone perustuu uritettuun pyörään ja työkaluun eli matriisiin. Matriisi määrittelee puristetun tuotteen muodon ja mitat. Conform-linjastossa on pyörälle ja työkalulle jäähdytys- ja voitelujärjestelmä, joita ohjataan ohjausjärjestelmän avulla. (Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)

Apurin asetettua raaka-aineen pään suoristimen vetorullastoon, ajuri käynnistää vetorullaston jalkakytkimellä ja ohjaa raaka-aineen pään uritettuun pyörään. Varsinainen veto tapahtuu uritetulla pyörällä, jolloin vetorullastoa ei enää tarvita ja jalkakytkin voidaan vapauttaa. Tästä alkaa conform-pursotusprosessi missä kuparituote saa Rodex-2 tuotantolinjalla vaaditun mittansa.

Tuotantolinjaston ollessa kylmä linjasto lämmitetään tuotantolämpötilaan syöttämällä n.100mm pitkiä raaka-aine pätkiä uritetun pyörän ja matriisin väliin. Tässä

työvaiheessa tarvitaan teräsleikkuria, jolla raaka-aineesta pätkitään lämmitykseen tarvittavat kappaleet.



Kuva 6. Conform pursotustekniikka. (Siencedirect www-sivut 2013.)

3.2.3 Ohjausjärjestelmä

Conform-linjaa ohjataan ohjausjärjestelmällä. Ohjausjärjestelmän avulla ohjataan toimintaparametrejä. Tärkeimmät parametrit ovat raaka-aineen syöttönopeus, raaka-aineen hukkaprosentti eli romun määrä, vetokelaimen nopeus ja sivuttaisliike, tuotto ja tuotteen nopeus, sekä painorullan asema. (Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)



Kuva 7. Ohjausjärjestelmä Rodex-2 tuotantolinjalla.

3.2.4 Tuotteen jäähdytysjärjestelmä

Conform-linjassa on jäähdytyskaukalo ja pumppausasema. Pumppausasema sisältää pumpun ja lämmönvaihtimen. Pumppu ylläpitää vaadittua virtausnopeutta tuotteen jäähdytyspiirille. Ohjausjärjestelmällä ohjataan jäähdytysjärjestelmää, jonka avulla määritellään tuotteen jäähdytysnopeus. (Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)

Conform-pursotusprosessin jälkeen tuote jäähdytetään jäähdytys kaukalon avulla. Apuri ottaa siirtoleukapihtejä käyttäen pursotetusta tuotteesta kiinni ja pitää tuotteen pään jäähdytyskaukalossa ja samanaikaisesti asettaa vaneriset ohjurit jotka pitävät tuotteen jäähdytyskaukalossa olevan nesteen pinnan alla. Kun tuote saavuttaa jäähdytyskaukalon päässä olevan tarttujan, tarttujassa oleva anturi tunnistaa automaattisesti, kun tuote on leukojen välissä ja sulkee leuat. Tarttuja siirtyy automaattisesti linjastossa eteenpäin saavuttaen ohjaustelat, jolta ajuri ohjaa tuotteen teräskelassa olevaan reikään. Teräskela on asetettu ennakkoon oikeaan asentoon, kun tuote on saatu reikään apuri käynnistää sähkömoottorin, joka pyörittää teräskelaa. Sähkömoottorin nopeutta ohjataan Rodex-2 ohjausjärjestelmän avulla.

Tässä työvaiheessa tarvittavat työkalut:

- siirtoleukapihdit
- vaneriset ohjurit

Kuva 8. Rodex-2 tuotantolinjan jäähdytyskaukalo.





Kuva 9. Rodex-2 tuotantolinjastossa olevat ohjaustelat.



Kuva 10. Rodex-2 tuotantolinjan tarttuja.

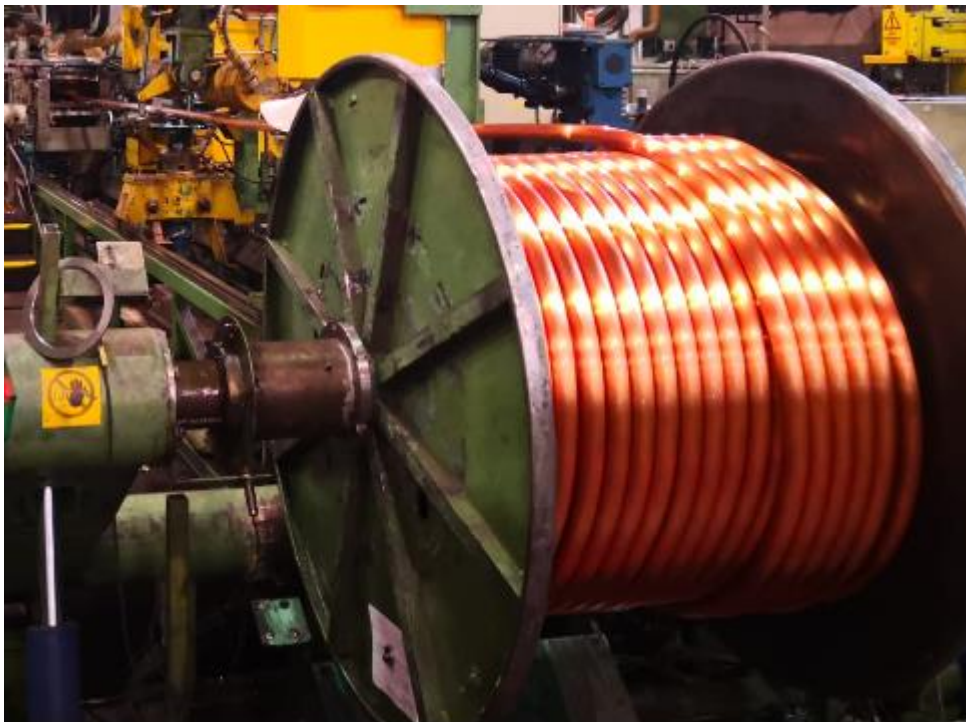
3.2.5 Tuotteenkäsittely

Puristettutuote kelataan conform-linjan loppu päässä olevalle teräskelalle mahdollista jatko tuotantoa varten. (Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk.)

