

# **Konepajan työkalunhallinta- järjestelmän kehittäminen**

Timo Jääskeläinen

Opinnäytetyö

Elokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Jääskeläinen, Timo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä elokuu 2017
	Sivumäärä 27	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Konepajan työkalunhallintajärjestelmän kehittäminen</b> Mahdollinen alanimi		
Tutkinto-ohjelma kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Kivistö, Miikka Parviainen		
Toimeksiantaja(t) Moventas Gears Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tilaajana oli jyvaskyläläinen tuulivoimalavaihteiden valmistaja Moventas Gears Oy. Työn tilaajalla ei ollut käytössään kunnollista käsin käytettävien työkalujen hallintajärjestelmää. Niinpä tilaaja halusi käyttöönsä järjestelmän, jonka voisi integroida yrityksen muihin tietojärjestelmiin. Näin asiakasvaatimus joidenkin kriittisten työkalujen seurattavuudesta saataisiin toteutettua. Samalla tavoiteltiin parempaa työkalujen sijainnin seurattavuutta.</p> <p>Työ toteutettiin hakemalla ensin tietoa olemassa olevista järjestelmistä tiedonhaulla internetistä, vierailemalla työkonevuokraamoissa ja keskustelemalla asiakasyrityksen edustajien kanssa. Saatujen tulosten avulla muodostettiin käsitys ideaalista, asiakasyritykselle soveltuvasta työkalunhallintajärjestelmästä, jota alettiin suunnitella ja toteuttaa. Työn aikana asiakasyrityksen asiantuntijat antoivat korvaamatonta apua mm. tietotekniikassa, sillä järjestelmän integrointi yrityksen käyttämään tuotannonhallintaohjelmaan vaati melko syvällistä tietojärjestelmien osaamista.</p> <p>Kun työkalunhallintajärjestelmän rakenne oli selvillä ja testityökalut oli kirjattu järjestelmään, suoritettiin kenttätestausta. Testausta ei kuitenkaan päästy täysin tekemään. Tämä johtui mm. 0-sarjan aikataulujen muuttumisesta. Testeistä kävi kuitenkin ilmi järjestelmän toimivuus.</p> <p>Kokonaisuudessaan työn painopiste muuttui prosessin aikana hieman. Työkalunhallintajärjestelmästä ei tullut täysin valmista järjestelmään kirjattuine työkaluineen, mutta sähköisesti järjestelmä on valmis ja odottaa vain työkalujen syöttöä sekä työkalujen merkitsemistä. Työlle oli selkeä tilaus; työkalujen ollessa järjestelmässä kokonaisuus pysyy paremmin hallinnassa.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )		
Työkalunhallinta, kokoonpano, lean		
Muut tiedot		

Author(s) Jääskeläinen, Timo	Type of publication Bachelor's thesis	Date August 2017  Language of publication: Finnish
	Number of pages 27	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Developing of Tool Control System for a Machine Shop</b>		
Degree programme Degree Programme in Mechanical and Production Engineering		
Supervisor(s) Kivistö Hannu & Parviainen Miikka		
Assigned by Moventas Gears		
Abstract  <p>The main object of the thesis was to develop a hand tool control system for Moventas Gears. The tool control system had to interconnect with the ERP system which was already used in the company. This way it would be more effective and more usable. It would also offer a solution to a customer demand on the traceability of certain critical tools. With this new system it could be known with certainty which critical tools were used when assembling a certain gearbox.</p> <p>At first a review of other tool control systems was conducted. The review included reading some theses and conducting an internet search. Benchmarking and discussions with representatives of the assignor were also used. Based on this, the benchmarking companies were selected. These were construction tool rentals who knew all the time the exact location of each tool owned by the company.</p> <p>All information from these sources was gathered and a model of a perfect solution for Moventas was formed. When the idea was clear, a tool control system was build step by step.</p> <p>Testing was not as extensive as it should be, mainly because of slowing down in production. However, there were some significant indicators that prove system's capabilities.</p> <p>In conclusion, there is a demand for this kind of tool control system. When critical tools are in the system it is easier to control them and to know where they are and when they should be send to repair or calibrated.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  tool control, assembly, lean		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>Alkusanat</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Moventas Gears Oy</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Tuotantotekniikka ja toiminnan tehostaminen</b> .....	<b>4</b>
3.1 Työkalut ja niiden hallinta .....	5
3.2 Laatu .....	6
<b>4 Opinnäytetyön tarkoitus</b> .....	<b>8</b>
4.1 Parhaan työkalunhallintajärjestelmän etsiminen .....	8
4.2 Parhaan merkitsemistavan etsiminen.....	10
4.3 Hallintajärjestelmään liitettävät työkalut .....	10
<b>5 Kehittämistyön toteutus ja tulokset</b> .....	<b>11</b>
5.1 Benchmarking.....	11
5.2 Keskustelut ja selvitykset Moventaksella.....	13
5.3 Työkalunhallintajärjestelmän suunnittelemineen .....	14
5.4 Suunnitellun työkalunhallintajärjestelmän testaus .....	16
5.5 Työkalujen paikannus ulkomaan huoltokeikoilla .....	18
5.6 Suunnitelma Moventakselle sopivasta työkalunhallintajärjestelmästä ...	20
<b>6 Opinnäytetyön laadun varmennus ja luotettavuus</b> .....	<b>20</b>
<b>7 Johtopäätökset ja pohdinta</b> .....	<b>21</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>23</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>24</b>

## Kuviot

Kuvio 1. Testi-Leanin lomakkeita .....	14
Kuvio 2. Hahmotelma työkalunhallintajärjestelmän vuorovaikutuksista.....	15
Kuvio 3. Tärykynällä yksilöity työkalu (vetotunkki).....	17
Kuvio 4. Työkalujen matka Ruotsiin ja takaisin .....	19

## Alkusanat

Tämän opinnäytetyön aiheena on käsin käytettävien työkalujen hallintajärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajaa, ohjausryhmää sekä yrityksen Lean-vastaavaa, joilta saatu asiantunteva apu oli sekä suunnittelu- että testausvaiheessa korvaamatonta.

## 1 Johdanto

Työkalut, ovat ne sitten abstrakteja tai konkreettisia, ovat yksi modernin teollisuuden peruspilareista. Työkalut helpottavat työntekoa ja mahdollistavat paremman tuottavuuden.

Kun konepajaympäristössä puhutaan työkaluista ja niiden hallinnasta, monesti tarkoitetaan lastuavan työstön työkaluja: teriä, teräpaloja ja pitimiä. Tästä johtuen käsillä käytettävien työkalujen hallinnasta ei juuri löytynyt kirjallisuutta suomeksi. Opinnäytetöitä löytyi joitakin.

Varsinkin kokoonpanossa käsillä käytettäviä työkaluja on usein runsaasti. Osa on ns. bulkkitavaraa, kuten lenkkiavaimet, hylsyt ja ruuvimeisselit. Tehtaasta, tuotteesta ja sen kokoonpanosta riippuen seassa voi olla kalliitakin erikoistyökaluja.

Moventas Gears Oy:ssa, johon opinnäytetyöni tein, oli esillä uuden tuotteen kokoonpanolinjan perustaminen. Kun työkalujen hankintahinta ylittää 100 000 euroa, herää ajatus, kuinka mahdollistaa mahdollisimman hyvä tuottavuus hankinnalle. Lisäksi yrityksen asiakas vaatii kokoonpanossa käytetyiltä työkaluilta jäjitettävyyttä. Näiden seikkojen takia lähdettiin rakentamaan työkalunhallintajärjestelmää Moventakselle.

Työkalunhallintajärjestelmä on järjestelmä, jonka avulla vähimmillään vain pidetään kirjaa yrityksen omistamista työkaluista. Tällöin se on siis kalustoluettelo.

Nykypäivänä se on käytännössä aina sähköinen. Järjestelmää pidetään yllä, eli sinne kirjataan yritykseen hankitut työkalut ja sieltä poistuneet työkalut. Yleensä tähän työhön on osoitettu tietty määrä tietyn työntekijän työaika. Jotta järjestelmästä saisi todellisen hyödyn irti, sitä kannattaa monipuolistaa kalustoluettelosta hallintajärjestelmäksi, joka kertoo, missä mikin järjestelmään kirjattu työkalu on.

Maailmalla on jo herätty huomaamaan myös käsillä käytettävien työkalujen hallinnan ja seurannan merkitys. Tämän voi päätellä suurten työkalunvalmistajien panostuksista työkalunhallintajärjestelmiin. Esimerkiksi Würth, Hilti ja Milwaukee kukin tahollaan markkinoivat omia työkalunhallintajärjestelmiään. Työkalujen hinnat ovat laskeneet, mutta silti on kustannustehokasta tietää työkalujen sijainti, käyttöaste ja ikä. Vaikka työkalu olisi edullinen, mutta jos se on väärässä kohteessa silloin kun sitä tarvittaisiin toisaalla, ylimääräisiä kustannuksia syntyy. Tällöin työkalua on lähdettävä noutamaan ja pahimmassa tapauksessa on ostettava uusi, koska työvaihe pitää saada aikataulussa pysymisen takia tehdyksi sille varattuna aikana. Hyvin ylläpidetty työkalunhallintajärjestelmä auttaa paikantamaan työkalut sekä mahdollistaa työkalujen suunnitelmallisen uusimisen, kun tiedetään kunkin työkalun laskennallinen käyttöikä. Työkalujen käyttöikä ja käyttöaste on saatava mahdollisimman korkeiksi, jotta niihin investoitu pääoma tuottaisi mahdollisimman hyvin.

