

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Risto Siltanen

LOKOTRACK-TUOTTEEN KOEKÄYTÖN UUDEN TOIMINTAMALLIN

DOKUMENTOINTI

Työn ohjaaja

Osaamiskeskuspäällikkö DI Arto Jokihaara

Työn teettäjä

Metso Minerals (Tampere) Oy, valvoja ins. Jukka Maunuksela

Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Siltanen, Risto SpeedLine-valmisteisen Lokotrack tuotteen koekäytön toimintamallin dokumentointi

Opinnäytetyö 55 sivua + 2 liitesivua

Työn ohjaaja Osaamiskeskuspäällikkö DI Arto Jokihaara

Työn teettäjä Metso Minerals (Tampere) Oy, valvoja kehitysinsinööri Jukka Maunuksela

Marraskuu 2007

Hakusanat Koekäyttö, Testaus

Tiivistelmä

Työssä käsitellään Lokotrack-tuotteelle määriteltäviä vaatimuksia, jotta tuote täyttäisi kaikki Metso Minerals Oy:n koekäytön uuden toimintamallin tuotteelle asettamat vaatimukset.

Työn tarkoituksena ei ole puuttua toimintatapoihin miten asetettuihin vaatimuksiin päästään. Työ on ohjeistuksineen suuntaa antava ja tarkoituksena on, että työ on tukena suunniteltaessa uutta tuotetta ja huomioitaessa sen koekäyttöä. Työ on tukena myös tuotannon tarpeisiin.

Metso Minerals Oy:ssä kehitetään aktiivisesti tuotantoa. Yhtenä osa-alueena kehittämisen kohteena on ollut koekäyttö, joka on muodostanut SpeedLinen valmistamien koneiden tuotannon pullonkaulan. Tuotteiden koekäyttöön on kehitetty uusi toimintamalli. Janne Mäkipää on tehnyt diplomityön linjakokoonpanossa valmistettavien tuotteiden koekäytön kehittämisestä. Työni on tälle jatkoa ja paneutuu sisällöltään syvällisemmin asioihin, jotka on huomioitava tuotetta siirrettäessä uuteen koekäyttömalliin.

Tulevaisuudessa tulisi uutta tuotetta suunnitella ja tuotantoon siirrettäessä ottaa huomioon tässä työssä esitetyt näkemykset.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Modern Production Systems

Siltanen, Risto SpeedLine produced Lokotrack machine testing process
documentation

Engineering Thesis 55 pages + 2 appendices

Thesis Supervisor Manager of Expertise Centre M.Sc. Arto Jokihaara

Commissioning Company Metso Minerals Oy, Supervisor: Engineer Jukka Maunuksela

March 2008

Keywords Test driving, Testing

Abstract

This Engineer Thesis has been written for Metso Minerals. This work is a documentation of new test drive process of Lokotrack mobile crusher plant. Metso Minerals has invested actively for development of production. One part of the development has been product test driving which has been bottleneck of the production.

The product testing is done now with new testing process model. That model is based on Master of Science Thesis; Development of testing for products manufactured on an assembly line written by Janne Mäkipää.

This thesis has been written for more understanding of the new testing process model and it helps in future for new product implementation to testing process. Thesis instructions is suggestive and doesn't speak out how get to ambition.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	2
SISÄLLYSLUETTELO	4
LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET	6
1 JOHDANTO.....	8
2 METSO MINERALS JA TUOTTEET.....	9
2.1 METSO MINERALS	9
1.2 METSO MINERALS (TAMPERE) OY	9
1.3 YRITYKSEN HISTORIA	10
1.4 TUOTTEET	12
1.5 SPEEDLINE-KOKOONPANOMENETELMÄ	13
3 TEORIA	14
3.1 TEORIA TUOTTEEN TESTAUKSESTA.....	14
3.2 TESTAUKSEN V-MALLI	14
3.3 TUOTTEEN TESTAUKSEN SUUNNITTELU	17
3.4 LAATUJÄRJESTELMÄN OHJEISTUS.....	18
3.5 TESTAUKSEN AUTOMAATIO.....	18
4 KOEKÄYTÖN UUSI JA VANHA TOIMINTAMALLI.....	19
4.1 KOEKÄYTÖN VANHA TOIMINTAMALLI	19
4.2 UUSI KOEKÄYTTÖMALLI	21
5 KOEKÄYTÖN TOIMINTAMALLIN TARKASTELU.....	22
5.1 TESTAUKSEN SUUNNITTELU	22
5.2 MODUULITESTAUS.....	25
5.3 INTEGROINTITESTAUS.....	26
5.4 TEHDASTARKASTUS.....	27

Kone- ja tuotantotekniikka, Modernit tuotantojärjestelmät

Risto Siltanen

6	TESTAUS AUTOMAATTISELLA TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄLLÄ.....	29
6.1	MOBITEST-LAITTEISTON KOKOONPANO JA OHJELMISTO.....	30
7	TUOTTEEN SIIRTO TOIMINTAMALLIIN.....	31
8	LÄHTEET.....	34

Lyhenteiden ja merkkien selitykset

MM	Metso Minerals Oy
LT, Lokotrack	MM:n tuotemerkki (-perhe). Tela-alustainen, itsenäisesti liikuteltavissa oleva kivenmurskausasema.
SpeedLine	Metso Minerals Oy:n alle 50-tonnisten urakoitsijatuotteiden kokoonpanolinja.
SPC	Statistical Process Control, laadunvarmistuksen työkalu, jolla seurataan koekäytössä havaittuja poikkeamia.
Prototyyppi	Prototyyppi on tuotteen koekappale. Prototyyppien lukumäärät päätetään projektikohtaisesti. Prototyyppiä testaamalla varmistetaan tuotteeseen liittyvien vaatimusten toteutuminen kuten tuotteen suorituskyky, toiminnalliset ominaisuudet ja valmistettavuus sekä tarkennetaan mahdollisen sarjatuotteen kustannusarvio.
Nollasarja	Nollasarjan tuotteiden asiakaspalautteiden perusteella varmistetaan, että tarkoitettua käyttöä tai soveltamista koskevat vaatimukset on täytetty. Nollasarjan tehtävä on varmistaa, että tuotteen häiriötön toistuva tuotanto on mahdollista. Nollasarjavaiheessa hiotaan uuden tuotteen oston, valmistuksen ja asiakaspalvelun prosessit tuottaviksi. Nollasarjalla varmistetaan

kustannustavoitteen saavuttaminen. Nollasarjan koko päätetään projektikohtaisesti.

Tehdastarkastus

Tuotteille tehtävä lopputarkastus, jossa tarkistetaan järjestelmän toimivuus ja säädetään toimilaitteiden paine- ja nopeusarvot (entinen koekäyttö).

Oracle

Relaatiotietokanta

MobiTEST

Metso Minerals Oy:n tuotteen testaus tarkoitukseen kehitetty ja käytetty tiedonkeruujärjestelmä.

CAN

Controlled Area Network. Automaatioväylä, jota käytetään ajoneuvoissa, koneissa ja teollisuuslaitteissa.

1 JOHDANTO

Metso Minerals Oy Tampereen tehtaalla on tehty koekäytön kehitystyötä, josta on tehty diplomityö aiheena Linjakokoonpanossa valmistettavien tuotteiden koekäytön kehittäminen, tekijänä on ollut DI Janne Mäkipää. Tämän diplomityön pohjalta on koekäyttöä kehitetty uuteen toimintamalliin. Koekäytön kehittämiseen on tehty myös useita insinööritöitä. Tämä työ on päätetty tehdä, jotta tuotteen suunnittelussa olisi ymmärrys toimintamallin vaatimuksista uuden tuotteen koekäyttöä suunniteltaessa.

Työn tavoitteena on saada aikaan dokumentoitu menettelytapa SpeedLine tuotteen testauksesta. Työn tulisi tulevaisuudessa olla tukena uutta tuotetta suunniteltaessa tai jo tuotannossa olevan tuotteen siirtämisessä uuteen koekäyttömalliin.

Linjakokoonpanossa eli SpeedLine-tuotteet on jo siirretty marraskuussa 2007 uuteen toimintamalliin ja niitä koekäytetään kyseisen mallin mukaisesti. Työn jälkipuolella on kuvattu vanhan ja uuden toimintamallin mukainen koekäyttömalli sekä kerrottu, miksi on siirrytty uuteen koekäyttömalliin.