Täysi teräskela vapautetaan linjastolta ja työnnetään laakeroidulle alustalle, jonka jälkeen tyhjä teräskela asetetaan tuotantolinjalle. Täysi teräskela nostetaan haarukkatrukilla jatko tuotantoa varten.

Tässä työvaiheessa tarvittavat työkalut:

- haarukkatrukki nostopuomilla



Kuva 11. Rodex-2 tuotantolinjan puristettutuote teräskelalla.

4 LEAN

4.1 Lean käytännössä

Lean on Japanilaisen Toyota-konsernin alun perin kehittämä jatkuvan oppimisen ja kehittymisen prosessi. Lean-menetelmää voidaan soveltaa kaikkiin eri organisaation osiin ja prosesseihin. Eri lean-työkaluja käyttämällä tehostetaan prosesseja jatkuvan parantamisen menetelmällä. Tunnetuin lean-työkalu on nimeltään 5S. (What is Lean, Lean Manufacturing Definition, 2012.)

5 5S-MENETELMÄ

5.1 Mitä on 5S

5S on Hiroyuki Hiranon kehittämä viisiportainen työympäristön organisointimenetelmä. 5S kehitystyökalun avulla organisoidaan työpiste toimivaksi. 5S avulla pyritään pääsemään eroon turhista tavaroista ja pitämään tarvittavat työkalut ja työympäristö järjestyksessä, sekä siistinä. 5S ei ole siivousohjelma vaan jokapäiväinen työhön kuuluva toimintamalli. 5S pyrkii poistamaan tuotantolinjalta tai toimistosta kaikki ylimääräiset prosessin kannalta tarpeettomat tiedostot, koneet, työkalut, materiaalit ja muut asiat, jotka ovat lopputuotteen kannalta tarpeettomia. Prosessin kannalta välttämättömät asiat järjestetään ja työpisteet puhdistetaan. Jatkuvaan parantamiseen sitoutuminen edellyttää dokumentointia ja standardisointia, jonka tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikoja ja saada prosessivirta nopeammaksi. (Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013; What is 5S; Definition and benefits, 2015.)

5.2 5S tavoitteet

5S ensisijaisena tavoitteena on parantaa työn tuottavuutta, järjestelmällisyyttä, työturvallisuutta, laatua, sekä toimitus varmuutta. Näitä noudattamalla seuraa parempi

kannattavuus ja työntekijöiden sitoutuminen. (Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013; What is 5S; Definition and benefits, 2015.)

5.3 Kenelle 5S-menetelmä sopii

5S-menetelmä soveltuu kaikille yrityksille, joissa on tarve lyhentää läpimenoaikaa, parantaa virtausta ja minimoida hukkaa. 5S-menetelmä on parantamisen peruspohja, jolla tuodaan hukka esiin, jotta se voidaan minimoida. 5S käyttöönotto on yksi ensimmäisistä lean-menetelmän konsepteista, joka mahdollistaa muiden lean-työkalujen käyttöönoton palvelu- ja tuotantoympäristöissä. (Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013; What is 5S; Definition and benefits, 2015.)

Erään haastattelemani yrityksen tuotantopäällikkö Tommi Villanen kertoi yrityksen strategian asettaneen tavoitteeksi tuotantokapasiteetin kaksinkertaistamisen nykyisellä henkilöstö määrällä. Tavoitteen saavuttamiseksi hyödynnettiin lean-ajattelua ja 5S-menetelmää. Henkilöstölle tehtiin osaamiskartoitukset ja 5S-perehdytys. Käytännön toimenpiteinä kokoonpanohallissa otettiin käyttöön standardisoidut värikoodit. Määrätyn värisellä teipillä merkattiin alueet, jossa eri osakokoonpanoja säilytettiin. Työkalut merkattiin työpiste kohtaisesti ja luotiin visuaaliset kuvat työkaluista niiden säilytys paikoilla. Kokoonpanohallin seinälle asennettiin projektien seurantataulu, josta näki viikoittaiset tarpeet ja tavoitteet. (Haastattelu, 2020)

5.4 5S -portaat

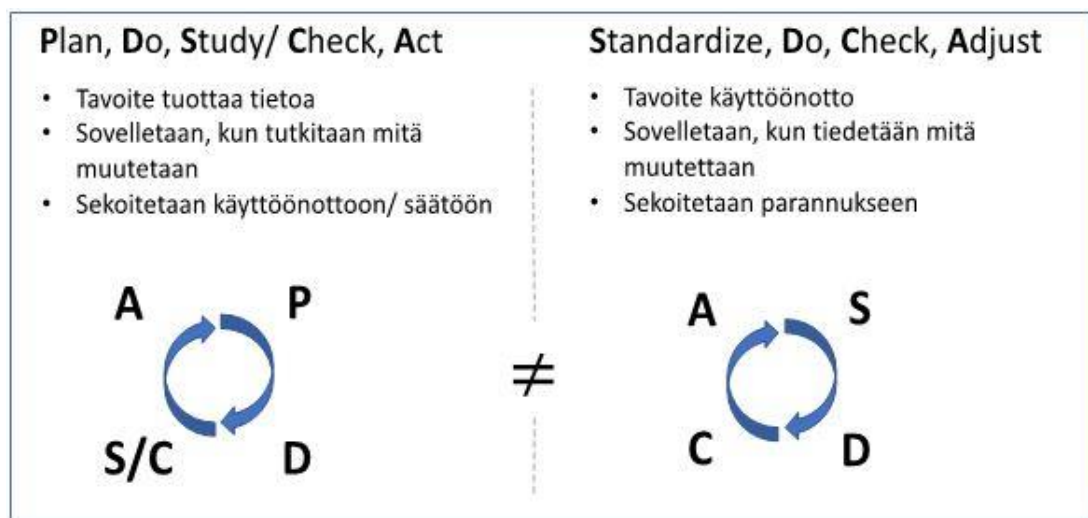
5.4.1 Lajittelu (sort, seiri)

Lajittelu tai sorttaus ovat suomen kielen vastaavuuksia japanilaiselle termille Seiri. Lajittelu on 5S-menetelmän ensimmäinen vaihe, jonka tarkoituksena on poistaa kaikki tarpeeton työpisteeltä. Työpisteelle jätetään vain tarvittavat tavarat, tällöin oikeiden tavaroiden etsimiseen ei kulu ylimääräistä aikaa. Lajittelu vaiheessa tulee arvioida kuinka useasti mitäkin tavaraa tarvitaan. Harvemmin tarvittavat tavarat tulee sijoittaa

etäämmälle viemästä tilaa työpisteeltä. Työpisteelle tarpeeton mutta käyttökelpoinen tavara tulee sijoittaa sen oikeaan paikkaan ja käyttökelvottomat hävittää. (Lean 5S Seiri, Sort, Clearing, Classify, 2015.)

