

Riku Kilpeläinen

**Energiapuukouran
koonpanon kehittäminen**

Moisio Forest Oy

Opinnäytetyö
Kevät 2013
Tekniikan yksikkö
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Riku Kilpeläinen

Työn nimi: Energiapuukouran kokoonpanon kehittäminen – Moisio Forest Oy

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 59

Liitteiden lukumäärä: 5

Tämä opinnäytetyö on kehittämistyö, joka tehtiin yhteistyössä Moisio Forest Oy:n kanssa kevään 2013 aikana. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää yrityksen energiapuukourien kokoonpanosolua sekä tuottaa kokoonpano-ohje Moipu 300 -energiapuukouralle. Opinnäytetyössä suoritettiin tuotteen kokoonpanotyö käytännössä. Työn aikana katselmoitiin ja suunniteltiin kokoonpanoa. Havaintojen pohjalta tehtiin muutokset ja parantamisehdotukset kokoonpanosoluun.

Työn yhtenä osana luotiin kokoonpano-ohjeistus. Ohjeistuksesta tuli selkeä ja havainnollinen kokonaisuus. Toteutettu ohjeistus toimii myös hyvänä esimerkkinä seuraavia ohjeistuksia laadittaessa. Kokoonpanon layoutsuunnittelulla saatiin selkeä ja hallittu kokonaisuus, jolloin työn tekeminen yrityksessä helpottui sekä tehokkuus lisääntyi. Layoutsuunnittelun avulla saatiin kokoonpanoon myös lisää tilaa. Hydrauliiikan esikokoonpanoa kehitettiin. Moduloimalla hydrauliletkuja, tekeillä hydrauliletkuille uudet selvät hyllypaikat ja suunnittelemalla hydrauliiikan keräilyvaunu ja -listat. Kokoonpanosolun siirtovaunua kehitettiin, kuten myös Moipu 300 -energiapuukouran johtosarjoja.

Kokoonpanosolun kehittämisessä käytettiin hyväksi Lean-työkaluja. 5S-menetelmän soveltaminen kokoonpanossa pyrittiin toteuttamaan niin, että sen ylläpitäminen onnistuisi mahdollisimman helposti. Hukan vähentämistä sovellettiin laatimalla keräilylistoja kokoonpanotyötä yksinkertaistamaan. Jatkuvan parantamisen filosofiaa käytettiin osien pintakäsittelyyn ja muihin viimeistelyihin liittyviin laadun varmistus toimenpiteisiin. Lisäksi tarkasteltiin työergonomiaa ja työturvallisuutta sekä toteutettiin niihin liittyviä parannuksia poimittavien osien ja työtasojen sijainnissa. Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpanon kehittämistoimenpiteet otettiin käyttöön ja hyväksyttiin yrityksessä.

Avainsanat: Moipu 300 -energiapuukoura, Lean-toimintamalli, 5S, Kokoonpano, Layout,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Riku Kilpeläinen

Title of thesis: Development of the assembly place of the harvester head

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2013 Number of pages: 59 Number of appendices: 5

This thesis is a development project which was carried out in the cooperation with Moio Forest Oy in the spring 2013. The purpose of this thesis was to develop the assembly place of the harvester heads in the company and produce the assembly instructions of the Moipu 300 harvester head. One part of this thesis was assembling the Moipu 300 harvester head. At first the assembly observations were made and these observations created the basis of the changes.

One part of the project was to create the assembly instruction of the Moipu 300 harvester head. The instructions came clear and easy to use. The layout of the assembly place was redesigned to make work easier. The hydraulic preassembly was developed by standardizing the hydraulic hoses and making the new shelf locations. Improvements were also made to harvester heads wiring harness.

Lean tools were utilized in the assembly place development process. Used lean tools were 5S method, loss reduction and kaizen philosophy. It was important to consider the ergonomics and safety of work. The assembly improvements of the Moipu 300 harvester head were introduced and accepted by the company.

Keywords: Moipu 300 harvester head, Lean tool, assembly place,

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 MOISIO FOREST OY	9
2.1 Historia.....	9
2.2 Tuotteet.....	10
2.2.1 Moipu 300 -energiapuukoura	10
2.2.2 Moipu 500 -energiapuukoura	12
3 TUTKIMUKSEN TAUSTA	13
4 TUOTANNONOHJAUSMENETELMIÄ.....	14
4.1 Lean-toimintamalli	14
4.2 Jatkuva parantaminen (Kaizen).....	17
4.3 JIT, Just in time	18
4.4 Imuohjaus	18
4.5 5S-toimintamalli.....	19
5 KOKOONPANO	24
5.1 Kokoonpanojärjestelmät.....	25
5.1.1 Paikkakokoonpano.....	25
5.1.2 Linjakokoonpano	26
5.2 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen	27
5.3 Layoutsuunnittelu	30
5.4 Lämpäisy aika	31
5.5 Modulaarisuus.....	32
5.6 Kokoonpanossa ergonomia sekä työturvallisuus	32
5.6.1 Työergonomia	33
5.6.2 Työturvallisuus	36

6	TYÖN TOTEUTUS (Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano)	37
6.1	Alkutilanne	37
6.2	Havaitut epäkohdat	37
6.2.1	300 -energiapuukouran kokoonpano-ohje	38
6.2.2	Kokoonpanosolun layout	38
6.2.3	Kokoonpanossa tarvittavien tappien järjestyksen sekä sopivuuden parantaminen	42
6.2.4	Hydrauliikan keräilyvaunu ja -lista sekä kokoonpanon siirtovaunu	43
6.2.5	Hydrauliikkaletkujen valmistuksen kehittäminen	45
6.2.6	300 -energiapuukouran johtosarjan kehittäminen	46
6.2.7	Lean-taulu	47
6.2.8	5S-toimintamalli	47
6.2.9	Työergonomian huomioiminen	49
6.2.10	Työturvallisuuden huomioiminen	50
7	YHTEENVETO	51
8	POHDINTA	53
9	LÄHTEET	57
	LIITTEET	59

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Moipu 300 -energiapuukoura. (Moisio Forest 2012.)	11
Kuvio 2. Moipu 500 -energiapuukoura. (Moisio Forest 2012.)	12
Kuvio 3. 5S-toimintamallin vaiheet. (Quality Knowhow Karjalainen Oy. 2013.)....	20
Kuvio 4. Esimerkki punaisesta lapusta, joka voidaan laittaa tavaroihin, joita ei tarvita 30 päivän aikana (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001,10.)	21
Kuvio 5. 5S- toimintamallin toteutusta. Jokaiselle tavaralla on merkitty oma paikka. (Miller, D.C. 2013).....	21
Kuvio 6. Esimerkki 5S-toimintamallin standardityölehdessä. (Metalliteollisuuden keskusliitto.)	23
Kuvio 7. Suositellut korkeudet työntekijän pituuden ja työn vaativuuden mukaan. . (Launis & Lehtelä 2011, 154).	35
Kuvio 8. Tilan tarve koneen ympärillä turvallisen työ tekemiseen. (Launis & Lehtelä 2011, 134).	36
Kuvio 9. Kokoonpano kuvattu metalliosien tuontipaikalta.	40
Kuvio 10. Alkutilanne elektroniikkatilassa.	41
Kuvio 11. Alkutilanteessa toinen pöytä elektroniikka tilassa.	41
Kuvio 12. Muutoksen jälkeen elektroniikka tila. Vasemmalla johtosarjojen valmistuspaikka. Oikealla optio-osien kokoaminen.	42
Kuvio 13. Hydraulikan esikokoonpanopaikka sekä hydraulikka tarvikkeiden keräilyvaunu varustettuna keräilylistalla.	44
Kuvio 14. Hyllypaikat valmiille hydrauliletkuille 300 -energiapuukouraan. Tuotetunnukset puuttuvat kuvan laatikoista.	46
Kuvio 15. Kokoonpanon työkalutaulu alkutilanteessa.	48
Kuvio 16. Kokoonpanon työkalutauluun tehdyt muutokset.....	48

Käytetyt termit ja lyhenteet

5S	Toimintamalli siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon.
JIT	Työkalu hävikin poistamiseen sekä tarvikkeiden oikeaan ajoitukseen tuotannossa
Kaizen	Osa lean-toimintamallia, keskittyy jatkuvaan parantamiseen.
L90	Moipu 300 -energiapuukouran venttiilipöytä vaihtoehto.
Lean	Japanilaisten kehittämä toimintamalli tuotannon tehostamiseen.
MFQ	Moisio Forestille luotavan lean taulun nimi.
NG6	Moipu 300 -energiapuukouran edullisempi venttiilipöytävaihtoehto.
Optio	Valinnainen varuste energiapuukouraan.
Paternoster	Pyörivä automatisoitu varastoratkaisu, jossa tuotteet ovat suojassa valolta ja liialta. Haluttu tuote saadaan otettavaksi syöttämällä tuotetunnus.
SuperCut	Hulldinsin kehittämä täydellinen sahalaitteisto hakkuulaitteeseen.

1 JOHDANTO

Moisio Forest Oy on Viitasaarella toimiva perheyritys, jonka toiminta on alkanut jo vuonna 1967. Yrityksen juuret ovat metsäkoneurakoinnissa ja sen rinnalle on kehittynyt konepajatoiminta. Yrityksen myydyin tuote on Moipu 300-energiapuukoura. Yritys toimittaa tuotteitaan ympäri Eurooppaa.

Lean-toimintamallin toteuttaminen on nykypäivää tämän päivän yritys-elämässä. Tällä toimintamallilla haetaan yritykselle parempaa kannattavuutta, tuottavuutta sekä pyritään erilaisten hukkatekijöiden poistoon. Yksi osa lean-toimintaa on 5S-toimintamalli. 5S-toimintamalli on työkalu siisteyden ja järjestyksen saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. (Kouri 2010, 6-10.)

Kokoonpano on omassa tehtaassa eri valmistusvaiheissa valmistettävien tai muualta hankittujen osien sekä standardikomponenttien ja -tarvikkeiden liittämistä toisiinsa, jolloin muodostuu toimiva kone tai laite tai sellaisten osia. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen. 1985, 478.) Kokoonpanotyöstä mahdollisimman suuri osa toteutetaan kunnollisilla työvälineillä ja hallituissa olosuhteissa. (Lapinleimu ym. 1997, 111.)

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin Moisio Forest Oy:n energiapuukourien kokoonpanosolua. Energiapuukourien kokoonpanosolua kehitettiin tuomalla sinne muun muassa lean-toimintamallia ja muuttamalla kokoonpanosolun layoutia. Lisäksi Moisio Forest Oy:n käyttöön tehtiin Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano-ohje.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa kerrotaan, mitä muutoksia tehtiin ja mitä muutoksia tullaan tekemään kokoonpanosolussa. Lisäksi selvitetään tehtyä kokoonpano-ohjeistusta sekä pohditaan onnistumisia opinnäytetyöprosessissa. Näiden asioiden lisäksi opinnäytetyöstä löytyy työn teoreettinen tausta tuotannonohjauksesta ja kokoonpanon teoriasta.

2 MOISIO FOREST OY

Moisio Forest Oy on viitasaarelainen perheyriety, joka toimii monipuolisesti puunkorjuun ympärillä. Toimialoina ovat puunkorjuu, metsäkonealan tuotekehittely sekä konepajatoiminta. Omasta kehitystyöstä syntyy valmiita lopputuotteita, joita ovat Moipu-puunsyöttörullat useiden valmistajien hakkuulaitteisiin sekä Moipu-energiapuukourat, jotka voidaan asentaa useiden eri metsäkonevalmistajien alustakoneisiin.

2.1 Historia

Yrityksen alkuaskeleet otettiin vuonna 1967, jolloin toimitusjohtaja Juha Moisio aloitti metsätyöt maataloustraktorilla. Metsätöiden kehittyessä hankittiin vuonna 1970 ensimmäinen metsäkone. Metsäkonekaluston parantuessa mukaan liittyi Jouko Moisio ja tästä syntyi yritys nimeltään Velj. Moisio Ky, tämä tapahtui vuonna 1979. Toiminnan kasvaessa yrityksen liiketoimintamuoto muutettiin vuonna 1995 osakeyhtiöksi, joka kantoi nimeä Velj. Moisio Oy. Kaupankäynnin edelleen lisääntymässä muutettiin alkuvuonna 2005 yrityksen nimeksi Moisio Forest Oy.

Metsäkoneiden korkea hintataso 80-luvun lopulla synnytti kipinän alkaa suunnitella omaa harvesterikouraa. Koska tuon ajan harvesterikourat olivat melko kesken-eräisiä sekä heikkotekoisia, syntyi Moisio veljeksiltä ensimmäinen taittuvalla runkorakenteella oleva harvesterikoura (Moipu 700) kilpailemaan markkinoilla jo tarjolla olevia harvesterikouria vastaan.

Harvesterikourien syöttörullien ollessa 1990-luvun alkupuolella vielä melko heikkotekoisia sekä huonosti puuta syöttäviä syntyi idea omista syöttörullista. Oman kehitystyön tuloksena syntyneillä syöttörullilla päästiin pidempään kestoikään sekä parempaan syöttövoimaan. Näin luotiin menestystuote Moipu-syöttörullat. 1990-luvun loppupuolella alkoi suunnittelu ajokoneeseen liitettävästä energiapuukourasta, jolloin voitaisiin kaataa puut sekä kuljettaa ne tienvarteen käyttämällä vain yhtä konetta. Tämän kehitystyön tuloksena syntyi Moipu 400 -energiapuukoura.

2000-luvun alkupuolella alkoi esiintyä tarvetta keräävälle energiapuukouralle. Jo tuotannossa olevasta Moipu 400 -energiapuukourasta oli helppo muokata energiapuun keruuseen soveltuva Moipu 400E ja tästä alkoi energiapuun korjuuseen tarkoitettujen energiapuukourien kehitys. Kehitystyön jatkuessa markkinoille suunniteltiin vuosien 2006–2007 aikana puuta syöttävät energiapuukoura mallit Moipu 400ES ja Moipu 300ES. Moipu 400 ES on jäänyt jo mallistosta pois mutta Moipu 300 ES on edelleen tuotannossa. Syöttävillä energiapuukourilla saavutetaan nopeampi työtahti sekä voidaan tehdä integroitua puunkorjuuta. Vuosina 2008–2009 mallisto täydentyi kevyemmällä Moipu 250ES -energiapuukouralla. Markkinoilta tulleiden vaatimusten myötä syntyi myös Moipu 500 -energiapuukoura, jolla työskentely onnistuu aina risunteosta päätehakkuulle asti. Kesäkuussa 2010 yritys muutti uusiin isompiin toimitiloihin Viitasaaren Mustaniemeen. Nykyään vanhoja Suovanlahden tuotantotiloja käytetään metsäkoneiden huoltotiloina sekä energiapuukourien asennushallina.

2.2 Tuotteet

Moisio Forest Oy:n tuotevalikoimaan kuuluu neljä erilaista energiapuukouraa sekä Moipu-syöttörullat. Moipu-syöttörullia ei esitellä tässä työssä, koska niiden kokoonpano tapahtuu eri tuotantopaikassa kuin energiapuukourien. Työssä keskitytään ainoastaan Moipu 300 -energiapuukouraan, joka on ylivoimaisesti myydyin malli. Lisäksi esitellään lyhyesti malliston lippulaiva Moipu 500 -energiapuukoura.

