



# **TYÖKALUJEN HALLINTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN**

Henri Pylkkänen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

PYLKKÄNEN, HENRI: Työkalujen hallintajärjestelmän kehittäminen

Opinnäytetyö 49 s., liitteet 5 s.  
Huhtikuu 2012

---

Tiedonhallinnallisista ja käytännöllisistä syistä johtuen Metso Minerals Oy:n tavoitteena on modernisoida ja kehittää työkalujen hallintajärjestelmää murskainverstaalla Tampereella. Työn tekemiseen johtaneet syyt ovat nykyisen käytössä olevan työkalujen hallintajärjestelmän puutteet, joiden vuoksi varaston valvonta on hankalaa, varastotiedot ovat puutteellisia ja varastosaldot tuotannon kannalta tarpeettoman suuria.

Työssä tutkittiin nykytilanne tarkasti, selvitettiin työn kannalta olennaiset tavoitteet henkilöstölle, kerättiin tietoa yhtiön järjestelmistä ja työkalu- ja järjestelmätoimittajilta sekä työn edetessä myös muista yrityksistä ja henkilöstöä haastatteleamalla. Työssä huomioitiin eri järjestelmien ominaisuuksien lisäksi myös tilan tarve ja määritettiin investointikustannukset sekä arvioitiin investointien takaisinmaksuaikoja.

Työn laajuus asetettiin kehitysprojektin alkuvaiheessa projektisuunnitelman mukaisesti sisältämään ainoastaan teräpalavaraston ja työkalujen varaosien hallinnan kehittämisen. Projekti rajattiin päättymään käyttöönottosuunnitelman laatimiseen varaston suuren koon sekä aikataulutavoitteiden vuoksi. Työn valmistuttua projektia jatketaan järjestelmän käyttöönottamisella ja käytön laajentamisella tulevaisuudessa. Tutkiminen aloitettiin perehtymällä tuotannon ja työkaluhallinnan eri vaiheisiin ja muodostamalla kattava kokonaiskuva vallitsevista työskentelymenetelmistä.

Opinnäytetyössä on käsitelty pääasiallisesti työkaluhallintajärjestelmän toimintaan ja järjestelmän valintaan liittyviä asioita. Työn tuloksena valittiin tuotantotiloissa käyttöön otettava järjestelmä ja laadittiin käyttöönottosuunnitelma, joka sisältää aikataulun välitavoitteineen. Liitteissä on mainittu tarkempia yksityistietoja työssä saavutetuista tuloksista. Liiteaineisto on luottamuksellisia.

Järjestelmän toimivuus ja tuotantotiloihin soveltuvuus voidaan arvioida vasta pidemmällä aikajaksolla käyttöönottamisen ja käytön laajentamisen jälkeen. Käyttökokemusten perusteella voidaan käyttöliittymää muokata käyttäjille sopivaksi ja tunnuslukuja seuraamalla voidaan tarkkailla järjestelmän tuottamia kustannussäästöjä.

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Modern Production Systems

PYLKKÄNEN, HENRI: Development of Tool Management System

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 5 pages  
April 2012

---

The purpose of this thesis was to select a tool management system which serves the needs in Machining Workshop of Metso Minerals in the best possible way. Another purpose for this thesis was to create a plan for system implementation.

The project was commenced by gathering information from available tool management systems in the market and comparing different systems and hardware. Important part of the project was to determine sufficient storage size and ensure easy access for employees. Cost analysis was made and the length of payback period was estimated to support decision-making. After final decision a plan for system implementation was made to facilitate the system commissioning and training sequence.

This study was carried out as a project at Metso Minerals according to project plan. The information was collected from interviews, meetings, research, benchmarking, system brochures and sales personnel.

As a result one tool management solution was selected, but the actual benefits of the system can only be evaluated later after system implementation, usage and expansion. Appendices contain more specified information of the achieved results. Appendices are confidential.

---

Key words: tool management system, project plan, commissioning plan

## ALKUSANAT

Koulutuksen mukanaan tuomia valmiuksia työelämään siirtymistä varten arvioitaessa, huomionarvoiseksi nousee etenkin tietotaito ja kyky ymmärtää vallitsevia työmenetelmiä sekä pohtia kuinka niitä voidaan kehittää. Opinnäytetyötä tehdessäni tiedon hakeminen on ollut jatkuvaa ja uusia asioita on tullut vastaan jatkuvasti. Informaatiovirrasta oli kyettävä hyödyntämään olennaiset asiat ja sovellettava niitä omaan työskentelyyn.

Aiheena työvälineiden hallintajärjestelmä oli minulle osittain jo entuudestaan tuttu, mutta käytännön kokemuksia järjestelmistä minulla ei ollut ennen projektin aloittamista. Tästä syystä projektin alkuvaiheessa käytin paljon aikaa teorian hahmottamiseen ja järjestelmän mukanaan tuomien etujen arvioimiseen.

Haluan kiittää Etelä-Savon Kauppakamarin Hilja ja Alpo Savolaisen Rahastoa, Suomen Kulttuurirahaston Etelä-Savon rahastoa, Urho ja Kaisu Kiukkaan Säätiötä sekä Tarja ja Erkki Tuovista tutkimustyöni rahallisesta tukemisesta. Työni etenemisestä haluan kiittää kaikkia, jotka ovat olleet mukana tarvittavien tietojen keräämisessä projektin eri vaiheissa. Haluan kiittää erityisesti Metson murskainverstaan valmistuspäällikkö Toni Salovuorta sekä työvälineostaja Heikki Marjamäkeä, joilla on ollut keskeinen rooli kehitysprojektissa. Haluan kiittää myös muita kehitysprojektissa mukana olleita Metso Mineralsin työntekijöitä. Lopuksi haluan kiittää myös vanhempiani, siskoani ja veljeäni sekä tyttöystävääni saamastani tuesta.

Tampereella huhtikuussa 2012

Henri Pylkkänen

## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....                         | 7  |
| 2 TYÖN TARKOITUS .....                   | 8  |
| 3 METSO .....                            | 9  |
| 3.1 Yleistä .....                        | 9  |
| 3.2 Historia .....                       | 10 |
| 3.3 Strategia .....                      | 11 |
| 4 LEAN-TOIMINTAPERIAATTEET .....         | 12 |
| 4.1 Yleistä .....                        | 12 |
| 4.2 JIT-toimintamalli .....              | 12 |
| 4.3 Kanban .....                         | 14 |
| 4.4 Jatkuva parantaminen .....           | 14 |
| 5 LÄHTÖTILANNE .....                     | 16 |
| 5.1 Työkaluvarastojen hallinta .....     | 17 |
| 5.2 Konekanta .....                      | 19 |
| 6 TAVOITTEET .....                       | 20 |
| 6.1 Varastointi .....                    | 20 |
| 6.2 Automatisointi .....                 | 21 |
| 6.3 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä ..... | 21 |
| 7 TUTKIMUSMENETELMÄT .....               | 22 |
| 7.1 Esitteet ja esitykset .....          | 22 |
| 7.2 Benchmarking .....                   | 22 |
| 7.3 Tilaushistoria .....                 | 22 |
| 7.4 Mittaaminen .....                    | 23 |
| 7.5 ABC-analyysi .....                   | 23 |
| 7.6 EOQ .....                            | 23 |
| 7.7 TBO .....                            | 24 |
| 7.8 Tilauspiste ja varmuusvarasto .....  | 24 |
| 7.9 Palvelutaso .....                    | 25 |
| 7.10 Ennustaminen .....                  | 25 |
| 7.11 Odotuslinjateoria .....             | 26 |
| 8 TOTEUTUSVAIHTOEHDOT .....              | 27 |
| 8.1 Työkaluautomaatti .....              | 27 |
| 8.1.1 Kierreautomaatti .....             | 27 |
| 8.1.3 Lokerikko .....                    | 29 |
| 8.1.4 Hyllyköt ja kaapit .....           | 30 |
| 8.1.5 Vetolaatikosto .....               | 30 |

|   |    |
|---|----|
| 8.2 Järjestelmävaihtoehdot .....                        | 31 |
| 8.2.1 Sandvik AutoTAS .....                             | 32 |
| 8.2.2 Iscar Matrix TM .....                             | 33 |
| 8.2.3 Gühring TMS .....                                 | 34 |
| 8.2.4 Hartner TMS .....                                 | 34 |
| 8.2.5 Supply Pro Supplylink .....                       | 35 |
| 8.2.6 Seco Point .....                                  | 35 |
| 8.2.7 AutoCrib Software .....                           | 36 |
| 8.2.8 Kennametal KATMS .....                            | 36 |
| 8.2.9 CribMaster Software .....                         | 37 |
| 8.2.10 Mapal TMS .....                                  | 37 |
| 9 JÄRJESTELMÄN VALINTA .....                            | 38 |
| 9.1 Järjestelmän valinta .....                          | 38 |
| 9.2 Valintaan vaikuttaneet tekijät .....                | 39 |
| 10 KÄYTTÖÖNOTTOSUUNNITELMA .....                        | 40 |
| 10.1 Tietojen kerääminen .....                          | 40 |
| 10.2 Layout-muutosten toteuttaminen .....               | 40 |
| 10.3 IT-liityntöjen kartoittaminen/laitehankinnat ..... | 41 |
| 10.4 Laiteasennus, tietojen syöttäminen .....           | 41 |
| 10.5 Henkilöstön kouluttaminen .....                    | 42 |
| 10.6 Järjestelmän toiminnan valvonta .....              | 42 |
| 10.7 Järjestelmän toiminnan laajentaminen .....         | 42 |
| 11 YHTEENVETO .....                                     | 43 |
| LÄHTEET .....   | 45 |
| LIITTEET .....  | 50 |

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli valita Metso Mineralsin tarpeita parhaiten vastaava työkaluhallintajärjestelmä työkalujen hallintaa varten murskainverstaan työkaluvarastoon. Työn tarkoituksena oli laatia myös suunnitelma järjestelmän käyttöönottamista varten.

Työssä tuli perehtyä vallitseviin työmenetelmiin ja tuotantoon, ottaa huomioon järjestelmältä vaadittavat ominaisuudet ja tilan tarve sekä tehdä markkinoilla olevien järjestelmien kesken vertailu, jonka perusteella viisi järjestelmää valittiin tarkempaa analysointia varten. Tarkemmassa analysoinnissa kerättiin lisätietoja valituista järjestelmistä, ja suunniteltiin järjestelmäkoonpanot, joista laadittiin järjestelmätoimittajille tarjouspyynnöt. Tarjousten perusteella laskettiin vaadittavat investoinnit ja arvioitiin investointien takaisinmaksuajat joiden avulla tuettiin päätöksentekoa lopullisen järjestelmävalinnan tueksi. Saavutettujen tulosten perusteella suoritettiin lopullinen järjestelmän valinta ja laadittiin käyttöönottosuunnitelma, joka sisältää toteutusaikataulun välitavoitteineen.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Metso Mineralsin kanssa ja tarvittava informaatio järjestelmän valintaan liittyen hankittiin tutkimuksen, haastatteluiden, palaverien, järjestelmätoimittajien esitysten, yritysvierailuiden ja vaihtoehtojen vertailemisen avulla sekä hakemalla taustatietoja yrityksen järjestelmistä. Henkilöstöllä oli suuri vaikutus lopulliseen valintaan, sillä järjestelmä valittiin palvelemaan erityisesti tuotannon parissa työskentelevää henkilöstöä. Aikataulu kehitysprojektin suhteen toteutettiin projektin aloituspalaverissa määritetyn projektisuunnitelman mukaisesti. (Salovuori, Marjamäki, Lehinen, Saarivuori, Pylkkänen. Projektin aloituspalaveri 04.01.2012.)

## 2 TYÖN TARKOITUS

Yleisen kustannustason noustessa yritykset haluavat yhä enemmän kehittää toimintaansa tehokkaammaksi tavoitellen kustannussäästöjä, jotka antavat edellytykset menestymiselle ja takaavat kilpailukykyä tukevaa taloudellista kehittymistä. Tästä syystä yritykset ovat alkaneet kiinnittää yhä tarkemmin huomiota prosesseihinsa.

Teknologia on kehittynyt paljon 50 vuodessa, tietoa voidaan käsitellä ennen näkemättömän tehokkaasti ja lisäksi tiedonkulku on nopeutunut merkittävästi vuosien varrella. Yleisestä kehityksestä huolimatta monessa yrityksessä työkalujen hallinta on edelleen lähestulkoon samalla tasolla kuin 50 vuotta sitten. Sama kehitys on havaittavissa myös tutkintotyön toimeksiantajan Metso Mineralsin toiminnassa. Työkalujen hallinta on ollut kehittämisen kohteena jo vuosia Metso Mineralsin murskainverstaalla Tampereella, mutta kehitystyötä ei ole aloitettu tekemään syystä tai toisesta.

Metsolla käytössä oleva tulospalkkio-ohjelma eri osastojen ja yksiköiden välillä kannustaa ja motivoi yksiköitä kehittämään omaa toimintaansa. Murskainverstaan valmistuspäällikkö Toni Salovuori pitää työkalujen hallinnan kehittämistä tärkeänä asiana, jotta voidaan saavuttaa kustannussäästöjä ja parantaa tuottavuutta murskainverstaan toiminoissa. (Salovuori 2012).

