



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Janne Peräkorpi

LOPPUVARUSTELUN KEHITTÄMINEN

Tekniikka ja liikenne
2012

ALKUSANAT

Tämä työ tehtiin vuonna 2013 Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan ja liikenteen yksikössä kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyönä ABB:n Breakers and Switches-yksikköön. Työtäni ohjasi Vaasan ammattikorkeakoululta Arto Hänninen ja ABB:ltä Tommi Järvelä. Haluan kiittää molempia asiantuntevasta ohjauksesta työhöni liittyen.

Vaasassa 30.1.2013

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Janne Peräkorpi
Opinnäytetyön nimi	Loppuvarustelun kehittäminen
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	34
Ohjaaja	Arto Hänninen

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB:n Breakers and Switches-yksikköön Vaasaan. Työn tarkoituksena on tehdä suunnitelma kytkinten pakkausprosessin kehittämiseksi kolmelle tuotantolinjalle. Ensisijainen tavoite on vähentää pakkausvirheitä, koska reklamaatioista aiheutuu merkittävä vuotuinen kustannus. Työn muut tavoitteet ovat pakkausmenetelmien kehittäminen visuaalisesti havainnollistavampaan suuntaan ja työergonomian parantaminen.

Työ koostuu kehittämisprosessin kuvauksesta, varsinaisesta kehitystyöstä sekä johtopäätöksistä. Kehitystyö alkaa prosessin nykytilan analysoinnilla, joka toteutettiin tarkkailemalla tuotannon toimintaa ja haastatteleamalla työntekijöitä. Nykytila-analyysin perusteella nykyiselle pakkausprosessille kehitettiin erilaisia ratkaisumalleja, joiden ominaisuudet arvioitiin ja niille laskettiin kustannusarviot. Paras malli valittiin jatkokehittelyä varten.

Työn tuloksena syntyi karkean tason suunnitelma pakkausprosessin kehittämiseksi, suunnitelma 5S:n parempaan jalkauttamiseen tuotannon toimintaan ja suunnitelma pakkaussovelluksen toimintoihin ja käyttöjärjestelmän layoutiin.

ABSTRACT

Author	Janne Peräkorpi
Title	Development of Packing Process
Year	2013
Language	Finnish
Pages	34
Name of Supervisor	Arto Hänninen

This thesis was made for ABB Breakers and Switches Unit in Vaasa. The purpose of this thesis was to create a plan to develop the quality of the packing process on three production lines. The primary objective was to decrease packing mistakes because the amount of the annual costs due to complaints was significantly high. Other objectives of the thesis were to make packing process more visually illustrative and to improve working ergonomics.

The thesis consists of description of development process, the actual development planning and conclusion. The development planning started with analyzing the present state of the process which was implemented by monitoring the packing process and interviewing employees. Different kind of solution models were planned based on the present state analysis which was later evaluated by features and cost estimates. The best solution was selected to be developed further.

The outcome of this work was a rough plan to develop the packing process, a plan to implement 5S-method more efficiently in the production process and a feature and operating system layout plan of a packing application.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tavoitteet ja eteneminen.....	7
1.2	Työn merkittävyys yrityksen kannalta.....	7
2	ABB.....	9
2.1	ABB yleisesti.....	9
2.2	ABB Breakers and Switches.....	9
3	LAATU.....	11
3.1	Laadun määritelmät.....	11
3.2	Laatukustannukset.....	12
3.2.1	Virhekustannukset.....	12
3.2.2	Valvonnan ja ennalta ehkäisevän toiminnan kustannukset.....	13
4	PROSESSIN KEHITYSTYÖKALUJA JA NÄKÖKULMIA.....	14
4.1	Benchmarking.....	14
4.2	PDCA-sykli.....	14
4.3	SWOT-analyysi.....	15
4.4	5S-toiminta.....	16
4.4.1	Seiri - Sorteeraus.....	16
4.4.2	Seiton - Systematisointi.....	17
4.4.3	Seiso - Siivous.....	17
4.4.4	Seiketsu - Standardisointi.....	18
4.4.5	Shitsuke - Seuranta.....	18
4.4.6	5S:n hyödyt ja kompastuskivet.....	19
4.5	Ergonomia.....	19
5	AUTOMAATIO.....	21
5.1	Ohjelmoitava logiikka.....	21
5.1.1	Taustaa.....	21
5.1.2	Laitteisto.....	21
5.2	Robotti.....	23
6	KEHITTÄMISPROSESSIN KUVAUS.....	24

6.1	Nykytila-analyysi.....	24
6.2	Vaihtoehtoisten ratkaisumallien kehittäminen.....	24
6.3	Vaihtoehtoisten ratkaisumallien analysointi ja vertailu.....	25
7	5S-TOIMINNAN TEHOSTAMINEN	26
7.1	Seiri - Sorteeraus.....	26
7.2	Seiton - Systematisointi	28
7.3	Seiso - Siivous.....	28
7.4	Seiketsu - Standardisointi	29
7.5	Shitsuke - Seuranta	29
8	TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30
9	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET.....	33

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1.	Laatukustannusten rakenne	s. 12
Kuvio 2.	PDCA-sykli	s. 15
Kuvio 3.	"Punainen lappu", 5S-työkalu	s. 17
Kuvio 4.	Esimerkki standardityöjärjestymallista	s. 18
Kuvio 5.	Ergonomian myönteiset vaikutukset	s. 20

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy:n Vaasan Breakers and Switches-tehtaalle. Työn tarkoituksena oli loppuvarustelussa tapahtuvien pakkausvirheiden vähentäminen visuaalisesti havainnollistavin menetelmin, työergonomian parantaminen sekä pakkauspisteen esteettisyyden parantaminen. Työ tehtiin yksikön kolmelle tuotantolinjalle (linjat 1, 2 ja 3).

1.1 Työn tavoitteet ja eteneminen

Työn tavoite oli tehdä suunnitelma pakkauspisteen kokonaisvaltaisen laadun kehittämiseksi. Ensisijainen tavoite oli vähentää pakkauksessa tapahtuvia reklamaatiokustannuksia. Kehitettävän ratkaisun oli oltava työergonomian suhteen hyvä, pakkausmenetelmien visuaalisesti nykyistä havainnollistavampia ja solun toimivuutta ja järjestelmällisyyttä oli kehitettävä sekä solun visuaalista ilmettä parannettava. Työ rajattiin koskemaan pelkkää suunnittelua, joten suunnitelman pohjalta mahdollisesti tehtävät hankinnat ja työpisteen konkreettinen muutos ovat erillinen projekti.

Työ alkoi tiedonkeruuvaiheella ja nykytila-analyysillä. Tietoa ja kehitysideoita haettiin kirjallisuudesta, Internetistä sekä muiden yritysten vastaavanlaisista prosesseista. Pakkausprosessiin kehitettiin eri ratkaisuvaihtoehtoja joille kaikille suunniteltiin uusi layout. Yksi vaihtoehto valittiin jatkokehittelyä varten ja se dokumentoitiin tarkemmin. Tämän lisäksi 5S-työkalun asianmukaiseen jalkauttamiseen osaksi tuotantolinjojen päivittäistä toimintaa tehtiin toimintasuunnitelma.

1.2 Työn merkittävyys yrityksen kannalta

Pakkausvirheistä muodostuu yritykselle vuosittain suuri ja täysin turha kustannus. Kustannuksia kertyy lisätyöstä sekä tuotannon että toimiston puolella. Yksittäiselle reklamaatiolle on määritelty kiinteä käsittelykustannus, jonka lisäksi reklamaatiot aiheuttavat kuljetuskustannuksia ja materiaalikustannuksia vahingoittuneen tuotteen osalta. Kustannuksia syntyy myös huonosta ergonomiasta aiheutuvien poissaolokustannusten ja työn yleisen

tuottamattomuuden muodossa. Tämän työn hyöty yritykselle syntyy sekä kustannusten alenemisena niin reklamaatiokustannuksien kuin sairauspoissaolojen muodossa että jalostusarvoa nostamattoman työn vähenemisenä ja täten tuottavuuden parantumisena.