## **2 Moventas Gears Oy**

Moventas valmistaa ja huoltaa tuulivoimaloiden vaihteita. Vaihde sijaitsee tuulivoimalan tornin huipulla sijaitsevassa kotelossa, nasellissa. Tarkemmin se on lapojen kiinnitys akselin ja sähköenergiaa tuottavan generaattorin välissä. Vaihteen avulla tuulivoimalan lapojen suhteellisen hidan pyörimisnopeus muutetaan nopeammaksi pyörimisnopeudeksi. Nopea pyörimisnopeus soveltuu sähköä tuottavalle generaattorille paremmin. Lavat pyörivät 10-15 kierrosta minuutissa ja generaattorin pyörintänopeus on yleensä noin 1500 kierrosta minuutissa. Vaihdelaatikon paino vaihtelee muutamista sadoista kilosta kymmeneen tonneihin, ja sen tehonvälityskyky vaihtelee sadoista kilowateista megawatteihin.

### **Yleistietoa Moventaksesta**

Moventas on yksi suurimmista tuuliturbiinivaihteiden valmistajista. Se toimii maailmanlaajuisesti myyden ja huoltaen tuulivoimaloiden vaihteita, joita on Suomessa valmistettu vuodesta 1980 lähtien. Yritys tarjoaa vaihteisiin versta- ja kenttähuoltoja sekä CMaS-etävalvontaa. Huoltotoimintaa tehdään myös kilpailijoiden vaihteille. Moventas on suomalainen yhtiö ja sen kotipaikka on

Jyväskylä. Se työllistää seitsemässä maassa noin 500 henkilöä, joista kotimaassa noin 320. Moventaksella on Suomessa kolme tuotantolaitosta, kaksi Jyväskylässä ja yksi Karkkilassa. Lisäksi huolto- tai kokoonpanotoimintaa on Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Australiassa. Moventaksen omistaja on teollisuusryhmä Clyde Blowers. Vuonna 2016 Moventaksen liikevaihto oli noin 105 miljoonaa euroa. (Kauppalehti 2017.)

Opinnäytetyö tehtiin Jyväskylän Ikolan tehtaalla, jossa on kokoonpanon lisäksi purkuhalli, karkaisimo ja sisäosien valmistus. Ikolan tehdas on yksi moderneimmista tuuliturbiinivaihdetehtaista maailmassa. (Moventas yritysesittely 2014.)

### **Lähtötilanne työkalujen hallinnassa**

Moventaksen Jyväskylän tehtailla kokoonpanossa on tähän mennessä seurattu joitakin työkaluja Excelin avulla lähinnä kerran vuodessa tarkistamalla, löytyykö kyseessä oleva tuote tehtaalta ja kalibroimalla se tarvittaessa. Laajamittaisempi työkalujen seuranta siis puuttui. Jyväskylän tehtailla kokoonpanon työkaluista on kokoonpanon esimiesten lisäksi vastuussa kaksi henkilöä. He lähettävät työkalut huoltoon ja tilaavat tarvittaessa uusia. Toiminta tapahtuu muun työn ohella. Myös kokoonpanon esimiehet tilaavat jonkin verran työkaluja. Mittalaitteiden seuranta on ollut ja on järjestelmällisempää; kaikki mittalaitteet ovat säännöllisen seurannan ja kalibroinnin piirissä.

## **3 Tuotantotekniikka ja toiminnan tehostaminen**

Valmistustekniikan valinta on tärkeässä roolissa yrityksen kannattavuuden kannalta. Valmistustekniikan valinta riippuu mm. valmistettavasta tuotteesta, käytettävissä olevista resursseista (mm. suunnittelu, taloudelliset resurssit, materiaalit, aika, työntekijä ja konekanta), lainsäädännöstä ja asiakkaista. Yleensä tuote kannattaa saada valmiiksi niin lyhyessä ajassa ja niin vähillä resursseilla kuin mahdollista, laadun kuitenkin kärsimättä. Näin tuotteesta saadaan paras mahdollinen kate. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen, 1997).

### 3.1 Työkalut ja niiden hallinta

Tuotantoajan lyhentäminen on merkittävä tapa parantaa yrityksen katetta, joten varsinkin sarjatuotannossa siihen kannattaa kiinnittää huomiota. Yksi tapa lyhentää tuotantoaikaa on analysoida, onko tuotannossa käytössä tuotteen nopean valmistumisen kannalta optimaaliset työkalut ja -menetelmät.

Analyysi lähtee liikkeelle työvaiheiden kartoituksella. Työvaiheista kartoitetaan niin sanotut pullonkaulat, joiden selvittäminen nopeuttaa prosessia. Pullonkaulalla tarkoitetaan työvaihetta, joka sillä hetkellä hidastaa eniten prosessin kulkua. Kulloisenkin pullonkaulan selvittäminen aiheuttaa uuden pullonkaulan johonkin toiseen kohtaan prosessia. Pullonkaulavaihe pilkkotaan pienempiin osiin ja näitä osia analysoidaan kriittisesti. Analyysissa pohditaan, voisiko kunkin osan tehdä nopeammin tai toisella tavalla, jolloin pullonkaula poistuisi. Taloudelliset seikat rajaavat mahdollisuuksia pullonkaulojen vähentämiseen, sillä kokonaisyötyyn nähden liian kallista muutosta ei kannata tehdä.

Työkalujen kehittyminen antaa mahdollisuuden prosessin optimoimiseen ja voi näin mahdollistaa pullonkaulojen poiston. Työstökoneiden työstönopeudet ovat kasvaneet huomasti koneiden rakenteiden, teräpalojen, ohjelmistojen ja ohjauselektronikan kehittymisen myötä. Samoin akseleiden määrät työstökoneissa mahdollistavat uudenlaisia tapoja tehdä tuotteita joustavasti pienellä kiinnitysten määrällä. Työvaiheita ja kiinnityksiä jää pois, jolloin aikaa säästyy.

Käsin käytettävissä työkaluissa tapahtuu vastaavaa kehitystä. Verkkovirtakäyttöisistä työkaluista ollaan siirtymässä akkukäyttöisiin työkaluihin akkuteknologian innovaatioiden ansiosta. Työkalujen käyttöajat pitenevät ja akkujen latausajat lyhenevät. Käsiökalujen ergonomia paranee.

Työkaluihin liitetään toimintoja, jotka muutama vuosi sitten eivät olleet mahdollisia. Esimerkiksi erään tunnetun valmistajan akkukäyttöiseen työkaluun on liitetty bluetooth-moduli, joka mahdollistaa varastetun työkalun deaktivoimisen. Tämä on mahdollista, kun varastetuksi ilmoitettu laite tulee järjestelmässä olevan matkapuhelimen bluetooth-kantaman piiriin. Järjestelmä toimii kaikkialla maailmassa. Saman järjestelmän avulla voidaan matkapuhelimella nopeasti



ohjelmoida laitteisiin kuhunkin tilanteeseen sopiva vääntömomentti ja kierrosnopeus. Bluetooth-yhteyden lisäksi ohjauselektroniiikan kehitys mahdollistaa edellä kuvatun kaltaiset ominaisuudet työkaluihin. Samalla kun ominaisuudet monipuolistuvat, työkalujen hinnat kasvavat vain maltillisesti, jos ollenkaan. (Milwaukee One Key -opas 2017).

Tuotantolinjan käyttöasteen pitäminen korkeana tarkoittaa samalla työkaluihin kohdistuvaa suurta räsitystä. Oikeanlaiset, ehjät työkalut oikein käytettynä pienentävät valmistettavan tuotteen sekä itse työkalun rikkoutumisriskiä. Tämän takia on tärkeää tietää, minkälaisia työkaluja työn tekemiseen tarvitaan, sekä missä kunnossa ne ovat. Työkalunhallintajärjestelmä auttaa omalta osaltaan työkalujen kunnan seurannassa. Hallintajärjestelmän voi esimerkiksi ohjelmoida ilmoittamaan tietyin väliajoin tehtävistä kalibroinneista tai visuaalisista tarkastuksista joidenkin kriittisten työkalujen osalta.