Työkaluvarastot ovat nykyisellään tarpeettoman suuria ja varastointijärjestelmät monimutkaisia sekä osittain epäluotettavia. Varastojen ylläpitäminen vaatii paljon resursseja, sillä varastoa ylläpidetään kaksilaatikkojärjestelmän avulla ja kaikki tarvittavat täydennystilaukset toimittajille sekä kustannustietojen kirjaaminen Metson SAP-toiminnanohjausjärjestelmään tehdään käsin. Varaston seuranta ei käytännössä ole joten varastotietoja ei ole saatavilla. Lisäksi henkilöstöltä kuluu paljon tarpeetonta aikaa etsiessään työkaluja ja niihin liittyviä tietoja varastotiloissa asioidessaan.



### 3 METSO

Aloitin opinnäytetyöni tekemisen joulukuussa 2011 ja aikaa tutkintotyön tekemiseen käytin noin neljä kuukautta. Tämän ajanjakson aikana Metso-konserni on tullut tutuksi erityisesti kaivos- ja maanrakennuspuolen osalta ja Tampereen tehtaiden murskainvertaalla olen ollut tiiviissä yhteistyössä erityisesti toimihenkilöiden ja luottamusmiesten kanssa.

#### 3.1 Yleistä

Metso on kansainvälinen teknologiakonserni, jonka erikoisosaamista ovat kestävä teknologia- ja palveluratkaisut kaivos-, maarakennus-, voimantuotanto-, automaatio-, kiertäys- sekä massa- ja paperiteollisuudessa. Metson liiketoiminta on organisoitu kolmeen segmenttiin: Kaivos- ja maarakennusteknologia, Energia- ja ympäristöteknologia sekä Paperi- ja kuituteknologia. (Metso 2012. Metso lyhyesti.)

Metso on aidosti globaali, koska sillä on suunnittelua, tuotantoa, hankintaa, palveluliiketoimintaa, myyntiä ja muuta toimintaa yli 300 yksikössä yli 50 maassa. Metso työllistää maailmanlaajuisesti noin 29 000 osaajaa ja asiakkaita Metsolla on yli sadassa maassa. (Metso 2012. Metso lyhyesti.)

Vuonna 2010 Metso-konsernin liikevaihto oli 5 552 miljoonaa euroa. Nykyisin jo 45 prosenttia liikevaihdosta muodostuu palveluliiketoiminnasta ja asiakasteollisuuksiin jaoteltuna noin kolmannes kaivosteollisuudesta ja maarakennustoiminnasta. (Metso 2012. Metso lyhyesti.)

Kaivos- ja maarakennusteknologia on jakautunut laitemyyntiin ja huoltopalveluihin, siirrettäviin murskausyksiköihin, kiinteisiin murskaimiin, seulontaan, kuljettimiin ja syöttimiin. (Metso 2012. Liiketoimintamme lyhyesti, kaivos- ja maarakennusteknologia.)

### 3.2 Historia

Metso syntyi, kun Valmet ja Rauma yhdistyivät vuonna 1999. Valmet oli paperi- ja kartonkikonevalmistaja, kun taas Rauman toiminta keskittyi pääosin kuituteknologiaan, kivenmurskaukseen ja virtauksensäätöratkaisuihin. Yhdistymisen seurauksena syntyi globaali, prosessiteollisuutta palveleva laitetoimittaja. (Metso 2010. Metson historia.)

Metson juuret kuitenkin alkavat jo 1750-luvulla Helsingin edustalla sijainneesta Viaporin linnoituksessa toimineesta pienestä allastelakasta. Tuo telakka päätyi sittemmin 1900-luvulla Suomen valtion omistukseen ja osaksi Valmetia. Rauma Raahe Oy:n telakka aloitti toimintansa Raumalla vuonna 1945. (Metso 2010. Metson historia.)

1800-luvulla avasivat ovensa neljä Metso-konserniin tänäkin päivänä kuuluvaa yritystä. Karlstadin valimo Ruotsissa käynnistyi vuonna 1865. Sunds Defibrator Industries Ab:n edeltäjä, Sunds Bruk, perustettiin Ruotsissa vuonna 1868 ja Nordberg Manufacturing Company Yhdysvalloissa vuonna 1886. Nordbergin perustaja oli suomalaissyntyinen emigrantti Bruno V. Nordberg. Ranskassa toimintansa aloitti vuonna 1895 Ateliers Bergeaud, joka päätyi Rauma-Repolan omistukseen vuonna 1987. (Metso 2010. Metson historia.)

Vuonna 1915 Oy Lokomo Ab perustettiin veturitehtaaksi nykyiselle paikalleen Tampereelle ja seuraavana vuonna veturitehtaan läheisyyteen perustettiin oma teräsvalimo. Kivenmurskainten valmistus aloitettiin tehdasalueella vuonna 1921. Yritys kasvoi voimakkaasti ja 1960-luvulla avattiin ensimmäiset ulkomaiset tytäryhtiöt. Vuonna 1970 Lokomo Oy myytiin Rauma-Repolalle ja tämän jälkeen yritysnimi ja toimenkuva on muuttunut yrityskauppojen sekä uudelleen nimeämisten myötä useita kertoja. Vuonna 2001 otettiin käyttöön yritysnimi Metso Minerals (Tampere) Oy, ja nykyisin tehtaan toiminta keskittyy palvelemaan kaivos- ja maarakennusteollisuuden tarpeita. (Kallio, Kunttonen 2002. Tervetuloa taloon!, 8)

### 3.3 Strategia

Strategisena tavoitteenaan Metsolla on saavuttaa johtava asema teknologia- ja palvelu-toimittajana kaikissa liiketoiminnoissaan. Pitkällä aikavälillä Metso keskittyy kaivos- ja maarakennukseen, automaatioon ja massa, paperi sekä voimatuotantoon. Metso lanseerasi vuonna 2012 uuden strategiansa joka perustuu viiteen koko Metson kattavaan elinehtoon ja valikoituihin liiketoimintakohtaisiin elinehtoihin. Erityisen tärkeitä Metsolle ovat palveluliiketoiminta, kasvumaat sekä kaivosliiketoiminta, jotka avaavat kasvun ja arvonluonnin mahdollisuuksia. (Metso 2012. Metson Strategia.)

Metson tavoitteina on kasvattaa palveluiden markkinaosuuksia ja kannattavuutta paikallisesti hyödyntämällä asennettua kone- ja laitekantaa. Kasvua ja paikallista läsnäoloa vahvistetaan pääasiassa BRIC-maissa (Brasilia, Venäjä, Intia, Kiina) ja muissa liiketoiminnan kannalta merkittävässä kasvumaissa. Teknologiajohtajuutta ylläpidetään kustannustehokkailla ja kestäväillä ratkaisuilla ja tarkoituksenmukaisten tuotteiden kehittämisellä. Toiminnan ja toimitusten laatu turvataan globaalisti ja kustannustehokkuutta parannetaan. Lisäksi liiketoiminnan menestystekijöihin eli osaavaan henkilökuntaan ja heidän kehittämistään sekä menestymistään tukevaa työympäristöä kehitetään. (Metso 2012. Metson strategia.)

Metson missiona on auttaa asiakkaitaan jalostamaan luonnonvaroja ja kierrättämään materiaaleja kestäväällä tavalla arvokkaiksi tuotteiksi. Metson missio toteutetaan arvojen kautta, joihin kuuluvat asiakkaiden menestyksen edistäminen, uusien ratkaisujen kehittäminen, toistemme kunnioittaminen ja yhteistyö tuloksien aikaansaamiseksi. Missio yhdistettynä arvoihin sekä toimintaperiaatteisiin muodostaa perustan Metson visiolle, joka on "Yhteistyöllä ykköseksi". (Metso 2012. Missio ja arvot.)

Taloudellisina tavoitteina on keskimäärin 10% liikevaihdon kasvu ja osakekohtaisen tuloksen kasvutavoitteena on ylittää myynnin kasvu. Kannattavuuden osalta jokaiselle liiketoimintasegmentille on asetettu oma kannattavuustavoitteensa ja esim. Kaivos- ja maarakennus-segmentillä minimi EBITA-marginaali heikolla kysynnällä on 10 prosenttia ja vastaavasti tavoite EBITA-marginaali hyvällä kysynnällä on 15 prosenttia. Pääomarakenteen osalta yhtiön tavoitteena on säilyttää vakaa luottoluokitus. (Metso 2012. Metson taloudelliset tavoitteet ja osinkopolitiikka.)

## 4 LEAN-TOIMINTAPERIAATTEET

Työkalujen hallintajärjestelmän kehittämisen lähtökohtina voidaan hyödyntää useita tuotannon tehostamiseen käytettyjä toimintamalleja. Työssä hyödynnettiin erityisesti Japanissa kehitetyn Lean-toiminnanohjauksen periaatteita. Lean-toimintaperiaatteiden tulkintaan ja hyödyntämiseen sain koulutusmateriaalia ja asiantuntijalausannon Lean Forward Oy:n toimitusjohtaja Kare Huttuselta. (Huttunen 2012. Lean-asiantuntijalausunto, Lean -koulutusmateriaalit 2010.)

### 4.1 Yleistä

Lean-toimintamalli perustuu japanilaiseen johtamisfilosofiaan, ja sen tiedetään kehittyneen Toyotan tehtailla Japanissa voimakkaasti 1950-luvulta alkaen. Lean-toiminnanohjausmalli on näin ollen saanut alkunsa Toyotan käyttämästä Toyota Production System -järjestelmästä. Toimintamalli perustuu useisiin periaatteisiin, joilla pyritään tekemään tilauspohjainen tuotanto mahdolliseksi sarjakokoja pienentämällä, läpäisyajoja lyhentämällä ja arvoa tuottamattomia prosesseja poistamalla. Lean-ajattelu pyrkii optimoimaan toiminnan koko arvoketjun kokonaiskustannuksia eliminoimalla arvoa tuottamattomia toimintoja. Arvoa tuottamattomia toimintoja ovat kuljetukset ja materiaalien käsitteleminen, varastointi, liike, odotus, ylituotanto, yliprosesointi sekä vikaantuminen ja korjaaminen. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 346-349.)

### 4.2 JIT-toimintamalli

Yksi Lean järjestelmän suosituimmista tuotannon tehostamismenetelmistä on JIT-toimintamalli (Just-In-Time), joka tarkoittaa suomennettuna ”juuri oikeassa ajassa”. JIT on teollisuudessa ja kaupassa käytetty johtamisfilosofia, logistinen varastonhallinta- ja tuotannonohjausstrategia, jonka tarkoituksena on parantaa tehokkuutta tuotannossa tai myyntiprosessissa kokonaisuutena. JIT-mallin perusideana on toimittaa vain ja ainoastaan tarvittavia raaka-aineita tai tuotteita niitä tarvitsevalle asiakkaalle vasta silloin, kun niitä tarvitaan, ja vain sen verran kuin niitä tarvitaan. Asiakkaalla tarkoitetaan sekä lop-

puasiakasta että sisäisiä asiakkaita (kuten prosessin seuraavaa työvaihetta). (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 348-349; Tiainen 1996, 3.)

Suomessa käytetään JIT-lyhenteen sijasta enemmän termiä JOT, joka tulee sanoista "juuri oikeaan tarpeeseen". Suomessa JOT -toiminnan harrastaminen aloitettiin 1970-luvulla. Nykyisin metalli- ja elektroniikkateollisuuden välityksellä se on levinnyt lähes kaikille toimialoille. (Tiainen 1996, 3.)

Menetelmää voidaan pitää yksinkertaisena mutta tehokkaana, sillä se perustuu turhan eliminoimiseen, visuaaliseen prosessin ohjaukseen, kerralla valmiiksi ja nollavirheperiaatteisiin, prosessin yksinkertaistamiseen sekä alihankintaverkostoihin. Leikkaamalla tarpeetonta kapasiteettia, pienentämällä vaihto-omaisuutta, pienentämällä resursseja ja poistamalla tuottavuuden kannalta tekijöitä, jotka eivät ole taloudellisesti tuottavia voidaan saavuttaa huomattavasti aiempaa kannattavampi toimintatapa. Tavoitteina ovat palveluiden ja tuotteiden tuottaminen tarpeen mukaan sekä jatkuva tuotannon tehokkuuden parantaminen. JOT-järjestelmä organisoii resurssit, tietovirrat, ja päätöksen teon vaiheet, joka mahdollistaa aiempaa tehokkaamman toiminnan yrityksessä. (Tiainen 1996.)

