

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Jarno Petäkoski

TUOTANTOTEKNOLOGIAN VAIHTO

Tela-alustaisen kivenmurskausyksikön siirto paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2009

Tomi-Pekka Nieminen
Metso Oyj, valvojana Petri Kiiskilä

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Petäkoski, Jarno Tuotantoteknologian vaihto

Opinnäytetyö 51 sivua, 9 liitesivua

Työn ohjaaja Tomi-Pekka Nieminen

Työn teettäjä Metso Oyj, valvojana Petri Kiiskilä

Maaliskuu 2009

Hakusanat Linjakokoonpano, tuotantostrategia, tuotantoteknologia, tuotanto

Tiivistelmä

Nykyaikaisen teollisuuden vaatimuksia ovat lyhyet ja varmat läpäisyajat. Samalla pitäisi pystyä tekemään yhä enemmän asiakasräätälöityjä tuotteita. Tämä kaikki pitäisi toteuttaa kustannustehokkaasti ja riittävää laatua ylläpitäen.

Paikkakokoonpano -tyyppisessä valmistuksessa tuotteita voidaan räätälöidä helposti, läpäisyaikaa voidaan hallita materiaalityömittajien virheiden sattuessa ja volyyminvaihteluihin voidaan reagoida suhteellisen helposti.

Tuotteen tuotantovolyymin kasvaessa riittävästi, muodostuu paikkakokoonpano kustannustehottomammaksi vaihtoehdoksi. Koska monet linjakokoonpanossa valmistettavat koneet kuuluvat samaan tuoteperheeseen, on kannattavaa siirtää nämä kaikki tuoteperheen koneet koottavaksi linjakokoonpanoon. Näin yksittäisen koneen kokonaisvaltainen valmistaminen saadaan kustannustehokkaaksi.

Linjakokoonpanossa materiaalivirtojen hallinta selkeytyy, materiaalien käsittelyvaiheet yksinkertaistuvat, menetelmäsuunnittelu tarkentuu ja tuottavuus kasvaa.

Työn tarkoituksena oli toteuttaa Metso Minerals Oy Tampereen tehtaalla LT116 -tyypin kivenmurskauslaitoksen valmistaminen linjakokoonpanoon Speedlinelle. Vaiheisiin kuuluivat varastopaikkojen siirtäminen, dokumenttien ja ohjeiden valmisteleminen ja tuotannonohjausjärjestelmien päivitys. Lisäksi tarkistettiin ja päivitettiin tarvittavat työkalut ja apulaitteet.

Työn tuloksena LT116:n läpäisyaikaa saadaan lyhennettyä, valmistusta tehostettua ja kustannustehokkuutta parannettua korkeaa tuotelaatua ylläpitäen. Samalla luotiin ohjeet tuotantoteknologian vaihtoon, koska uusia tuotteita tulee ja vanhoja poistuu tuotekehityksen myötä. Näin ollen seuraavien tuotteiden siirto paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon on hallitumpaa.

TAMPEREEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Modern Production Systems

Petäkoski, Jarno Production Technology Change

Engineering thesis 51 pages, 9 appendices

Thesis supervisor Tomi-Pekka Nieminen

Co-operating Company Metso Oyj, supervisor Petri Kiiskilä

March 2009

Keywords Line production, production strategy, production technology, production

Abstract

Requirements of modern production are short and definite span time. At the same time, it is important to make more customer-made products. This all should be made cost efficiency and at the same time maintain sufficient quality.

Positional assembly type production enable easy product customizations, span time is controlled when supplier error or defective materials are found and react of volume fluctuations is relatively easy.

Product, which production volume is high, is inefficient to make in positional assembly method and therefore those products should be made by line assembly method. Also products, which belong to the same product-family, should be made at the same production line. The result is decreasing span time and high cost efficiency.

What comes to the line production, material flows are relatively easy to control, material handling phases comes simpler, manufacturing methods are easier to improve and productivity increases.

The target of this Engineering Thesis is to change crawler chassis crusher LT116 (Lokotrack) production method from positional assembly to line assembly. The phases of this project were to change inventory locations, to prepare documents and instructions and to update production control systems. All tools and accessory equipments were also checked.

Alkusanat

Tämä opinnäytetyö on tehty Metso Minerals Oy Tampereen tehtaalla. Tarve työn tekemiselle tuli, kun tela-alustaisen kivenmurskausyksikön tuotantoteknologia muutosta alettiin suunnittelemaan. LT116:ta rakennettiin aluksi paikkakokoonpanossa, josta se oli tarkoitus siirtää linjakokoonpanoon eli niin kutsutulle Speedlinelle.

Haluan kiittää Metso Mineralsin valmistuspäällikköä Petri Kiiskilää mielenkiintoisen projektin saamisesta sekä työni ohjaajaa Tampereen ammattikorkeakoulun opettajaa Tomi-Pekka Niemistä.

Erityiskiitoksen ansaitsee myös Metso Mineralsin kehitysinsinööri Tuomas Anttila, jonka avulla projekti saatiin kunnialla valmiiksi. Kiitoksen ansaitsevat myös mobilelaitetehtaan materiaalihuoltajat sekä urakoitsijakoneiden asentajat, joilta sain oppia kesällä 2008 koneiden rakenteista, valmistuksesta, kokoonpanovaiheista ja osien varastointipaikoista. Lisäksi haluan kiittää paikkakokoonpanon ja Speedlinen työnjohtajia, Tommi Niemistä sekä Jani Saarista ja Mika Kärkeä.

Tampereella 20. maaliskuuta 2009

Jarno Petäkoski

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	8
2 Metso Oyj.....	9
2.1 Metson strategia ja visio	11
2.2 Metson historia	11
2.3 Kaivos- ja maarakennusteknologia	15
2.4 Tampereen tuotanto.....	15
2.4.1 Mobilelaitetehdas (CSM)	17
2.4.2 Mobilelaitesuunnittelu.....	18
2.4.3 Metso Lokomo Steels Oy	18
3 Murskauslaitoksen toiminta lyhyesti	18
4 Kokoonpanon perusteet	19
4.1 Kokoonpantavuus	21
4.2 Läpäisy aika	22
5 Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon erot.....	22
6 Materiaaliohjaus	25
7 Tuotannonohjausjärjestelmä	26
8 LT116.....	26
8.1 Tekniset tiedot	26
8.2 Optiot ja variaatiot	28
8.3 Tilanne vuoden 2008 lopussa.....	30
9 Dokumentit	32
9.1 Kokoonpano-ohjeet	32
9.2 Konekortti	32
9.3 Koekäyttöopäytäkirja.....	33
9.4 Kokoonpanopöytäkirja.....	33
9.5 Optiolista	33
9.6 Hydraulikaavio.....	33
9.7 Sähkökaavio	33

10 Ohjelmat.....	34
10.1 PDM -tuotetietokanta	34
10.2 ERP -tuotannonohjausjärjestelmä	34
11 Osakokoonpano	35
11.1 Magneettierotin	36
11.2 Polttoainepumppu, vesipumppu, jakoputkisto ja käyttölaite	36
11.3 Murskain	38
11.4 Syötinyksikkö.....	40
11.5 Generaattorimoduuli	41
11.6 Moottorimoduuli	41
11.7 Valomasto	42
12 Kokoonpanovaiheet	42
12.1 Asema 0.....	43
12.2 Asema 1.....	43
12.3 Asema 2.....	43
12.4 Asema 3.....	43
12.5 Asema 4.....	44
12.6 Asema 5.....	44
13 Osien varastointi	45
13.1 Hydrauliletkut	45
13.2 Hydrauliputket	46
13.3 Sähköosat.....	47
13.4 Ruuvit ja hydrauliliittimet	48
13.5 Murskaimen osat	48
13.6 Muut sisällä varastoitavat osat	49
13.7 Ulkona varastoitavat osat	49
14 Yhteenveto	50
Lähteet	52
Liitteet.....	52

Lyhenteet ja merkinnät

M&C	Mining & Construction, Maanrakennus- ja kaivostoiminta
0-sarja	Proto -mallista seuraava sarja, jolla varmistetaan sopivuus toistuvaan tuotantoon
Proto	Uuden tuotteen ensimmäinen täysikokoinen versio
LT	Lokotrack, tela-alustainen kivenmurskausyksikkö Metso Minerals Oy:llä
LT50T	50 tonnia painava Lokotrack -tuoteperhe
Tier 3	Päästöstandardi
Powered	Tuotannonohjausjärjestelmä (ERP) Metso Minerals Oy:llä
Aton	Tuotetiedonhallintajärjestelmä (PDM) Metso Minerals Oy:llä
LT116 / S	Tela-alustainen kivenmurskausyksikkö
Kanban	2-laatikko-ohjaus, visuaalinen ohjaus
Välppä	Murskausprosessin ensisuodatin, syöttimenpohja
JIT	Just-In-Time, suomeksi JOT (juuri oikeaan tarpeeseen), toiminnanohjausfilosofia
KET	Keskeneräinen tuotanto
5S	Lean -toimintamallin käsite, jossa tuottavuutta kasvatetaan parantamalla laatua ja turvallisuutta, luomalla tehokas ja visuaalinen toimintaympäristö sekä välttämällä kaikenlaista turhaa työtä.

1 Johdanto

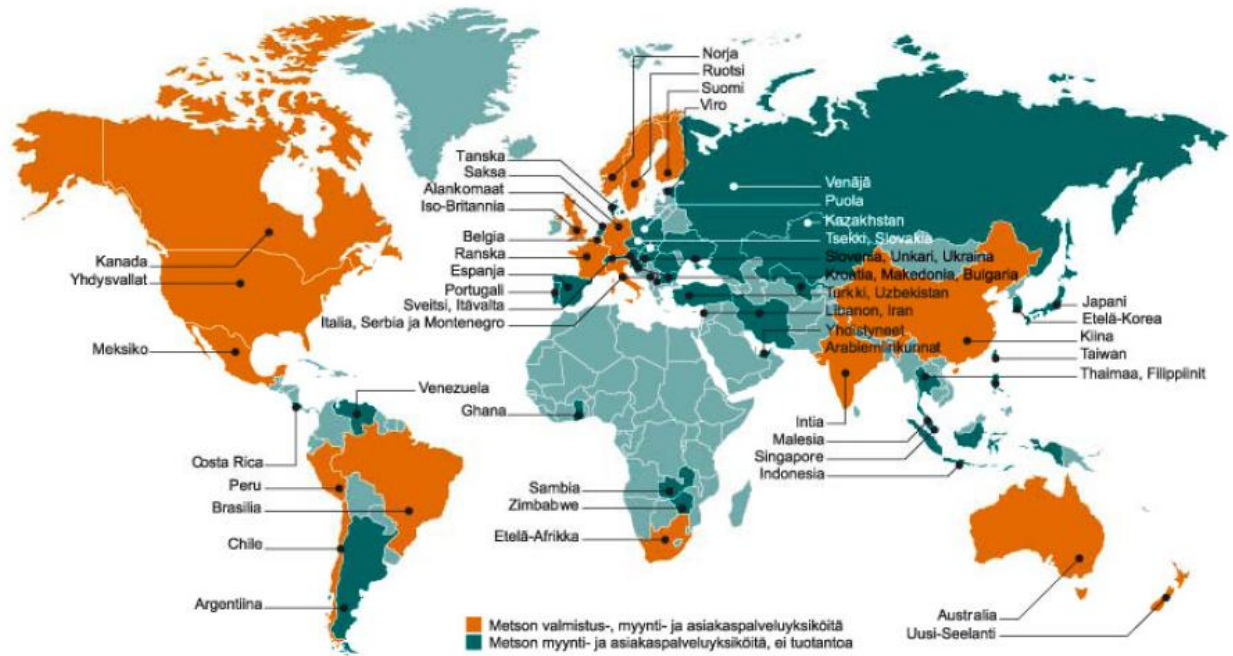
Tutkintotyön aiheena on selvittää, minkälaisia toimia Lokotrackin siirtäminen paikkakoonnasta linjakokoonpanoon aiheuttaa Metso Minerals Oy Tampereen tehtaan Mobilelaitetehtaalla. Työssä otetaan huomioon materiaalien varastointi, tarvittavat materiaalien siirrot ja dokumentit aina pöytäkirjoista kokoonpano-ohjeisiin. Tarkoituksena on, että tätä työtä voi käyttää avuksi aina silloin, kun tuotantotapamuutos tulee ajankohtaiseksi. Työstä löytyy myös apua uuden mallin tullessa tuotantoon. Lisäksi työssä on dokumentoitu erilaisia varastointi- ja siirtelytapoja sekä asennustelineitä mahdollista myöhempää tarvetta varten. Materiaalivirtojen ohjausta ei käsitellä erityisen tarkasti, koska Metsolle on tehty jo aihetta koskevia opinnäytetöitä.

LT116 linjaansiirto tuli ajankohtaiseksi syksyllä 2008. Paikkakoontaan oli suunnitteilla kaksi uutta konetta, joista toinen alkoi vuoden 2008 lopulla kahdella nollasarjalla. Näin ollen yhtäältä uusille koneille oli saatava tilaa, toisaalta LT116 sopii hyvin linjakokoonpanoon selkeän ja hiotun koottavuutensa puolesta. Se on myös samaa tuoteperhettä jo linjalla koottavan LT1213 -koneen kanssa.

Alkuun tehtiin kattava nykytila-analyysi. Kyselyjä tehtiin muun muassa tuotannosuunnittelijoille, materiaalihuoltajille ja työnjohtajille, jotta saataisiin uusia näkökulmia sekä löydettäisiin huomaamatta jääneitä asioita. Olin itse koonnut kesällä 2008 Lokotrackeja mukaan lukien LT116 -malleja. Tästä oli paljon apua arvioitaessa kokonaisuutta, kuten osia, työvaiheita ja koontajärjestyksiä.