2.2.1 Moipu 300 -energiapuukoura

Moipu 300 -energiapuukouran (kuvio 1) suunnittelun lähtökohtana on ollut hyvä energiapuukoura ajokonekäyttöön. Tärkeimpiä kehityskohteita ovat olleet kuormausominaisuudet menettämättä kuitenkin hyvää syöttövoimaa tai erinomaista keräilyominaisuutta. Vaikka energiapuukoura on suunniteltu ajokonekäyttöä silmällä pitäen, se toimii yhtäläillä myös monitoimikoneen hakkuupäänä. Koura voidaan varustaa pituusmittauksella, kantokäsittelyllä sekä Parkerin Iqan-ohjauksella.

Paino	470 kg (300L) 530 kg (300E) 650 kg (300ES) 470 kg (300L) 530 kg (300E) 650 kg (300ES)
Katkaisu	30 cm (yksittäinen puu), Yli 30 cm risu-ryppäät
Terien Aukeama	130 cm
Karsinta	30 cm



Kuvio 1. Moipu 300 -energiapuukoura. (Moisio Forest 2012.)

2.2.2 Moipu 500 -energiapuukoura

Moipu 500 -energiapuukouran (kuvio 2) suunnittelussa on lähdetty miettimään, kuinka yhdistää energiapuukouran ja normaalin harvesterikouran parhaat ominaisuudet. Tärkeitä ominaisuuksia ovat tehokkuus tukkimetsässä ja energiapuukohdeella. Energiapuukoura on mahdollista varustaa giljotiinikatkaisulla tai SuperCut-sahalaitteella. Giljotiinilla voidaan katkaista energiapuu, kun taas SuperCut-sahalaitteella katkaistaan sahateollisuuden tarpeisiin menevä puu.

Karsintaterien suuri avauma tuo tehokkuutta puiden joukkokäsittelyssä. Kun karsintaterien suureen avaumaan yhdistetään leveät syöttöpyörät, puunippu kulkee vaivatta energiapuukourasta läpi. Varustelistasta löytyy mahdollisuus värimerkin-tään, kantokäsittelyyn sekä rotaattoriohjaukseen.

Paino	900 kg (ilman rotaattoria, teräsyöttöruulilla)
Katkaisuhalkaisija	20 cm (saksigiljotiini), 55 cm (ketjusaha)
Karsintaterien avauma	94,5 cm
Puhtaaksi karsinta	44 cm-4 cm



Kuvio 2. Moipu 500 -energiapuukoura. (Moisio Forest 2012.)

3 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Energiapuukourien kokoonpanon kehittämistä ei ole aikaisemmin mietitty yrityksessä. Toimeksiannon jälkeen kartoitettiin, mitä puutteita sekä parannettavaa kokoonpanosolusta löytyy. Ensimmäinen ongelma oli se, että kokoonpanon hallitsee alusta loppuun ainoastaan yksi henkilö. Kun hän ei ole paikalla yrityksessä, kukaan ei osaa kokoonpanna energiapuukouraa alusta loppuun. Tästä syntyi idea kokoonpano-ohjeista. Tämä ohje tulisi toimimaan myöhemmin mallina yrityksen laatiessa seuraavia ohjeita.

Opinnäytetyön tavoitteena olivat:

1. energiapuukouran kokoonpanosolun kehittäminen toimivammaksi kokonaisuudeksi sekä kokoonpano-ohjeiden toteuttaminen Moipu 300 -energiapuukouralle
2. kokoonpanon työergonomian ja -turvallisuuden huomioiminen ja parantaminen
3. 5S-menetelmän sekä muun lean-ajattelun tuominen yrityksen tietouteen sekä käyttöön

Opinnäytetyön toteutuksen seurannaisvaikutukset:

1. Kokoonpanosolun kehittäminen toimivammaksi kokonaisuudeksi tuo yritykselle tehokkuuden mukana taloudellista hyötyä.
2. Kokoonpanon työergonomian ja -turvallisuuden huomioiminen parantaa työntekijöiden turvallisuutta sekä helpottaa ja nopeuttaa työn tekemistä.
3. 5S- menetelmän sekä muun lean-ajattelun huomioiminen yrityksessä parantaa yrityksen tuottavuutta ja imagoa.

4 TUOTANNONOHJAUSMENETELMIÄ

Tuotannonohjauksen hyvänä tunnusmerkkinä voidaan pitää sitä, että ohjaus onnistuu eikä ole kustannuksiltaan kallis. Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat tuotteen rakenne, tuotteen materiaalit, myynti sekä tuotantojärjestelmä. Nämä edellä mainitut tekijät kattavat koko valmistavan yrityksen toiminnan myynnistä ja hankinnoista valmistukseen asti. Hyvän ohjattavuuden kehittäminen parantaa suurella todennäköisyydellä tuotantojärjestelmän muitakin ominaisuuksia, kuten kustannustehokkuutta. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 230.)

4.1 Lean-toimintamalli

Lean-toimintamalli on saanut alkunsa Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Aluksi se levisi autoteollisuuteen. Nykyään se on johtava toimintaperiaate useammalla toimialalla. Nopeimmin kasvavat sekä kannattavimmat yritykset noudattavat lean-periaatteita. (Kouri 2010, 6.) Japanilaisessa tuotantomenetelmässä virheen sattuessa koko tuotanto pysäytetään virheen korjaamiseksi. Länsimaaisessa tuotannossa virheellinen tuote poistetaan myöhemmin analysoitavaksi. Japanilainen työmenetelmä tekee asiasta niin suuren numeron, jotta virhe ei tulisi jatkossa toistumaan. (Lapinleimu 2000,38.)

Lean-toimintamallin vaikutuksen huomaa selvästi tuotannon organisoinnissa sekä jatkuvassa kehitystyössä. Lean toimintamallissa kehitetään toimintaa siellä missä asiakkaan saama arvo todellisuudessa syntyy ja siellä missä kädet liataan. Toimintaan pyritään luomaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Tinkimätön laatuajattelu, jossa tehdään kaikki mahdollinen tuotteen ja toiminnan laadun varmistukseksi on keskeistä lean-toimintaa. (Kouri 2010, 6.)

Asiakkaan näkökulmasta määritellään tuotteen tai palvelun arvo. Tämä muodostuu tuotteen laadusta, ominaisuuksista, toimitusajasta sekä toimintavarmuudesta. Asiakkaalle lisäarvon sekä asiakaslähtöisyyden tuottaminen on tärkeää, jolloin näihin toimintoihin yrityksen voimavaroja täytyy suunnata. Arvoa lisäävä toiminto on toimipide, joka muotoilee tai muokkaa kappaletta, ainetta tai informaatiota asiak-

kaan vaatimuksia vastaavaksi. Arvon kasvattaminen suhteessa toiminnan kustannuksiin parantaa yrityksen kilpailukykyä ja varmistaa toimintaa myös tulevaisuudessa. Leanin toteuttaminen ei tapahdu yhdessä yössä vaan on pitkäkestoista työtä, mutta käytännön kokemukset osoittavat, että kärsivällisyys kannattaa. Lean-toimintaa voidaan kehittää monella eri tavalla. Seuraavassa on yleisesti käytetty etenemistapa: (Kouri 2010, 6-9.)

1. Arvo: määritellään tuotteen ja palvelun arvo asiakkaan näkökulmasta: mistä asiakas on valmis maksamaan ja mitkä asiat ovat asiakkaan kannalta vähemmän tärkeitä. Arvon määrittelyllä saadaan ohjattua kehitystoiminta oikeisiin asioihin.
2. Arvoketju: määritellään ne prosessit ja toiminnot josta asiakkaan saama arvo muodostuu, nämä toiminnot saadaan selville kuvaamalla yrityksen arvoketju.
3. Virtautus: Tuotanto toteutetaan niin, että tuotteet virtaavat arvoketjussa pysähtymättä. Käytännössä tehtaan koneet ja laitteet sijoitetaan siten, että materiaalivirta vaiheesta toiseen on lyhyt ja selkeä. Siirtomatkoja lyhennetään mahdollisuuksien mukaan ja välivarastoja pienennetään.
4. Imu: tuotteita ja osia valmistetaan todellisen kulutuksen ja tarpeen mukaan. Pyritään vähentämään tuotteiden valmistusta varastoon. Jos imua ei voida käyttää esimerkiksi asiakaskohtaisten tuotteiden valmistuksessa, valmistetaan tuotteet lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelman perusteella.
5. Täydellisyyteen pyrkiminen: ratkaistaan ongelmia ja poistetaan eri hukkailemiöitä prosesseja kehittämällä. Toteutetaan eri tehtävät laadukkaasti ja tehokkaasti.

Arvoketjun analysoinnilla ja kehittämisellä aloitetaan usein lean-toiminnan kehittäminen. Käytännössä lähdetään kuitenkin muuttamaan tuotannon layoutia sekä ohjausperiaatteita. Työpisteitä siistitään ja niiden tehokkuutta parannetaan. Tämän jälkeen aloitetaan systemaattinen ongelmanratkaisu sekä tuodaan tavoitemittarit työpisteille. (Kouri 2010, 9.)

Lean managementissa tuottavuutta ei paranneta työtahdin kasvattamisella vaan erilaisten hukkien (muda) poistamisella. Hukka tarkoittaa kaikkea turhaa ja arvoa lisäämätöntä työtä. Erilaiset hukkailmiöt vievät tehokkuuden työ tekemiseltä. Työn tuottavuutta ja laatua saadaan parannettua, kun hukkia poistetaan systemaattisesti. (Kouri 2010, 10.) Tuotannon hukat voidaan jaotella seitsemään helposti tunnistettavaan luokkaan:

1. Ylituotanto. Tuotteita valmistetaan välitöntä tarvetta enemmän. Hukkien syntymiseen vaikuttavat suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto sekä varastoon valmistaminen. Ylituotannolla estetään tuotannon epäkohtien havaitseminen, sillä korkeat varastotasot piilottavat ongelmia.
2. Odottelu ja viivästely. Käytännön esimerkkeinä tästä voidaan pitää materiaali puutteita sekä laite ja kone rikkoja.
3. Tarpeeton kuljettaminen. Turhaa liikuttelua on vältettävä tuotantovaiheiden välillä.
4. Laatuvirheet hukkaavat kapasiteettia ja materiaaleja sekä asiakastyytyväisyys kärsii.
5. Tarpeettomat varastot lisäävät kustannuksia, piilottavat eri ongelmia sekä pidentävät läpimenoaikoja.
6. Ylikäsittely eli merkityksettömien asioiden tekeminen asiakkaan näkökulmasta.
7. Tarpeeton liike työskentelyssä.

Työntekijöiden luovuutta ei kannata unohtaa, sillä heillä on paras tieto työvälineiden ja -menetelmien toiminnasta sekä niiden kehittämisestä. Tätä voidaan pitää jopa kahdeksantena hukkana. (Kouri 2010, 10-11.)

4.2 Jatkuva parantaminen (Kaizen)

Jatkuva parantaminen on Japanista lähtöisin oleva filosofia, joka pyrkii jatkuvaan parantamiseen. Kaizenia voidaan toteuttaa työpaikalla, kun siellä noudatetaan seuraavia kolmea perussääntöä: siisteyttä, hukan eliminointia sekä standardointia. Vaikka parannukset tuntuvat pieniltä ja vähäisiltä, jatkuva parantaminen tuo kuitenkin vähitellen mukanaan suuria muutoksia. Useissa prosesseissa tapahtuvat pienet parannukset kumuloituvat lopulta parantaen laatua ja tuottavuutta samalla vähentäen kustannuksia. Yksi kustannustehokkain tapa on hukan poistaminen, jolloin saavutetaan lisää tuottavuutta ja vähennetään kustannuksia. Kaizen painottaa hukan vähentämistä. Kaizen-ajattelun läpiviemi ja etenkin ylimmän johdon mukaan saanti johtaa kohti lean- toimintatapaa. (Merikallio & Haapasalo 2009, 14.)

Standardointi tarkoittaa työn tekemistä parhaalla mahdollisella tavalla. Standardien noudattamisella saavutetaan jokaisessa prosessissa laatu ja sillä ehkäistään ongelmien uusiutumista. Jatkuvan kehittymisen perustana on vakaa ja standardoitu prosessi. Koko henkilökunnan panos vaaditaan jatkuvaan kehittämiseen. Työntekijöiden motivointi ja heidän omien näkemystensä sekä tiedon tuominen muille on haasteellista. Toyotan mukaan jatkuvan parantamisen avaintekijät ovat oppiminen ja oppimisen kapasiteetti. Jokaisen työntekijän täytyisi ymmärtää organisaation toiminta kokonaisuutena. (Merikallio & Haapasalo 2009, 19.)

Jatkuvan parantamisen kierto on seuraavanlainen (Kouri 2010, 15):

1. **Suunnittele** parannustoimenpide.
2. **Suorita** muutoksesta pilottihanke.
3. **Arvioi** hankkeen plussat ja miinukset, mahdollisuus korjaaviin toimenpiteisiin.
4. **Toteuta** kohdealueella parannus. Toimintatavat, jotka havaitaan hyväksi, vakiinnutetaan kaikkialle.
5. **Jatka** kehitystä, älä pysähdy.

4.3 JIT, Just in time

Just-in-time-menetelmä on tarkoitettu tuotannon- ja varastonohjaukseen. JIT:n tarkoitus on poistaa hävikki varmistamalla, että tarvittavat resurssit on saatavilla tuotannossa juuri oikeaan aikaan. Tämä lisää tuotteen arvoa. Lean-toiminnassa on keskeisimpiä asioita hävikin poistaminen, johon JIT on tehokas työkalu. Varastonohjausmenetelmänä JIT pyrkii tarjoamaan oikeat komponentit sekä tarvittavat materiaalit vaaditun laatuksena ja oikeina määrinä tuotannon käyttöön. (Päivä & Nenonen 2011, 8.)

Tuotannon tavoitteena on valmistaa ja kuljettaa vain se määrä mitä tarvitaan, sinne missä sitä tarvitaan mahdollisimman lyhyessä ajassa. Tämä tarkoittaa, että tuotteen valmistaminen aloitetaan vasta asiakakkaan tilauksesta, jolloin ylimääräisiä varastoja ei pidetä. Yrityksen on saatava virtaus tuotantoon, synkronoitava tuotantomäärä asiakaskysynnän mukaiseksi sekä kontrolloitava tuotantoa imun avulla, jolloin saavutetaan JIT-tuotanto. (Merikallio & Haapasalo 2009, 20.) Asetusaikojen lyhentämistä kannattaa pitää JIT-tuotannon kehittämisen lähtökohtana. Asetusaikoja pyritään työvaiheissa lyhentämään asetustekniikoiden ja -menetelmien kehittämällä. Asetusaikojen lyhentäminen mahdollistaa eräkoon pienentämisen kannattavuuden kärsimättä. Tuotannon läpäisy aika lyhenee automaattisesti pienellä eräkoolla. Välivarastoja voidaan pienentää, kun layout kehitetään tuotteen työkulun mukaiseksi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 428.)