5.4.2 Järjestäminen (store, seiton)

Järjestäminen on 5S-menetelmän toinen vaihe, jonka tarkoituksena on järjestää lajittelu vaiheessa tarpeelliseksi katsotut tavarat siten, että ne ovat ergonomisesti mahdollisimman hyvin saatavilla. Työympäristön järjestämisessä hyvänä työkaluna voidaan pitää tavaroiden luokittelua, josta käytetään englanninkielisiä termejä runners, repeates ja strangers. Juoksijat (runners) ovat tavaroita, joita käytetään päivittäin ja ne tulisi säilyttää mahdollisimman lähellä. Toistajat (repeates) ovat tavaroita, joita käytetään viikottain ja tulisi säilyttää kohtuullisen lähellä ja helposti saatavilla. Muukalaiset (strangers) ovat tavaroita, joita käytetään kuukausittain tai harvemmin ja ne voidaan sijoittaa etäämmälle. Työturvallisuus ja ergonomia ovat ensisijaisia asioita, jota huomioidaan työpisteen järjestämisessä. Järjestyksen säilymistä varmistamiseksi käytetään standardisoituja merkintöjä ja värikoodeja. Järjestystä voidaan testata käytännössä esimerkiksi Demingin ympyrän (PDCA) avulla. (Lean 5S Seiton, Straighten, Simplify, Set in Order, Configure, 2015; Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013.)



Kuva 12. Demingin ympyrä (PDCA). (qk-karjalainen www-sivut 2018.)

Juoksijat (Runners)	<ul style="list-style-type: none"> - käytetään päivittäin - säilytetään mahdollisimman lähellä
Toistajat (Repeates)	<ul style="list-style-type: none"> - käytetään viikottain - säilytetään kohtuullisen lähellä
Muukalaiset (Strangers)	<ul style="list-style-type: none"> - käytetään kuukausittain tai harvemmin - sijoitetaan etäämmälle

Taulukko 1. Tavaroiden luokittelu.

5.4.3 Puhdistaminen (shine, seiso)

Puhdistaminen on 5S-menetelmän kolmas vaihe, jonka tarkoituksena on puhdistaa lajiteltu ja järjestelty työympäristö. Puhdistuksen tarkoituksena ei ole vain perinteinen siivous, varsinainen syy tälle vaiheelle on mahdollisten ongelmien havaittavuus. Puhdistaminen on merkittävä osa visuaalista työympäristön hallintaa. Hyvin puhdistetusta työpisteestä on helppo havaita asioita, jotka eivät sinne kuulu, esimerkiksi öljyvuo-
dosta johtuvat öljyläikät tai kokoonpanosta puuttuva mutteri, joka on jäänyt lattialle. Puhdistukseen sisältyy laitteiden kuntotarkastus ja mahdollisten käyttöhäiriöiden havaitseminen. Lisäksi puhdistettu työympäristö vaikuttaa positiivisesti yrityksessä vieraileviin henkilöihin ja työntekijöihin samalla parantaen tehokkuutta ja turvallisuutta. Puhdistamisen sisällyttäminen perinteisen tehdastyöntekijöiden ja muiden ammattilaisten työkuvaan on osoittautunut haasteelliseksi siksi tämä vaihe tulee suunnitella tarkasti ja määrittellä kuka tekee, mitä tekee ja milloin. (Lean 5S Seiso, Sweep, shine, clean and Check, 2015.)

5.4.4 Standardisointi (standardize, seiketsu)

5S-menetelmän neljäntenä vaiheena on standardisointi, jonka tarkoituksena on standardisoida ja dokumentoida kolmessa ensimmäisessä vaiheessa tehdyt toimenpiteet. Kuten jo aiemmin mainittu, 5S-menetelmän tarkoituksena ei ole ainoastaan työympäristön siistiminen vaan turhan työn eliminoiminen ja mahdollisimman tehokkaan työtavan löytäminen. Uusi tapa toimia dokumentoidaan työhohjeisiin, jotka eliminoivat vanhat epäsovivat käytännöt. Standardisoidut työtavat mahdollistavat ongelmien

havaitsemisen ja estävät vanhaan työtapaan palaamiseen. Standardisointi määrittelee sovitut toimintatavat ja mahdollistaa jatkuvan parantamisen. Työohjeita tulee päivittää mahdollisten parannuksien myötä. (Lean 5S Seiketsu, Standardise, Conformity,2015.)

5.4.5 Sitoutuminen (Sustain, Shitsuke)

Jotta 5S toimisi käytännössä jatkuvan parantamisen periaatteella pitää organisaatio saada sitoutumaan aiemmin tehtyihin muutoksiin. Sitouttamisen tarkoituksena on ylläpitää 5S-menetelmien käyttöönotossa saavutettuja etuja ja estää vanhoihin tapoihin palaamisen. 5S-menetelmän käyttöönotossa haastavin vaihe on sitouttaminen, tässä yrityksen johdon tulee toimia esimerkkinä muulle henkilöstölle. Sitouttamisen määrää ja laatua tulee seurata sisäisillä auditoinneilla. Sitoutumisen motivoinnille on olemassa erilaisia työkaluja esimerkiksi 5S-ilmoitustaulut, joihin voi valokuvoin ja tekstein laittaa esimerkkejä työpisteistä ennen ja jälkeen 5S-menetelmän käyttöönoton. Johdon esimerkki ja puuttuminen epäkohtiin, sekä sisäiset kilpailut kuten esimerkiksi ”parhaiten ylläpidetty työpiste” ovat omiaan luomaan kannustava ja motivoitunut työilmapiiri. 5S-menetelmän avulla yrityksessä paranee työturvallisuus, työn suunnitelmallisuus, työn tuottavuus, laatu, yhteistyö, työilmapiiri ja sen myötä työmoraali. (Lean 5S Shitsuke, Sustain, custom and practice; Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013.)