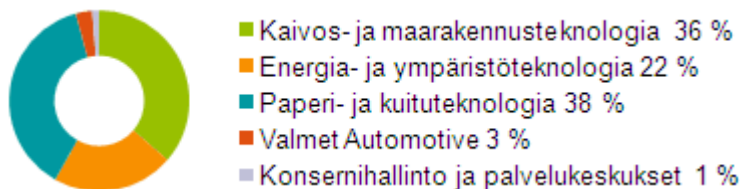
2 Metso Oyj

Metso Oyj suunnittelee, valmistaa ja toimittaa kestävien teknologioiden tuotteita ja palveluita kansainvälisesti kuudella eri toimintasegmentillä, joita ovat kaivos-, maarakennus-, voimantuotanto-, automaatio-, kierrätys- sekä massa- ja paperiteollisuus. Tällä hetkellä Metso työllistää reilut 27 000 ihmistä kaikkiaan yli 50 maassa (kuvio 1). Metson toimitusjohtaja on tätä kirjoitettaessa vuorineuvos ja diplomi-insinööri Jorma Eloranta. (metso.com)



Kuvio 1. Metson valmistus-, myynti- ja asiakaspalveluyksiköt maailmanlaajuisesti. (Metso Oyj)

Metso-konserni koostuu kolmesta raportointisegmentistä, jotka ovat Kaivos- ja Maarakennusteknologia, Energia- ja ympäristötekniologia sekä Paperi- ja kuituteknologia. Valmet Automotive Oy eritellään omaksi liiketoiminta-segmentiksi. Metson liiketoimintasegmenteistä Kaivos- ja maarakennusteknologia sekä Paperi- ja kuituteknologia työllistävät eniten (kuvio 2). (metso.com)



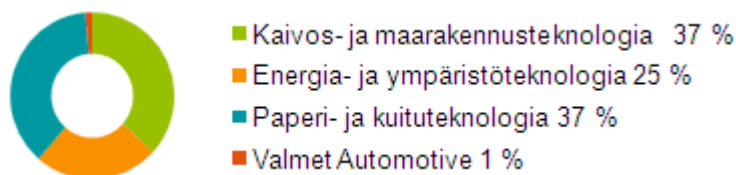
Kuvio 2. Henkilöstö segmenteittäin vuonna 2007. (Metso Oyj)

Metso-konsernin liikevaihto vuonna 2007 oli noin 6 250 miljoonaa euroa. Markkina-alueisiin se jakautui seuraavasti: liikevaihdosta 40 prosenttia tuli Euroopasta, 17 prosenttia Pohjois-Amerikasta, 24 prosenttia Aasian ja Tyynenmeren alueelta, 14 prosenttia Etelä- ja Väli-Amerikasta ja 5 prosenttia muualta maailmasta (kuvio 3). Metson päämarkkina-alueita ovat perinteisesti olleet Eurooppa ja Pohjois-Amerikka, mutta Aasian ja Etelä-Amerikan merkitys on kasvanut voimakkaasti. (metso.com)



Kuvio 3. Liikevaihtojakauma markkina-alueittain vuonna 2007, suluissa vuosi 2006. (Metso Oyj)

Metson liikevaihdosta Kaivos- ja maarakennusteknologialla sekä Paperi- ja kuituteknologialla on keskeisimmät roolit (kuvio 4). Vuonna 2007 Paperi- ja kuituteknologian liikevaihto oli noin 2,9 miljardia euroa, Kaivos- ja maarakennusteknologian liikevaihto oli noin 2,6 miljardia euroa ja Energia- ja ympäristöteknologian liikevaihto noin 700 miljoonaa euroa. (metso.com)

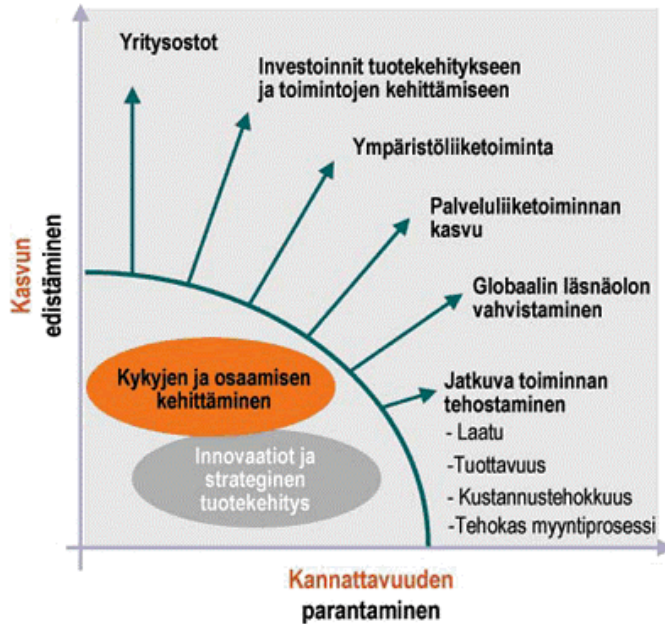


Kuvio 4. Liikevaihto segmenteittäin vuonna 2007. (Metso Oyj)

Vuonna 2007 Metson tutkimus- ja tuotekehityskulut olivat 117 miljoonaa euroa eli 1,9 prosenttia konsernin liikevaihdosta. (metso.com)

2.1 Metson strategia ja visio

Metson strategisena tavoitteena on kestävä sekä kannattava kasvu suhdannevaihteluista riippumatta. Tähän tavoitteeseen päästään tuottavuuden, toiminnallisen tehokkuuden, laadun ja kustannuskilpailukyvyyn jatkuvalla kehittämisellä (kuvio 5). (metso.com)



Kuvio 5. Kannattavan kasvun tekijät. (Metso Oyj)

Metson visiona on tulla oman alansa johtavaksi yritykseksi – yritykseksi, johon muita yrityksiä verrataan. Tämä haastaa jokaisen työntekijän omalta osaltaan pitämään huolta siitä, että toiminta vastaa asiakkaiden ja osakkeenomistajien odotuksia ja vaatimuksia. (metso.com)

2.2 Metson historia

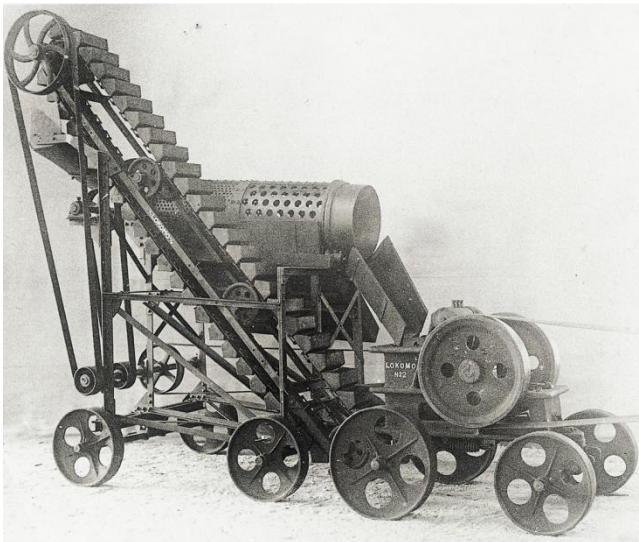
Metson historia on värikäs ja sisältää erittäin paljon yritysostoja ja -myyntejä. Ostetut yritykset ovat tehneet erittäin laaja-alaisesti tuotteita eri toimialoille (kuvio 6). Näin Metso on saanut haltuunsa huippu osaamista historiansa aikana, mikä on leimannut yritystä sen alkutaipaleilta asti.

tyyppinen höryveturi, jonka numero oli 575 (kuvio 7). Ensimmäiset veturit toimitettiin Valtion Rautateille vuonna 1920. Se painoi 64 000 kg ja nopeus oli 80 km/h. (Törmä 2006, 7-12)



Kuvio 7. H8 –veturi numero 575. (Metso Oyj)

Lokomolla on sittemmin valmistettu paljon erilaisia tuotteita, kuten vetureita, kirkonkelloja, kuljetusvaunuja, alasimia, potkureita, turbiinin siipiä, venttileitä, kivenmurskaimia, liikuteltavia murskainlaitoksia (kuvio 8), kaivureita, turpeennostolaitteita, tiehöyliä, tiejyriä, tiiliteollisuuskoneita, ankkureita, keskuslämmityskattiloita, paineilmakompressoreita, betonimyllyjä, metsäkoneita, perunajauhokoneita, kiväärinpiippuja, tykin lavetteja, patruunanlatauskoneita, kranaatteja, sukellusaluksia sekä lentokone-, tyhjiö- ja työkaluteräksiä. (Törmä 2006, 16-26)



Kuvio 8. Liikuteltava murskainlaitos 1920-luvulta. (Metso Oyj)

Vuonna 1946 syntyi Valtion Metallitehtaat. Siihen yhdistyi useita Suomen valtion omistamia metallitehtaita ja konepajoja. Nimeksi muuttui 1951 Valmet Oy; se valmisti mm. laivoja, lentokoneita, aseita, vetureita, traktoreita, laivan moottoreita, hissejä ja paperikoneita. 1951

tapahtui myös Suomen taloushistorian ensimmäinen laajamittainen yritysfuusio, uuden yrityksen saadessa nimekseen Rauma-Repola. Uusi yritys syntyi, kun Raahe Osakeyhtiöön liitettiin Repola-Viipuri Oy ja Lahti Oy, molemmat merkittäviä saha- ja puutavarayhtiöitä. Aluksi yrityksen pääpaino oli sahateollisuudessa ja selluloosan tuotannossa, mutta myöhemmin toiminta laajeni koneenrakennukseen, mm. selluloosateollisuuden ja laivanrakennuksen tarpeisiin. (metso.com)

Vuonna 1968 Valmet ja ruotsalainen Saab-Scania Ab yhdistivät voimansa ja perustivat autotehtaan Uuteenkaupunkiin. Tuotanto käynnistyi vuotta myöhemmin, ja ensimmäinen malli oli Saab 96. Saabin lisäksi tehtailla valmistettaviin merkkeihin otettiin myöhemmin myös Opel, Chrysler ja Porsche. 1960-luvulla Valmet kohoaa lisäksi merkittäväksi paperikonevalmistajaksi toimittaen koneita maailman johtaviin paperiteollisuusmaihin. (metso.com)

Vuonna 1970 Rauma-Repola osti Lokomo Oy:n. Tuohon aikaan sarjavalmistuksessa olleita koneita olivat murskaimet, kaivuukoneet, tiehöylät, nosturit ja metsäkoneet. (Törmä 2006, 37-38)

1980-luvun lopussa Suomen viennille tärkeät Neuvostoliiton markkinat katosivat, näin myös Rauma-Repolan laivanrakennusliiketoiminta pysähtyi ja suuria muutoksia jouduttiin tekemään. Myös Valmet joutui tekemään muutoksia ja luopumaan laivanrakennuksesta sekä kiskokaluston ja hissien tuotannosta keskittyen pelkästään paperikoneisiin ja niihin liittyviin tekniikoihin. Rauma-Repola taas osti Suomesta Neleksen sekä Yhdysvalloista Jamesburyn, Norberg Inc:n ja Timberjack Corporationin. Myös ruotsalainen Sunds Defibrator Industries – entinen Sunds Bruk – siirtyi vuoden 1991 loppuun mennessä kokonaan Rauma-Repolan omistukseen. (metso.com)

1990-luvulla Valmet osti osake-enemmistön Tampella Papertech Oy:stä. Näin syntyi uusi Valmet-Tampella -liiketoimintaryhmä, joka sulautui Valmetin Paperikoneet -ryhmään vuonna 1995. Traktoreiden valmistus myytiin Sisu Oy:lle ja Patria Finavitech Suomen valtiolle. Muutosten kourissa oli myös Rauma-Repola. Rauma-Repola Oy ja Yhtyneet Paperitehtaan fuusioituivat vuonna 1991. Näin muodostui uusi yhtiö, Repola Oy, jonka toimintakenttänä oli metsä- ja metalliteollisuus. Repolan tytäryhtiöön, Rauma Osakeyhtiöön keskitettiin syntyneen yhtiön kone- ja metalliteollisuus. Lopulta Rauman ja Valmetin hallitukset ehdottivat yhtiöiden sulautumista. Rauma Oy ja Valmet Oy sulautuivat 1. heinäkuuta 1999 synnyttäen uuden yrityksen, jonka nimeksi tuli nimikilpailun perusteella Metso. (metso.com)

2000-luvun alussa Metso myi Timberjack-metsäkonevalmistajan amerikkalaiselle Deere & Companylle. Tämän jälkeen Metso teki tarjouksen kiven ja mineraalien käsittelylaitteita valmistavasta ruotsalaisesta Svedala Industri AB:sta kesällä 2000, ja kauppa toteutettiin vuotta myöhemmin. (metso.com)

2.3 Kaivos- ja maarakennusteknologia

Mining & Construction toimittaa maailmanlaajuisesti erilaisia laitteita, palveluja ja prosessiratkaisuja. Kohteena ovat erilaiset louhokset, murskeentuotantolaitokset, kaivos- ja mineraalinkäsittelylaitokset, maarakennus ja kaivosteollisuus sekä kierrätys- ja jätteenkäsittelylaitokset. Keskeisiä tuotteita ovat murskaukseen ja seulontaan liittyvät tuotteet. Lisäksi tarjontaan kuuluu tuotekoulutus, kattavat after sales -palvelut sekä vara- ja kulutusosat. M&C tunnettiin aikaisemmin nimellä Metso Minerals. (metsominerals.com)

