



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ASETUSKORTTIEN HALLINNAN KEHITYS

TEKIJÄ: Erno Heinonen

| | |
|--|----------------------------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Erno Heinonen | |
| Työn nimi Asetuskorttien hallinnan kehitys | |
| Päiväys 3.11.2016 | Sivumäärä/Liitteet 39/4 |
| Ohjaaja(t) Projekti-insinööri Milla-Riina Turunen, yrityspalvelupäällikkö Pentti Halonen | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Toolfac Oy, tehtaanjohtaja Juhani Niiranen | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää ja tutkia eri vaihtoehtoja Toolfac Oy:n asetuskorttien hallintaan. Työ rajattiin järjestelmien tutkimiseen ja samalla kehitettiin uusi yhtenäinen asetuskorttipohja. Tavoitteena oli löytää järjestelmä, joka selkeyttäisi asetuskorttien käsittelyä ja tekoa. Idea työlle tuli yrityksen jatkuvan kehityksen filosofiasta, minkä tavoite on lisätä tuotannon joustavuutta, ja vähentää asetukseen kuluvaa aikaa.</p> <p>Työssä perehdyttiin ensin yrityksen senhetkiseen tilaan. Sen jälkeen tutkittiin yritykseltä löytyvät dokumentointi ja tiedonhallinnan järjestelmät ja seuraavaksi tutkittiin markkinoilta löytyvät ratkaisut asetuskorttien hallintaan. Jokaisesta neljästä vaihtoehdosta luotiin prosessikuvaus sekä pohdinta niiden heikkouksista ja vahvuuksista. Lopuksi vaihtoehtoja vertailtiin keskenään.</p> <p>Lopputuloksena markkinoilta löytyvä DncTabView ohjelmisto erottui parhaaksi. Ohjelmiston avulla yrityksen asetuskorttien hallinta helpottuisi ja asetuskorttien teko saataisiin samanlaiseksi jokaiselle työpisteelle.</p> | |
| Avainsanat Lean, SMED, asetus, asetuskortti, | |
| Julkinen | |

| | | | |
|--|------------------|------------------|------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering | | | |
| Author(s) Mr Erno Heinonen | | | |
| Title of Thesis Development of Set Up Card Management | | | |
| Date | 3 November, 2016 | Pages/Appendices | 39/4 |
| Supervisor(s) Ms Milla-Riina Turunen, Project Engineer, Mr Pentti Halonen, Project Engineer | | | |
| Client Organisation /Partners Mr Juhani Niiranen, Plant Manager, Toolfac Oy | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The main purpose of this final project was to study different possibilities of how to manage set up cards. The project was commissioned by Toolfac Oy. The aim was to find a way which would make management of set up cards more streamlined and also simplify the process of making set up cards. The work was restricted to studying different possibilities and creating a new uniform base for set up cards. The need for the project came from the company's continuous development philosophy according to the Lean-principle. The company aims at adding flexibility to production, standardizing both the change of dies and reducing set up time.</p> <p>First, the current state of set up card management was studied. Then, the possibilities which the company already had, were studied. After that the commercial possibilities, which could be useful for setupcard management were studied as well. A process description was made for every possibility and weaknesses and strengths were summarized. Finally, all the possibilities were compared to each other.</p> <p>As a result of this project, one of the studied possibilities was found the most suitable for the company. With this software, the company could make the management of set up cards easier and standardize the creating process of set up cards for every workstation.</p> | | | |
| <p>Keywords Lean, TPS, SMED, set up card</p> | | | |
| | | | |

ESIPUHE

Haluan kiittää hyvästä opinnäytetyön aiheesta Toolfac Oy:n toimitusjohtajaa Pekka Koposta ja tehtaanohtajaa Juhani Niirasta sekä kaikkia tuotannossa olevia henkilöitä, jotka osallistuivat opinnäytetyön tekoon. Haluan kiittää myös opinnäytetyön ohjaajiani projekti-insinööri Milla-Riina Turusta, projekti-insinööri Pentti Halosta sekä tehtaanohtaja Juhani Niirasta. Suuret kiitokset kuuluvat myös kotiväelle sekä lähimmille ystäville ja puolisololleni samastamani tuesta niin opinnäytetyön teon, että opiskeluiden aikana.

Kuopiossa 3.11.2016

Erno Heinonen

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | TUOTTAVUUDEN TEORIAT JA KÄSITTEET | 8 |
| 2.1 | Lean | 8 |
| 2.2 | Toyota Production System | 8 |
| 2.3 | Läpimenoaika | 10 |
| 2.4 | Tuotantoerä, eräkkoko | 11 |
| 2.5 | SMED | 11 |
| 3 | LASTUAVIEN TYÖSTÖMENETELMIEN ASETUSAIKA JA TYÖKALUT | 14 |
| 3.1 | Asetusaika | 14 |
| 3.2 | Työkalut ja työkalutiedot | 14 |
| 3.2.1 | Sorvaus | 15 |
| 3.2.2 | Koneistuskeskus | 17 |
| 4 | ASETUSKORTTIEN HALLINNAN NYKYTILANNE | 20 |
| 4.1 | Asetuskorttien hallinta yrityksissä | 20 |
| 4.2 | Asetuskortti | 20 |
| 4.3 | Kuvaus | 21 |
| 4.4 | Asetuskorttien hallinta | 22 |
| 4.5 | Heikkoudet ja vahvuudet | 22 |
| 5 | ASETUSKORTTIEN HALLINTAAN SOVELTUVAT VAIHTOEHDOT | 23 |
| 5.1 | Mastercam | 23 |
| 5.1.1 | Kuvaus | 23 |
| 5.1.2 | Asetuskorttien hallinta | 24 |
| 5.1.3 | Heikkoudet ja vahvuudet | 24 |
| 5.2 | Excel-pohja ja Sharepoint | 25 |
| 5.2.1 | Kuvaus | 25 |
| 5.2.2 | Asetuskorttien hallinta | 25 |
| 5.2.3 | Heikkoudet ja vahvuudet | 26 |
| 5.3 | DocNc-asetusdokumentointiohjelmisto | 26 |
| 5.3.1 | Kuvaus | 27 |
| 5.3.2 | Asetuskorttien hallinta | 27 |
| 5.3.3 | Heikkoudet ja vahvuudet | 27 |
| 5.4 | DNCTabView | 27 |

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 5.4.1 | Kuvaus | 28 |
| 5.4.2 | Asetuskorttien hallinta | 28 |
| 5.4.3 | Heikkoudet ja vahvuudet | 28 |
| 5.5 | Räätälöity järjestelmä..... | 29 |
| 5.5.1 | Kuvaus | 29 |
| 5.5.2 | Asetuskorttien hallinta | 30 |
| 5.5.3 | Heikkoudet ja vahvuudet | 31 |
| 6 | VAIHTOEHTOJEN VERTAILU..... | 32 |
| 7 | UUSI ASETUSKORTTIPOHJA..... | 33 |
| 8 | YHTEENVETO..... | 34 |
| | LÄHDELUETTELO..... | 35 |
| | LIITTEET | 36 |

1 JOHDANTO

Suomen teollisuuden vienti on kamppailut lievää laskua vastaan vuodesta 2011 alkaen. Korkeiden kustannuksen maassa täytyy yritysten miettiä, miten tuotantoa tehostetaan edelleen ja kuinka päivittäinen työ tuo arvoa valmistettaville tuotteille. Erikoistumisen ja laadukkaan työn avulla voidaan kilpailla hyvin ulkomaalaisia halpatuotannon maita vastaan.

Tämä opinnäytetyö syntyi ideasta tutkia, miten sarjatuotannolle ominaista asetusta voidaan helpottaa ja nopeuttaa asetuskorttien hallintaa kehittämällä. Työssä tutkitaan eri vaihtoehtoja joilla asetuskortteja voidaan hallita. Tarkoitus on löytää toimintatapa, jolla asetuskortit tulevat kerralla valmiiksi, kaikille saataviksi, selkeämmiksi ja jatkossa helpommin muokattavaksi.

Opinnäytetyön tilaaja Toolfac Oy on erikoistunut valmistamaan hydraulikka- ja pneumatiikankomponentteja ja -kokoospanoja. Toolfac Oy:n historia johtaa aina vuoteen 1974, kun ruotsalainen Atlas Copco Ab aukaisi tehtaan Iisalmeen. Atlas Copco teki paineilmapasaroita sekä niiden varaosia. Vuonna 1987 yhtiö kuitenkin ilmoitti lopettavansa kaiken valmistuksen Suomessa. Vuonna 1988, aloitti uusi Oy Toolfac Ab toimintansa alihankintakonepajana. Vuoden 1989 alihankintamessuilla yritys esittäytyi myös muulle Suomelle. (Toolfac Oy, 2016)

Toolfac hankki ISO 9001 -laatu- ja johtamisjärjestelmän sertifiointin 90-luvun laman aikana. Investointeja tehtiin tasaiseen tahtiin, työstökoneita uusittiin ja henkilöstöä koulutettiin. Useiden omistussuhteiden muuttumisen jälkeen vuonna 2004 Pekka Koposesta tuli uusi toimitusjohtaja. Vuonna 2012 tehtiin viimeisimmät osakekaupat yhtiön kanssa, jolloin Pekka Koposesta tuli myös yrityksen pääomistaja yrityksessä, kumppaninaan Canelco Capital Oy pääomasijoitusyhtiö. (Toolfac Oy, 2016)

2 TUOTTAVUUDEN TEORIAT JA KÄSITTEET

Tuotannon prosessiin on vuosien saatossa tullut useita teorioita, ja käsitteitä joiden avulla voidaan tuotantoa kehittää. Jatkuvan kehityksen maailmassa tarvitaan työkaluja, joiden avulla yritykset voivat yhä edelleen kehittää toimintatapojaan sekä tehostaa tuottavuuttaan.

2.1 Lean

Lean-ajattelun peruseriaatteen ovat:

- tuottaa korkeampilaatuista palvelua tai tuotetta asiakkaalle.
- tehdä enemmän vähemmällä
- varmistaa palveluiden tai tuotteiden korkealuokkainen laatu, kun tehdään enemmän vähemmällä. (Eaton, 2013, s. 24)

Leanin tarkoitus on kehittää yritystä niin, että se ymmärtää asiakkaan tarpeen. Tällöin voidaan keskittyä ainoastaan niihin toimintoihin, jotka tuovat lisää arvoa asiakkaalle, niin että yritys ei tee turhaa työtä. (Eaton, 2013, s. 24)

Asiakkaan lisäarvo on usein valmis tuote, mutta valmistavassa tuotannossa yhä tärkeämpää on myös palvelukeskeisyys. Nykypäivänä ei ainoastaan tehdä tuotteita ja toimiteta niitä asiakkaille, vaan erilaisten kokonaisuuksien hallinta esim. toimitusketju alusta loppuun, sekä muu asiakkaan kanssa tehty yhteistyön kuuluu yrityksen toimiin. (Alakoski, 2014, s. 29)

Ne yritykset, jotka soveltavat Lean-ajattelumallia, omaavat seuraavanlaisia piirteitä:

- Yrityksen kaikki työntekijät ymmärtävät, mitä asiakas haluaa.
- Yrityksessä keskitytään jatkuvasti kehittämään toimintoja
- Työntekijät kunnioittavat toisiaan ja toisten työpanosta.
- Yrityksen strategista linjausta tukevat lyhyen tähtäimen tavoitteet ja teot.
- Lean nähdään tapana tehdä asioita ja se on osana jokaisen työntekijän työtä (Eaton, 2013, s. 24)