Käytännössä JOT-toimintamalli tarkoittaa tuotejakauman, kokonaisvolyymin, tuote- ja prosessimuutosten sekä henkilöstökapasiteetin joustavaa käyttöä kulloisiakin tarpeita varten. Pyrkimällä visuaaliseen esitystapaan esiintyvät ongelmat havainnollistetaan siten, että tukiprosessien toiminta voidaan helposti ja nopeasti tarkistaa eli ovatko ne suunnitellussa tilassa vai ei. Mallissa pyritään myös autonomiseen tuotantoon, jolloin työntekijöiden, solujen ja erikoistuneiden yksikköjen ei tarvitse tukeutua alituisesti tuki- ja suunnitteluesikuntiin, vaan toimivat hyvin myös itsenäisesti. Toimintaympäristöä yksinkertaistamalla ja häiriöitä poistamalla tuottavuus paranee. Valitaan oikea määrä oikeita resursseja kuten laitteita, materiaaleja ja henkilöitä siten, että ne ovat saatavilla juuri (ja vain) oikeaan aikaan. Materiaalien oikea-aikainen saatavuus toteutetaan usein Kanban-menetelmän avulla. Kanbanin (kortin/signaalin) avulla seuraava työvaihe viestittää edelliselle, että se tarvitsee lisää "tuotoksia" (esimerkiksi moduleja tai komponentteja). Signaali on siis visuaalinen merkki tuotoksen tarpeesta tai vähenemisestä. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 348-349; Tiainen 1996.)

### 4.3 Kanban

Kanban-järjestelmässä käytetään joko kahden tai yhden kortin menetelmää. Kahden kortin menetelmässä tuotantokortilla annetaan tuotantoprosessille lupa tuottaa tietty määrä tuotteita. Kuljetuskortilla kuljetetaan vastaavasti tietty määrä tuotteita tuotantoprosessin loppua kohti eli alavirtaan. Tuotantokortin ja kuljetuskortin sisältämät materiaalmäärät eivät välttämättä ole samoja. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 356-357.)

Kanban-järjestelmän haasteena on kehittää oppiva organisaatio, joka löytää keinoja vähentääkseen kanbanien lukumäärää ja siten pienentää varastoja eliminoiden lopulta varastot kokonaan. Yksi kanbanien käytön suurista eduista on, että sen avulla on helppo pakottaa tuotantojärjestelmä kehittymään. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 356-357.)

Kahden laatikon tai viimeisen laatikon menetelmä on käytännön läheinen sovellus varastolähtöisestä ohjauksesta ja se on helppo toteuttaa myös käytännössä. Menetelmä soveltuu parhaiten tasaisen kulutuksen tuotteille. Niille lasketaan tilauspiste ja sitä vastaava tavaramäärä asetetaan erilliseen tilaan, hyllyyn tai laatikkoon. Tuotteita aletaan käyttää vasta muun varaston loputtua ja täydennystilaus tehdään yleisesti viimeiseen laatikkoon kiinnitetyn tilauskortin avulla. Kun tavara saapuu, "viimeinen laatikko" täytetään ja loput tavarasta sijoitetaan varastoon. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 356-359.)

### 4.4 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on yksi TQM:n (Total Quality Management), eli kokonaisvaltaisen laatujohtamisen toimintamalli, jonka keskeinen tavoite on pyrkiä saavuttamaan merkittäviä tuloksia esimerkiksi tuottavuudessa, kustannustehokkuudessa ja tuotannon muunneltavuudessa. Mikäli yritys tai organisaatio tyytyy johonkin tiettyyn jo saavutettuun laadun ja tekemisen tasoon, eikä pyri kehittämään toimintaansa, tapahtuu taantumista. Tällöin kehitys pysähtyy ja yritys jää kilpailijoidensa jälkeen, pahimmassa tapauksessa.

uksessa jopa yrityksen olemassaolon jatkuminen voi vaarantua. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 208.)

Jatkuvan parantamisen voima on pienten kehitysaskelten kumuloitumisessa, näillä pienillä askelilla saavutetaan lopulta suuria tuloksia. Koko henkilöstön tulee osallistua tähän kehittämiseen, koska tällöin saavutetaan johdonmukainen organisaation laajuinen lähestymistapa jatkuvaan parantamiseen. Jokaisen kehittäessä omaa työtään kaikki yrityksen toiminnat kehittyvät. Jokainen on oman työnsä paras asiantuntija ja näin ollen myös paras kehittäjä. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 210-212.)

Kun kehitetään henkilöstön osallistumista tarjoamalla heille jatkuvan parantamisen työkaluja ja menetelmiä, sekä näihin liittyvää koulutusta, saavutetaan myönteisempi suhtautuminen laajoihin muutoksiin muutostavastarinnan ollessa vähäisempää. Tämän lisäksi oman työn tekeminen muuttuu mielekkäämmäksi, helpommaksi ja sujuvammaksi, kun henkilö voi todella vaikuttaa omaan työympäristöön ja -tapoihin. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 210-212.)

Tavoitteiden asettaminen on erittäin tärkeässä asemassa jatkuvan parantamisen periaatteessa. Yrityksen tulisi asettaa kaikkien organisaatiossa työskentelevien henkilöiden tavoitteeksi tuotteiden, prosessien ja järjestelmien parantaminen ja kehittäminen. Tavoitteet ovat hyvä tapa pyrkiä löytämään parannettavaa myös sieltä missä ensi näkemältä menee ”hyvin”. Jatkuvassa parantamisessa ei puututa pelkästään niihin kohteisiin ja ongelmiin jotka ovat häiritseviä, saati jäädä odottamaan ongelmia ja tarttua toimintaan vasta sitten. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 210-212.)

## 5 LÄHTÖTILANNE

Työkalujen hallinta on puutteellista, sillä työkalujen käytön seuranta ei käytännössä ole koneistamossa tällä hetkellä. Yksi suurimmista ongelmista on myös työkaluvarastojen seurannan puutteellisuus, jolloin varastot ovat tarpeettoman suuria ja sisältävät myös paljon epäkurantteja eli vanhentuneita työkaluja, joita ei tuotannossa nykyisin enää käytetä (kuva 1). Vanhimmat teräpalat varastoissa voivat olla yli 30 vuotta vanhoja. Heikko varaston hallinta vaikeuttaa myös menetelmäsuunnittelua, sillä saatavilla ei ole tietoa mitä työkaluja varastossa on käytettävissä. Lisäksi työkalujen etsimiseen käytetään nykyisessä järjestelmässä paljon tarpeetonta aikaa varastopaikkojen huonon järjestyksen vuoksi. Liitteessä 1 on esitetty prosessikaavio työkalujen kiertokulun vaiheista teräpalojen osalta.



KUVA 1: Vanhentuneita ja käytöstä poistettuja teräpaloja



## 5.1 Työkaluvarastojen hallinta

Työkalujen varastointi keskittyy keskusvarastoon, varmuusvarastoon ja työstökoneiden omiin varastoihin. Työkalutarve tulee työstökoneelta, jolloin koneen käyttäjä (koneistaja) hakee itse työkaluja/teräpaloja keskusvarastosta ja vie varaamansa työkalut työstökoneen lähettävillä olevaan erilliseen varastoon tai suoraan työstökoneen työkaluvarastoon. (Marjamäki 2012.)

Teräpalojen osalta käytetään ns. kaksilaatikkojärjestelmää eli kun koneistaja huomaa ottaneensa viimeiset teräpalat keskusvarastosta hän nostaa tilauslaatikkoon tilauskortin, jossa on mm. tilaukseen tarvittava teräpalakoodi. Työkaluvarastoa hallinnoivan työntekijän huomattessa tilauskortin tilauslaatikossa hän siirtää teräpaloja varmuusvarastosta keskusvarastoon koneistajien käytettäväksi. Tämän jälkeen työkaluvarastoa hallinnoiva työntekijä ottaa tilauskortin, laatii ostotilauksen SAP-toiminnanohjausjärjestelmän avulla ja tilaa toimittajalta parhaaksi katsomansa määrän lisää tilauskortin mukaista teräpalaa. Tilauksen suorittamisen jälkeen työntekijä vie tilauskortin keskusvaraston hyllyyn odottamaan saapuvaa teräpalatoimitusta. Toimittaja lähettää myöhemmin tilausvahvistuksen, josta työntekijä tarkistaa ja tarvittaessa päivittää tilauksen ja nimikkeiden hintatiedot SAP-toiminnanohjausjärjestelmään tiliointiä varten. (Marjamäki 2012.)

Teräpalatoimituksen saapuessa tehdasalueelle se ohjataan koneistamoon toimitusosoitteen perusteella. Joissakin tapauksissa toimitus voi mennä väärään tehdasrakennukseen, mutta sisäinen logistiikka ohjaa tarvittaessa toimituksen oikeaan rakennukseen. (Lehtinen 2012). Koneistamossa logistiikkaa hoitava työntekijä kuljettaa toimituksen tämän jälkeen keskusvarastoon. Seuraavaksi varastoa hallinnoiva työntekijä merkitsee todellisen saapumispäivämäärän läheteeseen ja purkaa saapuneen lähetyksen varastopaikkoihin ja varmistaa keskusvaraston hyllyssä olevista tilauskorteista, että toimitetut nimikkeet vastaavat tilauskortin tietoja. Tietojen tarkistamisen jälkeen työntekijä toimittaa läheteen tuloutettavaksi. (Marjamäki 2012.)

Mikäli toimituksessa on poikkeavuutta tilauskorttiin nähden voi työntekijä varmistaa tilauksen ja toimituksen oikeellisuuden sekä korjata tarvittaessa tilanteen, jotta varaston puutetilannetta ei pääse syntymään. Ensiarvoisen tärkeää on myös, että työntekijä laittaa teräpalat niille varattuun paikkaan keskus- ja varmuusvarastoissa. Mikäli teräpalat sijoi-

tetaan väärään paikkaan purkamisen jälkeen, on niitä hankala löytää suuren varaston nimikemäärän vuoksi ja etsimiseen kuluu paljon tarpeetonta aikaa. (Marjamäki 2012.)

Mikäli koneistaja unohtaa nostaa tilauskortin tilauslaatikkoon, uuden teräpalatarpeen syntyessä joko samalta tai toiselta koneistajalta, keskusvarasto on tyhjä. Tällöin varmuusvarastosta joudutaan ottamaan teräpaloja suoraan käyttöön ja joudutaan tilaamaan uusia teräpaloja pikaisesti lisää. Tuotannossa on esiintynyt lisäksi myös vuorotyöskentelestä johtuvia tilanteita, joissa iltavuorossa työskentelevät eivät ole löytäneet tarvitsemiinsa teräpaloja keskusvarastosta ja varmuusvarasto on ollut lukittuna. Koneistaja on tällöin ollut pakotettu tutkimaan muiden koneiden työkaluvarastoja tai käyttämään mahdollisia vaihtoehtoisia työkaluja tai teräpaloja. (Saarivuori 2012; Marjamäki 2012.)

Pahimmassa tapauksessa varmuusvarasto on niin pieni että tarvittut teräpalat loppuvat kokonaan ja mikäli korvaavia menetelmiä ei ole, tuotanto seisoo kyseisen työkappaleen osalta kunnes teräpaloja saapuu lisää. (Marjamäki 2012).

Huomion arvoista on että toisinaan työkaluvalmistaja muuttaa työkalumerkintöjä tuotessaan markkinoille aiempaa suorituskykyisempiä työkaluja. Tämä aiheuttaa osaltaan ylimääräistä työtä työkaluvarastojen hallinnassa, koska suurten tilauseräkokojen vuoksi vanhentuneita työkaluja jää helposti varastoihin valmistajan korvatessa ne uudella työkalulla. Tällöin syntyy helposti tilanteita, joissa koneistaja etsii varastosta työkalua, jota ei ole enää saatavilla koska se on korvattu toisella työkalulla. (Marjamäki 2012.)

Työkalujen tilaaminen hoidetaan pääsääntöisesti kaksilaatikkojärjestelmän avulla ja tästä syystä työkaluvaraston ylläpito vaatii paljon resursseja ja tarkkaa työskentelyä. Koneistajia palveleva nykyinen työkaluhallintajärjestelmä on jokseenkin monimutkainen ja sekava. Se ei tarjoa riittävästi tietoa työkaluista ja niiden käyttökohteista. Lisäksi työkalujen varaosatietoja ei ole aina merkitty työkalujen yhteyteen ja varastosaldot ovat tarpeettoman suuria. (Marjamäki 2012.)

## 5.2 Konekanta

Koneistamon konekantaan kuuluu yhteensä 16 eri valmistajan koneistuskeskuksia. Suurin osa käytetyistä koneista on NC-ohjelmoitavia ja näitä koneita käytetään pääosin kahdessa vuorossa. Manuaalikoneiden osalta työasemilla työskennellään yhdessä vuorossa ja kapasiteettitarpeen vaatiessa NC-koneistuskeskuksilla työskennellään myös kolmessa vuorossa.

Käsiteltävät kappaleet ovat pääsääntöisesti suuria, joten kappaleiden siirtely vaatii paljon nostimia ja siirtelemisen apuna käytettäviä nostoapuvälineitä. Osa koneistuskappaleista tehdään alihankintana Metson muille yksiköille, mutta pääosin koneistamon valmistus keskittyy murskainlaitteiden komponenttien koneistuksiin.

Murskainverstaalla koneistetaan alihankintana myös mm. laivan potkurin siipiä suurilla 5-akselisilla koneistuskeskuksilla kolmessa vuorossa. 5-akselikoneistus on osa valimon liiketoimintaa ja tästä syystä 5-akselisilla työstökeskuksilla työskentelevä henkilöstö on eriytetty koneistamon työntekijöistä. 5-akselisilla koneistuskeskuksilla työskentelee yhteensä 7 koneistajaa. (Lehtinen 2012). Koneistamo työllistää yhteensä 30 koneistajaa ja tuotannossa työskentelee lisäksi 2 henkilöä viimeistelyssä/hitsauksessa ja 2 henkilöä laadunvalvonnassa. (Nieminen 2012).