4.4 Imuohjaus

Imuohjaus on toimintatapa, jossa asiakkaalta tuleva tilaus käynnistää hankinta- ja valmistusprosessin. Osia imetään kokoonpanoon ainoastaan tarvittava määrä. Valmistusketjussa tarvikeimpulssit etenevät lopusta alkua kohti. Imuohjaus toteutetaan käytännössä pienten nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Tilausimpulssi syntyy, kun imuohjauspuskurista käytetään osia. Tilausimpulssi voidaan välittää kanbanin eli imuohjauskortin avulla. Osavalmistukselle palaava tyhjä kuljetuslaatikko voi toimia vastaavalla tavalla valmistusimpulssina tuotannolle. Imuohjaus soveltuu vakio-osille ja materiaaleille, joilla on melko tasainen menekki, muu-

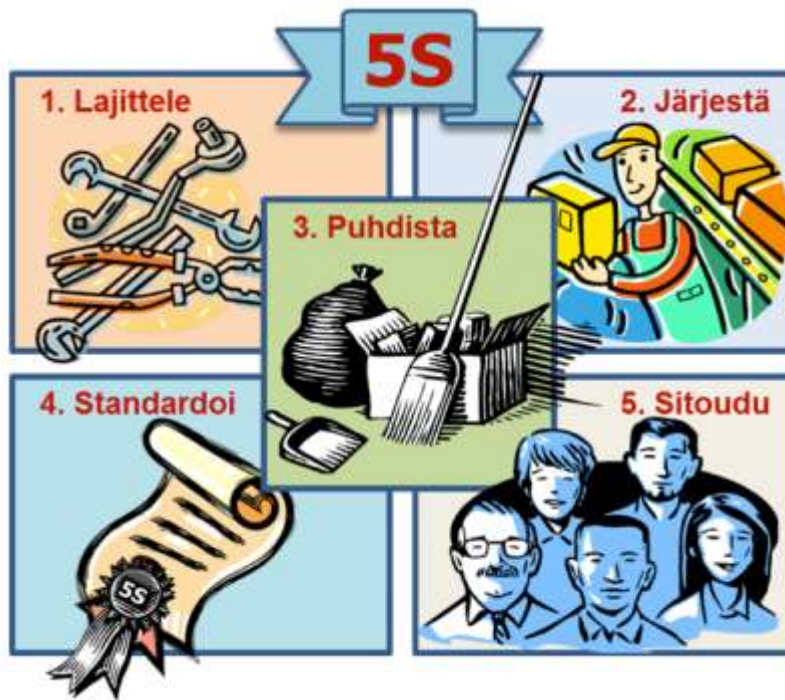
toin imuohjauksen käyttö olisi mahdotonta. Imuohjauksessa valmistuksen läpäisyajan täytyy olla lyhyt ja tuotannon virheetöntä. Yhdenkin valmistusvaiheen ongelmat aiheuttavat ongelmia muulle tuotannolle, jopa pysäyttäen sen. (Haverila, ym. 2009, 422-423.)

Imuohjausperiaatteesta on olemassa monia sovelluksia. Sitä voidaan käyttää toimittajien sekä omien osavalmistuosastojen ohjauksessa. Kokoonpanoon tulevien vakio-osien valmistus voidaan ohjata imuohjausperiaatteella. Imuohjauksen käyttöä puoltaa sen toimintavarmuus, koska esimerkiksi materiaalikirjanpidon virheet tai valmistuksenohjauksen ongelmat eivät häiritse imuohjausta. (Haverila ym. 2009, 423.)

4.5 5S-toimintamalli

Asiakkaan mielikuva yrityksestä muotoutuu heti siisteydestä, jolloin ensivaikutelma on tärkeä. On muistettava, ettei koskaan saa uutta tilaisuutta korjata ensivaikutelmaa. 5S-toimintamalli on työkalu siisteyden ja järjestyksen saavuttamiseksi sekä ylläpitämiseksi. Tällä menetelmällä luodaan yritykseen kurinalainen ja visuaalinen siisteys sekä hyvin toimiva työympäristö. Työpaikalla oleva epäjärjestys voi mahdollisesti johtaa isompiin ongelmiin, kuten läpimenoaikojen pitenemiseen, matalampaan tuottavuuteen, korkeampiin toimintakustannuksiin, myöhästyneisiin toimituksiin, huonoon ergonomiaan ja turvallisuusriskeihin. Siisteyden ja sen ylläpitämisen kautta työntekijät oppivat omaksumaan ja harjoittamaan hyvää itsekuria, joka on osa hyvää johtamista. Imainin mukaan tämä on edellytys laadukkaiden tuotteiden tuottamiseksi. Huolellisesti toteutettu 5S luo visuaalisen tehtaan, jossa tehtaan tila on helposti havaittavissa. (Merikallio & Haapasalo 2009, 21.)

5S-toimintamallissa kehitetään periaatteet ja käytännöt siisteydelle, puhtaudelle, järjestykselle sekä niiden kehittämiseksi. Jokainen työntekijä vastaa siisteyden, puhtauden ja järjestyksen jatkuvasta ylläpitämisestä. Materiaaleille, työkaluille ja muille tavaroille suunnitellaan omat paikat ja pidetään nämä aina omilla paikoillaan. Jokaisella työntekijällä on vastuu hoitaa oma osuus siisteydestä, järjestyksestä ja puhtaudesta sekä muuten 5S-toimintamallin toteutumisesta. (Tuominen 2010, 7.)



Kuvio 3. 5S-toimintamallin vaiheet. (Quality Knowhow Karjalainen Oy. 2013.)

Seuraavaksi 5S-toimintamallin vaiheet sekä selvennykset viiteen eri S kirjaimiin (kuvio 3).

Vaihe 1: Seiri- erottele. Työpisteeltä poistetaan kaikki turha tavara. Tavarat käydään yksitellen läpi ja merkataan punaisilla lapuilla ne tavarat joita ei tarvita. Tämän jälkeen merkattua tavaravuorta voi tulla katsomaan yrityksen johto huomaten yrityksessä tapahtuvan tuhlauksen ja 5S-toimintamallin hyödyt. Hyvänä sääntönä voidaan pitää, että punainen lappu (kuvio 4) laitetaan tavaroihin, joita ei tarvita seuraavan 30 päivän aikana. Tavarat, joita tarvitaan tehtävien hoitamiseen, varastoidaan ja sijoitetaan niin, että ne ovat helposti käytettävissä. Punaisilla lapuilla oleva tavara varastoidaan tai hävitetään. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 8–9.)

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 tekija
	työ valmis (pvm)

Kuvio 4. Esimerkki punaisesta lapusta, joka voidaan laittaa tavaroihin, joita ei tarvita 30 päivän aikana. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001,10.)

Vaihe 2: Seiton- Yksinkertaista. Kaikki työssä välttämättömät tavarat järjestetään työpisteeseen niin, että ne löydetään helposti. Näin turha ja aikaa vievä etsintä saadaan pois. Tavarankäyttöön laito vie minuutin mutta sen etsintä voi viedä tunninkin. Jokaiselle tavaralle merkitään paikka (kuvio 5). (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 10.)

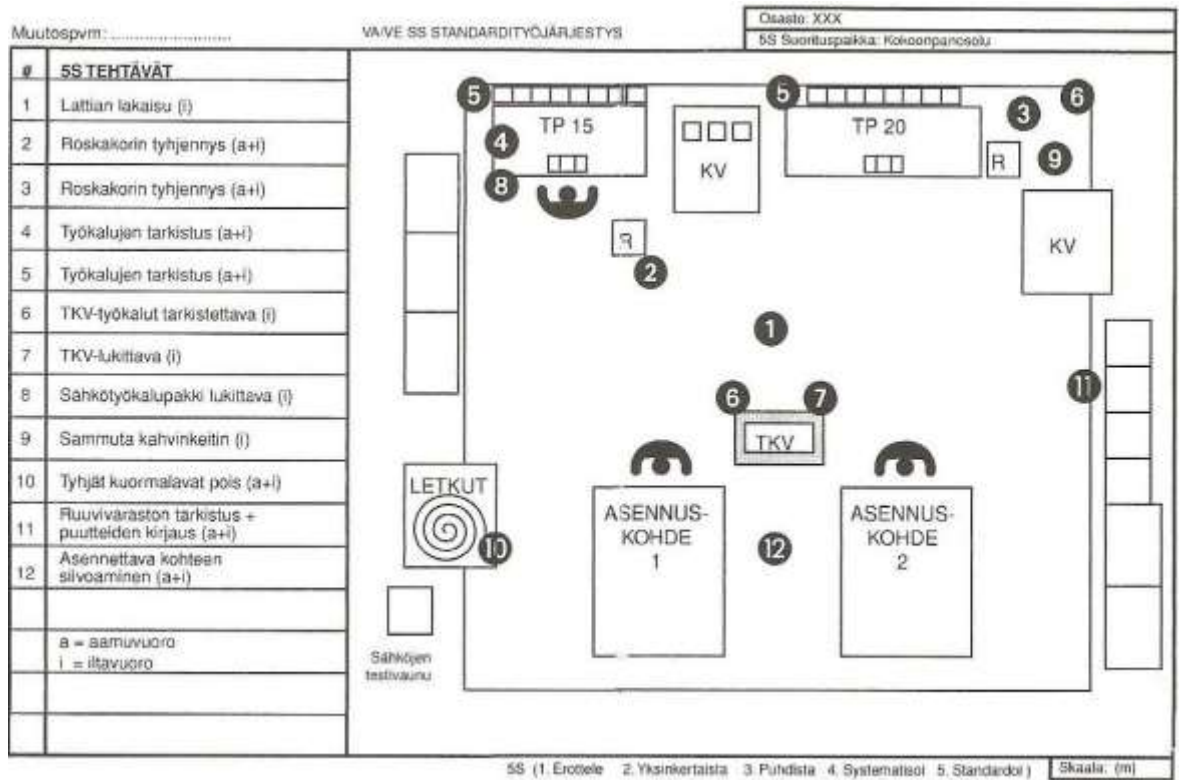


Kuvio 5. 5S- toimintamallin toteutusta. Jokaiselle tavaralla on merkitty oma paikka. (Miller, D.C. 2013.)

Vaihe 3: Seiso- Puhdista. Luodaan helpot sekä hyvin puhtaana ja siistinä pidettävät työpisteet. Tämä luo puhtaan, viihtyisän ja ennen kaikkea turvallisen työympäristön. Toimintahäiriöt ja epäsäännöllisyydet voidaan havaita helpommin työpisteen ollessa siisti. Työvälineet huolletaan ja puhdistetaan säännöllisesti sekä pidetään lattiat puhtaana. Turhat ja pitkät noutoetäisyydet minimoidaan, jolloin työn fyysinen rasittavuus pienenee. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 12.)

Vaihe 4: Seiketsu- Systematisoi. Luodaan sellaiset rutiinit ja toimintatavat, joilla erottele-yksinkertaista-puhdista-vaiheista tulee jatkuva ja kehittyvä toimintatapa. Systematisointiin kuuluu myös henkilökohtaisen siisteyden ja työturvallisuuden huomioiminen. 5S-toimintamallin suorittaminen työpisteessä on helppoa, mutta ilman jatkuvaa kuralaisuutta sekä selkeitä toiminta- ja seurantamalleja vanhaan tapaan on liian helppoa palata. 5S auditointeja tuleekin tehdä säännöllisesti esimerkiksi kerran kuukaudessa. Standardirutiinit työntekijöiden tulisi tehdä kerran vuorossa tai päivässä. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 13.)

Vaihe 5: Shitsuke- Standardoi. Tämä luo perustan jatkuvalle parantamiselle. Standardointi mahdollistaa, että kuka tahansa voi arvioida työpaikan tilan nopeasti ja määrittää poikkeaman standardista. Järjestelmän ylläpito on helppoa, koska kuka tahansa voi tehdä sen sekä uusi työntekijä löytää helposti työkalut ja tarvikkeet. Standardoinnilla voidaan koordinoita tehtaanlaajuista toimintaa ja tehdä 5S:n neljästä ensimmäisestä vaiheesta osa jokapäiväistä toimintaa. Standardoinnin apuvälineeksi voidaan kehittää 5S-standardityölehti (kuvio 6). (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 14–15.)



Kuvio 6. Esimerkki 5S-toimintamallin standardityölehdessä. (Metalliteollisuuden keskusliitto.)

5S-toimintamallilla on saavutettu useita hyötyjä, kuten vähennetty keskeneräistä tuotantoa ja lyhennetty läpimenoaikoja. Lisääntynyt työviihtyvyys näkyy poissaolojen vähentymisenä, samoin työtapaturmat on saatu vähenemään. Yrityksen imago sekä tuotannon ja toiminnan laatu paranevat. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 22.)

5 KOKOONPANO

Kokoonpano on tärkein suorite tuotannossa, koska siinä tuotannosta tulevista osista tehdään valmis tuote asiakkaan tarpeita vastaamaan. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 1985, 478). On selvää, että tuote on tärkeää koota virheettömästi, koska jos tuote toimitetaan asiakkaalle viallisena, koituu tästä vain turhia kustannuksia yritykselle sekä maine heikkenee asiakkaiden silmissä. Yrityksellä ei ole varaa laskea tuotetta markkinoille, jos sen kestävydestä ei ole takeita. (Edu, [Viitattu 18.4.2013].) Toimintaa kannattaa lähteä kehittämään yrityksen sisäisen toiminnan kautta. Esimerkiksi kokoonpanoa voidaan pitää tuotannon asiakkaana eli jos kokoonpanoon tulee epäkuranttia osaa tuotannosta, on pyrittävä selvittämään tuotannossa tapahtuneet virheet mahdollisimman nopeasti ja ottaa oppia asiasta (Kouri 2010, 9).

Kokoonpano on omassa tehtaassa eri valmistusvaiheissa valmistettavien tai muualta hankittujen osien sekä standardikomponenttien ja –tarvikkeiden liittämistä toisiinsa, jolloin muodostuu toimiva kone tai laite tai sellaisten osia. Kokoonpano toteutetaan valmistavalla tehtaalla. Jos koneen tai laitteen kokoonpano toteutetaan asiakkaan luona, on kyseessä asennus. (Ihalainen ym. 1985, 478.) Kokoonpanotyöstä mahdollisimman suuri osa toteutetaan kunnollisilla työvälineillä ja hallituissa olosuhteissa. Kokoonpanoa tehdään yleensä käsityönä. Kokoonpano on edelleen säilynyt käsityövaltaisena, vaikka muu valmistus on aikojen saatossa koneistunut. Tuotteiden kokoonpanoa tehdään pienistä, suurina erinä valmistettavista kulutustavaroista aina isoihin rakenteisiin sekä koneisiin asti. Kokoonpanoa toteutetaan niin metalliteollisuudessa kuin esimerkiksi vaatetus- ja huonekaluteollisuudessa sekä sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. (Lapinleimu ym. 1997, 111.)