2 ABB

2.1 ABB yleisesti

ABB on automaation ja sähkötekniikan alalla toimiva yhtymä, joka sai alkunsa 1988 ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekniisten liiketoimien yhteensulautumalla. Tällä hetkellä ABB työllistää yli 130 000 henkilöä ja toimii noin 100 maassa. /3/ /4/

Suomen ABB:n tehtaat sijaitsevat Vaasassa, Helsingissä ja Porvoossa, joiden lisäksi ABB toimii noin 30 muullakin paikkakunnalla. ABB on yksi Suomen suurimmista teollisista työllistäjistä. /4/

2.2 ABB Breakers and Switches

ABB Oy Breakers and Switchesin Suomen tehdas sijaitsee Vaasassa ja valmistaa vaihto-, turva- ja kuormankytkimiä, koteloituja kytkimiä, kytkinvarokkeita sekä nokkakytkimiä. Tuotteita käytetään muun muassa aurinkovoima-, varavoima- ja IT-konesalien sekä teollisuuden sähkönsyötön varmistuksen järjestelmissä. Kytkimiä käytetään moottorien ohjauksessa ja oikosulku- ja ylikuormasuojana. Niillä sallitaan, erotellaan tai estetään sähkövirran kulku.

Suomen yksikkö työllistää noin 250 työntekijää ja se vastaa kytkinten tutkimuksesta, tuotekehityksestä, myynnistä ja markkinoinnista maailmanlaajuisesti. /2/

Turvakytkimillä pyritään estämään laitteiden vahinkokäynnistymiset, esimerkiksi huolto- ja korjaustöiden aikana. Ne ovat käsikäyttöisiä, tarpeen mukaan lukittavissa auki asentoon ja varustettu luotettavalla asennonosoituksella. Kytkin asennetaan moottorin tai muun sähkölaitteen päävirtapiiriin.

Kuormankytkimiä voidaan käyttää pienjännitekojeistojen sähkönjakelun pääkytkiminä, moottorien käynnistys- ja sammutuskytkiminä sekä kuorman erotuksessa huollon aikana. Vaihtokytkinten tarkoitus on estää sähkönsyötön häiriöiden aiheuttamat keskeytykset työn teossa ja tiedon menetykset.

Kytkinvarokkeet toimivat pienjännitekojeistojen sähköjakelujärjestelmien pääkytkiminä ja ne suojaavat toimilaitteita oikosuilta ja ylikuormalta.

Koteloitujen kytkinten käyttösovelluksia ovat tehtaiden ja rakennusten sähköjakelujärjestelmissä sekä paikallisina moottorin erotus- ja pääkytkiminä. EN 60204-laitedirektiivin mukaan kaikissa päävirtapiireissä on oltava käsikäyttöinen kytkin, joka kykenee eristämään laitteiston luotettavasti sähköverkosta. Tämän vuoksi koteloitujen kytkinten vääntimet voidaan lukita O-asentoon ja I-asennossa kytkimen koteloa ei voida avata. /1/

3 LAATU

3.1 Laadun määritelmät

Laatua voidaan arvioida lukuisilla eri tavoilla riippuen arvioivan henkilön mieltymyksistä, tarpeista ja odotuksista. Yritystoiminnassa laatu täytyy voida määritellä tarkasti sen ollessa yksi tärkeimmistä kilpailukeinoista. Laatu voidaan jakaa viiden eri määritelmän mukaiseen luokkaan.

1. Transkendentiaalinen määritelmä

Laatu koetaan luksuksena tai erinomaisuutena. Laatu on kokemusperäistä eikä sitä voida mitata objektiivisesti. Transkendentiaaliseseen laatuun liittyy vahva tuotteen tai yrityksen brändi, jolla pyritään luomaan kuluttajalle lisäarvoa.

2. Tuoteperusteinen laatu

Tuotteen laatu arvioidaan objektiivisen, mitattavan ominaisuuden perusteella. Tällaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi suoritusteho ja hyötysuhde.

3. Käyttäjäperusteinen määritelmä

Laatu nähdään kykynä täyttää käyttäjän tarpeet ja odotukset. Käyttäjäperusteinen laatu on subjektiivista ja tietyillä aloilla käyttäjien tarpeet saattavat muuttua pienelläkin aikavälillä.

4. Tuotantoperusteinen määritelmä

Laatu on virheettömyyttä tuotannossa eli tuote on laadukas, jos se on valmistustoleranssien mukainen. Tuotantoperusteisen määritelmän mukaan laatu on siis objektiivisesti ja mitattavissa olevaa.

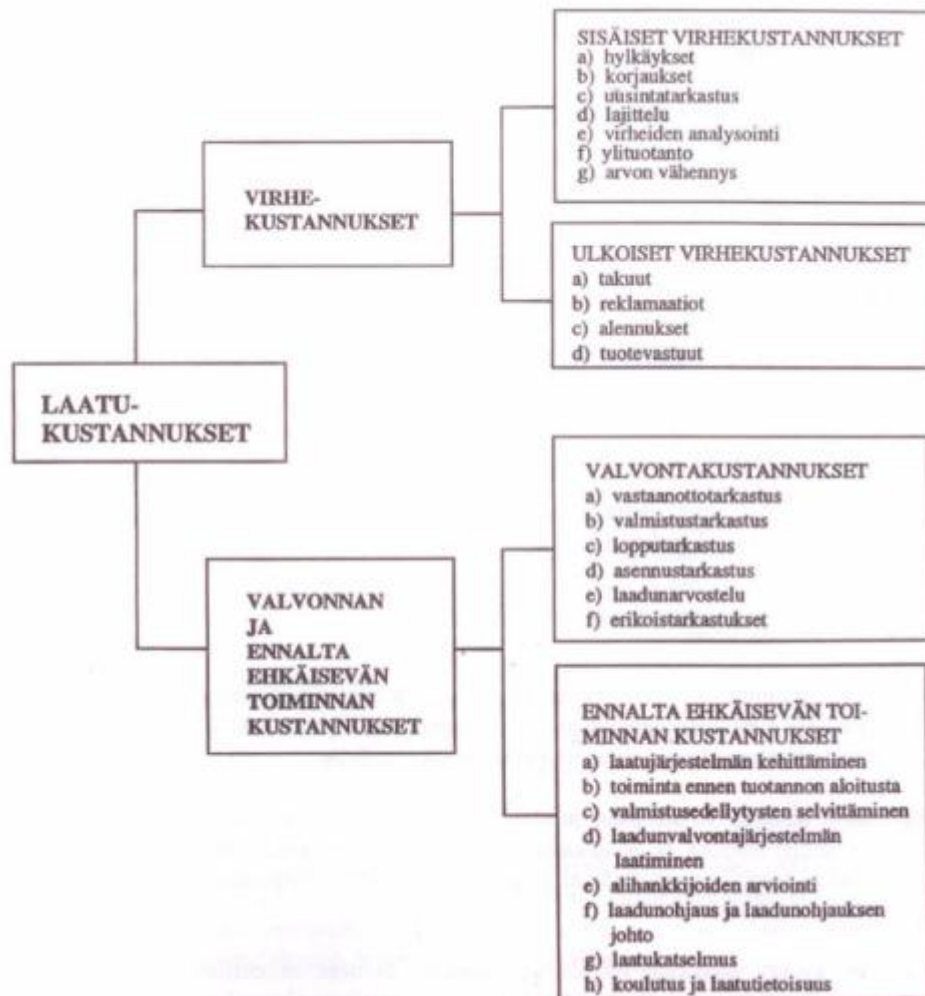
5. Arvoperusteinen määritelmä

Laatu nähdään laatu/hinta-suhteena eli ominaisuudet tiettyyn hintaan.