### **Työkalujen merkintätapoja**

Työkalunhallintajärjestelmää varten työkalut on yksilöitävä, eli niihin on laitettava jonkinlainen selkeästi havaittava tunniste. Työkaluja voi merkitä monella tavalla. Merkintätapoja ovat mm. happotussilla merkitseminen, kaiverruskoneella merkitseminen, meistaaminen, viivakooditarran liimaaminen ja RFID-tunnisteen liittäminen tai upottaminen työkaluun. Jokin edellisten yhdistelmä on myös mahdollinen, esimerkiksi RFID-tunnisteellinen viivakooditarra. Lisäksi on mahdollista käyttää laitteeseen langalla kiinnitettävää riippuvaa merkkilappua, johon on kirjoitettu tai painettu oleelliset tiedot. Työkalun käytöstä ja käyttöympäristöstä riippuen paras merkintätapa vaihtelee. Myös merkinnän sisältö ja sen tietomäärä vaihtelee tarpeen mukaan.

## **3.2 Laatu**

Laatu on käsitteenä monitahoinen. Usein se on mielikuva, mutta laatua voidaan myös mitata erilaisilla mittareilla. Mittarit vaihtelevat yrityksestä toiseen. Sarjatuotannossa, jota Moventaksella tehdään paljon, mittarit liittyvät usein valmistettavan tuotteen mittaamiseen, esimerkiksi ovatko koneistetut ja kokoonpannut osat suunniteltujen mittojen ja toleranssien mukaiset. Mittauksia

voidaan ottaa otantana tai sitten kaikki työstetyt kappaleet mitataan. Jälkimmäinen on luonnollisesti kalliimpaa. Moventas mittaa tuotteitaan enemmän kuin esimerkiksi autoteollisuus.

Erilaiset laatujärjestelmät, kuten ISO-standardit, viestivät asiakkaille yrityksen halusta tuottaa korkeaa laatua. Moventas on sertifioinut laatutoimintansa ISO 9001 –standardin mukaisesti. Usein teollisuuden asiakkaat vaativat toimittajiltaan laatujärjestelmän noudattamista. (Moventas yritysesittely 2014).

Optimaalisen laadun tuottaminen on avainasemassa yrityksen tuloksen teossa. Liian heikko laatu rapauttaa yrityksen maineen ja liian hyvä laatu taas maksaa liikaa. Tasalaatuinen tuote on pitkän päälle yritykselle edullisin. Tähän päästään mm. noudattamalla tarkkaan tuotteelle yrityksen sisällä luotuja valmistusprosesseja. Valmistusprosesseihin määritellyt toleranssit eli vaihteluvälit esimerkiksi vaihdelaatikon akseleiden asennusvälyksissä auttavat työntekijöitä pysymään oikeassa laadussa. Piirustusten mukaisia komponentteja on helppoa ja nopeaa kokoonpanna hyvin toimiviksi kokonaisuuksiksi. Laadukkaiden tuotteiden kokoonpanossa ei tule yllätyksiä, jolloin läpimenoaika pysyy suunniteltuna ja toimitusvarmuus hyvänä. Myös standardiosien käyttäminen tuotteessa edesauttaa tasalaatuisuutta. Standardiosia ovat esimerkiksi pultit, mutterit ja O-renkaat.

Ammattiyhpeät työntekijät ovat avainasemassa tasaisen hyvän laadun tuottamisessa. He huomaavat omatoimisesti virheet tuotannossa, korjaavat ne mahdollisuuksien mukaan ja raportoivat niistä eteenpäin, jolloin toimihenkilöt ottavat ilmi tulleet seikat huomioon tuotannon ja tuotteiden kehittämisessä.

Moventas kehittää vaihteitaan kohti yhä korkeampaa momenttitiheyttä, eli yhä pienikokoisemmista ja -painoisista vaihteista on tarkoitus saada yhä suurempi teho. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi laadun on oltava tasaisen korkealuokkaista läpi koko tuotantoprosessin.

Tuotteen suunnittelu niin valmistusystävälliseksi kuin mahdollista edesauttaa kustannusten minimointia. Valmistusystävällisyys tarkoittaa esimerkiksi sujuvaa ja nopeaa kokoonpanoa ja tätä kautta lyhyttä läpimenoaikaa. Lyhyt läpimenoaika puolestaan merkitsee pientä keskeneräistä tuotantoa, jolloin tuotantoon sitoutunut pääoma pysyy mahdollisimman pienenä. (Lapinleimu ym., 1997.)

Tuotannonohjausjärjestelmä on osa korkean laadun tuottamista.

Tuotannonohjausjärjestelmä on tietokoneella käytettävä ohjelma, joka ohjaa monia yrityksen toimintoja kokonaisvaltaisesti. Sinne syötetään tietoa, jonka avulla nähdään yrityksen sen hetkinen tilanne, esimerkiksi varaston arvo, yrityksen taloudellinen tilanne ja keskeneräisen tuotannon määrä. Näiden kaikkien tietojen avulla tuotannonohjausjärjestelmä ohjaa valmistusprosessia ja lisää kannattavuutta olennaisesti. Parhaimmillaan se poistaa työn päällekkäisyyttä ja turhia odotusjaksoja.

## 4 Opinnäytetyön tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa työkalunhallintajärjestelmä Moventakselle. Sen asiakkaat vaativat tietyiltä vaihteiden kokoonpanossa käytetyiltä työkaluilta jäljitettävyyttä. Samoin työkomennuksille lähtevien asentajien työkalut haluttiin voida merkitä ja haluttiin seurata niiden palautumista takaisin tehtaalle. Kolmantena tavoitteena oli työkalujen määrästä ja sijainnista saatava tieto, jolloin kalliiden työkalujen resursointi helpottuisi. Tavoitteisiin pääsemiseksi asetettiin kysymykset, joihin vastaamalla asetetut tavoitteet pyrittiin saavuttamaan. Kysymykset olivat:

- 1 Millainen työkalunhallintajärjestelmä palvelee parhaiten Moventasta?
- 2 Mikä on Moventakselle paras työkalujen merkintätapa?
- 3 Mitä työkaluja hallintajärjestelmään kannattaa liittää?

Kolmessa seuraavassa alaluvussa käsitellään kysymysten aihepiirejä.

### 4.1 Parhaan työkalunhallintajärjestelmän etsiminen

On olemassa monenlaisia ja -tasoisia työkalunhallintajärjestelmiä. Nykyään kaikki vartenotettavat järjestelmät ovat jollain tavalla tietokonepohjaisia. Näitä järjestelmiä käytetään joko tietokoneella tai mobiilipäätteellä, esimerkiksi matkapuhelimella. Joitakin järjestelmiä voidaan käyttää sekä tietokoneella että mobiililla päätelaitteella. Valmiiden järjestelmien lisäksi jotkut yritykset räätälöivät itselleen parhaiten sopivan järjestelmän. Suuret työkalujen valmistajat (mm. Würth, Milwaukee ja Hilti) ovat tuoneet markkinoille omia sovelluksiaan ja pyrkivät näin

sitouttamaan asiakkaita itseensä, vaikka osaan järjestelmistä voikin liittää muiden valmistajien tekemiä työkaluja.

Pohjimmiltaan työkalunhallintajärjestelmää voi ajatella arastohallintajärjestelmänä. Näin ajateltuna järjestelmässä tulee olla normaalit varastohallintaominaisuudet, kuten esimerkiksi järjestelmään sisään kirjaus, lainaus, hävikki ja ulos kirjaus sekä inventointi ja monipuoliset raportointiominaisuudet. Työkalunhallintajärjestelmä sisältää varastohallintatyökalujen lisäksi myös tavat käsitellä hankintoja, kalibrointia ja työkalujen kunnossapitoa.

Työkalunhallintajärjestelmän tulee olla helppokäyttöinen ja looginen. Bonuksena toivottiin työkalunhallintajärjestelmän nivoutuvan jo yrityksen käytössä oleviin ohjausjärjestelmiin. Yrityksen nykyinen toiminnanohjausjärjestelmä on, kuten toiminnanohjausjärjestelmät yleensäkin, monimutkainen. Yhtenä vaihtoehtona monimutkaisuuden hallintaan mietittiin web-käyttöliittymää, jonka avulla saataisiin sekä helppokäyttöisyys että integraatio nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään toteutettua. Tätä ei kuitenkaan toteutettu, koska hallintajärjestelmän katsottiin olevan vain muutaman avainhenkilön käytössä, jotka muutenkin käyttävät paljon yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää ja hallitsevat sen käytön hyvin, vaikka se onkin monimutkainen. Nämä henkilöt pitävät huolen järjestelmän ajantasaisuudesta.

Työkalunhallintajärjestelmästä haluttiin perustoiminnon eli työkalujen luetteloinnin lisäksi enemmän hyötyä. Integrointi tuotannonohjausjärjestelmään avaisi mahdollisuuksia hyödyntää hallintajärjestelmään varastoitua tietoa tuotannon ohjaukseen, esimerkiksi osoittamalla työhön käytettävät työkalut suoraan tuotannonohjausjärjestelmässä. Samassa yhteydessä asiakkaan vaatima yksilöintitieto vaihteiden kokoonpanossa käytetyistä työkaluista täytettäisiin, kun kokoonpanija voisi kuitata tuotannonohjausjärjestelmään tietyssä vaihteen kokoonpanopisteessä käyttämänsä työkalun tunnisteiden. Näin työkalunhallintajärjestelmän kehittäminen palvelisi kokonaisuutta eikä jäisi omaksi yksinäiseksi saarekkeeksi, kuten uusien projektien kanssa helposti käy.