Maarakennus -liiketoimintalinja palvelee louhoksia sekä projekti-pohjaisia murskaus- ja seulontaoperaatioita tarjoten kokonaisvaltaisia palveluja maarakennusasiakkaille, jotka käsittelevät kivimateriaaleja tai maaperää. (metsominerals.com)

Kaivos-liiketoimintalinja palvelee kaivostoimintaa ja louhintaa harjoittavia sekä mineraalejakäsitteleviä teollisuusyrityksiä. Molemmat liiketoimintalinjat sisältävät erittäin kattavan valikoiman erilaisia kone- ja prosessivaihtoehtoja sekä markkinoiden parhainta ja nykyaikaisinta teknologiaa. (metsominerals.com)

Tuotteita valmistetaan 38 tehtaassa, myynti- ja palvelukonttoreita on 45 maassa kaikkiaan 129. Tuotteita valmistetaan muun muassa seuraavissa paikoissa: Bawai Intia, Ersmark, Sala ja Trelleborg Ruotsi, Mâcon Ranska, Matamata Uusi-Seelanti, Moers Saksa, Sorocaba Brasilia, Tampere Suomi, York ja Columbia Yhdysvallat. (metsominerals.com)

2.4 Tampereen tuotanto

Tampereella päätuotteet ovat leuka- ja karamurskaimet sekä tela- ja pyöräalustaiset murskainyksiköt. Tämän lisäksi valmistukseen kuuluvat kiinteät ja siirrettävät murskauslaitokset sekä syöttimet, seulat ja kuljettimet. Murskaimen keskeisiä osia valmistetaan Hatanpäällä Metso

Lokomo Steels Oy:n toimesta. Tampereella valmistettavia Lokotrack-koneita eli tela-alustaisia murskainyksiköitä valmistetaan kahden tyyppisiä: louhoslaitteita (esim. LT110, LT1100, LT125, LT1315, LT300HP) ja urakoitsijalaitteita (esim. LT96, LT106, LT1213, LT200HPS). Lokotrackien paino vaihtelee 30 tonnia painavasta LT96:sta 215 tonnia painavaan LT160:een (kuvio 9). Näitä koneita valmistetaan Mobilelaitetehtaalla.



Kuvio 9. LT160 työssään louhoksella. (Metso Oyj)

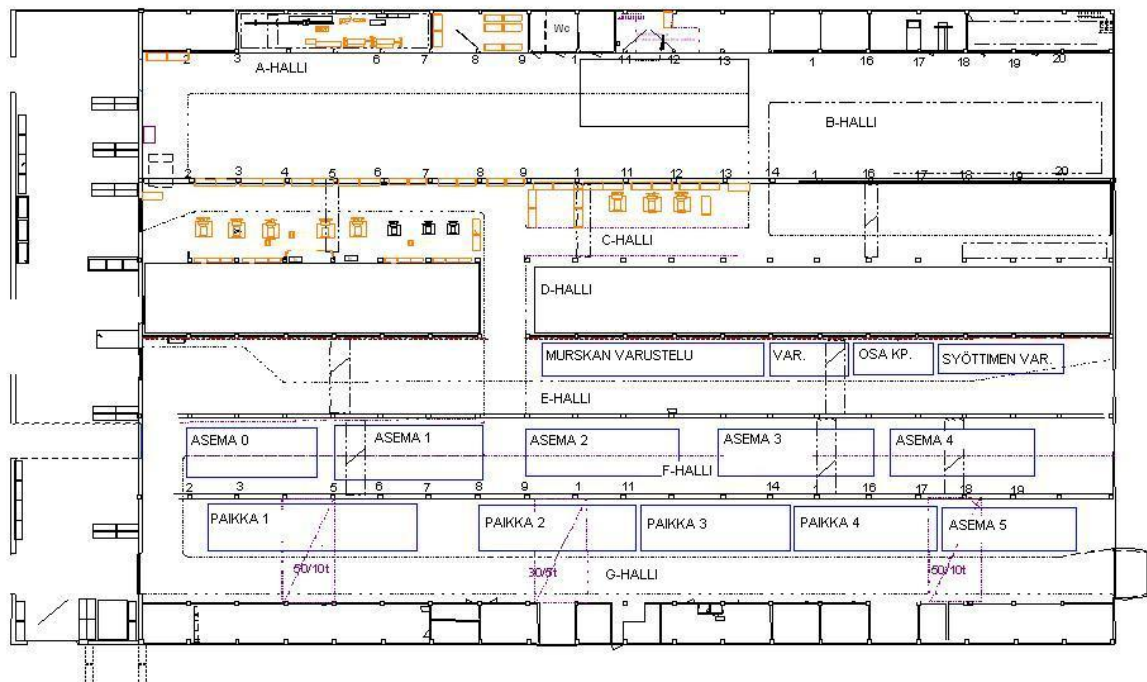
Louhoslaitteiden pääsuunnitteluyksiköt ovat Tampereella, Ranskassa Maconissa ja Uudessa-Seelannissa Matamatassa. Näistä suurin yksikkö sijaitsee Ranskassa, jossa suunnitellaan NP-iskupalkkimurskaimia ja HP-karamurskaimia sekä seuloja, syöttölaitteita ja tärylaitteita. Suomessa suunnitellaan C-leukamurskaimia ja GP-karamurskaimia, Uudessa-Seelannissa Barmac-murskaimia. Näiden lisäksi tärylaitteita suunnitellaan USA:ssa Columbiassa, Brasiliassa Sorocabassa sekä Intiassa Bawalissa. (Ainasvuori 2007, 6-8)

Urakoitsijalaitteiden pääsuunnitteluyksikkö sijaitsee Tampereella. Muita yksiköitä ovat Cappagh Pohjois-Irlannissa, Middleboro ja Waukesha Yhdysvalloissa, Sorocaba Brasiliassa sekä Bawal Intiassa. Valmistusta tapahtuu Tampereella, Cappaghissa, Sorocabassa, Bawalissa, Columbiassa, Maconissa sekä Kiinassa Tianjinin kaupungissa. (Ainasvuori 2007, 6-8)

2.4.1 Mobilelaitetehdas (CSM)

Mobilelaitetehdas koostuu kahdeksasta nimetyistä hallista, joiden pituus on 120m (kuvio 10).

- A-halli – hydraulimoduulien koonta (hymod)
- B-halli – räätälöitävät koneet (louhoslaite), pakkaamo, lähettämö
- C-halli – voimalaitteiden koonta (momod)
- D-halli – maalaamo
- E-halli – osakokoonpano, murskaimien koonta ja testaus
- F-halli – vakiotoimitus Speedline (urakoitsijalaite)
- G-halli – vakiotoimitus (urakoitsijalaite)
- Uusi halli – räätälöitävät koneet (louhoslaite)



Kuvio 10. Mobilelaitetehtaan layout. Uusi halli on rakennettu tehtaan A-hallin ulkoseinustalle.

2.4.2 Mobilelaitesuunnittelu

Mobilelaitesuunnittelun perinteinen rooli on mekaniikka-, sähkö- ja hydraulisuunnittelu sekä -mallinnus. Tämän lisäksi keskeisiin rooleihin kuuluu projektien- ja tuotetiedonhallinta.

Suunnittelusta käsin tapahtuu myös alihankintasuunnittelijoiden ohjaus sekä markkinoinnin, huollon ja valmistuksen tukitehtävät. Suunnittelu on seuraaviin ryhmiin:

Uustuoteryhmä, vastaa kehityshankkeista ja uusista tuotteista.

Ylläpitoryhmä, ylläpitää jo tuotannossa olevia tuotteita ja kehitystä.

Räätälöintiryhmä, suunnittelee asiakaskohtaisia projekteja ja toimii niissä myynnin tukena.

Vaunusuunnitteluryhmä, vastaa pyöralustaisten mobilelaitteiden suunnittelusta.

Dokumentointiryhmä, vastaa varaosa- ja käyttöohjeiden tekemisestä.

Toiminnankehitysryhmä, vastaa suunnittelujärjestelmien kehittämisestä.

2.4.3 Metso Lokomo Steels Oy

Tampereen Hatanpäällä sijaitseva valimo on Euroopan suurimpia valimoja. Sen kapasiteetti on noin 12 000 tonnia teräsvaluja vuodessa. Metso Lokomo Steels Oy valmistaa muunmuassa vesiturpiini-, murskain-, venttiili-, kelainrumpu- ja puunjalostuskonevaluja. Tärkein ja tunnetuin tuote on Vaculok® -tyhjiöteräs. (metsofoundries.com)

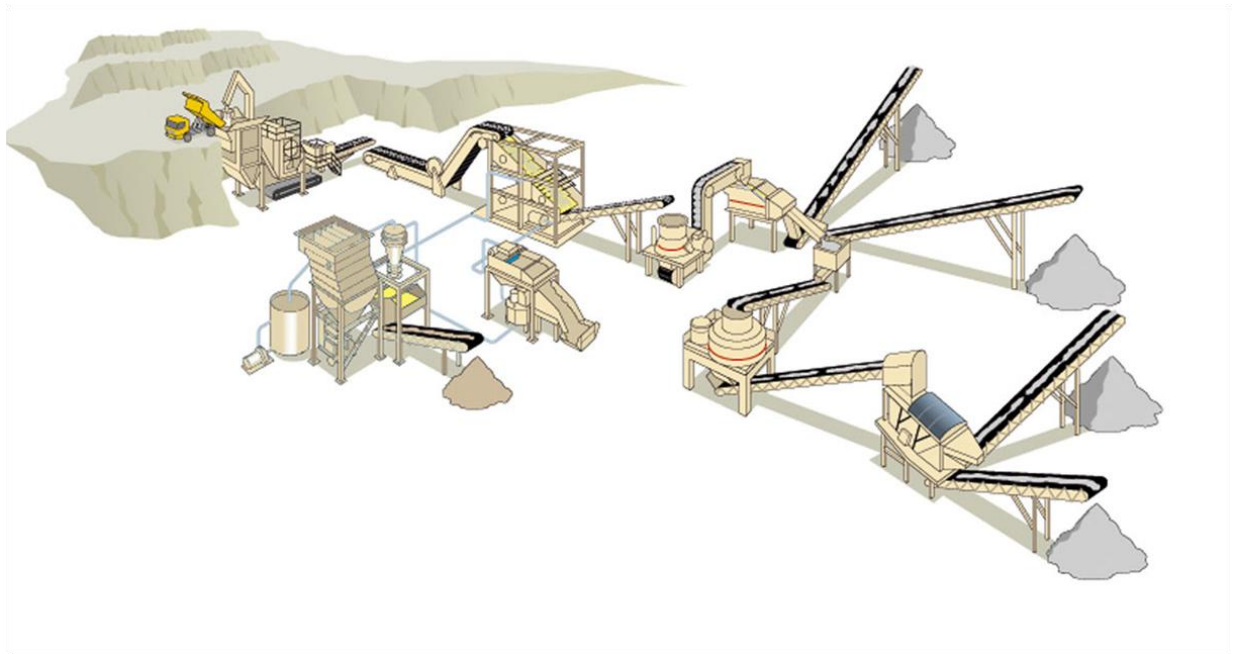
3 Murskauslaitoksen toiminta lyhyesti

Murskaamiseen käytetään sekä tela-alustaisia murskaimia että kiinteitä murskauslaitoksia.

Kiinteiden murskauslaitosten käyttämä pinta-ala vaihtelee hehtaarista jopa viiteen hehtaariin.

Kivimursketta syötetään murskaimen syöttimeen tai syöttösuppilon yleensä kauhakuormaajalla tai kaivinkoneella. Prosessin alkupäässä, jossa kivien koko on suuri, käytetään leukamurskaimia. Kun prosessin loppupäässä kivimurske on pienentynyt, käytetään karamurskaimia. Erityyppisiä murskauslaitoksia yhdistellään usein sarjoihin, jolloin ylimääräinen kiven siirtely ja käsittely jää väliin (kuvio 11). Prosessiin kuuluu usein myös yksi tai useampi seulontavaihe erikokoisten

lajikkeiden erottelun. Murskauslaitosten omista seuloista voidaan eritellä erilaatuisia murskeita, joko suoraan käytettäväksi tai uudelleen murskattavaksi kiertokuljettimien avulla. Lisäksi voidaan käyttää erillisiä seulalaitoksia.



Kuvio 11. Murskauslaitos. (Metso Oyj)

4 Kokoonpanon perusteet

”Kokoonpano on tuotekohtaisesti valmistettujen osien, standardikomponenttien ja tarvikkeiden liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi tai sen osaksi” (Tekes 2001, 6). Tuotteissa on myös usein osakokonaisuuksia joita valmistetaan osakokoonpanossa, josta ne toimitetaan loppukokoonpanoon. Nykyinen trendi on, että osa tuotekokonaisuudesta valmistetaan itsellä ja osa alihankintana. Alihankintana suoritettavat osat ja kappaleet ovat usein yhdestä ja samasta materiaalista. Komponentit ovat standardiosia, toimintoja tai osakokonaisuuksia, joita ei enää erikseen jalosteta millään muotoa, kuten esimerkiksi pultit ja mutterit. (Tekes 2001, 6)

Kooltaan suurempien kokonaisuuksien tyypillinen tilanne on se, että laite kootaan tehtaalla, jolloin puhutaan kokoonpanosta, tai laite kootaan asiakkaalla, jolloin puhutaan asennuksesta. Esimerkiksi suuremmat Lokotrakit kootaan ja testataan tehtaalla, minkä jälkeen ne puretaan muutamaan

suurempaan osakokonaisuuteen kuljetusta varten. Sijoituskohteessaan kone kootaan jälleen kasaan ollen näin valmis asiakkaalle. Tätä tehtaalla tapahtuvaa kokoonpanoa kutsutaan esikokoonpanoksi.

