



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KONEPAJAN TUOTANNON LAYOUT-MUUTOKSET

TEKIJÄ: Esa Varis

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Esa Varis			
Työn nimi Konepajan tuotannon layout muutokset			
Päiväys	15.5.2016	Sivumäärä/Liitteet	16
Ohjaaja(t) Jarmo Pyysalo, Tuotantotalouden yliopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Varkauden Pirtinniemellä toimivalle yritykselle, joka toimii osana maailmanlaajuisia konsernia. Yrityksen päätoiminta-alueena on voimalaitosten kattiloiden huolto korjaukset sekä perusparannukset.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä layout-suunnitelma tuotantotilojen toiminnan kehittämiseksi ja tuotavuuden parantamiseksi hyödyntämällä suunnittelussa Lean filosofian 5 S – menetelmää.</p> <p>Päättötyön lopputulemana syntyi layout-suunnitelma paremmasta tuotantoratkaisusta sekä esitys siitä johtokunnalle. Suunnittelun tuloksena parannettiin tuotannon materiaalivirtaa sekä huomioitiin työturvallisuusnäkökohdat alkutilannetta selkeämmin. Suunnitelmat toteutettiin myöhemmin esitykseni pohjalta yrityksen tilauskannan ja rahoitustilanteen parannuttua.</p>			
Avainsanat Lean, 5S, 8 hukkaa			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Esa Varis			
Title of Thesis Layout Changes in the Production Workshop Facilities			
Date	15.5.2016	Pages/Appendices	16
Supervisor(s) Jarmo Pyysalo, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners			
<p>Abstract</p> <p>The thesis was carried out for a company that is part of a global consolidated company operating in Pirtinniemi, Varkaus. The main area of operation is maintenance, repair and modification of power plants.</p> <p>The purpose of this thesis was to make a layout plan of the production facilities in order to improve the operations from the point of view of productivity and occupational safety by using Lean philosophy's 5 S methodology in the design work.</p> <p>As an outcome, a layout plan of a better production solution and a proposal of it for the board were established. Based on the design, the material flow of the production was enhanced and the occupation safety issues addressed more clearly than in the initial stage. The plans were later on implemented based on my proposal as the company's order backlog and financial situation became better.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Lean, 5S, 8 waste</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Yritys	5
1.1.1	Yrityksen päätuotteet	5
1.1.2	Tulistimet	5
1.1.3	Luvo.....	6
2	LEAN FILOSOFIA JA PÄÄTTÖTYÖSSÄ KÄYTETYT MENETELMÄT	8
2.1	Tuotannon hukat	8
2.2	5S Menetelmä.....	9
2.3	Työturvallisuus	10
3	LAYOUT-SUUNNITTELUPROJEKTI.....	11
3.1	Työn vaiheet ja eteneminen	11
4	TULOKSET.....	13
5	POHDINTA	15
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	16

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Pirtinniemessä olevan voimalaitoskattiloiden huoltotoimintaan erikoistuneeseen yritykseen. Yritys tekee voimakattiloiden peruskorjauksia, huolto- ja parannustöitä. Nopeat tuotannon muutokset, joita aiheuttavat mm. asiakkaiden kattiloiden äkilliset vauriot, aiheuttavat tapauksesta riippuen suuriakin tuotannonmuutoksia. Joten ennestäänkin huonot tuotantotilojen layout-ratkaisut eivät suinkaan helpottaneet tuotannonmuutoksia, vaan ongelmia ja hukkaa syntyi jo päivittäisestä tuotannon toiminnasta.