## 4.2 Parhaan merkitsemistavan etsiminen

Merkintätavan valintaan vaikuttavia tekijöitä on monia. Koska merkitseminen yksilöi työkalun, merkintä ei saa irrota tai kulua pois. Sen on pysyttävä helppolukuisena koko työkalun elinkaaren ajan. Merkitsemisen hinnan on oltava taloudellinen merkittävää työkalua kohden. Taloudellisuutta voi peilata esimerkiksi työkalulla tuotettavaan lisäarvoon, työkalun hankintahintaan, saatavuuteen ja käytössä olevien työkalujen kappalemäärään.

Olosuhteet Moventaksen tehtailla ovat suhteellisen puhtaat, mutta tietyt työkalut ovat kovalla kulutuksella. Usein kokoonpanopisteillä samoja työkaluja käytetään useissa eri työvaiheissa. Tämä merkitsee sitä, että työkaluja käsitellään ja käytetään paljon. Tästä taas seuraa luonnollisesti työkalujen sekä sisäisten että ulkoisten osien kuluminen. Merkinän olisi siis oltava todella kulutuksenkestävä, jottei se kuluisi pois kovan käytön seurauksena.

Mobiilissa käytössä suurimman hyödyn merkinnästä saisi sähköisellä tunnisteella, joka luettaisiin mobiililaitteella. Tunniste voisi olla viivakoodi tai RFID-tunniste. Tunnisteen skannaamalla saisi suuren määrän tietoa työkalun ostopäivästä alkaen. Hallintajärjestelmän piiriin tulevia työkaluja käytettäisiin kuitenkin pääasiassa tehtaan sisällä, joten sähköisten tunnisteiden sisältämien järjestelmien käyttö ei todennäköisesti toisi riittävästi lisäarvoa työkalujen hallintaan verrattuna esimerkiksi käsinkaiverrukseen.

Fyysisen merkitsemistavan lisäksi täytyi miettiä, mitä merkintäkoodissa voisi lukea. Samoin täytyi miettiä, olisiko merkintäkoodi uudelleen käytettävissä työkalun poistamisen jälkeen vai olisiko se kertakäyttöinen.

## 4.3 Hallintajärjestelmään liitettävät työkalut

Se, mitä työkaluja liitetään hallintajärjestelmään, riippuu yrityksen valitsemasta toimintavasta. Jotkut yritykset merkitsevät kaikki työkalunsa, syöttävät ne hallintajärjestelmään ja lainaavat niitä työn tekemistä varten työkaluvarastolta työntekijöilleen. Tällöin yritys tietää työkalujensa lukumäärän ja taloudellisen arvon todella tarkasti. (Pirainen, 2008, 4.)

Toinen ääripää on, ettei seuranta ole ollenkaan. Tällöin laitteiden fyysinen ja taloudellinen seuranta on haasteellista; työkaluihin liittyvien asioiden ollessa vain muistin varassa unohduksia ja väärinkäsityksiä tapahtuu todella helposti. Kun tarkkaa seuranta ei ole, joskus työkalut vain katoavat, eikä kukaan tiedä minne ja milloin ne katosivat. Kun näin tapahtuu, uudet työkalut on hankittava tarpeeseen mahdollisimman pian, ilman mahdollisuutta suunnitelmallisuuteen.

Välimuotona voidaan pitää tapaa, jossa seuranta ja kirjanpitoa suoritetaan vain tietyn hintarajan ylittävistä tai vaikeasti hankittavissa olevista työkaluista. Näin ollaan jollain tavalla selvillä yrityksen työkalujen tilanteesta.

Eräs amerikkalainen yritys laski, kuinka paljon se säästi, kun yrityksen työkalut liitettiin hallintajärjestelmän. Työkalujen käyttöaika ja kulloinenkin sijainti voitiin määrittää tarkasti, joten ne olivat mahdollisimman suuren osan ajasta tuottavassa työssä. Työkalujen käyttöikä nousi noin neljästä vuodesta jopa kuuteen vuoteen, koska niistä kulloinkin vastuussa olevat työntekijät kohtelivat niitä paremmin kuin ennen vastuullistamista. Säästöä tuli siis käyttöasteen ja -iän kasvamisesta.

Taloudellisessa mielessä se näkyy tuottavuuden kasvuna ja harventuneena työkalujen hankkimisvälinä. (Gemma, 2006). Hyvin samantyyppisillä argumenteilla eräs suuri työkalunvalmistaja markkinoi omaa työkalunhallintajärjestelmäänsä.

Moventakselle soveltuvaa toimintatapaa työkalujen liittämistä hallintajärjestelmään käsitellään seuraavassa pääluvussa.

## **5 Kehittämistyön toteutus ja tulokset**

Työkalunhallintajärjestelmän suunnitteleminen alkoi benchmarkingilla ja tiedonhauilla internetistä ja Theseuksesta, josta voidaan hakea opinnäytetöitä.

Tiedonhaku internetistä toteutettiin hakusanoilla sekä suomeksi että osin englanniksi ja Theseuksesta suomeksi. Myös keskustelut Moventaksen työntekijöiden ja työnjohdon kanssa olivat oleellisessa asemassa.

### **5.1 Benchmarking**

Benchmarking on kehittämistyökalu, jonka avulla voidaan oppia muilta yrityksiltä ja lainata parhaat käytännöt oman yrityksen käyttöön. Se tarkoittaa toimintatapojen ja

käytäntöjen vertailua eri organisaatioiden kesken. Usein benchmarkattava yritys valitaan kokonaan toiselta alalta kuin oma yritys. Ennen benchmarking-käyntiä valitaan verrattavat tavat ja käytännöt. Vierailun aikana tutustutaan kohdeyrityksen tapaan hoitaa asiat. Vierailun jälkeen mietitään, voidaanko vierailun aikana esille tulleita tapoja hyödyntää omassa yrityksessä. (Peuranen 2017.)

Benchmarking voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti: prosessikeskeinen, tuotekeskeinen ja strateginen benchmarking. Tässä työssä käytettiin prosessikeskeistä benchmarking-tapaa. Siinä vertaillaan toimintoja, menetelmiä ja talousprosesseja. Talousprosessit eivät olleet työn keskeisessä asemassa, joten ne jätettiin vertailematta.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa päätettiin vieraillla muutamassa yrityksessä, joiden ydinliiketoimintaan kuuluvat työkalut. Näissä yrityksissä on käytössä hallintaohjelma, jonka avulla hallitaan yrityksen työkaluja, niiden käyttöä tai vuokrausta. Näin benchmarkkauskohteiksi valikoituivat rakennuskonevuokraamot. Näissä yrityksissä on tiedettävä, missä mikin työkalu on ja milloin se palaa yritykseen. Jokaisessa kohteessa keskusteltiin vakiokysymysten lisäksi aiheesta yleisesti. Käynneistä kirjattiin muistiin kunkin vierailun pääkohdat.

Benchmarking-prosessi oli osin sisäinen ja osin toimintokeskeinen. Sisäinen benchmarking toteutettiin Ikolan hammaspyörävalmistuksen osastolla. Toimintokeskeisiksi benchmarking-yrityksiksi valittiin rakennuskonevuokraamot Cramo ja Ramirent.

Yritysvierailujen aikana huomattiin, ettei kohdeyritys saanut juurikaan vastavuoroisuushyötyä. Tämä johtunee siitä, että työkaluhallintajärjestelmää vasta luotiin Moventakselle, joten hyödyllisiä käytänteitä ei ollut mahdollisuutta edes esitellä.

Benchmarkauskierroksella kohdeyritysten edustajille esitettiin vakiokysymykset. Haastattelut olivat siis strukturoituja. Kysymykset ovat liitteessä 1. Liitteessä 2 on esimerkki kohdeyrityksen antamista vastauksista. Näiden kysymysten sekä niiden jälkeisen vapaamuotoisen keskustelun avulla pyrittiin saamaan kokonaiskuva kohdeyrityksen tavasta hallita työkaluja. Tämän jälkeen vastausaineistosta poimittiin Moventasta hyödyttävät osat, joiden avulla kehittämistä lähdettiin viemään

eteenpäin. Vastausaineistoista voitiin päätellä esimerkiksi räätälöidyn ohjelmiston olevan avainasemassa yrityksen työkalunhallinnan toimintojen hallitsemisessa.

## 5.2 Keskustelut ja selvitykset Moventaksella

Keskustelujen tarkoituksena oli mm. selvittää halutut työkalunhallintajärjestelmän ominaisuudet. Keskusteluja käytiin opinnäytetyön edetessä vapaamuotoisesti Moventaksen työntekijöiden ja esimiesten kanssa. Keskustelujen tuloksia verrattiin opinnäytetyön alussa annettuihin reunaehtoihin sekä benchmarking-kohteissa käydyistä keskusteluista saatuihin tietoihin.