Kokoonpanoon liittyy olennaisesti joukko muitakin toimintoja, kuten sähkö- ja hydraulitöitä, pintakäsittelyä, logiikkojen ohjelmointia sekä koeajoja ja pakkausta. Näin ollen nämä vaiheet tarvitsevat dokumentteja, öljyä, maalia, ohjelmistoja sekä pakkausmateriaaleja. Lisäksi kokoonpanotyöhön sisältyy kappaleiden siirtämistä, varastointia, tarkastusta ja sovittamista. Edellä mainituista seikoista johtuu, että vain osa kokoonpanotyöstä on tuotetta jalostavaa eli jalostusarvoa nostavaa. Koska näitä vaiheita ei voida kokonaan poistaa, keskitytään vain siihen, että turhat vaiheet ja siirtelyt jäävät pois (Tekes 2001, 6-7). Nämä kaikki vaiheet löytyvät myös Lokotrackin valmistusvaiheista, ja kuten huomataan, paikkakoonnasta siirtyminen linjakoontaan ei ole yksinkertainen tehtävä, vaan siinä pitää huomioida useita erilaisia seikkoja.

Yksittäisen tuotteen kokoonpanotyön osuus kokonaistyöajasta vaihtelee yleisesti 20 ja 40 prosentin välillä. Tekesin tekemien tutkimusten pohjalta keskiraskaan ja raskaan metalliteollisuuden loppukokoonpano ei ole niin tehokasta kuin se voisi olla. Toisin sanoen loppukokoonpano on aivan liian hidasta siihen nähden, mitä se voisi parhaimmillaan olla (Tekes 2001, 7). Tutkimus ja lopputulos on tärkeä, koska kokoonpanovaiheessa tuotteeseen sitoutuu paljon pääomaa.

”Kokoonpanoa tarkemmin analysoitaessa ajankäytön jakauma osoittaa, että yleensä suunnitellusta työajasta kuluu häiriöihin neljännes samoin kuin taukoihin ja odotuksiin” (Tekes 2001, 7).

Syvämmälle analysoitaessa Tekesin tutkijat tekivät huomion, että kokoonpanoajasta varsinaista työtä on noin puolet, josta varsinaista jalostavaa työtä on noin 20-25 prosenttia. Tämän asian huomasin myös itse kesällä 2008, jolloin työskentelin Metsolla asentajana paikkakokoonpanossa. Useimmat häiriöt ja odottelut johtuivat materiaalivirheistä ja materiaalitoimitusten viivästymisestä. Pahimmillaan joitakin osia joutui odottamaan useita päiviä, joiden aikana ei muuta työtä voinut juurikaan viedä eteenpäin.

Edellämainitut syyt ovat juuri niitä tekijöitä, joiden takia LT116 siirretään linjakokoonpanoon. Näin tuotteen läpäisyaikaa saadaan oleellisesti pienennettyä ja jalostavaa aikaa lisättyä. Lokotrack -tyyppisten tuotteiden valmistusta ei voida juurikaan automatisoida nykyisillä tekniikoilla, koska kappaleet ovat suurikokoisia ja painavia sekä laitteistojen joustavuus tuotemuutoksiin nähden on aivan riittämätön. Tästä johtuen laiteinvestoinnit ovat kohtuuttomia hyötyyn nähden. Sen vuoksi manuaalisen kokoonpanotyön jatkuva kehittäminen on tärkeää ja elinehto Metson kilpailukyvyyn

ylläpitämiseksi. Pienempien osakokonaisuuksien ja osavalmistuksen automatisointi sen sijaan on mahdollista, ja tulevaisuudessa Metson ja sen alihankkijoiden on syytä keskittyä yhdessä suunnittelemaan ja kehittämään tehokkaampia tapoja niiden valmistamiseksi. Lisäksi tehokkuutta voidaan lisätä mittaamalla strategisia liitospintoja ja luoda niille sopivat toleranssit käyttämällä avuksi CAD 3D -suunnitteluohjelmia. Näin materiaalivirheitä saadaan pienennettyä ja läpäisyäikää lyhennettyä. Metson Lokotrackien tuotannossa onkin tätä kirjoittaessa suunnitteilla kartoittaa kriittiset osat, joista vaaditaan mittauspöytäkirja tuotteen laadun ja kokoonpantavuuden varmistamiseksi. Esimerkkejä näistä ovat Lokotrackin runko sekä moottoripedin ja murskan kiinnityskohtien väliset pinnat.

4.1 Kokoonpantavuus

Sujuvan kokoonpanon perusedellytyksiä ovat osien sopivuus ja saatavuus. Lisäksi tarvitaan osaavia työntekijöitä oikeine työvälineineen. Kokoonpanon perusteet lähtevät pitkälti tuotesuunnittelusta ja osavalmistuksesta. Suunnittelua ohjaa lähes kokonaan tuotannolliset asiat, mutta valmistusta ohjaa myös tuottavuus. (Lapinleimu 2000, 175)

Seuraavaksi on listattu kokoonpantavuuden perusteita. Kohdat on lainattu Ilkka Lapinleimun Ideaalitehdas -kirjasta.

Kokoonpantavuus voidaan palauttaa:

- tuoterakenteeseen (moduulien oltava selkeästi kokoonpantavia yksiköitä)
- rakenneperiaatteiden standardoimiseen
- kokoonpanon huomioimiseen moduulien suunnittelussa
- loppukokoonpanon huomioimiseen moduulien liitospintojen suunnittelussa

Kokoonpanon työmäärä vähenee tai nopeutuu, jos:

- tuotteen osien lukumäärä on pieni
- osat ovat osakokoonpanoihin ladottavissa yhdestä suunnasta, mielellään ylhäältä alaspäin
- osissa on ohjaukset
- osat ovat tarkkoja, sillä pienihajontaisuus poistaa häiriöitä menetelmästä

Kokoonpanoa hankaloittavia asioita ovat:

- Ierput kappaleet (ohutseinämäiset isot muoviosat, tiivisteet)
- useat yhtäaikaan asennettavat ohjaukset

4.2 Lämpäisy aika

Lämpäisy aika on yksi nykyaikaisen tuotannon tärkeimpiä tehokkuuden mittareita. Lyhyt lämpäisy aika tarkoittaa yhtäältä aikaa, joka kuluu tietyn toimintakokonaisuuden alkamisesta sen valmiiksi tulemiseen, toisaalta tuotannon toimimista joustavasti ja tehokkaasti. Vanha totuus onkin, että lämpäisy aikaa ei kerta kaikkiaan saa lyhyeksi toimimalla huonosti. Lämpäisy aika voidaan määrittellä esimerkiksi tilaus-, valmistus- tai kokoonpanoprosessille.

Lyhyen lämpäisy ajan antamat mahdollisuudet ovat lyhyet toimitusajat ja tuotannonohjauksen pelivarat, jolloin ajoitusten tekeminen helpottuu ja ohjattavuus säilyy hyvänä. Esimerkiksi asiakaskeskeisessä tuotannossa lämpäisy ajan on oltava lyhyempi kuin markkinatoimitusaika. Samoin lämpäisy ajan lyhentyessä keskeneräisen työn määrä vähenee, jolloin sitoutuneen pääoman määrä vähenee. (Lapinleimu 2000, 67)

Teoreettisessa ihannetilanteessa valmistuksen lyhyt lämpäisy aika tarkoittaa sitä, että valmistettavat erät ovat pieniä, vaihkeketjut lyhyitä ja osavalmistus on yksivaiheista. (Lapinleimu 2000, 67)

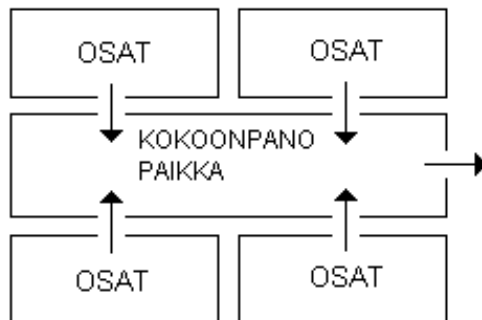
5 Linjakokoonpanon ja paikkakokoonpanon erot

Paikkakokoonpanossa, jossa kone rakennetaan alusta loppuun samalla paikalla, on kokoonpano erittäin joustavaa mahdollistaen konekohtaisen räätälöinnin melko helposti. ”Kapasiteettia paikkakokoonpanoon saadaan rinnakkaisilla paikoilla, mikä samalla antaa joustavuutta eri tuotteiden yhtäaikaan kokoonpanomahdollisuuden ja henkilöstön määrän vaihtelun muodossa” (Lapinleimu 2000, 129). Materiaaliohjaus on etäältä vaikeaa, sillä vaihteita ei pysty määrittelemään yhtä tarkasti kuin linjakokoonpanossa. Tästä syystä asentajat antavat materiaalityöväet suoraan materiaalihoitajille tai työnjohtajille. Osapuuotteet eivät haittaa paikkakokoonpanoa, sillä tietyn

osan puuttuessa voidaan konetta rakentaa jostain muusta kohdasta ja näin optimoida läpäisyaikaa ”lennosta”. Alla on listattu paikkakoonpanon hyötyjä ja haittoja:

- + Helppo räätälöinti eli hyvä tuotevariointikyky
- + Kokoonpanopaikkojen muokattavuus
- + Suuri viansietokyky
- + Reagointi volyymivaihteluihin
- Materiaalivirtojen hallinta
- Tuotannosuunnittelu ja johtaminen hankalaa
- Työn tuottavuus huono
- Investoinnit erikoistyykaluihin
- Ei pakota menetelmäkehitykseen

Alla on paikkakokoonpanon käsitteellinen layout (kuvio 12). Mobilelaitetehtaan kaikki neljä kokoonpanoasemaa toimivat juuri tällä periaatteella. Siinä kokoonpanopaikan vieressä tai muualla varastossa olevat osat haetaan kokoonpanopaikalle. Osat voivat olla valmiita kiinnitettäviä moduuleja, tai ne täytyy ensin koota ja testata toimivaksi osaksi, ennen asentamista Lokotrackiin.

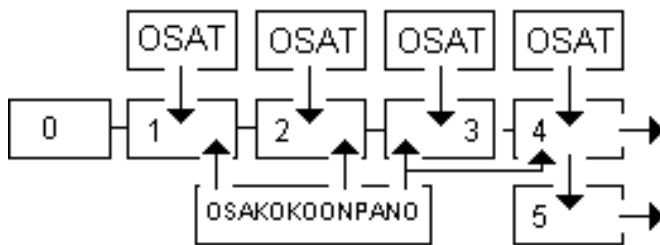


Kuvio 12. Paikkakokoonpanon käsitteellinen layout.

Linjakokoonpanossa erilaiset työvaiheet on tarkasti määritelty, ja materiaalit tilataan valmiiksi oikeille asemille yksilökohtaisesti. Asemilla jokaiselle osalle on tietty paikkansa lähellä konetta 5S periaatteen mukaisesti. Materiaalin puutokset aiheuttavat helposti linjan pysähtymisen, koska konetta ei voida siirtää seuraavalle asemalle. Näin ollen yhden koneen osapuute aiheuttaa helposti viivästymistä myös muihin perässä tuleville koneille sekä johtaa seuraavien prosessivaiheiden tehoon kuormittamiseen. Seuraavaksi on listattu linjakokoonpanon hyötyjä ja haittoja:

- + Helppo valvominen ja johtaminen
- + Materiaalivirtojen helppo hallinta
- + Selkeät materiaalikäsittelyvaiheet
- + Pienet erikoistyökaluinvestoinnit
- + Korkea tuottavuus
- + Jatkuvaan menetelmäsuunnittelun tarve
- Reagointi volyymivaihteluihin vaikeaa
- Huono viansietokyky
- Pieni tuotevariaatioiden määrä

Alla on Mobilelaitetehtaan Speedlinen käsitteellinen layout (kuvio 13). Asema 0 on rungon ja kuljettimen laskuasema ja 1-5 ovat kokoonpanoasemia, joihin tulee osia osakokoonpanosta ja linjan vieressä olevista materiaalihyllyistä. Valmis tuote valmistuu asemalta 4 tai mikäli siihen lisätään suurempia optioita, se valmistuu asemalta 5. Asemia 5 voi olla tarvittaessa useampia linjan T -mallin mukaisesti.



Kuvio 13. Speedlinen käsitteellinen layout.

Kun näitä kahta tuotantomallia verrataan, huomataan molemmissa olevan sekä hyviä että huonoja puolia. Tehokkuutta, nopeaa läpäisykykyä ja kapasiteetin maksimaalista käyttöä haettaessa on linjakokoonpano ehdoton vaihtoehto. Linjaan on myös syytä siirtyä, kun tarvittavat osat eivät mahdu riittävälle ottoetäisyydelle, tarvitaan monia peräkkäisiä työvälineitä tai tarvitaan kokoonpanokoneita (Lapinleimu 2000, 129). Jos tuotteille halutaan helppo varioitavuus tai materiaalien toimituksissa ja alihankkijoiden hallitsemisessa on ongelmia tai tilaa on vähän, on paikkakokoonpano parempi vaihtoehto. Se on myös usein edullisin tapa. Myös henkilöstöressurit ja tuotteen suunniteltu volyymi vaikuttavat valintoihin.