2.2 Toyota Production System

Lean-ajattelu on ollut olemassa jo pitkään ja viimeisimmät suuret muutokset siihen teki toisen maailmansodan jälkeinen aika, jolloin Japanin autoteollisuus oli ongelmissa. Toyotan resurssit olivat vähäiset eikä varaa uusiin tuotantolinjoihin ollut. Toyota alkoi kehittää tuotantolinjoja, lyhentää tuotteiden läpimenoaikaa ja lisätä tuotannon joustavuutta. Näin syntyi Toyota Production System (TPS) (Eaton, 2013, s. 25)

TPS:n päämääränä on vähentää hukkaa käyttäen minimaalisia resursseja siten, että valmistuksen prosessit toimisivat mahdollisimman sulavasti ja joustavasti. TPS rakentuu 14 peruseriaatteesta, jotka on yleisesti kuvattu Toyota-talona (ks. kuva 1). Kuten oikeassa talossa täytyy Toyotan-talon jokainen osa olla kunnossa, jotta talo pysyy pystyssä. (Eaton, 2013, s. 27)



KUVA 1 Toyota-talo (Eaton, 2013, s. 26)

Toyotan 14 peruseriaatetta voidaan jakaa neljään tasoon, jotka ovat seuraavanlaiset:

- Perusta toimintasi filosofiaan, ajattele pitkällä tähtäimellä.
- Vähennä hukkaa, sillä oikeanlainen prosessi tuottaa oikeat tulokset.
- Lisää arvoa organisaatioosi, kehitä työntekijöitä ja yhteistyökumppaneita.
- Selvitä jatkuvasti juuriongelmia, jolloin organisaatio oppii uutta. (Eaton, 2013, ss. 27, 33)

Edellä mainitut 14 peruseriaatetta ovat:

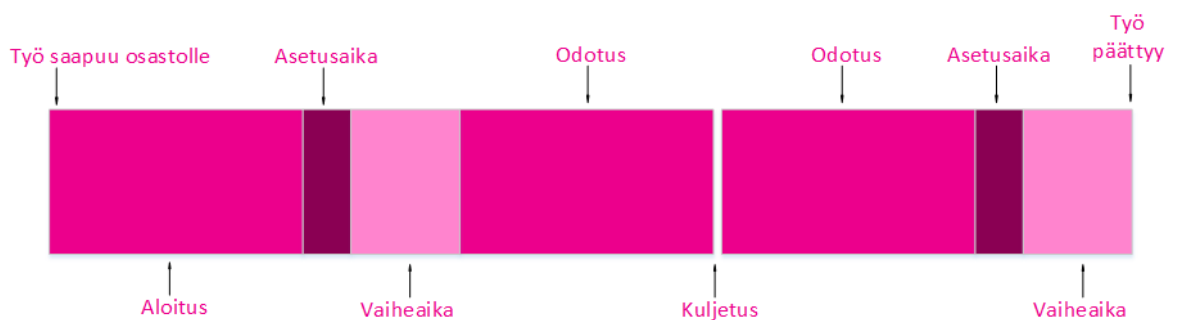
- Perusta päätökset pidemmän ajanjakson filosofiaan, vaikka siitä aiheutuisi kustannuksia lyhyellä ajanjaksolla.
- Luo jatkuva prosessivirta, joka tuo ongelmat esiin.
- Käytä imuohjausta välttääksesi ylituotantoa.
- Tasoita työkuorma.
- Luo työkuorma, jossa pysähdytään aina, kun jokin asia tarvitsee korjausta, jolloin ongelma saadaan kerralla kuntoon.
- Vakioi työtehtävät ja prosessit, jotta ne ovat perusta jatkuvalla kehittämiselle ja työntekijän voimaantumiselle.
- Visualisoi työ siten, etteivät ongelmat jää piiloon.
- Käytä ainoastaan luotettavia ja hyvin testattuja teknologioita, jotka palvelevat ihmisiä ja prosesseja

- Kasvata johtajia, jotka perusteellisesti ymmärtävät työn, elävät yrityksen filosofian mukaan ja opettavat sitä muille.
- Kehitä erinomaisia ihmisiä ja ryhmiä, jotka toimivat yrityksen filosofian mukaan.
- Kunnioita alihankintaketjuasi haastamalla ne ja auta heitä kehittämään toimintojaan.
- Mene ja näe itse tilanne, jotta voit ymmärtää sen perusteellisesti.
- Tee päätöksiä hitaasti ja yhteisymmärryksessä yrityksessäsi, mutta toimeenpane päätökset nopeasti.
- Kehitä yrityksestäsi oppiva organisaatio, jatkuvan kehittämisen ja itsearviointin avulla. (Eaton, 2013, s. 27 - 32)

2.3 Lämpimenoaika

Valmistavassa tuotannossa läpimenoaika on tärkeä tekijä, joka määrittää yrityksen taloudellista kannattavuutta. Nopeasti tuotannon läpi virtaavat tuotteet sitovat vähemmän rahaa keskeneräiseen tuotantoon, parantavat toimitusvarmuutta sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 401 - 402)

Lämpimenoaikaan kuuluu kaikki se aika, jonka toimintaketju tarvitsee. Lämpimenoaika voidaan eritellä kokonaisläpimenoaikaan ja tuotannonläpimenoaikaan. Ensimmäinen kuvaa sitä aikaväliä, jossa yritys saa tilauksen ja toimittaa tilatut tuotteet asiakkaalle. Jälkimmäinen taas muodostuu siitä, kun tuotetta aletaan valmistaa, ja päättyy, kun tuote on valmis. Tavallisesti läpimenoaikaan kuuluu paljon odottelua ja siirtelyä, mikä ei lisää tuotteen arvoa. Varsinainen valmistava työ eli vaihe aika on usein murto-osa kokonaisläpimenoajasta, mikä selviää myös kuvasta 2. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005). s 401



KUVA 2 Tuotteen läpäisyajan rakenne (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 401)

Tuotannon yleisiä tavoitteita ovat kustannusten minimointi, laadukkaat tuotteet ja palvelut, joustavuus sekä hyvä aikakilpailukyky. Näistä voidaan johtaa seuraavat käsitteet.

Yrityksellä on sitoutunut pääomaa tuotantolaitteisiin, koneisiin ja tuotantotiloihin. Mitä suurempaa tuotanto on, sitä suurempaa on pääoman tuotto. Tuotantoerät on suunniteltava siten, että keskeiset resurssit ovat mahdollisimman korkeassa käytössä. Tällä tavoitellaan **kapasiteetin korkeaa tuottavuutta**.

Materiaaleihin, keskeneräiseen työhön sekä lopputuotevarastoihin sitoutuu pääomaa. Valmistusta ohjaamalla, sitoutunut pääoma on saatava mahdollisimman pieneksi. Puhutaan myös **vaihto-omaisuudesta** ja sen minimoinnista.

Yrityksen on kyettävä toimittamaan tuotteita sovitusti oikea määrä, oikeaan aikaan. Tällöin **toimintusvarmuus** ei heikkene. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 402)

Tuotantoerä suunnitellessa täytyy ottaa huomioon niiden läpimenoaika. Tuotantoerän läpäisyajan ollessa lyhyt vähenee sitoutuneen pääoman määrä keskeneräiseen tuotantoon, kapasiteetin suunnittelu helpottuu ja tuotteiden laatu paranee. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 402)

2.4 Tuotantoerä, erä koko

Tuotantokoneiden kuormitusastetta saadaan nostettua tuotantoerä kasvattamalla. Kun tuotantoerä vaihdetaan harvemmin, ei tuotantoa hukata asetusaikana, joka syntyy erien vaihdon yhteydessä. Tällöin tuottavuus paranee ja kokonaiskapasiteetti kasvaa. Isot tuotantoerät kuitenkin kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää, jolloin myös vaihto-omaisuuden määrä kasvaa. Suuret tuotantoerät johtavat myös tuotannon joustavuuden vähenemiseen ja läpäisyajan kasvamiseen. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 403)

Jotta tuotannon tavoitteisiin päästään, täytyy läpäisyajoja lyhentää. Tähän tavoitteeseen päästään usein tuotantoerä pienentämällä, sekä tuotannon eri välivarastoja poistamalla. Tuotantoerän koko vaikuttaa keskeisesti siihen, miten nopeasti se kulkee tuotannon läpi. Ison tuotantoerän odotusaika ja valmistusaika kasvavat samassa suhteessa kuin erä koko. Eri työvaiheiden välille syntyviä odotusaikoja voidaan vähentää, kun erä koko pienenee. Tällöin läpäisyaikaa turhaan kasvattavia kuljetuksia voidaan pienentää. Eräkoko määrittäessä täytyy myös huomioida eräkohtaisten kustannusten kasvu, joita eräkojojen pienentäminen taas kasvattaa. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, s. 406) (Lapinleimu;Kauppinen ;& Torvinen, 1997, s. 59)

2.5 SMED

SMED-termi tulee englanninkielien sanoista, single digit minute exchange of die, eli asetuksen suorittaminen yksittäisten minuuttien aikana. Kyseessä on japanilaisen Shigeo Shingon kehittämä ajattelu-tapa, jonka tarkoituksena on vähentää työkonien asetukseen kuluva aikaa. Vuonna 1969 Shigeo työskenteli Toyotalla ja hän huomasi, että valssausprässimuottien vaihtoon kului 100 minuuttia. Kun tätä työvaihetta lähdettiin kehittämään, saatiin asetusaika kutistettua 10 minuuttiin. Samalla alkoi hahmottua SMED-järjestelmä. (Shingo & Dillon, 1985, s. 19 -25)

SMED:n perusidea on jakaa asetuksen teko kahteen osa-alueeseen:

- Sisäinen asetus johon kuuluvat toimenpiteet, mitkä voidaan tehdä ainoastaan tuotantokoneen ollessa sammutettuina.
- Ulkoinen asetus johon kuuluvat toimenpiteet, mitkä voidaan tehdä tuotantokoneen ollessa päällä

Esimerkiksi sisäiseen asetukseen kuuluu tuotantokoneen työkalujen vaihto ja sorvin leukojen vaihto. Ulkoisen asetuksen esimerkkejä ovat raaka-aineiden, työkalujen ja kiinnittimien tuonti työpisteelle. tavoite on, että mahdollisimman suuri osa asetusajasta olisi ulkoista-asetusaikaa, jolloin taas sisäistä asetusta on mahdollisimman vähän. Tällöin tuotantokone on pysähdyksissä vähiten. (Shingo & Dillon, 1985, s. 22)

SMED-järjestelmään kuuluu kolme päävaihetta, joiden avulla asetusajaa saadaan lyhennettyä:

1. Tärkein askel, jotta *SMEDIä* voidaan hyödyntää, on sisäisen ja ulkoisen asetuksen tunnistaminen jokaisella yrityksen työpisteellä. Jokaisen työntekijän täytyy ymmärtää, että työkalujen valmisteluja ei kuulu tehdä silloin, kun kone on sammuksissa. (Shingo & Dillon, 1985, s. 29)
2. Sisäisen asetuksen muuttaminen ulkoiseksi asetukseksi. Jotta sisäiseen asetukseen käytettyä aikaa voidaan edelleen vähentää, on tutkittava sisäisen asetuksen toimenpiteitä, ja pohdittava voidaanko kyseistä toimenpidettä muuttaa ulkoiseksi asetukseksi. Tekemällä asetus ulkoisena, voidaan se tehdä esimerkiksi asetuksen valmistelun aikana, jolloin koneen tuotantoaikaa ei kulu asetuksen tekoon. (Shingo & Dillon, 1985, s. 29 - 30)
3. Asetuksen virtaviivaistaminen. Edellisten vaiheiden jälkeen täytyy vielä sisäiset ja ulkoiset asetukset virtaviivaistaa ja pohtia voidaanko niitä vielä kehittää. Onko esimerkiksi työkalujen tai pitiemien asetuksessa ylimääräisiä varastointi- tai siirtelyvaiheita. (Shingo & Dillon, 1985, s. 29 - 30)

SMED-periaate sisältää vielä kuusi yksityiskohtaisempaa toimenpidettä, joiden avulla asetusajaa voidaan kehittää. Monesti kuvitellaan, että nämä toimenpiteet ovat pelkästään asetuksen mekani-sointia ja automatisointia. Ajattelemalla SMED-tapaan ja muuttamalla toimintatapoja, saadaan asetuksia lyhennettyä myös ilman suuria investointeja apulaitteisiin. (Peltonen, 1997)

- Standardityökalut. Vakioimalla työpisteellä käytettävät työkalut, niitä ei tarvitse niin useasti vaihtaa. Näin ollen asetus voidaan tehdä siten, että osa työkaluista jää vielä koneeseen eikä kaikkia tarvitse vaihtaa.
- Kiinnityksen suunnittelu. Tuotteen on sovittava kiinnittimeen helposti ja siten, että se on mahdollista valmistaa kyseessä olevalla kiinnityksellä.
- Esiasetetut kiinnittimet. Kappaleet kiinnitetään valmiiksi esiasetettavaan kiinnittimeen, jolloin kappaleen vaihdon yhteydessä aika ei kulu kappaleen asettamiseen.