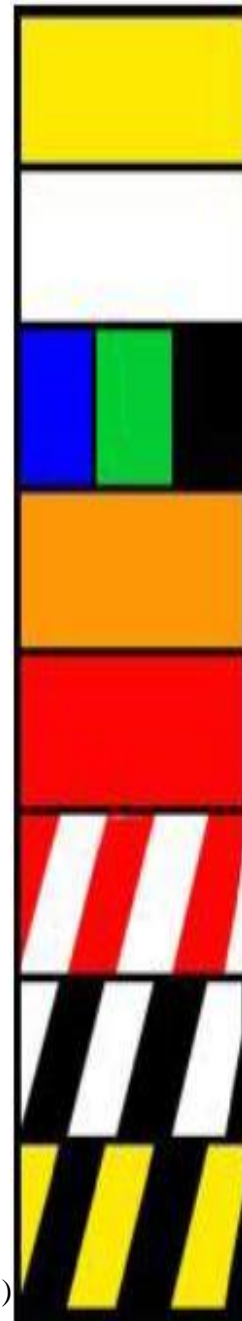
Kuva 13. 5S-vaiheet. (qk-karjalainen www-sivut 2013.)

6 5S-VÄRIKOODIT JA MERKINTÄ

6.1 5S-värikoodien käyttö

Väri:	Käyttö:
Keltainen	Käytävät, liikenneväylät ja työsolut
Valkoinen	Laitteet ja kalusteet, jotka ei ole muuten merkitty (esim. työasemat, kärryt ja hyllyt jne.)
Sininen, vihreä ja/tai musta	Materiaalit, komponentit, raaka-aineet, keskeneräiset ja valmiit tuotteet
Oranssi	Tarkastettavat materiaalit tai tuotteet
Punainen	Vaurioituneet, romutettavat, mahdollisesti uudelleen käsittelyyn menevät tuotteet
Punainen ja valkoinen	Alueet, jotka tulee pitää vapaina työturvallisuuden ja pelastustoimiin liittyen (esim. sähkökeskusten edustat, palosammuttimet, hätäsuihkut, lääkekaapit ja ensiapuasemat)
Musta ja valkoinen	Alueet, jotka tulee pitää vapaina operatiiviseen toimintaan liittyen (ei työturvallisuuden tai pelastustoimintaan liittyvät alueet)
Musta ja keltainen	Alueet, jotka saattavat aiheuttaa työntekijälle erityisen terveydellisen riskin

Taulukko 2. Värikoodit ja käyttö. (5S Floor Marking Color Standard, 2020.)



6.2 Lattianmerkintäohjeet

Seuraavat suositukset ovat OSHA 1910.144 – standardin mukaisia ohjeita, joita voidaan muokata tarpeen mukaan vastaamaan yksittäisten laitosten prosesseja. Kuitenkin

huomioiden aina kansalliset normit ja asetukset. (5S Floor Marking Color Standard, 2020.)

- Käytä mahdollisimman vähän värejä. Tämä helpottaa työntekijöitä muistamaan kunkin värin tarkoituksen.
- Työsolut, laitteet ja käytävät voidaan merkitä samalla värikoodilla (keltainen tai valkoinen), tämän etuna on yksinkertaisuus. Erivärien käyttö on kuitenkin visuaalisesti selkeämpi ja lopullinen värikoodin valinta valitaan tapauskohtaisesti.
- Käytä samaa värikoodia materiaalin varastointialueille, ellei ole tärkeää syytä erottaa raaka-aineita, keskeneräisiä ja valmiita tuotteita. Vaihtoehtona harkitse yhden reunavärin käyttämistä eriväristen tarrojen kanssa erottaaksesi visuaalisesti erilaisia materiaalityyppejä.
- Materiaaleja, komponentteja, raaka-aineita, keskeneräisiä ja valmiita tuotteita sisältävien kalusteiden ja hyllyjen tulee olla värikoodattu sinisellä, vihreällä ja/tai mustalla. Käytä valkoista tai harmaata värikoodia muihin hyllyihin ja karruihin.
- Alueet, jotka tulee pitää vapaina työturvallisuuteen ja pelastustoimiin liittyen suositellaan merkittäväksi punavalkoisella värikoodilla. Ensisammutus ja pelastustoimiin liittyvät välineet ja niihin liittyvät seinäkyllit tulee olla punaisia ja vihreitä.
- Sähkökeskusten edusta tulee merkata punavalkoisella värikoodilla.
- Alueet, jotka tulee pitää vapaina operatiiviseen toimintaan liittyen, merkataan mustavalkoisella huomioiden esim. haarukkatrukin tarvitsema tila.
- Alueet, jotka saattavat aiheuttaa työntekijälle erityisen terveydellisen riskin esimerkiksi syttyvien tai palavien materiaalien säiliöt, syövyttävien aineiden säiliöt jne. merkataan keltamustalla värikoodilla. (5S Floor Marking Color Standard, 2020.)