Useiden tutkimusten mukaan kokoonpanon osuus tuotteen valmistusajasta on yllättävän suuri, usein jopa 20–40%. Kokoonpano tarvitsee yleensä tuotantotiloista suuren osan. Siihen voi sitoutua pääomaa keskeneräisen tuotannon sekä varastoinnin muodossa. (Lapinleimu ym. 1997, 111.) Kokoonpanotyö koostuu kappaleiden siirtämisestä ja käsittelystä paikasta toiseen sekä varastoinnista, liittamisestä ja sovittamisesta. Varastoinnista, käsittelyistä, siirroista ja tarkastuksista aiheutuu kustannuksia sekä aikaviiveitä, jotka eivät jalosta tuotetta mutta ilman näitä toimin-

toja kokoonpanon toteuttaminen ei ole mahdollista. Näiden toimintojen osuus on pyrittävä pitämään mahdollisimman pienenä, koska nämä tuovat kustannuksia kokoonpanoon ja sitä kautta lopputuotteeseen. Kokoonpanon kehittämiseen ei löydy yhtä selviä ratkaisuja kuin osien valmistusvaiheisiin. Pääpaino kehittämisen aloitukseen saattaakin usein löytyä tuoterakenteesta ja organisatoristen tekijöiden kehittämisestä eikä pelkästään kokoonpanon teknistä ratkaisusta. (Lapinleimu ym. 1997, 111-112; Teknologian kehittämiskeskus 2001, 6.)

5.1 Kokoonpanojärjestelmät

Kokoonpano voidaan toteuttaa paikkakokoonpanona tai linjakokoonpanona. Suuret valmistusmäärät kokoonpannaan yleensä omissa kokoonpanotehtaissa. Kokoonpanojärjestelmän suunnittelussa olennaisia asioita ovat osien saaminen mahdollisimman lähelle kokoonpanopaikkaa. Osat tulevat kokoonpanoon omasta valmistuksesta sekä varasto-ohjattavista C-osista. C-osien hoitovastuu voidaan antaa kokoonpanolle. (Lapinleimu ym. 1997,112.)

5.1.1 Paikkakokoonpano

Paikkakokoonpano on toimivin ratkaisu, kun tehdään yksittäis- tai pienerätuotantoa ja kokoonpanon hoitaa yksi henkilö tai työryhmä. Työt voidaan jaotella ammattialoittain, jolloin osa vastaa esimerkiksi hydraulikasta osa esimerkiksi mekaanisesta kokoonpanosta ja osa sähkötekniikasta. Tasa-arvoiseen kokoonpanoon nähden tuottavuus ja joustavuus kärsivät tällaisessa kokoonpanomallissa. Paikkakokoonpano koostuu yksittäisestä asennuspaikasta, jossa toteutetaan kokoonpano alusta loppuun asti. (Lapinleimu ym. 1997; 112, Kaikko 2009, 12.) Kysynnän lisääntyessä kokoonpanopaikkojen määrää on helppo lisätä, tai jos tilat tulevat rajoitteeksi on mahdollista käyttää esimerkiksi toiselle mallille suunniteltua kokoonpanopaikkaa. Toisen tuotteen kokoonpanopaikan käyttö saattaa kuitenkin pahimmassa tapauksessa sekoittaa toisen tuotteen materiaalihallinnan ja aikataulutuksen, mikä näkyy nousseina kustannuksina tuottavuuden heikentyessä. On muistettava, että tämän kaltaisia ratkaisuja on vain käytettävä hetkellisesti. Kysyn-

nän kasvaessa pitempiaikaisesti täytyy alkaa jo miettiä investointeja lisätiloihin tai muita ratkaisuja, joilla vastataan kysyntään häiritsemättä muuta tuotantoa. On tärkeää huomioida eri tuotteiden volyymieron lisäksi myös erilaiset resurssivaatimukset. Tuotteilla voi olla eri valmistusajat, jolloin se näkyy valmistusajoissa sekä kapasiteetin hallinnassa. (Kaikko 2009, 11-12.)

Paikkakokoonpano on hyvin joustava ratkaisu ja se voidaan jakaa kolmeen erilaiseen joustavuus kokonaisuuteen: (Lapinleimu ym.1997, 62; Kaikko 2009, 12-13.)

Operatiivisella joustavuudella tarkoitetaan pienten erien valmistuskykyä, yhdistettynä hyvään ohjattavuuteen

Volyyminjoustavuudessa paikkakokoonpanossa olevia asennuspaikkoja lisätään, jolloin valmistettavien tuotteiden määrää saadaan kasvatettua. Ilman henkilöstön lisäämistä läpimenoaika kasvaa samassa suhteessa, koska kokoonpanovaiheeseen kuluu enemmän aikaa.

Tuotejoustavuudella tarkoitetaan mahdollisuutta valmistaa laajaa tuoteperhettä tai variaatioita samantyyppisistä tuoteperheistä.

5.1.2 Linjakokoonpano

Linjakokoonpanossa tuote liikkuu asemalta seuraavalle jalostuen matkalla. Erilaisia osakokoonpanoja voidaan tarvittaessa syöttää viereisiltä kokoonpanopaikoilta, jolloin ne voidaan kiinnittää varsinaiseen tuotteeseen. Tuote valmistuu lopullisesti, tarvittavien vaiheiden jälkeen. Tyypillisesti linja erikoistuu tietynlaisiin tuotteisiin, joita tehdään suurella volyymilla. Tahtiaikojen käyttö linjassa tekee siitä suhteellisen herkän ongelmille. Mahdollisuutena on linjan pysähtyminen, jolloin kaikki edeltävät asemat pysähtyvät. (Kaikko 2009, 13-14.) Linjaa voidaan pitää selkeänä ja hyvän sisäisen ohjattavuuden ansiosta sen soveltamista kannattaa suosia aina, kun sen käyttö on järkevää ja kannattavaa (Lapinleimu ym. 1997, 85).

Investoinnit linjakokoonpanon toteutukseen saattavat olla huomattavat, jolloin on tärkeää ottaa huomioon volyyymi markkinoilla tai sisäisellä asiakkaalla. Kuormitus on saatava mielellään kokoaikaiseksi, jolloin linjan toiminta on kannattavaa. On

pyrittävä linjan täyteen kuormitukseen mutta ajoittain linjan asema voi olla tyhjä, joka ei aiheuta vielä kuitenkaan ongelmia. Linjan tärkeimpiä toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ensiluokkainen materiaalihallinta sekä mahdollisilta alihankkijoilta tulevien tuotteiden laatu. Laatuviakaisten tuotteiden pääsy kokoonpanolinjalle aiheuttaa heti suuriakin ongelmia linjan kuormitukselle. Kriittisen osan puuttuminen voi pysäyttää koko linjan ja näin viivyttaa osakokoonpanon tai loppukokoonpanon valmistumista. Kaikkia tuotteita ei voida valmistaa linjakokoonpanona johtuen esimerkiksi rakenteen huomattavasta epästandardisuudesta, myös tuotteen valmistusvolyymi ei välttämättä ole riittävän suuri, jotta linjakokoonpano olisi kannattava. (Kaikko 2009, 14.)

5.2 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen

Kokoonpanotyön sitoessa suuren kustannus- ja tilankäyttöosuuden on selvää, että kokoonpanon kehittäminen on tärkeää. Kokoonpano valitaan harvoin selkeäksi ja tavoitteelliseksi kehittämiskohteeksi, vaikka merkittävä rationalisointi on kokoonpanossa mahdollista asiaan perehtymällä ja vähäisillä investoinneilla. Yrityksen kehittämisestä vastaavien esimiesten kiinnostus kokoonpanoa kohtaa voidaan jaotella seuraavasti (Lapinleimu ym. 1997, 119–120):

- Ensimmäinen porras: kokoonpanoon ei nähdä minkäänlaista kiinnostusta.
- Toinen porras: kokoonpanon rationalisointimahdollisuudet on huomattu, mutta merkittäviä toimenpiteitä ei saada aikaan.
- Kolmas porras: halua kehittää aktiivisesti ja tavoitteellisesti kokoonpanoa.

Kokoonpanoajasta suurin osa menee monissa tapauksissa osien liikutteluun ja paikoilleen asettamiseen eikä liittämiseen, jonka pitäisi muodostaa kokoonpanon päätapahantuma. Viiteen suomalaisyritykseen tehdyssä työaikatutkimuksessa todettiin, että alle kolmasosa käytettävästä työajasta menee tuotteen jalostamiseen. Jalostavassa työssäkin huomattiin vielä runsaasti kehitettävää. Tehostaessa kokoonpanoa on huomioitava kaikki mahdolliset tekijät, jotka vaikuttavat kokoonpanoon. Tarkastelu kannattaa aloittaa itse tuotteesta, koska tuotteen rakenne määrää kokoonpanon suoritusajan. Tavoitteena kannattaa pitää nopeinta ja edul-

lisinta tapaa koota tuote. Kokonaisuuden ollessa onnistunut voidaan vielä kokoonpanon sujuvuutta kehittää pienin parannuksin. Tarkemmassa suunnittelussa kokoonpanosta voi vähentää sovittamista ja parantaa osien yhteensopivuutta. Kokoonpanossa laatu tarkoittaa osien ja komponenttien keskinäistä yhteensopivuutta yhdellä mahdollisella tavalla liitettynä. Edellytyksenä tälle on osien mittojen ja toleranssien yhteensopivuus. Valmiilta osilta, osakokoonpanoilta sekä osilta vaaditaan, että ne toimivat yhdessä tai erikseen halutulla tavalla. (Lapinleimu ym. 1997, 121-122.)

Usein ei ajatella kuinka paljon ennakkosuunnittelua, valmistelua ja organisointia kokoonpano vaatii, että se toimii rationaalisesti ja häiriöttömästi. Mitä aiemmin ennakkosuunnittelu tapahtuu, sitä parempiin lopputuloksiin päästään. Keskitetty toimienpiteiden suunnittelu ja koordinointi on tärkeää, koska kokoonpano vaatii laajoja toiminnallisia yhteyksiä kuten markkinoinnin, tarvelaskennan, oston, tuotesuunnittelun, materiaalivaraston, osahankinnan sekä osien valmistuksen. Suunnittelussa on erittäin tärkeää huomioida myös aikatekijöiden vaikutus. (Lapinleimu ym. 1997, 111-112.) Lisäksi oikean-aikainen ja riittävä informaatio on tärkeässä roolissa kokoonpanossa. Huomattavia tehostuksia työhön saadaan kouluttamalla kokoonpanija tehtävänsä sekä antamalla riittävästi dokumentaatiota ja tietoa kokoonpanon yksityiskohdista. Tärkeimmät dokumentit kokoonpanoon liittyen ovat kokoonpanopiirustukset sekä osaluettelot. Kokoonpanon lopputulos selviää piirustuksista ja tarvittavat komponentit osaluettelosta. (Lapinleimu ym. 1997, 121-122.)

Työmenetelmien kehittämistä pääsee harvoin aloittamaan nolatilanteesta, koska tavallisesti tuote, tuotantojärjestelmät ja tilat ovat jo olemassa. On vältettävä, ettei valmiisiin toimintatapoihin juututa liikaa, jolloin vaarana on jumiutua vanhaan totuttuun tapaan ja kehitystä ei näin tapahdu. Parempi toimintapa on ideoida erilaisia toimintamalleja ja ottaa niistä käsittelyyn toteuttamiskelpoisimmat. Hyvin organisoimalla kokoonpano, järjestämällä työpisteelle hyvät apuvälineet ja työkalut sekä luomalla riittävä ennakkosuunnittelu saavutetaan häiriötön työskentely. Tällä voidaan saavuttaa jalostavan työn osuus jopa kaksinkertaiseksi kokoonpanossa. (Lapinleimu ym. 1997, 122.)

Kokoonpanon kehittäminen täytyy aloittaa osavalmistuksesta. Kokoonpantavaksi tarkoitettujen osien on sovittava yhteen, ja niitä on oltava saatavissa. Jos edellä

mainitut perusedellytykset eivät toteudu, valuvat kehitystyöt hukkaan. Varsinainen kokoonpanon kehittäminen voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: tarpeellisen työn kehittämiseen ja turhan työn poistamiseen. Tässä tapauksessa turhalla työllä tarkoitetaan kaikkea työtä, joka ei jalosta tuotetta tai jota ei tarvita lainkaan. Tuotteen kokoonpanemiseksi tarvittava työ, joka tehdään järkevimmällä tavalla ja olosuhteisiin nähden parhaiten, on tarpeellista työtä. Tämän kehittäminen on mahdollista hyvien kokoonpanokiinnittimien, materiaalin käsittely- ja syöttölaitteiden sekä työmenetelmien kehittämisen avulla, hyvien työkalujen merkitystä ei saa tässä unohtaa. Työmenetelmien kehittämiseen voidaan käyttää seuraavia perusohjeita:

- Lyhennä etäisyyksiä.
- Helpota tarttumista.
- Pyri suoriin liikeratoihin.
- Mahdollista samanaikainen työskentely molemmilla käsillä. (Lapinleimu ym. 1997, 122-123.)

Ohjausjärjestelmäksi kokoonpanoon voidaan soveltaa visuaalisin piirtein tapahtuvaa imuohjausta. Muihin työvaiheisiin verrattuna kokoonpanon voidaan todeta olevan erikoisasemassa, koska se käynnistää imuohjauksen imun. Visuaalisessa ohjauksessa periaatteessa kuka tahansa prosessissa työskentelevä henkilö näkee materiaalityötilanteen ja voi hoitaa tilaukset ilman turhia muodollisuuksia. Materiaalihuollon lähtökohtana on materiaalien saaminen oikeaan aikaan kokoonpanopaikalle. Ohjaus materiaalihuollolle voi olla ohjautuvaa tai itseohjautuvaa. Materiaalihuollon hoitavat kokoonpanijat tai ulkopuolinen henkilöstö. Häiriöiden välttämiseksi kokoonpanossa tarvitaan toimiva tarvelaskenta, joka voidaan toteuttaa tietokoneella. Ongelmia materiaalihuollolle voi syntyä suurista nimikemääristä ja volyymeista. Varastointi kokoonpanopaikalla vaatii tilaa, joka kasvattaa tarvittavaa pinta-alaa ja näin etäisyydet kasvavat. Kuljetusvälineistä trukkilavat eivät välttämättä ole halvin ja paras vaihtoehto, koska trukkilavaa sitoo tilaa ja monesti kuljetettava tavara on huomattavasti lavaa pienempi. Trukkikuljetukset vaatii hyvän luokse päästävyysden, jolloin tilantarve kasvaa, kuljetettava tuote on myös nostettava lavalle ja sieltä

pois. Paternoster on monissa tapauksissa toimiva varastointiratkaisu silloin, kun tarvitaan varastoida suuret volyymit ja nimikemäärät. (Lapinleimu ym. 1997, 124.)

5.3 Layoutsuunnittelu

Tuotantojärjestelmän fyysisten osien kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen sijoittelua tehtaassa kutsutaan layoutsuunnitteluksi. Layoutsuunnittelusta voidaan käyttää kahta nimitystä suppeaa ja laajaa merkitystä. Laaja merkitys tarkoittaa koko järjestelmän suunnittelua, joka toimii pohjana suppean merkityksen sijoittelulle. Layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin niiden työnkulun ja tuotantolaitteiden perusteella. Nämä kolme päätyyppiä ovat: tuotantolinjalayout, funtionaalinen layout ja solulayout. Tuotevalikoiman laajuus ja tuotettava määrä toimii yleensä layouttyypin valinnan perusteena, tämän jälkeen tekniikka määrittelee yleensä solujen sisäisen layoutjärjestyksen. (Lapinleimu ym. 1997, 309; Haverila ym. 2009, 475, 479.)