Tässä opinnäytetyössä päätettiin keskittyä kalleimpien työkalujen liittämiseen hallintajärjestelmään. Päätös tehtiin opinnäytetyön ohjaajan ja tehtaan henkilökunnan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Tarpeen ilmetessä hallintajärjestelmään on helppo liittää myös muita työkaluja.

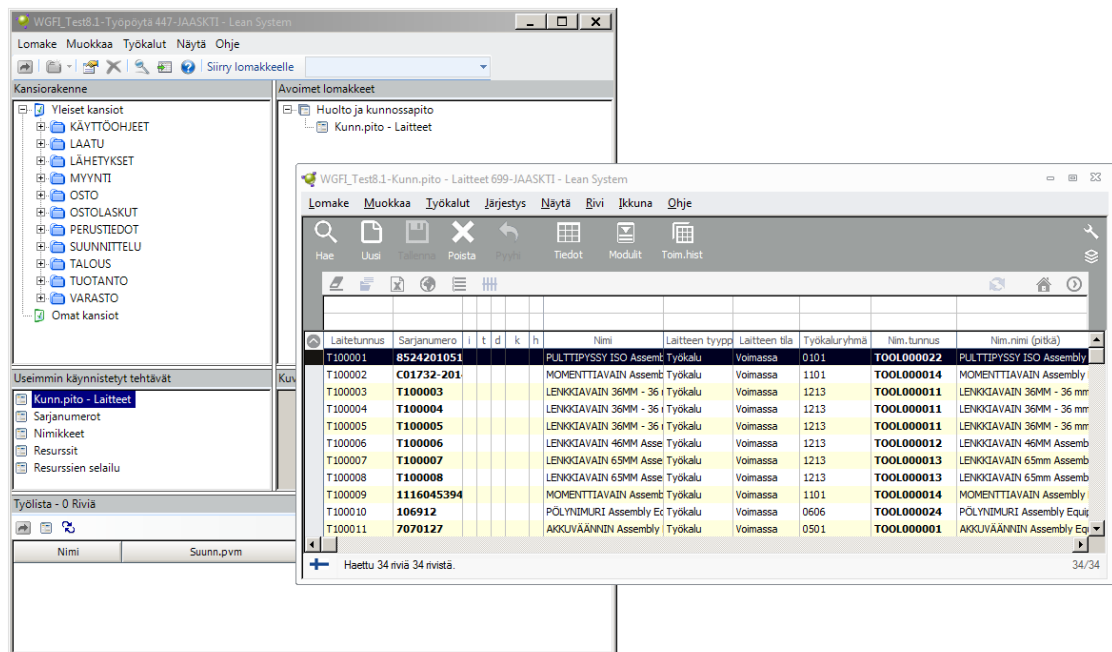
Laitteiden merkitsemistavaksi valittiin tärykynällä tehty juokseva numerointi, joka yksilöi laitteet. Merkitsemistapa on suhteellisen edullinen, yksinkertainen ja toimintavarma, mutta vaatii käyttönoton alussa suuren työmäärän, sillä merkittäviä laitteita on alussa kerralla melko paljon. Uusia laitteita hankittaessa merkitseminen ei vie enää yhtä paljon aikaa, sillä kerralla hankittavat määrät ovat pieniä.

Yrityksessä ei ole Excelin lisäksi ollut käytössä mitään muuta ohjelmistoa, jolla olisi seurattu työkaluja. Exceliin on listattu joitakin tärkeimmiksi koettuja työkaluja, joita on haluttu seurata vuosittain.

Yritys käyttää tuotannon ohjaukseen Roima Intelligence Inc:n kehittämää Lean System -ohjelmistoa. Niinpä oli luontevaa valita työkalunhallintajärjestelmäksi Leanin moduuli, varsinkin kun tarkoituksena on käyttää hallintajärjestelmää tuotannonhauksen kiinteänä osana. Valintaa tuki myös tutustuminen suurten toimijoiden olemassa oleviin järjestelmiin. Niihin tutustuttiin osin esitteistä ja videoista ja osin edustajan tekemällä vierailulla Moventaksella. Näiden järjestelmien ominaisuuksia verrattiin Moventaksen haluamiin ominaisuuksiin. Markkinoilla olevat järjestelmät vaikuttavat hyviltä ja laadukkailta, mutta koska räätälöintiä olisi joka tapauksessa tehtävä, päädyttiin jo edellä mainittuun ratkaisuun ottaa käyttöön Leanin moduuli.



Kuviossa 1 on näkymä yrityksen testi-Lean-järjestelmästä. Testi-Lean on Moventaksen käyttämän tuotannonohjausjärjestelmän testipaikka. Lean-tuotannonohjausjärjestelmä koostuu erilaisista moduleista, joita yritys ostaa käyttöönsä tarpeensa mukaan. Pääikkunasta valitaan lomake, jota halutaan käyttää. Joissakin toimenpiteissä tarvitaan useampaa lomaketta. Kuviossa on pääikkunan lisäksi auki lomake 699, Laitteet. Esimerkiksi nimikkeen kirjaaminen edellyttää ensin sarjanumeron luomista Sarjanumero-lomakkeella, minkä jälkeen nimike voidaan luoda Laitteet-lomakkeen Uusi-painikkeen takaa avautuvalla lomakkeella.

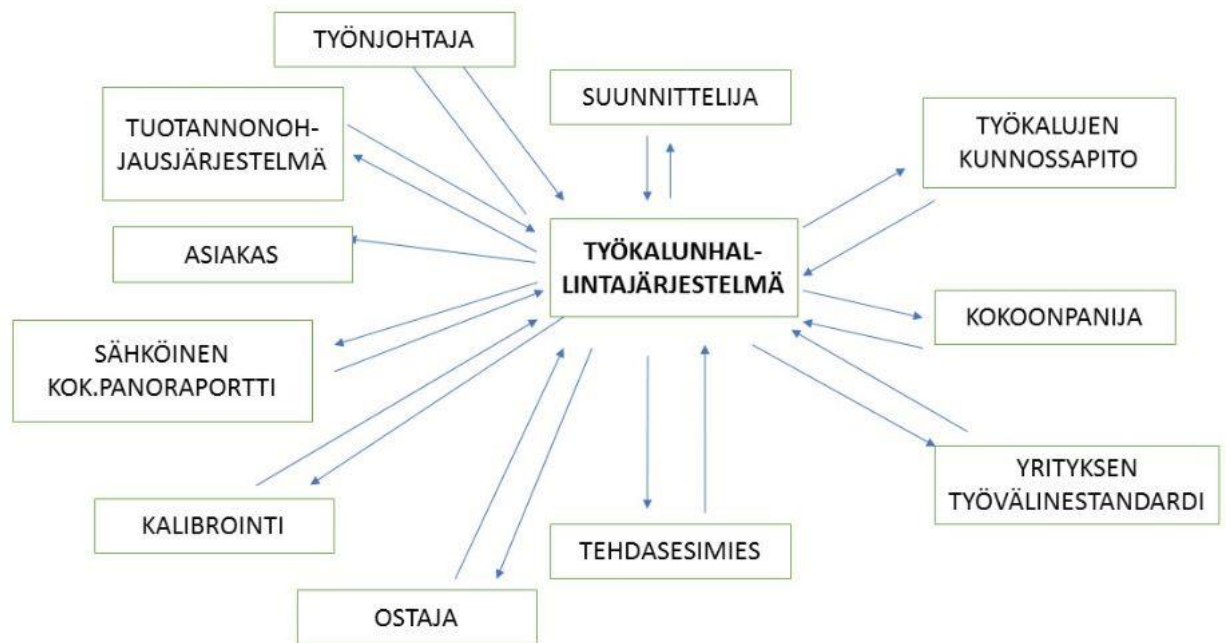


Kuvio 1. Testi-Leanin lomakkeita

### 5.3 Työkalunhallintajärjestelmän suunnitteleminen

Työkalunhallintajärjestelmän suunnittelulle ja toteukselle loivat pohjaa keskustelut Moventaksen henkilöstön kanssa. Näissä tapaamisissa käytiin läpi yksityiskohtia sekä laajempia kokonaisuuksia, kuten sitä, kuinka työkalunhallintajärjestelmä nivoutuu toiminnanohjausjärjestelmän osaksi.

Keskusteluista, benchmarking-kohteista ja tiedonhausta saatujen tietojen avulla hallintajärjestelmä alkoi hahmottua. Järjestelmän vuorovaikutusta kaavailtiin kuvion 2 mukaiseksi.