1.1 Tehtävän toimeksiantanut yritys

Päättötyön kohdeyritys toimii neljässä eri tuotantotilassa Varkauden kaupungissa sen Pirtinniemen teollisuusalueella. Yrityksellä on omaa valmistusta, suunnittelua sekä asiakaskonsultointia voimakattiloiden ongelmakohteiden laajoissa revisioissa ja pienemmissä huolloissa. Asiakasprojektit voivat olla hyvinkin lyhyistä korjaustoimenpiteistä pitempiin muutaman vuoden pituisiin projekteihin. Toimihenkilöstö työskentelee pääasiallisesti Pirtinniemen konttorista käsin, mutta työntekijät toimivat kausi-/projektiluonteisesti paikallisesti sekä asiakkaan luona työkohteissaan. Pääasiallisesti tuotanto on rytmittynyt seuraavasti: talvella tehdään kesän revisioprojekteihin osia Pirtinniemen tuotantotiloissa ja kesällä työskennellään asiakkaiden kattilaitoksien kesärevisioissa. Lisäksi kesäisin hankitaan ulkopuolisia työntekijöitä projektien hoitamiseen. Yrityksen vahvuutena on vankka kokemus vaativistakin korjaus-, hitsaus- ja asennustöistä. Pirtinniemen toimipisteen tärkeimmät tuotantolaitteet ovat paneeli-hitsauskone, putkentaivutuskone, paneeliportaali. Niiden lisäksi käytössä on sekä hiekkapuhallus- että hitsauskalustoa.

1.1.1 Yrityksen päätuotteet

Yrityksen valmistamia päätuotteita ovat erinäiset kattilaputkistot, joita ovat muun muassa tulistimet, ekonomaiserit eli syöttöveden esilämmittimet, luvot (=luftvorwärmer) eli ilmanesilämmittimet sekä keittopinnat. Jokainen korjattavan painelaitteen osa tai kokonaisuus valmistetaan asiakkaan mitoituksien ja kohdemaan lainsäädännöllisten vaatimusten mukaisesti, joten kappaleet ovat täysin räätälöityjä asiakaskohtaisesti.

1.1.2 Tulistimet

Tulistin on höyrykattilakomponentti (Kuva 1. Timonen 2009), jonka tarkoitus on kuumentaa höyrystimestä tuleva höyrystetty vesihöyry energialähteen lämpöenergialla höyrystymislämpötilaa korkeampaan lämpötilaan. Mitä kuumempaa höyry saadaan johdettua höyryturbiiniin, sitä suurempi liikeenergia saavutetaan. Materiaaliteknisistä syistä johtuen tulistusslämpötilat ovat suurimmillaan noin 550 °C:ssa. Höyry tulistuu tulistimessa siis noin pari sataa astetta ennen kuin se johdetaan turbiiniin. (Huhtinen ym. 2000)



Kuva 1. Tulistinputkia (Timonen 2009)

1.1.3 Luvo, ilmanesilämmitin

Palamisilman lämpötila (100–400 °C) riippuu polttoaineesta ja polttotavasta. Ilmanesilämmittimellä eli palamisilman esilämmittimellä kuivataan polttoaineesta kosteutta, tehostetaan polttoaineen syttymistä sekä nopeutetaan palamista. Luvo sijaitsee voimalaitoksen savukaasukanavassa syöttöveden esilämmitin jälkeen savukaasujen virtaussuuntaan nähden eli viimeinen lämmönsiirrin kattilassa. 300–400 °C:n lämpöiset savukaasut lämmittävät palamisilman noin 20 °C:sta 250–400 °C:seen. Savukaasut jäähtyvät yleensä noin 150 °C:seen. Tätä kylmemmässä savukaasuissa olevat syövyttävät ainekset saattavat tiivistyä luvon pinnoille ja syövyttää lämmönvaihdinta. Kriittinen lämpötila riippuu voimakkaasti polttoaineesta ja erityisesti sen rikkipitoisuudesta. Kriittisen alarajan muodostaakin ns. happokastepiste. Kastepisteen alapuolella savukaasuissa oleva kosteus tiivistyy pinnoille, mikä aiheuttaa nopean korroosion ja muita ongelmia. (Huhtinen ym.2000)

Voimalaitoskattilan suurin häviö muodostuu kuumien savukaasujen mukana poistuvasta lämmöstä. Ilman esilämmitin laskee savukaasujen lämpötilaa ja nostaa laitoksen hyötysuhdetta.