Käyttäjäperusteista laatua pidetään yleisesti sopivimpana määritelmänä laadulle. Määritelmä ilmaisee laadun jokaisen yrityksen osa-alueen suhteen. Markkinoinnin mielestä tuote on laadukas, jos se täyttää käyttäjän tarpeet ja on täten helposti myytävissä. Ekonomian kannalta tarpeet ja

odotukset täyttävä tuote johtaa kysynnän kasvuun ja hyvään tulokseen. Operatiivinen toiminta tähtää odotusten täyttämiseen virheettömällä tuotannolla ja suunnittelulla pyritään käyttäjälähtöiseen kokemukseen annetuilla reunaehdoilla. /7, 1-3/.

3.2 Laatumukustannukset



Kuva 1. Laatumukustannusten rakenne. /7, 8-1/.

3.2.1 Virhekustannukset

Virhekustannukset voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin kustannuksiin (**Kuva 1**). Sisäisiä virhekustannuksia ovat kaikki yrityksen sisällä havaittu huono laatu ja siitä johtuvat lisätyöt. Näitä ovat muun muassa materiaali-, työ- ja

konekäyttökustannukset. Materiaalikustannusten suuruus riippuu viallisen tuotteen korjauskelvollisuudesta. Työkustannuksia syntyy tuotteen korjaamisesta tai uudelleen valmistamisesta, tarkastamisesta, virheellisten tuotteiden lajittelusta sekä mahdollisesti virheiden analysoinnista. Ylituotanto synnyttää sisäisiä virhekustannuksia, jos kaikkia valmistettuja tuotteita ei saada myytyä normaalilla hinnalla tai tuotteet jäävät kokonaan varastoon.

Ulkoiset virhekustannukset muodostuvat yrityksen ulkopuolella havaituista laatuvirheistä. Niiden todellista suuruutta on vaikea mitata, sillä ulkoiset virhekustannukset aiheuttavat asiakastyytyväisyyden ja laatumaineen laskua, jotka eivät näy tuloksessa välittömästi. Mitattavissa olevat kustannukset ovat samoja kuin sisäisissä virhekustannuksissa. Lisää työkustannuksia aiheutuu reklamaatio- ja takuuasioista vastaavan henkilön työpanoksesta. Vaikka asiakas hyväksyisikin kaupan, saattaa se vaatia tuotteen arvon alennusta laatuvirheeseen perustuen. /7, 8-2/.

3.2.2 Valvonnan ja ennalta ehkäisevän toiminnan kustannukset

Valvontakustannukset koostuvat testauksesta ja valvonnasta aiheutuvista työ-, materiaali-, tila- ja laitteistokustannuksista. Työkustannuksia ovat luonnollisesti testauksesta ja tarkastuksesta vastaavien henkilöiden palkkakustannukset sivukuluineen. Materiaalikustannuksia saattaa syntyä tuotteen särkevästä tarkastuksesta ja tila- laitteistokustannukset muodostuvat testaukseen vaadittavista tilan vuokrauksesta ja testaus- ja mittauslaitteiston hankinnasta ja ylläpidosta.

Laatukustannuksia syntyy myös ennalta ehkäisevästä toiminnasta. Laatujärjestelmän kehittämiseen ja ylläpitoon kuluu työresursseja ja jatkuva parantaminen ja siitä aiheutuvat prosessien kehittämiset laadun parantamiseksi aiheuttavat työ- ja mahdollisesti hankintakustannuksia. Myös alihankkijayhteistyön kehittäminen ja potentiaalisten toimittajien auditointi sekä oman henkilöstön kouluttaminen vaatii oman osansa. /7, 8-3/.

4 PROSESSIN KEHITYSTYÖKALUJA JA NÄKÖKULMIA

4.1 Benchmarking

Benchmarking on oman toiminnan parantamista oppimalla paremmiltaan. Se ei ole teollisuusvakoilua, sillä benchmarkingiin liittyy molemminpuolinen hyöty. Benchmarking voi olla myös ulkopuolista tarkkailua, jolloin yhteistyötä ei tarvita.

Benchmarking-prosessissa on neljä porrasta:

1. Oman prosessin nykytila-analyysi

Valitse kehitettävä prosessi ja määrittele sen suoritusarvot ja menetelmät.

2. Parhaaseen prosessiin tutustuminen ja vertailu

Tutustu vastaavassa prosessissa hyvin onnistuneen yrityksen toimintatapoihin ja menetelmiin ja vertaa niitä omaan toimintaan.

3. Käytäntöjen oppiminen, siirtäminen ja soveltaminen

Opi, siirrä sellaisenaan tai räätälöi sopimaan paremmin yhteen muun toimintasi kanssa.

4. Kehitä edelleen

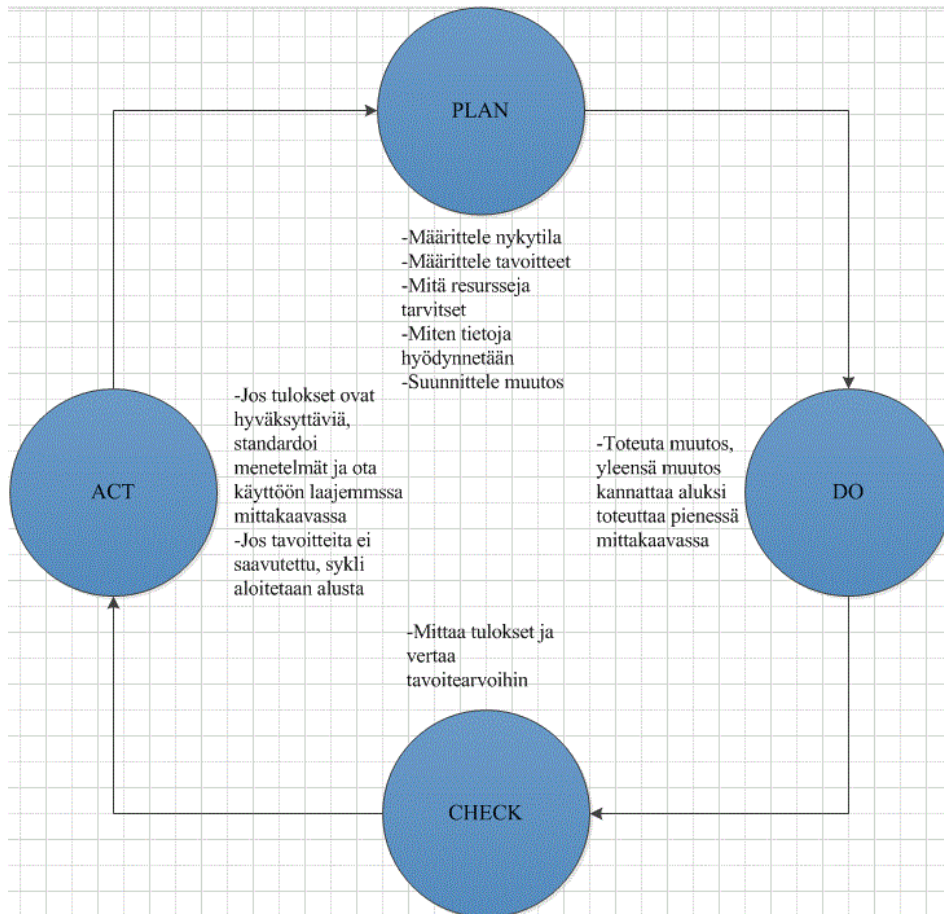
Jatka prosessin kehittämistä pysyvän kilpailukyvyn lisäämiseksi.
/7, 3-8/.

4.2 PDCA-sykli

PDCA-sykli (**Kuva 2.**) on yksi yleisimmistä prosessin kehittämismenetelmistä. Nimensä se on saanut sanoista Plan(suunnittele)-Do(toteuta)-Check(tarkasta)-Act(kehitä). Plan-vaiheessa arvioidaan nykytila ja määritellään ongelmakohdat, joihin halutaan parannusta. Ongelmakohdille määritellään halutut tulostavoitteet joiden pohjalta tehdään suunnitelma toiminnan kehittämiseksi.