Kuvio 2. Hahmotelma työkalunhallintajärjestelmän vuorovaikutuksista

Työkalunhallintajärjestelmästä on yhteys moneen eri tekijään. Osa yhteyksistä on suoraan järjestelmästä toiseen, kuten työkalunhallintajärjestelmän ja sähköisen kokoonpanoraportin välillä, osassa toisena osapuolena on ihminen, esimerkiksi tehdasesimies, joka tarkkailee joidenkin kriittisten työkalujen sijaintia.

Kokonaisuutena haluttiin järjestelmä, joka olisi kiinteä osa jo olemassa olevaa tuotannonohjausjärjestelmää. Tästä johtuen selvitettiin Lean-tuotantojärjestelmän modulin todellinen soveltuvuus yrityksen haluamaan käyttöön. Riittävä soveltuvuus todettiin, joten valmisteluja päätettiin jatkaa.

Kun työkalunhallintajärjestelmä on osa tuotannonohjausjärjestelmää, monet asiat ovat helpompia kuin erillisiä järjestelmiä käytettäessä. Tiedonsiirto järjestelmän osien välillä on sujuvampaa eikä käyttäjien tarvitse opetella uutta järjestelmää. Samalla kun tuotantoa hallitaan, voidaan työlle osoittaa työkalut, joilla työ halutaan tehtävän. Uusien työkalujen tilaus on helpompaa, kun nimikkeet ovat jo valmiina olemassa järjestelmässä. Samoin nähdään helposti, missä vaiheessa tehty työkalutilaus on ja kuinka paljon työkaluja tilataan esimerkiksi vuositasolla. Työkalukuluja voidaan tarvittaessa osoittaa suoraan kustannuspaikoille yleiskuluihin osoittamisen sijaan. Etuja on siis monia. Toisaalta tuotannonohjausjärjestelmä on

aika raskas ja joskus monimutkainenkin, jolloin ketterä erillinen työkalunhallintajärjestelmä olisi joissain tapauksissa joustavampi. Tästä huolimatta yhden järjestelmän edut katsottiin kokonaisuuden kannalta suuremmiksi kuin haitat. Työkalunhallintajärjestelmä on tarkoitus ottaa osaksi tuotannon ohjausta, ei pelkästään luetteloksi työkaluista, joita tehtaassa on.

Järjestelmälle nimettiin tehdaskohtaiset pääkäyttäjät, jotka hallinnoivat ja ylläpitävät nimikkeitä järjestelmässä. Hallintajärjestelmän kenttien nimet, lukumäärä ja sisältö päätettiin. Määriteltiin tapa, jolla nimikkeet syötetään järjestelmään. Päätettiin, millä tasolla työkaluja kirjataan järjestelmään ja miltä kokoonpanolinjalta työkalunhallintajärjestelmän testaus aloitetaan. Samoin päätettiin merkitsemistapa, joka on merkkkaus tärykynällä. Tärykynällä työkaluihin kirjoitetaan tunnuksena kirjain- ja numeroyhdistelmä, joka koostuu kirjaimesta T sekä numerosta 1 ja näitä seuraavasta viisinumeroisesta juoksevasta numerosarjasta (T1XXXXX). Tunnuksia, jotka ovat kertakäyttöisiä, pitäisi aikanaan saada suoraan työkalunhallintajärjestelmästä. Toistaiseksi ne pitää syöttää käsin. Varmistettiin, että järjestelmästä saadaan tulostettua erilaisia seurantaraportteja, kuten laitteiden lukumäärä, huollossa olevat työkalut, määräaikaishuollon tarpeessa olevat työkalut, jne. Prosessit, jotka liittyvät työkalujen ostoihin, järjestelmään kirjaukseen ja järjestelmästä poistoon, seurailevat jo olemassa olevia vaihteiden valmistukseen liittyvien ostettavien nimikkeiden vastaavia prosesseja. Liitteessä 3 on esimerkki prosessin kulusta työkalun elinkaaren hallinnasta tehtaalla.

#### 5.4 Suunnitellun työkalunhallintajärjestelmän testaus

Työkalunhallintajärjestelmää testattiin pienimuotoisesti uuden tuotteen 0-sarjan kokoonpanolinjan työkaluilla. Linjan valitut työkalunimikkeet kirjattiin ensin Teamcenter-ohjelmistoon ja sieltä ne lähetettiin Lean-järjestelmään. Työkalut kirjattiin nimikkeiden mukaan järjestelmään. Tässä vaiheessa järjestelmään syötettiin työkalujen sarjanumerot, yksilöintinumerot ja muut halutut tiedot. Merkintä koostuu kirjain- ja numeroyhdistelmästä. Kuviossa 3 näkyy yksilöintinumerolla merkitty työkalu. 0-sarjan aikana kokoonpanopöytäkirjaan kirjattiin työkalut, joilla tietyt työvaiheet tehtiin.



Kuvio 3. Tärykynällä yksilöity työkalu (vetotunkki)

Tehtaan muuttuneista aikatauluista johtuen testausta ei päästy täysin hyödyntämään. Uusia tuotteita kokoonpantiin 0-sarjassa hitaammalla tahdilla kuin oli tarkoitus. Kokoonpanoa myös tehtiin kesälomista johtuen erilaisilla miehityksillä. Näin kokoonpanopisteille ei muodostunut selkeää ”omistajuutta”, ja työkaluja lainailtiin toisille pisteille estottomasti. Tulokset osoittivat siis joitakin huomiota vaativia kohtia, mutta kokonaisuudessaan pienen mittakaavan testi osoitti järjestelmästä tulleen toimivan ja halutunlaisen. Työkalut löytyvät hallintajärjestelmästä, ne ovat seurattavissa ja niitä voidaan osoittaa halutuille töille resursseiksi.

Service-puolen työkalut oli myös määrä merkata ja liittää työkalunhallintajärjestelmän piiriin. Työkaluille oli myös tarkoitus osoittaa lukittu säilytyspaikka. Säilytyspaikan sijaintia suunniteltiin Ikolan tehtaalle. Toisena mahdollisuutena oli Rautpohjan tehdas. Paikan suunnittelu viivästyi mm. Ikolan tehtaan laajennusosassa tapahtuneiden suunnittelumuutosten takia. Suunnitelluissa paikoissa nyt olevia toimintoja ei voitu siirtää pois, ennen kuin laajennusosa olisi valmis. Samoin viivästystä aiheutti järjestelmän yllättävän pitkä suunnittelu-aika. Näin servicen työkalujen merkkkaus ja järjestelmään kirjaus siirtyivät myöhempään ajankohtaan.

## 5.5 Työkalujen paikannus ulkomaan huoltokeikoilla

Samalla, kun työkalunhallintajärjestelmää kehitettiin, pilotoitiin pienimuotoisesti ulkomaan huoltokeikan työkalujen paikannusta. Erilaisista paikanninsovelluksista ja paikantimista etsittiin tietoa internetin kautta. Tiedonhaun jälkeen otettiin yhteyttä yhteisen toimijaan, joka kävi esittelemässä tuotteitaan ja antoi testilaitteen Moventaksen käyttöön.