2 METSO MINERALS JA TUOTTEET

2.1 Metso Minerals

Metso Minerals on osa Metso-konsernia. Metso Minerals suunnittelee, valmistaa ja markkinoi tuotteita kiven ja mineraalien murskaukseen ja seulontaan maailmanlaajuisesti. Se palvelee louhoksia, kaivoksia, urakoitsijoita ja metallinkierrätysasiakkaita ja tarjoaa myös kattavat after sales -palvelut, vara- ja kulutusosat ja tuotekoulutuksen ja on alan johtava edustaja maailmassa. /1/

Metso Mineralsin tärkeimmät tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Ranskassa, USA:ssa, Etelä-Afrikassa, Brasiliassa ja Kiinassa. Metso Mineralsin liikevaihto oli vuonna 2004 1,3 miljardia € Myynti- ja huoltoyksikköjä, edustajia ja jakelijoita on yli 100 maassa. Metso Mineralsin osuus konsernin liikevaihdosta on 33 %. /1/

Henkilöstön määrä oli vuoden 2004 lopussa noin 8000. Tampereen Hatanpäällä toimivat Metso Mineralsiin kuuluvat Metso Minerals Oy (pääkonttori), Metso Minerals (Tampere) Oy ja Metso Lokomo Steels Oy. Metso Lokomo Steels Oy on Metso Minerals (Tampere) Oy:n tytäryhtiö. Metso Minerals (Tampere) Oy toimii osana Murskaus ja seulonta (Crushing & Screening) -liiketoimintalinjaa. Metso Lokomo Steels Oy on osa Metso Venturesia. /1/

2.2 Metso Minerals (Tampere) Oy

Metso Minerals (Tampere) Oy:n liikevaihto, vienti ja tulos ovat viime vuosina olleet tasaisesti kasvavia. Menestyksen avaintekijöitä ovat olleet panostus tuotannon nykyaikaistamiseen, jatkuva tuotekehitystyö, asiakaskeskeinen palvelu ja johdonmukainen toimintastrategia. Henkilöstöä yrityksellä on 498. Liikevaihto

vuonna 2004 oli yli 180 miljoonaa € Viennin osuus oli noin 88 % tuotannosta. Päämarkkina- alueet ovat Pohjoismaat, Eurooppa, Kaakkois-Aasia ja Pohjois-Amerikka. /1/

Metso Minerals (Tampere) Oy:n liiketoiminnan päätuotteet ovat leuka- ja karamurskaimet, tela- ja pyöräalustaiset murskainyksiköt, kiinteät ja siirrettävät murskauslaitokset sekä syöttimet, seulat ja kuljettimet. Murskainten keskeiset valuja kulutusosat valmistaa Metso Lokomo Steels Oy. /1/

Metso Minerals (Tampere) Oy:n tuotteita on käytössä yli 50 maassa ja ne täyttävät sekä teknisesti että laadullisesti kansainväliset vaatimukset. Toiminnassaan yritys toimii ISO 9001 -laatu järjestelmän mukaisesti. /1/

2.3 Yrityksen historia

Toukokuussa 1915 Suomen Keisarillinen Senaatti vahvisti Oy Lokomo Ab:n yhtiöjärjestyksen. Yhtiön liikeideana oli valmistaa ja myydä vetureita sekä muita koneita ja laitteita, jotka sopivat Lokomon toimintaan. Ensimmäisen maailmansodan vuoksi kuljetusala oli voimakkaassa kasvussa ja uusia rautateitä oli suunnitteilla. Veturien tuonti tyrehtyi, ja Suomeen tarvittiin uusi veturitehdas. Yhtiön perustamisen aikaan höyryveturi oli huipputeknologian tuote. Niin oli myös Suomen ensimmäinen valokaariuuni, joka otettiin käyttöön Lokomon teräsvalimossa 1916. Valmistusohjelmassa oli alkuaikoina myös turpeennostokoneita. /1/

Vuonna 1921 aloitettiin Lokomo-kivenmurskainten valmistus; myös ensimmäinen kirkonkello valmistettiin. Uusia tuotteita tuli tuotanto- ohjelmaan vuosikymmenen lopulla: mm. täryjyrät, lämmityskattilat ja tiehöylät. Kolmekymmenluvun sotaa edeltävät vuodet olivat voimakasta kasvun aikaa; valmistettiin "Ukko-Pekka" -

pikajunavetureita, taottiin kiväärinpiippuja ja tuotettiin aseterästä tykinputkia varten. /1/

Sodan jälkeen sotakorvaukset työllistivät Lokomoa. Tuolloin toimitettiin mm. vetureita ja venttiilejä Neuvostoliittoon. Samaan aikaan kehitettiin uudet kaivukoneet, tiehöylät ja murskaimet, Teräsmiehet, Teräskarhut ja Teräskidat. Vientitoimitukset käynnistyivät 1950-luvun alussa. /1/

Vuoden 1970 lopulla Lokomo Oy fuusioitiin Rauma-Repola Oy:öön vahvistamaan sen metalliteollisuutta. 1970-luku oli viennin kasvun aikaa; suuria nosturi-, maanrakennuskone- ja murskainlaitoskauppoja toteutui mm. Peruun, Kiinaan, Iraniin, Turkkiin, Mosambikiin ja Kanadaan. 1982 Rauma-Repolan ostama Neles Oy puolestaan osti Lokomon teräs-, murskain-, nosturi- ja meriteknologiatehtaat. Pari vuotta myöhemmin Lokomon kaivukone-, tiehöylä- ja täryjyräliiketoiminnot myytiin Lännen Konepajalle. 1986 lopetettiin nosturituotanto. /1/

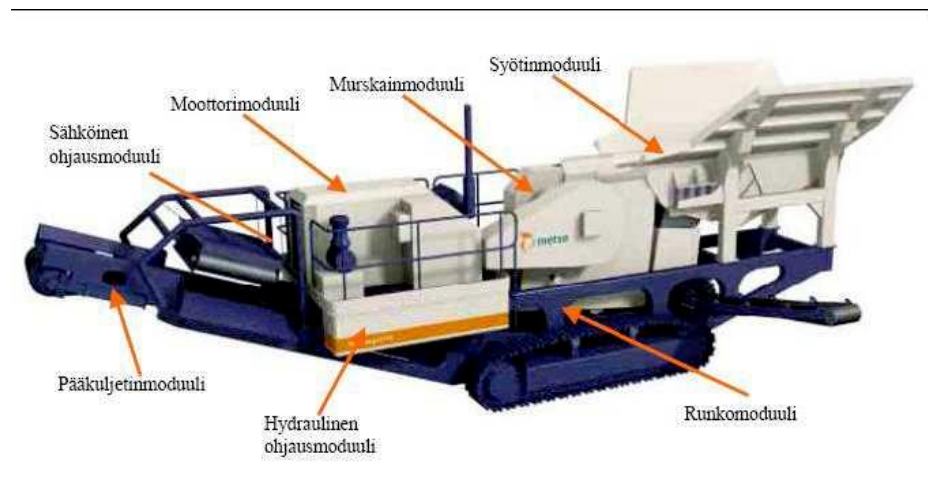
Murskausliiketoiminnan kehittämiseksi Rauma-Repola hankki 1987 omistukseensa ranskalaisen Bergeaud S.A.:n ja brittiläisen Nordberg (UK) Ltd:n. Näin muodostunut BLN-ryhmä oli Euroopan johtava murskainvalmistaja. 1989 alussa Lokomo Oy syntyi uudelleen, kun Rauma-Repola uudelleenorganisoitiin Tampereen toimipisteensä. /1/

Tammikuussa 1989 Rauma-Repola osti myös Nordberg Inc.:n USA:sta, jolloin Rauma-Repolasta tuli Nordberg-ryhmän myötä maailman johtava murskainalan valmistaja ja markkinoija. Ryhmään kuuluivat Lokomo Oy:n lisäksi edellä mainitut Bergeaud S.A., Nordberg Inc. ja Nordberg (UK) Ltd. Rauma-Repola Oy:n ja Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n vuoden 1991 alussa tapahtuneen sulautumisen yhteydessä perustettiin Rauma Oy, jonka yhdeksi toimialaksi tuli Nordberg-ryhmä.

Nordberg-ryhmän maailmanlaajuista organisaatiota kehitettiin systemaattisesti 1992 alusta lähtien. Vuoden 1993 lopulla toteutettiin lisäksi ryhmän yritysten nimien harmonisointi siten, että ne kaikki alkoivat nimellä Nordberg. Vuonna 1999 Rauma Oy ja paperi- ja kartonkikoneita valmistava Valmet Oy fuusioitiin, jolloin syntyi Metso-konserni. Aiempi Nordberg-ryhmä sai Metsossa nimen Metso Minerals. /1/

2.4 Tuotteet

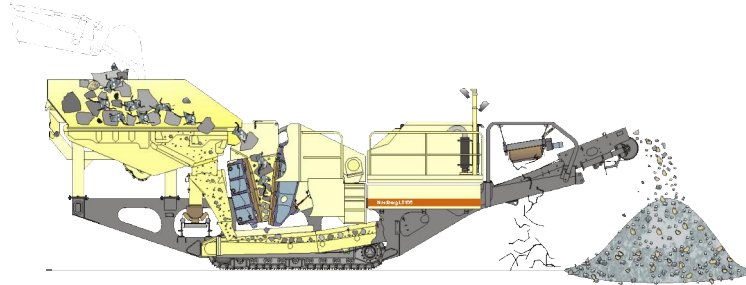
Nordberg LT -sarjan tela-alustaiset murskaimet jaetaan urakoitsija- ja louhoslaitteisiin. Urakoitsijakoneet ovat niin sanottuja volyymituotteita, ja niitä valmistetaan massaräätälöimällä, perustuen modulaariseen tuote-arkkitehtuuriin (Kuva 1). /1/



Kuva 1 Lokotrack-urakoitsijakoneen modulaarinen rakenne

Tela-alustaisen murskauslaitoksen ominaisuuksia ovat hyvä liikkuvuus, suuri tuotantokapasiteetti, luotettavuus, joustavuus sekä laajat varaosapalvelut.