Layoutsuunnitteluun vaikuttaa suuri määrää erilaisia tekijöitä, jotka tekevät suunnittelu prosessista vaikean. Kaikkien tekijöiden suhteen optimaalinen ratkaisu ei ole usein toteutettavissa, joten tuotantojärjestelmän layout on aina kompromissi.

Layoutsuunnittelun peruslähtökohdat:

- tuotteiden rakennetiedot
- työnvaiheistus
- tuotantomäärä
- tuotannon aikajänne
- tukitoiminnot. (Haverila ym. 2009, 480-481.)

5.4 Lämpäisy aika

Tuotantojärjestelmässä lämpäisy aika voidaan pitää tehokkuuden tärkeimpänä käsitteenä ja mittarina. Lämpäisy aika on jonkin toimintakokonaisuuden valmiiksi saattamiseen kuluva aika. Erilaisille kokonaisuuksille kuten koko tilaukselle, sen valmistukselle, osavalmistukselle tai kokoonpanolle voidaan määrittää lämpäisyajat. Lyhyillä lämpäisyajoilla on monia parantavia vaikutuksia yrityksen kilpailukykyyn sekä toimintaan. (Lapinleimu ym. 1997, 53; Haverila ym. 2009, 401.) Hyvin tehokasta ja toimivaa tuotantojärjestelmää indikoi lyhyt lämpäisy aika, koska lämpäisy aika ei saada lyhyeksi tehottomalla toiminnalla. Lämpäisyajan ollessa lyhyt mahdollistuu lyhyet toimitusajat. Tuotannon ajoitukseen saadaan pelivaraa lyhyen lämpäisyajan ansiosta, samoin tuotannon ohjattavuus parantuu. Esimerkiksi, jos markkinat hyväksyvät neljän viikon toimitusajan ja tuotteen lämpäisy aika on kaksi viikkoa tuotannossa, niin tällöin jää kaksi viikkoa tuotannon tasoittamiseen. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

Asiakasaohjautuvassa tuotannossa, valmistuspulssin syntyessä asiakastilauksen perusteella, on tärkeää saada läpimeno aika selvästi haluttua toimitusaikaa lyhyemmäksi. Valmistus ja toimitusaikojen ollessa samansuuruiset, kuormitus tehtaalla vaihtelee myynnin tahdissa, joka ei tuota hyvää tulosta. Valmistuksen ollessa asiakasaohjautuvaa ei tarvitse pitää tuotevarastoja ja puolivalmisteverastotkin voivat olla pieniä. (Lapinleimu ym. 1997, 55.) Lyhyen lämpäisyajan valmistuksessa tilaukset toteutetaan peräkkäin, toisin kuin pitkän lämpäisyajan valmistuksessa, jossa tehdään rinnakkaista valmistusta. Lyhyen lämpäisyajan valmistuksessa työnjärjestely helpottuu sekä keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääoma on pienempi. Lämpäisy aika voi verrata suoraan keskeneräisen työn määrään. Työkustannuksia ei voi suoraan laskea lämpäisyajan perusteella, sillä lämpäisyajasta suurin osa on odottelua, muuta työtä tai kapasiteettia sitomatonta aikaa. Lyhyen lämpäisyajan perusteella ei kannata supistaa aihiovarastoja, koska häiriöitä lähtövarastojen palvelutasossa ei pystytä nopeassa valmistuksessa korjaamaan. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

5.5 Modulaarisuus

Modulointi on alun perin tunnettu mittana, jolla rakenneosat ovat jaolliset. Ajan saatossa käsite on laajentunut tarkoittamaan samanlaisia tai samankaltaisia rakenneosia, joista on mahdollista yhdistellä erilaisia muunnoksia. Moduuli on taas standardoitu osakokoonpano, joka useasti vaatii omaa työtä. Moduuliperiaatteella valmistetuista tuotteista saadut hyvät kokemukset ovat vahvistaneet käsityksiä tuotestandardoinnin keskeisestä merkityksestä toiminnan rationalisoinnissa. Ilman toimivaa ryhmätyötä moduulien luominen ei onnistu. Saksalaisessa tuotesuunnittelussa moduuliajattelua korostetaan runsaasti hyvien kokemusten pohjalta. Moduulien luominen vaatii suuren työmäärän mutta onnistuessaan se korvautuu nopeasti tulevana säästöinä. Kokemusten perusteella tuotteen on oltava jo melko pitkälle valmistettu, koska uuskonstruktioon soveltaminen on vaikeaa. Valmistusvoilymin on oltava riittävä, esimerkiksi yksikkötuotantoon ei ole kannattavaa lähteä suunnittelemaan modulointia. (Lapinleimu ym. 1997, 293-294.)

Kokoonpanossa moduulit ovat ensiarvoisen tärkeitä. Moduuleiden suosiminen on lähes ainoa tapa saada sekatuotantokokoonpano hallintaan, sillä moduuliperiaate auttaa jakamaan tuotteen kokoonpanon osakokoonpanoksi. Lisäksi modulointi tekee mahdolliseksi kokoonpanotyön tehokkaan rationalisoinnin ja toisaalta myös kokonaisuusien osahankinnan. (Lapinleimu ym. 1997, 293-294.)

5.6 Kokoonpanossa ergonomia sekä työturvallisuus

Työpisteen rakenteiden, työvälineiden, kalusteiden ja työmenetelmien kehittämistä ihmisten toimintojen, ominaisuuksien sekä kykyjen mukaiseksi on ergonomiaa. Työntekijöiden yksilölliset ominaisuudet on otettava huomioon, vaikka edellä mainittuja asioita tarkastellaan kokonaisuutena. Tavoitteeksi täytyy asettaa se, että työtä voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijälle tapaturman vaaraa tai työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. Toistotyö, raskaat nostot, yksipuoliset työliikkeet, huonot työasennot ja työliikkeet voivat aiheuttaa tuki- ja liikuntaelimien liiallista kuormitusta. Seurauksena tästä tulee usein tuki- ja liikuntaelimien sairauksia. (Työsuojelu, [Viitattu 11.4.2013])

5.6.1 Työergonomia

Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi (Työterveyslaitos, [Viitattu 28.3.2013]).

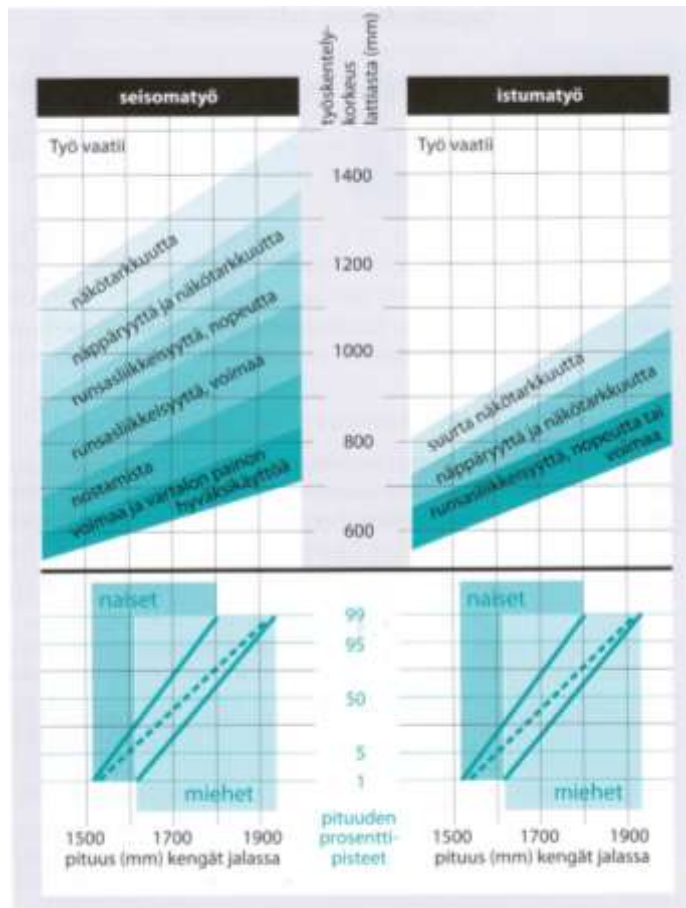
Ergonomian avulla työ, työvälineet, työympäristö ja muu toimintajärjestelmä pyritään sopeuttamaan ihmisen ominaisuuksiin ja tarpeisiin. Ergonomialla tavoitellaan parempaa ihmisen turvallisuutta, terveyttä, hyvinvointia sekä järjestelmien häiriötöntä ja tehokasta toimintaa. Ergonomia jaetaan osa-alueisiin, joita ovat fyysinen, kognitiivinen ja organisatorinen ergonomia. Kokoonpanossa törmätään fyysisen ergonomiaan, joka pyrkii sovittamaan fyysisen toiminnan ihmisen anatomian ja fysiologian mukaiseksi. Fyysinen ergonomia korostuu, kun suunnitellaan työympäristöä, työpisteitä ja työmenetelmiä. (Työterveyslaitos, [Viitattu 28.3.2013].)

Työterveyslaitos on kattavasti listannut määräyksiä ja suosituksia työergonomiaan, joilla luodaan viihtyisiä, toimivia ja ennen kaikkea turvallinen työympäristö. Jotta työergonomia toimisi, täytyy huomioida työterveyslaitoksen mukaan muun muassa seuraavia asioita: (Työterveyslaitos, [Viitattu 28.3.2013].)

- Työntekijällä on oltava mahdollisuus järjestellä työkohteiden sijoittelu työn sekä työn vaatimusten mukaan. Työasentoa on pystyttävä vaihtamaan.
- Tuleva materiaali ja valmiit tuotteet on pystyttävä sijoittamaan työpisteen läheisyyteen niin, että kiertyminen, nostomatka ja noston korkeusero käsiteltävien taakkojen painosta riippumatta on pieni
- Usein tarvittaville työvälineille on oltava tila työpisteessä, josta ne saadaan helposti kurkottelematta.
- Jos työkohteen korkeus (esim. kokoonpanotyössä tuotteen koko) tai työntekijöiden koko vaihtelevat ja työtä tehdään pitkiä jaksoja, työtason korkeutta pitää voida säätää yksinkertaisesti.
- Lämpötilan on oltava tasainen: 19-23C. Ei vetoa, ilmankosteuden on oltava riittävä ja hengitysilman kelpollinen.

- Kuulonsuojaimien käyttöä edellytettävä, kun melu ylittää 85 dB. Kuu-
losuojaimia on oltava tarjolla, kun melu ylittää 80 dB. Keskittymistä vaati-
vassa työssä melutaso ei saa olla yli 45 dB.
- Painavissa nostoissa on käytettävä apuna nostovälineitä sekä kiinnitettävä
huomiota nostotekniikoihin.
- Työkohteessa oltava riittävä valaistus (normaali koneistustyö 300-500 luk-
sia). Valaistus ei saa välkkyä.
- Uudelle työntekijälle on opastettava työturvallisuus, näytettävä käyttö- ja
huolto-ohjeet sekä suojaimien paikat.

Analysoinnin, kokeilujen sekä työntekijän tuntemusten avulla on selvitettävä, mikä on vaikeinta työn toteuttamisessa tai mikä on kriittisintä tehtävän suorittamisen kannalta. Näiden tulosten pohjalta on painotettava näkemisen ja käsiliikkeiden vaatimuksia. Kuvio 7 selventää työkohteen korkeuden suosituksia työntekijän koon sekä työtehtävän vaatimusten mukaan. (Launis & Lehtelä 2011, 153.)



Kuvio 7. Suositellut korkeudet työntekijän pituuden ja työn vaativuuden mukaan. (Launis & Lehtelä 2011, 154.)

Laitteiden ympärillä tapahtuvien toimintojen tilantarpeessa on otettava huomioon laitteen vaatima tila. Muita huomioitavia vaatimuksia on asennustyöt, osien varastointi ja kuljetus, valmiiden tuotteiden varastopaikka, apuvälineiden säilytyspaikka sekä jätteiden varastointi ja kuljetus. Kuvio 8 havainnollistaa tarvittavaa tilaa työpisteessä. (Launis & Lehtelä 2011, 134.)



Kuvio 8. Tilan tarve koneen ympärillä turvallisen työ tekemiseen. (Launis & Lehtelä 2011, 134.)

5.6.2 Työturvallisuus

Työturvallisuuden huolehtiminen on työnantajan vastuulla, jolloin työnantaja on velvollinen huolehtimaan siitä, että työtä tehdään turvallisesti. Työturvallisuuden noudattamisesta ovat vastuussa asemansa ja toimintavaltansa rajoissa myös esimiesasemassa toimivat henkilöt. Työturvallisuus on laaja käsite, ja se perustuu työturvallisuuslakiin. Työturvallisuuslaista löytyy runsaasti määräyksiä siitä, miten työnantajan on järjestettävä työpaikalla työolosuhteet työturvallisuuden takaamiseksi. Lain tarkoituksena on ennalta ehkäistä työtapaturmia ja torjua työtapaturmien syntyä sekä ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä koituvia henkisiä ja fyysisiä haittoja ja vaaroja (Työturvallisuus, [Viitattu 28.3.2013]).

Työturvallisuuskorttikoulutukset antavat lisää tietoa yleisestä turvallisuudesta työpaikalla. Työpaikan työturvallisuuskoulutuksista voidaan puhua varautumisesta tulevaisuuteen. (Työturvallisuus, [Viitattu 28.3.2013]). Koulutuksen käytyä työntekijät osaavat tapaturmien torjuntaa, ensiaputaitoja sekä toiminnan vaaratilanteissa. Työntekijät motivoituvat ja kiinnostuvat turvalliseen työn tekemiseen korttikoulutuksen jälkeen. (Työturvallisuuskortti, [Viitattu 10.4.2013].)

6 TYÖN TOTEUTUS (Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano)

6.1 Alkutilanne

Seuraavassa käsitellään Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpanoa aina alkutilanteesta tehtyihin muutoksiin sekä muutoksiin, joita tullaan myöhemmin tekemään. Kokoonpanopaikan kehittäminen aloitettiin kokoamalla Moipu 300 -energiapuukoura. Ensimmäinen kokoaminen toteutettiin niin, kuten Moisio Forest Oy:lla on aikaisemmin tehty. Ensimmäisen kokoonpanon edetessä tehtiin havainnot materiaalivirrasta, kokoonpanotekniikoista, osien (sylinterit, venttiilit, nipat, letkut jne.) nostamisesta ja kiinnittämisestä sekä työkaluista ja niiden sijainneista. Lisäksi havainnoitiin työpisteen siisteyttä, onko roska-astioita riittävästi ja kuinka syntyvät öljyjätteet huomioidaan. Huomioitiin myös työergonomiaa eli minkälaisissa työasennoissa työtä tehdään. Kokoamisen yhteydessä otettiin valokuvia muun muassa kokoonpano-ohjetta varten. Työssä keskitytään tekemään muutokset ainoastaan Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpanoon, koska tuotteeseen ei ole tiedossa muutoksia lähitulevaisuudessa.