Ilman esilämmitimiä valmistetaan kahdella erilaisella periaatteella, putkiluvoina (Kuva 2. Etelä-Savon Energia) tai pyörivinä luvoina. Putkiratkaisussa palamisilma kulkee savukaasukanavassa olevien putkien sisällä, ja savukaasut kulkevat putkien ulkopuolella. Ratkaisu sopii kattilaan, jossa savukaasut ovat helposti liikaavia tai syövyttäviä, kuten sellutehtaiden lämmöntalteenottokattiloissa. (Huhtinen ym.2000)



Kuva 2. Putkiluvo-paketti valmiina asennettavaksi voimakattilan takavetoon. (lähde Etelä-Savon Energia)

Pyörivä ilman esilämmitin koostuu levykennosta, jotka pyörivät hitaasti savukaasu- ja ilmakanavien välillä. Saavukanavaa tai lämpöpintaa pyöriteään 1,5-4 kierrosta minuutissa. Levyt lämpenevät savukaasupuolella ja luovuttavat lämpönsä ilmapuolella. Pyörivät luvot ovat suhteellisen kalliita yksiköitä: perinteisessä voimalaitoksessa ne voivat olla kolmanneksi kallein kokonaisuus turbiinin ja kattilan jälkeen. Pyörivät luvot ovat yleisiä suurissa voimalaitoksissa pienen tilantarpeen takia. (Huhtinen ym.2000)

Mikäli on vaarana, että savukaasujen loppulämpötila pyrkii laskemaan alle happokastepisteen, käytetään höyryluvoa. Höyryluvossa lämmitetään savukaasuesilämmittimen menevää palamisilmaa höyryllä. Tämä pienentää savukaasuilla tapahtuvaa ilmanlämmitystarvetta sekä savukaasujen loppulämpötila nousee. Lämmityshöyrynä käytetään tavallisesti turbiinin välitosta saatua matalapainehöyryä, mutta erikoistapauksissa myös kuumaa vettä. Höyryluvoa käytetään erityisesti pienillä kattilakuormilla, sillä tällöin lämpötilaerot ainevirtojen välillä pienenevät siirrettäessä samoilla lämmönsiirtimillä pienempiä tehoja. Joten kastepisteen alittumiselta vältytään, kun höyryluvolla nostetaan palamisilman lämpötilaa ennen savukaasulämmitintä. (Huhtinen ym. 2000)

2 LEAN FILOSOFIA JA PÄÄTTÖTYÖSSÄ KÄYTETYT MENETELMÄT

Lean on ajattelumalli, joka tuotannon näkökulmasta keskittyy tuotantoprosessin tuottavuuden parantamiseen. Lean-ajattelussa tuottavuutta ei paranneta työahtia tai työaikaa lisäämällä, vaan karsimalla tuotannon hukka pois. Hukalla tarkoitetaan kaikkea tuotteen arvoa lisäämätöntä työtä. Hukkaa systemaattisesti poistamalla työn tuottavuus ja laatu paranevat. Nimensä Lean-ajattelumalli on saanut kirjasta "The machine that changed the world". Kirja kertoo Toyotan menestyksestä ja sen taustalla olevasta ajattelumallista, jota kirja kutsuu Leaniksi. (Rauhala, Jaakko, 2014)

Leanin lähtökohtana ovat asiakkaan tarpeet sekä työnvaiheiden jakaminen asiakkaalle lisäarvoa tuottaviin ja tuottamattomiin työnvaiheisiin, joista osa on tuotantoprosessille välttämättömiä ja osa tarpeetonta hukkaa. Lean tuotantofilosofian tarkoitus on löytää nämä hukat, poistaa ne ja tuottaa enemmän vähemmillä resursseilla samalla parantaen joustavuutta ja systematisoimalla työprosesseja. (Rauhala, Jaakko, 2014)

2.1 Tuotannon hukat

Lean filosofian mukaisesti tuotannosta pystyy tunnistamaan kahdeksan eri tyyppiä hukkaa. 5S menetelmä toimii lean tuotantosysteemin perustana ja sen käyttöönotto sekä ylläpito vaikuttavat merkittävästi yrityksen toimintaan. Menetelmällä on välitön vaikutus yrityksen työntekijöiden tehokkuuteen työntekijäpuolelta toimihenkilöstöön. Sillä on myös vaikutusta työntekijöiden moraaliin ja sitoutumiseen. (McKinsey & Company. 2004)

Lean filosofian mukaisesti tuotannosta pystyy tunnistamaan kahdeksan eri tyyppiä hukkaa.