## 6 TAVOITTEET

Tuottavuutta halutaan kasvattaa koneistamo-ympäristössä parantamalla työkalujen hallintaa osana toiminnan jatkuvaa kehittämistä. Projektin päätavoitteena on automatisoida käytettävää työkaluhallintajärjestelmää valitsemalla koneistamon tarpeita parhaiten palveleva automaattinen työkaluhallintajärjestelmä, jonka avulla voidaan seurata työkalujen kulutusta tarkasti, pienentää varastoon sitoutunutta pääomaa, nopeuttaa työkalujen etsintää ja vähentää varaston ylläpitoon käytettäviä kustannuksia. Hallintajärjestelmän kehittämiseen kuuluu myös prosessien analysointia ja tarpeettomien työvaiheiden eliminoimista työkalujen hallinnoinnista (vrt. liite 1 ja liite 2).

### 6.1 Varastointi

Nykyisen varastointijärjestelmän toimintaa analysoitiin ja varastointia ryhdyttiin kehittämään systematiikan ja uudentyyppisen hallintajärjestelmän kehittämisen avulla. Tavoitteena on erillisen varmuusvaraston käytöstä luopuminen, jolloin voidaan pienentää työkaluvaraston kokoa. Jotta tämä olisi mahdollista, on luovuttava nykyisestä Kanbantointimallin mukaisesta kaksilaatikkojärjestelmän käytöstä ja siirryttävä JIT-toimintamallin mukaiseen hälytysrajaohjattuun varaston hallintaan. Hälytysrajaohjaus toteutetaan määrittämällä tilaushetki toimitusajan ja varaston riittoisuuden suhteen.

Samalla voidaan myös pienentää työkalujen ja tarvikkeiden kulutusmääriä pienentämällä tilauserien kokoa, jolloin mahdollisista työkalumuutoksista aiheutuvien varastoon tarpeettomiksi jäävien työkalujen määrä ja riski pienenee. Tämä vapauttaa työkaluihin sidottua pääomaa varastosta ja etuina ovat myös reagointinopeuden parantuminen työkalu- ja menetelmämuutoksiin. Varaston sijainti valittiin tuotannon ja tilankäytön kannalta mahdollisimman edulliseksi. Työkaluhallintajärjestelmän kehittämiseen kuului myös hyvän järjestyksen luominen, jolloin varaston yleisilme paranee ja varastossa asiointi nopeutuu.

Projektin edetessä määritettiin kuinka suuri varastointitarve on ja tarvitaanko varastoinnin kontrollointiin työkalu-automaatti/-automaatteja, mitkä ovat niiden ominaisuudet ja mitoitukset sekä mihin automaattit sijoitetaan. Ensisijaisena tavoitteena on hallita työka-

luja, joilla on suurin suhteellinen kiertonopeus koneistamossa, eli teräpaloja. Hallittaviin teräpaloihin sisältyy sekä koneistamon että valimon kustannuspaikkojen teräpalat ja mahdolliset työkalujen varaosat.

## 6.2 Automatisointi

Tavoitteisiin kuului myös työkalujen hallintajärjestelmän automatisointi, jolloin säästetään työaika ja parannetaan työn joutuisuutta. Järjestelmän tulisi toimia osittain täysin itsenäisesti seuraten työkalujen kulutushistoriaa tehden automaattisesti ostokehoituksia tai tilauksia asetettujen hälytysrajojen mukaisesti, jotka työvälaineostaja voi tarvittaessa vahvistaa. Järjestelmän tulisi olla käytettävissä vuorokauden ympäri, jolloin työntekijät voivat hyödyntää järjestelmää työvuoroista riippumatta.

Automaattisen työkaluhallintajärjestelmän avulla voidaan parantaa myös varastopaikkojen seuranta ja nopeuttaa varastossa asiointia, koska järjestelmä opastaa käyttäjän suoraan järjestelmään määritettyyn varastopaikkaan, jossa tarvittava työkalu sijaitsee. Lisäksi tavoitteina on tarjota tietoa helpommin koneistajien saataville työkalujen ominaisuuksista ja käyttökohteista järjestelmän avulla.

## 6.3 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

Globaali toimintaympäristö vaatii Metsolta tehokkaita työkaluja sekä valvontajärjestelmiä. Näistä tärkeimpiin lukeutuu monipuolinen SAP-toiminnanohjausjärjestelmä, jota hyödynnetään kaikissa toiminnoissa Metso Mineralsin Tampereen tehtailla. Työn kannalta oli tärkeää varmistaa, että valittu työkaluhallintajärjestelmä tukee myös Metson SAP-toiminnanohjausjärjestelmää ja toiminnot on mahdollista yhdistää tulevaisuudessa siten, että ostokehoitukset tai tilaukset ovat käsiteltävissä mahdollisimman automaattisesti SAP-toiminnanohjausjärjestelmän avustuksella.

## 7 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 7.1 Esitteet ja esitykset

Työkaluhallintajärjestelmä on vielä suhteellisen uusi käsite teollisuudessa, sillä ensimmäiset nykyaikaiset työkaluhallintajärjestelmät kehitettiin vasta 1990-luvulla. Tästä syystä työkaluhallintajärjestelmistä ei ole saatavilla vielä kovin paljoa kirjoitettua tietoa, joten tietoja etsittiin vertailtavista järjestelmistä pakotetusti järjestelmätoimittajien esityksistä ja valmistajien internet-sivustoilla ladattavissa olevista esitteistä.

### 7.2 Benchmarking

Lähtökohtaisena tavoitteena työryhmässä pidettiin, että valittu järjestelmä tulee nähdä käytössä ja mahdollisuuksien mukaan järjestettiin vierailuita muihin teollisuusyrityksiin, joissa työkaluhallintajärjestelmiä on jo käytössä. Tällä tavoin pystyttiin keräämään tietoa ja käyttäjäkokemuksia käytössä olevista järjestelmistä sekä niiden toiminnasta, arvioitiin soveltuvuutta omaan toimintaan ja opittiin muiden tekemistä kehitysprojekteista.

### 7.3 Tilaushistoria

Tutkimuksen tueksi tarvittiin tietoja työkalujen käytöstä ja koska työkalujen kulutusseurantaa ei ollut otettu käyttöön, luotettavin keino tehtävän suorittamiseksi oli hakea kustannustietoja Metson SAP-tietojärjestelmästä sekä pyytää suurimpia työkalutoimittajia lähettämään ostotietoja Metson tilaamista tuotteista. SAP-järjestelmän tietojen avulla voitiin laskea kokonaiskustannukset ja -tilausmäärät ja toimittajatietojen perusteella pystyttiin arvioimaan nykyisin käytössä olevien työkalujen määriä ja keskimääräisiä tilauseräkokoja. SAP-järjestelmän tiedoista käytettiin kuluneen 1,5 vuoden tietoja (SAP-kustannustiedot, teräpalat. 5-akselityöstö, koesauvaverstas, mangaani, koneistamo.) ja ostotiedoista kuluneen vuoden 2011 ostotilautietoja. (Saarinen. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011; Virtanen. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011; Johansson. Metso

Minerals Oy ostotilaukset 2011; Saarinen. Metso Lokomo Steels Oy ostotilaukset 2011; Eerikäinen. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011, tuotekohtainen; Mölsä. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011).

#### 7.4 Mittaaminen

Toimitustietojen perusteella voitiin yhdistää kustannuskertymät, tilausmäärät ja tuotekoodit tilattuihin tuotteisiin. Tuotekoodin perusteella pystyttiin etsimään valmistajan katalogeista työkalujen teknisiä tietoja, mutta järjestelmän suunnittelun kannalta tärkeintä tietoa ei useimmiten löytynyt eli minkä kokoisissa pakkauksissa työkalut ovat. Tietojen keräämisen nopeuttamiseksi varastossa olevien vuoden 2011 ostotiedoissa mainittujen työkalujen pakkaukset mitattiin ja kerätyt tiedot liitettiin tuotekoodeihin myöhempää käsittelyä varten.

#### 7.5 ABC-analyysi

Lean-toiminnanohjauksen oppien mukaisen ABC-analyysin avulla luokiteltiin toimitustietojen työkalut tilausmäärien perusteella, jotta järjestelmän suunnittelussa voidaan ottaa huomioon työkalujen erilaisia kiertonopeuksia ja määrittää tuotannon kannalta tärkeimmät työkalut. Tämän jälkeen työkaluille määritettiin eri kertoimia varastosaldojen laskemista varten, jotta varmistuttiin siitä että varaston koko on riittävä. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 469.)

#### 7.6 EOQ

EOQ-lyhenne muodostuu englannin kielisistä sanoista "Economic Order Quantity" ja se perustuu Lean-toiminnanohjauksen periaatteisiin, joiden mukaan tilaus- ja varastointikustannusten perusteella voidaan määrittää eri tuotteille kustannustehokkain tilauserä-koko. EOQ:n keskeinen laskentakaava on seuraava:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

jossa  $D$  tarkoittaa keskimääräistä vuosittaista kulutusta kpl/v,  $H$  tarkoittaa varastointikustannusta €/kpl ja  $S$  kuvaa tilauskustannuksia €/tilaus. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 473).

### 7.7 TBO

EOQ:n avulla arvioitiin myös TBO (Time Between Order) eli tilausten välinen aika, jonka avulla arvioitiin keskimääräinen tilauseräkoon riittäisyys. TBO:n laskentakaava on peräisin Lean-toiminnanohjauksen periaatteista. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 474.)

$$TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} (52 \text{ viikkoa/vuosi})$$

jossa  $D$  kuvaa keskimääräistä vuosittaista kulutusta ja näin ollen laskentakaava antaa tuloksen vuosina. Jatkokäsittelyn avulla tulokset voidaan ilmoittaa myös esim. kuukausina tai päivinä.

### 7.8 Tilauspiste ja varmuusvarasto

Tilauseräkoon ja sen kulutusajan arvioimisen lisäksi täytyi myös tilauspiste eli hälytysraja sekä varmuusvaraston koko määrittää vaihtelevalle työkalujen kulutukselle. Hälytysraja laskettiin nimikekohtaisesti, jotta tuleva järjestelmä kykenee antamaan ostokehoituksia ajankohtaisella hetkellä välttäen tilanteet, joissa työkalut pääsevät loppumaan koska niitä ei ole tilattu tarpeeksi ajoissa.

Vaihtelevalla työkalujen kulutuksella ei voida luottaa ainoastaan hälytysrajaan, vaan tarvitaan myös sopiva määrä varmuusvarastoa. Varmuusvarastolla ei tarkoiteta tässä yhteydessä erillistä varastoa vaan lasketun käyttövaraston tueksi huomioitua varmuutta, jonka avulla hälytysrajaa voidaan nostaa. Varmuusvaraston tehtävä on siis lyhyesti



mahdollisten kulutuspiikkien aikana toimia lisävarmuutena, jotta varaston nimikkeet eivät pääse loppumaan ennen seuraavan toimituserän saapumista.

$$R = z\sigma_L$$

$$T = d(P + L) + z\sigma_{P+L}$$

jossa  $R$  tarkoittaa tilauspistettä,  $z$  palvelutasokerrointa ja  $\sigma_L$  läpäisyajan keskihajontaa. Varmuusvaraston laskentakaavassa  $T$  tarkoittaa varmuusvaraston kokoa jaksottaisen tilaamisen järjestelmässä,  $d$  viikottaista kulutusta,  $P$  tilauserien välissä kuluva aika,  $L$  läpäisyaikaa,  $z$  palvelutasokerrointa ja  $\sigma_{P+L}$  tilauserien välisen ajan sekä läpäisyajan yhdistettyä keskihajontaa. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 471-479).

## 7.9 Palvelutaso

Palvelutaso haluttiin määrittää työkaluille, sillä työkaluvarastossa on työkaluja, joita käytetään päivittäin ja työkaluja joita tarvitaan kerran vuodessa tai harvemmin. Palvelutaso määritettiin ABC-analyysin perusteella nimikkeille siten että esim. A-luokan nimikkeet tulee olla käytettävissä 90% tuotantoajasta. Palvelutaso voidaan siis asettaa halutulle tasolle sen mukaan kuinka usein työkaluja tarvitaan ja palvelutaso toimii parhaiten jaksottaisen tilaamisen järjestelmässä. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2007, 478-480.)

## 7.10 Ennustaminen

Järjestelmän käyttö aloitetaan pienestä määrästä työkaluja, joten on tärkeää arvioida muuttuko käytettävä määrä olennaisesti järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Ennustamiseen hyödynnettiin SAP-järjestelmän kustannustietoja, joiden perusteella työkalujen käytön ennakoidaan nousevan vuoden 2012 alkupuoliskolla noin 5% työkalukustannusten noustessa saman tarkastelujakson aikana noin 4%.