Valitessa sopivaa tuotantotapaa on syytä huomioida, että rajapintojen määrä pitää minimoida ja peräkkäisten toimintojen lukumäärää on supistettava minimiin. Tässäkin pätee vanha sääntö, että yksinkertainen on usein paras. (Lapinleimu 2000, 129)

6 Materiaaliohjaus

Materiaaliohjaus perustuu nykyaikana siihen, että materiaalit tulevat oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Tämä JIT-periaatteeseen perustuva toiminta tarkoittaa Mobilelaitetehtaalla käytännössä sitä, että materiaalihuoltajat tuovat tarvittavia osia koontajärjestyksen mukaan oikealle asemalle tarvittavana hetkenä. Erityisen tärkeää on se, että materiaali on laadultaan hyvää, jotta kokoonpanon toiminta ei häiriinny. Linjakokoonpanon ehdoton edellytys on materiaalivirran tarkka hallinta ja osien täsmällinen saatavuus. Tärkeää on myös pitää keskeneräinen tuotanto (KET) mahdollisimman pienenä kustannusten minimoimiseksi.

Suuremmat komponentit tilataan suoraan toimittajalta tai tehtaan keskusvarastolta. Kotiinkutsu-impulssin antaa usein työnjohtaja, kuten esimerkiksi rungon tilaamisen oikeaan aikaan keskusvarastosta kokoonpanoasemalle. Myös tuotannonohjausjärjestelmästä tulee impulssit materiaalin hankkimiseen ja valmistamiseen. Ostajat ja varastohenkilöt käsittelevät impulssit ja suorittavat ostotilauksen tai kotiinkutsun. Varastohenkilöt kirjaavat tavarat saapuneeksi, jolloin osat ovat otettavissa valmistettavalle koneelle.

Muita keskisuuria osia varastoidaan puskurissa tehtaan alueella, josta materiaalihuoltajat hakevat ne kokoonpanoasemille. Tällaisia osia ovat esimerkiksi pölysuojat, hoitotasot, polttoainetankit sekä kuljettimet. Impulssin osan tuomisesta kokoonpanopaikalle antaa asentaja tai työnjohtaja. Näin koontapaikalla ei ole ylimääräisiä osia viemässä tilaa, sillä suurien ja painavien osien nostaminen ja käsittely vaatii tilaa turvallisuuden varmistamiseksi.

Pieniä osia, kuten hydraulikkaliittimiä ja -letkuja, ruuveja, pieniä metallikiinnikkeitä sekä sähköosia varastoidaan kokoonpanohallissa. Tavoitteena on, että osat ovat kokoonpanoasemien kohdalla, juuri sillä asemalla, jossa niitä tarvitaan. Hyllyynkannosta vastaavat materiaalihuoltajat ja materiaalityöntekijät hyllyynkantopalvelu. Osien täydentäminen tapahtuu tilauspisteillä tuotannonohjausjärjestelmän kautta ja Kanban-periaatteella eli 2-laatikko-ohjauksella.

7 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjausjärjestelmä on eräänlaista yrityksen sisäisen logistiikan hallintaa. Siinä on tarkoituksena yhdistää ja hallita yrityksen sisäisiä toimintoja, kuten ostoa, tuotantoa, markkinointia, myyntiä ja taloutta yhteensovittamalla ne yrityksen tuotannollisiin ja tuloksellisiin tavoitteisiin. Tämä tapahtuu nykyaikan jonkin tietokonepohjaisen ohjelman avulla. Metso Minerals Oy Tampereen tehtaassa tuotannonohjausjärjestelmänä on Progressin valmistama Powered.

Poweredista selviävät esimerkiksi kuormitustilanne, tilauksessa olevat tuotteet, nimikkeet, nimikkeiden tilanne sekä nimikkeiden valmistajat ja niiden ostajat. Tuotannossa ohjelman käyttö näkyy siten, että työnjohtajat poimivat osat aina tietylle koneelle aina tietyn vaiheen eli tahdin aikana, jolloin varastosaldot pysyvät riittävän tarkkana, mahdollistaen tarkan materiaalinohjauksen sekä mahdollisimman pienten varastojen pitämisen. Ostajat reagoivat Poweredin antamiin impulsseihin ja tilaavat tarvittavan määrän tuotteita varaston täydentämiseksi.

8 LT116

LT116 -projekti alkoi syksyllä 2005. Koneesta valmistettiin kaksi protomallia konseptin toimivuuden varmistamiseksi sekä parannuskohteiden ja ongelmien löytämiseksi. LT116:n valmistus alkoi keväällä 2007, jolloin valmistuivat 0-sarjan koneet. Tällöin varmistettiin mahdollisuudet sarjavalmistukseen tarkistamalla kokoonpantavuus ja asennettavuus sekä niihin liittyneet ongelmat. Sarjavalmistus aloitettiin syksyllä 2007 ja ensimmäisiä koneita toimitettiin Viron Karinuun Nordkalkin kalkkilouhoksille. Näin ollen LT116 on hiottu kokoonpantavuudeltaan soveltuvaksi linjakokoonpanoon, jolloin sen läpäisyäikää saadaan pienennettyä. LT116 kuuluu LT50T -tyyppin urakoitsijalaitteisiin. (Ainasvuori 2007, 9)

8.1 Tekniset tiedot

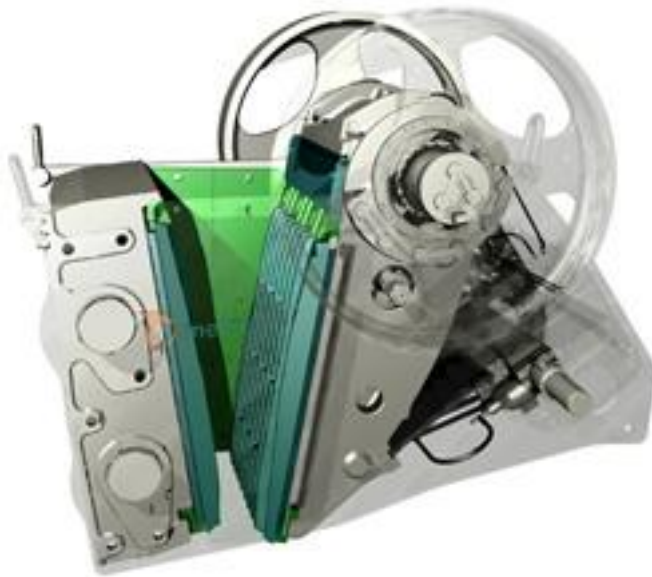
LT116 on liikuteltava tela-alustainen murskainlaitos, jolla on suuri murskauskapasiteetti (kuvio 14). Laitoksen pituus on 15 500 mm, leveys 3 000 mm, korkeus 3 600 mm ja paino 50 000 kg. Moottorina siinä on Tier 3 -standardin vaatimukset täyttävä Cat C-13 -dieselmoottori.

Teho, 310 kW, siirretään hydraulisesti murskalle, hihnakuljettimille, syöttimelle ja teloille. Lisäksi syöttimen laidat ja magneettierotin toimivat hydraulisesti. (metsominerals.com)



Kuvio 14. LT116 -murskainlaitos. (Metso Oyj)

Murskain on C116 -tyypin leukamurskain (kuvio 15). Murskain on suunniteltu murskaamaan kaikenlaista kiviainesta. Murskaimen leukoja ja kulutusosia vaihtamalla sillä voidaan murskata graniittia, erittäin kuluttavia materiaaleja tai kierrätysmateriaaleja. Suurin syötekoko on 640 mm. (metsominerals.com)



Kuvio 15. C116 -leukamurskain. (Metso Oyj)

Koneessa on helppokäyttöinen graafinen käyttöliittymä, joka mahdollistaa automaattisen prosessinohjauksen, sisäänrakennetun vianetsinnän ja diagnostiikan (kuvio 16). Lisäksi kone on kytkettävissä toisiin LT -malleihin yhdyskaapelin avulla, joka takaa tasaisen ja jatkuvan prosessin. (metsominerals.com)



Kuvio 16. Värinäytöllinen graafinen käyttöliittymä. (Metso Oyj)

LT116:een saa myös seulamodulin pääkuljettimen päähän, jolla voidaan seuloa murskausprosessin jälkeen kahta eri kokoa eri kasoihin. Tällöin koneen merkintä on LT116S (kuvio 17). Tämän tehokkaan yksitasoisen seulan pinta-ala on 3,9 m². Lisäksi syöttimen jälkeen voidaan seuloa joukosta pois kiviä ennen murskausprosessia, omaan kasaansa. Syöttösuppilon koko on 6 m³, josta lisälaitojen avulla saadaan 9 m³. (metsominerals.com)



Kuvio 17. LT116S -murskainlaitos seulalla. (Metso Oyj)

8.2 Optiot ja variaatiot

LT116:sta on saatavana runsaasti erilaisia variaatioita. Paikkakoonnassa tilatut optiot koottiin itse, mutta Speedlineen siirtymisen yhteydessä ne lisätään osakokoonpanon kuormitukseen linjakokoonpanomallin mukaisesti. Näin varusteet tulevat linjalle oikealle kohdalle oikeaan aikaan. Seuraavassa on listattu eri moduulien variaatiot ja optiot perusmoduuleittain:

Työskentelyvalot

- Halogeenivalaisimet
- Xenon-valaisimet

Syötinyksikkö

- Yksiosainen tärysyötin (TK11-42-2V)
- Kaksiosainen tärysyötin (TK11-22 + TK11-20-2V)
- Välpät (6 eri vaihtoehtoa) tai kumipohja
- Seulaverkot
- Ohitussuppilo 1-osaiselle tai 2-osaiselle syöttimelle
- Sivukuljetinvalmius, sivukuljetin (H5-5 tai H6,5-5)
- Sivukuljettimen pölysuojaus, sivukuljettimen purkuhuppu
- Syöttösuppilo 6m³, lisälaidoilla 9m³

Murskain

- Standardileuat (suorat tai kaarevat), martensiittiset leuat
- Mekaaninen asetuksensäätö, hydraulinen asetuksensäätövalmius, hydraulinen asetuksensäätö
- Pintavahti
- Poistoaukon suojaus
- Automaattinen voitelulaite
- Suihkuputkisto
- Poimintataso

Pääkuljetin

- Lyhyt pääkuljetin (H12-11R)
- Pitkä pääkuljetin taitolla (H12-14R)
- Pölysuojaus lyhyelle tai pitkälle kuljettimelle, paikka magneettierottimelle, purkuhuppu
- Magneettierotin valmius, magneettierotin
- Hihnavaaka
- Suihkuputkisto
- Kaavari
- Metallintunnistin

Seulayksikkö

- Seulamoduuli (TK13-30S, H8-8 sivukuljettimella)
- Seulaverkot

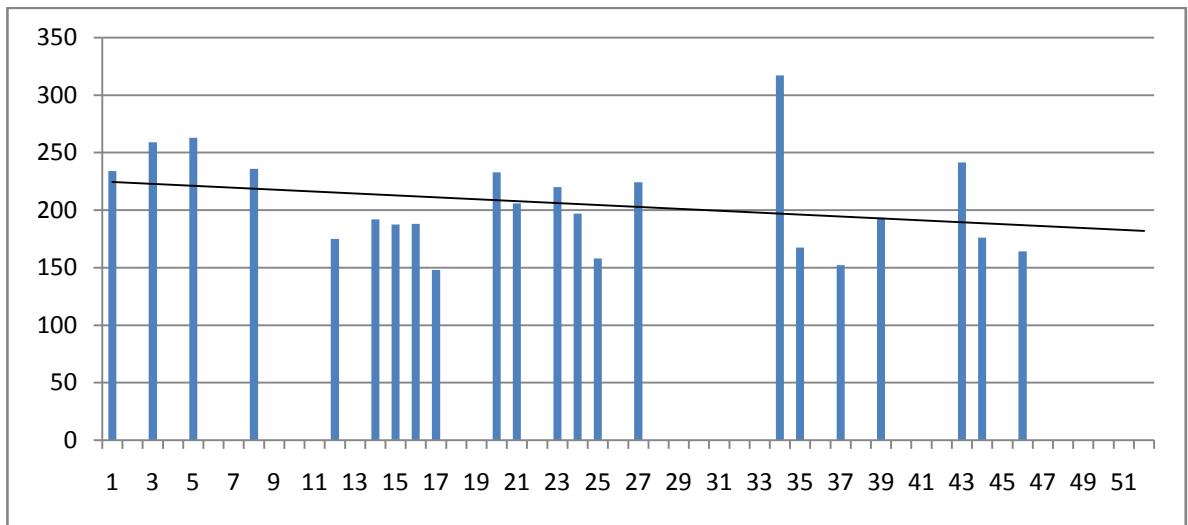
Muut lisävarusteet

- Hydrauliuulosotto, yksi tai kaksi kappaletta
- Vesipumppu, jakoputkisto letkuliittimellä
- Varustelaatikko
- Täyttöpumppu
- Radio-ohjaus
- Iskuvasaravalmius, iskuvasara, iskuvasaran radio-ohjaus
- Generaattori (EU ja USA versiot)
- Välikaapeli (Jälkitrack)
- Varaosasalkku
- Dokumenttien kielet
- Asiakkaan haluamat värit

