



Tuotannon tehostaminen Telatek Oy:n Skoda avarruskoneella

Mikko Lehtola

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan yksikkö

| | |
|--|---|
| Tekijä: | Mikko Lehtola |
| Opinnäytetyön nimi: | Tuotannon kehittäminen Telatek Oy:n Skoda avarruskoneella |
| Sivuja (+liitteitä): | 58+9 |
| Päiväys: | 20.4.2013 |
| Opinnäytetyön ohjaaja: | Ins.(AMK) Arto Södervall |
| Toimeksiantaja: | Telatek Engineering/ Taivalkoski |
| Yrityksen valvoja: | Ins. (AMK) Vesa Korkala |
| <p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Telatek Engineering. Työssä tarkasteltiin Telatek Oy:n Taivalkosken tehtaan koneistusosaston toimintoja, erityisesti koskien Skoda-avarruskoneen tuotannon tehokkuutta. Tavoitteena oli suunnitella Skoda-avarruskoneelle vaihtoehtoisia työaikajärjestelmiä, sekä myös muita tuotannon tehostamiskeinoja. Työssä esitettiin myös investointiehdotus, jolla koneistusosaston kapasiteettiä voidaan kasvattaa sekä laadittiin investoinnin vaatima layout. Lisäksi opinnäytetyössä laadittiin avarruskoneelle kaavake, jonka avulla pyritään koneen asetusten nopeuttamiseen ja seuraamaan häiriöseisokkien määrää ja laatua.</p> <p>Työn perustana on käytetty voimassa olevaa työehtosopimusta, työaikalakia sekä työterveystutkimuslaitoksen tutkimuksia toimivista vuorotyöajoista. Koneinvestoinnin perustana Talatek Oy:n tuotannon tarve ja tilauskanta</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin hyväksi henkilöstökyselyä jolla henkilökunnan ammattitaito ja kokemus arvioitiin. Kyselyllä tiedusteltiin myös henkilökunnan valmiutta uuteen työaikajärjestelmään.</p> <p>Työn tuloksena saavutettiin työaikojen osalta kaksi toimivaa vaihtoehtoa, joiden käyttöön ottamisen sanelee pitkälti sen hetkinen tehtaan tuotanto. Investoinnin osalta työssä annetaan viitteitä koneen kokoon ja sijaintiin. Lopullisen päätöksen sekä koneen mallista että investoinnin tarpeesta määrittää tehtaan johto.</p> | |
| Asiasanat: avarruskone, työaika, työehtosopimus. | |

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

| | |
|---|--|
| Author: | Mikko Lehtola |
| Thesis title: | Development of Production at Telatek Oy Skoda Boring Machine |
| Pages: | 58+9 |
| Date: | 20 April 2013 |
| Thesis instructor: | Arto Södervall |
| Company: | Telatek Engineering |
| Supervisor from Company: | Vesa Korkala |
| <p>The sponsor of this final project is Telatek Engineering. The study was examined Telatek Oy Taivalkoski mill machining department's functions. The main task is to improve boring production efficiency. The aim was to plan alternative systems to working time scheduling and bring out other production efficiency means. This final project was presented an investment proposal and layout plans to increase machining department's capacity. The final project also presents a form used form used of boring machine failure troubleshooting. Collected forms aim at shorter setting times at boring machine and monitors quantity and quality of fault shutdowns.</p> <p>The theoretical part consists of valid collective bargaining, law of working hours and health research institutes' research about good shift times. Investment proposal is based on Telatek Oy's production needs and orders.</p> <p>A personnel query was made as part of the study. With the query the machining departments' personnel evaluated their own skills and abilities. The questionnaire also mapped personnel's readiness to change their valid work shift system.</p> <p>As a result of this study there is two workable options for a new shift system and the investment proposal for a new machining device. Implementing new working time system depends of factory's production. The investment proposal gives an indication of the size and location of a new machine. The final investment decision is made by the factory management.</p> | |
| Key words: boring machine, working hours, collective labour agreement. | |

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| SISÄLLYS | 4 |
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 TELATEK OY | 7 |
| 2.1 Historia | 7 |
| 2.2 Toimialat | 8 |
| 2.3 Telatek Service | 8 |
| 2.4 Telatek Quality (TE-Coating Oy)..... | 9 |
| 2.5 Telatek Engineering | 10 |
| 2.6 Konsernin organisaatio | 12 |
| 3 TUOTANNON LAITTEET JA TILAT..... | 13 |
| 3.1 Koneistamon resurssit | 14 |
| 3.2 Koneistamon henkilökunta..... | 14 |
| 3.3 Manuaaliosasto | 15 |
| 3.4 Avarruskone Skoda HCW 3-225 NC | 15 |
| 3.5 Pyöröpöytä..... | 17 |
| 4 AVARTAMINEN | 19 |
| 4.1 Käyttökohteet | 20 |
| 4.2 Työkalut ja kiinnittimet | 20 |
| 4.3 Koneet | 21 |
| 4.3.1 Kulmapää | 22 |
| 4.3.2 Avarruspuomit | 23 |
| 5 KYSELY-PALAUTE MENETELMÄ | 24 |
| 6 TYÖVUOROJÄRJESTELMÄ | 25 |
| 6.1 Vuorotyö..... | 25 |
| 6.2 Työaika..... | 26 |
| 6.2.1 Hyvän järjestelmän tunnuspiirteet..... | 26 |
| 6.2.2 Työvuorosuunnittelu | 26 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.3 | Ammattitaito..... | 27 |
| 6.4 | Alakohtainen kokemus | 27 |
| 6.5 | Valmiudet keskeytymättömään vuorotyöhön..... | 28 |
| 7 | UUSI VUOROJÄRJESTELMÄ | 29 |
| 7.1 | Keskeytymätön vuorojärjestelmä | 29 |
| 7.1.1 | Työaikajärjestelyt..... | 30 |
| 7.1.2 | Vaihtoehdon tuoma kapasiteetin nousu | 31 |
| 7.2 | Keskeytyvä vuorojärjestelmä | 32 |
| 7.3 | Henkilöstökustannukset..... | 32 |
| 7.3.1 | Keskeytyvä vuorotyö | 33 |
| 7.3.2 | Keskeytymätön vuorotyö | 33 |
| 7.4 | Vaihtoehtojen henkilöstökustannusten vertailu..... | 35 |
| 7.5 | Kannattavuus | 36 |
| 7.6 | Koulutus | 36 |
| 8 | TUOTTAVA TYÖAIKA..... | 38 |
| 9 | KONE- JA LAITEHÄIRIÖIDEN KIRJAAMINEN | 39 |
| 9.1 | Menetelmän edut kunnossapidossa | 40 |
| 9.2 | Häiriö/ vikatilan kirjaaminen..... | 41 |
| 9.3 | Järjestelmän edut | 43 |
| 10 | MENETELMÄSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN | 45 |
| 10.1 | Materiaalin tallentaminen | 45 |
| 11 | TEHOKKUUTTA INVESTOINNILLA | 49 |
| 11.1 | Uusi kone ja lisävarusteet | 49 |
| 11.2 | Layout | 51 |
| 11.3 | Muutos vuorojärjestelmään..... | 52 |
| 12 | JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 53 |
| 13 | POHDINTA | 55 |
| | LÄHTEET..... | 57 |
| | LIITTEET | 58 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tarkastellaan Telatek Oy:n Taivalkosken tehtaan koneistamon Skoda-avarruskoneen tuotannon menetelmiä. Työssä tavoitteena oli käytössä olevien käytäntöjen lisäksi miettiä uusia keinoja tuotannon tehostamiseen.