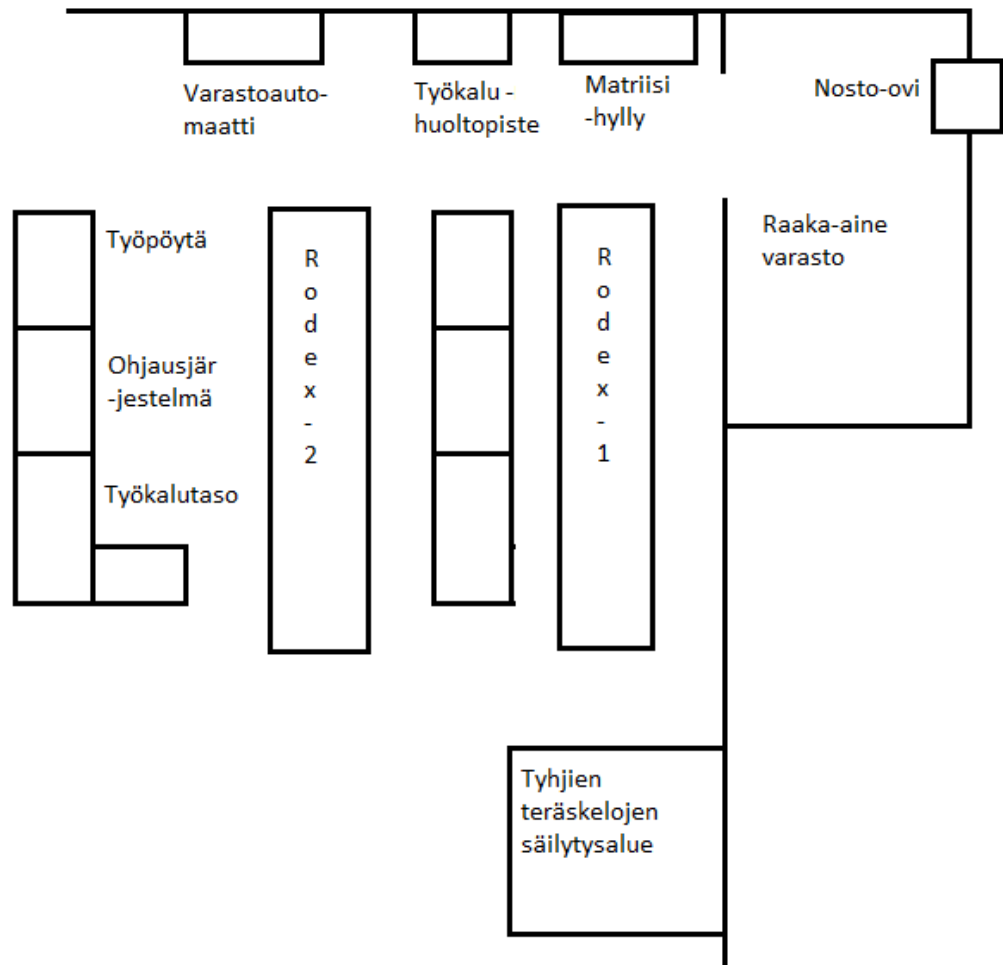
7 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

7.1 Lähtötilanne Rodex-2 tuotantolinjalla

Luvata Pori Oy:n Vetämö nimisessä tuotantohallissa on Rodex-2 tuotantolinja, jota käytetään kupariputken, latta- ja pyörötangon tuottamiseen. Valmistettavia kokoja on useita, joista keskityin tuotantomäärällisesti eniten valmistettaviin. Tuotantomäärällisesti eniten valmistetaan 30 x 10 mm, 40 x 10 mm, 50 x 10 mm lattatankoa ja 28 mm pyörötankoa.

Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää ja analysoida miten Lean 5S-menetelmä soveltuu Rodex-2 tuotannon ja prosessien kehittämiseen. Käytössäni on Rodex-1 tuotantolinjalle tehty 5S dokumentaatio, sekä olemassa olevat Rodex-2 työohjeet. Työohjeissa ei ole mainittu tarvittavien työkalujen sijainteja/varastointia ja tästä lähtökohdasta totesin 5S-menetelmästä olevan hyötyä Rodex-2 tuotantolinjalla. Aloitin opinnäytetyöni dokumentoimalla olemassa olevan tilanteen tuotantolinjan siisteydestä ja työmenetelmistä. Havaintojeni perusteella totesin, että tarvittavia työkaluja säilytetään pääsääntöisesti samoilla paikoilla mutta ei ole merkittäviä paikkoja. Ohjausjärjestelmän toimintaparametrien määrittelyyn käytetään kokeneempien työntekijöiden ns. hiljaista tietoa. Merkittävin havainto on yleinen siisteys, johon tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Tuotantolinjalla on sinne kuulumatonta tavaraa, joista tulisi päästä eroon.

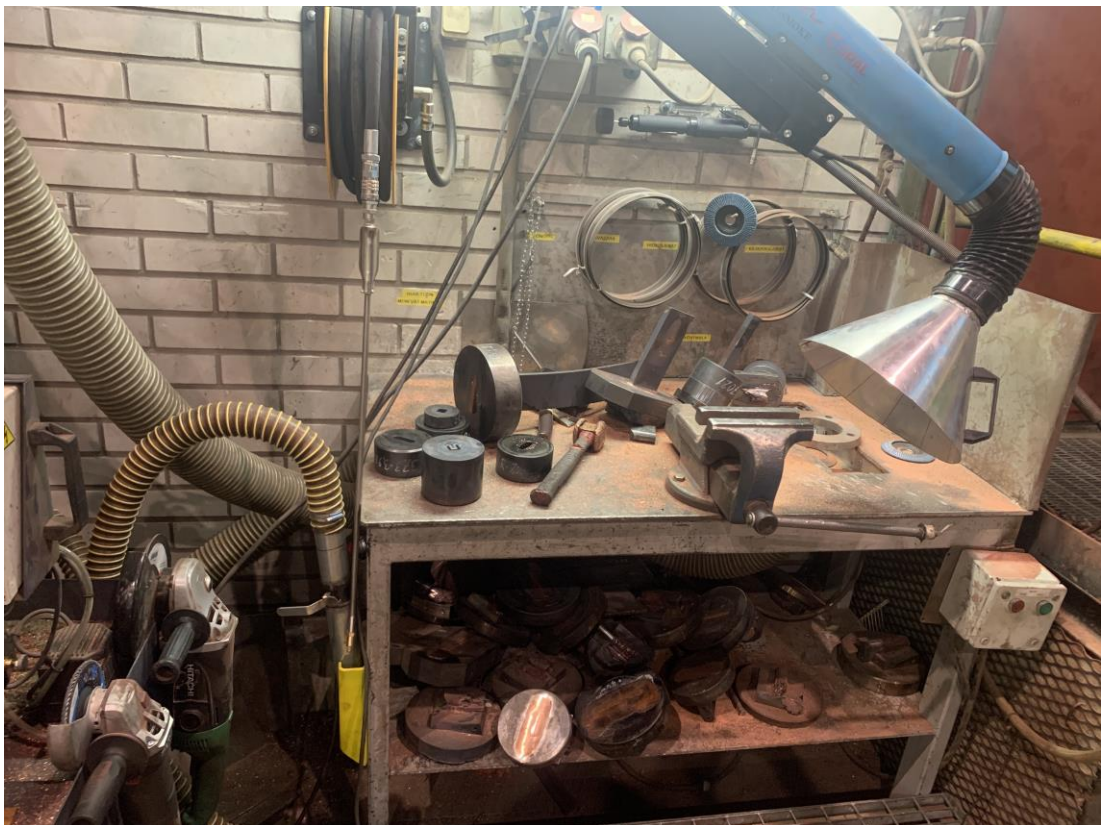
Opinnäytetyössäni tehdyt havainnot perustuvat henkilökohtaiseen työkokemukseen Rodex-tuotantolinjastoilla, kokeneempien työntekijöiden haastatteluihin ja Supply Chain Specialist Mika Harjun kommentteihin. Havaintojen analysointiin hyödynsin Kari Tuomisen LEAN - käytännössä ja LEAN - kohti täydellisyyttä kirjallisuutta.