8.3 Tilanne vuoden 2008 lopussa

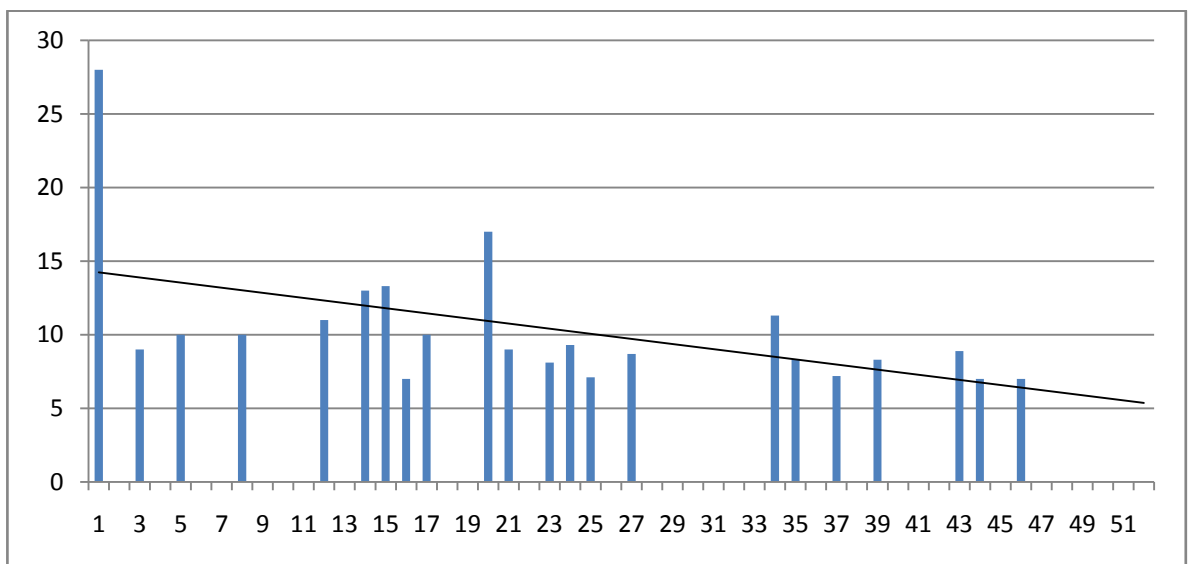
Vuonna 2008 tehtiin yhteensä 24 kappaletta LT116 -mallin koneita. Ne kaikki valmistuivat paikkakoonnassa. Tuotannonohjausjärjestelmässä keskimääräisenä kokoonpanoajana on 220 tuntia. Tulospalkkioon kokoonpanotuntien vaihteluväliksi on määritelty 137-244 tuntia. Keskimääräinen tavoiteläpimenoaika on 10 päivää ja tulospalkkiossa vaihteluvälinä on 5,9-16,3 päivää. Linjakoontaan siirtymisen yhteydessä kokoonpano- ja läpimenoajat tarkastetaan tulosryhmän kanssa.

Kuviossa 18 on esitetty kokoonpanotunnit vuodelta 2008. Mikäli koneita on viikon aikana valmistunut enemmän kuin yksi, on niiden kokoonpanotunneista laskettu keskiarvo. Y-akselin arvot ovat tunneissa ja x-akselilla viikot järjestyksessä.



Kuvio 18. Kokoonpanotunnit vuonna 2008.

Kuviossa 19 on esitetty läpimenoajat vuodelta 2008. Mikäli koneita on viikon aikana valmistunut enemmän kuin yksi, on niiden läpimenoajoista laskettu keskiarvo. Y-akselilla on läpimenoon kuluneet päivät ja x-akselilla viikot järjestyksessä.



Kuvio 19. Läpimenoajat vuonna 2008.

Viikoilla 20, 23, 27, 34 ja 43 olevat piikit ovat häiriötunneista johtuvia. Häiriötunteja ovat esimerkiksi toimittajien aiheuttamat materiaalivirheet tai toimitusten myöhästyminen, suunnittelun tekemät virheet tai muut kokoonpanon estävät häiriöt. Koneen tunti- ja

läpimenokehitys on ollut positiivista ja lupaa hyvää myös linjakokoonpanoon siirtymisen toimivuuteen ja läpäisyajan lyhentymiseen.

9 Dokumentit

Linjaan siirron yhteydessä tulee käydä kaikki dokumentit läpi. Osa dokumenteista muuttuu Speedlinen tarpeita varten ja osa saattaa olla muuten huomaamatta revisioituneita. Uusia dokumentteja ja vanhojen muokkauksia jouduttiin tekemään paljon. Seuraavaksi on esitetty kaikki kokoonpanoon liittyvät ja tarvittavat dokumentit.

9.1 Kokoonpano-ohjeet

Paikkakokoonpanossa on koneelle ollut vain yksi kokoonpanokansio, jossa on kaikki kokoonpano-ohjeet koontajärjestyksessään. Linjaan siirron yhteydessä tehtiin uudet kansiot jokaiselle asemalle työvaiheiden mukaan. Kansioista löytyvät vain siinä asemalla tarvittavat ohjeet ja kuvat, jolloin ohjeiden käyttö käy nopeasti ja vaivattomasti. Kokoonpanokansioita päivitetään tarvittaessa tuotemuutosprosessin yhteydessä.

9.2 Konekortti

Konekorttiin merkitään tärkeiden osien sarjanumeroita takuukäsittelyä varten. Tällaisia osia ovat esimerkiksi murskain, kuljettimet ja generaattori. LT116:n linjaan siirron yhteydessä konekortti uudistettiin selvyden vuoksi ja siihen lisättiin ei toimiteta -kohta (liite 1). Lisäksi osat jäseneltiin täyttämisen helpottamiseksi ja loppuun liitettiin työnjohtajan ja asentajan kuittaus paikkansapitävyyden varmistamiseksi.

9.3 Koekäyttöpöytäkirja

Koekäyttöpöytäkirjassa toiminnallisten testien kohtaan merkitään linjalla suoritettavat testit ennen koeajoon siirtymistä. Tässä yhteydessä tarkistetaan esimerkiksi hydraulipiirin vuodottomuus ja osien ja sähköjen oikeanlainen toimivuus. Loput koekäyttöpöytäkirjasta täydennetään koekäytössä.

9.4 Kokoonpanopöytäkirja

Speedline -valmistusta varten tehtiin kokoonpanopöytäkirja, koska nykyään paikkakokoonpanossakin käytettävää dokumenttiä ei ollut vielä LT116:lle tehty. Pöytäkirja on jaoteltu jokaisen aseman kohdalla tapahtuville asennuksille. Pöytäkirjaan kuitataan jokaisen työvaiheen suorittaminen, niin sähköinen kuin mekaaninenkin työ. Konekortti lisättiin tämän pöytäkirjan perään, jotta dokumenttien tulostaminen helpottuisi.

9.5 Optiolista

Optiolista sisältää listan tilauskohtaisesti linjalle toimitettavista osista (liite 2). Työnjohtaja täyttää listaa toimitusohjeen perusteella. Jokaisen osan kohdalla on sarake, johon merkitään rasti, mikäli mikäli asiakas on valinnut osan kuuluvaksi toimitukseen. Tällaisia optioita ovat esimerkiksi pääkuljettimen ja syöttimen varaatiot sekä iskuvasara. Tämä helpottaa materiaalitoimittajien työtä ja antaa asentajille tiedon, mitä osia koneeseen tulee asentaa.

9.6 Hydraulikaavio

Hydraulikaavio on sama kaikkien LT50T -koneiden kanssa. Tämä kaavio on A3 -kokoisena linjan kansioissa mahdollista vianetsintää varten. Hydraulikaavioon ei tullut muutoksia linjaan siirron yhteydessä.

9.7 Sähkökaavio

Sähkökaavio on myös sama LT50T -koneiden kanssa. Tähän oli tullut kuitenkin muutoksia, ja uudet kaaviot tulostettiin linjalle mahdollista vianetsintää varten. Sähkökaaviot löytyvät sähköasentajien

kokoonpanokansioista, mutta asentajilla on myös lisäksi omat kaaviot, joihin he ovat tehneet merkintöjä omiin tarpeisiinsa.

10 Ohjelmat

Tietojärjestelmien osalta paikkakoonnasta linjakoontaan siirtyminen aiheuttaa tiettyjä toimenpiteitä. Näistä asioista keskusteltiin tuotannosuunnittelijan kanssa, koska muutokset joita tietojärjestelmiin tehtiin, koskevat juuri tuotannonohjausta tai ovat heidän vastuualueellaan.

10.1 PDM -tuotetietokanta

Metso käyttää kansainvälisenä PDM järjestelmänään Atonia, lisäksi se on osalla alihankkijoista käytössä. Aton sisältää kaikki tuotteisiin liittyvät dokumentit, ohjeet, kuvat ja osaluettelot. Lisäksi Atoniin on tulossa työkalu tuotemuutosten hallintaan ja läpivientiin. Atonissa on niin sanottu Max-rakenne, josta löytyvät kaikki kyseisen mallin optiot ja variaatiot sekä koneen sarjanumerolla oleva tietyn tilatun yksilön rakenne, joka vastaa toimitusohjeen sisältämiä rakenteita.

Jokainen kone, joka valmistetaan Speedlinella, filtteröidään jokaisen kokoonpanoaseman mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että Atonista on mahdollista tarkastella, mitkä kaikki vaiheet kuuluvat tietylle kokoonpanoasemalle. Tämä helpottaa esimerkiksi kokoonpanokuvien uusimista asemille. Tällä hetkellä kaikki LT116:n komponentit ja moduulit ovat LT50T -ryhmän alla, mutta tulevaisuudessa LT116 olisi hyvä siirtää omaan kategoriaan, jolloin tuoterakenteen tarkastelu helpottuu.

10.2 ERP -tuotannonohjausjärjestelmä

Metso Minerals Oy Tampereen tehtaan tuotannonohjausjärjestelmänä toimii Powered, jossa jokaisella tuotantoyksiköllä on oma kantansa, esimerkiksi murskaintehtaalla (CRU Pow) ja mobilelaitetehtaalla (MOB Pow). Powered sisältää erilaisia toimintoja, joita ovat esimerkiksi:

- Nimikkeen tiedot (ostaja, toimittaja, varastopaikka)
- Nimikkeen tilanne (varastosaldo, tilaukset ja toimitukset)

- Ostotilaus ja ostotilauslista
- Varastotilanneraportti
- Kuormitusryhmät
- Työvaiheet
- Yksilörakenteet
- Kuormitusgraafi ja hienokuormitus

Yllä mainittuja toimintoja käytetään aktiivisesti tuotannossa. Esimerkiksi työnjohtaja poimii kaikki eriteltyt osat koneelle, jolloin varastosaldo päivittyy ja antaa tarvittaessa tilauspyynnön ostajalle materiaalitäydennystä varten. Lisäksi työnjohtajat voivat seurata Poweredista, milloin toimittaja on luvannut toimittaa nimikkeitä tehtaalle. Ohjelman avulla voidaan myös seurata koneiden myyntiä, toteutuneita kauppoja ja ennusteita, jolloin tuotantossa voidaan varautua kuormitusmuutoksiin etukäteen.

LT116:n siirtyessä tuotantoon sen kuormitusryhmä muutettiin paikkakokoonpanosta (A-Paikkakp) Speedlinen (A-Vakiokp) kuormitusryhmään. Koska läpimenoaika linjalla on lyhyempi kuin paikkakoonnassa, muutettiin vaihemallin läpimenoaika vastaamaan uutta tuotantomuotoa. Myös murskaimen varusteluvaiheet siirrettiin murskaintehtaan Powerediin ja siellä varusteluvaiheeseen (CRU_VARUSTEL).

Materiaalien ohjaustapoja ei tässä yhteydessä tarvinnut muuttaa, koska LT116 kuuluu LT50T -ryhmään, jota valmistetaan jo linjakokoonpanossa ja näin ollen LT50T -koneiden nimikkeiden ohjaustavat ovat jo kunnossa.

11 Osakokoonpano

Osakokoonpanossa valmistetaan erilaisia valmiita moduuleja, jotka toimitetaan Speedlinelle asennettavaksi. Kaikki muut varustelut tapahtuvat Speedlinen vieressä E-hallissa, paitsi moottori ja hydraulilaatikko. Kuormitukset on eritelty moottorin (moottorisolu), hydraulilaatikon (hydraulisolu), syöttimen (syötinsolu) ja murskan (murskan varustelusolu) osalta omiksi kuormitusvaiheikseen. Muut kuuluvat Lokotrackin kokoonpanon kuormitukseen. Mitään erikoistyökaluja ei tarvinnut hankkia osakokoonpanopaikkoihin. Tulevaisuudessa on syytä tutkia, onko osakokoonpanossa joitain

tuotteita joita voisi siirtää alihankintaan, kuten vesipumput, polttoainepumput ja valomastot. Tämä saattaisi olla kustannustehokasta ja se poistaisi osaltaan hajontaa sekä linjakokoonpanosta että paikkakokoonpanosta.

11.1 Magneettierotin

Magneettierotin on samanlainen kuin muissakin LT50T -koneissa, ainostaan kannatinrauta on erilainen pääkuljettimen mukaan. Tämä ei siis aiheuttanut toimia tuotantotapamuutoksen yhteydessä, vaan koontapaikka oli jo valmiina toiminnassa.

Magneetti erotin valmistellaan pyöräalustaisen lautan päällä, jolla se siirretään linjalle (kuvio 20). Varustelussa varsinainen hihnakäyttöinen magneetti asetetaan säädettävillä ketjuilla kannattimeen. Tämä kokonaisuus asennetaan linjalla kannatimesta runkoon. Pääosina ovat magneetti, kannatinrauta ja ketjut.



Kuvio 20. Magneettierotin siirtoalustallaan.

11.2 Polttoainepumppu, vesipumppu, jakoputkisto ja käyttölaite

Polttoainepumppu, vesipumppu, jakoputkisto ja käyttölaite ovat yhteisiä LT50T -koneiden kanssa, joten osat ja kokoonpanopaikka olivat valmiiksi toiminnassa. Vesipumppuja on vielä tällä hetkellä kahdenlaisia, mutta lähitulevaisuudessa tullaan siirtymään yhteen ainoaan eli korkeapainepumppuun, jota käytetään myös LT116:ssa.