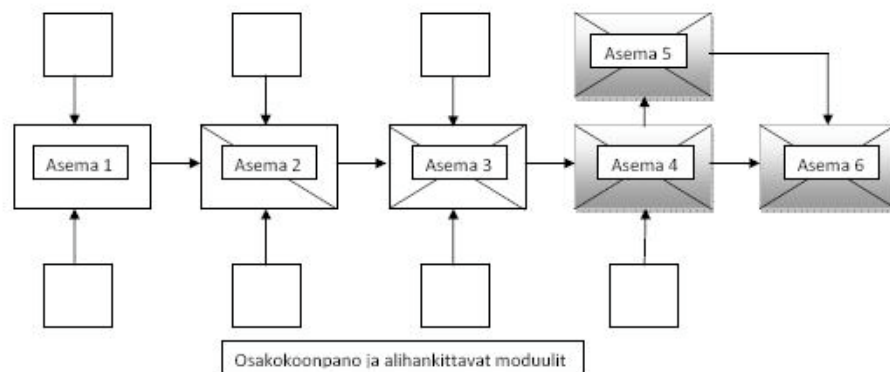
Lokotrackin toimintaperiaate on kuvassa 2. /1/



Kuva 2 Lokotrack-toimintaperiaate

2.5 SpeedLine-kokoonpanomenetelmä

Linjakokoonpanon henkilöstön työ on jaettu vaiheisiin, ja pidemmälle ositeltu työskentely muistuttaa liukuhihnatyötä, jolloin se soveltuu suurien erien valmistukseen ja joukkotuotantoon. Henkilöstö voi toimia myös ryhmänä, ja se vastaa tuoteyksikön kokoonpanosta ja laadusta alusta loppuun. Linjaan kuuluu työasemia, joissa on työvälineet. Muita työvaiheita, jotka liittyvät läheisesti kokoonpanoon ovat esimerkiksi pintakäsittelyt ja pakkaus. Myös muita toimintoja, kuten lopputarkastus, on tarkoituksenmukaista yhdistää kokoonpanoon. /8/



Kuva 3 SpeedLine-linjakokoonpanon periaatekuva

Metso Minerals Oy:n Tampereen tehtaan SpeedLine-kokoonpanolinjan asema-kohtaiset toiminnot:

- Asemalla 1-4 tuote kootaan moduuleista. Asemalla 4 tapahtuu tuotteen toiminnallinen testaus
- Asemalla 5 asennetaan tuotteeseen kaikki hitaat optiot.
- Asema 6 toimii tehdastarkastusasemana, jossa suoritetaan tuotteen lopullinen tarkastus ennen pakkausta ja lähetystä.

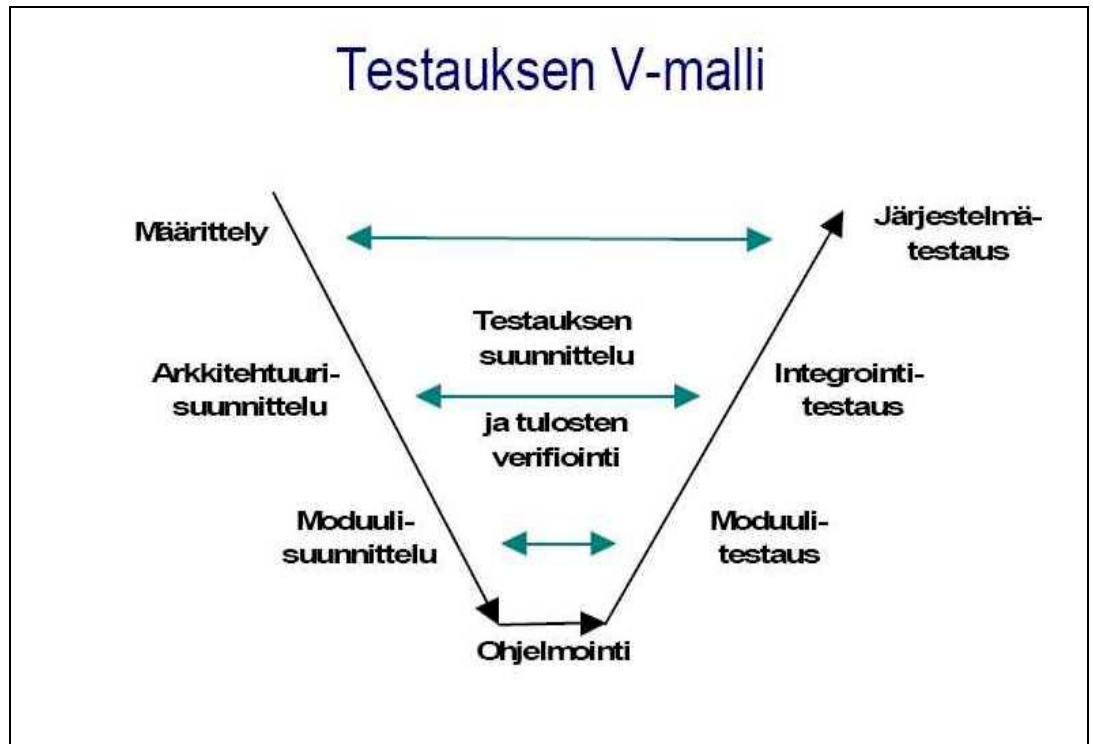
3 TEORIA

3.1 Teoria tuotteen testauksesta

Tuotteen testaus perustuu niin kutsuttuun V-malliin, jossa tuotteen testaus on jaettu pienempiin kokonaisuuksiin. Testauksen V-mallin teoria on selvitetty kappaleessa 3.2. Tuotteen testauksen suunnittelu pohjautuu erilaisiin dokumentaatioihin, jotka toimivat lähtökohtana testausta suunniteltaessa. Tuotteen testauksen suunnittelun teoriasta on kerrottu kappaleessa 3.3. Myös laatu järjestelmän ohjeistus antaa joitakin määrittelyjä suoritettavasta koekäytöstä ja tuotteen testauksesta. Nämä on selostettu kappaleessa 3.4.

3.2 Testauksen V-malli

Tuotteen testaaminen voidaan jakaa suunnittelutason mukaisiin testaustasoihin. V-mallissa testaustasot on jaettu järjestelmä-, integrointi- ja moduulitasoon, ja jokaista testaustasoa vastaa samalla käsitteellisellä tasolla oleva suunnittelutaso. Suunnittelutason määrittelyt toimivat myös vastaavan tason testauksen määrittelyinä. Kuvassa 4 on esitetty ohjelmistotuotannon suunnittelutasot ja niitä vastaavat testaustasot. /4/



Kuva 4 Testauksen V-malli /6/

Modulaaristen tuotteiden yhteydessä on löydettävissä samanlaisuus koneenrakennuksen ja ohjelmistotuotannon suunnittelu ja testaus tasoihin. Modulaarisen tavaratuotteen moduulit edustavat ohjelmamoduuleita. Modulaarisen tavaratuotteen loppukokoonpanovaihe vastaa ohjelmistotuotannon integrointivaihetta. Kummassakin vaiheessa liitetään yhteen moduuleja niiden määriteltyjen rajapintojen avulla. Tavaratuotteen tai ohjelmiston määrittelyvaiheessa määritellään lopputuotteen ominaisuudet, jotka valmiin ohjelmiston tai tavaratuotteen tulee täyttää./4/

Moduulitestaus on vaihe, jossa testataan ne tuotteen moduulit, joiden testaaminen on mahdollista erillisinä kokonaisuuksina. Tavoitteena on löytää mahdollisia poikkeamia moduulin sisäisestä toiminnasta. Testauksen tekemiseksi voidaan

joutua tekemään testipetejä, joilla moduulin toiminta voidaan testata. Testipetiin voi kuulua moduulin ympäristöä simuloivia osia. Testattavat moduulit ovat yleensä toiminnallisia moduuleja. Moduulitestauksen tuloksia ja moduulin toimintaa verrataan moduulisuunnittelun teknillisiin määrittelyihin. /5,6/