Kuva 14. Rodex tuotantolinjojen layout.



Kuva 15. Varastoautomaatin edessä sinne kuulumatonta tavaraa.



Kuva 16. Työkaluhuoltopiste järjestelemättä.



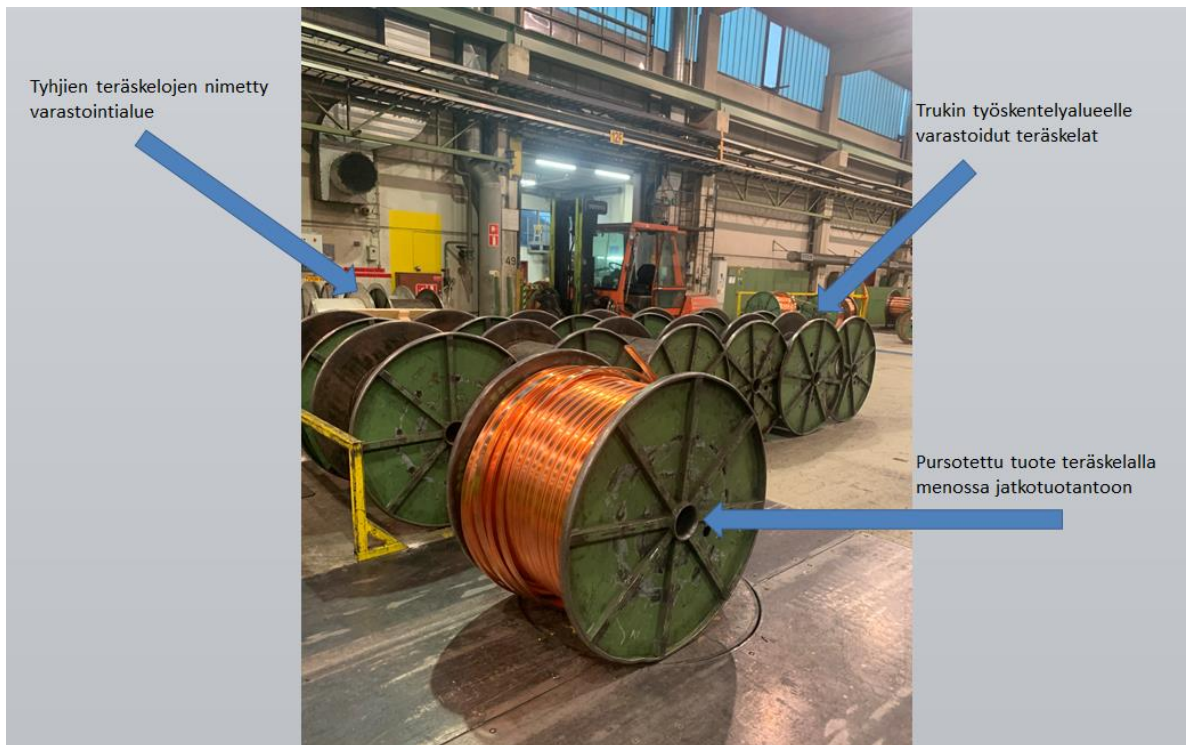
Kuva 17. Matriisihylly.

7.2 Havaintojen analysointi

Havaintojeni perusteilla päädyin suoraavaan lopputulokseen. 5S-menetelmän toteuttamisella parannetaan tuotantolinjan työviihtyvyyttä, työturvallisuutta ja mahdollisesti työntuottavuutta. Työviihtyvyyden parantamiseksi yleinen siivous ja työkalujen lajittelu ja merkitseminen järjestyksen ylläpitämiseksi tulisi olla ensimmäinen toimenpide. Rodex-2 tuotantolinjalla toimii kaksi työntekijää (apuri ja ajuri) on molemmilla omat työkalut tuotantoa varten. Apurin työkaluja ovat kaksi haarukkatrukkia, siirtoleukapihdit, oikaisuputki ja vaneriset ohjurit pursotetulle tuotteelle ja ajurin työkaluja ovat siirtoleukapihdit, teräsleikkuri, työntömitta ja paikallisnostin.

Edellä mainitut työkalut ovat käytössä päivittäin ja siten tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle tehtävää työtä (runners, taulukko 1) Työkaluhuoltoon tarvittavat työkalut ovat oikeilla paikoilla työkalunhuoltopisteellä mutta piste vaatii siistimistä.