Toisessa vaiheessa suunnitelma toteutetaan, mielellään aluksi pienessä mittakaavassa. Muutokset dokumentoidaan. Check-vaiheessa muutoksen tulokset mitataan ja niitä verrataan tavoitearvoihin. Jos tavoitteet saavutettiin, neljäs vaihe on menetelmän standardisoiminen, vakiinnuttaminen ja dokumentoiminen. Tietoa

hyväksi havaitusta menetelmästä voidaan jakaa muille toiminnoille. Jos tavoitteita ei saavutettu, tilanne analysoidaan ja kehityssykli aloitetaan alusta. /6, 381-382/.



Kuva 2. PDCA-sykli.

4.3 SWOT-analyysi

SWOT muodostuu sanoista strengths (vahvuudet), weaknesses (heikkoudet), opportunities (uhat) ja threats (uhat) ja se on toimintaympäristön analysoinnin työkalu. Nelikenttäanalyysin kaksi ensimmäistä osaa, vahvuudet ja heikkoudet, ovat sisäisiä ominaisuuksia ja kaksi jälkimmäistä ovat ulkoisia piirteitä.

SWOT-analyysin tuloksia täytyy pitää ainoastaan suuntaa antavina, sillä analyysin luonne on subjektiivinen. Samat lähtötiedot saaneet henkilöt päätyvät harvoin samaan lopputulokseen. /13/.

4.4 5S-toiminta

5S on työympäristön järjestyksen ja siisteyden ylläpitämisen työkalu ja kuten monet muutkin jatkuvan parantamisen työkaluista, se on peräisin Japanin autoteollisuudesta.

5S koostuu viidestä japaninkielisestä sanasta:

- Seiri (Sorteeraus)
- Seiton (Systematisointi)
- Seiso (Siivous)
- Seiketsu (Standardisointi)
- Shitsuke (Seuranta).

5S:n tarkoitus on tuottamattoman työn karsiminen vähentämällä työkalujen ja osien etsimisaikaa ja parantamalla työviihtyvyyttä.

4.4.1 Seiri - Sorteeraus

Ensimmäisessä vaiheessa työpisteiltä poistetaan kaikki materiaali ja tarvikkeet, joita ei käytetä työpisteellä suoritettavien tehtävien hoitamiseen. Työpisteille kerääntyy yleensä myös paljon sellaista tavaraa, jota käytetään harvoin, mutta joka saa paremman paikan puutteessa jäädä työpisteelle. Yleensä ainoastaan pientä osaa tarvikkeista tarvitaan päivittäisten työtehtävien hoitoon. Tarvittava materiaali ja tarvikkeet järjestellään siten, että ne ovat loogisessa järjestyksessä ja helposti löydettävissä.

Vaihe aloitetaan "punaisten lappujen kampanjalla", jolloin kaikki työpisteellä oleva tavara käydään yksitellen läpi ja turhat tavarat merkitään punaisella lapulla (**Kuva 3**). Lappuun merkitään tavaran käyttötarve, jatkotoimenpiteet ja yleiset tiedot. Monesti on käytännöllisintä aloittaa yhdestä solusta tai yhden työryhmän työpisteeltä.

5S TOTEUTTAMINEN	
KÄYTTÖTARVE	MITEN VARASTOIDA
<input type="checkbox"/> kerran vuodessa	<input type="checkbox"/> hävitä varastoi kauempana
<input type="checkbox"/> kerran 2-6 kk kerran kuussa kerran viikossa	<input type="checkbox"/> laita varastoon
<input type="checkbox"/> kerran päivässä kerran tunnissa	<input type="checkbox"/> varastoi työpisteessä
	viite numero _____
	julkaisu pvm _____
	analyysin kohde _____
	analyysin tekijä _____
	työ valmis (pvm) _____

Kuva 3. "Punainen lappu", 5S-työkalu.

Hyvänä yleissääntönä voidaan todeta, että työpisteeltä voidaan poistaa kaikki tavara, jolle ei ole käyttöä seuraavan 30 päivän aikana. Työpisteiltä poistetaan myös kaikki rikkiäinen tai käyttötärpeeltään tuntematon tavara. Turhat tavarat varastoidaan muualle tai hävitetään.

4.4.2 Seiton - Systematisointi

Ensimmäisen vaiheen jäljiltä soluun jääneille tarvikkeille ja materiaalille merkitään tarkka varastopaikka, joka nimetään näkyvästi. On tärkeää, että tämä tehdään jokaiselle soluun jäävälle tarvikkeelle. Jos varastopaikka sijaitsee lattialla, voidaan sen ääriviivat ilmaista maalilla tai teipillä. Varastoille on myös määriteltävä enimmäiskoko. Tarkalla varastoinnilla pyritään vähentämään tarvikkeiden turhaa etsimistä ja siitä aiheutuvaa turhaa ajankäyttöä.

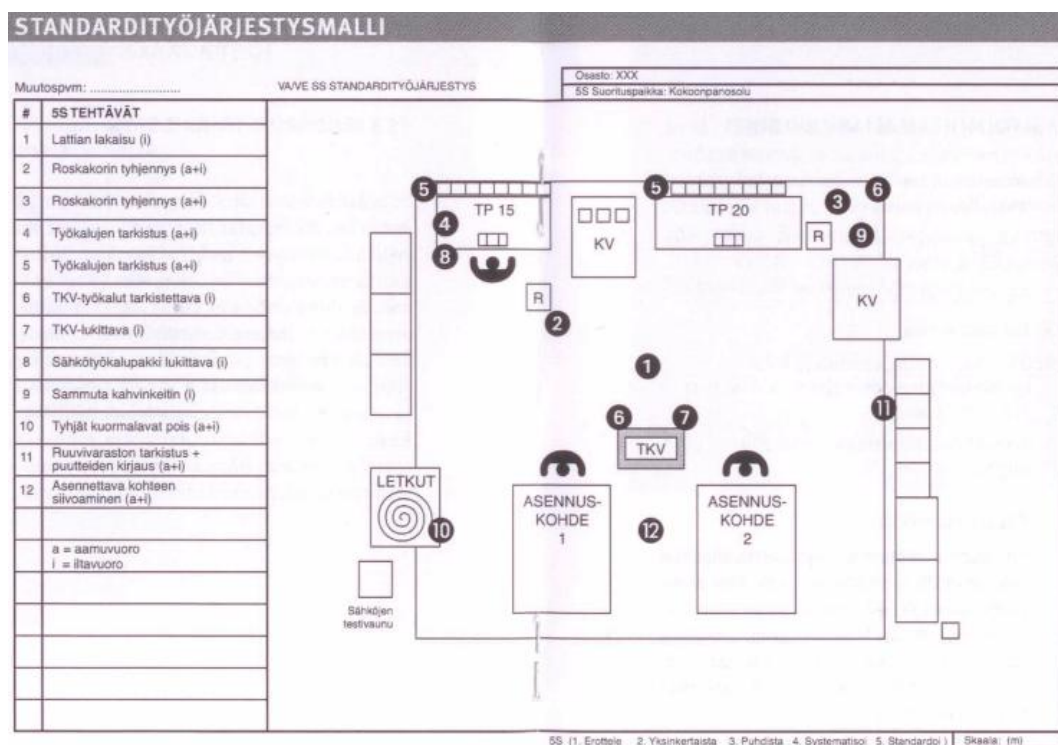
4.4.3 Seiso - Siivous

Luodaan siistit työpisteet joiden siistinä pitäminen onnistuu vaivattomasti. Siisteys edesauttaa siistinä pitämistä, sillä pienetkin poikkeamat työpisteellä on helppo huomata. 5S asianmukaisella käytöllä on myös suuri vaikutus

työntekijöiden asenteisiin ja työilmapiiriin; pieniäkin virheitä varotaan ja pienetkin virheet korjataan.