Loppukokoonpanon aikana suoritettavaa integrointitestausta varten tuote kootaan mahdollisimman täydelliseksi. Integrointitestauksella varmistetaan moduulien ja komponenttien onnistunut liittäminen, jolloin tuote toimii oikein. Päätehtävänä integrointitestauksessa on moduulien rajapintojen toimivuuden tarkastaminen. Mahdollisia vikoja, joita testauksella voidaan havaita, ovat moduulien liittämisestä johtuneet virheet. Tekniset määrittelydokumentit, kuten hydraul-, sähkö-, tai ohjauskaaviot, toimivat tuotteen integrointitestauksen määrittelynä. /5/

Järjestelmätestauksessa tuotteen koko toiminta testataan kokonaisuutena. Järjestelmätestauksella on mahdollista löytää poikkeamia, joita ei voida löytää yksittäisiä moduuleja testaamalla, koska poikkeaman syntyminen johtuu moduulien yhteistoiminnasta. Järjestelmätestauksen testaustuloksia verrataan tuotteen määrittelydokumentteihin /5,6/

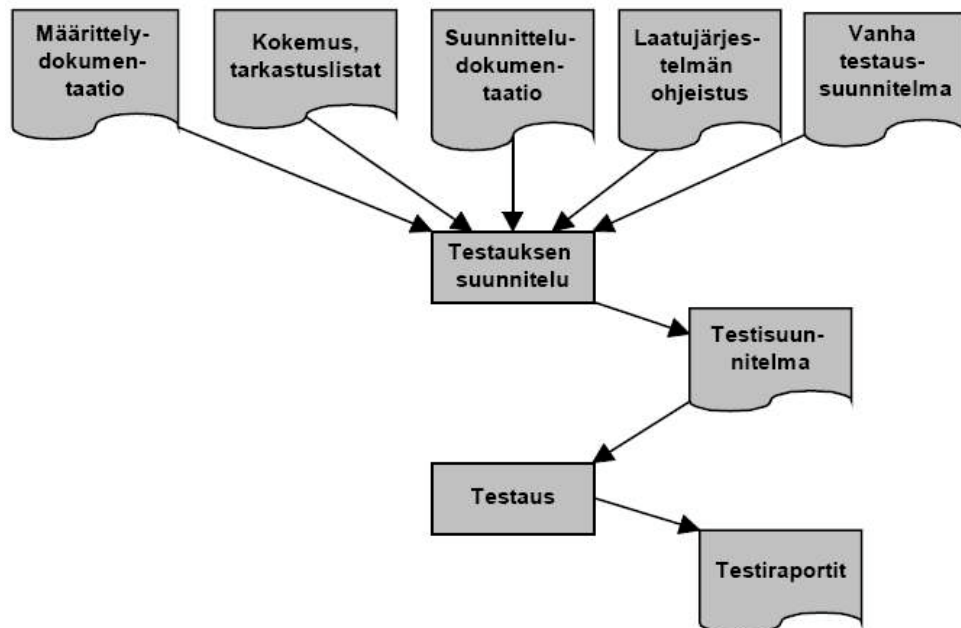
Lopputuotteen toimimattomuuden riski pienenee, kun kaikki moduulit on testattu ennen asennusta. Testausvaiheet ovat omavalmistuksessa tai alihankintavalmistuksessa, ennen moduulin varastosaldolle kirjaamista. Varastokirjanpidossa olevat moduulit ovat testattuja, jolloin varaston epäkuranttiusriski pienenee, kun varastokirjanpidossa olevat moduulit ovat kaikki testattuja. /4/

Mäkipään kirjoittamassa diplomityössä toimintamallin tehdastarkastus määritellään näin: “Uudessa toimintamallissa kokoonpanolinjalta valmistuneelle laitteelle tehdään tehdastarkastus, jonka työnsisältö koostuu laitteen toiminnallisten

tuoteominaisuuksien todentamisesta, ja niiden dokumentoinnista. Kokoonpanossa ja sitä edeltävissä vaiheissa valmistetaan ja säädetään laitteen kaikki tuoteominaisuudet, jotka ovat teknisesti mahdollisia. Ominaisuuksien todentaminen ja niiden valmistaminen ja säätäminen on eriytetty, valmistavan ja todentavan vaiheen työnkuvan selkeyttämiseksi.” /4/

3.3 Tuotteen testauksen suunnittelu

Tuotteelle määritellään ja luodaan koekäyttösuunnitelma sekä ohjeistus ja pöytäkirja koekäyttöarvojen kirjaukseen. Koekäytön suunnittelu pohjautuu määrittelydokumentaatioon, kokemukseen ja tarkistuslistoihin, suunnittelu dokumentaatioon, laatujärjestelmän ohjeistukseen, sekä vanhaan koekäyttösuunnitelmaan. Testauksen suunnittelun prosessi esitetään kuvassa 5



Kuva 5 Testausprosessi /6/

Alustava suunnitelma laaditaan määrittelyvaiheessa, ja sitä täydennetään myöhemmin suunnitteluvaiheessa. Testaussuunnitelmat voidaan myös sisällyttää

projektisuunnitelmaan (yleiskuvaus), toiminnalliseen määrittelyyn (järjestelmätestaus) ja tekniseen määrittelyyn (integrointi- ja moduulitestaus). Testaussuunnitelmassa selviää muun muassa, mitä testejä tehdään ja milloin, miten ne järjestetään ja millaisia lopputuloksia odotetaan. Oleellisen tärkeää on määrittellä testauksen lopettamiskriteerit. /6/

3.4 Laatu järjestelmän ohjeistus

3.5 Testauksen automaatio

Automatisointi tehostaa tuotantoa ja mahdollistaa kustannusten karsimisen. Automaatiolla vaikutetaan työtehtävien sisältöön ja tuotannon laatuun sekä ympäristötekijöihin. Automaatiolla voidaan myös selkeyttää ja yksinkertaistaa perusasioita. Yleisiä perusteluja automaation käytölle ovat:

- tuotannon laadun tasaisuus
- työtehtävien yksinkertaistaminen
- tuottavuuden parantaminen
- yritys- ja tuoteimagon ylläpito ja parantaminen
- kapasiteetin lisääminen
- helpompi ohjattavuus
- visuaalisempi tuotanto.

Järjestelmät ja ohjelmistot ovat työkaluja suunnittelijoille ja valmistuksesta vastaaville henkilöille./7/

4 KOEKÄYTÖN UUSI JA VANHA TOIMINTAMALLI

4.1 Koekäytön vanha toimintamalli

Kasvaneet tilaus- ja tuotantomäärät vaativat uuden prosessimallin kehittämistä tuotteiden koekäyttöön, sillä vanhalla prosessimallilla ei pystytty vastaamaan kasvaviin tuotteiden tilausmääriin. Vuonna 2005 pienten, alle 50-tonnisten tuotteiden kokoonpanon siirtyessä linjakokoonpanoon voitiin tuottaa linjalla riittävä määrä tuotteita, mutta volyymin kasvaessa muodostusi tuotteen koekäyttö pullonkaulaksi. /1/

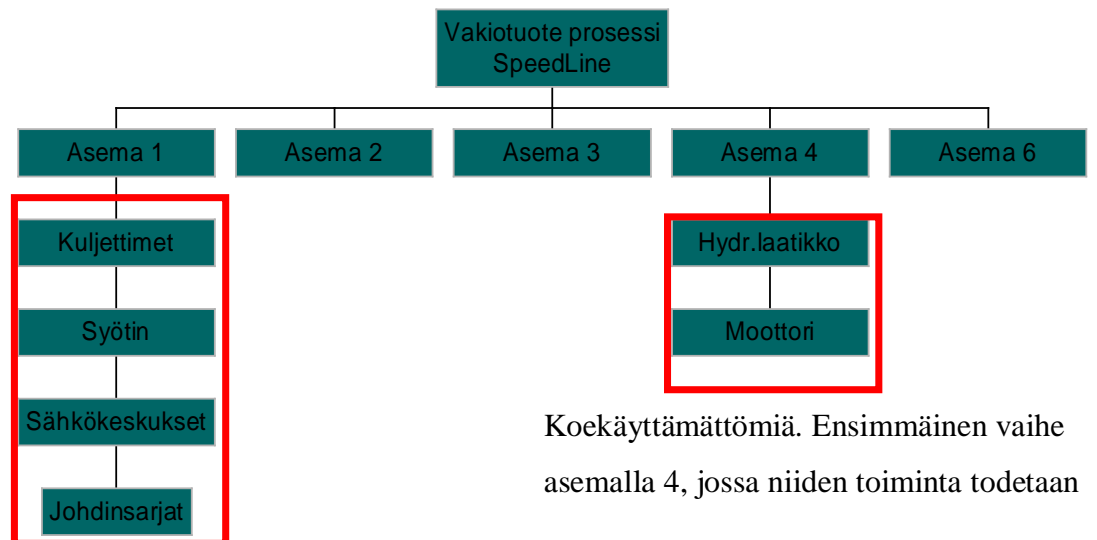
Tehtaalla toteutettu vanha toimintamalli oli peräisin ajalta, jolloin tuotantomäärät olivat huomattavasti pienempiä ja tuotteet olivat projektiluonteisia.