- Samanaikaiset työtehtävät. Kiinnitettävät kappaleet on järjestettävä siten, että asetus voidaan tehdä yhdeltä puolelta, jolloin työntekijän ylimääräinen liikkuminen vähenee.
- Hienosäädön poisto. Kappale paikoitetaan ohjaimien avulla siten, että se mahdollisimman lähellä lopullista paikkaansa, eikä työntekijän tarvitse kiinnityksen jälkeen enää käsin siirtää kappaletta.
- Mekanisointi. Pikakiinnittimien avulla voidaan hallita montaa kiinnitintä samalla, hydraulisesti tai pneumaattisesti, jolloin työntekijän ei tarvitse jokaista kappaletta irrottaa käsin.
(Peltonen, 1997)

3 LASTUAVIEN TYÖSTÖMENETELMIEN ASETUSAIKA JA TYÖKALUT

Tässä kappaleessa pureudutaan asetuksen ominaisuuksiin lastuavan työstön osalta, sekä siihen miten eri menetelmien työkaluvaihtoehdot vaikuttavat asetukseen. Sorvaukselle ja koneistukselle on olemassa monipuoliset työkalut, joiden avulla asetuksen tekoa voidaan helpottaa.

3.1 Asetusaika

Jotta eräkoon pienentäminen olisi kannattavaa yritykselle, täytyy asetusajojen olla lyhempiä. Jos yritys alkaa valmistaa pienempiä eriä, mutta asetus aika pysyy samana kuin isolla eräkoolla, menee tuotannon kapasiteetti pelkästään asetusten tekoon. (Lapinleimu;Kauppinen ;& Torvinen, 1997, s. 60)

Asetusaika on se aika, joka kuluu tuotantokoneen tai työpisteen muuttamiseen, siten että se voi taas alkaa valmistaa seuraavaa tuotetta. Asetusaikaan ei lasketa tuotantovaiheessa kuluva kappaleen vaihtoa. Asetusaikaan kuuluu usein seuraavia asioita:

- työkalujen vaihto
- kiinnittimien vaihto
- ohjelmien vaihto
- ohjelman parametrien vaihto, esim. nollapiste, työkalukorjaukset
- raaka-aineiden vaihto
- kappaleenkäsittelijän, esim. robotin kouran vaihto (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, ss. 405, 406) (Lapinleimu;Kauppinen ;& Torvinen, 1997, s. 60)

Kuormitusasteet jäävät alhaisiksi, jos kaikki tuotantokapasiteetti joudutaan käyttämään asetusten tekoon, tästä syystä lyhyet asetusajat ovat taloudellisesti kannattavia. Asetusaikoja voidaan lyhentää teknisillä, organisoivilla ja automaattisilla ratkaisuilla. Näihin kuuluu työkalujen vaihtoa nopeuttavat tekijät, erilaiset asetusta valmistavat työvaiheet sekä automatisoidut ratkaisut, jolloin asetuksen tekee automatisoitu järjestelmä. (Haverila;Uusi-rauva;Kouri;& Miettinen, 2005, ss. 405, 406) (Lapinleimu;Kauppinen ;& Torvinen, 1997, s. 60)

3.2 Työkalut ja työkalutiedot

Työstökoneiden työkalujen kirjo on suuri ja jokaiselle työkaluyhdistelmälle joudutaan tekemään oma työkalukorjaus, jolloin lastuavan terän särmä liikkuu myös reaaliaikaisessa NC-ohjelman mukaisesti haluttua rataa pitkin. Eri työkalulle on myös eri optimaaliset lastuamisarvot, johtuen teräpalojen geometriasta ja materiaalista. Myös tässä tilanteessa tarvitaan työkalukorjausta. (Ansaharju & Maaranen, Koneistus, 1997, ss. 499-500)

NC-ohjatun sorvin työkalutiedot sisältävät seuraavanlaisia tietoja:

- terän asema
 - o x-suunnassa
 - o z-suunnassa
- teräpalan nirkonsäde
- asentokoodi kääntöterälle.

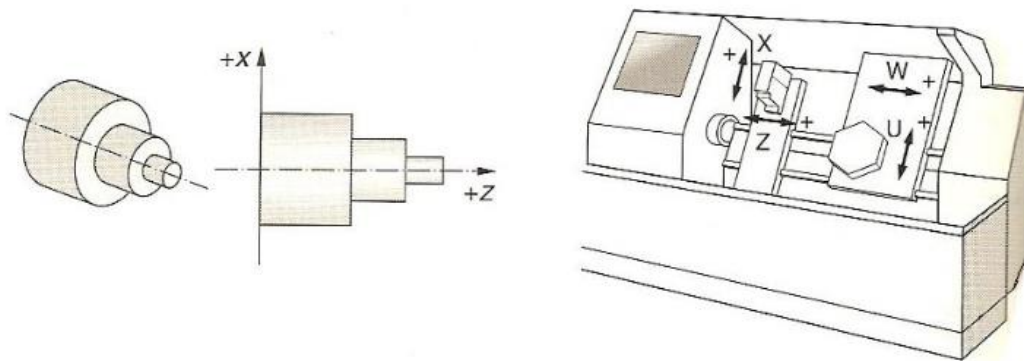
Koordinaattiakselit näkyvät selvemmin kuvasta kolme.

NC-ohjatun työstökeskuksen tiedot ovat sorviin verrattuna hieman monipolisemmat, ja edellisten tietojen lisäksi niihin kuuluu työkalun pituus ja työkalun säde. (Ansaharju & Maaranen, Koneistus, 1997, s. 501)

3.2.1 Sorvaus

Lastuavista työstömenetelmistä sorvaus on yleisin n. 30 % osuudella. Nykyisin sorvilla tarkoitetaan usein NC-ohjattua eli numeerisesti ohjattua monitoimisorvia. Sorville ominaista on, että kappale pyörii oman akselinsa ympäri ja työkalu tekee syöttö- ja asetusliikkeitä. Kuvassa 3. näkyvät sorvin perusakselit. Monitoimisorvin avulla voidaan valmistettavaan kappaleeseen tehdä useita erilaisia muotoja ja geometrioita ja valmistettavat kappaleet voivat olla hyvinkin monimutkaisia.

(Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, ss. 175-177)



KUVA 3 NC-sorvin koordinaattiakselit (Ansaharju & Maaranen, Koneistus, 2001)

Sorvin työkalumakasiini on melko rajallinen, joten koneen tehokkaaseen käyttöön tarvitaan vakiotyökaluasetusta. Vakiotyökaluasetus onnistuu seuraavanlaisilla toimenpiteillä:

- Käytetään vakioituja työkaluja ja teriä.
- Rajataan työkalujen määrä.
- Tehdään rei'istä ja kierteistä vakiokoot.
- Ei tilata tai teetätetä erikoistyökaluja.
- Nopeutetaan työkalujen esiasetusta.
- Varmistetaan, että oikeanlaiset työkalut ovat saatavilla, ja niiden geometriatiedot ovat oikeat. (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 178)

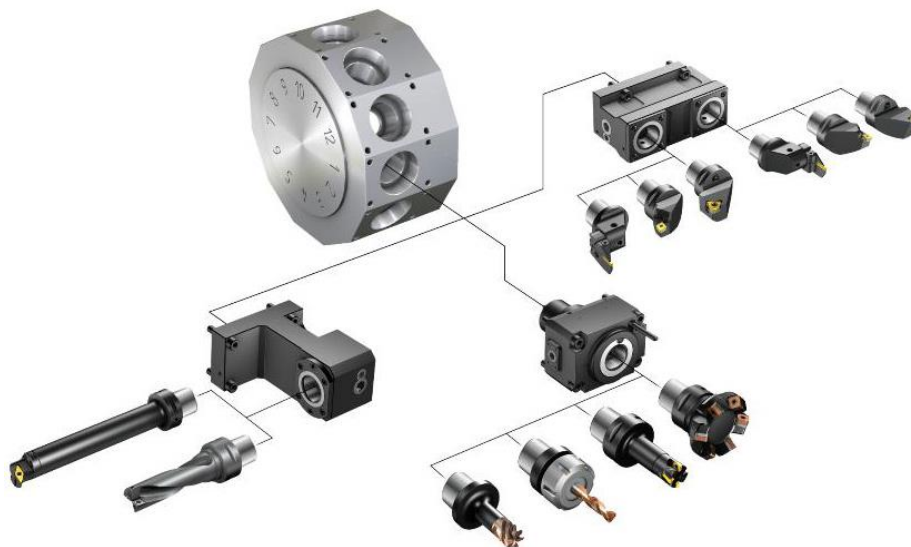
Lisäksi vakiotyökaluasetuksen joustavaa käyttöä edesauttavia toimintoja ovat:

- suunnittelu ja valmistus yhteistyössä
- standardoidut työmenetelmät
- riittävän iso työkalurevolveri
- mahdollisuus käyttää makasiinia työkalujen täydennykseen
- työkalujen vaihto makasiinista revolverille automaattisesti
- teräpalojen kestoian tarkkailu
- työkalujen esiasetuksen luottavuus
- työkalutietojen siirtyminen suoraan NC-ohjaukseen (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 178).

Oikeilla työkaluvalinnoilla sekä optimaalisilla lastuamisarvoilla saadaan sorvauksen taloudellisuutta lisättyä. Välttelemällä teränvaihtoja ja terärikköjä pienillä lastuamisnopeuksilla ei saavuteta kuviteltua säästöä, vaan lastuamiskustannukset nousevat kasvaneen työstöajan mukaan.

(Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 179)

Kuvan 4. mukaisella modulaarisella työkalujärjestelmällä voidaan helposti saada aikaan vakioitu työkalujärjestelmä. On kuitenkin tärkeää huomata, että työkalujärjestelmät kasvattavat ulkoisen asetuksen määrää, mikä hankaloittaa aina ohjausta. (Lapinleimu;Kauppinen ;& Torvinen, 1997, s. 181)



KUVA 4 Sandvik Capto, modulaarinen työkalujärjestelmä sorvaukseen (Sandvik Coromant, 2016)

Sorvauksen kiinnittimet ovat itsekeskittäviä istukoita. Nykyaikaisessa sorvissa istukka on yleensä hydraulisesti toimiva eli käyttäjän ei tarvitse käsin kiristää kappaletta istukkaan kiinni. Kolmileukaistukka, joka on yleisin istukan malli, kiristää aihion paikalleen. Kuvassa 5. on kolmileukaistukka. Istukan leuat ovat usein karkaistuja, jolloin niiden kulumiskestävyys on parempi. Karkaisemattomia leukoja käytetään, kun kappaleen mittatarkkuus sitä vaatii. Leukoja on monenlaisia ja niiden ominaisuudet eivät välttämättä sovi yksin jonkin toisen valmistettavan kappaleen kanssa (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 187 - 189).