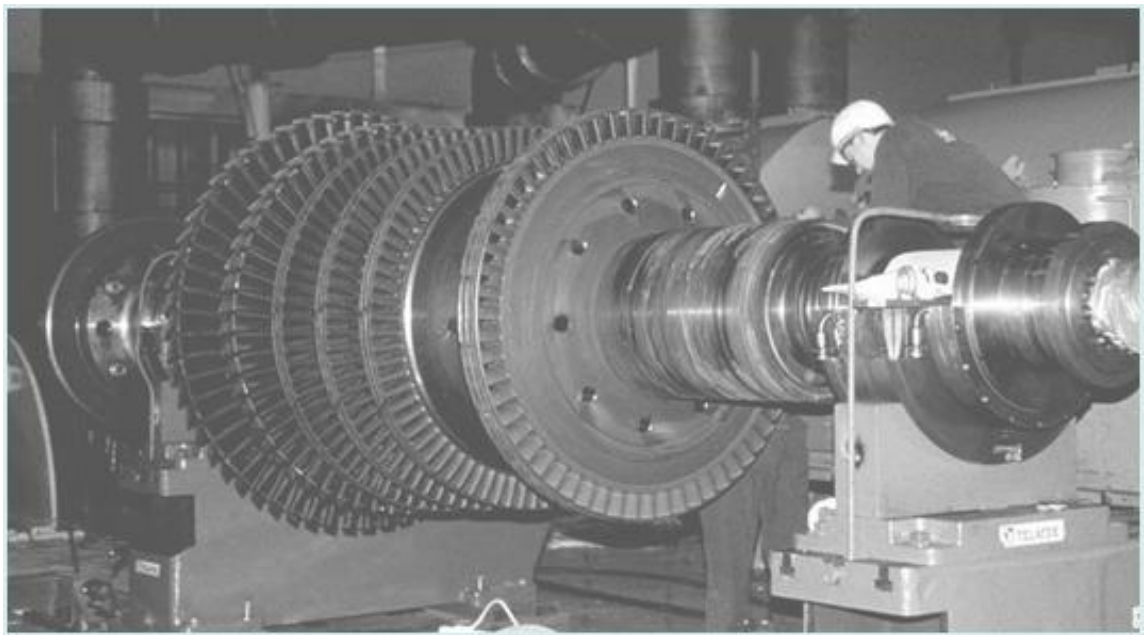
Tehtaan toiminnan kannalta Skoda-avarruskone on erittäin tärkeässä roolissa, koska yrityksen tuotteista suuri osa koneistetaan koneella ja sen tehokas käyttöaste on siksi jatkuvan kehityksen kohteena. Telatek Oy:n tuotantopäällikkö Vesa Korkala antoi aiheen valintaan ohjeita siltä pohjalta, että niistä olisi tuotannon järjestelyjen kannalta yritykselle hyötyä.

Opinnäytetyön keskeisin osa on tarkastella avarruskoneen tuotantoa henkilökunnan työajan ja ammattitaidon sekä vuorojärjestelyjen kautta. Lisäksi laaditaan menetelmä avarruskoneen häiriöseisokkien määrän ja niiden keston seurantaan, sekä pyritään kehittämään niiden seuraamista varten tehtävää raportointimallia.

Työssä laaditaan myös ehdotus koneinvestoinnista, jolla osaston tuotannon kapasiteettia tarvittaessa nostetaan.

2 TELATEK OY

Telatek Group on asennus- ja kunnossapitopalveluiden, konepajapalveluiden sekä laadunvarmistuspalveluiden tuottaja. Yrityksellä on tehtaat Raahessa, Jyväskylässä sekä Taivalkoskella. Yrityksen vahvaa osaamista edustaa suurten ja vaativien kohteiden kunnossapito ja käyttöönottoasennukset (kuva1).



Kuva 1. Telatek Groupin erikoisosaamista ovat vaativat kunnossapitokohteet, kuvassa kunnostetaan turbiiniakselia (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 5.8.2012)

2.1 Historia

Yrityksen historia alkaa vuonna 1977 Raahesta, jolloin yritys perustettiin. Taivalkoskella toiminta alkoi 1998, jolloin Telatek Oy osti aikaisemmin Rautaruukki Oy:n omistaman, lähinnä rataluston valmistukseen erikoistuneen tuotantolaitoksen. Rautaruukki Oy:n omistamana konepaja ehti toimia Taivalkoskella reilun kymmenen vuotta ja paikkakunnalle ehti vakiintua ammattitaitoista metallialan henkilökuntaa. Alla on listattu konsernin virstanpylväitä.

- 1977 Telatek Oy perustettiin Raahessa
- 1985 Rautaruukki perusti Taivalkosken konepajan
- 1989 Tespall Oy perustettiin Nokialla
- 1993 TE-Coating Oy perustettiin Raahessa
- 1998 Telatek Taivalkosken konepajan omistajaksi
- 2005 Atlantia Oy Telatekin ja TE-Coatingin omistajaksi
- 2008 Atlantia Oy Tespallin omistajaksi
- 2010 Tespall Oy:stä Telatek Nokia Oy
- 2010 Telatek Group (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 2.9.2012).

2.2 Toimialat

Telatek Oy:n toimialat ovat jakaantuneet kolmeen, selvästi erottuvaan toimialaan: Telatek Service, jonka toimipisteet sijaitsevat Raahessa, Nokialla ja Sipoossa, Telatek Quality jonka toimipiste on Raahessa ja Telatek Engineering, joka sijaitsee Taivalkoskella.

2.3 Telatek Service

Telatek Service on erikoistunut huolto- ja kunnossapitotekniikkaan sekä kone- ja laiteasennuksiin. Terminen ruiskutus, pinnoitus- ja korjaushitsaus sekä On site – koneistus ovat Telatek Servicen erikoisosaamista (kuva 2). Yksikön kone- ja laitekanta mahdollistaa kunnossapidolliset koneistukset tehdasympäristössä. On site - koneistuksen ideana on siirtää koneistukseen vaadittu laitteisto kohteen luokse, ja tehdä työ paikan päällä. Erityiskohteita ovat suuret, hankalasti irrotettavat ja liikuteltavat koneenosat, pitkiä kuljetuksia sekä säteilyn alaiset kohteet voimalaitoksissa. Menetelmän etuina ovat asiakkaan kannalta lyhentyneet seisokkiajat, kokonaiskustannusten pieneneminen ja ajan säästö.