Vanhan toimintamallin mukaisissa tuotteissa moduuleita testattiin alihankinnassa jossain määrin, mutta tätä toimenpidettä ei käytetty missään myöhemmässä vaiheessa hyväksi tehtaan omassa tuotannossa ja testauksessa. Tuotteiden testauksesta valmistuksen eri vaiheissa ei ollut tietoa. Myös omavalmisteiset moduulit, joita ovat moottorimoduuli ja hydraulimoduuli, olivat testaamattomia, jolloin näiden tuotteiden testaus siirtyi kokonaisuudessaan koekäytössä suoritettavaan testaukseen. Tämä aiheutti erityisesti ongelmia loppukokoonpanossa, kun oli mahdollista, että moottoria ei ensimmäistä kertaa käynnistettäessä saatu käyntiin, mistä seurasi linjakoottavien tuotteiden kohdalla linjan pysähtymisen. /1/

Tuotteen testauksen dokumentaatio on myös ollut puutteellista. Tuotteesta testattiin linjan lopussa testejä, joista osa dokumentoitiin, lisäksi tehtiin tuotteen toiminnan varmistamiseksi joitakin testejä, joita ei dokumentoitu millään tavalla.

Dokumentoinnin puutteen vuoksi vanhassa toimintamallissa ei tiedetty, mitä testausta missäkin vaiheessa tehtiin. Tämä johti siihen, että koekäyttövaiheessa tuotteesta testattiin kaikki toiminnot eikä mitään aikaisemmin tehtyä testausta käytetty hyväksi tuotteen lopullisessa testauksessa. Tällöin joitakin kohteita testattiin kahteen tai parhaimmillaan kolmeen kertaan, alihankkijalla, linjan kokoonpanossa sekä varsinaisessa koeajossa. Tällöin suoritettiin testauksen testausta, joka ei ole tarpeen, lukuun ottamatta tuotteen kriittisiä tarkastuksia, jotka on määritetty tuotteen dokumentaatioissa ja joita ovat esimerkiksi päivittäin tehtävä öljyjen ja nesteiden tarkastus. /1/

Kaaviossa 1 on kuvattuna vakiotuotteen prosessi SpeedLine-tuotteille ja moduuleiden vanhan toimintamallin mukainen koekäyttöprosessi. Alihankittavat moduulit – kuljettimet, syötin, sähkökeskukset ja johdinsarjat –ovat koekäytettyjä ja testattuja. Omavalmisteiset moduulit ovat olleet koekäyttämättömiä ja niiden toiminta todetaan SpeedLinen asemalla 4. /1/



Koekäyttämättömiä. Ensimmäinen vaihe asemalla 4, jossa niiden toiminta todetaan

Koekäytettyjä

Kaavio 1 Koekäytön vanha toimintamalli

4.2 Uusi koekäyttömalli

Koekäytön uuden toiminta mallin kehittämiseen on lähdetty ajatuksella, että koekäyttö suoritetaan linjatuotteille samassa tahtiajassa linjan tahtiajan kanssa, ja että koekäyttö olisi yksi linjan asemista. Koekäytön uudessa toimintamallissa lähdettiin selvittämään testauksen hajautusta valmistuksen eri vaiheisiin.

Oletuksena toimii, että kerran testattu tai säädetty ominaisuus on tuotteessa kunnossa myös jatkossa myöhemmissä tuotannon vaiheissa. Toinen periaate on, että suoritetaan testaus mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin estetään viallisen tuotteen eteneminen valmistusprosessissa. Testaus tulisi myös suorittaa siinä vaiheessa, kun se on kokonaisuuden kannalta kaikkein tehokkainta.

Uusi toimintamalli perustuu niin sanottuun V-malliin, jossa suunnittelutasoja vastaavat testaustasot: moduulitestaus, integrointitestaus, järjestelmän testaus. /1/

Koekäytön uuden toimintajärjestelmän etuja on moduulitestauksessa, että löydetään mahdollisia vikoja, joita esiintyy harvoin. Myös vikojen syy on olennaisesti helpompi selvittää ja korjata moduulitasolla. Etuna on myös, että kohteet testataan ennen kuin se käy mahdottomaksi. Myöhemmässä vaiheessa kun moduuli on jo liitetty muihin moduuleihin, voivat viat ilmetä hankalasti tutkittavien vikojen yhdistelmänä, jonka seurauksena on, että vaaditaan lisää testausta vian löytämiseksi. /1/

Koekäytön uudessa toimintamallissa tuotteen varsinainen ”koeajo” tullaan lopettamaan ja kokoonpanosta valmistuneille laitteille tullaan jatkossa tekemään niin sanottu tehdastarkastus, jossa tarkistetaan järjestelmän toimivuus ja säädetään toimilaitteiden paine- ja nopeusarvot sekä tallennetaan tuotteen toiminta-arvot tiedonkeruujärjestelmällä testauksen tietokantaan. /1/

Liitteenä 1 on koekäytön uuden toimintamallin prosessikuvaus kaaviona.

Kaaviossa on kuvattu moduulit, jotka on koekäytetty alihankinnassa, tai

omavalmisteiset moduulit omassa tehtaassa. Prosessissa SpeedLine-asemalla 4 suoritetaan toiminnallinen testaus ja asemalla 6 suoritetaan tuotteen prosessin testaus automatisoidulla tiedonkeruujärjestelmällä. /1/

5 Koekäytön toimintamallin tarkastelu

5.1 Testauksen suunnittelu

Uuden koekäyttömallin mukaisesti suoritettavan tuotteen testauksen suunnittelu tulisi aloittaa jo itse tuotteen rakennetta suunniteltaessa. Rakenteellisesti tuotteen on muodostuttava selkeistä moduuleista, joissa moduuleiden rajapinta on määritelty niin, että niiden koekäyttö on mahdollista yksittäisinä moduuleina ja joista voidaan testata tuotteen toiminnan varmistamiseksi kaikki ominaisuudet. Moduuleiden testaus ja näiden testausten hyödyntäminen myöhemmässä tuotannon vaiheissa on koekäytön uuden toimintamallin pääperiaatteita. Uudessa toimintamallissa lähdetään siitä ajatuksesta, että linjakokoonpanossa valmistettavan tuotteen lopullinen testaus eli tehdastarkastus on samassa tahtiajassa kuin tuotteen linjakokoonpano. Tällöin tehdastarkastuksen vaiheikaan ei ole määritelty aikaa, joka mahdollisesti menisi tuotteen vikojen korjaukseen, jotka olisi pitänyt huomata jo moduulitestauksen tasolla. Tämä on myös yksi uuden toimintamallin tärkeimpiä huomioitavia asioita.

Tuotetta suunniteltaessa ja tuotantosuunnitelmaa tehtäessä on selvítettävä minkälaiseen tuotantoon tuote halutaan siirtää. Linjakokoonpantavat SpeedLine-tuotteet on suunniteltu koekäytettäväksi koekäytön uuden toimintamallin mukaisesti.

Tuotteen testauksen suunnittelussa tuotesuunnittelun tulee määrittää tuotteen testauskohteet moduuleille, joiden testaus suoritetaan alihankkijalla ja

omavalmisteisten osien kohdalla omassa valmistusyksikössä. Tulee myös määrittää, mitä testataan loppukokoonpanovaiheessa toiminnallisissa testeissä sekä määrittää koko tuotteelle lopullinen tehdastarkastus. Nämä muodostavat uudessa toimintamallissa tuotteen testauksen kolme tasoa: moduulitestaus, integraatiotestaus ja tehdastarkastus.

Testausta suunnitellessa tulee miettiä, missä vaiheessa tulee mitään testata. Mitä testataan alihankkijalla, linjalla toiminnallisissa testeissä ja tuotteen varsinaisessa koekäytössä eli tehdastarkastuksessa. Onko jokin testaus mahdollista siirtää jo alihankkijalla suoritettavaan moduulitestaukseen ja onko joitakin kohteita, joiden testaus onnistuu vain modulaarisella tasolla? Tarkoituksena olisi saada alihankkijalta valmis ja toimivaksi todettu moduuli asennettavaksi loppukokoonpanoon.