1. Ylituotanto, pahin kaikista hukista, tuotetaan liian paljon, liian aikaisin
2. Odottaminen; odotetaan joko tuotantokappaletta tai konetta valmiiksi
3. Tarpeeton kuljettaminen; liikutellaan kappaleita/ varastoja edestakaisin
4. Ylikäsittely, prosessoidaan tuotettavaa kappaletta enemmän kuin asiakas tarvitsee
5. Tarpeeton varastointi
6. Laaturvirheet
7. Tarpeettomat liikkeet työssä; huonosti suunniteltu työympäristö, huono layout
8. Työntekijöiden ideoiden ja ajatusten huomioita jättäminen

Lean-ajattelu näkyy selkeästi tuotannon organisoinnissa ja sen jatkuvassa kehittämisessä. Lean on voimakkaasti sidoksissa yrityksen henkilöstöön, ja Lean-ajatteluun kuuluu keskeisesti se, että koko tuotannon henkilöstö osallistuu tuotannon organisointiin ja sen kehittämiseen. On tärkeää, että tuotannon suunnittelussa käytetään tuotantoprosessin parhaiten tuntevien henkilöiden osaamista ja parhaiten tuotantoprosessin tuntevat tuotannon työntekijät. (Kouri, Ilkka. 2009)

2.2 5S Menetelmä

5S menetelmä toimii lean tuotantosysteemin perustana ja sen käyttöönotto sekä ylläpito vaikuttavat merkittävästi yrityksen toimintaan. Menetelmällä on välitön vaikutus yrityksen työntekijöiden tehokkuuteen työntekijäpuolelta toimihenkilöstöön. Sillä on myös vaikutusta työntekijöiden moraliin ja sitoutumiseen. 5S menetelmä toimii käytännössä kaiken tyyppisessä yritystoiminnassa. (McKinsey & Company. 2004)

Seuraavassa on lueteltu 5S menetelmän viisi vaihetta ja pääkohtaa japaniksi ja suluissa ne ovat suomenkielellä.

1. Seiri (lajittele): lajitellaan työkalut, materiaalit, muut tavarat tarpeellisuuden mukaan. Rikkinäiset ja selkeästi ylimääräiset tavarat poistetaan työpisteistä. Ne tavarat ja työkalut ym. joita tarvitaan jätetään työpaikalle. Työkalut ja materiaalit joiden käyttöä ei tiedetä, viedään pois työpisteestä ja hävitetään jonkin ajan kuluttua, jos niille ei löydy selkeää käyttöä.
2. Seiton (järjestä): Tarpeellisille tavaroille tehdään selkeät paikat, joista ne löytyvät varmasti sekä niiden puuttumisen huomaan.
3. Seiso (siivoa ja huolla): Puhdistetaan sekä huolletaan koneet ja laitteet. Koneiden puhtaana pitäminen osoittaa paremmin esim. öljyvuodot ja muut vastaavat viat
4. Seiketsu (standardisoi): Luodaan järjestelmä, missä on määritelty selkeät vastuut, siivousalueet ja henkilöt sekä määritellään siivouksen ajankohdat
5. Shitsuke (ylläpidä): 5S alueissa ylläpidetään järjestystä jatkuvasti, kohdat 1-3. Niiden toimintaa auditoidaan ja tarkastellaan tarpeeksi riittävän usein.

5S menetelmässäkin on tärkeää, että sitä kehitetään jatkuvasti. Muuten on vaarana, että ajaudutaan takaisin lähtötilanteen kaltaiseen tilaan, jolloin menetelmä on otettava taas alusta asti käyttöön kunnolla. Yrityksen johdolla sekä yrityskulttuurilla on paljon vaikutusta kuinka asiat viedään eteenpäin tai annetaan olla. Aikaisempien 5S projektien kokemuksista ja toiminnasta voin todeta seuraavanlaisia hankaluuksia; ensimmäiset kolme (1-3 S) vaihetta saadaan tehtyä kovinkin helposti sekä joskus jopa innostuneesti, mutta seuraavat kaksi vaihetta (4-5 S) vaativat jo pitempiaikaisempaa työskentelyä asian eteen sekä sitoutumista siihen. Hyvässä Lean-kulttuurin omaavassa yrityksessä johto näyttää toiminnallaan esimerkkiä, joten jos työntekijöiltä vaaditaan siisteyttä ja järjestelmällisyyttä, pitäisi työnjohdon sekä muun johdon osoittaa esimerkillään pystyvän itsekkin siihen. Eräissä yrityksissä 5S menetelmä on otettu ensin käyttöön työnjohdon toimistoissa sekä pyydetty työntekijöitä auditoimaan ja arvioimaan 5S menetelmän toimivuus. Vasta tämän jälkeen 5S menetelmä on toteutettu työntekijätasolla. Kuten monissa muissakin Lean filosofian menetelmissä, 5S menetelmässäkin on tärkeää,

että työnjohto näyttää omalla toiminnallaan esimerkkiä. Sillä kuinka voi vaatia muilta 5S toiminnan mukaista työskentelyä, jos johto ei itsekään noudata sitä. (Danfoss. 2010)