Perinteisten laitteiden lisäksi Telatek Servicen kalustoon kuuluu kaksi siirrettävää lämpökäsittely laitetta. Servicen palvelujen piiriin kuuluu turbiinien kunnostus, voimalaitoskattiloiden pinnoitukset, paperi- ja selluteollisuuden asennukset ja huollot.



Kuva 2. Suurten koneenelimiä täyttöhitsaus ja tarkat koneistukset edustavat Telatek Servicen tyypillisiä työkohteita (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 2.10.2012)

2.4 Telatek Quality (TE-Coating Oy)

Telatek Qualityn toiminta keskittyy laadunvalvontaan ja projektijohtamiseen. Ainetta rikkoman testaus ja tarkistus, pinnoituksen laadunvalvonta, mittauspalvelut sekä projektinjohto ja asennusvalvonta muodostavat toiminnan ytimen. Ainetestauksessa käytössä olevat menetelmät ovat radiograafiseen tarkastukseen röntgenkuvaushuone ja filmien kehityslaboratorio. Pinnoitteiden testaamiseen on laboratorio, jossa voi tehdä pinnoitteille erilaisia rikkovia ja rikkomattomia testejä. Toimipisteet Telatek Qualityllä sijaitsevat Raahessa ja Taivalkoskella. Telatek Quality tarkistaa Taivalkosken tehtaasta vaativat koneistuskappaleet sekä hitsauksen että koneistuksen osalta. Toiminta kattaa tarkastamiselle asetetut laatustandardit seuraavilta osilta: NDT-toiminta, akkreditoitu EN 17025 mukaan (T237, FINAS), STUK:n hyväksymä testaus-laitos ydinvoimalaitos-

tarkastuksiin, STUK:n turvallisuuslupa (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 20.7.2012).

2.5 Telatek Engineering

Telatek Engineering on erikoistunut keskiraskaaseen ja raskaaseen konepaja valmistukseen. Erityisosaamista ovat suurten ja vaativien tuotteiden konepajavalmistus, mekaaniset konepajatyöt sekä suurteollisuuden kokoonpano- ja korjaustyöt. Erityisosaamista edustavat suuret laivapotkurien runkomoduulien hitsaus- ja koneistustyöt, joissa se on johtava valmistaja koko maailmassa (kuvat 3 ja 4). Konepajan palvelujen piiriin kuuluvat myös konepajavalmistus, kokoonpanotyöt, asennustoiminta, erikoispinnoitustyöt, kunnossapitotyöt ja laadunvalvonta (kuvat 5 ja 6).



Kuva 3. Potkurirungon hitsausta (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 20.11.2012)



Kuva 4. Telatek Engineerig on erikoistunut laivojen kääntöpotkurirunkojen valmistukseen (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 20.11.2012)



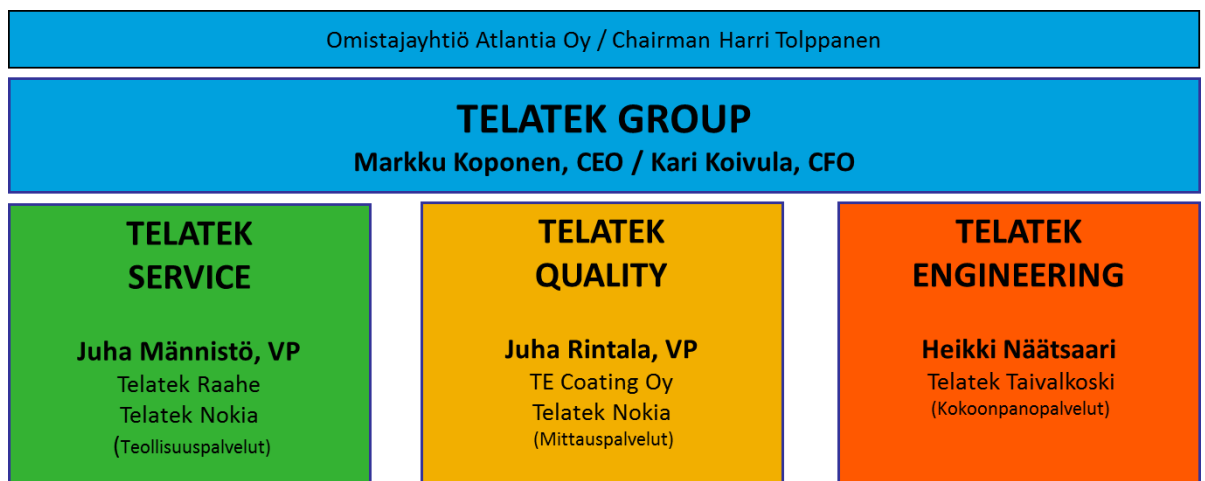
Kuva 5. Potkurirungon massiivinen koko aiheuttaa ongelmia sen kuljetuksen järjestelyihin (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 20.11.2012)



Kuva 6. Potkurirunkojen ja suurten konepajatuotteiden valmistuksen edellytys on järeät koneet ja laitteet (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 20.11.2012)

2.6 Konsernin organisaatio

Telatek Engineering on osa suurempaa kokonaisuutta. Taivalkosken tehdas kuuluu osana Telatek Group Raahen tehtaan toimintoihin. Telatek Group kuuluu omistajayhtiö Atlantia Oy:n omistukseen, jonka omistajia ovat suomalaiset pääomasijoittajat (kuva6). Taivalkosken tehtaan eli Telatek Engineeringin palveluksessa on keskimäärin viisitoista toimihenkilöä, seitsemänkymmentä hitsaajaa ja kuusi koneistajaa (marraskuu 2012). Lisäksi tehtaan alaisuudessa, lähinnä laadunvalvonnassa, työskentelee muutama Telatek Qualityn toimihenkilö.



Kuva 7. Organisaatiokaavio (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 15.9.2012)

3 TUOTANNON LAITTEET JA TILAT

Taivalkosken tehtaan tuotanto koostuu järeästä konepajatuotannosta. Tuotteiden suuri koko asettaa tehtaan kalustolle kovat vaatimukset ja tehtaalta löytyykin tuotannon vaatima kalusto.

Suuret potkurirungot valmistetaan osittain 40–80 mm vahvaisista teräslevyistä ja materiaalivahvuus vaatii suurta ja tehokasta mankeli- ja puristuskapasiteettiä. Levyn leikkauksessa on käytössä CNC- ohjattuja liekki- ja plasmaleikkauskoneita joiden työskentelyalue on 3100mm x 9000mm. Hitsaustyöhön on varauduttu kolmen jauhekaarhitsauslaitteiston ja 120 Mig/Mag hitsauskoneen kapasiteetilla.

Tuotannon suuri koko vaikuttaa myös tehtaan nosturikapasiteetin määrään. Nostotöiden onnistumisesta vastaa kaksi 63 tonnin ja kolme 20 tonnin nosturia. Maksimi kappalepaino tällä kapasiteetilla on 126 tonnia.