6.2 Havaitut epäkohdat

Aluksi havainnoitiin epäkohtia, joiden perusteella ryhdyttiin miettimään kokoonpanosolun kehityssuunnitelmaa. Kokoonpanossa huomattiin seuraavanlaisia kehityskohteita:

- Kokoonpanoon tuotavat osat olivat hankalasti saatavissa kokoonpanoon.
- Kokoonpanossa käytettävien tappien järjestys hyllyssä oli sekava.
- Venttiililohkon hydraulikkaniipojen asennus vaikutti vaikealta.
- Kokoonpanosta puuttui kunnollinen ohjeistus, jota noudattaa. Hydraulikkaletkut valmistettiin yksi kerrallaan, mikä hidasti kokoonpanoa.
- Sähköventtiilien ohjausjohtojen valmistamisessa oli kehitettävää.

- Tappien sopivuudessa oli ongelmia, koska maalauksessa oli päässyt maalia reikiin tai koneistuksesta oli jäänyt metallijäänteitä. Kierteissä oli myös ongelmia, koska kierteisiin oli päässyt sinkopuhalluksesta kuulia.
- Kokoonpanossa käytettävä liikuteltava työtaso, jossa olivat pultit ja aluslaatat, tarvitsi täydennystä.

6.2.1 300 -energiapuukouran kokoonpano-ohje

Ensimmäiseksi tehtiin PowerPoint-pohjainen kokoonpano-ohje (liite 1), josta selviää Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano kuva kuvalta alusta loppuun. Tämä helpottaa kokoonpanoa, koska ohjeesta löytyvät kaikki tarvittavat työkalut, komponentit, tarvikkeet sekä osien ja tappien asennussuunnat. Ensimmäisen kokoonpanon yhteydessä otettujen valokuvien perusteella laadittiin ohjeistus. Ohjeeseen tuotetunnukset löytyivät varaosakirjasta. Muutamalle tarvikkeelle, joita tarvittiin, annettiin omat nimitykset. Tämä selventää kokoonpanijalle tarvittavan osan paremmin, koska osa on nimetty samalla nimellä sekä ohjeeseen että työkaluhyllyyn. Tämä laadittu ohje asennetaan kokoonpanopöydälle tuotavaan tietokoneeseen, josta ohjetta voidaan seurata. Ohjeen kuvituksessa pyrittiin siihen, ettei osia tarvitse pujotella tai muutoin hankalasti asentaa kohteeseen. Työn yhteydessä mietittiin myös asennusta niin, että mahdollisimman paljon osia voidaan asentaa yhdessä asennossa. Työohjeet ovat lean-toiminnassa työn vakiinnuttamista. Ohjeiden avulla työskentely tapahtuu aina samalla tavalla ja tuotteista tulee aina samanlaisia, jolloin laatu ja tuottavuus paranevat.

6.2.2 Kokoonpanosolun layout

Solun layoutin muutoksella tavoiteltiin parempaa materiaalin virtaa kokoonpanoon. Järjestyksellä pyrittiin selkeään ja hallittuun kokonaisuuteen, jossa työskentely olisi luontevaa. Työkalupöytää vasten oli toinen ruuvipenkillä varustettu pöytä. Nämä pöydät siirrettiin kokoonpanotelineen toiselle puolelle vierekkäin. Ruuvipenkillä varustettuun pöytään tehtiin kiinnitysrauta hydraulikkaventtiililohkoille, jossa hydraulikkaniipat voidaan jatkossa esikiinnittää (Kuvio 13). Näin pöydästä saatiin hyd-

rauliikan esikokoamispaikka. Tämä paikka varustetaan jatkossa omilla työvälineillä, joita käytetään vain hydrauliiikan esikokoonpanossa. Hydrauliiikan esikokoamispaikan sijoitus mietittiin niin, että puominosturilla voidaan nostaa venttiililohko pöydälle hydrauliiikkanippojen asennusta varten ja siitä edelleen nosturin avulla kokoonpantavaan kohteeseen. Pöytien uudelleen sijoittelussa vapautui tilaa puominosturin vierestä. Vapautuneeseen tilaan saatiin tuotua välivarastosta kaikki kokoonpanossa tarvittavat metalliosat. Uudelleen järjestelyn hyötynä saavutettiin lyhyempi etäisyys tarvittaviin työkaluihin. Työpöytien uudelleen järjestelyn vuoksi siirrettiin kokoonpanotelinettä lähemmäksi puominosturia mikä oli hyvä, koska tällä saavutettiin nostomatkojen lyheneminen. Energiapuukourien testaukseen käytettävä hydrauliikkakoneikko siirrettiin kokoonpanotelineen taakse peittämällä se lisätyötasolla. Hydrauliikkakoneikolla testataan valmiin energiapuukouran toiminnat, kuten esimerkiksi terien liikkuvuus ja syöttörullien pyöriminen. Tälle lisätyötasolle tuotiin energiapuukourien testauksessa tarvittavat hydrauliikkatarvikkeet kuten letkut. Lisätyötasolta löytyvät myös kiinnikkeet energiapuukourien runkojen kiinnittämiseen kokoonpanotelineeseen sekä tarvittavat nostovälineet. Uuden järjestyksen hyötynä saavutettiin myös se, että valmis energiapuukoura voidaan nostaa jatkossa suoraan esimerkiksi auton perävaunuun kuljetettavaksi. Suunnitelman sekä järjestyksen luomisessa huomioitiin se, että samassa energiapuukourien kiinnitystelineessä kunnostetaan tarvittaessa vaihdossa tulleita energiapuukouria. Kokoonpanosolun vanha sekä uusi layout muutos liitteenä (liitteet 2, 3). Lisäksi Kuvio 9 havainnoi kokoonpanosolua.



Kuvio 9. Kokoonpano kuvattu metalliosien tuontipaikalta.

Kokoonpanon läheisyydessä olevaan sähköosien rakentamiseen ja testaukseen tarkoitettuun tilaan toteutettiin optio-osien kokoonpanopaikka tarvittavine työvälinein. Tässä tapauksessa optioilla tarkoitetaan esimerkiksi Moipu 300 -energiapuukouran pituusmittajalan kokoamista. Kyseiseen tilaan työpöydät järjestettiin vierekkäin, jolloin toisella pöydällä valmistetaan johtosarjat ja toisella pöydällä suoritetaan optio-osien kokoaminen. Seuraavissa kuviossa (Kuviot 10-12) selviää alkutilanne ja lopuksi tehdyt muutokset 5S-menetelmää hyödyntäen. Näiden muutosten ansiosta kokoonpanosolu saatiin jaettua selkeisiin osakokoonpanoihin.



Kuvio 10. Alkutilanne elektroniikkatilassa.



Kuvio 11. Alkutilanteessa toinen pöytä elektroniikka tilassa.



Kuvio 12. Muutoksen jälkeen elektroniikka tila. Vasemmalla johtosarjojen valmistuspaikka. Oikealla optio-osien kokoaminen.

6.2.3 Kokoonpanossa tarvittavien tappien järjestyksen sekä sopivuuden parantaminen

300 -energiapuukouran kokoonpanossa tarvittavien tappien järjestystä mietittiin aluksi niin, että tapit olisivat hyllyssä kokoonpanojärjestyksessä. Tässä ongelmaksi muodostui se, että samoja tappeja käytetään muissakin malleissa, mutta eri työvaiheessa, jolloin järjestys olisi sekava toisia malleja kokoonpantaessa. Toimivimmaksi järjestykseksi muodostui tuotenumerointi, joka on nouseva vasemmalta oikealle. Joidenkin tappien sopivuudessa ilmeni ongelmia, samoin joissakin kierteisissä. Näissä tapauksissa tappireikiin sekä kierteisiin oli jäänyt metallijäänteitä tai päässyt sinkopuhalluksesta kuulia suojusta huolimatta, jolloin reikiä jouduttiin hioimaan tai käymään kierretapilla läpi ennen asennusvaihetta. Jatkossa ongelman ratkaisemiseksi kiinnitetään huomiota osien suojaamiseen esikäsittelyssä. Jatkossa suojausten ollessa hyvät on osien tarkastus esikäsittelyn jälkeen edelleenkin tärkeää. Kyseessä olevan ongelman ratkaisuksi maalaustilojen yhteyteen tullaan valmistamaan työpöytä, jossa osien tarkastus voidaan toteuttaa silmämääräisesti sekä tunnustelemalla. Jos osia tarvitsee viimeistellä työpisteestä tulee löytymään

siihen tarvittavat työvälineet. Jos jatkossa tapeissa ilmaantuu sopivuusongelmia esikäsitteilyn jälkeen, tarkastetaan ensin asennusreikä ja tämän jälkeen tappi. Jos vika ilmenee tapissa, se sijoitetaan sille varattuun paikkaan kokoonpanossa jatkokäsittelyä varten. Tämä mahdollistaa laatuongelmien seuraamisen. Pienien yksityiskohtien huomioiminen johtaa kohti lean-toimintaa, samalla tuotteen laadun parantumiseen. Suunnitelma työpisteen sijoittelusta löytyy uudesta layoutmuutoksesta (liite 3).

6.2.4 Hydrauliiikan keräilyvaunu ja -lista sekä kokoonpanon siirtovaunu

Hydrauliiikan esikokoonpanoa varten toteutettiin keräilyvaunu, jossa on Parkerin tuotetunnuksilla merkityt laatikostot (Kuvio 13). Keräilyvaunu toteutettiin, koska hydrauliiKANIPAT ovat kokoonpanosta erillään. Näin saadaan kaikki tarvittavat hydrauliiKKAOSAT kokoonpanopaikalle järkevästi ja hallitusti. Ensimmäisessä vaiheessa keräilylista toteutettiin ainoastaan Moipu 300 -energiapuukouraan L90 venttiililohkoon ja tämä tulee toimimaan mallina seuraaville keräilylistoille muita malleja sekä toista venttiililohkoa silmälläpitäen. Energiapuukouraa on mahdollista tilata kahdella eri venttiililohkomallilla L90 tai NG6. Keräilylistasta tehdään jatkossa tämän vuoksi kaksi erilaista variaatiota, jotka on nimetään NG6 ja L90. NG6:n keräilylistasta tulee löytymään myös hydrauliiKKAVENTTIILIIEN tuotetunnukset, koska kyseinen venttiilipöytä kokoonpannaan alusta loppuun hydrauliiKAN esikokoonpanopaikalla. Kun taas L90 venttiilipöytä tulee Parkerilta niin, että ainoastaan hydrauliiKANIPAT puuttuvat. Keräilylista on toteutettu niin, että optiokohta on merkitty erikseen. Optioilla tarkoitetaan hydrauliiKANIPPOJA syötölle (NG6), rotaattorille, kahdelle erilaiselle pituusmitalle sekä kantokäsittelylle. NIPAT laitettiin tuotetunnuksien perusteella keräilyvaunussa oleviin laatikoihin. HydrauliiKKAARVIKEHYLLY koostui seitsemästä hyllyelementistä, joissa jokaisessa oli kuusi hyllytasoa. Nämä hyllyelementit nimettiin vasemmalta oikealle A:sta G:hen ja hyllytasot ylhäältä alas yhdestä kuuteen. Tämä helpottaa hydrauliiKKAARVIKKEIDEN keräilyä, koska keräilylistasta jokaisen tuotekoodin edestä löytyy hyllykoordinaatti esimerkiksi B5, jolloin tuotteiden löytyminen nopeutuu ja turha liike vältetään. Keräilylistan tuotetunnuksien järjestys toteutettiin niin, että tarvikkeet kerätään tuotetunnus järjestyksessä eli A:sta kohti G:tä ja ylhäältä alaspäin. Keräilylistan malli löytyy liitteenä (liite 4). Hyd-

rauliikkatarvikkeiden tuonti lähemmäksi kokoonpanoa ei ole järkevää, koska tämä toisi mukanaan tila-ahtauden kokoonpanosoluun. Nykyinen tila on myös suojaisa hydraulikkatarvikkeille. Sijoitus on lähellä seinää sekä kaukana mahdollisesti kulkeutuvasta maali- tai metallipölystä.



Kuvio 13. Hydrauliiikan esikokoonpanopaikka sekä hydraulikka tarvikkeiden keräilyvaunu varustettuna keräilylistalla.

Kokoonpanossa käytettiin siirtovaunua, joka sisälsi kokoonpanossa tarvittavat ruuvit, mutterit sekä nord lock lukituslevyt. Vaunu oli kohtuullisen kattava, mutta ensimmäisessä kokoonpanossa huomioitiin joidenkin tarvikkeiden puuttuminen. Vaunussa oleviin laatikoihin oli merkitty tarvikkeiden, tunnuksien kuten ruuvien koot. Tarvikevaunuun lisättiin kuitenkin muutama tunnus, jolloin se saatiin kattamaan täydellisesti kaikki pientarvikkeet kaikkien energiapuukourien kokoonpanoon. Siirtovaunuun lisättiin laatikosto käytetyille letkutulpille, koska hydraulikkaletkujen päät täytyy suojata hyllyssä. Tulpat ovat ostotarvikkeita, jolloin niitä ei laiteta roskiin, vaan palautetaan hydraulikkatarvikehyllyyn laatikon täytyessä. Siirtovaunu

löytyy kuvioista (Kuvio 9). Helpon siirrettävyyden ansiosta sen täyttäminen käy vai-
vatta pientarvikevarastosta.

6.2.5 Hydraulikkaletkujen valmistuksen kehittäminen

Hydraulikkaletkujen kokoonpanon helpottamiseksi mietittiin kahta erilaista ratkai-
sua. Ensimmäisenä vaihtoehtona mietittiin yksikertaista keräilyvaunua, johon voisi
vaihtaa erilaisen alustalevyn kouramallin mukaan. Levyyn kiinnitettäisiin esimer-
kiksi ohuita rimoja erottelemaan letkut toisistaan. Jokaisesta "lokerosta" löytyisi
tuotetunnus, johon valmiin letkun voisi asettaa. Kaikkien letkujen ollessa valmiina
vaunun voisi viedä kokoonpanopaikalle. Tämän hyötynä saavutettaisiin se, että
kaikki letkut olisivat kerralla kokoonpanopaikalla ja letkujen valmistuksen voisi
aloittaa pienemmästä isompaan, jolloin letkupuristimen leukoja vaihdettaisiin vasta
kun letkun koko vaihtuu. Toisena vaihtoehtona oli luoda hyllypaikat valmiille letkuil-
le kokoonpanon yhteyteen. Myytäviä energiapuukouramalleja on tällä hetkellä nel-
jä. Tämä vaatisi useamman hyllypaikan letkuille, koska letkumitat ja -liittimet ovat
erilaisia eri energiapuukouramalleissa. Pohdinnan jälkeen päädyttiin luomaan hyl-
lypaikat valmiille letkuille, koska hyllytilaa oli saatavilla riittävästi. Hyllypaikat toteu-
tettiin tässä ensimmäisessä vaiheessa ainoastaan Moipu 300 -energiapuukouralle,
koska muiden mallien letkutusten muutokset täytyy tutkia näitä kyseessä olevia
malleja kokoonpantaessa. Hyllypaikan lokerot olivat suurikokoiset, jolloin samaan
lokeroon voitiin sijoittaa erihalkaisijalla olevia letkuja (esimerkiksi $\frac{1}{4}$ tuumaa sekä
 $\frac{1}{2}$ tuumaa) letkujen menemättä kuitenkaan sekaisin kokoonpanijalta (Kuvio 14).
Moipu 300 -energiapuukourasta saatiin vähennettyä perusletkujen malli määrää
viidellä kappaleella järkeistämällä letkuvetoja sekä tarkastelemalla hydraulii-
kanippojen asentoa sekä tyyppiä (liite 5). Parhaimmillaan yksi ja sama letku kävi
viiteen eri paikkaan. Letkumittojen analysoinnissa pyrittiin siihen, että jos letku oli
puoli metriä tai yli siitä ja pituusero letkujen välillä oli vain viisi senttimetriä letkuliit-
timien ollessa samat, tuotetunnukset pyrittiin yhdistämään. Tämän mallin ratkai-
sussa yrityksen pääomaa sitoutuu valmiisiin letkuihin, mutta ratkaisun hyöty näkyy
lyhentyneinä kokoonpano aikoina. Letkujen määrä letkuhyllyssä kannattaa jatkos-
sa pitää energiapuukouran vuosivalmistus määrään suhteutettuna. Keskimäärin
valmistusmäärät ovat 30–40, jolloin hyllyssä voidaan pitää kymmeneen 300 -

energiapuukouraan letkut. Tällöin ei tarvitse koko ajan seurata letkumäärää hyllyssä. Tilanteessa, ettei energiapuukouria ole kokoonpanossa voidaan tarkistaa letkumäärät ja tarvittaessa täydentää hyllyä. Uusien kouramallien letkuvetojen suunnittelu on jatkossa tämän ansiosta helpompaa, koska hyllyssä olevilla letkuilla on helppoa kokeilla, sopivatko jo valmiit letkut suoraan uuteen energiapuukouramalliin. Näin vältetään uusien niin sanottujen turhien letkunimikkeiden tulo. Jälkemarkkinointia ajatellen valmiiksi tehdyistä letkuista on helppo kerätä valmis letkusarja ja myydä se eteenpäin asiakkaalle. Letkujen valmistuksen siirtäminen alihankkijalle ei ole järkevää, koska letkuvetojen suunnittelu ja toteutus on helpompaa ja järkevämpää omilla välineillä. Yrityksessä on myös useampi työntekijä, jolloin letkun tuoma lisätyö ei tuo liikaa kuormitusta.