2.3 Työturvallisuus

Työturvallisuus on tärkeä osa päivittäistä toimintaa, joka tulisi ottaa huomioon kaikessa toiminnassa työpaikoilla. Työnsuojelutoiminnan tarkoituksena on taata turvalliset ja terveelliset työolot sekä tukea työntekijöiden työkyvyn ylläpitämistä. Työsuojelutoiminnan perustana on ennakoivan työsuojelun periaate. Työsuojelutoiminnassa pyritään etukäteen ehkäisemään vaaratilanteisiin joutumista ja painotamaan työsuojelutoimenpiteet tunnistetuille tärkeimmille riskialueille. Työturvallisuusjärjestelmässä on tärkeänä osana työsuojelun turvallisuussuunnitelma, jossa on huomioitu työsuojelusopimusten, työlainsäädännön ja EU-säädösten menettelytapoja. Työsuojelutoiminta on myös tärkeänä osana yhtiön laatujärjestelmää ja koko toimintaa. (Etelä-Savon Energia, 2012)

Työturvallisuuden arvostus ja merkitys työpaikalla määräytyvät henkilöstön ja johdon työturvallisuusasenteen perusteella. Kun työturvallisuus on osa jokapäiväistä työntekoa, on helppo luoda työturvallisuuskäytäntöjä, joita henkilöstö noudattaa. Jos työturvallisuuteen suhtaudutaan vähättelevästi, aktiivisenkin työsuojeluhenkilöstön mahdollisuudet parantaa tilannetta ovat hankalat. Tehokas työturvallisuus on järjestelmällistä ja perustuu työpaikalla yhteistyössä tehtyihin suunnitelmiin. (Työturvallisuuskeskus, 2009)

Hyvä työturvallisuusjärjestelmä sisältää myös monia muita tekijöitä henkilöiden perehdyttämisestä, työterveyshuoltoon jopa päihdeongelmien hoitamiseen työpaikalla. Työkyvyn ylläpito on tullut monissa yrityksissä tärkeämpään rooliin. Tehokas ja tulokellinen työsuojelutoiminta on luontevaa esimies/alais-suhteessa tapahtuvaa päivittäistä vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Turvallisuusajattelun omaksuminen on osa ammattitaitoa. (Etelä-Savon Energia, 2012)

Monet yritykset, jotka aidosti ovat ottaneet Lean filosofian mukaan toimintaansa, ovat huomanneet myönteiset vaikutukset tuottavuuteen, henkilöstön tyytyväisyyteen sekä työhyvinvointiin. Lean filosofiassa keskitytään lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle sekä pyritään poistamaan kaikkea hukkaa mikä ei anna tuotteelle lisäarvoa. Leanissä käytetään monenlaisia menetelmiä sekä työkaluja ja niiden kanssa toimimiseen tarvitaan ihmisiä. Järjestyksestä ja siisteydestä on tullut organisoidun sekä laadukkaan yrityksen tunnusmerkkejä. Järjestys tekee hyvän ulkoasun yritykselle sekä luo hyvän kuvan asiakkaille ja kumppaneille. (Pöri, Heikki, 2015)

Tärkeää on tiedostaa, että Lean perustuu "maalaisjärjen" käyttöön ja hyviin ihmissuhdetaitoihin. Lean filosofiassa perusarvoina ovat ihmisten arvostaminen sekä jatkuva parantaminen, joiden tulee näkyä työntekijöiden johtamisessa. Työntekijöitä kannustetaan jatkuvaan parantamiseen ja oman työnsä analysointiin. Nämä ovat perustana työntekijöiden tyytyväisyydelle, yhteenkuuluvuuden tunteelle, työturvallisuudelle sekä työn arvostukselle. Tästä hyötyvät työntekijät, työnantaja ja asiakkaat. (Pöri, Heikki, 2015)