Hitsattujen koneenrakennuskomponenttien tarkat koneistukset vaativat aihoiden lämpökäsittelyn, jossa hitsauksen ja muokkauksen aiheuttamat jännitykset poistetaan. Tehtaalla onkin käytössä lämpökäsittelyuuni, jonka tilavuusmitat ovat: 10500 mm x 8400 mm x 5500 mm. Unin maksimilämpötila on 800 C.

Tehdashallin tuotannon pinta-ala on 12500m², josta erillistä kokoonpanotilaa n. 1600 m². Lisäksi tehtaan alueella sijaitsee erillinen toimistorakennus, jonne keskittyy laadunvalvonta, työnjohto sekä suunnittelu (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 2.10.2012).

3.1 Koneistamon resurssit

Telatek Oy:n koneistusvalmiuksia ja laitteistoa on järkevintä arvioida kahtena omana yksikkönä. Toisena osa-alueena tarkastellaan manuaali-kone osastoa, joka sijaitsee avaruskoneen läheisyydessä omana osastona. Osaston konekanta vastaa käsitystä perinteisestä metalliverstaasta, jonka varustelu antaa valmiudet yleisimpiin koneistustöihin.

Toisena yksikkönä laitetarkastelussa käsitellään Skoda-avarruskonetta lisälaitteineen, johon opinnäytetyökin pääosin keskittyy. Tämä osasto koneineen muodostaa Taivalkosken tehtaan arvokkaimman ja ammattitaitoisimman osaston.

3.2 Koneistamon henkilökunta

Skoda-avarruskoneella henkilökunta työskentelee nykytilanteessa kolmessa vuorossa. Jokaisessa vuorossa on kaksi koneistajaa joista toinen on ammatissaan pitemmälle ehtinyt, kokeneempi ammattilainen. Vuorojärjestelyissä pyritään muodostamaan vuorojen miehitys siten, että jokaisessa vuorossa on henkilö, joka osaa myös ohjelmoida avarruskonetta ja ymmärtää koneistuksen perusasiat. Avarruskoneen tuotanto kärsii jonkin verran ammattitaitoisen henkilökunnan puuttumisesta ja tarve ammattitaitoisten koneistajien palkkaamiseen on jatkuva.

Tuotannon nostamisen tarve vaatisi tuotannon asettamista keskeytymättömään tuotantoon ja opinnäytetyössä asiaa tarkastellaan henkilökunnan ammattitaidon ja valmiuden kautta siirtyä vuorojärjestelyissä viiteen työvuoroon. Vuorojärjestelyjä laadittaessa tarkasteltiin kunkin työvuoron henkilöresursseja siltä pohjalta, että kussakin vuorossa ammattitaito ja kokemus olisivat tasavahvoja vuoroja vertailtaessa.

Henkilökunnan parissa tehtiin asiaa koskeva kysely (liite1), jossa kaikki koneistuksen parissa työskentelevät antoivat oman arvionsa sekä ammattitaidosta että valmiuksistaan työskennellä uudessa vuorojärjestelmässä.

3.3 Manuaaliosasto

Telatek Oy:n manuaali-koneistamo on asiakkaiden, mutta myös omaa kunnossapitoa varten varustettu oma osasto. Osaston työstökoneiden käytöstä vastaa suurelta osin avarruskoneen henkilöstö, mutta tarvittaessa myös kunnossapidon ja kokoonpanon henkilöstö. Osaston varustukseen kuuluu seuraavat metallintyöstökoneet:

- kaksi manuaalisoria varusteineen.
- työkalujyrsinkone varusteineen.
- säteisporakone.
- pylväsporakone.
- metallihöylä.
- käsityökalut.

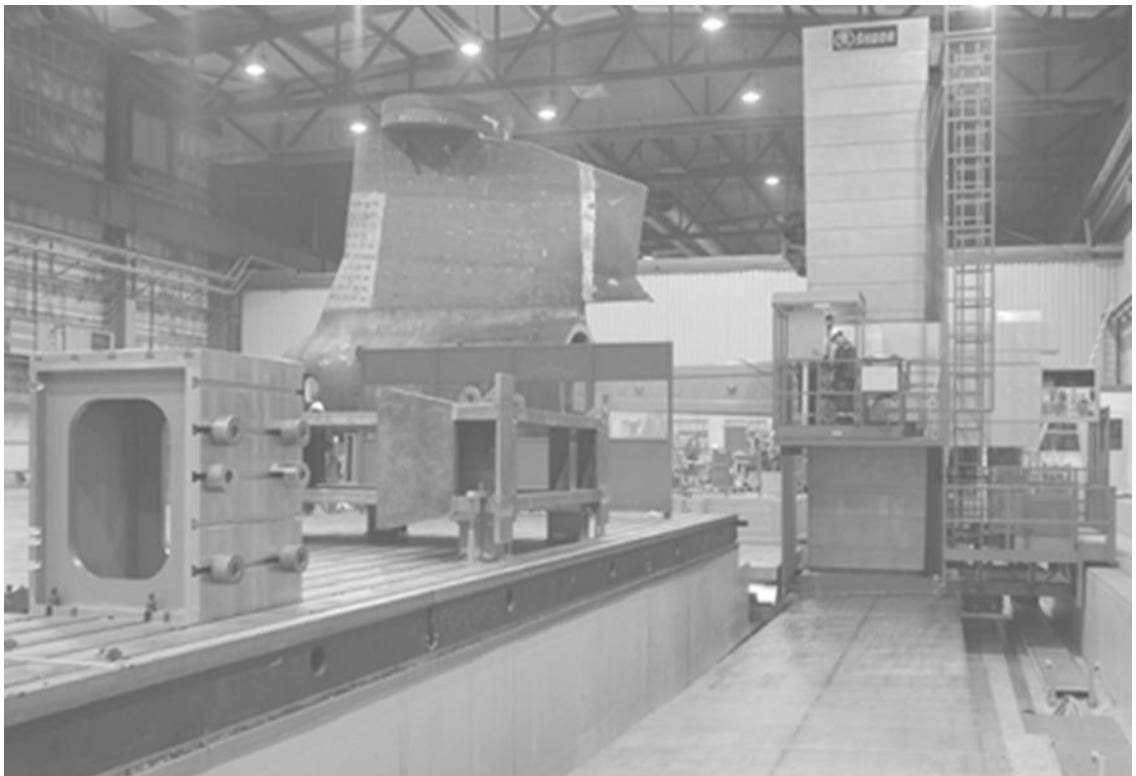
3.4 Avarruskone Skoda HCW 3-225 NC

Tehtaan koneistusosaston ytimen muodostaa Skoda-avarruskone. Koneita valmistetaan Tšekissä, Skodan työstökoneisiin erikoistuneella tehtaalla Brunossa. Maahantuonnin ja huollon edustuksesta Skodan työstökoneille vastaa Suomessa Tampereen Konepalvelu.