KUVA 5 Sorvin kolmileukaistukka (Nurminen Tools Oy, 2012)

3.2.2 Koneistuskeskus

Koneistuskeskukselle on ominaista työkalu- ja kappalevaihdon automatisointi. Usein koneistuskeskukset ovat myös osa joustavaa tuotantojärjestelmää ja niillä on monipuoliset NC-ohjauksen ominaisuudet. Koneistuskeskukselle on ominaista, että kappale on kiinnitetty pöytään tai palettiin kiinni. Koneistuskeskuksia on saatavilla markkinoilta pystykaraisia malleja (kuva 6.), tai vaakakaraisia malleja. Niin pöytä kuin myös kara voi koneen tyyppin vuoksi liikkua. Koneistuskeskuksella voidaan valmistaa esimerkiksi valumuotteja ja auton lohkoja. Sorvin ohella koneistuskeskus on tärkeä tuotantokone nykyaikaisessa konepajassa. (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 231)



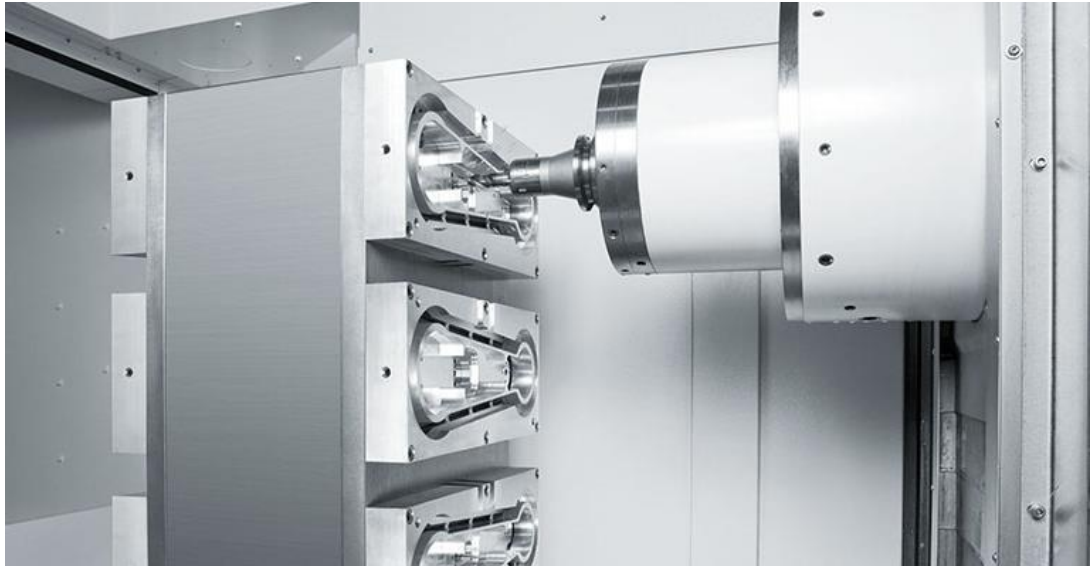
KUVA 6 Mazak Smart 430A pystykarainen koneistuskeskus ja koordinaattiakselit (Mazak , 2016)

Koneistuskeskuksen työkaluvalikoimaan kuuluu esimerkiksi porauksen, kierteityksen ja jyrsimisen työvaiheiden työkalut. Myös koneistuksessa pyritään käyttämään vakiotyökaluasetusta, jonka periaatteet ovat sovellettavissa samoin tavoin kuin sorvauksessa. Kuvassa 7. näkyy modulaarinen työkalujärjestelmä. (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 231 - 234)



KUVA 7 Sandvik Capto modulaarinen työkalujärjestelmä koneistuskeskukselle (Sandvik Coromant, 2016)

Koneistuskeskuksen kiinnitysvälineet koostuvat usein paletista ja kiinnittimistä, joiden avulla kappaleet kiinnitetään palettiin. Kappaleita voidaan kiinnittää paletin neljälle sivulle, jolloin voidaan koneistaa useita kappaleita yhdellä asetuksella. Kuvassa 8. on kuvattu tällainen tilanne. Kiinnittimet ovat usein yhtä kappaletta varten tehty, mutta palettiin saadaan helposti useita kiinnittimiä kiinni. (Aaltonen;Andersson;& Kauppinen , 1997, s. 234 - 235)



KUVA 8 Vaakakarainen koneistuskeskus sekä kappalepaletti (Tekninen Kauppa Wihuri, 2016)

4 ASETUSKORTTIEN HALLINNAN NYKYTILANNE

Yrityksessä asetuskorttien hallinnan nykytilanne on hieman kankea. Asetuskortit tulostetaan jokaiselle työpisteelle, kahden eri asetuskorttipohjan avulla. Näiden asetuskorttipohjien lisäksi on vielä käsin tehty versio. Paperiset asetuskortit jäävät työpisteellä oleviin kansioihin käyttöä varten ja asetuskorttiedostot viiden eri ohjelmointikoneen muistiin.

4.1 Asetuskorttien hallinta yrityksissä

Työn alussa huomattiin, että asetuskorttien hallintaan liittyvää aikaisempaa tutkimusta, ei juurikaan oltu tehty. Yleinen tapa saada asetustiedot työpisteille on tallentaa ne työstökoneen NC-ohjelmaan. Työntekijä lukee asetustiedot tässä tilanteessa työstökoneen hallintapaneelista. Kun tuotteet ovat yksinkertaisia, NC-ohjelman muisti riittää lisätietoja varten, jolloin ohjelman käyttö onnistuu. NC-ohjelmaa tukevat usein tuotannonohjausjärjestelmät, jotka voivat lisätä asetukseen liittyvää tietoa. ERP-ohjelmasta tulostettavalla työmääräimellä saadaan lisätieto työpisteelle. Tilanteen mukaan voi tallennetun tiedon määrä vaihdella, jolloin esimerkiksi ERP-järjestelmän kautta saatua tietoa on enemmän.

Toinen yleinen tapa on paperisten asetuskorttien käyttö. Työpisteellä on tyhjä asetuskorttipohja, johon käsin kirjoittamalla kirjataan asetukseen tarvittavat tiedot. Tyhjä pohja on usein työpisteen tietokoneen muistissa tai niitä on tulostettu työpisteelle valmiiksi. Työn aikana löydettiin i Itä-Suomen alueelta yksi kone- ja metalliteollisuuden yritys, joka käytti erityisesti asetustietojen hallintaan soveltuva järjestelmää. Järjestelmää pystyttiin käyttämään taulutietokoneella ja siihen voitiin liittää valokuvia asetuksen teosta. Tarkempaa tietoa järjestelmästä ei kuitenkaan saatu.

4.2 Asetuskortti

Asetuskortin tehtävä on helpottaa ja vakioida Toolfac Oy:n lastuavan ja hiovan työn asetuksen tekoa. Yrityksen valmistettavat tuotteet ovat sen verran monimutkaisia, että asetukseen tarvittavaa työkalutietoa tulee paljon. Näitä tietoja on hankala tallentaa esimerkiksi työstökoneen muistiin tai työpöytämuistiin, joten asetusta helpottamiseksi on luotu asetuskortti.

Työntekijät tekevät asetuskortin, kun uusia tuotteita aletaan valmistaa, tai muokkaavat, kun vanhojen tuotteiden revisiot muuttuvat tai valmistusmenetelmää muutetaan. Asetuskorttien avulla saadaan asetuksen tekoa myös vakioidua, mikä edelleen vähentää asetukseen käytettyä aikaa.

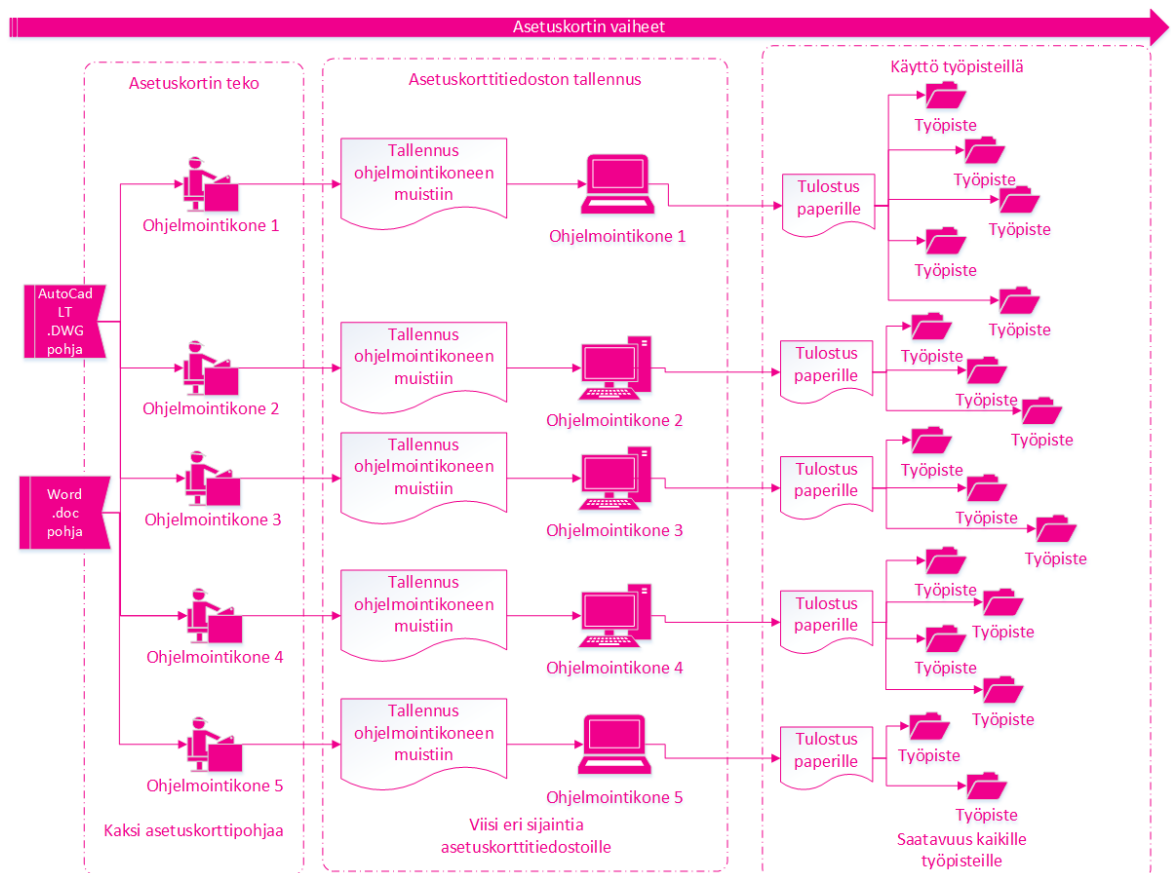
Asetuskorttipohjia löytyy tuotannosta muutamaa eri mallia, liitteissä on esimerkkikuvat pohjista. Asetuskortteja ei ole vakioidu työpisteen mukaan, vaan työpisteellä voi olla niin käsintehtyjä, kuin myös ohjelmointikoneella tehtyjä asetuskortteja.