### 7.11 Odotuslinjateoria

Järjestelmän käyttöä ajatellen tutkittiin kuinka monta palvelupistettä tarvitaan, jotta vältetään järjestelmän tarpeettomalta ylikuormitukselta ja säästetään näin ollen työaikaa. Tutkimuksen perusteella todettiin että huolimatta siitä että järjestelmää käyttää suuri määrä koneistajia, järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheessa riittää yksi palvelupiste, koska käyttö on satunnaista ja jokainen koneistaja käyttää järjestelmää keskimäärin vain kerran päivässä.

Keskimääräiset käyttöajat laskettiin ja laskettuja arvoja vertailtiin uuden ja vanhan järjestelmän välillä, joiden perusteella uuden järjestelmän käyttäjäkohtainen käyttöaste on ennakoitusti 8% alhaisempi, koska aikaa järjestelmän käyttämiseen kuluu vähemmän. Laskentaan hyödynnettiin odotuslinjateorian yhden palvelupisteen laskentakaavoja.

## 8 TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

### 8.1 Työkaluautomaatti

Yhtenä keinona varastoinnin tehostamiseksi on hankkia koneistamoon työkaluautomaatti, jonka avulla varaston käyttöä voidaan kontrolloida ja varastossa asiointia tehostaa. Automaattityyppejä on saatavilla useita, joista päätyypit on esitelty tässä työssä.

#### 8.1.1 Kierreautomaatti

Kierreautomaatti on saanut nimensä laitteen sisälle sijoitetuista metallikierteistä, joita pyöritettäessä kierteiden väliin sijoitetut nimikkeet liikkuvat kohti kierteen etupäätä ja putoavat kierteen päätyttyä keräimeen, josta nimikkeet voidaan ottaa käsin. Eniten tämän tyyppisiä ratkaisuja käytetään ns. välipala-automaatteina huolto-aseilla, taukotioloissa ja julkisilla paikoilla. Vastaavanlaista automaattia voidaan hyödyntää myös työkalujen hallintaan, sillä pienet työkalut voidaan ylläpitäjän toimesta asettaa automaattiin ja laitetta käyttää ohjatusti hallintajärjestelmän avulla, joka mahdollistaa kulutuksen tarkan seurannan.

Automaattityypin huonoja puolia ovat suuri tilantarve ja rajallinen käytettävyys, koska automaattiin voidaan sijoittaa käytännössä ainoastaan pieniä työkaluja, jotka ovat kertakäyttöisiä. Laitteeseen sijoitettavat nimikkeet tulee pakata huolellisesti tai sijoittaa herkästi hajoavat nimikkeet muualle, sillä laite pudottaa noudettavat nimikkeet kierreestä keräimeen, jolloin riski työkalujen rikkoontumiselle on suuri. Lisäksi muunneltavuus on kierreautomaatissa huono, sillä yhteen kierreeseen ei voi sijoittaa useita erilaisia nimikkeitä.

### 8.1.2 Karuselliautomaatti

Karuselliautomaatin toiminta perustuu pyörivään revolveriin, joka on jaettu sektoreihin. Sektorit toimivat laitteessa lokeroina, joihin voidaan sijoittaa nimikkeitä vapaasti. Karuselliautomaatteja käytetään kierreautomaattien tavoin eniten välipala-automaatteina huolto-aseilla, taukotiloissa ja julkisilla paikoilla. Automaatista on olemassa myös työkalujen hallintaan räätälöityjä sovellutuksia, joissa ohjaus on toteutettu työkaluhallintajärjestelmän avulla (kuva 2). Tämä mahdollistaa varastosaldojen tarkan seurannan.



KUVA 2: CribMaster ProStock –karuselliautomaatti (Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ProStock, Flexible Carousel Dispensing, 1)

Kierreautomaatin tavoin myös karuselliautomaatti on suurikokoinen. Kierreautomaattiin verrattuna karuselliautomaattiin voidaan sijoittaa myös uudelleen käytettäviä työkaluja ja nimikkeitä voidaan palauttaa automaattiin käytön jälkeen. Karuselliautomaatti ei pudota nimikkeitä noudettaessa, sillä revolverin sektori käännetään mekaanisesti noutoluukun kohdalle, josta nimike voidaan ottaa käsin ja sektoreihin voidaan lisäksi sijoittaa useita eri nimikkeitä. Ongelmaksi muodostuvat sektorien muoto, sillä sektoreihin on

vaikea sijoittaa esim. nelikulmaisia rasioita tai kappaleita ja tällöin automaattiin jää paljon hyödyntämätöntä tilaa.

### 8.1.3 Lokerikko

Lokerikkoja voi nähdä julkisilla liikenneasemilla, myymälöissä tai muilla yleisillä kokoontumispaikoilla ja jokainen lokero on näissä yleisimmin käytössä olevissa lokerikoissa erikseen avaimella lukittavissa. Tavanomaisen mallin lisäksi on kehitetty erityisesti bulk-nimikkeiden hallintaan soveltuvia malleja, jotka ovat elektronisesti avattavissa joko puoliautomaattisesti tai täysin automaattisesti. Puoliautomaattisessa mallissa ohjaus on toteutettu sähköisesti siten, että hallintajärjestelmä avaa automaattisesti lokeron lukituksen, jossa nimike sijaitsee (kuva 3). Täysin automaattisessa mallissa järjestelmä avaa lukituksen lisäksi myös luukun automaattisesti.



KUVA 3: AutoCrib Autolocker -puoliautomaattinen lokerikko (AutoCrib Inc. 2011. M-Store Tool Management System, 6)

Työkalujen hallintaan lokerikko soveltuu hyvin, jos hallittavat työkalut ovat epäsäännöllisen muotoisia tai yksittäinen työkalu vie suuren tilan. Lokerikkoja on saatavana monen kokoisina ja ne ovat useimmiten rakennettu moduuleista, jotka voidaan koota asiakastoiveiden mukaan. Joihinkin saatavilla olevista lokeromalleista on saatavilla ikkunoilla varustettuja luukkuja, jotta voidaan havaita helpommin mitä lokero sisältää.

#### 8.1.4 Hyllyköt ja kaapit

Hyllykköjä ja kaappeja käytetään laajasti moneen tarkoitukseen ja niitä voi löytää käytännössä mistä tahansa, jossa varastointitilaa tarvitaan. Hyllyköt ja kaapit ovat yleisesti halvimpia varastointiratkaisuja ja siksi niiden käyttö on levinnyt hyvin laajalle. Työkalujen hallintaan on kehitetty erityisiä työkalukohtaisia pitimiä, joihin voidaan sijoittaa tukevasti esim. työkalupitimiä tai muita suurikokoisia työkaluja. Olemassa on myös erityisiä auki vedettäviä kaappeja, joissa hyllykkö on kiinteästi asennettu kaapin oveen ja hyllyjen korkeuksia voidaan muokata vapaasti. Tämä kaapistotyyppi on kehitetty erityisesti pitkille ja kapeille työkaluille, jotta voidaan hyödyntää käytettävissä oleva tila tehokkaammin. Kaapit ovat useimmiten lukittavia ja niiden toimintaan käytetään harvoin automatiikkaa.

#### 8.1.5 Vetolaatikosto

Vetolaatikosto on hyllyköiden ja kaappien tavoin hyvin yleisesti käytetty varastointiratkaisu ja tilankäytön kannalta myös hyvin tehokas pienille nimikkeille. Konepajoissa vetolaatikostojen käyttö on yleistä ja niihin sijoitetaan pienemmät työkalut teräpaloista alkaen. Yleisimmin käytössä olevassa mallissa kaikki laatikostot on lukittavissa yhdellä avaimella.

Työkalujen hallintaan on kehitetty elektronisesti lukittavia puoliautomaattisia ja täysin automaattisia vetolaatikostoja. Puoliautomaattisia malleja on saatavana useita ja suurin osa saatavilla olevista malleista on lisäksi täysin asiakaskohtaisesti räätälöitävissä. Asiakas voi tarpeidensa mukaan valita laatikoston kokonaiskorkeuden, laatikoiden korkeudet, lokerokoot ja lokeroiden layoutin. Lokeroita on saatavana elektronisesti lukittavilla läpinäkyvillä muoviluukuilla tai metalliluukuilla ja laatikostoihin voidaan myös hankkia työkalukohtaisia erityispitimiä suurempia työkaluja varten. Lokeroiden luukkujen elektroninen lukitus mahdollistaa lokerokohtaisen kulunvalvonnan. Erikoisimpia sovellutuksia ovat kierreautomaatin ja vetolaatikoston yhdistelmät, jotka parantavat perinteisen kierreautomaatin käytettävyyttä.

Puoliautomaattisessa mallissa käyttäjä joutuu avaamaan käsin laatikoston tai luukun auki saadakseen hakemiaan nimikkeitä (kuva 4). Vastaavasti täysin automaattisessa mallissa järjestelmä avaa laatikoiden ja lokeroiden lukituksen lisäksi myös automaattisesti laatikostot ja lokerot, jolloin automaatin käyttäjän tarvitsee ainoastaan odottaa että automaatti tuo haettavan nimikkeen noudettavaksi. Käyttäjä syöttää tämän jälkeen noudetun määrän hallintajärjestelmään ja vahvistaa tapahtuman, jonka jälkeen automaatti palautuu valmiustilaan.



KUVA 4: Supply Pro -puoliautomaattinen vetolaatikosto (SupplyPro Inc. 2011. SupplyPro Solutions Overview, 2)

## 8.2 Järjestelmävaihtoehdot

Tehokas automaatti tai muu käytettävä varastointiratkaisu ei saavuta täyttä käytettävyyttä ilman tehokasta hallintajärjestelmää. Saatavilla on useita eri järjestelmävaihtoehtoja ja yhteensopivuuden sekä luotettavuuden varmistamiseksi automaattivalmistajilla on usein omat hallintajärjestelmänsä laitteistojen käyttöä varten. Peruseriaate on lähestulkoon sama kaikissa järjestelmissä, joten eroavaisuudet syntyvät käytettävyydessä, monipuolisuudessa ja laajennettavuudessa.

Kaikki esitetyt järjestelmät tukevat automaattisia ostokehoituksia ja tilauksia. Lisäksi esitetyt järjestelmät ovat avoimia kaikille työkaluvalmistajille eli järjestelmien tietokantoihin voidaan syöttää työkalutietoja vapaasti työkaluvalmistajista riippumatta. Järjestelmät eivät ole sidottu ainoastaan valmistajien tarjoamiin varastointiratkaisuihin, vaan varastopaikkoja voidaan luoda järjestelmiin vapaasti jo olemassa olevista varastopaikoista. Käytettäessä olemassa olevia varastopaikkoja työkalujen kontrollointi ei ole yhtä tehokasta työkaluautomaatteihin verrattuna.

### 8.2.1 Sandvik AutoTAS

Sandvik AutoTAS on Sandvik Coromant Oy:n tarjoama työkaluhallintajärjestelmä. Ohjelmistoa voidaan käyttää asiakkaasta riippuen joko offline- tai online-tiloissa. Offline-versio on saatavana ainoastaan kumppanusasiakkaille jolloin ohjelmiston tietokanta on usein asiakkaan ylläpidon piirissä ja ohjelmisto asennettuna suoraan asiakkaan tietokoneelle. Pääohjelmiston apuna käytetään tarvittaessa EasyPick-ohjelmistoa työkaluautomaattien toiminnan ohjaamiseen. Offline-versiota käytettäessä internet-yhteys ei ole välttämätön. (Sandvik Coromant Oy 2008. Sandvik työkaluhallintajärjestelmät.)

AutoTAS-ohjelmiston online-versio on Sandvikin kumppanin Supply Pro:n kehittämä ja sen toimintaan edellytetään nopeaa internet-yhteyttä. Online-versio on kaikkien asiakkaiden saatavilla ja ohjelmiston tietokantaa voidaan käyttää minkä tahansa internet-selaimen kautta, koska tietokanta on palveluntarjoajan tietokantapalvelimella. Työkaluautomaatteja ohjataan erityisen hallintapäätteen avulla, joka vaatii toimiakseen internet-yhteyden. (Aaltonen, Hiltunen. AutoTAS-esittely 02.03.2012.)

AutoTAS-ohjelmisto perustuu CoroGuide-työkalujen valintaohjelmaan, joka sisältää työkalutiedot kaikista Sandvikin työkaluista. Tietokantarakenne on suunniteltu AutoTAS-ohjelmistossa siten, että sen avulla voidaan hyödyntää CoroGuiden tietokantaa tehokkaasti. Tämä mahdollistaa käytössä olevien työkalutietojen hakemisen tietokannasta kaikille Sandvikin työkaluille vaivattomasti. AutoTAS-tietokantaan voidaan syöttää manuaalisesti myös muiden valmistajien työkalutietoja esim. xls-pohjan avulla, jonka tiedot kopioidaan tietokantaan. (Aaltonen, Hiltunen. AutoTAS-esittely 02.03.2012.)