Testauksen suorittamiseksi on luotava koekäyttöohjeet, joiden pohjalta koekäyttö tapahtuu. Koekäyttöpöytäkirjat toimivat koekäytön etenemisen seurantalistana ja dokumenttina, johon tallennetaan ne komponenttien ja toimilaitteiden toiminta-arvot, jotka on syytä arkistoida mahdollista myöhempää tarkastelua varten huollon ja laadunohjauksen tarpeisiin.

Koekäytön suunnittelu alkaa jo tuotteen protovaiheessa, jotta voidaan määrittää proto osaston koekäytön ja tuotteen testauksen tavoitteet. Tämä on tärkeää, koska näin voidaan varmistua siitä, että tuote on valmis sitä vakiotuotantoon siirrettäessä. Keskenäisen tuotteen siirtäminen vakiotuotantoon aiheuttaa tuotannolle viivästyksiä ja paljon ylimääräistä työtä ja kustannuksia. Tuotteen protovaiheessa ja nollasarjan tuotteissa on myös syytä tarkistaa, ovatko alihankkijoille määritellyt ja niiden tekemät moduuleiden testaukset ja tarkastukset olleet vaaditulla laatutasolla vai pitääkö joitakin testauskohteita lisätä tai testaustapaa muuttaa.

Nollasarjan tuotteeseen on luotava vakiotuotantoon tarkoitettu koekäyttöohje, joka sisältää linjakokoonpanossa tehtävät toiminnalliset testit sekä varsinaisessa tehdastarkastuksessa suoritettavat testit. Nollasarjan koekäytössä nämä dokumentit tarkistetaan vakiotuotantoon sopivaksi. Määrittelydokumenttien, ohjeiden ja pöytäkirjan, sekä hydraulikaavion perusteella luodaan automaattiseen tiedonkeruujärjestelmään, johon on luotu ohjelma ja järjestelmä nimeltään MobiTEST, testisekvenssit tehdastarkastusta varten ja siirretään myös testikohtaiset koekäyttöohjeet tähän järjestelmään. Tiedonkeruujärjestelmä selostetaan kappaleessa 6. MobiTEST-järjestelmän testisekvenssit toimivat tehdastarkastuksen yhteydessä koekäytön syötteenä, jossa ovat koekäyttöohjeet sekä hydraulikaavioon määritellyt toimilaitteiden arvot.

Testauksessa vaadittavien dokumenttien on oltava kunnossa, jotta testaus voidaan suorittaa. Hydraulikaaviosta tulee löytyä hydraulisten toimintojen toimintanopeudet ja painearvot hyväksymisrajoineen, joihin voidaan vaikuttaa kuristimilla tai suoraan virtaukseen vaikuttamalla karalta.

Luettelo toimilaitteiden suureista, joiden tulee löytyä hydraulikaaviosta

- kuljettimien pyörintänopeus (m/s)
- sylinteritoimilaitteiden toimintanopeus (s)
- murskaimen maksiminopeus (rpm)
- syöttimien maksiminopeus (rpm)
- tela-ajon nopeus (m/s)
- painearvot (bar)
- yleistoleranssit painearvoille
- toleranssit kaikille määritellyille toimintanopeuksille.

Suunnittelussa tulee määrittää myös ne kohteet, jotka halutaan tulostaa asiakasraporttiin ja lähettää koneen muiden papereiden mukana asiakkaalle.

Asiakasraportti on asiakirja, josta selviävät tuotteen tärkeimmät ominaisuudet ja tehdasasetukset, jotka on tehdastarkastuksen aikana säädetty tuotteeseen.

Raporttiin tulostetaan seuraavat perusarvot:

- kuljettimien pyörimisnopeudet
- murskaimen pyörimisnopeus
- syöttimen nopeus
- tela-ajon nopeus.

5.2 Moduulitestaus

Moduulitestaus varmistaa, että yksittäiset moduulit toimivat määrittelyn mukaisena irrallisina kokonaisuuksina. Moduuleiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että moduulien testaus ja koekäyttö on mahdollista. Moduulin rakenteen on näin tuettava testaamista. On hyvä huomioida saman tyyppisten moduulien rajapinnat niin, että moduulien testaus pystyttäisiin suorittamaan nykyisillä testauspenkeillä. Jos moduuleihin tulee uusia komponentteja eikä nykyisien testipenkien käyttö ole mahdollista on moduuleiden testaukseen suunniteltava uusi koekäyttöpenkki tai tehtävä muutoksia vanhaan, jotta testaus voidaan toteuttaa. On myös varmistettava, että tuotteen testaus on riittävä ja alihankkijan menetelmät ovat ajan tasalla. Jokaiselle moduulille on luotuna testauspenkki lukuun ottamatta hydraulilaatikkoa ja voitelulaitetta, joihin on testauspenkki suunnitteilla tällä hetkellä (01/2008).

Moduuleiden testaukseen tulee luoda koekäyttöohje ja pöytäkirja, joiden pohjalta koekäyttö suoritetaan alihankkijan toimesta tai omavalmisteisten moduuleiden kohdalla omassa valmistusyksikössä. Koekäyttöohjeiden ja –pöytäkirjojen tulee olla liitettynä moduulin nimikkeeseen, jotta voidaan varmistua siitä, että ostaja

huomioi moduulin testauksen mahdollisen toimittajan vaihtumisen myötä. Näin myös tiedetään, mitä moduulista testataan, ja voidaan informoida toimittajaa mahdollisista poikkeamista, jotka jo moduulin testauksessa olisi pitänyt tullut ilmi. Koekäytöstä täytetty dokumentti lähetetään Metso Minerals Oy:n laatuvaastavalle.

Moduuleissa voidaan myös testata komponentteja, joiden testaus ei ole mahdollista myöhemmässä tuotannon vaiheessa. Moduulitestauksessa otetaan huomioon moduulin sisältämät komponentit, joita on hankala tai mahdoton testata lopputuotteessa, esimerkiksi laakerit. Myös komponenttien jäljitettävyystieto on moduulitestauksessa kerättävä samaan dokumentaatioon.

Testaus suoritetaan samalla tavoin kuin jos moduuli olisi lopputuotteessa. Esimerkiksi käytetään hydraulikkakoneikkoa, jolla moduulia pyöritetään. Tällä simuloidaan moduulin pyörittämiseen sama paine kuin moduulin pyörittäminen vaatii lopputuotteessa. Alihankkijoilla tulisi ehdottomasti olla ymmärrys siitä kuinka kyseisen moduulin tulisi toimia lopputuotteessa. Näin alihankkija osaa toimia mahdollisen poikkeaman sattuessa.

Moduuleiden testaukseen tarvitaan määrittely, jonka perusteella moduuli testataan ja säädetään suunnittelun määrittelemiin arvoihin, jotka ovat hyväksymiskriteereiden puitteissa. Näin toimittaessa estetään viallisen tuotteen pääsy tuotantoon.

5.3 Integrointitestausta

Integrointitestauksessa eli linjakoonnan viimeisenä vaiheena suoritettavissa toiminnallisissa testeissä tarkistetaan, että toimivien moduuleiden rajapinnoissa ei ole virheitä. Tällä testauksella pyritään pääsääntöisesti testaamaan linjan työvaiheiden oikeellisuus ja karsimaan karkeat virheet tuotteesta. Testauksella

varmistetaan myös se, että tuote on käyntivalmis. Tarkastetaan toimilaitteiden toimivuus, pyörivätkö ne oikeaan suuntaan ja onko esimerkiksi hydrauliletkut asennettu oikein. Tarkistetaan myös onko tuotteessa suuria vuotoja, jotka ovat aiheutuneet löysästi kiristetyistä liitoksista ja inhimillisistä syistä, kuten liittimien kiristyksen unohduksesta.

Toiminnalliset testit eivät vaadi mitään erillisiä mittauslaitteita testauksen suorittamiseen, mutta testaukselle on määriteltävä selkeät testausohjeet, jotta tiedetään, mitä testataan ja miten tuotteen pitää toimia. Testauksesta täytetään koekäyttöpöytäkirjaan merkinnät toiminnallisten testien kohtaan suoritetusta toiminnosta.

Toiminnallisten testien jälkeen toimiva tuote voidaan siirtää tuotteen lopulliseen toiminnalliseen tarkastukseen eli tehdastarkastukseen, sekä toimittaa palaute tuotteen toiminnasta joko kokoonpanon aikaisempiin vaiheisiin tai mahdollisen poikkeaman ilmetessä moduulin valmistaneeseen yksikköön tai toimittajalle.