Kuvio 14. Hyllypaikat valmiille hydrauliletkuille 300 -energiapuukouraan. Tuotetunnukset puuttuvat kuvan laatikoista.

6.2.6 300 -energiapuukouran johtosarjan kehittäminen

Energiapuukourassa olevia sähköventtiileitä voidaan ohjata monella eri ohjaustekniikalla riippuen alustakonemerkestä. Tämän vuoksi energiapuukouraan voidaan

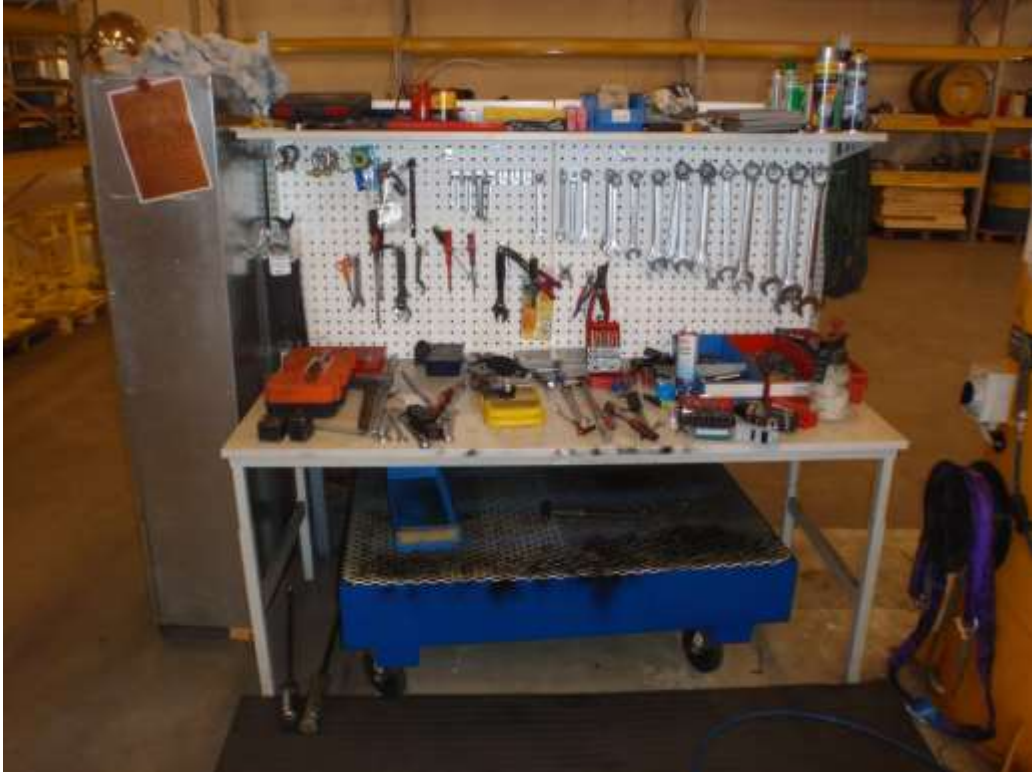
asentaa konevalmistajan oma kouramoduuli tai sitten yksinkertainen on-off-ohjaus, jolloin energiapuukoura varustetaan kytkentärasialla. Moipu 300-energiapuukouran kokoonpanon yhteydessä suunniteltiin ohjausjohtojen mitat modulaarisiksi. Tällöin johtojen mitat ovat aina samat riippumatta ohjaustekniikasta. Suunnittelun apuna käytettiin Moisio Forest Oy:n hyllystä löytyneitä kouramoduuleita, jolloin johdot saatiin suunniteltua järkevästi ja käytännöllisesti. Energiapuukoura varustetaan aina täydellisellä johdotuksella vaikka, optioita ei olisi valittukaan. Johtosarjojen valmistusta varten toteutettiin oma työpiste tarvittavilla työvälineillä (Kuvio 10). Työpisteen yhteydessä olevaan hyllyyn toteutettiin hyllypaikat valmiille johtosarjoille. Valmiilla johtosarjoilla saavutetaan suuri aikasäästö kokoonpanossa, koska johtosarjoja ei aloiteta valmistamaan vasta, kun kouraa kokoonpannaan.

6.2.7 Lean-taulu

Tiedonkulun kehittäminen parantaa tuottavuutta ja puutteiden huomaamista. Kokoonpanon yhteydestä löytyi valkoinen taulu, johon on mahdollista kirjoittaa. Ajateltiin, että tämä taulu toimisi lean-työkaluna, johon kirjoitetaan jatkossa mahdolliset puutteet, syntyneet ongelmat sekä aikataulut valmistuksen suhteen. Kokoonpanosta löytyvä taulu nimettiin yritystä kuvaavaksi. Taulun nimeksi tuli MFQ eli Moisio Forest Quality. Taululla mahdollistetaan helppo ja visuaalinen tiedon välittäminen. Tauluun voi kirjoittaa kuka tahansa työntekijä huomattuaan tilanteen, josta on hyvä tiedottaa eteenpäin. Kokoonpanossa tauluun merkityt ongelmat ratkaisemalla saadaan hyvä tilaisuus tuotannon kehittämiseen.

6.2.8 5S-toimintamalli

5S-toimintamallin toteutus aloitettiin järjestelemällä työkalupöytä, johon jätettiin ainoastaan kokoonpanossa tarvittavat työvälineet sekä merkittiin niiden paikat. Työkalupöydälle tehtiin kuva, josta selviää työvälineiden oikea sijainti. Lisäksi kokoonpanosolun ympäristöstä poistettiin turhat työvälineet ja tavarat.



Kuvio 15. Kokoonpanon työkalutaulu alkutilanteessa.



Kuvio 16. Kokoonpanon työkalutauluun tehdyt muutokset.

Tällä menettelyllä tavoiteltiin kokoonpanon turhien työvälineiden poistoa ja tarvittavien työvälineiden helppoa löydettävyyttä. Työpisteen siisteyttä edistettiin jätteastioiden järkevällä sijoittelulla sekä tuomalla kokoonpanosoluun omat siivousvälineet. Siivousvälineet sijoitettiin työkalutaulun takapuolelle merkatuille paikoille. Jätteastioista yksi sijoitettiin hydraulikan esikokoonpanopisteelle helpottamaan hydraulikanipoista syntyvän muovijätteen sijoittamista jätteastiaan. Toinen jätteastia puolestaan sijoitettiin kokoonpanotelineen läheisyyteen. Lisäksi yleistä siisteyttä lisättiin luomalla käyttökelpoisille, esimerkiksi väärän mittaisille hydraulikkaletkuille oma säilytyspaikka hydraulikkaletkujen tekopaikalle. Tällä toimenpiteellä estettiin letkujen jääminen letkuntekopöydälle. 5S-toimintamallin mukaisesti määriteltiin työpisteen yhteydessä olevan sähkötyötilan tavaroille varastopaikat pientavaravarastoon. Kokoonpanosoluun tullaan tekemään kuvion 6 mukainen standardityölehti, joka auttaa 5S-toimintamallin toteuttamista yrityksessä. Lisäksi lattiaan merkittiin paikat kokoonpanoon tuotaville metalliosille sekä tyhjiille trukkilavoille. Toimintamalli tuo hyötyä yritykselle parantaen imagoa sekä tuottavuutta, jolloin olisi tärkeää jatkaa työtä ja laajentaa 5S- menetelmä kattamaan koko tuotanto.

6.2.9 Työergonomian huomioiminen

Koura kiinnitetään kokoonpanotelineeseen, jossa kouraa voidaan pyörittää, kallistaa sekä nostaa oikealle työskentelykorkeudelle. Tällä saavutettiin optimaalinen työskentely asento kaikissa kokoonpanovaiheissa. Kokoonpanotelinettä ohjattiin langallisella kauko-ohjaimella. Työkalupöydän sekä hydraulikan esikokoonpanopöydän korkeus on työskentelyyn juuri sopiva, jolloin siinä voitiin tehdä töitä työntekijää liikaa rasittamatta. Uudella sijoittelulla saatiin myös tarvittavat työkalut lähelle ja helposti saataville, tällöin turha käveleminen sekä kurkottelu vältettiin. Työpisteen sijoittelun apuna käytettiin kuviosta 8 löytyviä mittoja. Kourissa käytettävät tapit sekä sylinterit sijoitettiin niin, että ne ovat helposti saatavilla. Sylinterien ollessa painavia komponentteja näiden sijoitteluun hyllyssä kiinnitettiin erityisesti huomiota. Metalliosien nosto tapahtui trukkilavoilta, jolloin jouduttiin kyykistymään,

mutta onneksi nostoja on melko vähän. Metalliosien nostamiseen käytettiin puominosturia, jolloin fyysinen rasitus jäi vähäiseksi.

6.2.10 Työturvallisuuden huomioiminen

Työturvallisuutta huomioitiin kokoonpano-ohjeistuksia laadittaessa. Energiapuu-kouran kokoonpanija voi katsoa jatkossa kuvasta aina turvallisen nostotavan ja käytettävän nostoliinan. Nostoliinat nimettiin kokoonpano-ohjeistuksiin, jolloin samat nostoliinat löytyvät puominosturin luota samoilla nimikkeillä. Kokoonpanopai-kalta löytyivät tarvittaessa kuulon sekä näön suojaamiseen tarvittavat välineet. Käsien suojaamiseen työpisteeltä löytyi käsineitä, joita on mahdollista käyttää ko-koonpanossa. Kokoonpanoa suorittavalla työntekijällä on ehdottomasti oltava tur-vajalkineet. Öljyjätettä, joka on peräisin valmistuksessa testatuista hydraulikka-komponenteista, voi silloin tällöin valua lattialle. Tätä varten kokoonpanossa on öljynkeruualusta, johon sylinterit voidaan tyhjätä ennen asennusta. Jos öljyä pää-see lattialle, se on mahdollista imeyttää kokoonpanosta löytyvillä öljyn imeytysma-toilla ja näin estetään liukastumista ja öljyn kulkeutumista muualle. Turvallisessa työympäristössä sattuu vähemmän työtaturmia, jolloin se voidaan lean-toimintatavassa ajatella vähempänä hukkana.

7 YHTEENVETO

Työn yhtenä osana oli laatia kokoonpano-ohjeistus Moipu 300- energiapuukouralle. Ohjeistuksesta tuli selkeä ja havainnollinen kokonaisuus, joka palvelee varmasti hyvin käyttötarkoituksessaan. Kokoonpano-ohjeistus palvelee niin vanhoja työntekijöitä kuin uusiakin. Ohjeistus takaa kaikkiin Moipu 300 -energiapuukouriin aina samanlaisen letkutuksen kokoonpanijasta riippumatta. Tämä onkin ohjeistuksen tärkeimpiä sisältöjä. Myöhemmin toteutetaan myös muista yrityksen valmistamista energiapuukourista vastaavanlaiset ohjeistukset. Toteutettu ohjeistus toimii hyvänä esimerkkinä seuraavia ohjeistuksia laadittaessa. Kokoonpano toteutetaan paikakokoonpanona, koska valmistusmäärät ovat suhteellisen pienet, jolloin linjakokoonpano ei ole järkevä vaihtoehto

Kokoonpanon layoutsuunnittelussa tavoiteltiin selkeää ja hallittua kokonaisuutta, jolloin työn tekeminen helpottuisi sekä tehokkuus lisääntyisi. Layoutsuunnittelun avulla saatiin kokoonpanoon myös lisää tilaa. Moisio Forest Oy:n tuotantotilojen layoutsuunnittelussa on huomioitu hyvin materiaalin virtaavuus. Kokoonpanossa materiaalin virtaavuus sekä hallinta nykyisillä muutoksilla sekä suunnitelmilla, joita tullaan tekemään, paranee huomattavasti. Välivarastosta on helppo tuoda kaikki tarvittavat komponentit pumppukärryllä kokoonpanoon. Kokoonpanoa edeltävässä välivarastossa säilytetään yhteen Moipu 300 -energiapuukouraan tarvittavat metallikomponentit. Moisio Forest Oy:lla tuotteita ei tehdä varastoon, vaan tuotteita tehdään asiakastilausten perusteella. Ylituotantoa ei tällöin pääse syntymään ja näin materiaalihallinta on helppo toteuttaa.

Hydrauliikan esikokoonpanon kehittämällä saavutettiin runsaita aikasäästöjä, koska jokaisen hydrauliikkapanin erikseen noutaminen vältetään. Kun kokoonpano jaettiin selkeisiin osakokonaisuuksiin, kokoonpanosta saatiin selkeämpi ja tällöin uuden kokoonpanijan perehdyttäminen myös helpottuu. Keräilylistojen järkevällä toteutuksella saadaan hukkan määrä vähenemään. Kun optiokohta merkitään selvästi erikseen, saadaan vähennettyä syntyvää hukkaa, koska aina kerätään vain tarpeellinen määrä. Hydrauliikan esikokoonpanolla saadaan helpotettua myös kokoonpanijan työtä, koska komponentit saadaan kiinnitettyä pöydällä. Tällöin komponentteja ei tarvitse kiinnittää venttiililohkoon sen ollessa kiinni energiapu-

kourassa, niin kuin tähän asti on tehty. Jatkossa kokoonpanoon tehokkuutta tuo myös hydraulikkaletkujen modulointi ja uudet selvät hyllypaikat hydraulikkaletkuille. Johtosarjojen moduloinnilla saavutettiin helppo valmistettavuus sekä asennettavuus kokoonpantavaan Moipu 300 -energiapuukouraan.