Tyhjien kelojen säilytysalue oli merkattu, mutta kapasiteetiltaan riittämätön ja osa ke-loista varastoitu kahden tuotantolinjan väliin, mahdollisesti haitaten pursotuksen seu-raavaa työvaihetta. Tyhjen teräskelojen säilytysalue tulisi olla suurempi. Koska Ro-dex-tuotantolinjat tuottavat materiaalia useille jatkotuotantolinjoille, tyhjen teräske-lojen määrä ei ole suoraan verrannollinen Rodex-tuotantolinjastojen kapasiteettiin. Tämä opinnäytetyö keskittyy vain Rodex-2 tuotantolinjastoon ja tyhjen teräskelojen määrän analysointi edellyttäisi laajempaa tutkimista.



Kuva 18. Tyhjen teräskelojen säilytys.

Positiivisena havaintona osa alueista oli jo merkattu värikoodein ja osalle tavaroista oli osoitettu oma paikkansa. Työohjeet oli dokumentoitu ilmoitustaululle mutta toimintaparametrien määrittelyyn en löytänyt kirjallisia ohjeita.



Kuva 19. Tyhjien teräskelojen nimetty varastointi alue.



Kuva 20. Värikoodin käyttö tuotantolinjalla.

8 TOTEUTUS HYÖDYNTÄEN 5S-MENETELMÄÄ

8.1 Toteutus

Toteutuksesta luotiin aikataulu ja ohjeistus tuotantolinjan vakituisille työntekijöille (Liite 1). Lean 5s Rodex-2 aikataulutusta ja ohjeistusta dokumentti esiteltiin työntekijöille ja asetettiin tuotantolinjan ilmoitustaululle. Toteutus jäi työntekijöiden vastuulle.

8.2 Lajittelu

Lajittelussa todettiin kaikki tuotantolinjalla olevat työkalut tarpeellisiksi. Yksi työkalulipasto, jossa on Rodex-1 ja -2 tuotantolinjastojen pikahuollossa tarvittavia työkaluja pystyttiin siirtämään etäämmälle. (Kuva 21)



Kuva 21. Työkalulipasto ennen ja jälkeen.

8.3 Järjestäminen

Jäljelle jääneet työkalut järjesteltiin paikoilleen ja työtasoille asennettiin taustalevyt estämään työkalujen tippumista.



Kuva 22. Työkalutasot ennen järjestelemistä ja taustalevyjä.



Kuva 23. Työkalutasot järjesteltiin ja taustalevyjen asentamisen jälkeen.

Lisäksi hankittiin uudet henkilökohtaiset kaapit ja uusi pöytä työpisteelle helpottamaan järjestyksen ylläpitämistä ja puhdistamista.

8.4 Puhdistaminen

Puhdistaminen aloitettiin hävittämällä vanha pöytä työpisteeltä. Uusi pöytä asennettiin samaan tasoon toisen olemassa olevan pöydän kanssa, jotta saatiin yhtenäinen pöytäpinta. Vanhat henkilökohtaisten tavaroiden säilytykseen tarkoitetut kaapit hävitettiin. Tilalle ostettiin henkilöstömäärää vastaavat (6 + 1 kpl) kaapit, joihin työntekijät voivat laittaa henkilökohtaiset tavarat säilytykseen työpäivän ajaksi.



Kuva 24. Vanha pöytä eri tasossa toisen pöydän kanssa.



Kuva 25. Uusi pöytä.



Kuva 26. Vanhat henkilökohtaiset kaapit.



Kuva 27. Vanhat henkilökohtaiset kaapit.



Kuva 28. Uudet henkilökohtaiset kaapit.

Uusista kaapeista 3 kappaletta tuli leveämpänä, kuin tilattiin, jonka seurauksena kaapit eivät mahtuneet suunnitellulle paikalle seinässä olevan sähkökaapin takia. Päätin kuitenkin hyväksyä kaappitoimituksen sellaisenaan ja tilasin sähkökaapin siirron.



Kuva 29. Sähkökaappi ennen ja jälkeen siirron.

Yleisen siisteyden ylläpitämiseksi paikalle tuotiin lattia Nilfisk yhdistelmäkone lattioiden puhdistukseen (kuva 30). Kone oli olemassa mutta sijoitettu siten, ettei työntekijät sitä käyttäneet. Tämän opinnäytetyön yhteydessä yhdistelmäkoneelle osoitettiin oma paikka Rodex-2 tuotantolinjan käytettäväksi.



Kuva 30. Nilfisk yhdistelmäkone.

8.5 Standardisointi

Olemassa olevat työohjeet ovat vuodelta 2020 ja niihin ei katsottu tarpeelliseksi tehdä muutoksia (Liite 2). Sisäisiä auditointeja varten tehtäviä seurantalomakkeita ei haluttu tehdä tässä vaiheessa. Työntekijäkohtaiset toimintamallit ovat niin juurtuneet käytäntöihin, ettei yksiselitteistä tapaa ajaa Rodex-2 linjastoa ollut sovittavissa.

8.6 Sitoutuminen

Työntekijöiden sitouttaminen projektiin pyrittiin toteuttamaan hyvän kommunikoinnin ja osallistuttamisen kautta. Heti opinnäytetyön alussa kaikille Rodex-2 tuotantolinjalla työskenteleville kerrottiin, mitä on Lean ja 5s ja mihin tällä tehtävällä opinnäytetyöllä pyritään. Rodex-2 tuotantolinjan työntekijät saivat itse päättää mitä työkaluja tarvitaan päivittäiseen työntekoon ja mitkä voidaan sijoittaa etämmälle. Järjestyksen ja siivouksen ylläpitäminen kerrottiin jatkossakin olevan työntekijöiden omalla vastuulla, johon esimies puutuu vain tarvittaessa.