Sandvik tarjoaa ohjelmistoratkaisujen lisäksi myös useita eri valmistajien työkaluautomaatteja, jotka ovat yhteensopivia AutoTAS-ohjelmiston kanssa. Valikoimasta löytyy Sielaff, Supply Pro, Lista, CASC ja SPS-automaatteja. Kierreautomaatteja toimittavat Sielaff ja Supply Pro ja vetolaatikostoja Supply Pro, Lista, CASC ja SPS. Automaateista ja valmistajista riippuen automaattit voidaan räätälöidä modulaarisesti asiakastoiveiden mukaisesti. (Sandvik Coromant Oy 2008. Sandvik työkaluhallintajärjestelmät; Mäkinen, Aaltonen. AutoTAS-esittely 31.01.2012.)

### 8.2.2 Iscar Matrix TM

Sandvikista poiketen Iscarin Matrix -työkaluhallintajärjestelmä on kokonaisuudessaan Iscarin kehittämä ohjelmistoa ja laitteistoa myöten. Matrixin tietokanta sijoitetaan aina asiakkaan ylläpidon piiriin, joko suoraan automaattiin tai asiakkaan palvelimelle. Järjestelmän käyttöliittymän kautta tietoja voidaan hakea tietokannasta tehokkaasti usealla eri tavalla. (Iscar Finland Oy 2011. Matrix-työkaluhallintajärjestelmä.)

Järjestelmä seuraa varaston käyttöä ja alkaa jo muutaman kuukauden käytön jälkeen ehdottaa optimaalisia varastotasoja sekä tilauseräkokoja. Järjestelmä on varustettu tehokkailla raportointiominaisuuksilla, sillä järjestelmä tarkkailee kulutuksen perusteella esim. kustannussäästöjen kehittymistä käyttöönoton jälkeen automaattisesti. Toimiakseen internet-yhteys ei ole välttämätön ellei esim. automaattisia tilauksia tai etätukea käytetä lainkaan tai tietokanta on sijoitettu automaattiin. Hallinnan kannalta on kuitenkin hyvä, jos käytettävissä on lähiverkko tai internet-yhteys, jonka avulla järjestelmän toimintaa ja varaston tietoja voidaan tarkastella ja hallita käyttöalueen läheisyydessä. (Lylykoski. 12.01.2012; Lylykoski. 06.02.2012.)

Tehokas ohjelmisto yhdistettynä Iscarin valmistamaan laadukkaista komponenteista koostuvaan vetolaatikostoon takaavat korkean luotettavuuden. Vetolaatikosto on modulaarisesti asiakastoiveiden mukaan räätälöitävissä ja saatavana on myös useita valmiita kokoonpanoratkaisuja. Iscar on keskittynyt muista valmistajista poiketen ainoastaan vetolaatikostojen valmistamiseen, mutta asiakkaan halutessa Suomessa Iscarin jälleenmyyntiverkostoa ylläpitävä Iscar Finland Oy voi toimittaa myös CribMasterin valmis-

tamia ToolBox-kierreautomaatteja, jotka ovat yhteensopivia Matrix-ohjelmiston kanssa. (Lylykoski. 10.02.2012; Lylykoski. 06.02.2012.)

Kehitysprojektin yhteydessä kävimme vierailulla Nomet Oy:llä tutustumassa Matrix-järjestelmän toimintaan ja hakemaan käyttäjäkokemuksia järjestelmän käytöstä. Nomet Oy:llä Matrix-työkaluhallintajärjestelmä on ollut käytössä noin 5 vuotta. (Huuhtanen, Lindström. Iscar Matrix -työkaluhallintajärjestelmä. Vierailu 26.01.2012.)

### 8.2.3 Gühring TMS

Gühringin työkaluhallintajärjestelmän tietokanta sijoitetaan Matrixin tavoin aina joko suoraan automaattiin tai asiakkaan palvelimelle. Iscarin tavoin Gühring on kehittänyt järjestelmänsä ohjelmistot ja laitekoonpanot itse. Laitetarjonta on yksittäiselle valmistajalle suuri ja laitesarjat TM 326, TM 526 ja TM 726 on eroteltu toisistaan kokonaisuuksina, jotka ovat kuitenkin yhteensopivia ja laajennettavissa keskenään. Laitesarjasta riippuvat myös laiteominaisuudet sillä esim. TM 326 on ns. puoliautomaattinen järjestelmä ja TM 726 on täysin automaattinen järjestelmä. Järjestelmään on saatavana runsaasti erilaisia lisälaitteita kuten esim. kannettava koodilukija ja vetolaatikostoon asennettava kierreautomaattimoduuli. (Kauppinen. Guhring vending machines 2011.)

### 8.2.4 Hartner TMS

Hartnerin työkaluhallintajärjestelmä on käytännössä täsmälleen samanlainen Gühringin järjestelmään verrattuna ja saatavilla olevat laitteistot ovat mallinimikkeiltään ja ominaisuuksiltaan samanlaiset. Hartnerin laitteistot jopa valmistetaan samalla tehtaalla Saksassa Gühringin laitteistojen kanssa. Hartnerin ohjelmisto eroaa jonkin verran Gühringin ohjelmistosta, mutta toiminnot on molemmissa toteutettu samalla tavalla. Suurimpina eroina Gühringin ja Hartnerin välillä on tekninen tuki ja huolto, joiden suhteen syntyy eroavaisuuksia Gühringin ja Hartnerin välillä. Suomessa Hartnerin työkaluhallintajärjestelmien jälleenmyynnistä vastaa SabriScan Oy. (Mölsä. Hartner työkaluautomaatit; Mölsä. Tuote-esittely 16.01.2012.)

### 8.2.5 Supply Pro Supplylink

Supply Pro on amerikkalainen työkaluhallintaratkaisuja kehittävä yhtiö, jolla aikaisemmin esitettyihin järjestelmätoimittajiin verrattuna ei ole omaa työkalutuotantoa. Supply Pro:n laitetarjonta on kattava ja laitteita on käytössä ympäri maailmaa. Suomessa Supply Pro:n ratkaisuja jälleenmyyvät Supply Pro:n kumppanit Seco Tools Oy ja Sandvik Coromant Oy. (Vislosky. Supply Pro tool management solutions.)

Supply Pro -työkaluhallintajärjestelmä vaatii toimiakseen internet-yhteyden ja ohjelmiston tietokantaa voidaan käyttää minkä tahansa internet-selaimen kautta, koska tietokanta on sijoitettu palvelimelle, joka kuuluu Supply Pro:n ylläpidon piiriin. Työkaluautomaatteja ohjataan SupplyLink-ohjelmiston avulla, joka vaatii toimiakseen internet-yhteyden. Muutokset työkaluautomaatin varastotasoiissa rekisteröityvät palvelimen tietokantaan pienellä viiveellä. Mahdollisten yhteyshäiriöidenkin aikana työkaluautomaatit ovat käytettävissä ja varastomuutokset rekisteröityvät tietokantaan myöhemmin kun internet-yhteys on jälleen käytettävissä. (SupplyPro Inc. 2011. SupplyPro Solutions Overview.)

### 8.2.6 Seco Point

Seco Point -työkaluhallintajärjestelmä on käytännössä täysin vastaava järjestelmä Supply Pro:n järjestelmän kanssa, koska Seco toimii Supply Pro:n kumppanina käyttäen Supply Pro:n laitteistoja, ohjelmistoja ja jopa palvelimia. (Kivinen, Puranen, Nurmio. Seco Point -työkaluhallintajärjestelmä.)

Supply Pro valmistaa Suomeen toimitettavat laitteensa pääosin Iso-Britanniassa ja laitevalikoimaan kuuluu erilaisia kierreautomaatteja, vetolaatikostoja ja lokerikkoja joiden kokoonpanoa voidaan muokata moduuleja vaihtamalla asiakastoiveiden mukaisesti. (Kivinen, Puranen, Nurmio. Seco Point -työkaluhallintajärjestelmä.)

Kehitysprojektin yhteydessä kävimme vierailulla Konepaja Enne Oy:llä tutustumassa Seco Point -työkaluhallintajärjestelmän toimintaan ja hakemaan käyttäjäkokemuksia järjestelmän käytöstä. Konepaja Enne Oy:llä Seco Point -työkaluhallintajärjestelmä on

ollut käytössä noin vuoden ajan. (Kivinen, Puranen, Nurmio. Seco Point - työkaluhallintajärjestelmä.)

### 8.2.7 AutoCrib Software

AutoCrib on Supply Pro:n tavoin amerikkalainen työkaluhallintaratkaisuja kehittävä yhtiö, jolla ei ole omaa työkalutuotantoa. AutoCrib valmistaa kierreautomaatteja, loke-rikkoja ja karuselliautomaatteja sekä lisälaitteita edellä mainittuihin esim. kannettavia koodilukijoita. Valikoimasta löytyy jopa AutoCrib automaattiin liitettävä kalibrointi-keskus työkaluja varten. AutoCrib Software ja sen käyttämä tietokanta voidaan asentaa kiinteästi automaattiin tai asiakkaan palvelimelle. AutoCrib tarjoaa myös ns. verkko-pohjaista ratkaisua nimeltään AutoCrib.net, jolloin ohjelman käyttämä tietokanta on asennettuna palvelimelle, joka on palvelun tarjoajan ylläpidon piirissä. Tällä tavoin tietokantaa voidaan hallita minkä tahansa internet-selaimen avulla ja käytännössä mistä tahansa missä internet-yhteys on käytettävissä. (AutoCrib Inc. 2011. MiniCrib; AutoCrib Inc. 2009. AutoCrib Software; AutoCrib Inc. 2011. M-Store Tool Management System; AutoCrib Inc. 2008. AutoCrib.net; AutoCrib Inc. 2010. Gage Calibration Center.)

### 8.2.8 Kennametal KATMS

Kennametal on suuri amerikkalainen työkaluvalmistaja ja monen muun valmistajan tavoin Kennametal on kehittänyt oman työkaluhallintajärjestelmänsä. Työkaluhallintajärjestelmä on nimeltään KATMS, joka on lyhenne englannin kielisistä sanoista "Kennametal Automated Tool Management Solutions". Kennametal valmistaa työkalujen hallintaa varten vetolaatikostoja, lokerikkoja sekä karuselliautomaatteja. KATMS-ohjelmisto asennetaan tietokantoihin automaattiin ja sen toimintaa voidaan hallita etänä verkkoyhteyden ja hallintasovelluksen avulla. (Kennametal Inc. 2002. Kennametal Automated Tool Management Solutions; Kennametal Inc. 2010. ToolBoss Roto-Point Low Cost Secure Management; Kennametal Inc. 2010. ToolBoss Modulo; Kennametal Inc. 2009. ToolBoss 28-level High-Capacity Secure Solutions; Kennametal Inc. 2009. ToolBoss LID Inventory Control Module.)

### 8.2.9 CribMaster Software

CribMaster on AutoCrib:n tavoin erikoistunut työkaluhallintaratkaisujen kehittämiseen ja CribMaster työkaluhallintajärjestelmän perusta on CribMaster Software -hallintaohjelmisto. Ohjelmiston lisäksi yhtiö valmistaa CribMaster kierre- ja karuselli-automaatteja, lokerikkoja sekä vetolaatikostoja. Valikoimasta löytyy myös kannettava kämmentietokone, jonka avulla voidaan helpottaa varaston hallintaa ja koodien lukemista. (Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster CabLock, E-Locking Modular Cabinets; Stanley Black and Decker Inc. 2005. CribMaster Easy Interface, Flat File Exports & Imports; Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ProStock, Flexible Carousel Dispensing; Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ToolBox, Point-of-Use Vending Machine; Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ToolCube, Step Drawer Point-of-Use Distribution.)

### 8.2.10 Mapal TMS

Gühringin ja Hartnerin tavoin Mapal on saksalainen työkaluvalmistaja, jolla on oma työkalujen hallintaan kehitetty työkaluhallintajärjestelmä. Järjestelmä on nimeltään Mapal TMS ja Mapal tarjoaa työkalujen hallintaohjelmiston lisäksi Toolbase-mallisarjan lokerikkoja sekä puoliautomaattisia- ja täysin automatisoituja vetolaatikostoja. Halutesaan asiakas voi valita myös laatikostoja, joissa ei ole lainkaan kulunvalvontaa tai automatiikkaa. Mapalin työkaluhallintajärjestelmien jälleenmyyjä Suomessa on Maanterä Oy Ab. (Mapal Dr. Kress KG 2011. Mapal Toolbase.)

## 9 JÄRJESTELMÄN VALINTA

Projektin kulkua seurattiin projektipalaverien avulla, joissa esiteltiin tehtyjä havaintoja ja keskusteltiin projektin jatkosuunnitelmista sekä aikataulutavoitteista. Päätös järjestelmän hankinnasta perusteltiin kerättyjen tietojen pohjalta ja sopimusehdoista neuvoteltiin ennen järjestelmätilauksen laatimista.

### 9.1 Järjestelmän valinta

Alustava järjestelmävalinta suoritettiin projektipalaverissa 06.03.2012. (Salovuori, Turja, Marjamäki, Saarivuori, Sorri, Pylkkänen. Projektipalaveri 06.03.2012). Valinta suoritettiin yksimielisesti haluttujen ominaisuuksien, arvioidun takaisinmaksuajan ja toimitajan tarjoamien palveluiden vuoksi. Valinta kohdistui Iscar Matrix-työkaluhallintajärjestelmään ja laitehankinta kohdistui Matrix-vetolaatikostoon (kuva 5).