4.4.4 Seiketsu - Standardisointi

Työntekijöille määrätään standardirutiinit suoritettavaksi työvuoron päätteeksi (**Kuva 4.**), joilla pyritään jatkuvasti järjestyksessä olevaan työpisteeseen. Näitä rutiineja voivat olla siivous- ja huoltotoimenpiteet sekä niiden kesto, laajuus ja toistuvuus.



Kuva 4. Esimerkki standardityöjärjestymallista.

4.4.5 Shitsuke - Seuranta

Ilman systemaattista toimintaa 5S-kampanjasta tulee ainoastaan yksittäinen siivousurakka. Yrityksen on luotava menetelmät, joilla se pitää huolen ja valvoo samojen käytäntöjen jatkumisesta. Tiimeille on asetettava suorituksen tasosta kertovat mittarit ja niille tarkat tavoitearvot. Lisäksi 5S-auditointeja on syytä järjestää tasaisin väliajoin.

4.4.6 5S:n hyödyt ja kompastuskivet

5S:n oikeaoppisella käytöllä pystytään vähentämään tuotteen läpimenoaikaa sekä vähentämään työpisteellä olevaa keskeneräisen tuotannon määrää. Työn viihtyvyys paranee, poissaolot vähentyvät ja työn tuottavuus kasvaa. Tapaturmariskin todennäköisyys pienenee ja yrityksen imago parantuu. Siistillä työympäristöllä on myös vaikutusta työntekijöiden asenteisiin. Kun työpiste on järjestyksessä, kynnys jättää tarvike sille kuulumattomalle paikalle kasvaa.

5S:n mukaan ottamisessa toimintaan on useampia kompastuskiviä, joihin toiminta saattaa pysähtyä. Ensinnäkin 5S:n perusajatus tulee ilmaista työntekijöille riittävän selvästi, muuten toimintaa saatetaan pitää pelkkänä kertamuotoisena siivousprojektina. Uudet toimintatavat tulee kirjata ylös täsmällisesti ja niiden käyttöä valvottava, koska vanhan toimintamallin mukainen käytös ei poistu hetkessä. Tämän vuoksi 5S-projektille on annettava riittävästi aikaa. /15/ /5/.

4.5 Ergonomia

Ergonomia tutkii ihmisen ja toimintajärjestelmän vaikutusta toisiinsa pyrkien parantamaan ihmisen hyvinvointia ja järjestelmän toimintakykyä. Ergonomisessa toiminnassa ihmisen ominaisuudet ovat lähtötieto työn, työkalujen ja työympäristön mukauttamisessa kohti turvallista, miellyttävää ja tehokasta työntekoa. /12, 19/.

Parantuneen ergonomian vaikutukset ovat nopeasti havaittavissa työssä ja työn sujuvuudessa esimerkiksi parantuneena työhyvinvointina ja tehokkuuden nousuna (**Kuva 5.**). Vaikutusten mittaaminen voi kuitenkin olla hankalaa, sillä työtapaan tehty muutos ei ole juuri koskaan pelkästään ergonomiaan liittyvä, vaan muutoksia tehdään myös monen muun asian suhteen. Vaikka työtyytyväisyys ja tehokkuus paranisikin, ei voida välttämättä sanoa sen johtuneen pelkästään ergonomisista muutoksista.

Vaikutuksia työn ja työympäristön kokemiseen, terveyteen ja hyvinvointiin	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • työ on kevyttä ja sujuvaa • työ on mielekästä ja haastavaa • työssä voi käyttää kykyjään ja taitojaan • työ on tuloksellista ja merkityksellistä • työympäristö on miellyttävä • parempi viihtyvyys, motivaatio ja työssä jaksaminen • vähemmän haitallista fyysistä ja psyykkistä kuormitusta 		<ul style="list-style-type: none"> • vähemmän poissaoloja • vähemmän poissaoloista johtuvia tuotannon häiriöitä • vähemmän työperäisiä sairauksia • vähemmän työkyvyttömyyseläkkeitä • vähemmän tapaturmia • helpompi työvoiman saanti ja pienempi vaihtuvuus
Vaikutuksia työntekoon ja tuotantoon	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • parempi työn hyötysuhde • kehittyneempi ihmisen ja tekniikan yhteistoiminta • parempi teknisen järjestelmän hallinta • parempi työprosessin ja laatutekijöiden hallinta • vähemmän virheitä, parempi tuotanto-häiriöiden hallinta 		<ul style="list-style-type: none"> • tehokkaampi tuotanto • vähemmän tuotannon häiriöitä ja katkoksia • parempi tuotannon laatu • joustavampi tuotanto • parempi asiakkaan palvelu • parempi kilpailukyky
Vaikutuksia organisaation toimintaan	→	Taloudellisia vaikutuksia
<ul style="list-style-type: none"> • tehokas yhteistyö työolojen kehittämisessä • laaja kokemuksen ja tiedon käyttö suunnittelussa • tiedot ovat käytettävissä oikea-aikaisesti • suurempia kokonaisuuksia ratkaistaan kerrallaan • organisaation osaaminen kasvaa ja tietoa kerääntyy • suunnittelussa mukana olevien sitoutuneisuus kasvaa • organisaation toimintatavat kehittyvät 		<ul style="list-style-type: none"> • suunnittelu tehostuu ja nopeutuu • järjestelmien käyttöönotto helpottuu ja nopeutuu

Kuva 5. Ergonomian myönteiset vaikutukset. /12, 36/.

Huonosta ergonomiasta aiheutuvia välittömiä kustannuksia voidaan mitata poissaolokustannuksien muodossa, vaikka kaikki poissaolot eivät luonnollisesti johdu ergonomiasta. Välillisiä kustannuksia muodostuu sijaisen palkkaamisesta, mahdollisesta perehdyttämisestä sekä huonommasta työn tuottavuudesta. /12, 36-37/.

5 AUTOMAATIO

5.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka on tosiaikaisten automaatioprosessien ohjaukseen käytettävä tietokone.

5.1.1 Taustaa

Työalueelta saadun kaksitilaisen on/off-tyyppisen tiedon käyttö on yleistä automaation ohjausjärjestelmissä ja käyntiin/seis-käskyihin perustuvat myös usean toimilaitteen toiminta. Ennen logiikkaohjauksia nämä ohjaukset suoritettiin releillä, mikä aiheutti ongelmia komponenttien lukumäärän ja langoituksen monimutkaisuuden suhteen.

General Motors asetti vuonna 1968 seuraavanlaisia vaatimuksia ohjelmoitavalle logiikalle:

- ohjelmoitava ja uudelleenohjelmoitava
- konepajoihin soveltuva
- 120 V:n vaihtosähkösignaalien kestävä
- sähkömoottorin käynnistyksessä ja jatkuvassa ajossa vaatiman kuorman kestäminen lähtöjen osalta
- kilpailukykyinen hinta verrattuna jo olemassa olleisiin kiinteästi langoitettuihin logiikkoihin.

Tarkoituksena oli myös tehdä ohjelmoinnista niin helppoa, että aikaisempaa ohjelmointikokemusta ei tarvittaisi. /10, 221/.

5.1.2 Laitteisto

Ohjelmoitavan logiikan ohjausjärjestelmä koostuu tulo- ja lähtöpiireistä, keskusyksiköstä, ohjelmamuistista, ohjelmointilaitteesta sekä tehonsyötöstä.

Tulopiirit keräävät järjestelmän lähettämät tiedot, jolloin ohjelmoitava logiikka saa tiedon järjestelmän nykytilasta. Tulopiirien tilaa havainnollistetaan

valodiodilla (LED), josta on huomattavaa hyötyä testauksessa ja vikojen paikantamisessa. Järjestelmään kytkettyjä toimilaitteita ohjataan lähtöpiireillä. Näitä toimilaitteita voivat olla venttiilit, lamput, kontaktorit ja releet.

Keskusyksikkö suorittaa logiikalle ohjelmoidut käskyt yksi kerrallaan. Nykyään lähes aina mikroprosessorilla toteutettu keskusyksikkö mahdollistaa aritmeettisten laskutoimitusten suorittamisen loogisten operaatioiden ohella.