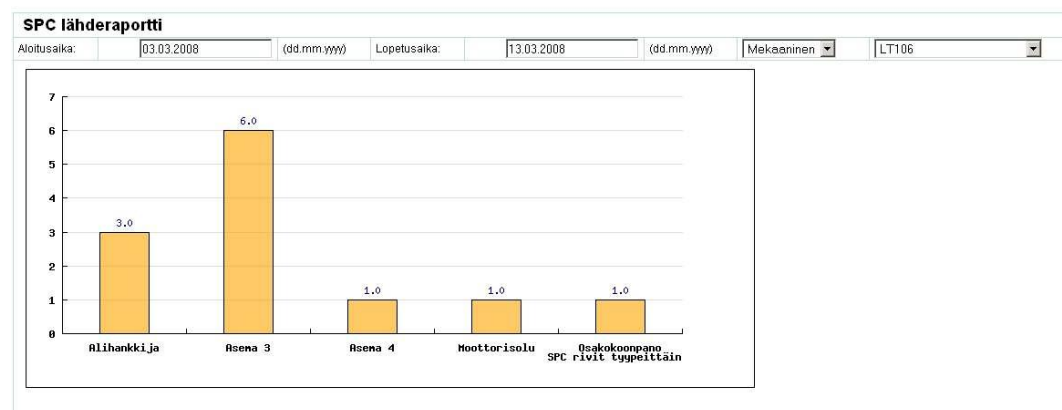
5.4 Tehdastarkastus

Tehdastarkastuksessa säädetään ne komponentit, joiden säätöä ei aikaisemmissa vaiheissa ole pystytty suorittamaan, ja jotka voidaan säätää vasta tuotteen ollessa kokonaisuutena. Esimerkiksi kuljettimien nopeudet, syöttimien nopeudet, murskaimen nopeus. Tehdastarkastuksessa MobiTEST -tiedonkeruulaitteistolla, ulkoisilta ja tuotteen omilta antureilta kerätään ja tallennetaan koneesta suunnittelun määrittelemät toiminnalliset arvot, jotka tarkastuksen yhteydessä on säädetty ja tarkistettu, kuten on myös tehty aikaisemmassa toimintamallissa paperiseen pöytäkirja versioon.

MobiTEST-järjestelmään on luotuna testisekvenssejä, jotka toimivat tehdastarkastuksen koekäyttöohjelmana. Testisekvensseihin on luotuna testi ja testikohtainen visuaalinen koekäyttöohje, jonka mukaan tarkastus suoritetaan. Tällä tavalla koekäyttäjä tekee yksiselitteisesti testin, jonka on valinnut suoritettavaksi.

Toimilaitteiden säädöille, nopeuksille ja painearvoille tulee määritellä hyväksymiskriteerit, toleranssit joiden arvojen sisään tuotteen ominaisuudet säädetään. MobiTESTin testisekvensseihin määritellään nämä rajat, jolloin testin suoritus onnistuu hyväksytysti vain näiden määriteltyjen rajojen sisässä. Näin taataan, että tuotteet ovat toisiinsa verrattuna samanlaisia, eivätkä saman tuotemallin toiminta-arvot poikkea toisistaan oleellisesti.

Tehdastarkastuksen aikana havaituista poikkeamista kirjoitetaan SPC-raportti. Poikkeamat tallennetaan suoraan koekäyttäjän käyttöjärjestelmän kautta tietokantaan, josta poikkeamat ovat reaaliaikaisesti todettavissa. Tämä nopeuttaa havaittujen poikkeamien tiedonkulkua, jolloin voidaan ryhtyä tarvittavissa toimenpiteisiin toistuvien vikojen ehkäisemiseksi. Poikkeamista voidaan myös tulostaa erilaisia raportteja MobiTEST-käyttöliittymässä (Kuva 6).



Kuva 6 SPC lähderaportti

Tehdastarkastus on suoritettu loppuun silloin kun koneen kaikki suunnittelun määrittelemät testit on suoritettu hyväksytysti suunnitellun mukaisesti ja haluttu data tallennettu dokumentaatioon.

6 Testaus automaattisella tiedonkeruujärjestelmällä

Automatisoitu tiedonkeruujärjestelmä on olennainen osa koekäytön uutta toimintamallia. Automatisointi standardoi ja vakioi testausvaiheessa käytettyä menetelmää, mikä vähentää laitteiden ominaisuuksien hajontaa ja parantaa siten laatua. Automatisoidulla järjestelmällä estetään inhimillisten erheiden tapahtuminen sekä varmistetaan, että toimilaitteiden säädetyt paine-arvot ja liikenopeudet ovat annettujen toleranssien sisällä. Tiedonkeruujärjestelmään on sisällytetty toimilaitteiden ja hydraulipiirien arvojen todentaminen, sekä dynaaminen raportointi toteutuneista arvoista ja koekäyttövaiheen ohjaaminen.

Ennen automatisoitua tiedonkeruujärjestelmää koekäyttäjät tarvitsi useampaa dokumenttia koekäytön suoritukseen, muun muassa koekäyttöohjeet, koekäyttöpöytäkirjan ja hydraulikaavion. Automatisoidussa tiedonkeruujärjestelmässä löytyvät kaikki tarpeelliset dokumentit testisekvensseistä. Testisekvensseissä ovat kohdekohtainen testi, testikohtainen koekäyttöohje ja hydraulikaavion tai muun ohjaavan dokumentin määrittelemät kohteen toiminta-arvot toleranssirajoineen, sekä kriittiset vaatimukset, esimerkiksi hydraulioöljyn lämpötila, joiden täytyy toteutua ennen testin hyväksytysti toteutumista.

6.1 MobiTEST-laitteiston kokoonpano ja ohjelmisto

MobiTEST järjestelmän fyysinen olemus koostuu seuraavasta laitteistosta:

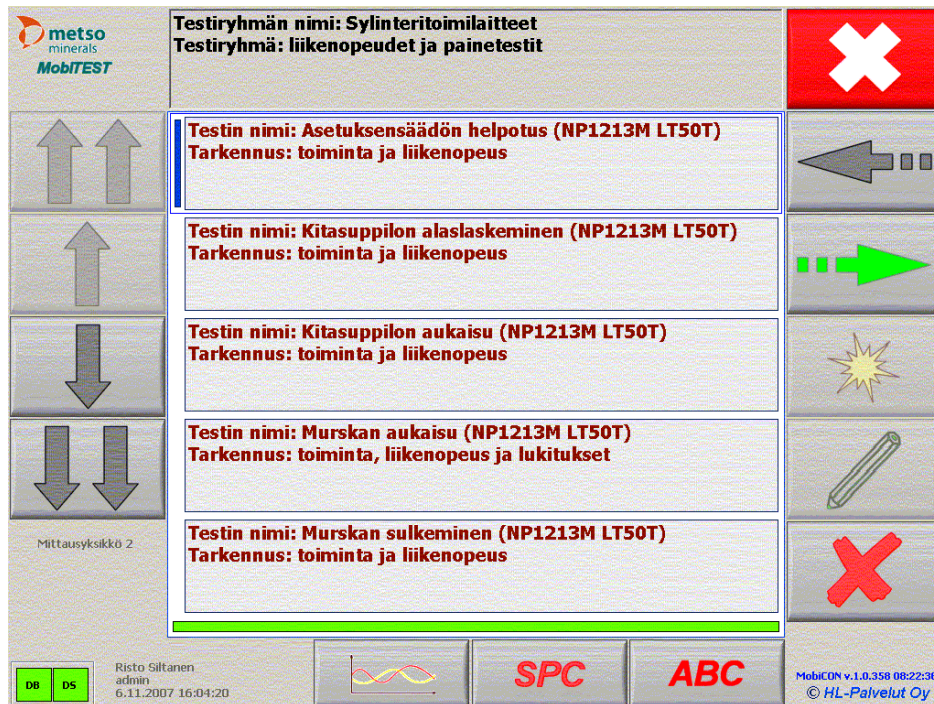
- tiedonkeruuyksikkö
- tukiasema
- työasema
- tietokanta
- Tablet PC
- Anturointi.

Tablet PC toimii koekäyttäjän työkaluna, jossa on MobiCON-käyttöjärjestelmä. Tablet PC on yhteydessä langattomasti tukiaseman välityksellä järjestelmän työasemaan ja tietokantaan.

Anturointi, jolla mitataan tuotteen arvoja, on liitettynä tiedonkeruuyksikköön, ja sitä kautta antureiden antama data tallennetaan järjestelmään. Antureita, joilla arvoja mitataan ovat erilaiset paine-, optiset-, pulssianturit ja induktiiviset lähestymiskytkimet, sekä termoelementit. Järjestelmässä voidaan käyttää myös muita antureita, jotka antavat virta-, jännite- tai pulssimuotoista mittauservoa.

MobiTEST-järjestelmä koostuu seuraavista ohjelmista:

- MobiACQ
- MobiCON
- MobiPDF
- MobiWIEW
- HTML-käyttöliittymä



Kuva 7 MobiCON-käyttöjärjestelmä

HTML-käyttöliittymää varten on palvelin. HTML-käyttöliittymästä hallinnoidaan testauksen tietokantaa.