KUVA 5: Iscar Matrix -puoliautomaattinen vetolaatikosto (Iscar Finland Oy 2011. Matrix-työkaluhallintajärjestelmä, 14)

Järjestelmätoimittajan edustus kutsuttiin Metsolle erillisiin sopimusneuvotteluihin, jossa sovittiin tarkemmin sopimuksen ehdoista. (Salovuori Toni, Pylkkänen Henri, Meronen Martti, Lylykoski Jari, Luotonen Simo. Sopimusneuvottelut 26.03.2012). Neuvotteluiden jälkeen järjestelmän investointikustannukset jaettiin valimon ja koneistamon kustannuspaikkojen kesken, koska järjestelmästä hyötyvät molemmat osapuolet.

## 9.2 Valintaan vaikuttaneet tekijät

Valintaa perusteltiin järjestelmätoimittajien työkaluhallintajärjestelmien ominaisuuksiin, käyttökokemusten, investointilaskentojen, takaisinmaksuaikojen arvioinnin ja toimittajien tarjoamien palveluiden arvioimisella. Iscar Matrix-työkaluhallintajärjestelmä ja sen toimittajan Iscar Matrix Finland Oy:n tarjous (Lylykoski. Iscar Matrix tarjous.) todettiin parhaaksi seuraavin perustein:

- Järjestelmä on todistetusti luotettava
- Järjestelmästä on tietoa helposti saatavilla
- Ohjelmisto on suomenkielinen ja ohjelmistosta on saatavilla demoversio
- Tekninen tuki ja huolto
- SAP-tukiohjelmisto
- Arvioitu takaisinmaksuaika
- Referenssit

## 10 KÄYTTÖÖNOTTOSUUNNITELMA

Valinnan jälkeen aloitettiin järjestelmän käyttöönottamisen suunnittelu. Suunnittelussa pohdittiin käyttöönoton aikataulua ja sen vaiheita kuten hankinta, tietojen kerääminen, layout-muutokset, asentaminen ja kouluttaminen. Toimitusajaksi järjestelmälle ilmoitettiin aluksi noin 13 viikkoa, mutta sopimusneuvotteluiden jälkeen toimittaja ilmoitti merkittävästi lyhyemmän toimitusajan laitteistolle. Tämä aiheutti haasteita käyttöönoton suunnittelussa sillä aiemmin suunniteltua aikataulua oli sovellettava muuttuneeseen toimitusaikaan. Käyttöönottamisen vaiheiden suunniteltu aikataulu ja välitavoitteet on esitetty liitteessä 3.

### 10.1 Tietojen kerääminen

Käyttöönottamisen esivalmistelut aloitetaan keräämällä työkalutietoja käytössä olevista työkaluista, suunnittelemaan miten työkalutiedot sijoitetaan järjestelmään ja kuinka tietoja haetaan tietokannasta. Tietojen kerääminen aloitetaan tutkimalla eniten käytettyjä teräpaloja ja niihin liittyviä varaosia. Tietojen keräämisessä hyödynnetään myös tilaushistoriaa ja haastatellaan henkilökuntaa, jotta voidaan varmistua siitä että työkalut on järkevä sijoittaa järjestelmän piiriin.

Työryhmän kesken ja koneistajien haastatteluiden avulla sovitaan mitä tietoja järjestelmää varten tarvitaan. Järjestelmään syöttämistä varten tiedot kerätään tietokantapohjaan, joka nopeuttaa tietokannan rakentamista laitteiston saavuttua. Tietokantapohja lähetetään vähintään viikko ennen järjestelmän asentamista järjestelmätoimittajalle tarkistusta varten, jotta vältetään mahdollisilta ongelmilta asennusvaiheessa.

### 10.2 Layout-muutosten toteuttaminen

Uusi järjestelmä tarvitsee vapaata tilaa sen asennusta ja käyttöä varten, joten keskusvarastoon täytyy tehdä layout-muutoksia. Tehtaasta on laadittu layout-piirustus (Master Layout, Metso Minerals Inc. Tampere Works), mutta layout-suunnittelua varten se päi-



vitettiin vastaamaan nykyisen mallin mukaista layoutia suunnittelussa käytettävästä alueesta. Nykytilan mukainen layout-piirustus on esitetty liitteessä 4.

Työryhmän kesken arvioidaan eri toteutusvaihtoehtoja, mitä varastosta voidaan hävittää tai järjestellä uudelleen ja kuinka muutokset vaikuttavat varastossa asioimiseen sekä sen toimintaan. Uuden layoutin avulla voidaan parantaa varaston toimintaa aiempaa tehokkaammaksi ja viihtyisämmäksi. Muutoksia nykyiseen layoutiin verrattuna on suunnitella useita, mutta suurimpina tavoitteina on selkeyttää varaston toimintaa hävittämällä tarpeettomia esineitä/työtasoja ja hyödyntämällä käytettävissä olevaa tilaa järkevämmiin. Ehdotus uudesta varaston layoutista on esitetty liitteessä 5.

### 10.3 IT-liityntöjen kartoittaminen/laitehankinnat

Tietoteknisten liityntöjen osalta järjestelmän käyttöönotto vaatii tarkkaa suunnittelua, sillä järjestelmä hyödyntää toiminnoissaan useita ohjelmistoja ja tarvitsee toimia-akseen tietokannan, joka voi sijaita fyysisesti itse laitteen tietokoneessa, Metson tietokoneella tai palvelimella. Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös mahdolliset laite- ja ohjelmistohankinnat, jotka syntyvät järjestelmän liittämistä Metson verkkoon. IT-asioista keskusteltiin ja neuvoteltiin jo ennen järjestelmän valintaa palaverin yhteydessä, jotta varmistettiin liityntöjen yhteensopivuudesta järjestelmien välillä. (Salovuori, Turja, Pylkkänen. Metson IT-liitynnät 03.02.2012.)

### 10.4 Laitteenasennus, tietojen syöttäminen

Laitteen asentamisen suorittaa järjestelmätoimittaja ja asentaminen vie koulutuksineen aikaa noin 2-3 päivää, mutta aika saattaa venyä tietoteknisten yms. asioiden takia. Asennus aloitetaan pakkausten purkamisella ja tarkistamalla lähetelista sekä iskutunnistimet. Tämän jälkeen laitteisto sijoitetaan fyysisesti sille varattuun paikkaan ja asennetaan käyttöä varten vaadittavat apulaitteet paikoilleen.

Seuraavaksi asennetaan käyttöön vaadittavat ohjelmistot ja laite-ajurit sekä testataan laitteen toimivuus. Metson IT-tuki on läsnä ohjelmistoasennuksen aikana ja määrittää

laitteen käyttöön vaadittavat asetukset. Tämän jälkeen valmiiksi laadittu tietokantapohja ajetaan järjestelmään ja aloitetaan lisäämään nimikkeitä laatikoston lokeroihin.

### 10.5 Henkilöstön kouluttaminen

Asennuksen yhteydessä koulutetaan järjestelmän pääkäyttäjät ja myöhemmin asennuksen jälkeen koulutetaan muu järjestelmää käyttävä henkilöstö pienryhmissä. Pääkäyttäjät testaavat järjestelmän käyttöliittymää ja toimintaa ennen muun henkilöstön kouluttamista, jotta voidaan varmistua sen toimivuudesta.

Pienryhmät ovat kooltaan 5-7 henkeä ja koulutus tapahtuu päätelaitteen läheisyydessä, jotta voidaan luoda järjestelmän käyttäjille riittävät käyttöoikeudet sekä varmistaa esteettön pääsy hallintapäätteelle ja varastoihin. Mikäli käytössä havaitaan ongelmia tai tarvitaan lisäkoulutusta, ongelmat selvitetään ja henkilöstöä koulutetaan tarvittaessa lisää.

### 10.6 Järjestelmän toiminnan valvonta

Järjestelmä otetaan käyttöön ensisijaisena työkaluhallintajärjestelmänä kun järjestelmän asentaminen ja henkilöstön kouluttaminen on suoritettu onnistuneesti. Etenkin järjestelmän käyttöönottamisen alkuvaiheessa järjestelmän toiminta tulee kyseenalaistaa ja käyttäjien toimintaa valvoa, jotta voidaan varmistua järjestelmän luotettavuudesta ja järjestelmän oikeaoppisesta käytöstä. Virheellinen käyttö voi johtaa laitteiston rikkoutumiseen, jota tulee välttää kaikissa tilanteissa.

### 10.7 Järjestelmän toiminnan laajentaminen

Mikäli järjestelmä osoittautuu toimivaksi sekä luotettavuuden että käytettävyydensä puolesta, laajennetaan järjestelmän käyttöä kattamaan teräpalojen lisäksi myös muita työkaluja. Käytön laajentaminen aloitetaan kierretepeista ja porista, jotka sijoitetaan järjestelmän tarkkailtavaksi joko laitteiston piiriin tai ulkoisiin merkittyihin varastopaikkoihin.

## 11 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni laatimisen aikana toimenkuvani oli laaja ja se sisälsi suunnittelua, tietojen hakemista, tutkimista, koulutusta, kustannuslaskentaa, dokumentointia, tarjouspyyntöjen laatimista, yritysvierailuita jne. Projektin aikana kerättiin ja käsiteltiin paljon dataa sekä yksikön toimintaan että työkaluhallintajärjestelmiin liittyen ja datan avulla voitiin tukea päätöksien tekemistä projektin vaiheittaisen etenemisen suhteen.

Toisin sanoen voin todeta oppineeni paljon projektityöskentelystä ja työtavoista Metsolalla. Osaan nykyisillä tiedoillani aikatauluttaa ja suunnitella projektin, tiedottaa työryhmää projektin etenemisestä, hakea tarvittavaa tietoa tehokkaasti, laskea kustannuseritymiä tehokkaasti, dokumentoida yksityiskohtaisesti projektin vaiheista ja laatia tarjouspyyntöjä sekä muita asiakirjoja. Kommunikointitaitoni kehittyivät erityisesti opinnäytetyöni tekemisen loppupuolella, sillä perehdytin ja opastin ranskalaista vaihtoopiskelijaa työskentelemään murskainverstaalla oman työni ohella englannin kielellä.

Työhön ryhtyminen oli aluksi haasteellista, sillä kokemuksia yhtä kattavien esiselvitysten tekemiseen en ollut aiemmin tehnyt. Työhön perehdyttäminen oli lyhyt ja tavoitteet selkeät. Työn opastus oli hyvällä tasolla, joskin olisin kaivannut enemmän mielipiteitä esimieheltä ja työryhmältä työni suorittamisen suhteen, sillä projektin etenemiseen vaikutti monta tekijää.

Ilmapiiri oli kauttaaltaan hyvä, viihdyin työpaikalla ja sain myös hyvin tukea henkilökunnalta tarvittaessa. Tein työtäni pääosin itsenäisesti, joten projektisuunnitelmaa laadittaessa arvioin työhön tarvittavan työmäärän ja pyrin noudattamaan suunniteltua aikataulua projektin edetessä parhaani mukaan. Laadin materiaalit työryhmän kokoontumisia varten sekä dokumentoin ja vertailin/tutkin eri toteutusvaihtoehtoja projektin edetessä.

Tavoitteet saavutettiin sekä toimeksiantajan että omasta näkökulmasta katsottuna, joten opinnäytetyötäni voidaan pitää onnistuneena. Metso Mineralsin näkökulmasta tarkasteltuna tekemäni työ ja sen avulla saavutetut tulokset helpottavat työkaluvaraston hallintaa ja luovat hyvät edellytykset kustannussäästöjen saavuttamiseksi. Uusi työkaluhallinta-

järjestelmä mahdollistaa siirtymisen aiemmin käytössä olleesta kaksilaatikkojärjestelmästä kustannustehokkaampaan hälytysrajoitettuun työkaluvaraston hallintaan.

Avaintekijä muutokselle on järjestelmän automatisointi, jolloin työvälineostaja saa mm. ostokehoituksia uudesta järjestelmästä automaattisesti asetettujen hälytysrajojen perusteella. Uusi työkaluhallintajärjestelmä mahdollistaa myös varastopaikkojen ja työkalutietojen tehokkaamman hallinnan, joka nopeuttaa varastossa asiointia ja tarjoaa enemmän tietoa työkaluista koneistajille. Mikäli automatisointia halutaan jatkossa lisätä, voidaan järjestelmä yhdistää myös SAP-toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin tilaustietoja ei tarvitse syöttää käsin SAP-toimintaympäristöön.

Odotukset uuden työkaluhallintajärjestelmän suhteen ovat korkealla ja sen toivotaan ratkaisevan työkalujen hallinnan ongelmia Metso Mineralsilla. Suurimpana haasteena tulee olemaan järjestelmän tietokannan rakentaminen ja ylläpitäminen sekä järjestelmän käytön valvonta, jotta voidaan välttää mahdollisia virheellisestä käytöstä aiheutuvia ongelmia. Oikein käytettynä järjestelmä toimii luotettavasti ja näin ollen tulee olemaan merkittävässä roolissa työkalujen hallinnan kannalta.