Taivalkosken tehtaalla koneella työstetään kaikki tehtaan tuotannossa olevat suuret koneistuskappaleet. Koneen ominaisuudet ja liikerata-alueiden suuruus mahdollistavat suurten aihoiden ja osakokonaisuuksien rouhinta- ja viimeistelykoneistuksen (taulukko1). Kokoluokassaan avarruskone on valtakunnan tasollakin mitattuna suuri, maastamme löytyy yksi vastaavan kokoluokan avarruskone.



Kuva 8. Skoda HCW 3-225 NC (Machinery Oy:n www.sivut, hakupäivä 11.11.2012)



Kuva 9. Skoda-avarruskoneen 21 000 mm pitkä X-akselin liikerata-alue (Telatekin www.sivut 2011, hakupäivä 2.10.2012)

Taulukko 1. Avarruskoneen liikealueet

| akseli | refer. | mm |
|--------|--------|-------|
| X | 0 | 21000 |
| Y | 0 | 6000 |
| Z | 0 | 8000 |
| W | 0 | 3000 |

3.5 Pyöröpöytä

Skoda avarruskone on varustettu TDV 8 pyöröpöydällä, joka laajentaa koneen koneistusalueetta suurten kappaleiden työstössä. Pyöröpöydän kuormankantokyky mahdollistaa suurien jopa 70 000 kg painavien aihoiden työstön ja käsittelyn. Pöydän kiinnitysurien tarkkuus mahdollistaa erityyppisten kiinnitysratkaisujen käytön kappaleiden kiinnittämisessä. Usein toistuvien tuotteiden koneistuksessa pyöröpöytä varustetaan erillisellä jigi-levyllä, johon aihion kohdistus on helpompi ja nopeampi suorittaa. Pyöröpöydän tekniset tiedot esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Pyöröpöydän TDV 8 tekniset tiedot

| | | |
|-----------------------------|--------|---------------|
| Lastauskapasiteetti | kg | 120.000 |
| Pöydän koko | mm | 4000x4000 |
| Kiinnitys T-urat | mm | 36 H8 |
| Urien väli | mm | 250 |
| Keskitystarkkuus | mm | 100H7 x 15 |
| Siirtymäalue (V-akseli) | mm | 8000 |
| Syöttönopeus (pituussyöttö) | mm/min | 0-10.000 |
| Pikaliikenopeus | mm/min | 10.000 |
| Pyörimisnopeus | 1/min | 0,00001-1,777 |
| Oma massa | kg | 97.000 |

Pyöröpöydän edut tulevat esille koneistettaessa kappaleita joiden valmistus vaatii koneistamista useasta suunnasta. Kuvassa 10 tulee esille hyvin tällaisen kappaleen käsittelyn nopeus pyöröpöydällä, verrattuna normaaliin kiinteään pöytään. Koneistettujen pintojen kohtisuoruuden ja mittatarkkuuden saaminen vaaditulle tasolle helpottuu pyöröpöydän käytön myötä.



Kuva 10. Pyöröpöytä TDV 8 (Machinery Oy:n www sivut, hakupäivä 11.11.2012)

4 AVARTAMINEN

Opinnäytetyön sisältö käsittelee suurelta osin avarruskonetta, koneen henkilökuntaa ja menetelmiä koneella. Tästä syystä on tarvetta tarkastella ja tutkia mitä on avartaminen, mihin se soveltuu ja minkälaisen laitteiston se onnistuakseen vaatii.

Avartaminen on työstömenetelmä, joka soveltuu suurien, mittatarkkojen reikien ja jyr-sintämuotojen valmistukseen. Nykyaikaiset avarruskoneet on varustettu NC- ohjauksilla ja ohjauksen käytön myötä myös monimutkaiset jyr-sintämuodot ovat mahdollisia. Nykyaikaiset avarruskoneet ovatkin lähentyneet ominaisuuksiltaan varsinaisia koneistuskeskuksia.

Valettujen kappaleiden kotelorakenteet ja valureiät tai hitsattujen rakenteiden tarkat koneistukset ovat usein avarruskoneen käyttökohteita. Erityisen hyvin avartaminen soveltuu useiden samanakselisten, tarkkamittaisten reikien valmistukseen. Etu johtuu siitä, että mittatarkat reiät voidaan koneistaa yhdellä kiinnityksellä ja samassa vaiheessa riittävän pitkällä avarruspuomilla.

Avarruskoneiden tehokkuutta pyritään nostamaan myös työkaluilla, joilla voidaan koneistaa yhdellä syöttöliikkeellä useita reikien pintoja. Yhdellä työkalulla voidaan valmistaa samalla syöttöliikkeellä esimerkiksi reikä mittaa, viistää reiän suu ja työstää reiän pohjalle erityismuotoja.

Erikoistöitä varten avarruskoneisiin on kehitetty erilaisia kulmapäitä ja avarruspuomeja, jotka mahdollistavat mutkikkaat kulmien työstöt sekä vinojen reikien koneistamisen. Samoin pyöröpöytä mahdollistaa monipuolisen koneistuksen samalla kiinnityksellä ja varmistaa koneistuspintojen samankeskisyyden.

Perinteinen miehitetty käyttö on avarruskoneilla normaalia, koska työstettävät kappaleet ovat suuria eikä kappaleen käsittelyä ole tämän vuoksi voitu automatisoida. Kappaleiden siirrot ja koneen asetusten teko vaatii usein työparin, jotta kallista koneaikaa ei tuhraannu asetusten tekoon (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 186).

4.1 Käyttökohteet

Avartamisen ensisijaisia käyttökohteita ovat suuret ja tarkat koneistukset kappaleisiin joiden kiinnitys ja käsittely esimerkiksi koneistuskeskuksissa eivät onnistu. Avarrettavat kappaleet ovat usein mitoiltaan ja muodoltaan vaikeasti kiinnitettäviä ja epätarkkoja valuja tai hitsattuja levyrakenteita. Avarruskoneella työstettävät kappaleet ovat usein yksittäiskappaleita, eikä niitä varten kannata valmistaa kalliita kiinnittimiä. Tästä syystä kappaleiden asentaminen koneeseen on aikaa vievää ja ammattitaitoa vaativaa työtä. (Aaltonen ym. 1997, 186).

4.2 Työkalut ja kiinnittimet

Nykyaikaiset avarruskoneet varustellaan kääntöterillä ja terämateriaalit ovat samat kuin muissakin lastuamismuodoissa. Suuritehoiset karamoottorit mahdollistavat kookkaiden taso- ja siilijyrsimien käytön ja tehokkaan rouhinnan (kuva 10).

Suuret poraukset, jotka ovat sitä ominta avarruskoneen toiminta-alaa, vaativat erityisten avarruspuomien käyttämistä. Puomit ovat usein varusteltu tarkoilla mikroruuveilla, joiden avulla avarruksessa päästään hyvinkin tarkkoihin mittaluokkiin. Nykyaikaisissa avarruskoneissa avarruspuomit on mahdollista liittää koneen ohjauksen piiriin ja tämä mahdollistaa esimerkiksi kartioreiän koneistuksen.