3 LAYOUT-SUUNNITTELUPROJEKTI

Päättötyöprojektin käynnistämiseksi löytyi monia syitä. Nykyiset tuotantotilat eivät olleet sopivia tuotannonvirroille, jolloin tuotantotilat eivät tue tuotannosuunnittelua. Tästä johtuen valmistus ei ole kustannustehokasta. Ahtaat tuotantotilat ja isojen kappaleiden turhat siirrot lisäävät loukkaantumiskä. Lisätilantarvetta ilmeni myös ulkopuoliselle työvoimalle Pirtinniemen tuotantotiloihin. Ulkopuoliset lisätyöntekijät on helpompi kouluttaa ja testata Varkaudessa, jonka jälkeen heidät voidaan lähettää asennuskohteisiin. Sen hetkinen toimintamalli oli että muutamat asennusvalvojat tekivät matkoja eri alihankkijatuotantopajoihin arvioimaan heidän henkilöstöään sekä laitteitaan. Näiden arviointien seurauksena näitä yrityksiä voitiin ottaa tarpeenmukaan alihankintakuvioihin. Myös moni entinen alihankkija toimii nykyisin kohdeyrityksen kilpailijana, joten heidän työpajojaan ei voida käyttää valmistuksen tarpeisiin.

Yrityksen työturvallisuuden parantaminen on nostettu erittäin tärkeään asemaan. Tätä kulttuuria vaaditaan sekä edellytetään kansainvälisen yrityksen muussakin toiminnassa ja toimialoilla.

Työsuojeluorganisaatio suorittaa turvallisuuskierroksia tunnistuen ja arvioiden työturvallisuusriskejä. Havaittuihin ongelmiin pyritään löytämään parannuksia ja korjaamaan tilannetta. Yrityksen työturvallisuushenkilöstö myös tutustuu osaston asennus/korjauskohteisiin asiakkaiden toimipaikoissa, joten tämä työturvallisuuden kulttuuri ja toimintatavat pyritään pitämään vahvana.

3.1 Työn vaiheet ja eteneminen

Aloitin suunnittelutyön kartoittamalla nykytilannetta sekä seuraamalla tuotantoa. Pääsin tutustumaan valmistuksen eri vaiheisiin ja huomioimaan monenlaista tuotannon hukkaa ja arvoa lisäämättä työtä. Nykytilan selvityksessä kartoitin erinäisiä työvaiheita monissa työpisteissä. Tuotantotilat ovat hajallaan monessa eri hallissa ja toimien koordinoitiin eri hallien välillä sekä hallien sisäisesti menee turhaa aikaa.

Monissa työsuojelukierroksen raporteissa ilmeni selkeitä järjestyksenpidon puutteita. Myöskään ei ollut selkeästi osoitettu työntekijöille siivousalueita ohjeistuksesta puhumattakaan.

Isoon tuotantohallin oli vuoden 2000 kattilaprojektin tiimoilta rakennettu väliaikaiseksi tarkoitettu toimistorakennus, jossa oli monia eri yrityksiä vuokralaisina. Lisäksi tuotantohallissa toimi Sakkyn hitsauskoulu, jossa menetelmähitsaajat harjoittelivat ja pätevöivät hitsausluokkansa. Näiden kaikkien toimijoiden vuokrasopimukset irtisanottiin ja heille aloitettiin etsimään yhteistyössä Pirtinniementä sopivampia tiloja. Rakennuspuolen alihankkijoiden kanssa aloitimme selvittämään kustannusarvioita tilapäisen toimiston purkutyöstä sekä mahdollisista muista halliin tarvittavista muutostöistä. Näissä kartoituksissa käytimme myös oman henkilöstön asiantuntemuksia ja näkemyksiä.