Asetuskorteissa on usein seuraavanlainen asettelu:

- yleiset tiedot
 - o tuotenimi
 - o piirustusnumero
 - o päiväys
- työkalukohtaiset tiedot
 - o terävarren tiedot
 - o teräpalatiedot
- tyhjää tilaa asetuskorteissa käytetään usein havainnollistavien kuvien piirtämiseen tai muiden huomioiden kirjoittamiseen

4.3 Kuvaus

Nykytilanteessa osa asetuskorteista luodaan itse tehdyllä 2D-mallinnusohjelmalla, joka pohjautuu Autodesk Auto CAD-LT ohjelmistoon. Tästä syystä asetuskorttiedostot ovat dwg-tiedostoja. Muutamilla työpisteillä käytetään Microsoft Word-tekstinkäsittelyohjelmaa asetuskorttien luontiin. Työpisteillä käytettävät asetuskortit ovat suurelta osin paperisia kortteja, joiden avulla asetus tehdään. Kuvasta 8 näkyy tämän hetkiset asetuskortin teon vaiheet.



KUVA 9 Asetuskorttien kulku ja hallinta tällä hetkellä

4.4 Asetuskorttien hallinta

Uuden tuotteen tullessa tuotantoon siitä tehdään asetuskortti. Asetuskorttiedosto tallennetaan ohjelmointikoneen muistiin ja fyysinen asetuskortti tulostetaan paperille työpisteellä olevaan kansioon. Toinen tapa on käsin kirjoittaminen tyhjälle asetuskorttipohjalle. Käsin kirjoitetussa tavassa yhdestä tyhjistä asetuskorttipohjasta otetaan valokopio, jolloin vähintään yksi tyhjä asetuskorttipohja jää jäljelle ja tyhjälle pohjalle kirjataan asetuksen tiedot.

Tilanteessa, jossa tuotetta on jo tehty, työvaiheen asetuskortti löytyy usein työpisteeltä, jossa sitä viimeksi tehtiin. Työntekijä vertaa asetuskortin revisiota työpiirustuksen revisioon ja toteaa, onko tuotteeseen tullut muutoksia. Vaihtoehtoisesti voidaan lähteä etsimään vanhaa asetuskorttiedostoa ohjelmointikoneiden muistista, muokata tuota tiedostoa ja tulostaa se. Huonoimmassa tapauksessa, vanhaa asetuskorttiedostoa tai paperista asetuskorttia ei löydy, vaan se täytyy tehdä alusta alkaen uudestaan.

4.5 Heikkoudet ja vahvuudet

Nykyisen järjestelmän vahvuus on asetuskortin tekoa varten tehdyn autocad-It ohjelmiston helppo-käyttöisyys. Moni työntekijä osaa käyttää Autocad-It – ohjelmaa asetuskortin tekoon, koska se on hyvin suoraviivainen ja tarkoitettu vain asetuskortin tekoa varten. Valmis asetuskortti näkyy saman tien näytössä, kun siihen lisätään työkaluja ja teräpalojen ominaisuuksia. Suurin osa työntekijöistä on omaksunut vanhan järjestelmän käytön. Käsin kirjoitettuun asetuskortin tekoon ei tarvita lisäkoulutusta, vaan se onnistuu työntekijältä lyhyen opastuksen jälkeen.

Järjestelmän heikkoudet liittyvät suurelta osin asetuskorttiedostojen hajonneisuuteen sekä paperisten asetuskorttien sotkuiseen ulkoasuun. Asetuskorttiedostot on tallennettu usealle eri ohjelmointipäätteelle ympäri tehdasta, jolloin yhtä tallennuspistettä ei ole eikä järjestelmällä myöskään voida hakea tiedostoja. Täytyy ensin tietää, millä koneella tai työpisteellä asetuskortti on tehty, ja kuka sen teki, jotta asetuskortti löytyy. Myös työpisteillä olevien asetuskorttikansioiden läpikäynti on aikaa vievä toimenpide. Kun asetuskorttiin joudutaan tekemään muutoksia, eikä alkuperäisiä asetuskorttiedostoja ei löydy, joudutaan muutokset tekemään käsin, tai asetuskortti täytyy tehdä uusiksi kokonaan. Tilanne ei kuitenkaan ole jokaisella työpisteellä sama. Esim. monitoimisorvauksen puolella, tietokoneelta löytyvät työkonekohtaisesti tallennetut asetuskorttiedostot, josta ne on helppo löytää, muokata ja tulostaa tarvittaessa. Kustannuksia nykyisellä järjestelmällä koostuu Autocadin vuotuisen lisenssin osalta.

5 ASETUSKORTTIEN HALLINTAAN SOVELTUVAT VAIHTOEHDOT

Tässä osiossa käsitellään ensin yritykseltä jo löytyvät järjestelmät, joita voitaisiin hyödyntää asetuskorttien hallintaan. Mastercam- sekä Microsoft Excel-ohjelmisto ovat tällaisia. Lopuksi tarkastellaan vaihtoehtoja mitkä joudutaan hankkimaan erikseen. Räätelöity järjestelmä, DocNc- sekä Dnc- TabView-ohjelmistoja ovat tällaisia.

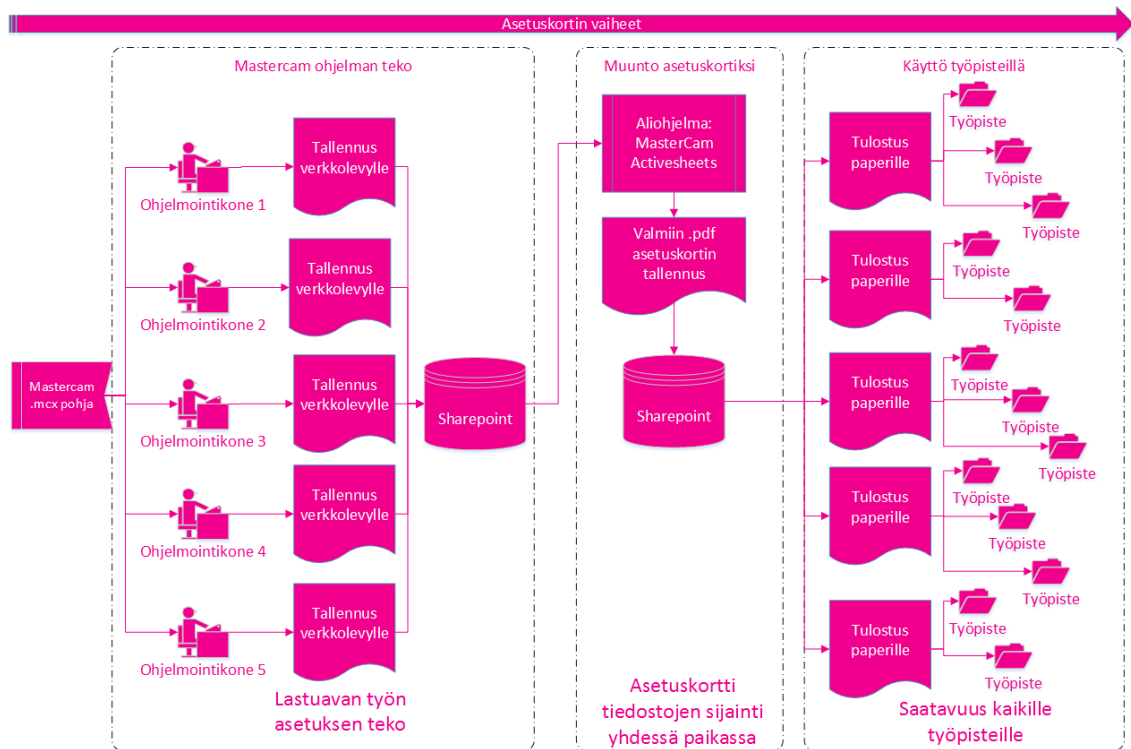
5.1 Mastercam

Mastercam X9 on koneistuksen ja sorvauksen simulointiin erikoistunut ohjelmisto. Ohjelman avulla voidaan simuloida lastuavaa työstöä turvallisesti tietokoneen näytöltä, jolloin työstön mahdollisiin ongelmiin voidaan puuttua, jo ennen kuin tuotetta aletaan edes valmistaa. (Camtek, 2016)

5.1.1 Kuvaus

Jotta Mastercamia voidaan käyttää asetuskorttien hallintaan, tarvitaan myös Activesheets-aliohjelma. Activesheets-aliohjelmalla Mastercam-tiedostoista saadaan selkeästi luettavia pdf-tiedostoja, josta ne voidaan tulostaa. Aliohjelma osaa hakea tarvittaessa Mastercam-ohjelmasta kaikki käytetyt työkalut ja teräpalatiedot, ja tehdä niistä taulukon. Activesheets määrittää xml-tyyppisellä asetustiedostolla. Sen avulla voidaan määrittää, mitä kaikkea tietoa Mastercam-ohjelmasta haetaan. Lisäksi asetuskorttiin voidaan liittää esimerkiksi asetuskortin pohja, yrityksen logo ja täytettäviä lisätietoruutuja. Activesheet-aliohjelma tulee Mastercam-lisenssin mukana kuin myös valmiita asetuskorttipohjia. Kuvasta 10. näkyvät asetuskortin teon vaiheet Mastercamin avulla.

Asetuskortin tulostusta Mastercamin avulla testattiin yrityksen tuotannon tiloissa ja havaittiin, että sekä työkalutiedot että kappaleen 3D-kuva tulostuivat oikealla tavalla. Myös testiä varten tehdyt lisäkentät tulostuivat, käsittäen pakkapaineen ja mittausohjeen.



KUVA 10 Asetuskorttijärjestelmän kaaviokuva Mastercamin avulla

5.1.2 Asetuskorttien hallinta

Kun tuotteesta saadaan 3D-malli, voidaan sen avulla alkaa tehdä cam-ohjelmaa Mastercam avulla. Mastercam-ohjelma tallennetaan verkkolevylle, minkä jälkeen siitä tehdään Activesheets-aliohjelmalla asetuskortti. Mastercam-ohjelmasta noudettujen tietojen lisäksi lisätään erillisiin lisätietokenttiin tiedot esimerkiksi pakkapaineista ja mittausohjeista.

Juuri muodostettu pdf-tiedosto tallennetaan SharePoint-tiedonjakojärjestelmään. Tässä vaiheessa asetuskortti tulostetaan paperille, jos työpisteellä ei ole mahdollisuutta tarkastella asetuskorttia tietokoneen tai tablet-tietokoneen näytöltä.

Mikäli asetuskortti on jo olemassa, haetaan tuotantoon tulevan tuotteen asetuskortti SharePointistä. Tämän jälkeen tarkistetaan, onko asetuskortti samaa revisiota kuin mitä työmääräimessä lukee. Jos on, niin asetuksen teko alkaa. Muussa tapauksessa, joudutaan tutkimaan, mihin muutokset liittyvät ja täytyykö asetusta muuttaa. Riippuen muutosten määrästä, tehdään muutokset myös Mastercam-ohjelmaan.

5.1.3 Heikkoudet ja vahvuudet

Mastercamilla toteutetun järjestelmän etu olisi erillisen asetuskortin teon poistuminen. Tiedot työkaluista ja teräpaloista tulisivat valmiiksi CAM-ohjelmasta ja käyttäjän tarvitsee lisätä ainoastaan muut asetukseen liittyvät tiedot. Asetuskortit olisivat helposti löydettävissä yhdestä paikasta SharePoint-järjestelmästä, jolloin turha etsiminen poistuu.

Mastercamilla toteutettuna yritys joutuisi tekemään uusia ja kalliita investointeja ohjelmistolisensseihin. Tämä johtuu siitä, että Mastercam-asetuslehti pakottaa käyttäjän aina käyttämään Mastercam-ohjelmistoa, kun asetuslehteä muokataan. Yrityksellä on tällä hetkellä käytössään vain yksi MasterCam x9 lisenssi, joten uusia ja kalliita lisenssejä tarvittaisiin lisää. Suurelle osalle yrityksen työntekijöistä Mastercam olisi uusi ohjelmisto ja tämän vuoksi tarvittaisiin paljon lisäkoulusta ohjelmistoa varten.