Avarruskoneissa on yleensä tehokkaat karamoottorit ja sen vuoksi niissä voidaan käyttää myös erikoistyökaluja esimerkiksi suurten tasojen koneistamiseen. Avarruskoneella työskenneltäessä pyritään siihen että kappale valmistuu yhdellä kiinnityksellä juuri epämääräisten ahiomittojen takia. Tämän takia on edullista valmistaa kappale myös pienten ja tarkkojen koneistusten osalta valmiiksi.

Avarrettavat kappaleet kiinnitetään perinteisesti hakarautojen ja T-uraruuvien avulla. Kappaleiden asemoitumiseen käytetään aluspaloja ja asennuslevyjä ja kappaleiden kiinnittämiseen voidaan käyttää työkohtaisia kiinnitys moduuleita.

Kulma ja kääntöpöydät nopeuttavat työstöä ja kappaleiden asentamista, sekä nostavat usein koneistustyön laatua. Suurten kappaleiden kiinnittäminen on hankalaa ja aikaa vievää työtä. Kiinnityksen ja asemoinnin aika voi olla merkittävä koko kappaleen läpimenoajasta. Työt jotka suurilla avarruskoneilla tehdään, toistuvat harvoin ja ovat tyypillistä yksittäiskappaleiden valmistusta.



Kuva 11. Tyypillisiä työkaluja avarruskoneella edustavat kokkaat tasoajyrimet (Sadvik coromat www-sivut, hakupäivä 28.10.2012)

4.3 Koneet

Eri avarruskonetyypeistä yleisimmin käytössä tässä kokoluokassa on suuri lattiatyypin kone. Näiden koneiden työstökarat liikkuvat suurilla liikerata-alueilla ja mahdollistavat suurten kappaleiden koneistukset. Lattiatyypin avarruskoneen käyttökohteeksi soveltuvat erityisen hyvin suurten koneiden runkokomponentit.

Modernit avarruskoneet ovat numeerisesti ohjattuja ja työkalumakasiinit ovat niissä yleistyneet. Poikkeuksen muodostavat suuret kulmapäät, joiden varastointi ja vaihto suoritetaan edelleen manuaalisesti. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 198).

4.3.1 Kulmapää

Avarruskone on varustettu nc-ohjatulla kulmapäällä joka mahdollistaa useiden kohteiden koneistamisen samalla kiinnityksellä. Tällä menetelmällä saavutetaan tarkkuus kohteissa, joissa haetaan koneistuspintojen samankeskeisyyttä ja kohtisuoruutta. Kulmapään avulla karan päätä saadaan käännettyä 90 astetta ja kulmaa voidaan säätää tarvittaessa koneen ohjauksen avulla.



Kuva 12. Kuvassa avarruskoneen karalle asennettu kulmapää (Machinery Oy:n www.sivut, hakupäivä 11.10.2012)

4.3.2 Avarruspuomit

Pitkien ja tarkkojen reikäkoneistusten onnistumisen kannalta avarruspuomien käyttäminen takaa hyvän lopputuloksen. Telatek Oy:n tuotteiden jopa 4500 mm pitkien, I6 toleranssiluokkien reikien koneistus hoidetaan avarruspuomien avulla (kuva13).

Avarruspuomin oma massa n. 4100 kg, vähentää puomin lastuamisominaisuuksia heikentävän värinän vaikutusta koneistuksiin.

Puomin tarkkuuden takaa löytyy mikrometriruuvilla varustettu teräpää, jonka säätäminen onnistuu 0,005 mm tarkkuudella. Puomien mittatarkkuus voidaan säätää mekaanisesti tai koneen ohjauksen avulla.



Kuva 13. Pitkien avarruspuomien käyttö mahdollistaa useiden samankeskisten pintojen koneistuksen (Telatekin www-sivut 2011, hakupäivä 5.11.2012)

5 KYSELY-PALAUTE MENETELMÄ

Opinnäytetyön tekemisen kannalta tärkeää oli saada avarruskoneen henkilökunnan mielipiteet vuorotyöstä ja perustiedot koulutuksesta ja ammattitaidosta.

Tiedon kartoittamiseen valittiin kysely-palautte menetelmä, joka on ehkä yleisin Suomessa käytetty työyhteisön tutkimus- ja kehittämismenetelmä. Perusidea on kerätä lomaketutkimuksella tietoa yhteisöstä ja organisaatiosta ja käyttää saatuja tietoja ehdotuksen laatimisen pohjaksi.

Kysely järjestettiin nimettömänä, koska tavoitteena oli helpottaa ja laskea vastaamisen kynnys mahdollisimman alas ja saada kaikkien mielipiteet ja arviot mukaan vuorotyöjärjestelmän laadintaan. Kyselyssä päädyttiin pieneen kysymysmäärään ja sen aihepiiri rajattiin koskemaan koulutusta ja ammattiosaamista työkokemuksen muodossa. Lisäksi pyydettiin omaa arviota kahteen esitettyyn vuorojärjestelmään, joita opinnäytetyössä tarkemmin arvioidaan. Esitettyihin kysymyksiin pyydettiin vastaus valitsemalla vaihtoehtoista se, joka vastasi vastaajan mielipidettä asiasta. Kyselylomake on työkalu, jonka toimivuus näkyy tuloksia analysoitaessa, tosin kaikkia työhön liittyviä asioita ei voi mitata yhdellä kyselyllä.

Kysymyksiä asettaessa on huomioitava myös se, että esille tulleet asiat otetaan vakavasti. Kyselyssä ei kannata ottaa esille asioita, joihin organisaatiossa ei haluta tai niihin ei ole voimavaroja puuttua. Tämän vuoksi tässä kyselyssä ei haluttu kysyä esimerkiksi palkkaus ja palkkioasioita, vaikka ne kiistatta ovat työelämän perusasioita. Kyselyn tuloksia käytetään opinnäytetyössä ja sen tuloksien tiedottaminen ja jatkokäyttö jää opinnäytetyötä työnantajan taholta valvovan vastuulle (Lindström & Leppänen 2002, 124).

6 TYÖVUOROJÄRJESTELMÄ

Nykyinen käytössä oleva työaikajärjestelmä, jota avarruskoneella käytetään, on keskeytyvä kolmivuorojärjestelmä. Keskeytyvällä kolmivuorotyöllä tarkoitetaan työtä jota tehdään kolmessa vuorossa, viitenä päivänä viikossa niin, että työskentely yleensä keskeytyy viikonvaihteen ajaksi. Nykyisessä käytännössä vuorot kiertävät vastapäivään eli aamuvuorosta siirrytään yövuoroon ja yövuorosta edelleen iltavuoroon. Työntekijöillä ei ole kokemusta muunlaisesta vuorosysteemistä ja nykyiseen menetelmään suhtaudutaan pääosin myönteisesti. Uudessa vuoroesityksessä otetaan huomioon työterveyslaitoksen tutkimukset, jotka antavat paljon tietoa eri vuorojärjestelmien kuormittavuudesta vuorotyössä ja jossa vuorotyön kuormitusta pyritään minimoimaan. Aluksi on tarpeen tarkastella vuorotyötä ja sen vaikutuksia työntekijän terveyteen ja sosiaaliseen elämään.