Sähkökäyttöinen polttoainepumppu eli täyttöpumppu kootaan kannatinrautaan. Kuormitusta voidaan tasata valmistamalla pumppuja varastoon, jolloin myös paikkakokoonpano voi käyttää valmiiksi koottuja osia läpäisyajan lyhentämiseksi. Pumpun pääosina ovat pumppu, suodatin, imuletku ja liittimet.

Hydraulisesti toimiva vesipumppu kootaan kannatinrautaan lukuisista erilaisista osista. Myös näitä pumppuja voidaan tehdä varastoon kuormituksen tasaamiseksi, jolloin paikkakokoonpanokin voi käyttää valmiita pumppuja, eikä koontaa tarvitse tehdä konekohtaisesti. Pääosina ovat korkeapainepumppu, kannatinrauta ja liittimet. Ilman pumppua toimitettavissa koneissa on jakoputkisto, joka kootaan kannatinrautaan koostuen jakotukista, hanoista ja kannatinlevystä.

Nämä osat varastoidaan osakokoonpanopaikassaan, josta asentajat noutavat ne tarvittaessa (kuvio 21). Osien kokoonpanon ohjaamisessa toimii pääosin visuaalinen ohjaus.



Kuvio 21. Osakokoonpanon varastohylly.

Käyttölaitteen osakokoonpano kuuluu LT1213- ja LT1213S -mallin koneisiin. Hydraulitoiminen käyttölaitte pyörittää murskaa kiilahihnojen välityksellä. Hydraulimoottori kiinnitetään telineeseen ja siihen asennetaan kiilahihnat valmiiksi loppukokoonpanoa varten. Speedlinella se kiinnitetään Lokotrackiin niveltapilla ja kierreruuvilla, jolla saadaan kiristettyä hihnat sopivalle kireydelle.

11.3 Murskain

Murskain varustellaan kokonaan osakokoonpanossa, ainoastaan murskaimen päälle asennettava suojakumi asennetaan pakkaamossa, koska se hankaloittaa koeajossa suoritettavaa murskaimen nopeusanturin säätöä. Maassa, murskaimen ollessa tukien varassa, siihen asennetaan vesisuihkutuksen kannatinrauta, joka toimii samalla vauhtipyörän ja hihnojen suojakaappien tukirautana. Lisäksi asennetaan rasvauslaitteen letkut ja jakotukki sekä mahdollisesti tilatun iskuvasaran jalusta. Seuraavassa vaiheessa taittolevy eli hihnansuojalevy asennetaan vartavasten tehdyn tukirakenteen päällä (kuvio 22).



Kuvio 22. C116 –murskain tukirakenteen päällä.

Tässä kohtaa oli tiedossa, että murskaimen nostaminen vaatii tarkkuutta, koska vesisuihkun kannatinrauta törmää nostoketjuihin. Asentajat säätivät ketjujen pituudet siten, että ketjut menevät kannatinraudan ja murskan rungon välistä nostokulman pysyessä työturvallisessa noin 45 asteen kulmassa. Tämä kulma on kriittinen ja se ei saa ylittyä, koska murskain painaa noin 21 000 kg ja nostoketjujen nostokyky heikkenee oleellisesti nostokulman suuretessa. Valmistaja kävi myös hyväksymässä tukirakenteelle uuden kantokyvyn. Tämän jälkeen murskain siirretään ilmatyynylautalle A-pukkien päälle kitasuppilon asennusta varten (kuvio 23). Siitä murskain siirtyy ilmatyynylautalla linjalle, jossa se nostetaan Lokotrackin rungon päälle.



Kuvio 23. Murskain ilmatyynylautalla siirtymässä linjalle.

Murskaimen varustelu oli yksi projektin ennalta arvattavista haasteista. Tiedossa oli, että C116 - tyyppin murskain on urakointilaitteista kaikkein painavin ja sen käsittely on hankalaa suurten dimensioiden takia. Ongelmaksi muodostui kolme kohtaa.

E-hallin katto on matala, ja nostettaessa murskainta taittolevyn asennusta varten pukkien päälle, pukin ja murskaimen väliin jää vain muutama sentti välystä. Nostoketjuja ei voi lyhentää enempää nostokulman suurentuessa liikaa. Murskaimen kuitenkin pystyy turvallisesti nostamaan tukirakenteen päälle, koska tukirakenteen mittava muutostyö olisi aiheuttanut kustannuksia ja haitannut linjan toimintaa.

Toiseksi pukkien raideväli on suhteellisen pieni. Se tarkoittaa, että murskaimen kylkien ja pukin väliin jää vain pari senttiä välystä. Tästä syystä murskaimen kyljissä olevat sivukumien kannakkeet täytyy poistaa ennen pukille nostamista.

Kolmanneksi jouduttiin investoimaan uusi A-pukki ilmatyynylauttaa varten. Aikaisemmin käytössä olleet olivat liian matalia, jolloin taittolevy olisi jäänyt kantamaan lautan päällä. Uudella pukilla saavutettiin lisäksi parempi murskaimen asento ja turvallisempi murskaimen siirto linjalle.

11.4 Syötinyksikkö

Syötin kootaan syötinsolussa. Syöttimen kohdalla mitään erikoistoimia ei tarvittu, koska samoja syöttimiä käytetään jo muissa Speedlinellä kasattavissa koneissa. Tarkoituksena on, että paikkakoonnassakin valmistettavien koneiden syöttimet kootaan tässä, jolloin paikkakoonnan läpäisyäikää saadaan pienennettyä ja kuormitusta tasattua.

Mikäli tärysyöttimeen tulee välpät, ne asennetaan varta vasten tärysyöttimelle tehdyssä varustelupedissä (kuvio 24). Samassa varustelupedissä asennetaan myös kulutuslevyt kiinni syöttimen etuosaan. Varustelupeti mahdollistaa turvallisen varustelun ja se on kehitetty asentajien toimesta.



Kuvio 24. Tärysyötin varustelupedissä.

Syöttimen rungolle on myös oma varustelutelineensä (kuvio 25). Runko nostetaan telineeseen, jonka jälkeen sen päälle asetetaan tärysyötin jousien varaan. Tämän jälkeen runkoon tehdään hydrauliletkutukset. Joidenkin runkojen mukana tulee syöttimen laidat valmiina osana rakennetta, jolloin varustelusta lähtee ainoastaan tärysyötin. Syötinyksikkö kuljetetaan linjalle ilmatyynylautalla.



Kuvio 25. Syöttimen runko varustelutelineessä.

11.5 Generaattorimoduuli

Generaattorimoduuliin ei tarvinnut tehdä mitään muutoksia, koska muut LT50T -koneet käyttävät samoja generaattoreita ja -laatikoita. Tästä syystä osat olivat jo valmiiksi oikeilla paikoillaan. Generaattori asennetaan generaattorilaatikkoon, minkä jälkeen se asennetaan linjalla hydraulilaatikon kylkeen. Generaattoreita on kahden tyyppisiä, eurooppalainen ja yhdysvaltalainen malli. Generaattoriin asennetaan valmiiksi hydrauliletkut, jotka liitetään Lokotrackissa hydrauliuulosottoon. Pääosat ovat laatikko, generaattori ja hydrauliletkut. Generaattori säädetään oikeisiin arvoihinsa koeajossa.

11.6 Moottorimoduuli

Moottorimoduulin varustelu tapahtuu moottorisolussa. Siellä Catepillarin toimittama moottori asennetaan moottorikopan sisään. Lisäksi siihen kytketään mm. hydraulipumppu, jäähdytin ja akusto. Moottorikopan kyljessä on myös hydraulisäiliö. Tämän lisäksi moottorin hoitotason kyljet asennetaan tässä. Kokoonpanon jälkeen moottori menee koekäyttöön. Koekäytöstä moottori toimitetaan Speedlinelle, jossa se nostetaan tukien päälle öljyjenvaihtusta varten (kuvio 26). Tämän jälkeen se nostetaan nostoliinoilla Lokotrackin päälle asenusta varten.



Kuvio 26. Moottori tukien päällä öljyn valutuksessa.

11.7 Valomasto

Valomaston kohdalla mitään toimia ei tarvittu, koska osat olivat valmiiksi oikeilla paikoillaan ja samaa valomastoa käytetään muissakin LT50T -koneissa. Valomaston kokoonpanossa valopylvääseen asennetaan joko xenon- tai halogeenivalot sekä johtosarja. Näitä pyritään myös tekemään muutama kappale varastoon paikkakokoonnan tarpeita varten. Näitä tehdään kuormituksen tasaamiseksi varastoon myös paikkakokoonpanon tarpeisiin.

12 Kokoonpanovaiheet

Kokoonpanovaiheajojen hajonnan tulisi olla mahdollisimman pientä, jotta linjan tahtiaika toteutuisi. Kokoonpanoasemien vaiheajat ja kokoonpanojärjestykset on määritelty linjan käynnistämisen yhteydessä menetelmäryhmän toimesta sekä vuonna 2002 toteutetun projektin pohjalta, jossa asentajat dokumentoivat koko tuotteen vaiheittain (Petri Kiiskilä 2007, 79). Näiden tietojen pohjalta tehtiin myös LT116:lle asemakohtainen kokoonpanojärjestys, joka dokumentointiin myös jokaisen aseman kokoonpanokansioon (liite 3). Kokoonpanojärjestykseen vaikuttaa myös rungon päälle tulevien moduulien ja komponenttien painojakauma, sillä runko ei saa kaatua.

12.1 Asema 0

Tämä on niin sanottu materiaaliasema, johon tuodaan runko ja pääkuljetin. Runko nostetaan ilmatyynyaluksen päälle hallinostureilla asemalle 1. Mikäli pääkuljettimen päällä on vettä tai lunta, valutetaan ne asemalla olevaan valutusastiaan, jonka materiaalihuoltajat tarvittaessa tyhjentävät. Tämän jälkeen pääkuljetin asetetaan A-pukkien päälle ja varustellaan.

12.2 Asema 1

Tällä asemalla asennetaan muun muassa tela-ajon putket ja letkut, varustelaatikat sekä pää- ja sivukuljetin. Mikäli koneeseen tulee seulamoduuli, myös sen hydrauliputket liittimiä varten asennetaan tässä. Tiedon tästä asentajat saavat toimitusohjeesta ja optio-listasta.

12.3 Asema 2

Asemalle toimitetaan murskain ilmatyynylautalla, josta se nostetaan rungon päälle asennusta varten. Murskaimen asennuksessa pystytään hyödyntämään syötinsolussa käytettävää momenttiväännintä. Tämä siksi, koska LT116:n volyyymi on tällä hetkellä kohtuullisen pieni ei momenttiväännintä kannata investoida erikseen tätä työvaihetta varten. Mikäli LT116:n kysyntä kasvaa, uuden momenttivääntimen hankintaa harkitaan uudelleen. Myös koeajosta toimitettu - tukien päälle valumaan nostettu - moottorimoduuli asennetaan tällä asemalla.

12.4 Asema 3

Tällä asemalla tehtävä suurin yksittäinen asennus on syöttimen asennus. Syötin toimitetaan syötinsolusta ilmatyynylautalla, josta se nostetaan rungon päälle (kuvio 27). Syöttimelle on tehty erilliset pidennetyt jalat, jotka sopivat syöttimen omiin jalkoihin mahdollistaen turvallisen siirtämisen ja siirtämisen lisälaitojen kanssa. Lisäksi koneen keskusyksikköön syötetään tarvittavat parametrit. Ennen parametrit syötettiin järjestelmään käsin, mutta nykyään ne syötetään USB-tikulta, jolloin inhimillisen virheen mahdollisuus pienenee. Lisäksi parametrien käsin syöttäminen vei aikaa noin 30 minuuttia, joten parametrien syöttöaika lyheni merkittävästi.



Kuvio 27. Syötin ilmatyynyntalautalla siirtymässä linjalle.

12.5 Asema 4

Asemalla 4 tehdään viimeiset asennukset, kuten hoitotasojen kiinnitys sekä täytetään hydraulikka- ja polttoainesäiliöt. Lisäksi koneelle suoritetaan toiminnallisia testejä, joilla varmistetaan koneen olevan valmis varsinaiseen koekäyttöön. Tämän jälkeen kone viimeistellään ja siistitään sekä toimitetaan joko suoraan koekäyttöön tai asemalle 5 – sen mukaan tuleeko koneeseen vielä optioita.

12.6 Asema 5

Tällä asemalla asennetaan suurikokoiset optiot, joita ei linjan tahtiajan puitteissa pystytä asentamaan. Tällaisia optioita ovat seulamoduuli, kiertokuljetin ja iskuvasara. Näissä optioissa on huomioitu myöhäisen varioinnin periaatteet, jolloin optiot voidaan asentaa valmiiseen tuotteeseen jälkeenpäin. Tällä erikoisvarusteluasemalla pyritään myös korjaamaan mahdollisia eteen tulleita vikoja ja materiaalivirheitä.

13 Osien varastointi

Varastopaikkojen tarkistaminen ja varastonimikkeiden siirto linjalle toteutettiin yhdessä materiaalihuoltajien kanssa. Tällä tavoin saatiin hyödynnettyä paras tietämys osien varastoinnista ja osien varastopaikkojen siirtotarpeista. Näin materiaalihuoltajille koulutettiin samalla uudet nimikkeet ja niiden varastopaikat.