Käyttäjän kirjoittama ohjelma tallennetaan ohjelmamuistiin. Yleisimmin käytettäviä muistityyppejä ovat

- CMOS-RAM on luku- ja kirjoitusmuistia, jonka tiedot katoavat sähkönsyötön katketessa.
- EPROM on käyttäjän ohjelmitavissa olevaa lukumuistia, jonka tiedot säilyvät myös ilman syöttöjännitettä.
- EEPROM on luku- ja kirjoitusmuistia, jonka tiedot tallennetaan ja poistetaan ohjelmointilaitteen avulla. Säilyttää tietonsa myös sähkökatkon aikana.

Ohjelmointilaitteella kirjoitetaan logiikan suorittama ohjelma. Laite on taskulaskimen näköinen laite, jossa on näyttö ja laitteen käyttöön vaadittavat painikkeet. Ohjelmointilaitteen ohella käytetään nykyään paljon PC-tietokoneella käytettävää ohjelmointiohjelmistoa.

Tehonsyöttö jakautuu ulkoiseen ja sisäiseen tehonsyöttöön. Sisäinen tehonsyöttö koostuu edellä mainittujen yksiköiden vaatimasta tehonsyötöstä. Jännitelähde saattaa olla erillinen komponentti tai vaihtoehtoisesti integroituna logiikkajärjestelmän kokoonpanoa. Toimilaitteiden tehonsyöttö muodostavat ulkoisen tehonsyötön ja ne toteutetaan tavallisesti erillisillä jännitelähteillä. Luotettavasti toimiakseen ohjelmitava logiikka tarvitsee hyvälaatuisen tehonsyötön. /10, 225-226/.

5.2 Robotti

Yleisen määritelmän mukaan robotilla on vähintään kolme vapaasti ohjelmoitavaa liikeakselia ja vähintään yksi työkalu. Ääriasennosta toiseen liikkuvia robotteja kutsutaan manipulaattoreiksi.

Robotin käyttöä voidaan perustella muun muassa seuraavilla asioilla:

- tehokkaampi tuotanto
- tuotantolinjan suurempi käyttöaste
- pitkästyttävän, raskaan, vaarallisen tai ergonomisesti epämiellyttävän työn siirtäminen pois ihmiseltä
- laadun tasaaminen /10, 259/.

6 KEHITTÄMISPROSESSIN KUVAUS

Pakkausvirheitä pyrittiin vähentämään kehittämällä pakkausprosessia niin, että virheen osuus jää mahdollisimman pieneksi. Ratkaisuvaihtoehdoissa työergonomia on otettu huomioon siten, että etenkin raskaampia komponentteja ei tarvitse kurotella, materiaalivirrat ovat loogisesti eteneviä ja kuljetusmatkat ovat lyhyitä. Toisen ABB-yksikön loppuvarusteluprosessiin tutustumisesta ei saatu mainittavaa apua. Tunnin mittaisen tutustumisjakson aikana Breakers and Switches-yksikön toiminta todettiin jokaisella osa-alueella vähintään vertailukelpoiseksi ja koostuvan samankaltaisista ongelmista.

6.1 Nykytila-analyysi

Kehittämisprosessi alkoi tutustumalla linjojen 1, 2 ja 3 nykyiseen pakkausprosessiin seuraamalla tuotannon toimintaa, haastatteleamalla tuotannon työntekijöitä ja toimihenkilöitä sekä tekemällä näiden perusteella johtopäätöksiä. Prosessista tehtiin prosessikaavio ja prosessi arvioitiin SWOT-analyysin avulla.

Tuotantolinjojen pakkauspisteiden perusongelmat olivat suurimmaksi osaksi yleisessä tiedossa, mutta esitutkimuksessa ongelmakartoitus aloitettiin puhtaalta pöydältä. Ongelmat kartoitettiin ja niille etsittiin juurisyytä.

Esitutkimukseen kuului myös teoria-aineistoon tutustuminen. Tietoa haettiin aiemmin tehdyistä samaa aihetta sivuavista opinnäytetöistä ja tuotannonohjauksen, layoutsuunnittelun, työergonomian, laadun sekä mahdollisissa ratkaisuvaihtoehdoissa käytettävän tekniikan kirjallisuudesta.

6.2 Vaihtoehtoisten ratkaisumallien kehittäminen

Esitutkimusvaiheen jälkeen alkoi varsinaisten ratkaisuvaihtoehtojen kehittämisen. Tavoitteena oli kehittää useampi erilainen lähestymistapa nykyään ilmeneviin ongelmiin. Ratkaisuvaihtoehtojen suurimmaksi rajoitteeksi ilmeni lattiapinta-ala, jota on niukasti linjastosta riippumatta.

Jokaiselle vaihtoehdolle luotiin uusi layout ratkaisukohtaiset rajoitukset huomioon ottaen. Layoutit piirrettiin AutoCAD-ohjelmaa käyttäen. Ratkaisumallin täytyi vähentää pakkausvirheitä visuaalisesti havainnollistavalla tavalla, olla ergonominen työntekijän kannalta sekä esteettisesti miellyttävä.

Ratkaisumallien kehittäminen alkoi kritiikittömällä luovalla vaiheella, jonka aikana kehiteltiin mahdollisimman monta ideaa. Toteuttamisen mahdollisuus ja kannattavuus jätettiin kokonaan pois. Kehittämisprosessiin kuului myös tutustuminen toisen ABB-yksikön pakkaus- ja loppukokoonpanotoimintaan. Syntyneiden ideoiden ominaisuudet, toteutettavuus ja kannattavuus arvioitiin tämän jälkeen tarkemmin.

6.3 Vaihtoehtoisten ratkaisumallien analysointi ja vertailu

Ratkaisumalleille tehtiin arvoanalyysi, jolloin vaadittavat ominaisuudet arvioitiin aiheelliseksi nähdyn painotuksin. Tässä vaiheessa eri ratkaisuvaihtoehdoista oli tiedossa pääidea ja karkea toteuttamisperiaate, joten saatuja tuloksia voitiin pitää ainoastaan suuntaa antavina.

Kustannukset pyrittiin arvioimaan mahdollisimman tarkasti välittömästi aiheutuvien suhteen. Hankintahinta on kohtuullisen helposti ja tarkasti arvioitavissa, mutta investoinnin jälkikustannusten suuruus, rakenne ja rakenteen muuttumisen arviointi on huomattavasti hankalampaa.

Ominaisuudet suhteutettiin ratkaisumallista aiheutuviin kustannuksiin ja tulosta käytettiin apuvälineenä parhaan ratkaisumallin valinnassa. Arvoanalyysiä käytettiin ainoastaan suuntaa antavuuden vuoksi ja sen antamiin tuloksiin ei luotettu sokeasti. Vertailussa pyrittiin myös ottamaan huomioon ABB:n omat pakkausprosessin tulevaisuuden suunnitelmat ja miten hyvin valittu malli soveltuu pitkäaikaisempaan käyttöön.

Vertailun tuloksena yksi malli valittiin jatkokehittelyä varten. Ratkaisumalli dokumentoitiin tarkemmin ja siihen liitettiin kehitettyjä osaratkaisuja tarpeen ja käytännöllisyyden mukaan.

7 5S-TOIMINNAN TEHOSTAMINEN

Tällä hetkellä linjat 1, 2 ja 3 eivät täytä 5S-työkalun asettamia ehtoja. Tavaraa varastoidaan lattialla, pöydillä ja tasoilla niille kuulumattomilla paikoilla eikä niillä välttämättä edes ole omaa merkittyä varastopaikkaa. Nämä huonot varastoimismenetelmät aiheuttavat kyseisten linjastojen merkittävimmät ongelmat 5S:ään liittyen. Työkalut ovat yksilöllisesti merkitty, mutta osittain eri linjalla kuin mitä työkaluun on merkitty. Työkalut kalibroidaan kerran vuodessa oikean vääntömomentin varmistamiseksi ja seuraava kalibrointihetki merkitään työkalun kylkeen. Jokaiselle tuotantolinjalle on laadittu yleisen tason toimintaohjeet linjaston siistinä pitämiseksi, joista määrittelevät sekä vuoro- että viikkokohtaiset siivoustoimenpiteet. Toimintaohjeen hyöty on kuitenkin minimaalinen, koska se ei ole näkyvillä ja tehtävät suoritetaan ulkomuistin perusteella.