7 Tuotteen siirto toimintamalliin

Koekäytön uusi toimintamalli on suunniteltu SpeedLine-tuotteille. Toimintamallin mukaisesti voidaan myös testata muita tuotannossa olevia tuotteita. Tällöin on varmistettava, että edellä läpi käytyt asiat ovat kunnossa. On suunniteltava ja varmistettava tuotteen toimiva moduuleiden testaus. On lisättävä kokoonpanon viimeiseksi vaiheeksi tuotteen integrointitestausta eli toiminnalliset testit sekä luotava tuote tiedonkeruujärjestelmään. Tuotteen volyyymista riippuen on harkittava, onko tämä kustannuksiltaan järkevä vaihtoehto. Ovatko tuotteen

lopullisessa koekäytössä säästetty aika ja mahdolliset poikkeamista aiheutuneet kustannukset tasapainossa moduuleiden testauksesta aiheutuviin kustannuksiin?

Uutta tuotetta suunniteltaessa on mietittävä, halutaanko tuote tuottaa koekäytön uuden toimintamallin mukaisesti. Tällöin jo tuotteen protovaiheessa ryhdytään toteuttamaan toimintamallin mukaista käytäntöä. Suunnittelun on määriteltävä tuotteen testaus ja testauksen vaiheet. Proto-osasto tarkistaa tuotteen moduuleiden testauksen toimivuuden sekä sovittaa tiedonkeruujärjestelmän tuotteeseen. Kun nämä on tehty, tuote on valmis tuotantoon eikä muutoksia tuotantovaiheessa tarvitse enää tehdä. Tuotannon toimeksi jää tuotteen testauksen ylläpitäminen.

Tuotemallin LT106 siirto koekäytön uuteen toimintamalliin toteutettiin jo tuotteen nollasarjan aikana, jolloin todettiin toimintamalliin siirron olevan tässä vaiheessa mahdollista.

Uuteen koekäyttömalliin siirtymisen aikana käytiin läpi seuraavat asiat tuotteen nollasarjassa:

- moduulitestauksen pöytäkirjojen ja ohjeiden tarkastus ja korjaus
- koekäyttöpöytäkirjojen ja -ohjeiden tarkastus ja korjaus
- hydraulikaavion tarkastus ja korjaus.

Näiden jälkeen tuotteen nollasarjassa tehtiin seuraavat asiat, jotka liittyvät automatisoituun testaukseen:

- mitattavien suureiden selvitys ja mittauskanavien suunnittelu
- tarvittavien antureiden läpikäynti ja tarvittavien lisäantureiden tilaus
- antureiden sovitukset ja kiinnitysten päivittäminen
- testisekvenssien luonti

- testisekvenssien toimivuuden varmistus tuotteen testauksessa.

Tuotteen vakiotuotantoon siirron jälkeen on testisekvenssejä ylläpidetty ja päivitetty aina kun tuotteeseen on tullut koekäyttöön vaikuttavia muutoksia.

Tuotteen testausjärjestelmää tulee päivittää aina kun tehdään päivityksiä tuotteen testaussuunnitelmaan. Koekäyttöohjeeseen ja –pöytäkirjaan muutoksia tehtäessä on muutokset myös tehtävä MobiTEST-järjestelmään ja huolehdittava siitä, että järjestelmä on aina ajan tasalla.

8 Lähteet

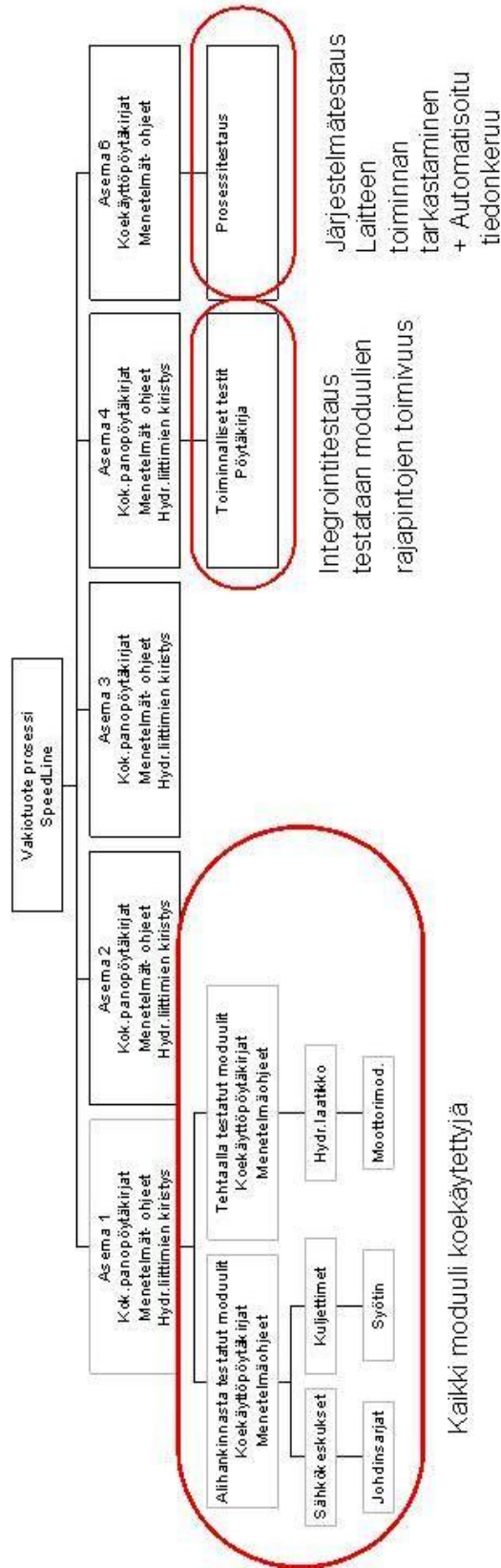
Sähköiset lähteet:

- 1 Metso konserni Intranet. Metso lyhyesti. [WWW] [Viitattu 11/2007].
[http://intra.metso.com/corporate/home_fin.nsf/FR?ReadForm].
- 2 MMTRE Tuotannonkehitys tietokanta [Viitattu 11/2007].
- 3 MMTRE Laatujärjestelmä ja toimintajärjestelmä [Viitattu 11/2007]

Painetut lähteet:

- 4 Mäkipää Janne, Linjakokoonpanossa valmistettavien tuotteiden koekäytön kehittäminen, Diplomityö, TTY, Automaatiotekniikan koulutusohjelma, Tampere 2006
- 5 Tommila, T. Laatu automaatiassa, Helsinki 2001, Suomen Automaatioseura ry
- 6 Haikala, Märijärvi, Ohjelmisto tuotanto, 8. painos, Talentum Media Oy, 2002
- 7 Aaltonen, Torvinen, Konepaja-automaatio, WSOY, Porvoo 1997
- 8 Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen, Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY, Porvoo 1997


Kone- ja tuotantotekniikka, Modernit tuotantojärjestelmät
Risto Siltanen



- Kaikilla asemilla:
Kokoonpanopöytäkirjat
Menetelmäohjeet
Hydrauliittimien kiristysohjeet

Kone- ja tuotantotekniikka, Modernit tuotantojärjestelmät

Risto Silta

Koekäyttöpäivämäärä / Test run Date: 07.02.2008 15:06:55,38		Tyyppi ja sarjnumero / Type and serial number: LT1213_50T, 474327	
Rotation actuators			
magnetic separator belt speed			
- mg separator belt speed		1.76 m/s	
Crusher speed I			
- Crusher rotation speed		480.00	
Crusher speed II			
- Crusher rotation speed		0.00	
Crusher speed III			
- Crusher rotation speed		629.40	
side conveyor belt speed			
- Side conveyor belt speed		1.78 m/s	
Feeder speed max.			
- Feeder speed		992.94 Hz	
Feeder speed max TK11-22			
- Feeder speed TK11-20-2V		1139.30 rpm	
feeder speed min. TK11-22			
- Feeder speed TK11-20-2V		647.00 rpm	
conveyor rotation speed			
- Main conveyor belt speed		1.82 m/s	
Vibrating chute speed			
- vibrating chute speed		869.76 Hz	
Sylinder actuators			
side conveyor to drive position			
Track drive			
track speed, slow			
Track speed, fast			
- Left track speed forward		0.55 m/s	
- Right track speed forward		0.63 m/s	
- Left track speed backward		0.50 m/s	
- Right track speed backward		0.54 m/s	
Track speed			
- Left track speed forward		0.28 m/s	
- Right track speed forward		0.39 m/s	
- Left track speed backward		0.28 m/s	
- Right track speed backward		0.35 m/s	
	Revised by	Revised Approved by	Date of revision
	Prepared by	Approved by	Date of issue
		02.04.2008	Page 1/1
Tehdas tarkastus todistus – Factory Test Drive Certificate			