Materiaalihuoltajat listasivat, kaikki nimikkeet, jotka ovat varastoituneena sisä- tai ulkovarastossa (liite 4). Lisäksi listaan merkittiin yhtenevät osat muiden koneiden kanssa, jolloin tiedettiin mitkä nimikkeet vaativat siirtoa ja mitkä ovat jo valmiiksi linjalla. Tämän lisäksi saatiin tallennettua varastopaikat, joilta osat löytyvät jatkossa, jotta paikkakokoonpanon asentajat osaavat hakea osia nopeasti uusista varastopaikoista niihin koneisiin, jotka kuuluvat LT50T -koneisiin.

Tämän lisäksi tulostettiin LT116:n vaihemateriaaliottolista, josta näkyy kaikki tuotteen varastoitavat nimikkeet ja niiden sen hetkiset varastopaikat (liite5). Tästä listasta tarkistettiin sekä paikkakoonnasta linjalle siirtyvät osat että murskaimen varusteluasemalle siirtyvät osat. Samasta listasta löytyvät myös sähkötarvikkeiden varastopaikat, mutta ne oli jo varastoitu Speedlinella oikeilla paikoilla. Listassa on merkitty vihreällä kaikki murskan varusteluun siirtyvät osat.

Näitä kahta listaa ja kokoonpanojärjestystä hyväksi käyttäen jokaiselle siirrettävälle osalle määriteltiin uusi varastopaikka tietyille kokoonpanoasemalle. Siirron jälkeen varastointipaikat päivitettiin sekä Powerediin että hyllykarttoihin. Siirrettä nimikemäärä ei ollut kovinkaan suuri, koska suurin osa nimikkeistä oli jo valmiiksi varastoitu linjalle ja koska LT116 kuuluu LT50T -ryhmään, joita valmistetaan jo Speedlinella. Näiden tietojen pohjalta tehtiin lopullinen lista, josta selviää G-hallista F-halliin siirtyvät nimikkeet sekä niiden uudet varastopaikat (liite 6).

13.1 Hydrauliletkut

Hydrauliletkut varastoidaan kaksikerros-hyllyssä (kuvio 28). Hylly sijaitsee E-hallin pohjoispäädyssä. Tässä varastoidaan kaikki urakoitsijalaitteiden letkut, jotka eivät tule tuotteelle tilatussa letkulajitelmassa eli ne ovat suurivolyymisten koneiden letkuja. Koneelle tilatut letkut tulevat pahvilaatikoissa ja ne varastoidaan G-hallin eteläpäässä olevissa hyllyissä. Niissä ovat koneen kaikki letkut, jotka eivät ole yhteisiä muiden koneiden kanssa. Näitä letkulajitelmia tilataan koneisiin LT1110 ja LT7150 eli ne eivät ole Speedlinella valmistettavia tuotteita.



Kuvio 28. E-hallin hydrauliletkuvarasto.

Syksyllä 2008 tehtiin tuotemuutos, jossa painepuolen hydrauliletkujen liittimet vaihtuivat JIC-liittimistä ORFS-liittimiksi vuodottomuuden varmistamiseksi. Tästä syystä uusilla liittimillä varustetut letkut tilattiin erikseen koneille, mutta nykyään ne ovat hyllyynkannossa.

Hyllyynkantopalvelusta vastaa toimittaja.

Materiaalihuoltajat tuovat letkut kokoonpanoasemalle pyörillä varustetuilla telineillä, jolloin letkut pysyvät järjestyksessä ja oikeiden letkujen ottaminen on helppoa. Tämä toimintatapa on käytössä sekä Speedlinella että paikkakokoonpanossa.

13.2 Hydrauliputket

Hydrauliputkia valmistetaan tehtaalla hydraulisolussa, osa putkista tilataan myös alihankkijalta. Hydrauliputket ovat visuaalisessa ohjauksessa eli materiaalihuoltaja vie tiedon hydraulisolun, kun putkia on jäljellä kaksi neljästä. Hydrauliputket varastoidaan reikälevyseinässä, F-hallin pohjoispäädystä eli Speedlinen alussa (kuvio 29). Reikälevyseinät tilattiin ja koottiin vuoden 2008 lopulla.



Kuvio 29. Hydrauliputket varastoituna reikälevyseinään.

Linjaan siirron yhteydessä tehtiin tarkastelu ajonputkien tarpeista muiden tuotteiden osalta. Tarkastelun tuloksena selvisi, että LT1213S käyttää samoja putkia, joten uutta varastopaikkaa ei tarvinnut tehdä. Materiaalihuoltajat tuovat hydrauliputket kokoonpanoasemalle samoissa telineissä, kuin missä hydrauliletkut tulevat.

13.3 Sähköosat

Sähköosat ovat varastoituna Speedlinen hyllyissä oikealla kokoonpanoasemalla (kuvio 30). Lisäksi sähköosille on olemassa G-hallin eteläpäässä oma sähkövarasto, josta asentajat täydentävät sähkötarvikkeita työkaluvaunuihinsa. Tällaisia osia ovat esimerkiksi kiinnikkeet, katkaisijat ja painikkeet. Myös keskusvoiteluyksiköt ovat varastossa linjalla. Varasto toimii FiFo -periaatteella.



Kuvio 30. Kytkinpaneelit varastoituna Speedlinella.

13.4 Ruuvit ja hydrauliliittimet

Ruuveja ja hydrauliliittimiä varastoidaan eri puolilla tehtaan tuotantotiloja pientarvikelaatikoissa niille varatuissa hyllyissä (kuvio 31). Ne toimivat 2-laatikko-ohjauksella, joiden täydennyksestä vastaa alihankkijat. Ruuvi- ja liitinvalikoimat vaihtelevat sen mukaan, mitä missäkin kohteessa tarvitaan. Tästä johtuen jokaisessa hyllyssä ei ole sama valikoima. Näin toimitaan myös linjakokoonpanossa, jolloin eri asemille on valittu lajitelma liittimiä ja ruuveja, joita tarvitaan kyseisellä asemalla. Laatikot on jäsennelty niin, että ruuvit, mutterit ja aluslevyt ovat punaisissa laatikoissa ja hydrauliliittimet keltaisissa laatikoissa.



Kuvio 31. Ruuvihylly Speedlinen asemalla 1.

Näille tarvikkeille on olemassa vielä keskusvarasto G-hallin pohjoispäässä. Siellä varastoidaan erikoisempia ruuveja, putki- ja letkukiinnittimiä sekä muita pieniä osia, joita ei tarvita jatkuvasti.

13.5 Murskaimen osat

Murskaimen osat varastoidaan murskaimen varustelupaikan hyllyissä. Näihin hyllyihin siirrettiin myös aikaisemmin paikkakokoonpanoasemalla säilytetyt osat, kuten taittolevyyiin liittyvät osat. Näin ollen kaikki murskaimen varustelussa tarvittavat osat ovat välittömässä läheisyydessä varusteluaseman vieressä.

13.6 Muut sisällä varastoitavat osat

Muita linjan vierellä varastoitavia osia ovat esimerkiksi erilaiset kannatinraudat ja holkit polttoainetankin kiinnityslinjat, työkalulaatikot sekä kumisuojat. Osat varastoidaan hyllyissä, joiden alimmat kerrokset palvelevat Speedlinen asentajia ja ylemmät hyllyt ovat varastomiesten käytössä pitempiaikaista varastointia varten (kuvio 32). Näihin hyllyihin pääsee käsiksi E-hallin puolelta, koska niihin on asennettu turvaverkko F-hallin puolelta asentajien turvaksi. Pieniä osia, kuten stauffeja, säilytetään sinisissä pientarvikelaatikoissa.



Kuvio 32. Linjan varastohylly 3. asemalta.

Suurin osa LT116:n pienistä osista, kuten erilaiset kannattimet, työkalulaatikko ja rappuset oli jo varastoitu linjalle, koska ne osat kuuluvat LT50T -perheeseen. Tämä helpotti materiaalien kartoitusta huomattavasti, ja toisaalta varastotilaakaan ei tarvinnut tehdä kovinkaan paljoa lisää. Tässäkin mielessä tuoteperheajattelu, joissa käytetään samoja osia, on erittäin perusteltua ja kustannustehokasta. Materiaalihuoltajat täyttävät hyllyjä, kun toimittajat toimittavat osia ostajien ja sitä kautta Poweredin impulssien mukaisesti.

13.7 Ulkona varastoitavat osat

Ulkona varastoidaan suurempia osia, jotka materiaalihuoltajat toimittavat kokoonpanoasemille tarpeiden mukaan. Tällaisia osia ovat esimerkiksi polttoainetankit, pölysuojat, seulan verkot ja hoitotasot. Ulkovarastointialueelle on rakennettu hyllyt, joihin osat ovat varastoitu jäsenellysti. Myös Mobilelaitetehtaan pohjoispäädyssä on katettu varastointialue hyllyineen, joissa varastoidaan esimerkiksi seulan verkkoja sekä muita tarvikkeita, kuten hyllyjä tuleviin tarpeisiin.

14 Yhteenveto

Metso Minerals Oy Tampereen tehtaan Mobilelaitetehtaalla valmistettavien tela-alustaisten kivenmurskausyksiköiden tehokas ja laadukas valmistaminen on ensiarvoisen tärkeää kilpailukyvyyn säilyttämiseksi, koska edellä mainitut vaatimukset nousevat yhä tärkeämmiksi nykyaikaisessa tuotannossa. Tämän työn tarkoituksena oli luoda valmius LT116-tyyppin Lokotrack-kivenmurskausyksikön valmistuksen siirtämiseen paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon, ja näin yhtäältä lyhentää tuotteen läpäisyaikaa ja toisaalta pienentää tuotteen valmistuksen kustannuksia ylläpitäen samalla riittävää laatua.

Työ aloitettiin tarkistamalla kaikki tuotteen spesifiset osat, jotka kuuluvat vain LT116-tyyppin tuotteeseen. Näin saatiin tieto, mitkä osat vaativat uuden varastopaikan Speedlinella. Kaikki muut osat olivat näin ollen valmiina varastoituna linjan materiaalivarastossa oikeilla paikoilla, koska ne kuuluvat LT50T -tuoteperheen tuotteisiin.

Tämän jälkeen tuotetiedonhallintajärjestelmä ja tuotannonohjausjärjestelmä päivitettiin vastaamaan linjakokoonpanon rakennetta ja työvaiheita, materiaalien varastopaikkoja ja tuotteen läpäisyaikaa. Materiaalien ohjausparametrejä ei tarvinnut muuttaa.

Kolmanneksi päivitettiin tuotteeseen liittyvät dokumentit sekä luotiin tarvittavat uudet dokumentit. Kokoonpano-ohjeet päivitettiin ja jaettiin linjan asemille oikeiden työvaiheiden perusteella. Konekortti päivitettiin vastaamaan uusia tarpeita. Samalla uusi konekorttimalli implementoitiin kaikkiin urakoitsijalaitteiden konekortteihin. Kokoonpanopöytäkirjaa ei ollut olemassa LT116:lle, joten se luotiin projektin aikana. Samassa yhteydessä kokoonpanopöytäkirja otettiin käyttöön myös paikkakokoonpanossa. Optiolista oli kolmas dokumentti, joka luotiin LT116:lle linjaansiirron yhteydessä, ja se toimii ohjeena asentajille ja materiaalitoimittajille.

Neljännessä vaiheessa varmistettiin osakokoonpanon valmius palvelemaan Speedlinen uuden tuotteen kokoonpanoa. Kaikki muut osakokoonpanosolut olivat jo valmiiksi palvelukykyisiä, mutta murskan varustelusolun valmius tiedettiin ongelmalliseksi. Lähinnä murskan nostaminen tukirakenteiden päälle tuotti ongelmia. Sopivat menetelmät kuitenkin löydettiin murskan nostamiseen ja varusteluun, joten LT116:n linjaansiirto saatiin toteutettua hyvin ja vähin investoinnein.

Työn tuloksena LT116:lle luotiin valmius linjakokoonpanotyyppiseen valmistukseen Speedlinella. Näin saatiin varmistettua, että tuotteen tehokas ja riittävää laatua ylläpitävä valmistus on mahdollista. Samalla yrityksen kilpailukykyä saadaan ylläpidettyä ja tuotantoa kehitettyä nykyaikaisen tuotannon vaatimuksia vastaavaksi. Lisäksi työn ohessa saatiin uudistettua ja kehitettyä urakoitsijalaitteiden kokoonpanoon ja testaukseen liittyviä dokumentteja.

Lähteet

Painetut

Ainasvuori, Riina 2007. Pajatso 7/2007. Metso Mineralsin henkilöstölehti. Tampere: Esa Print.

Lapinleimu, Ilkka 2000. Ideaalitehdas, Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tuotantotekniikan laitos. Tampere: TTKK-Paino.

Tekes 2001. Mallitehdaskonseptin kehittäminen 1996-2000. Teknologiaohjelmaraportti 4/2001, Loppuraportti. Sipoo: Paino-Center Oy.

Törmä, Mika 2006. Lokomo 1915-2005 – 90 vuotta teräs- ja koneteollisuutta. Emil Aaltosen museon julkaisu. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Kiiskilä, Petri 2007. Varioituvien tuotteiden linjakokoonpano dynaamisessa kysyntäympäristössä. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Konetekniikan osasto.

Internet

www.metso.com. Luettu 5.1.2009.

www.metsominerals.com. Luettu 5.1.2009.

www.metsofoundries.com. Luettu 14.1.2009

Liitteet

Liitteet ovat yrityksen sisäisiä ja luottamuksellisia dokumentteja.

1. Konekortti
2. Optiolista
3. Kokoonpanojärjestys
4. LT116 -nimikkeet
5. Vaihemateriaaliottolista
6. G-hallista siirtyvät osat