5S-auditointeja järjestetään säännöllisesti niitä suorittavat tuotannon työntekijät puuttumatta silti oman linjaston auditointiin. Auditoinnin yhtenä epäkohtana on ilmennyt nykyisestä tilasta johtuva vaikutus asenteisiin. Koska jokin asia on ollut ennenkin tietyllä tavalla, ei asiaa nähdä epäkohtana. 5S:n yksi hyöty pitäisi tulla nimenomaan asennemuutoksesta, joka johtuu paremmasta työympäristöstä. Toisin sanoen pieniäkin virheitä varotaan ja pienetkin virheet korjataan.

Ennen ensimmäistä vaihetta on syytä valokuvata kohdelinjastojen nykytila. 5S-implementoinnin jälkeen tuotantolinjoista otetaan uudet kuvat samasta kuvakulmasta. Kuvat työtiloista ennen ja jälkeen ovat visuaalinen tapa näyttää aikaansaatuja tuloksia.

7.1 Seiri - Sorteeraus

5S-prosessin ensimmäinen vaihe alkaa tarpeettoman ja tarpeellisen materiaalin ja tarvikkeiden erottelemisella toisistaan. Tähän voidaan käyttää punaisen lapun menetelmää (**Kuva 3.**), jolloin kaikki työpisteellä oleva tavara käydään yksitellen läpi ja merkitään tarpeellisuuden mukaan.

Erottelun suorittaa kyseisen tuotantolinjan työntekijät yhdessä työnjohdon kanssa, koska työntekijöillä on paras käsitys linjan tavaran tarpeellisuudesta ja

käyttöasteista. Työntekijät on syytä jakaa muutamaaan ryhmään, joille osoitetaan omat vastualueet. Vastualueet voivat olla esimerkiksi tuotantolinja ja pakkauspisteet.

Työpisteeltä on poistettava sellainen materiaali,

- joka on tarpeeton tai rikki
- jota ei käytetä vähintään kerran kuukaudessa
- jonka käyttötarve on tuntematon.

Edellä mainitut kriteerit täyttävät tavarat merkitään punaisilla lapuilla. Lappuihin merkitään tavarän nimi tai koodi, tarkastuksen tehneen työntekijän nimi, päivämäärä, käyttötiheys ja ehdotus varastoimisesta kauempana tai hävittämisestä. Jos työntekijä on epävarma tavarän tarpeellisuudesta, se merkitään lapulla myöhempää keskustelua varten.

Laputtamisen jälkeen tiimi käy tavarat yksitellen läpi ja päättää lopulliset jatkotoimenpiteet. Jokaisen tavarän kohdalla tulee kysyä seuraavat kysymykset:

- kuka tarvitsee
- mihin käytetään
- kuinka usein käytetään ja onko käyttö välttämätöntä
- onko tavara turvallinen?

Jos työpisteeltä löytyvälle tarpeettomalle tavaralle ei ole tarvetta tehtaan muillakaan työpisteillä, tavarasta hankkiudutaan eroon joko lahjoittamalla, myymällä tai romuttamalla. Rikkinäinen tavara hävitetään tai korjataan. Alle kuukauden välein käytetyt tavarat varastoidaan kauemmas työpisteeltä, samoin tavarat joiden käyttötiheyttä ei tunneta. Muualle varastoitava tavara on myös varastointikohteessa varastoitava 5S-mallin mukaisesti. Työn eteneminen dokumentoidaan ja poistettavista tavaroista tehdään luettelo.

7.2 Seiton - Systematisointi

Toisessa vaiheessa jokainen jäljelle jäänyt tavara sijoitetaan työpisteelle ja sen välittömään läheisyyteen sen käyttötiheyden perusteella. Päivittäin käytetyt tavarat sijoitetaan työpisteelle ja viikoittain käytetyt työpisteen läheisyyteen. Jokaiselle materiaalille ja työkalulle merkitään oma varastopaikkansa ja jokaiselle varastopaikalle oma materiaalinsa. Varastopaikasta tulee käydä ilmi kapasiteetti sekä siihen kuuluva tavara, vaikka varastopaikka olisi tyhjiällä. Jos varastopaikka sijaitsee lattialla, sen reunaviivat joko maalataan tai merkitään teipillä. Tällä hetkellä työpisteiden kaikille tavaroille ei ole merkittyä varastopaikkaa, mikä johtaa työpisteen epäjärjestykseen ja tavaroiden etsimiseen ja sitä kautta tuottamattomaan työhön kuluvana aikana.

Jokaiselle tuotantolinjalle annetaan yksilöllinen värikoodi, jolla erotellaan helposti eri linjojen tavarat toisistaan. Värikoodin lisäksi jokainen tuotantolinjan varastopaikka ja työkalu merkitään kirjainnumeroyhdistelmällä. Tällöin väri yksilöi tavaran tiettyyn tuotantolinjaan, kirjain yksilöi sen tiettyyn tuotantolinjan työpisteeseen ja numero yksilöi sen tiettyyn työpisteen varastopaikkaan. Jokaiselle tuotantolinjalle tuodaan tuotantolinjojen värikoodit kertova värikartta, joista selviää myös työpistekohtaiset kirjainkoodit.

7.3 Seiso - Siivous

Työpisteet on muokattava järjestykseltään siten, että ne ovat helposti siisteinä pidettäviä. Tuotantolinjalle suoritetaan visuaalinen tarkastus ja varmistetaan, että työkalut, materiaalit ja muut tarvikkeet ovat oikeilla paikoilla. Tarkastusvaiheeseen voidaan ottaa mukaan tuotantolinjan ulkopuolisia henkilöitä "tuoreesta silmäparista" saadun hyödyn vuoksi.

Työpisteet siivotaan kerralla kuntoon. Työntekijät laativat listan suoritettavista toimenpiteistä. Niihin voivat kuulua esimerkiksi

- lattian lakaisu
- roskakorien tyhjennys
- työkalujen puhdistus

- työpöytien ja tietokoneiden puhdistus.

7.4 Seiketsu - Standardisointi

Jokaiselle tuotantolinjalle laaditaan räätälöity standardityöjärjestysmalli, jossa määritellään päivittäiset ja viikoittaiset siivous- ja järjestelytehtävät. Joka vuorossa toistuvat tehtävät tehdään vuoron päättyessä ja kerran päivässä suoritettavat tehdään iltavuoron lopuksi. Pakkauspisteillä jostain syystä toistaiseksi jäävä keskeneräinen tuotanto on merkittävä KET-lapulla, josta käy ilmi kyseessä oleva puolivalmiste, kappalemäärä, vastuuhenkilö ja varastoinnin aloitus- ja lopetushetki. Työjärjestysmalli sijoitetaan jokaiselle tuotantolinjalle helposti saatavilla olevaan paikkaan.

7.5 Shitsuke - Seuranta

Aikaan saadun muutoksen ylläpito on hankalin vaihe. Vanhoihin tottumuksiin on helppo palata, jos asiaa ei valvota riittävästi. Tällä hetkellä 5S-auditointeja tehdään riittävän usein hyvään lopputulokseen pääsemiseksi. Lopuksi jokainen työntekijä tekee kirjallisen arvion prosessin hyödyllisyydestä ja sen vahvuuksista ja heikkouksista. Työnjohtaja kerää arviot ja koostaa niistä raportin, jota voidaan hyödyntää jatkossa sekä oman että muiden linjojen 5S-toiminnan kehittämisessä.