5.2 Excel-pohja ja Sharepoint

Microsoft Excel on monipuolinen taulukkolaskentaohjelmisto, ja sitä voidaan soveltaa myös tämän työn tarpeisiin. Excelin avulla luotiin myös päivitetty asetuskorttipohja ja se jaetaan järjestelmässä Sharepointin avulla työpisteille. Luvussa seitsemän on kuvattu uusi asetuskorttipohja, joka liittyy tähän järjestelmään.

Excel-pohjaa testattiin yrityksen tiloissa, jolloin kokeiltiin että asetuskortin muokkaus ja lataus Sharepointiin toimii. Tallennettu asetuskortti voitiin hakutoiminnon avulla hakea ja sitä voitiin muokata tarvittaessa. Samalla havaittiin myös ongelmat, joita järjestelmän mukana tulisi.

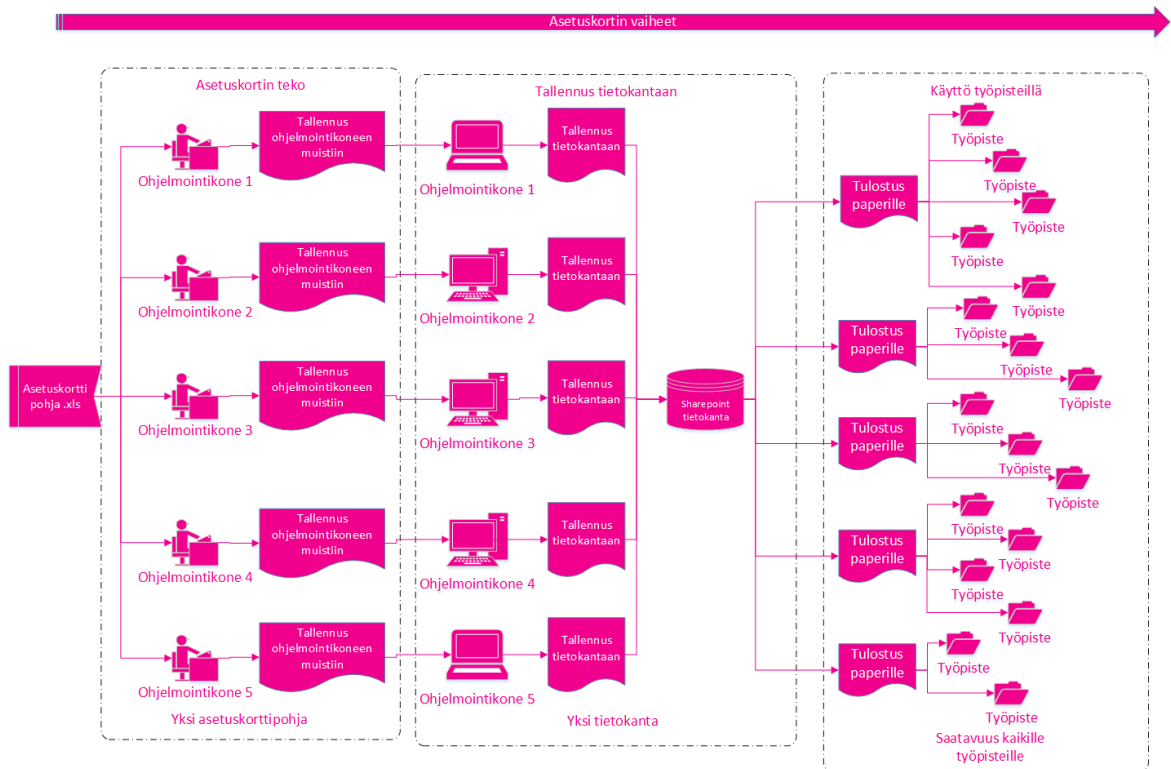
5.2.1 Kuvaus

Tässä järjestelmässä asetuskortti voidaan tehdä millä tahansa yrityksen tietokoneella, joka on kytketty sisäiseen verkkoon ja jossa on Microsoft Excel – ohjelma. Pääteeltä asetuskortit tallennetaan Sharepointiin ja tulostetaan työpisteelle käyttö varten. Uuden asetuskorttipohjan työntekijä hakee Sharepointista.

5.2.2 Asetuskorttien hallinta

Työntekijä syöttää asetuskorttipohjaan kaiken asetuksen tekoon liittyvän tiedon. Työntekijä voi myös lisätä kuvia tietokoneen muistista parantaakseen asetuskortin visuaalisuutta. Kun asetuskortti on valmis, tallennetaan se ohjelmointikoneen muistiin, minkä jälkeen se ladataan Sharepoint-järjestelmään.

Vanhan asetuskortin työntekijä pystyy hakemaan Sharepointin hakutoiminnon avulla. Työntekijä muokkaa vanhaa asetuskorttia uusien muutosten mukaan ja tämän jälkeen uusi asetuskortti tallennetaan ohjelmointikoneen muistiin, josta se ladataan Sharepoint-järjestelmään. Kuvasta 11 näkyy asetuskortin teon vaiheet Excel-pohjalla toteutettuna.



KUVA 11 Asetuskorttijärjestelmän kaaviokuva Excel-asetuskorttipohjan avulla

5.2.3 Heikkoudet ja vahvuudet

Hyviä ominaisuuksia Sharepointin ja Excel-pohjan avulla toteutetusta järjestelmästä ovat ne, että molempien ohjelmien lisenssit ovat melko edullisia ja helposti saatavilla jokaiselle yrityksen tietokoneelle. Myös kuvien lisäämisen ominaisuus parantaa asetuskortin visuaalista ilmettä.

Järjestelmän heikkoudet ovat asetuskorttipohjan päivityksen hankaluus, sekä asetuskorttien latauksen vaikeus. Kun asetuskorttipohja on kerran tehty ja ladattu Sharepointiin, sitä ei voida enää muokata muuten kuin yksi kerrallaan. Tästä seuraa tilanne jossa asetuskorttipohjan päivittäminen täytyy tehdä jokaiselle asetuskortille erikseen.

Järjestelmä ei myöskään ole helppokäyttöinen, kun uusia asetuskortteja siirretään Sharepointiin. Siirron monivaiheisuus johtaa helposti sekaannuksiin, kun tiedostoja on sekä tietokoneella että Sharepointissa ja ainoastaan käyttäjän täsmällisyys varmistaa sen, että oikea asetuskorttiedosto tallentuu Sharepointiin.

5.3 DocNc-asetusdokumentointiohjelmo

DocNc on asetustietojen hallintaan tehty ohjelma. Ohjelma on hiukan vanhentunut, koska yritys on keskittynyt muiden ohjelmistotuotteiden kehitykseen.

5.3.1 Kuvaus

DocNc on Cenic Finland Oy:n valmistama asetusdokumentointiohjelmisto, jonka tarkoituksena on helpottaa asetuksen tekoa tallentamalla asetukseen tarvittavat tiedot tietojärjestelmään. DocNc:n ominaisuuksiin kuuluu NC-ohjelman hallinta, asetuskorttien hallinta sekä työkalukohtaisen työkalu- ja teräpalatietojen hallinta. Sillä pystytään liittämään kuvia asetuskorttien avuksi, samoin työkalukirjastoon voidaan liittää kuvia havainnollistamaan mistä työkalusta on kyse. Kaikkia järjestelmään tallennettuja asetustietoja voi hakea työstökoneen tyyppin, valmistettavan tuotteen tai asiakkaan mukaan. Asetuksen teon yhteydessä NC-ohjelman muokkaus ja siirto työkoneelle voidaan tehdä DocNc:n avulla. (Cenic Finland Oy, 2016)

5.3.2 Asetuskorttien hallinta

DocNc:llä tehdään uusi asetusdokumenttiedosto sen omaan tietokantaan. Asetusdokumenttiin määritellään yleiset tiedot, kuten NC-ohjelman tiedot, nollapistet, kiinnittimet, työkalut ja työpiirustukset. Kun asetusdokumentti on tehty, käyttäjä tallentaa sen ja voi tarvittaessa tulostaa paperille tai vaihtoehtoisesti tarkastella sitä tietokoneen näytöltä.

Vanhan asetuskortin työntekijä löytää järjestelmän hakutoiminnon avulla. Vanhaa asetuskorttia voidaan muokata, jos tuote on muuttunut.

5.3.3 Heikkoudet ja vahvuudet

Ohjelmiston vahvuuksia ovat ehdottomasti sen soveltuvuus haluttuun käyttötarkoitukseen sekä monipuoliset ominaisuudet. Yhteensopivuus CAD-piirustusten ja pdf-tiedostojen kanssa helpottaa tuotekuvien katselua eikä vanhoja asetuskortteja tarvitse heittää hukkaan.

DocNc ei ole päivittynyt vähään aikaan, koska ohjelmistoyrityksen resurssit ovat keskittyneet toisen tuotteen kehitykseen. Tästä syystä DocNc on hiukan vanhentunut, eikä sille ole tällä hetkellä tiedossa teknistä tukea. Ohjelmisto ei myöskään tue kannettavia laitteita, kuten tabletti-tietokonetta tai älypuhelin, mikä hankaloittaa tiedon siirtymistä työpisteille digitaalisesti.

Kustannusten määrää ei tähän työhön saatu, koska ohjelmisto ei enää varsinaisesti ole myytävien ohjelmien listalla.

5.4 DNCTabView

IguSystem on sorvauksen ja koneistuksen tiedonsiirtoon sekä tiedonkeruuseen erikoistunut yritys. Yrityksellä on historiaa tiedonsiirron osalta pidemmältä ajalta ja vuoden 2014 aikana tuotteisiin tuli DNCTabView niminen ohjelma NC-tiedonhallintaan. Tuotteessa on asetustietojen hallintaan soveltuva näkymä sekä muutama muu ominaisuus, jota muissa tutkituissa vaihtoehdoissa ei ole. (IguSystem, 2016)

5.4.1 Kuvaus

DNCTabView-ohjelma on tehty taulutietokoneelle, joten asetustiedot saadaan suoraan työpisteille. NC-ohjelman siirto voidaan tehdä myös taulutietokonetta käyttäen. Taulutietokone ja ohjelmisto yhdessä mahdollistavat reaaliaikaisen asetustietojen muokkaamisen sekä kuvien lisäämisen suoraan järjestelmään. DNCTabView tukee taulutietokoneen kameraa ja sillä voidaan suoraan ottaa asetukseen liittyviä kuvia. Ohjelmassa on myös hakutoiminto, jonka avulla voidaan nopeasti hakea eri ohjelmien joukosta oikea työvaiheen NC-ohjelma sekä tähän työvaiheeseen liittyvät lisätiedot. IguSystemillä on myös Windows-tietokoneelle tarkoitettu DNCWinView-ohjelma, joka sisältää samat toiminnot kuin DNCTabView. (IguSystem, 2016)

5.4.2 Asetuskorttien hallinta

Asetuskortti tehdään tässä järjestelmässä suoraan DNCTabView-ohjelman lisätietoikkunaan. Lisätietoikkunassa on valmiit kentät, joihin työntekijä syöttää asetuksen tiedot. Uuden tuotteen tullessa tuotantoon tehdään tuotteen työvaiheesta ensin NC-ohjelma, minkä taakse asetustiedot tallentuvat. Asetustietoihin täytyy tallentaa tuotteen nimike ja piirustusnumero, jotta NC-ohjelma ja asetustiedot voidaan hakea järjestelmästä. Asetustietoihin voi lisätä kuvia, joita otetaan taulutietokoneen kameralla tai linkittää dokumentteja Sharepointista löytyviin työhjeisiin. Taulutietokoneeseen asennetut lisäohjelmat kuten pdf-lukijat ja taulukkolaskentaohjelmat toimivat DNCTabViewin:n kautta, jolloin eri dokumentit saadaan näkyviin samalta laitteelta. Järjestelmä tallentaa sitä mukaa asetustietoja järjestelmään, kun käyttäjä niitä tekee, eikä erillistä tallennusta tarvita. (IguSystem, 2016)

DNCTabView-ohjelman hakutoiminnon avulla voidaan tietokannasta hakea vanha lisätietoikkuna ja työntekijät pystyvät halutessaan myös muokkaamaan sitä. Asetuskorttiin linkitetyt tiedot, kuten mitaohjeet ja kuvat, näkyvät myös samassa näkymässä. (Myllys, 2016)

5.4.3 Heikkoudet ja vahvuudet

IguSystemsin DNCTabView-ohjelma on erikoistunut nc-ohjelmien siirtoon, mutta sen mukana tuleva asetustietojen hallinta on monipuolinen ja helppokäyttöinen. Hyviä ominaisuuksia ovat kuvan lisääminen ja mahdollisuus aukaista eri tiedostotyyppisiä. Monet työhjeet sekä tuotepiirustukset ovat pdf-tiedostoja, jolloin niitä ei tarvitse erikseen tulostaa vaan ne voidaan katsoa samalla taulutietokoneella kuin muut asetustiedot. Kuvien ottaminen taulutietokoneen kameralla, ja niiden liittäminen asetustietoon on ominaisuus, mitä ei muilla järjestelmillä ole. Sen avulla apukuvia ei enää tarvitse käsin hahmotella. Yksinkertaisen käyttöliittymän ansiosta työntekijän on helppo omaksua ohjelman käyttö, eikä työntekijän tarvitse murehtia mihin tietoa tallennetaan, koska järjestelmä hoitaa sen automaattisesti. Alkuasennuksen jälkeen kustannuksia käytöstä syntyy ainoastaan vuosimaksun osalta.