Jatkossa tappireikiin ja kierteisiin jääneet metallijäänteet tai sinkopuhalluksesta päässeet kuulat puhdistetaan jo pintakäsittelyn yhteydessä. Tämä parantaa huomattavasti kokoonpanotyön laatua sekä siisteyttä. Myös hukka saadaan väheneään ja läpimenoaika lyhenemään. Asioiden muuttamisessa käytettiin hyväksi muun muassa kaizen- eli jatkuvan parantamisen filosofiaa. Tämä toteutuu käyttämällä lean-taulua kehittämiseen ja tiedon välittämiseen.

Kokoonpanosolun kehittämisen yhtenä osa-alueena oli 5S-toimintamallin tuonti kokoonpanosoluun ja yrityksen tietouteen. Tarkoituksena oli 5S-toimintamallin mukaisesti vähentää tuhlausta, lisätä laatua, työturvallisuutta ja työviihtyvyyttä sekä vähentää kustannuksia. 5S-menetelmän tuominen yritykseen pyrittiin toteuttamaan niin, että sen ylläpitäminen onnistuisi mahdollisimman helposti. Työergonomiaa parannettiin siirtämällä työpöydät järkevämmiin ja sijoittamalla työvälitteet helposti saataville. Työturvallisuutta huomioitiin esimerkiksi kokoonpano-ohjeissa kuvaamalla metalliosien oikea nostopaikka.

Opinnäytetyön pohjalta tehtyjen muutosten avulla 300 -energiapuukouran kokoonpanoon saatiin tehokkuutta ja tuottavuutta. Muutosten jälkeen samassa ajassa, kun ennen kokoonpantiin yksi energiapuukoura niin nyt saadaan kokoonpantua kaksi energiapuukouraa samaan aikaan. Tehdyillä muutoksilla tuottamaton työ saatiin pois ja kokoonpano työtä voidaan jakaa muille henkilöille.

8 POHDINTA

Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano on muotoutunut nykyiseen malliin aikojen saatossa eikä siihen ole tehty suurempia muutoksia. Kokoonpano on ollut tähän mennessä yhden miehen tehtävänä, jolloin kaikki kokoonpanossa tarvittava tieto on ollut hänellä. Kun yksi mies tekee kokoonpanoa, silloin harvemmin tulee mietittyä muutoksia omiin työtappoihin. Tämä opinnäytetyö tuokin uusia näkökulmia kokoonpanoon. Kokoonpano-ohjeistuksesta Moipu 300 -energiapuukouralle tuli selkeä ja havainnollinen kokonaisuus, joka palvelee varmasti hyvin käyttötarkoituksessaan. Ohjeesta pyrittiin luomaan sellainen, että työntekijä, joka ei olisi aikaisemmin koonnut energiapuukouraa, onnistuisi siinä ohjeistusta noudattamalla. Ohjeistuksen runsas kuvitus, muut havainnollistamiskeinot sekä lyhyet ohjetekstit tekevät ohjeistuksesta selkeän kokonaisuuden, jolloin sitä on helppo seurata. Ohjeistukseen valittiin selkeitä ja runsaasti tietoa antavia kuvia. Kokoonpano-ohjeistuksen selkeyttä lisää se, että yksi sivu sisältää ainoastaan yhden työvaiheen. Jatkossa muutosten tekeminen ohjeistukseen on helppoa ja vaivatonta, sillä ohjeistus on PowerPoint-muodossa. Moipu 300 -energiapuukouran hydraulikkalietkujen asennus on ollut yleensä haastavin työvaihe kokoonpanossa. Letkutuksista ei ole ollut aiemmin mitään dokumentointia, jolloin letkujen asennukset on tehty niin kuin kokoonpanija on parhaaksi nähnyt. Tämä onkin mielestäni ohjeistuksen tärkeimpiä asioita, koska tällä taataan kaikkiin Moipu 300 -energiapuukouriin aina samanlainen letkutus kokoonpanijasta riippumatta. Ohjeistus nopeuttaa kokoonpanoa huomattavasti, koska jatkossa hydraulikkaosia sekä letkureittejä ei tarvitse enää miettiä.

Tämän työn jälkeen 300 -energiapuukouran voi kokoonpanna useampi eri työntekijä. Tästä johtuen laadun parantamisen sekä laadukkaan työn tekemisen saavuttamiseksi kokoonpanija laittaisi omat nimikirjaimet energiapuukouran tyyppikilpeen. Tällä toimintatavalla kokoonpanija tekisi työnsä mahdollisimman huolellisesti ja tarkasti.

Saadun palautteen perusteella layoutmuutos vaikuttaa toimivalta ratkaisulta ja tuo selkeyttä kokoonpanoon. Yrityksen halu kehittää ja kokeilla erilaisia toimintamalleja antaa myös itselleni näkemyksiä toteutusten tekemiseen ja tätä kautta niiden

toimivuuteen. Oletuksenani on, että kokoonpanossa materiaalin virtaavuus sekä hallinta tulevat toimimaan uusilla muutoksilla entistä paremmin. Hydrauliiikan esikokoonpanon kehittämisellä saavutetaan runsaita aikasäästöjä, koska jokaisen hydrauliiKANIPAN erikseen noutaminen vältetään. Kokoonpanon jaolla selkeisiin osakokonaisuuksiin kokoonpanosta saatiin selkeämpi ja tällöin myös uuden kokoonpanijan perehdyttäminen helpottuu. Lisäksi uskon, että tällaisella toimenpiteellä saadaan helpotettua eri työvaiheiden toteuttamista. Keräilylistojen järkevällä toteutuksella saadaan hukkan määrä vähenemään.

Pyrkimyksenä oli asettua työntekijän rooliin ja miettiä muun muassa miten kokoonpanosolussa työt voitaisiin tehdä paremmin ja helpommin. Mielestäni tässä työssä onnistuttiin kehittämään kokoonpanosolusta toimivampi kokonaisuus. Esimerkiksi tappi reikien viimeistely pintakäsittelyn yhteydessä sekä kierteiden läpikäynti helpottavat kokoonpanoa. Miettimisen pohjana käytettiin kaizen eli jatkuvan parantamisen filosofiaa. Samalla kaizen-filosofia tuli yrityksen tietouteen. Vielä ei tiedetä tuloksia jatkuvan parantamisen toteutumisesta, koska aika tulee näyttämään tulokset. Uskon, että pienen valmistajan kannattaa panostaa toimintansa jatkuvaan kehittämiseen, koska tällä saavutetaan pitkällä aikavälillä hyviä tuloksia, jotka näkyvät esimerkiksi kannattavuuden parantumisenä.

Moisio Forest Oy:llä aikaisemmin tuotannosta kokoonpanoon tulevia osia, esimerkiksi tappeja ei tarkastettu virheiltä ja niitä jouduttiin viimeistelemään kokoonpanossa, mutta tämän opinnäytetyön jälkeen metalliosat tarkastetaan virheiltä pintakäsittelyn jälkeen ennen kokoonpanoon tuloa. Tämä parantaa huomattavasti kokoonpanotyön laatua sekä siisteyttä. Tällä toimintatavalla saadaan hukkaa vähennettyä huomattavasti, koska pintakäsittelijälle ei koidu tästä suurta lisätyötä. Lisäksi läpimenoaika lyhenee.

Asiakas, joka ostaa valmiin tuotteen haluaa yleensä maksaa laadusta sekä toimintavarmuudesta, lisäksi asiakas odottaa myös tuotteelta suhteellisen pitkää käyttöikää. Moipu 300 -energiapuukouran suunnittelussa on ajateltava näitä asioita, koska näistä asioista asiakkaan tyytyväisyys muodostuu. On tärkeää, että energiapuukourasta on saatavilla myös sellainen versio, joka täyttää asiakkaan vaatimukset. Jos asiakas ei halua tiettyjä varusteita, hänelle on oltava mahdollista tarjo-

ta sellainen tuote, kuten hän haluaa. Pienellä valmistajalla tuotekehityksen on etenkin toimittava, koska kilpailu on kovaa eri toimijoiden kesken. (Moisio 2013)

Olen tyytyväinen, että 5S-toimintamalli saatiin tuotua osaksi yrityksen jokapäiväistä toimintaa. Menetelmän käyttöönotossa oli aluksi ongelmia, koska yrityksen henkilöstön kanssa oli näkemuseroja, mitä poistetaan ja mitä jätetään. Henkilöstö saatiin kuitenkin vakuuttamaan muutoksien toimivuudesta, jolloin toimintamallin käyttöönotto lähti käyntiin. Tarvittavien muutosten läpivienti eteni mielestäni erittäin hyvin. 5S-toimintamallin toimivuudesta yrityksen käytössä ei ole vielä pitkä-aikaisia tuloksia, aika tulee näyttämään menetelmän hyödyt ja toimivuuden yrityksessä. Alku ainakin näyttää lupaavalta, nyt jäädään odottamaan ovatko asiat toimineet ja onko 5S-toimintamalli laajentunut muihin yrityksen tuotantosoluihin. Itseäni 5S-toimintamalli kiinnostaa suuresti. Ergonomia asiat toteutettiin kokoonpanosoluun maalaisjärkeä, omaa kokemusta sekä työterveyslaitoksen sivuilta löytynyttä tietoa hyväksi käyttäen.

Työ oli laaja ja haasteellinen, joten aikaa olisi pitänyt olla enemmän käytössä. Ajan puutteen vuoksi osa toteutuksesta jäi vain suunnitelmaksi, joka tullaan toteuttamaan myöhemmin. Merkittävä osa suunnitelmistani ehdittiin kuitenkin toteuttaa, mikä oli hyvä asia. Oman ammatillisen kehittymisen kannalta työ oli erinomainen ja haasteellinen. Pääsin laajentamaan hyvin koulussa oppimiani asioita käytännönläheisessä ympäristössä. Tämän lisäksi pääsin hyödyntämään työelämässä oppimiani asioita puunkorjuutekniikasta. Näitä aikaisemmin opittuja asioita, esimerkiksi työtapoja, toin yrityksen tietoisuuteen. Itselleni sain taas uusia näkökulmia ja kokemuksia puunkorjuutekniikasta. Uskomukseni on, että opinnäytetyöni muuttaa totuttuja toimintatapoja Moisio Forest Oy:ssä.

Oli hienoa päästä toimimaan osana nykyaikaista konepajateollisuutta, jossa osat ja lopputuote valmistetaan alusta loppuun asti itse. Lisäksi työstä teki mielenkiintoisen se, että valmistettavat tuotteet sisältävät runsaasti erilaisia rakenteellisia osia, kuten esimerkiksi hydraulikkaa. Työmotivaatio työn tekemiseen oli hyvä, koska työn aihe mielenkiintoinen, opettavainen, käytännönläheinen sekä merkityksellinen yritykselle. Opinnäytetyöprosessissa oppimistani asioista on varmasti hyötyä tulevaisuudessa työelämän haasteissa. Opinnäytetyöprosessissa opin kirjallisen tiedon hankintaa, tieteellisen tekstin kirjoittamista, itsenäistä työskentelyä, tii-

mityötaitoja sekä insinöörimäistä työtettä. Opinnäytetyön tekoa helpotti huomattavasti se, että Moisio Forest Oy:n henkilökunta oli auttavaa, kannustavaa sekä yhteistyöhaluista. Olen kiitollinen yritykselle, että yrityksessä oli kiitettävästi kokeiluhaluutta kokeilla ehdottamiani asioita, mitään ei tyrmätty. Lisäksi sain henkilökunnalta useita hyviä ehdotuksia opinnäytetyötäni ajatellen, joita hyödynsinkin opinnäytetyötä tehdessäni. Haluankin esittää suuret kiitokset koko Moisio Forest Oy:n henkilökunnalle ja etenkin varatoimitusjohtaja Taneli Moisiolle.

9 LÄHTEET

- Miller, D.C. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.3.2013]. Saatavana: <http://www.deborahcmiller.com/productivity/5s/>
- Edu.fi. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.3.2013]. Saatavana: http://www.edu.fi/download/120994_6183_Kokoonpanotehtavat.pdf
- Haverila, J. M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.
- Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 1985. Valmistustekniikka. 6. muuttumaton painos. Jyväskylä: Otatieto Oy.
- Kaikko, J. 2009. Moottorimoduulien siirtoratkaisut linjakokoonpanossa. [Verkköjulkaisu]. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, modernit tuotantojärjestelmät. Opinnäytetyö. [Viitattu 18.3.2013]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003063450>
- Lapinleimu, I. 2001. Ideaalitehdas. 2. hiukan korjattu painos. Tampere: Laitosraportti nro. 50.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. painos. Porvoo: WSOY
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Ergonomia. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Merikallio, L. & Haapasalo, H. 2009. Yhteisraportti: Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. [Verkköjulkaisu]. Espoo: LCI-Finland. [Viitattu 14.3.2013]. Saatavana: http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3b/tek-es-ali2%3b7087/publishedcontent/publish/programmes/rak_ymparisto/documents/ean_raportti.pdf
- Metalliteollisuuden keskusliitto, MET. 2001. 5S-vihko. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- Moisio, T. 2013. Varatoimitusjohtaja. Moisio Forest Oy. Haastattelu 1.3.2013
- Päivä, M. & Nenonen, C. 2011. JIT-tuotannonohjausmenetelmän soveltaminen autoteollisuudessa. [Verkköjulkaisu]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, teknistaloudellinen tiedekunta, tuotantotalouden osasto. Kandidaatin työ. [Viitattu 15.3.2013]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201103181361>

- Quality Knowhow Karjalainen Oy. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavana: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/kalenteri/5s-konsepti-kaaoksesta-jaerjestykseen-tuotanto>
- TEKES. 2001. Teknologiaohjelmaraportti: Keskiraskas ja raskas kokoonpanotointiminta 1998-2000. [Verkojulkaisu]. Helsinki. [Viitattu 13.3.2013]. Saatavana: http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CEgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.tekes.fi%2Ffi%2Fdocument%2F43392%2Ffrasko_pdf&ei=JWNcUdXqL8G64ATI74C4Dw&usq=AFQjCNFsU9fU7Jzkeh-ZBsur8Ak3ZTmPMg&bvm=bv.44697112,d.bGE
- Teknoliateollisuus ry. 2009. Lean: Taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Tuominen, K. 2010. Lean: Tehoa ja laatua siisteyden kehittämiseen- 5S. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.
- Työturvallisuus. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2013]. Saatavana: <http://tyoturvallisuus.fi/>
- Työturvallisuuskortti. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2013]. Saatavana: <http://tyoturvallisuuskortti.net/>
- Työturvallisuuslaitos. 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2013]. Saatavana: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/tyopaikan_ergonomia/sivut/default.aspx

LIITTEET

LIITE 1 Moipu 300 -energiapuukouran kokoonpano-ohje

LIITE 2 Kokoonpanosolun vanha layout

LIITE 3 Kokoonpanosolun uusi layout

LIITE 4 Malli 300 -energiapuukouran keräilylistasta

LIITE 5 300 -energiapuukouran tarkastetut letkumitat