9 POHDINTA

Opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena, vaikka tavoitteisiin päästiin vain osittain. Toimeksiantaja antoi opinnäytetyön osalta suhteellisen vapaat kädet työn suorittamiseksi. Työ suoritettiin Lean 5S-menetelmien mukaisesti. Havaintojeni perusteella työntekijöiden sitoutuminen tällaisiin projekteihin on todella haastavaa, vaikka pyritään parantamaan henkilöstön työoloja ja sitä kautta työn tehokkuutta. Haluttujen tavoitteiden saavuttaminen edellyttää esimiesten sitoutumista ja määräysvaltaa. Opinnäytetyön käytännön osuutta hankaloitti Rodex-2 tuotantolinjan esimiehen vaihtuminen kesken työn. Työn aikana tehtyjen haastattelujen perusteella kävi ilmi tuotantolinjat ovat rakennettu liian pieneen tilaan, jotta saavutettaisiin kaikkia tyydyttävä työergonomiataso Standardisoiduista työohjeista huolimatta on käytössä työntekijä kohtaisia työtapoja. Tavoitteena oli päästä yksimielisyyteen oikeasta ja tehokkaimmasta tavasta tehdä työtä, mutta tähän tavoitteeseen ei päästy. Sitä voidaan selittää ammattitaidolla, jota jokainen yksilö kokee omaavansa itsenäisesti ja muista riippumatta. Jotta

voitaisiin määrätä tapa millä työtä tehdään, kaikkien työntekijöiden tulisi olla uusia ja kouluttajien yksimielisiä toimintamallista. Tämä voisi olla mahdollista jossain kehitysmaassa missä työntekijöiden ammattitaito ei ole niin kehittynyt kuin, pitkän konepajakulttuurin omaavassa Suomessa, missä yksilön taitotasot vaihtelevat aloittelijasta ammattilaiseen.

Maksimaalisen hyödyn saavuttamisen Lean 5S-menetelmällä toimisi paremmin mitä suuremmasta kokonaisuudesta on kysymys. Yksittäinen tuotantolinja voi keskittyä vain pieniin muutoksiin verrattaessa koko tehtaan prosessien analysointia vastaavalla menetelmällä.

LÄHTEET

Luvata konsernin www-sivut. 2020. Viitattu 14.9.2020. <https://www.luvata.com/>

Analysis of the conform process: a specific form of aluminium extrusion, Xavier Velay, 2004. Viitattu 22.9.2020. http://eprints.bournemouth.ac.uk/432/1/Xavier_Velay.pdf

Conform technology for cost effective manufacture of copper strip, Dr J.R. Dawson, BWE Ltd, uk. Viitattu 24.9.2020. <https://www.rautomead.com/uploads/files/1515577710BWEconformprocess.pdf>

Viiden ässän kehitystyökalu, Jouni Väisänen, 2013. Viitattu 20.11.2020. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/5s/>

Tuominen K. 2010. Lean käytännössä. Juva: WS Bookwell Oy 20.11.2020.

Tuominen K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Juva : WS Bookwell Oy 20.11.2020.

What is 5S; Definition and benefits, 2015. Viitattu 20.11.2020. <http://leanmanufacturingtools.org/5s/>

Lean 5S Seiri, Sort, Cleaning, Classify, 2015. Viitattu 20.11.2020. <https://leanmanufacturingtools.org/198/lean-5s-seiri-sort-clearing-classify/>

Lean 5S Seiton, Straighten, Simplify, Set In Order, Configure, 2015. Viitattu 23.11.2020. <https://leanmanufacturingtools.org/200/lean-5s-seiton-straighten-simplify-set-in-order-configure/>

Lean 5S Seiso, Sweep, shine, clean and Check, 2015. Viitattu 23.11.2020. <https://leanmanufacturingtools.org/202/lean-5s-seiso-sweep-shine-clean-and-check/>

Lean 5S Seiketsu, Standardise, Conformity, 2015, Viitattu 23.11.2020. <https://leanmanufacturingtools.org/204/lean-5s-seiketsu-standardise-conformity/>

Lean 5S Shitsuke, Sustain, custom and practice, 2015, Viitattu 23.11.2020.
<https://leanmanufacturingtools.org/206/lean-5s-shitsuke-sustain-custom-and-practice/>

Effect of deformation speed on the microstructure and mechanical properties of AA6063 during continuous extrusion process, 2013, Viitattu 24.11.2020.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924013613001623>

What is Lean, Lean Manufacturing Definition, 2012, Viitattu 20.11.2020. <http://lean-manufacturingtools.org/34/lean-manufacturing-definition-2/>

5S Floor Marking Color Standard, 2020. Viitattu 29.12.2020. <https://www.bradyd.com/applications/floor-marking-standards>

Haastateltava, 2020. Haastattelu 20.11.2020. Haastattelija Mäkinen, V. Tampere

1 LEAN 5-S AIKATAULU RODEX2

1.1 Lajittelu vk 4 ja 5

- Lajittelussa poistetaan kaikki tarpeettomat tavara Rodex-2 tuotantolinjalta. Tuotantolinjalle jätetään vain tarvittavat tavarat.

1.2 Järjestäminen vk 4 ja 5

- Järjestäminen on 5S-menetelmän toinen vaihe, jonka tarkoituksena on järjestää lajittelu vaiheessa tarpeelliseksi katsotut tavarat siten, että ne ovat ergonomisesti mahdollisimman hyvin saatavilla.

1.3 Puhdistaminen vk 6

- Puhdistaminen on 5S-menetelmän kolmas vaihe, jolloin puhdistetaan lajiteltu ja järjestetty työympäristö. Puhdistuksen tarkoituksena ei ole vain perinteinen siivous, varsinkin syy tälle vaiheelle on mahdollisten ongelmien havaittavuus. Puhdistaminen on merkittävä osa visuaalista työympäristön hallintaa. Hyvin puhdistetusta työpisteestä on helppo havaita asioita jotka eivät sinne kuulu, esimerkiksi öljyvuodosta johtuvat öljyläikät tai kokoonpanosta puuttuva mutteri joka on jäänyt lattialle.

1.4 Standardisointi vk 7

- 5S-menetelmän neljäntenä vaiheena käydään läpi olemassa oleva Rodex-2 dokumentaatio ja tehdään tarvittavat päivitykset.

1.5 Sitoutuminen vk 7

- Viikolla 7 käydään lävitse laatimani seuranta kaavake, jonka tarkoituksena on ylläpitää 5S-menetelmien käyttöönotossa saavutettuja etuja ja estään vanhoihin tapoihin palaamisen.

Rodex-2 työohje (toimeksiantaja kieltänyt julkaisun)