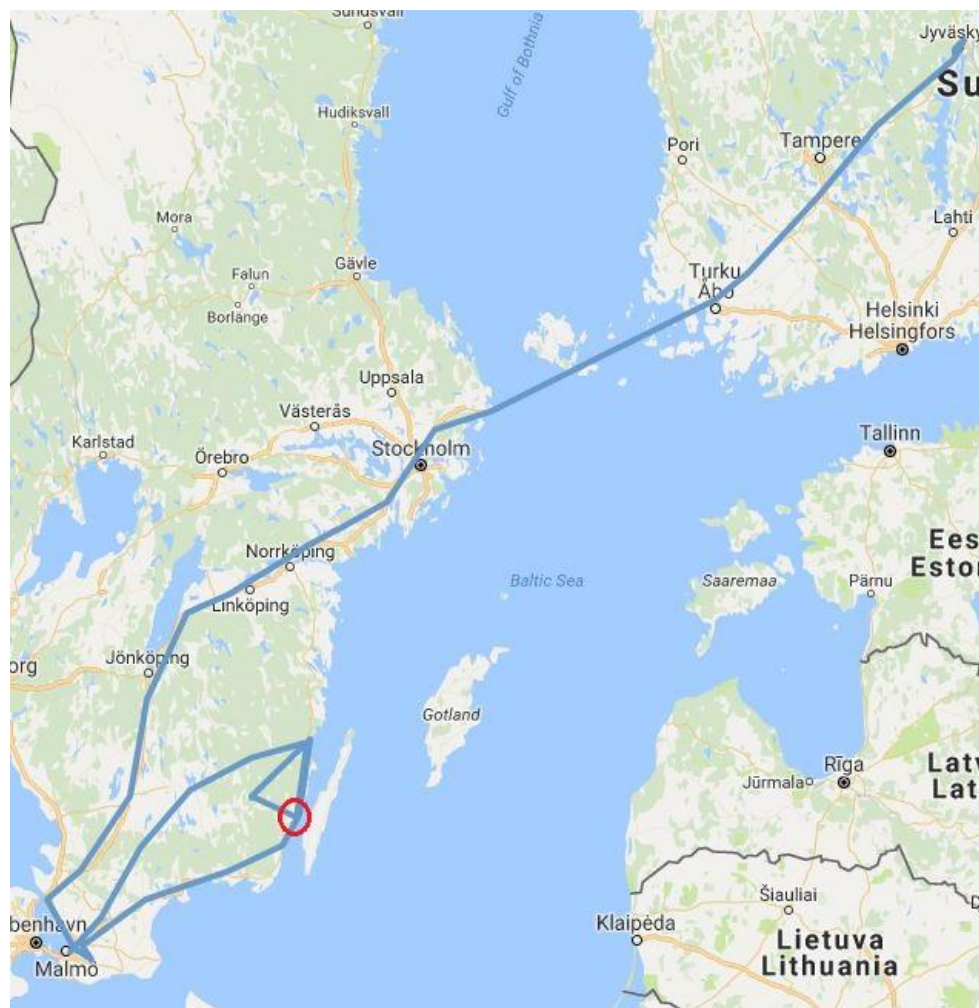
Testilaitteen paikanninteknologia perustuu GPS-osioon, joka paikantaa laitteen senhetkisen sijainnin ja nopeuden. Laite tallentaa tietoja käyttäjän ohjelmoiman aikataulun mukaisesti. Ennalta ohjelmoidun aikataulun mukaisesti laite lähettää keräämänsä tiedon GPRS-datana matkapuhelinverkon välityksellä palveluntarjoajan palvelimelle, josta laitteen käyttäjä voi internetselaimella tutkia haluamiaan asioita, esimerkiksi kuljettua reittiä, matkanopeutta, sijaintia ym. Palveluntarjoajan tarjoama ohjelmisto ja sovellukset ovat varsin laajat. Järjestelmään voidaan liittää tuhansia erilaisia paikantimia. Myös liityntä esimerkiksi ajoneuvon sisäisiin dataväyliin on mahdollista, jolloin voidaan esimerkiksi seurata moottorin kierrosnopeuksia, estää ajoneuvon luvaton käynnistys ja sammuttaa ajoneuvo kokonaan tietyllä alueella. Palvelussa on myös mahdollisuus lähettää sähköpostitse linkki, jonka avulla linkin vastaanottajan päätelaitteen internetselaimen kartalla nähdään paikantimen viimeksi ilmoittama sijainti.

Matkapuhelinverkon välityksellä tapahtuva paikannusdatan siirtäminen ei mahdollista paikantimien käyttöä lentokoneissa. Monet lentoliikennöintiyritykset yksiselitteisesti kieltävät päällä olevien matkapuhelimeen rinnastettavien laitteiden viemisen lentokoneiden rahtitilaan. Tätä voidaan kiertää ohjelmallisesti laittamalla paikannin offline-tilaan, jolloin se käyttää matkapuhelinverkkoa vasta tietyn ajan jälkeen. Varoajat on syytä laittaa huomattavan pitkiksi, jotteivät lentojen mahdolliset myöhästymiset aiheuta paikanninlaitteen matkapuhelinjärjestelmän käynnistymistä lentokoneen rahtitilassa.

Moventaksen työkalujen paikannuspilotoinnissa seurattiin työkalujen sijaintia Ruotsiin kohdistuvalla työkeikalla. Työkalut matkasivat rekalla ja laivalla etukäteen kohteeseen ja asentaja meni myöhemmin perässä. Kohteessa oli epäselvyyttä työkalujen sijainnista. Asentajalle lähetettiin paikantimen sijaintia ilmoittava linkki,

jonka avulla hän saattoi paikantaa, minkä rekan rahtitilassa työkalut oikein olivat. Näin säästettiin kaikkien osapuolten arvokasta työaikaa ja varsinaiset huoltotyöt pääsivät alkamaan.

Kuviosta 4 nähdään työkalujen tekemä reitti Jyväskylästä kohteeseen ja takaisin. Kohde sijaitsee Kalmarin kaupungin (rengastettu punaisella) läheisyydessä. Reitistä voi huomata, ettei se ollut aivan optimaalinen, ainakaan tämän paketin osalta. On toki huomioitava, että rekan kyydissä oli todennäköisesti muitakin Suomesta Ruotsiin meneviä paketteja, jolloin kuljetusyrityksen puolesta reitti oli todennäköisesti sille optimaalinen.



Kuvio 4. Työkalujen matka Ruotsiin ja takaisin

Jo yhden kohteen pilotointi antoi viitteitä työkalujen paikannuksen tarjoamista mahdollisuuksista. Ajansäästö työkalujen etsinnässä oli merkittävä verrattuna vanhaan tapaan, jossa tietoja etsitään huolintaliikkeiden rahtikirjojen avulla. Pilotin

perusteella päätettiin tilata paikannuslaitteita Moventaksen asentajien ulkomaan huoltokeikkojen käyttöön.

## 5.6 Suunnitelma Moventakselle sopivasta työkalunhallintajärjestelmästä

Moventakselle sopiva työkalunhallintajärjestelmä on suunnitellun ja pilotoidun järjestelmän kaltainen.

Työkalunhallintajärjestelmään liitetään työkalut, joita tarvitaan kierteiltään yli 16 mm olevien pulttilitosten tekoon ja avaukseen, erikoistyökalut, kalliit työkalut sekä erikoismittalaitteet, kuten ICM-mittalaitteet. Valittuihin laitteisiin ja työkaluihin merkitään tärykynällä tunnuskoodi. Laitteet ja työkalut syötetään hallintajärjestelmään. Järjestelmää ylläpidetään ja hallitaan tehtäviin nimettyjen henkilöiden toimesta. Tietyn työn tekemiseen voidaan osoittaa kirjattuja työkaluja suoraan tuotannonhjausjärjestelmästä. Järjestelmässä olevia työkaluja voidaan seurata tuotannonhjausjärjestelmän kautta.

## 6 Opinnäytetyön laadun varmennus ja luotettavuus

Opinnäytetyön edistymistä seurattiin noin kahden viikon välein seurantapalavereilla, joihin osallistui Moventaksen toimihenkilöitä. Palavereissa annettiin tarkempia suuntaviivoja, joiden mukaan työtä tehtiin. Näin oltiin varmoja työn soveltuvuudesta Moventakselle. Liitteessä 4 on esimerkki seurantapalaverin pöytäkirjasta. Kirjalliset lähteet ja keskustelut Moventaksen edustajien kanssa ohjasivat opinnäytetyön etenemistä.

Työkalunhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän yhdistäminen oli suuri projekti. Tämä aiheutti välillä sen, että oltiin tilanteessa, joka oli kaikille uusi, jolloin ratkaisu oli haettava osin kokeilemalla ja osin intuitiivisesti. Esimerkiksi oli ratkaistava, kuinka tuotannonhjausjärjestelmän näkemät työkalut eivät häiritsisi Moventaksen kirjanpitoa, vaan olisivat vain käytettävissä tuotannonhjausjärjestelmässä.

Opinnäytetyön laatu tulee esille ajan kuluessa, kun nähdään, kuinka hyvin työkalunhallintajärjestelmä ja tuotannonohjausjärjestelmä toimivat keskenään yhteistyössä ja palvelevat käytännön työskentelyä. Tällä hetkellä näyttää siltä, että järjestelmä tulee palvelemaan Moventasta suunnitellulla tavalla.

## **7 Johtopäätökset ja pohdinta**

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa työkalunhallintajärjestelmä Moventakselle. Opinnäytetyön edetessä ilmeni seikkoja, joiden perusteella työn painopistettä päätettiin muuttaa. Työkalunhallintajärjestelmän suunnittelun ja toteutuksen sijaan päätettiin keskittyä työkalunhallintajärjestelmän suunnitteluun ja osittaiseen toteutukseen. Osittainen toteutus tarkoittaa sitä, että järjestelmä tehtäisiin valmiiksi odottamaan työkalujen ja laitteiden kirjaamista. Pilottina kirjatut työkalut muodostaisivat pohjan, jolle rakennettaisiin myöhemmin lisää. Työkalujen merkitseminen ja järjestelmään kirjaus tehtäisiin eri projektina. Tulevaisuutta silmällä pitäen luotiin Word-dokumentteja, joissa kerrotaan, kuinka työkalut kirjataan järjestelmään.

Työn aikana vastaan tulivat muutosvastarinta ja yllättävät hidasteet, jotka pääasiassa johtuivat prosessissa mukana olleiden ihmisten tiukoista aikatauluista sekä järjestelmien yhteensovittamisen monimutkaisuudesta. Testausta ei saatu suoritettua halutussa laajuudessa. Tämä johtui muun muassa muuttuneista 0-sarjan toimitusaikatauluista.