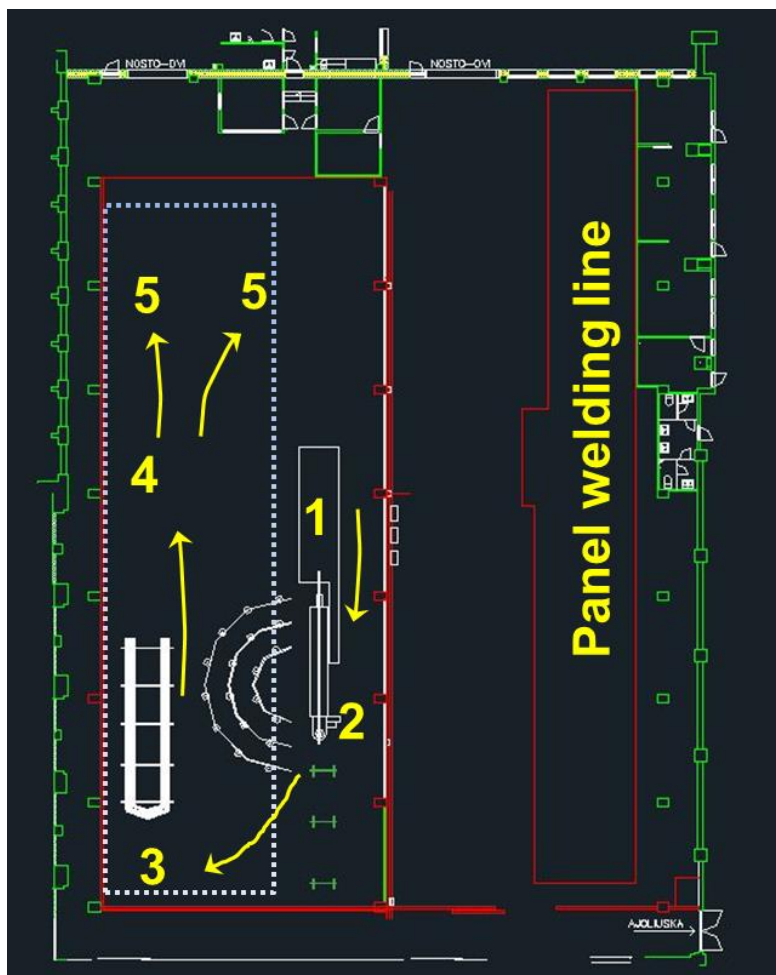
Työssäni mittasin fyysisesti tuotantolaitteistot sekä mitoitin ne AutoCad suunnitteluohjelmalla hallien layout kuvaan. Joissakin tilanteissa selvensin suunnitelmia ja tein 3D-mallinnoksia tuotantolaitteista ja – tiloista.

4 TULOKSET

Päättötyön tekemisen aikana kokosin aineiston esitykseksi layout-muutosten tekemiseksi. Layout-muutosehdotelma esitettiin yrityksen Suomen toimintojen johtoryhmälle. Esityksessä selvitin layout projektin kustannukset eri alueittain, jotka jakautuivat seuraavasti:

Purkukustannukset	50.000 €
LVI-muutokset	30.000 €
Uuden tuotantohallin seinäkorjaukset	75.000 €
Ovien laajennukset	30.000 €
Tuotantolaitteistojen siirrot	15.000 €
Uusi putkensyöttölaite taivutuskoneelle	60.000 €
Uusi nosturi	70.000 €
Sähköistystyöt	20.000 €
Kaasulinjat	30.000 €
Varaus muille kuluille	50.000 €
Yhteensä (kustannusarvio)	430.000 €

Tulevaisuuden layoutissa on nähtävissä selkeä raaka-aineiden ja valmiiden kappaleiden materiaalivirta, jossa ylimääräinen siirtely työ on pyritty saamaan minimiin. Katkoviivalla näkyy purettavan toimistorakennuksen koko ja sijainti hallin keskellä.



Kuva 3. Tuotannon layout uudessa hallissa. 1. Putkivarasto, 2. taivutuskone, 3. taivutettujen putkiaihioiden(tulistimet) varasto, 4. putkien hitsaus, 5. lopullinen kokoonpano