6.1 Vuorotyö

Vuorotyö on työaikamuoto, jossa työvuorot vaihtuvat säännöllisesti ja muuttuvat ennakolta sovituin ajanjaksoin. Yleisimmät käytössä olevat vuorotyömuodot ovat kaksi- ja kolmivuorotyö, joista kolmivuorotyöhön liittyy yleensä yötyötä. Yötyöksi käsitetään työ, jota tehdään yöllä, pääsääntöisesti kello 22:n ja 6:n välisenä aikana. Vuorojen katsotaan vaihtuvan säännöllisesti, kun vuoro jatkuu enintään yhden tunnin yhdessä työhön sijalle tulleen vuoron kanssa, tai kun vuorojen väliin jää enintään yhden tunnin aika.

Vuorotyöstä on laadittava työvuoroluettelo, josta käy ilmi säännöllisen työajan alkamis- ja päättymisaika. Luettelo tulee tehdä mahdollisimman pitkälle ajalle ja se tulee olla nähtävissä vähintään viikkoa ennen työjakson alkamista. Tämän jälkeen luetteloa saa muuttaa vain työntekijän suostumuksella. Mikäli työn luonteen vuoksi ei onnistu laittaa luetteloa näkyville viikkoa aikaisemmin, tulee poikkeuslupaa anoa työsuojelupiirin työsuojelutoimistosta. Vuorotyötä säätelee myös siitä annetut lait ja asetukset. Myös ammattiliittojen ja työnantajan välisissä neuvotteluissa asiasta sovitaan liittokohtaisilla ja työpaikkakohtaisilla sopimuksilla (Työaikalaki 9.8.1996/605, 27 §).

6.2 Työaika

Työajat vaikuttavat mm. työntekijän terveyteen, toimintakykyyn ja mahdollisuuteen sovittaa yhteen työ ja muu elämä. Vuorotyö tarjoaa työntekijälle etuina mm. lisääntynyttä vapaa-aikaa ja rahallista korvausta. Vastaavasti muutokset unessa ja uni-valverytmissä voivat vaikuttaa haitallisesti sosiaaliseen elämään ja epäsäännöllinen työaika kuormittaa elimistöä tavallista enemmän. Tuotannon näkökulmasta työaikaratkaisut vaikuttavat työn tuottavuuteen ja työn sujuvuuteen.

Työajan eri ulottuvuuksina voidaan tarkastella työn kestoa joko työpäivän tai työviikon pituutena. Samoin työ- ja lepoaikojen rytmitys on tärkeä elementti työvuoroja suunniteltaessa (Työaikalaki 9.8.1996/605, 27 §).

6.2.1 Hyvän järjestelmän tunnuspiirteet

Hyvän vuorojärjestelmän tunnuspiirteinä voidaan pitää mm. säännöllisyyttä, joka auttaa arkisten menojen ja pakollisten toimintojen suunnittelussa. Se auttaa myös ennakoimaan ja sovittamaan työn ja vapaa-ajan toisiinsa.

Nopea, eteenpäin kiertävä järjestelmä on myös hyvän vuorojärjestelmän tunnuspiirre. Siinä on vähän hankalia yö- ja aamuvuoroja peräkkäin. Kiertosuuntana on aamu-ilta-yö-vapaat sekä palautumisaikaa riittävä määrä. Nopealla kierrolla työntekijän toipuminen hankalien yö- ja aamuvuorojen jälkeen on nopeampaa ja kuormitus vähäisempää (Työaikalaki 9.8.1996/605, 27 §).

6.2.2 Työvuorosuunnittelu

Uuden vuorojärjestelmän suunnittelussa pyrittiin minimoimaan vuorotyön aiheuttama rasitus vuorokausirytmiiin. Suunnittelun pohjaksi mietittiin muutamia perusajatuksia, joita järjestelmässä pyrittiin huomioimaan.

Työvuorojen kiertosuunta eteenpäin, aamu-ilta-yö, on kokemuksen mukaan vähemmän kuormittava, ja jakson yövuorojen jälkeen seuraava vapaa olisi vähintään kahden vapaapäivän mittainen.

Vuorokierron väliin pyritään järjestämään pitempi vapaa jakso, jossa luonnollinen vuorokausirytmisi palautuu ja levon määrä saadaan edulliselle tasolle.

Taaksepäin kiertävässä vuorojärjestelmässä vuoron vaihtuessa pitää työhön mennä aina aikaisemmin. Yövuoron tilalle kiertyy iltavuoro, iltavuoron tilalle aamuvuoro, ja aamu-
vuoron tilalle taas yövuoro. Tutkimukset osoittavatkin johdonmukaisesti, että taaksepäin kiertävässä järjestelmässä esiintyy aikaisten ylösnousujen ja lyhentyneiden elpymisaikojen aiheuttamia ongelmia (Lindström & Leppänen 2002, 204).

6.3 Ammattitaito

Ammattitaidon jakaminen työvuoroihin ja sen arviointi pohjautuu henkilökunnan vastauksiin kyselyssä, jossa jokainen antoi arvion omasta ammattitaidostaan asteikolla 1- 5. Arvioinnilla pyrittiin löytämään jokaiseen työvuoroon henkilö, joka hallitsee avarruskoneen ohjelmoinnin ja kykenee tarvittaessa muuttamaan ohjelman työstöarvoja sekä koneen liikeratoja. Samalla kyselyllä kartoitettiin henkilökunnan halukkuutta saada koulutusta oman alansa tehtäviin. Tavoitteena oli jakaa avarruskoneen käyttöhenkilöstö ammattitaidon perusteella tasavahvoihin vuorojakoihin. Vuorojaon perusteeksi valittiin kokemus alalta, valmius vuorotyöhön sekä alan koulutus.

6.4 Alakohtainen kokemus

Alakohtaisessa kokemuksessa eriteltiin kokemus lastuavasta työstöstä ja ohjelmoinnista omaksi alueekseen, koska ohjelmointitaidon merkitys korostuu vuorotyössä. Vuorotyön järjestelyt avarruskoneella lähtevät olettamuksesta, että jokaisessa vuorossa on ainakin yksi ohjelmointitaitoinen koneistaja.

Ohjelmointitaitoiseksi kyselyssä luettiin henkilö, joka itsenäisesti kykenee lukemaan koneen koodistoa, sekä kykenee ohjelman itsenäiseen muokkaukseen. Kolmivuorotyössä korostuu ammattitaidon merkitys, koska esimerkiksi yövuorossa neuvon kysyminen

on vaikeaa. Työtä varten tehdyssä kyselyssä vastauksia pyydettiin sekä alakohtaisesta että työkokemuksesta yleensä. Kyselyssä selvisi, että kaikki kolme vuoroa on mahdollista varustaa alkuperäisen tavoitteen mukaisesti yhdellä ammattitaitoisella henkilöllä.