Suurempi mittakaava saattaa tuoda esiin ongelmakohtia, jotka eivät näkyneet pienessä mittakaavassa. Varmaa on ainakin työkalujen hallintaan käytetyn ajan ja työmäärän lisääntyminen. Työmäärän lisäystä tulee ainakin seuraavista seikoista: uusien työkalujen kirjaaminen, kadonneiden ja näennäisesti kadonneiden työkalujen etsiminen, järjestelmän ylläpito, järjestelmän merkityksen kertominen työntekijöille sekä yhteistyöpalaverihin osallistuminen. Toisaalta hyvin ylläpidetystä järjestelmästä esimiesten on helppo katsoa, onko esimerkiksi endoskooppeja vapaana nopeasti ilmenneeseen tarpeeseen. Samoin nähdään, ovatko ulkomaan keikalle osoitetut työkalut jo palanneet tehtaalle.



Työkalunhallintajärjestelmän integrointi kiinteämmin tuotannonohjaukseen siirtää käytännön toiminnan vastuuta työntekijöiltä ylemmäs, esimiehille ja toimihenkilöille. Tämä edellyttää entistä toimivampaa vuoropuhelua työntekijöiden ja toimihenkilöiden välillä. Henkilöiden on myös omaksuttava uusia taitoja ja toimintatapoja. Esimerkiksi työkaluvastaavan on muistettava kirjata järjestelmään lähettäneensä työkalun huoltoon. Samoin huollon toimihenkilön on uutta ulkomaan työkeikkaa suunnitellessaan muistettava vaihtaa keikalle lähtevien työkalujen tila. Työkalujen palatessa tehtaalle niiden tilan muutokset on tehtävä jälleen.

Työkalunhallintajärjestelmä liittyy omalta osaltaan kokoonpanoraporttien sähköistämiseen. Järjestelmästä haetaan tietyt kokoonpanossa käytettävät työkalut ja ne kirjataan sähköiseen kokoonpanoraporttiin. Samaan kokoonpanoraporttiin kirjataan tietyt kokoonpanossa tehdyt mittaukset. Käsien kirjoitetuista kokoonpanoraporteista luopuminen samalla, kun otetaan käyttöön kokonaan uusi tuotantoon läheisesti liittyvä järjestelmä, on melko kunnianhimoinen projekti.

Työkalunhallintajärjestelmään liittyy haasteiden lisäksi myös mahdollisuuksia, kuten säästämismahdollisuus työkalujen hankinta- ja käyttökuluissa. Samoin työkalujen seurattavuus ja suunnitelmallisuus mahdollistuvat uuden järjestelmän myötä. Työkalujen etsintään kulutetun ajan pitäisi vähetä, jolloin työn tuottavuus ja tehokkuus kasvavat. Hävikin pitäisi pienentyä seurannan ansiosta.

Testausvaiheessa merkatut ja työkalunhallintajärjestelmään kirjatut työkalut muodostavat alun, josta on hyvä jatkaa eteenpäin.

## Lähteet

Gemma, L. 2006. How to Make a Tool Management System Work For You. Artikkele Contracting Business -sivulla. N.d. Viitattu 9.8.2017.

<http://www.contractingbusiness.com/service/how-make-tool-management-system-work-you>

Kauppalehden yrityshaku 2017. Artikkele Kauppalehden internet-sivuilla 24.9.2017. Viitattu 24.9.2017.

<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/moventas+gears+oy/20447264>

Lapinleimu, I. Kauppinen, V. Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät.

Moventas yritysesittely. 2014. Powerpoint-esitys. Moventas Gears Oy:n intranet. Viitattu 8.8.2017.

[http://intra.moventas.com/company/communications/Documents/Moventas\\_Basic\\_Suomi.pptx](http://intra.moventas.com/company/communications/Documents/Moventas_Basic_Suomi.pptx)

Moventas esite. N.d. Tiedote Moventaksen internetsivuilta. Viitattu 18.8.2017.

[https://www.moventas.com/wp-content/uploads/2017/06/Yleisötiedote\\_Moventas-Suomi.pdf](https://www.moventas.com/wp-content/uploads/2017/06/Yleisötiedote_Moventas-Suomi.pdf)

Peuranen, H. 2017. Benchmarking kehittämistyökaluna. Opetusmateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 18.8.2017. Optima-oppimisympäristö.

Piirainen, M. 2008. Työkaluhallinnan tutkimus- ja kehitystyö. Opinnäytetyö. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 18.8.2017. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003042746>

## **Liitteet**

Liite 1. Benchmarking-vierailujen aikana esitetyt kysymykset

### **Minkä niminen järjestelmä on?**

Yleiskuvaus järjestelmästä

Kuinka järjestelmä toimii

- käyttöliittymä
- kirjaus (laitteiden syöttö)
- lainaus
- palautus
- raportit
- hukka
- poistot
- vanhenemisilmoitus

### **Miten vuokrattavat laitteet on merkattu**

**Mikä järjestelmässä on hyvää**

**Ollaanko järjestelmään tyytyväisiä?**

**jos kyllä niin mihin erityisesti ollaan tyytyväisiä?**

**Jos ei niin miksi, mihin olisivat vaihtamassa?**

**Mitä kehitysehdotuksia on?**

**Millainen on valmistajan tuki ongelmatapauksissa?**

**Kauanko järjestelmä on ollut käytössä?**

**Millainen prosessi käyttöönotto oli?**

**Paljonko käyttöönotto maksoi?**

**Vuosittaiset käyttökulut?**

**Mikä oli tätä ennen järjestelmää?**

**Yleisiä huomioita**

## Liite 2. Esimerkki benchmark-kyselyn vastauksista

Käynti Cramolla 30.3.2017 klo 14.00.

Vuokraamoesimies Anne Forsman

Kysymyksiä:

### **Minkä niminen järjestelmä**

Rental

Yleiskuvaus järjestelmästä

Kuinka järjestelmä toimii

- käyttöliittymä
- kirjaus (laitteiden syöttö)
- lainaus
- palautus
- raportit
- hukka
- poistot

### **Miten vuokrattavat laitteet on merkattu**

Yksilönumero, random, kaksiväri muovilätkä

### **Mikä järjestelmässä on hyvää**

Perusohjelma, jolla tällä hetkellä toimitaan

### **Ollaanko järjestelmään tyytyväisiä**

**jos kyllä niin mihin erityisesti ollaan tyytyväisiä**

Tullaan toimeen

### **Mitä kehitysehdotuksia on**

Hakutoiminnot paremmiksi

Yhteensopivuus muiden ohjelmien kanssa: asennuspuolen laskutusjärjestelmä,

### **Millainen on valmistajan tuki ongelmatapauksissa**

Pilvipalvelu, tuki toimii

### **Kauanko järjestelmä on ollut käytössä**

6-7 vuotta

### **Millainen prosessi käyttöönotto oli**

Koulutukset kaikille, etäasennus koneille

### **Paljonko käyttöönotto maksoi**

Kulut jaetaan alueiden kesken

### **Vuosittaiset käyttökulut**

Jaetaan alueittain

### **Mikä oli tätä ennen järjestelmää**

Kovu, koko konserni vaihtoi

### **Yleisiä huomioita**

Loppukäyttäjä mukaan, tiskityöskentelyssä huomioon otettavat asiat

## Liite 3. Esimerkki työkalun elinkaaresta tehtaalla

## Prosessikaavio

- Työkalun tarpeen toteamisen jälkeen
  - Onko nimike Leanissa
    - On -> tilaus
    - Ei -> Nimikkeen luonti Teamcenterin kautta ja sieltä lähetys Leaniin -> Tilaus
  - Saapuneen työkalun kirjaaminen Leaniin ja sarjanumeron syöttö Leaniin
  - Saapuneen työkalun fyysinen merkintä
  - Työkalu tuotantoon
- Työkalun huoltoon lähetys ja vastaanotto
  - Kirjaus Leaniin ja huoltoon lähetys
  - Saapuneen, huolletun työkalun kirjaus Leaniin saapuneeksi
    - Työkalu tuotantoon/varastoon
- Tuhoutuneen/kadonneen työkalun poisto
  - Ko. laitteen tilan muuttaminen Leanissa Voimassa -> Ei voimassa

## Liite 4. Seurantapalaverin esimerkkimuistio

### Opinnäytetyön seurantapalaveri 24.3.17

Läsnä:

Paananen Jukka

Moilanen Henry

Pekkola Iiro

Jääskeläinen Timo

#### Palaverin sisältö

Aihe-ehdotus hyväksytetty koulutusvastaavalla

- Konepajan työkalunhallintajärjestelmän kehittäminen
- Tehdään Moventaksen opinnäytetyön sopimus koulun sopimuksen lisäksi
- Odotellaan ohjaavan opettajan yhteydenottoa opinnäytetyösopimuksen tekemiseksi

Benchmarking-kohteiden selvittely työn alla

- Rakennuskonevuokraamot ainakin, muut kohteet vielä mietinnässä
- Kysymyslista laadittu
- Viikon 13 alussa otetaan yhteyttä firmoihin

Opparin kirjoitusta aloiteltu

Puhuttiin kenttähuollon työkalujen GPS-seurannan käynnistämisestä, pilottipaikan katsominen alkuun.

Seuraava palaveri 31.3. NH Ruka