DNCTabView ei ole suoraan asetustietojen hallintaan tarkoitettu ohjelmisto, vaan enemmän NC-ohjelmien siirtoon. Asetustietoikkunan työkalukenttä kaipaa jonkinlaista palstoitusta tai muuta ruudukkoa ollakseen selkeämpi. Tällä hetkellä työkalutiedot joudutaan kirjaamaan pelkkänä tekstinä omaan tekstikenttäänsä, jolloin siitä voi tulla sekava. Toolfac Oy:n monimutkaisten tuotteiden johdosta, asetuksissa on suuri määrä työkaluja, ja tästä johtuen työkalutiedot pitäisi saada visualisoitua paremmin. Yrityksen CNC-ohjatut hiontakoneet eivät tarvitse NC-ohjelman siirtoa tietokoneelta tuotantokoneelle, jolloin ohjelmansiirto jää turhaksi ominaisuudeksi hionnan osalta. Asetustietoikkunaa voidaan kuitenkin edelleen käyttää, mutta NC-ohjelma olisi tässä tilanteessa tyhjä, eikä sitä siirretä tuotantokoneeseen.

5.5 Räätelöity järjestelmä

Räätelöity järjestelmä on nimensä mukaisesti tehty itse alusta alkaen, eikä se siis pohjautu mihinkään muuhun järjestelmään. Järjestelmä voidaan tilata ohjelmistoyritykseltä tai sen tekemiseen voidaan palkata työntekijä, joka tekee sen paikan päällä. Räätelöity järjestelmän idea on luoda yritykselle pelkästään asetustietojen hallintaan soveltuva järjestelmä. Räätelöinnin avulla saadaan monipuolisimmat ominaisuudet sekä hyvä yhteensopivuus.

Yrityshaastatteluiden kautta tuli ilmi, että asetuskorttien hallinnassa halutaan siirtyä nykyaikaan, ja tällöin paperinen asetuskortti ei vastaa tuota tarvetta. Tästä johtuen asetuskorttien hallinta räätelöidyssä järjestelmässä tapahtuu taulutietokoneella. Kuvassa 13 on Visual Basic-luonnos räätelöidyn järjestelmän käyttöliittymästä. Räätelöityä järjestelmää ei päästy tämän työn aikana testaamaan, joten tässä osiossa käsitellään vain järjestelmäkuvausta.

5.5.1 Kuvaus

Iso muutos verrattuna suureen osaan muita järjestelmiä on se, että räätelöidyssä järjestelmässä asetuskortti on aktiivinen. Tämä tarkoittaa sitä, että valmista asetuskorttia ei enää tulosteta paperille, vaan asetuskortit tallentuvat yrityksen palvelimelle ja asetuskorttien hallinta ja lukeminen tapahtuvat kuvan 13 mukaisesta ajoikkunasta.

Yrityksen sisäiseen verkkoon on rakennettu tietokanta, johon asetuskorttien ja työkalujen tiedot tallentuvat. Näitä tietoja voidaan sitten tarkastella tabletti-tietokoneella, johon ajoikkuna-ohjelma on asennettu.

The screenshot shows a software interface for managing work orders and tools. At the top, there are navigation tabs: 'Ajoikkuna', 'Laatuohje', and 'Työkalujärjestelmä'. Below these, there are several dropdown menus for 'Tuote' (0016A3670), 'Revisio' (B), 'Asiakas' (MS Poraus), 'Tekijä' (Erno 289), 'Työväline' (Monitorimisorvaus), and 'Päiväys' (2.4.2016). There are also fields for 'Pakkapaineet' (Kara 1: 38, Kara 2: 32.5) and 'Leukatiedot' (Kara 1: Nro. 14, Kara 2: Nro. 15). A table titled 'Alohistoria' shows a list of work orders with columns for 'Työnumero', 'Päiväys', 'Määrä', 'Sujuvuus (0-5)', 'Kommentit', and 'Kappaleaika (min/kpl)'. Below the form is a grid of 12 tool cards, each with a drawing icon, a tool name, and various attributes like price, name, and part number.

| Työnumero | Päiväys | Määrä | Sujuvuus (0-5) | Kommentit | Kappaleaika (min/kpl) |
|-----------|-----------|-------|----------------|--------------------------|-----------------------|
| 3445 | 20.4.2016 | 60 | 5 | Uusi teräslatu toimi hyv | 10 |
| 3123 | 17.3.2016 | 70 | 2 | Materiaalin kovuus vai | 15 |
| 2874 | 15.2.2016 | 90 | 4 | OK! | 12 |
| 1345 | 10.8.2015 | 90 | 3 | Aihiot oli sahattu huono | 14 |

KUVA 12 Luonnos järjestelmän ajoikkunasta

5.5.2 Asetuskorttien hallinta

Hakutoiminnon avulla työntekijä pystyy etsimään tietokannasta, onko tuotannossa olevalle tuotteelle vanhaa asetuskorttia vai joutuuko hän tekemään uuden. Monivaiheisten tuotteiden takia samalla tuotekoodilla voi löytyä usea asetuskortti pelkällä tuotteentunnisteella, mutta työntekijä voi lisätä hakuheitoja ja näin rajata oikean asetuskortin näkyviin.

Mikäli vanhaa asetuskorttia ei ole olemassa, voidaan järjestelmään luoda uusi asetuskortti. Asetuskortin teko etenee siten, että työntekijä valitsee aina kentän, jota muokataan ja kirjoittaa tai tekee valinnan tiputusvalikosta. Yleistiedot, kuten päiväykset, pakkapaineet ja kiinnitintiedot, kirjataan käsin asetuskortille. Työkalutiedot voidaan hakea kirjastosta jos haluttu työkalu sieltä löytyy, tai vaihtoehtoisesti kirjata käsin. Kuvia asetuskorttiin voidaan lisätä taulutietokoneen kameraa käyttämällä lisätietoikkunaan.

Jos asetuskortti on jo tehty, mutta tuotteelle on tullut revisiomuutos, voidaan vanhaa pohjaa käyttää apuna ja muokata asetuskorttiin ainoastaan asetuksen muutokset. Muutokset voivat johtaa työkalujen vaihtoon tai uusien työkalujen lisäämiseen. Kun muutokset on tehty, tallennetaan asetuskortti uutena revisiona järjestelmään.

5.5.3 Heikkoudet ja vahvuudet

Ajoikkunan avulla käyttäjä näkee kaiken tarpeellisen tiedon asetusta ja työvaihetta varten. Sitä voi myös muokata asetuksen teon yhteydessä. Kuvien lisääminen ajoikkunaan helpottaa kuvaamaan monimutkaisia asetuksia ja mittaohjeita. Työkalukirjaston avulla työkalujen löytäminen helpottuu. Ajoikkuna on helppokäyttöinen, koska siitä on karsittu kaikki ylimääräiset toiminnot pois.

Räätälöidyn järjestelmän heikkouksia ovat sen hinta sekä testaamattomuus. Ohjelmistokehityksen pitkästä elinkaaresta johtuen, kustannukset voivat olla suuret, samoin ongelmat, joita kehityksen aika syntyy, jolloin kustannuksia voi tulla vielä entisestään lisää.

6 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Tutkitut järjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään niiden ominaispiirteiden osalta. Ne järjestelmät, jotka keskittyvät ainoastaan asetustietojen hallintaan: DocNC, Excel-pohja ja räätälöity järjestelmä. Sekä ne järjestelmät joiden ohessa tulee asetustietojen hallintaan tehtyjä ominaisuuksia: Mastercam X9 sekä DNCTabView.

Suurimmat kustannukset eri järjestelmien osalta syntyvät lisenssien tai vuosimaksujen muodossa. Mastercamilla toteutetussa järjestelmässä lisenssit, ja mahdollinen koulutus ohjelman käyttöä varten maksavat. DNCTabView kustannukset koostuvat tiedonsiirtolaitteiden asennuksista ja vuosimaksusta. Räätälöity järjestelmä aiheuttaa kuluja jo sen luontivaiheessa. Räätälöidyn järjestelmän ja DNCTabViewin kuluja ovat myös niille hankittavat taulutietokoneet. Excel-pohjalla toteutettu järjestelmä tuottaa vähiten kuluja, kun Sharepointiin saadaan yhteys yrityksen sisäverkkoon kytketystä tietokoneesta eikä Excel-lisenssejä tarvitse hankkia erikseen vaan ne ovat valmiiksi asennettuja.

Ominaisuuksiltaan räätälöity järjestelmä, DNCTabView sekä DocNc ovat hyviä vaihtoehtoja. Asetustietoa voidaan näissä tallentaa ja muokata suoraan järjestelmän avulla, jolloin tiedon siirtelyä ei tarvitse tehdä. Asetukseen tarkoitetut työkalut näkyvät yhdellä vilkaisulla, jolloin työntekijän on helppo tarkistaa, mitkä työkalut ja teräpalat asetukseen tarvitaan. Kuvien liittämisen mahdollisuus jokaisessa järjestelmässä tuo paljon visuaalisuutta asetukseen, ja vähentää väärinymmärryksien määrää.

Asetusajan vähenemistä tapahtuu tutkituilla järjestelmillä monella eri tavalla. Mastercam-järjestelmän avulla asetuskortin teko poistuu käytännössä kokonaan, mutta vastapainona tälle tulee asetuskortin linkittyminen aina Mastercamin ohjelmaan. Muissa järjestelmissä suurimmat asetusajan säästöt liittyvät asetustietojen hakuun ja muokattavuuteen. Kuten DNCTabView, räätälöity järjestelmän ja DocNcn avulla. Aikaa säästyy edellä mainituilla järjestelmiltä myös silloin, kun kerran tehtyjä asetuskortteja voidaan muokata uudelleen. Tässä tilanteessa uutta asetuskorttia ei tarvitse tehdä alusta alkaen uudestaan, vaan vanha asetuskorttia päivittämällä päästään haluttuun tulokseen.