Kuvassa 3. on esitetty uusi tuotantosolu tulistimien kokoonpanoon. Ensimmäisenä vaiheena tuodaan putket putkivarastoon (1). Sen jälkeen putkia otetaan yksitellen putkentaivutuskoneelle (2) taivutettavaksi. Putkentaivutuskoneella putki taivutetaan tulistimen oikeaan muotoon ja mahdollinen liian pitkä putki katkaistaan mitoituksen mukaisesti. Katkaisukohtaan tehdään seevaus hitsausta varten. Tämän jälkeen taivutettu ja seevattu putki siirretään tulistimien putkiaihiovarastopaikalle (3). Tässä paikassa tulistinputket ovat irrallaan ja ne kasataan siihen. Putkinippujen väliin laitetaan pienet puukapulat nostojen helpottamiseksi. Kun erä tulistimia koottu varastopaikalle, niin niitä nostetaan kerroksittain yksitellen putkien hitsauspaikalle(4) hitsauspukkien päälle. Putkien päitä tarvittaessa vielä hiotaan jonka jälkeen ne hitsataan yhteen pääasiassa Mig-hitsauksessa. Hitsattavien putkien toinen pää tulpataan ja toiseen yhdistettävään putkeen laitetaan virtaamaan suojakaasu (Ar). Hitsaustyö on erittäin vaativaa hitsausasennon ja materiaalien vuoksi. Myöskään hitsausalue ei voi olla vetoisassa paikassa, sillä suojakaasujen poistuminen aiheuttaa hitsausvirheitä. Kun tulistinlinko on valmiina, sen hitsausaumat yleensä painelaite- ja asiakkaan sopimien tarkastusnormien mukaisesti NDT tarkastetaan, lähinnä röntgen kuvauksella. Hyväksytty tulistinlinko viedään viimeiseen kokoonpanopaikkaan (5). Tämän jälkeen ne tulistimen osat viedään jatkokäsiteltäviksi toiseen halliin.

Näillä toimilla tuotanto saadaan jatkuvaan materiaalivirtaukseen, eikä ahtaiden tilojen vuoksi tarvitse turhia siirtoja tehdä sekä pystytään vakioimaan omat paikkansa tietyille työvaiheille.

5 POHDINTA

Päättötyön lopputulemana syntyi layout-suunnitelma lähtötilannetta paremmasta tuotantoratkaisusta sekä esitys siitä johtokunnalle. Alkuun asiasta tuli kielteinen päätös, mutta hallien layout suunnitelmat toteutettiin myöhemmin. Toimistotilat hallin sisältä purettiin, hitsareiden pätevöittämiseen tarkoitettu hitsauskoulu siirtyi toisiin tiloihin lähietäisyydelle ja myös muut vuokralaiset sijoittuivat Pirtinniemen muihin kiinteistöihin.

Suunnittelun tuloksena parannettiin tuotannon materiaalivirtaa ja huomioitiin työturvallisuuskohdat lähtötilannetta selkeämmin. Työturvallisuuden kehittämisestä mainittakoon esimerkiksi vaaraan aiheuttavien isojen kattilan seinälohkojen nostojen ja siirtojen minimointi. Selkeät vastuut tuotanto- ja varastoalueiden järjestyksen ylläpitämiseen, 5S menetelmän mukaisesti myös auttavat työturvallisuuden parantamisessa huomattavasti. Pääasia on, että jokainen työntekijä tiedostaa ja sisäistää työturvallisuuden kulttuurin.

Suunnittelutyön onnistumisen puolesta puhuu se, että hallin ja tuotannonmuutokset tapahtuivat myöhemmin esitykseni mukaisesti yrityksen tilauskannan ja rahoitustilanteen parannuttua.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ETELÄ-SAVON ENERGIA, 2012, Työsuojelohjelma

DANFOSS, 2010. Koulutusaineisto

HAVERILA, Matti J, UUSI-RAUVA, Erkki, KOURI, Ilkka, MIETTINEN, Asko. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.

HUHTINEN, Markku, KETTUNEN, Arto, NURMINEN, Pasi, PAKKANEN, Heikki. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.

METALLITEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO, MET. 2001. 5S. HELSINKI: YLEISJÄLJENNÖS OY.

McKinsey & Company, 2004. Koulutusaineisto

PÖRI, Heikki, 26.3.2015. Blogissa Parempaa elämää, <http://parempaaelamaa.org/2015/03/26/lean/>

RAUHALA, Jaakko, 2014. Kokoonpanon layout-muutos ja tuotannon kehittäminen, Insinööriyö, Metropolia ammattikorkeakoulu

TIMONEN, Jere, 2009. Höyrykattila ja sen toiminta voimalaitoksen osana, Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.

TYÖTURVALLISUUSKESKUS, 2009, Työsuojelutoiminta työpaikalla.