8 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksena syntyi neljä ratkaisumallia pakkausmenetelmien kehittämiseksi, joista kolmelle piirrettiin linjakohtaiset layoutit. Ratkaisumallien oli muokattava pakkausprosessia visuaalisesti havainnollistavampaan suuntaan, jonka kautta pyrittiin vähentämään pakkausvirheitä. Layoutsuunnittelussa pyrittiin ottamaan huomioon solun käytännöllisyys, työergonomia ja tuotteen läpimenoaika. Jokaisen mallin ominaisuudet arvioitiin sopivaksi nähdyin kertoimin, joista muodostettiin ratkaisumalleille kokonaisarvosana. Malleille tehtiin myös karkeat kustannusarviot kustannusrakenteen ja suuruusluokan selvittämiseksi. Yksi malli valittiin jatkokehittelyyn ja se dokumentoitiin tarkemmin. 5S-toiminnan tehostamiseksi tehtiin toimintasuunnitelma, jolla pyritään parantamaan tuotannon tehokkuutta ja linjaston järjestystä ja esteettisyyttä. Nykytilan kuvaus ja ratkaisumallit ovat toimeksiantajan toimesta asetettu salassa pidettäviksi.

Työn alkuvaiheessa pyrittiin tutustumaan usean muun yrityksen vastaavaan prosessiin ilman mainittavia tuloksia. Yritykset, joiden tuotanto- tai pakkausprosessi on kilpailuvaltti, eivät halua tarkemman tiedon leviävän, vaikka kyseessä olivat kokonaan eri toimialoilla toimivat yritykset. Benchmarking-yhteistyötä olisi syytä jatkossa kehittää edelleen. Pohjanmaan alueella on useilla eri toimialoilla toimivia laadukkaan maineen yrityksiä, joilla olisi varmasti myös opittavaa ABB:n toiminnoista. Tällaisen yhteistyön aloittamiseen tarvitaan tosin hieman enemmän panostamista, kuin mitä siihen tämän työn aikana suunnattiin.

Tässä työssä tehty karkea suunnitelma on ainoastaan Demingin ympyrän ensimmäinen vaihe. Toimittajilta on pyydettävä tarkempia kustannusarvioita laitevaatimusten tarkennuttua, joiden pohjalta ratkaisuvaihtoehdoille tehdään kannattavuuslaskelmat parhaan ratkaisun löytämiseksi. Lisäksi implementoinnille on tehtävä kattavampi riskianalyysi, jossa käydään läpi liiketoiminnalliset, taloudelliset ja henkilöstöön ja resursseihin kohdistuvat riskit. Valitun ratkaisun implementointi tuotantoon on suunniteltava hyvin toiminnan häiriöiden minimoimiseksi. Työntekijöille on pystyttävä perustelemaan muutoksen hyödyt

kokonaistuloksen kannalta sekä saatettava heidän tietoonsa vaikutukset tuotannon toimintoihin.

Implementoinnin jälkeen prosessin tuloksia verrataan aiempiin. Prosessimittareita tässä tapauksessa ovat pakkausvirheiden määrä ja niistä aiheutuneet kustannukset, läpimenoaika, sairauspoissaolot, työtyytyväisyys ja 5S-auditoinnin arviot. Mittareita on seurattava riittävän pitkällä aikavälillä ennen lisämuutosten tekemistä, koska uusien toimintatapojen omaksuminen saattaa viedä aikaa. Jos haluttuja tuloksia ei saavuteta, kehitysprojekti ja sen aikana tehdyt päätökset on analysoitava virheiden toistamisen välttämiseksi ja kehityssykli aloitetaan alusta. Jos tavoitellut tulokset saavutetaan, voidaan hyvät käytännöt siirtää myös yksikön muille pakkauspisteille. Prosessin kehittämistä ei voida tässäkään tapauksessa silti lopettaa, vaan kehityssykli aloitetaan jälleen alusta ja tavoitteet asetetaan korkeammalle.

Pakkausmenetelmien ja 5S-toiminnan kehittäminen ei johda pitkälle ilman henkilöstön kattavaa perehdyttämistä. Henkilöstölle on perusteltava muutoksen tarpeellisuus, hyödyllisyys, vastualueet ja käyttöönoton aikataulut. Automatisoimattomassa teollisuudessa työntekijän rooli on ensisijainen laadun määrittelijänä, joten henkilöstön asenne laatua ja nollavirhetasoa kohtaan on yksi parhaista keinoista kohti virheetöntä tuotantoa. Lähtökohtana tuotantoprosessin kehittämiseksi tulisi aina olla parhaaseen kokonaistulokseen pääseminen. Laatu on ainoastaan yksi osa-alue, jolla siihen pyritään. Kehittämällä prosessi niin, että virheen mahdollisuus poistuu, saatetaan päätyä pidempään läpimenoaikaan tai kannattamattomiin investointeihin. Näistä syistä johtuen prosessia ei välttämättä aina haluta kehittää täysin virheetömäksi.

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä suunnitelma ABB Breakers and Switches-yksikön kolmen tuotantolinjan pakkausmenetelmien kehittämiseksi ja 5S-toiminnan tehokkaammaksi jalkauttamiseksi tuotantoon. Pääpaino prosessin kehittämisessä oli pakkausvirheiden vähentäminen, mutta myös ergonomia ja esteettisyys oli otettava huomioon.

Työ aloitettiin nykyiseen prosessiin tutustumalla ja tiedonhankinnalla teoriaosuutta varten. Tästä jatkettiin luovaan vaiheeseen, jonka aikana pyrittiin kehittämään useita ideoita ongelman ratkaisemiseksi. Ratkaisuvaihtoehdoille tehtiin arvoanalyysi, jonka perusteella kolme parasta vaihtoehtoa valittiin jatkokehittelyyn ja niille piirrettiin layoutit. Tämän jälkeen vaihtoehdot arvioitiin uudelleen ja yksi vaihtoehto valittiin lopulliseen jatkokehittelyyn ja se dokumentoitiin tarkemmin. Lopuksi tuotannon 5S-toiminnan kehittämiseksi tehtiin toimintasuunnitelma.

LÄHTEET

- /1/ ABB Kytkimet. Viitattu 4.4.2013.
<http://www.abb.fi/product/fi/9AAC100793.aspx?country=FI>
- /2/ ABB Oy, Breakers and Switches. Viitattu 31.1.2013.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/7bad975edd47fb32c12579e300359bad.aspx>
- /3/ ABB Suomalaiset juuret. Viitattu 31.1.2013.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/4c7fb86040626fd9c2256b2000427c68.aspx>
- /4/ ABB Suomessa. Viitattu 31.1.2013.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/0b5e2755355c156dc12579bb003910a4.aspx>
- /5/ Essential in the Lean manufacturing is the 5S philosophy. Viitattu 26.2.2013.
http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/5sphilosophy.htm
- /6/ Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. 5. painos. Tampere. Infacs Oy.
- /7/ Hyvärinen, H. 1997. Laadunhallinnan perusteet. 1. painos. Vaasa. Opetusjulkaisu 1.
- /8/ Kasten Varastoautomaatit-esitys. Viitattu 8.3.2013.
<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit-ja-WMS/Tornado-varastoautomaatti/>
- /9/ Kasten Varastoautomaatit ja WMS. Viitattu 27.2.2013.
<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit-ja-WMS/>
- /10/ Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. 1. painos. Helsinki. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- /11/ Laamanen, K. 2003. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona - ideasta käytäntöön. 4. painos. Keuruu. Suomen Laatu keskus Oy.
- /12/ Launis, M., Lehtelä, J. 2011. Ergonomia. 1. painos. Tampere. Tammerprint Oy.
- /13/ Opetushallitus. 2012. SWOT-analyysi. Viitattu 1.3.2013.
http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi
- /14/ Sovellan tuote-esitys. Viitattu 21.3.2013.
<http://www.sovella.fi/products/pakkaus%C3%B6yt%C3%A4-1800x900-kahdella-hyllyll%C3%A4>

/15/ Teknologiateollisuus ry. 2009. 5S. Helsinki. Teknologiatieto Teknova Oy.