Tulevaisuuden suunnitelmien osalta järjestelmän käyttöönoton yhteydessä tutkitaan ominaisuutta, jonka avulla koneistajat voivat halutessaan etsiä tietoa työkaluista työkaluhallintajärjestelmän tietokannasta omalta työpisteeltään tietokoneen ja verkkoyhteyden avulla. Tämä ominaisuus helpottaisi yksityiskohtaisten työkalutietojen hallintaa koneistajien välillä ja näin ollen auttaisi kehittämään työkalujen käyttöä.

## LÄHTEET

## Kirjat:

Jouko Tiainen. 1996. JOT, Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmon Kirjapaino Oy.

Lee Krajewski, Larry Ritzman, Manoj Malhotra. 2007. Operations Management 8e, Processes and Value Chains. Pearson.

## Internet:

AutoCrib Inc. 2008. AutoCrib.net. (www-dokumentti) Luettu 04.01.2012.  
[http://www.autocrib.com/PDF/AutoCribNet\\_DataSheet.pdf](http://www.autocrib.com/PDF/AutoCribNet_DataSheet.pdf)

AutoCrib Inc. 2009. AutoCrib Software. (www-dokumentti) Luettu 04.01.2012.  
[http://www.autocrib.com/PDF/Autocrib\\_Software.pdf](http://www.autocrib.com/PDF/Autocrib_Software.pdf)

AutoCrib Inc. 2010. Gage Calibration Center. (www-dokumentti) Luettu 05.01.2012.  
<http://www.autocrib.com/PDF/Gage-Calibration-Center-v3.pdf>

AutoCrib Inc. 2011. M-Store Tool Management System. (www-dokumentti) Luettu 05.01.2012. <http://www.mitsubishicarbide.com/EU/es/whatsnew/2009/autocrib.pdf>

AutoCrib Inc. 2011. MiniCrib. (www-dokumentti) Luettu 04.01.2012.  
<http://www.autocrib.com/PDF/ToolCrib-Station-datasheet.pdf>

Kennametal Inc. 2002. Kennametal Automated Tool Management Solutions. (www-dokumentti) Luettu 10.01.2012. [http://www.kennametal.com/images/pdf/US/KMTL-Automated\\_Tool\\_Management\\_Solutions\\_\(KATMS\)\\_Software.pdf](http://www.kennametal.com/images/pdf/US/KMTL-Automated_Tool_Management_Solutions_(KATMS)_Software.pdf)

Kennametal Inc. 2009. ToolBoss 28-level High-Capacity Secure Solutions. (www-dokumentti) Luettu 10.01.2012.  
[http://www.kennametal.com/images/pdf/products\\_services/kennametal\\_complete/A-09-01983\\_ToolBOSS\\_flyer.pdf](http://www.kennametal.com/images/pdf/products_services/kennametal_complete/A-09-01983_ToolBOSS_flyer.pdf)

Kennametal Inc. 2009. ToolBoss LID Inventory Control Module. (www-dokumentti) Luettu 08.01.2012.  
[http://www.kennametal.com/images/pdf/products\\_services/kennametal\\_complete/A-09-01981\\_ToolBOSS\\_LID.pdf](http://www.kennametal.com/images/pdf/products_services/kennametal_complete/A-09-01981_ToolBOSS_LID.pdf)

Kennametal Inc. 2010. ToolBoss Modulo. (www-dokumentti) Luettu 08.01.2012.  
[http://www.kennametal.com/images/repositories/PDFs/A-10-02497\\_KMT\\_ToolBOSS\\_Modulo.pdf](http://www.kennametal.com/images/repositories/PDFs/A-10-02497_KMT_ToolBOSS_Modulo.pdf)

Kennametal Inc. 2010. ToolBoss Roto-Point Low Cost Secure Management. (www-dokumentti) Luettu 08.01.2012.  
[http://www.kennametal.com/images/repositories/PDFs/A-10-02498\\_KMT\\_ToolBOSS\\_RotoPoint.pdf](http://www.kennametal.com/images/repositories/PDFs/A-10-02498_KMT_ToolBOSS_RotoPoint.pdf)

Mapal Dr. Kress KG. 2011. Mapal Toolbase. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
[http://www.mapal.com/fileadmin/00\\_PDF-Dateien/Kataloge/en/MAPAL\\_Toolbase\\_en.pdf](http://www.mapal.com/fileadmin/00_PDF-Dateien/Kataloge/en/MAPAL_Toolbase_en.pdf)

Metso. 2010. Metson historia. (www-dokumentti) Luettu 19.01.2012. Päivitetty 06.09.2010. [http://www.metso.com/fi/corporation/about\\_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=035F37BD264FB77AC2256F4E0049BD51](http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=035F37BD264FB77AC2256F4E0049BD51)

Metso. 2012. Liiketoimintamme lyhyesti, kaivos- ja maarakennusteknologia. (www-dokumentti) Luettu 19.01.2012.  
[http://www.metso.com/fi/corporation/about\\_fin.nsf/WebWID/WTB-090602-2256F-AC13E?OpenDocument](http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-090602-2256F-AC13E?OpenDocument)

Metso. 2012. Missio ja arvot. (www-dokumentti) Luettu 20.01.2012. Päivitetty 02.03.2011. [http://www.metso.com/fi/corporation/about\\_fin.nsf/WebWID/WTB-050830-2256F-895E6?OpenDocument&mid=DA43502E8FFE4A29C225706D005E1605](http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-050830-2256F-895E6?OpenDocument&mid=DA43502E8FFE4A29C225706D005E1605)

Metso. 2012. Metso lyhyesti. (www-dokumentti) Luettu 19.01.2012. Päivitetty 18.01.2012. [http://www.metso.com/fi/corporation/about\\_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-55957?OpenDocument](http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-55957?OpenDocument)

Metso. 2012. Metson strategia. (www-dokumentti) Luettu 20.01.2012. Päivitetty 18.01.2012. [http://www.metso.com/fi/corporation/about\\_fin.nsf/WebWID/WTB-050830-2256F-42A8D?OpenDocument](http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-050830-2256F-42A8D?OpenDocument)

Metso. 2012. Metson taloudelliset tavoitteet ja osinkopolitiikka. (www-dokumentti) Luettu 20.01.2012. Päivitetty 16.11.2011.  
[http://www.metso.com/fi/corporation/ir\\_fin.nsf/WebWID/WTB-080822-2256F-01AEE?OpenDocument&mid=2277002788755238C225706D005E3FA5](http://www.metso.com/fi/corporation/ir_fin.nsf/WebWID/WTB-080822-2256F-01AEE?OpenDocument&mid=2277002788755238C225706D005E3FA5)

Stanley Black and Decker Inc. 2005. CribMaster Easy Interface, Flat File Exports & Imports. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
<http://www.cribmaster.com/Literature/Easy Interface.pdf>

Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster CabLock, E-Locking Modular Cabinets. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
[http://www.cribmaster.com/Literature/NEW\\_PDF/CabLock.pdf](http://www.cribmaster.com/Literature/NEW_PDF/CabLock.pdf)

Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ProStock, Flexible Carousel Dispensing. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
[http://www.cribmaster.com/Literature/NEW\\_PDF/ProStock.pdf](http://www.cribmaster.com/Literature/NEW_PDF/ProStock.pdf)

Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ToolBox, Point-of-Use Vending Machine. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
<http://www.cribmaster.com/Literature/toolbox.pdf>

Stanley Black and Decker Inc. 2011. CribMaster ToolCube, Step Drawer Point-of-Use Distribution. (www-dokumentti) Luettu 11.01.2012.  
[http://www.cribmaster.com/Literature/NEW\\_PDF/ToolCube.pdf](http://www.cribmaster.com/Literature/NEW_PDF/ToolCube.pdf)

SupplyPro Inc. 2011. SupplyPro Solutions Overview. (www-dokumentti) Luettu 10.01.2012. [http://www.supplypro.com/files/allcompanies/brochures/SupplyPro Solutions Overview - FINAL - Vol.3-gd.pdf](http://www.supplypro.com/files/allcompanies/brochures/SupplyPro%20Solutions%20Overview%20-%20FINAL%20-%20Vol.3-gd.pdf)

Julkaisemattomat lähteet:

Huttunen Kare. 2012. Lean-asiantuntijalausunto, Lean-koulutusmateriaalit 2010. Luettu 19.02.2012. Lean Forward Oy.

Iscar Finland Oy. 2011. Matrix-työkaluhallintajärjestelmä. (Powerpoint-esitys). Luettu 28.12.2011.

Kallio Johanna, Kunttonen Heikki. 2002. Tervetuloa taloon! Metso Mineralsin perehdyttämisosap. (PDF-tiedosto) Luettu 29.03.2012. Metso Minerals Oy.

Master Layout, Metso Minerals Inc. Tampere Works (DWG-tiedosto). Tallennettu 23.01.2012. Metso Minerals Oy.

Metso Minerals Oy. SAP-kustannustiedot, teräpalat. 5-akselityöstö, koesauvaverstas, mangaani, koneistamo. Luettu 10.01.2012.

Sandvik Coromant Oy. 2008. Sandvik työkaluhallintajärjestelmät. (PDF-tiedosto) Luettu 08.01.2012.

Sähköposti:

Eerikäinen Seppo. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011, tuotekohtainen (PDF-tiedosto). Tallennettu 18.01.2012. Hertek Oy.

Johansson Rolf. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011 (Excel-tiedosto). Tallennettu 11.01.2012. Seco Tools Oy.

Kauppinen Petri. Guhring vending machines 2011 (PDF-tiedosto). Luettu 04.01.2012. Oy Gühring Ab.

Lylykoski Jari. Iscar Matrix tarjous (DOC-tiedosto). Tallennettu 28.03.2012. Iscar Finland Oy.

Mölsä Marko. Hartner työkaluautomaatit (PDF-tiedosto). Tallennettu 16.01.2012. SabriScan Oy.

Mölsä Marko. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011 (PDF-tiedosto). Tallennettu 24.01.2012. SabriScan Oy.

Saarinen Riitta. Metso Lokomo Steels Oy ostotilaukset 2011 (Excel-tiedosto). Tallennettu 12.01.2012. Sandvik Mining and Construction Oy.

Saarinen Riitta. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011 (Excel-tiedosto). Tallennettu 10.01.2012. Sandvik Mining and Construction Oy.

Virtanen Antti-Jussi. Metso Minerals Oy ostotilaukset 2011 (Word-tiedosto). Tallennettu 10.01.2012. Oy Maanterä Ab.

Vislosky John. Supply Pro tool management solutions. Luettu 08.02.2012. Supply Pro Inc.

#### Haastattelut:

Lehtinen Rami. Suunnitteluinsinööri 2012. Haastattelu 05.01.2012 & 15.02.2012. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Metso Minerals Oy.

Marjamäki Heikki. Työvälineostaja 2011 & 2012. Haastattelut 28.12.2011 ja 02.01.2012 ja 10.01.2012. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Metso Minerals Oy.

Nieminen Hannu. Tuotannonsuunnitteluinsinööri 2012. Haastattelu 09.02.2012. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Metso Minerals Oy.

Saarivuori Jussi. Koneistaja ja luottamusmies 2012. Haastattelu 06.01.2012. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Metso Minerals Oy.

Salovuori Toni. Valmistuspäällikkö 2011 & 2012. Haastattelu 28.12.2011 ja 29.12.2011. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Metso Minerals Oy.

#### Esitykset:

Aaltonen Ari, Hiltunen Mikko. AutoTAS-esittely 02.03.2012. Sandvik Coromant Oy.

Mäkinen Jani, Aaltonen Ari. AutoTAS -esittely 31.01.2012. Sandvik Coromant Oy.

Mölsä Marko. Tuote-esittely 16.01.2012. SabriScan Oy.

#### Puhelinkeskustelut:

Lylykoski Jari. Myynti-insinööri 2012. Keskustelu 12.01.2012, 06.02.2012, 10.02.2012. Haastattelija Pylkkänen, H. Ei litteroitu. Iscar Finland Oy.

#### Palaverit:

Salovuori Toni, Marjamäki Heikki, Lehtinen Rami, Saarivuori Jussi, Pylkkänen Henri. Projektin aloituspalaveri 04.01.2012. Metso Minerals Oy.

Salovuori Toni, Pylkkänen Henri, Meronen Martti, Lylykoski Jari, Luotonen Simo. Sopimusneuvottelut 26.03.2012. Metso Minerals Oy

Salovuori Toni, Turja Teemu, Marjamäki Heikki, Saarivuori Jussi, Sorri Mikko, Pylkkänen Henri. Projektipalaveri 06.03.2012. Metso Minerals Oy.



Salovuori Toni, Turja Teemu, Pylkkänen Henri. Metson IT-liitynnät 03.02.2012. Metso Minerals Oy.

Yritysvierailut:

Huhtanen Vesa, Lindström Olli. Iscar Matrix -työkaluhallintajärjestelmä. Vierailu 26.01.2012. Vierailijat Pylkkänen Henri, Marjamäki Heikki, Saarivuori Jussi. Nomet Oy.

Kivinen Jorma, Juha Puranen, Timo Nurmio. Seco Point -työkaluhallintajärjestelmä. Vierailu 10.02.2012. Vierailijat Pylkkänen Henri, Marjamäki Heikki, Saarivuori Jussi, Salovuori Toni. Konepaja Enne Oy.