7 UUSI ASETUSKORTTIPOHJA

Työn ohessa tehtiin myös uusi versio asetuskorttipohjasta. Uuden asetuskorttipohjan on tarkoitus yhtenäistää asetuskorttien rakenne, jolloin jokaisella työpisteellä olisi sama pohja käytössä, eikä useaa pohjaa kuten nykyisellään on. Kuva uudesta asetuskorttipohjasta on liitteissä.

Asetuskortin etusivulle on näkyvillä työkalutiedot sekä tärkeät yleistiedot, kuten piirustusnumero ja tuotenumero, jolloin asetuskortti kohdistuu oikealle tuotteelle. Lisäksi etusivulla löytyy työstökoneen nimi, työvaihe sekä NC-ohjelman tunnistet. Tämä pohja helpottaa työntekijää näkemään yhdellä silmäyksellä, mitkä työkalut täytyy kiinnittää työkoneeseen asetuksen alkaessa. Kiinnityksen jälkeen ei työkaluluettelo enää tarvita ja asetuskortista voidaan kääntää takasivu esille.

Asetuskortin kääntöpuolella on työvaiheen suorittamiseen liittyviä kenttiä, esimerkiksi mittausohjeet sekä valmiit mitta-arvot. Kääntöpuolelle on varattu tila kuvia varten, jotka liittyvät joko asetukseen tai valmistavaan työvaiheeseen.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli haastava ja mielenkiintoinen. Haastavuutta toi tutkittavien vaihtoehtojen vähäisyys sekä harvinainen aihe, josta ei juuri aikaisempaa tutkimusta löydy. Työn teki mielenkiintoiseksi sen monipuoliset kehitysvaiheet sekä mahdollisuus tehdä yhteistyötä usean eri ihmisen kanssa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää työntilaaajalle uusi menetelmä, joka helpottaisi ja nopeuttaisi asetuskorttien hallintaa. Tähän tavoitteeseen päästiin ja yksi vaihtoehto tutkituista valittiin parhaaksi. Tämä vaihtoehto on IguSystems:in DncTabView. Helppokäyttöisyys sekä ominaisuudet joita järjestelmän mukana tulee, tekevät ohjelmasta edistyksellisen. Asetusta tehdessä DncTabViewi'n avulla voidaan oikea asetuskortti hakea nopeasti tietokannasta. Asetuskortit ovat yhdessä paikassa ja joka työpisteelle saatavilla. Helppokäyttöisen kuvanlisäys-ominaisuuden avulla asetukseen saadaan visuaalisuutta, jolloin väärin ymmärryksen määrä vähenee. Tablet-tietokoneen avulla ei työntekijän tarvitse myöskään poistua työpisteeltään asetuksen teon yhteydessä.

Työn tuloksena syntyi myös uusi asetuskorttipohja, sekä kaikkien tutkittujen vaihtoehtojen järjestelmäkuvat.


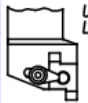







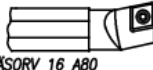



LÄHDELUETTELO

- Aaltonen, K.;Andersson, P.;& Kauppinen , V. (1997). *Koneistustekniikat*. Porvoo: WSOY.
- Alakoski, L. (2014). *Yritysassiakkaan arvon muodostuminen - palvelukeskeisen liiketoimintalogiikan näkökulma*. Helsinki: Aalto-yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Haettu 14. syyskuu 2016 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42944/alakoski_vaitoskirja.pdf?sequence
- Ansaharju, T.;& Maaranen, K. (1997). *Koneistus*. Porvoo: WSOY.
- Ansaharju, T.;& Maaranen, K. (2001). *Koneistus*. Porvoo: WS Bookwell.
- Camtek. (14. maaliskuu 2016). *MasterCam Tuotteet - Mill Turn*. Haettu 14. maaliskuu 2016 osoitteesta MasterCam Tehokas CAD/CAM-ohjelmisto: http://mastercam.fi/?page_id=2922
- Cenic Finland Oy. (10. maaliskuu 2016). *Asetusten dokumentointi- ja tiedonsiirto-ohjelmisto*. Haettu 10. maaliskuu 2016 osoitteesta <http://www.cenic.fi/tuotteet/docnc/>
- Eaton, M. (2013). *The Lean Practitioner's Handbook*. London, Iso-Britannia.
- Haverila, M.;Uusi-rauva, E.;Kouri, I.;& Miettinen, A. (2005). *Teollisuustalous*. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- IguSystem. (12. toukokuu 2016). *DNC, ADC, Tuotantolaitteiden tiedonkeruu ja työstökoneiden CNC tiedonsiirtojärjestelmät*. Haettu 12. toukokuu 2016 osoitteesta IguSystem: <http://www.igusystem.fi/>
- Lapinleimu, I.;Kauppinen , V.;& Torvinen, S. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY.
- Mazak. (27. syyskuu 2016). *Machines and Technology*. Haettu 27. syyskuu 2016 osoitteesta Mazak Europe: <https://www.mazakeu.com/machines/vertical-center-smart-430a/>
- Myllys, J. (4. Toukokuu 2016). (E. Heinonen, Haastattelija)
- Nurminen Tools Oy. (15. syyskuu 2012). *Tuoteluoettelo 2012*. Haettu 15. syyskuu 2016 osoitteesta Nurminen Tools Oy: <http://www.nurminentools.fi/kuvasto23-05-2016/>
- Peltonen, A. (1997). *Tuottava Tehdas*. Helsinki, Suomi. Haettu 14. syyskuu 2016 osoitteesta <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html>
- Sandvik Coromant. (21. Syyskuu 2016). *General Turning, Tool Setup*. Noudettu osoitteesta Sandvik Knowledge: http://www.sandvik.coromant.com/en-us/knowledge/general_turning/how-to-achieve-good-component-quality/tool-set-up/pages/default.aspx
- Sandvik Coromant. (18. syyskuu 2016). *Modularity with Coromant Capto*. Haettu 18. syyskuu 2016 osoitteesta Sandvik Coromant Knowledge: <http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/tooling-systems/machine-type/machining-centers/small-medium/modularity-with-coromant-capto/pages/default.aspx>
- Shingo, S.;& Dillon, A. P. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. (N. Bodek, Toim.) Portland, Oregon: Productivity Press.
- Tekninen Kauppa Wihuri. (18. syyskuu 2016). *Vaakakaraiset koneistuskeskukset*. Haettu 18. syyskuu 2016 osoitteesta Mazak työstökoneet: http://www.tekninenkauppa.fi/sites/default/files/styles/main_highlight/public/media/Ty%C3%B6st%C3%B6koneet/P%C3%A4%C3%A4kuva%20960x400px/mazak_vaakakaraisetkoneistuskeskukset_headerkuva_wihuriytekkninenkauppa.jpg?itok=maE54UCe
- Toolfac Oy. (16. maaliskuu 2016). *Historia*. Haettu 16. maaliskuu 2016 osoitteesta <http://www.toolfac.fi/historia/2>

LIITTEET

| ASETUSKORTTI | | | | | |
|-----------------------|--|--------------------|----|---|-------|
| piir.no: | | nimi: | | program number | |
| | | Tiivistepesa | | 1822 Right | |
| piikkileuat | | pehmeät leuat | | istukka/bar = 10 | |
| nr: | | nr: 42 | | | |
| D= | L= | D= | L= | ZERO= | |
| | | 48.7 | | 143.631 | |
| kiinnityskuva | | | | HUOM !!!!! | |
| nitkkoja ei vähennetä | | | | leuat 1. 8.5 2. 7.7 3. 6.1 Petuslevän alapuolella | |
| asema: | terä: | teräpala: | | X | Z |
| 1 | X-Pyökinä | Ø10 4-rikkuv tappi | | | -40 |
| 2 | PCLNR 2020 | CNMG120408-PM 4325 | | | |
| 3 | S25TPDNR 11 | DNMG110408-PM 4325 | | | |
| 4 | SVIBR 2020 | VDMT160408-UM 4315 | | | |
| 5 | Kopio Ø25 | DLMT11T308-UM 4325 | | | |
| 6 | GHIL 20-3 kevennetty | Gipi 3.18-0.2 | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | SVVBN 2020 ^{neutrali} _{ulko} | VDMT160408-UM 4315 | | | -9532 |
| 9 | | | | | |
| 10 | Walter ulkoura | 3MM | | | |
| 11 | PUSKIJÄ | | | | |
| 12 | | | | | |

KUVA 13 Käsin tehty asetuskortti työpisteellä

| | | | | | |
|-----------------------|--|-----------------------|--|--------------------|---|
| Piiustusnumero | | Nimitys | | Päiväys: 161010 | |
| PÄÄKARA | | Ohjelman nro: 600-731 | | APUKARA | |
| Ohjelman nro: 600-732 | | | | | |
| 1 |  MQLNR WNMG 0.8 | 2 |  ULKOURA KORLOY LEVEYS 3 0.4 | 2 |  MQLNR WNMG 0.8 |
| 4 |  U-pora 22 AJAA SIVUSSA | ERIKOISTERÄ | | 6 |  U-pora 26 LYHYT |
| 5 |  KESKÖPORA | ERIKOISTERÄ | | 3 |  KESKÖPORA 12 A90 |
| 6 |  SISÄSORV. 16 A80 CCMT 0.4 | 10 |  TAPPUYRSIN 3MM OLTAVA ULKONA 21MM | 8 |  SISÄSORV. 16 A80 CCMT 0.4 |
| 7 |  PORA 5MM | 3 |  KATKAISU LEVEYS 3 | Työntimen nro | |
| 8 |  KIERRETAPPI M6 | | | Pakan paine 12 | |
| | | | | Tangon viive 27 | |
| | | | | Pätkän pituus 13 | |
| Muuta huomioitavaa: | | | | | |

KUVA 14 Autocadilla tehty asetuskortti ohjelmointikoneen kiintolevyllä



Asetuskortti

| | | | | | |
|--------------|------------------|----|----------------|-----------|----|
| Tekijä | Seppo Sorvaaja | | Päiväys | 14.3.2016 | |
| Piirustus | 155761A | | Tuotenimi | Holkki | |
| Vaihe | Monitoimisorvaus | | Ohjelmat | 12 | 13 |
| Konenimi | | | Robottiohjelma | 3 | |
| Pakkapaineet | Kara 1. | 24 | Leukatiedot | Kara 1. | 7 |
| | Kara 2. | 20 | | Kara 2. | 8 |
| Kourun koko | - | | Kappaleaika | 3min/kpl | |

TYÖKALULUETTELO

1. Puoli

| P | Työkalu | Tarkennus | Teräpala | Nirkko | Huomio |
|----|--------------|-------------|----------|--------|--------|
| 1 | Deltapora | Sandvik D25 | TMMA1002 | 0.2 | |
| 2 | Ulkorouhinta | | | | |
| 3 | Ulkorouhinta | | | | |
| 4 | Kalvain | | | | |
| 5 | Katkaisu | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |

2. Puoli

| | | | | | |
|----|-------------|------------|----------|-----|----------------|
| 1 | Keskiöpora | | | | |
| 2 | Erikoisterä | Korloy D12 | TMNW2001 | 0.4 | Vetolaatikossa |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |

KUVA 15 Uuden asetuskorttipohjan etusivu



| Apukuvat | |
|----------|--|
| | |

Mittausohje

| Mittauskohde | Mittarajat | Mittaväline | Tarkennus tai huomio |
|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| Ø 34.21 | 34.225 - 34.210 | Kaarimikrometri | |
| Sylinterin pinta Ø 66.78 | RA0.2 - RA0.1 | Pinnanlaatumittari | Mittaväline tarkastajalla! |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Muut huomiot

| Huomio | Syy | Toimenpide |
|----------------|-------------------|-----------------|
| Lastu ei murru | Pehmeä materiaali | Lisää syöttöä!! |
| | | |
| | | |

KUVA 16 Uuden asetuskorttipohjan takasivu