6.5 Valmiudet keskeytymättömään vuorotyöhön

Kyselyllä haluttiin kartoittaa koneistajien valmiuksia toimia vuorotyössä, halukkuutta toimia jossakin tietyssä vuorossa, sekä välttää tilanne, jossa jokin tietty vuoro aiheuttaisi kohtuutonta fyysistä rasitusta. Samalla otettiin huomioon työaikalaisissa vuorotyöstä annetut ohjeet ja säädökset sekä työterveyslaitoksen tutkimus, jossa vuorotyön kuormitusta tutkittiin.

Avarruskoneen henkilöstö on keski-ikänsä kohtalaisen nuorta, ja vuorotyön fyysinen rasitus koettiin siedettäväksi. Vuorotyön tekemisestä oli kaikilla kokemusta ja siihen on sopeuduttu kohtalaisen hyvin.

7 UUSI VUOROJÄRJESTELMÄ

Uudelle järjestelmälle työnantaja asetti tuotannollisen tavoitteen, joka vaatii tuotannon toimivan avarruskoneella keskeytymättömässä vuorotyössä. Työssä laadittiin kaksi eri ehdotusta vuorojärjestelmäksi, jotka huomioivat tehtaan tilauskannan sekä suhdanteet markkinoilla. Lisäksi työssä laadittiin esitys vuorojen ammattitaidon vakauden ylläpitämiseen ja edelleen kehittämiseen. Keskeytymätön vuorotyö edellyttää myös konepajan tilauskannan olevan riittävän suuri, sekä vahvaa asemaa markkinoilla. Ilman hyvää tilauskantaa lomautusten todennäköisyys nousee ja ammattitaitoisen henkilökunnan liikkuvuus eri paikkakunnille kasvaa.

7.1 Keskeytymätön vuorojärjestelmä

Ensimmäinen vaihtoehto on laadittu sillä perusteella että tarve jatkuvaan, keskeytymättömään vuorotyöhön on olemassa ja em. vuorojärjestelmän käyttö on perusteltu. Henkilövahvuus avarruskoneella on 10+1, jakaantuen viiteen kahden hengen vuoroon sekä työnjohtoon joka on paikalla pääsääntöisesti päivävuoron aikana. Vuorojärjestelmänä nopeasti eteenpäin kiertävä systeemi, jossa työvuorot ja vapaat kiertävät taulukon mukaisesti. Taulukossa viiden eri vuoron kierto on eroteltu eri väreillä ja lisäksi taulukon alaosassa myös vuorojen vapaat ovat nähtävillä (taulukot 3 ja 4). Esimerkissä käsitellään 30 vuorokauden jakso, joka vastaa keskimäärin yhden kuukauden kiertoa. Järjestelmän etuna ovat lyhyet yö- ja aamuvuorojaksot sekä kohtalaisen usein toistuvat vapaat vuorojen lomassa.

Huonoja puolia ovat henkilökunnan pieni määrä vuoroissa ja mahdollinen sairaus tai muu poissaolon syy aiheuttaa heti järjestelyjä vuorojen vahvuuksissa. Konepajat luokitellaan työympäristöiksi, jossa vuorotyössä ei yksin työskentely ole sallittu tapaturmariskin vuoksi. Lisäksi tämän vaihtoehdon toteutuminen vaatisi neljän uuden henkilön palkkaamista avarruskoneelle. Vaihtoehtoisena menettelynä olisi kahden uuden ammattitaitoisen henkilön palkkaaminen sekä kahden henkilön sisäinen siirto avarruskoneen henkilökuntaan muista tehtaan toimipisteistä.

Taulukko 3. Keskeytymättömän kolmivuorojärjestelmän vuorotaulukko

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | aamu |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ilta |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | yö |
| # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | vp |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | vp |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | vp |

Taulukko 4 Vuorotaulukossa vuorojen erittelyssä on käytetty eri värejä

| | |
|----------|--|
| Vuoro 1. | |
| Vuoro 2. | |
| Vuoro 3. | |
| Vuoro 4. | |
| Vuoro 5. | |

7.1.1 Työaikajärjestelyt

Työaikajärjestelyssä on otettava huomioon metallin työehtosopimuksen mukaiset määräykset joissa keskeytymättömän vuorotyön keskimääräinen viikkotuntimäärä ja vuosilomakertymät on määritetty. Keskeytymättömässä kolmivuorotyössä säännöllinen viikoittainen työtuntien määrä on 34,9 h. Työajan tulee enintään vuoden, pääsääntöisesti kalenterivuoden, pituisena ajanjaksona tasoittua keskimäärin mainittuihin määriin viikossa.

Tätä kolmivuoro järjestelmää käytettäessä annetaan työntekijälle 24 päivän pituinen yhdenjaksoinen loma 20.5.- 20.9. välisenä aikana vuosilomaa varten. Edellä olevasta käyttämättä jäävät lomapäivät pyritään antamaan yhdessä jaksossa sen kalenterivuoden aikana, jolloin lomanmääräytymisvuosi päättyy (Metalliliiton työehtosopimus, 2011–2013, teknologian teollisuus).

Skoda avarruskoneen tuotannossa lomien aikana työvuoroissa olisi kolme vuoroa, jotka toimisivat keskeytyvän kolmivuoro-ohjeen mukaisesti. Samoin yhtäjaksoisesta lomajajasta ylijäävien vapaa päivien pitämiseen sovitaan ajanjakso, jolloin lomien pitämisestä ei aiheudu tuotannolle tarpeettoman suurta haittaa.

Sairaus- ja tapaturma poissaolojen vuoksi työntekijöiden siirtymistä vuorosta toiseen voidaan perustella tuotannollisista syistä. Siirtymisen tarpeen arvioi työnjohto, joka samalla määrittää uuden vuorovahvuuden ja poikkeusjärjestelyn keston.

7.1.2 Vaihtoehdon tuoma kapasiteetin nousu

Vaihtoehdolla saavutetaan nykyiseen vuorojärjestelmään nähden merkittävä kapasiteetin nousu. Taulukoissa esitetty konekapasiteetin vertailu on tehty keskeytyvän kolmivuorotyön ja keskeytymättömän järjestelmän välillä. Lisäkapasiteettia taulukossa esitetään henkilöstön tekemällä tuntimäärän nousulla joka on verrattavissa avarruskoneen kapasiteetin kasvuun.

Keskeytyvän kolmivuoron viikkotuntien määrä on 118 h ja kolmenkymmenen päivän jaksossa, joka vastaa keskimääräistä kuukauden jaksoa, tuntimäärä on 528 h.

Keskeytymättömän viikkotuntien määrä on 120 h ja koko jakson tuntimäärä on 720 h. Henkilöstön tuntimäärä ja myös koneen kapasiteetti nousevat kolmenkymmenen päivän tarkastelujaksolla 192 h (26,66 %). Kapasiteetin nousu on merkittävä, reilun neljänneksen kasvu käytettävissä oleviin konetunteihin.

Taulukko 5. Keskeytyvän vuorojärjestelmän tuntikertymä laskentajaksolla

| ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | aamu | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | ilta | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | yö | |
| | | | | 118 | | | | | | | 118 | | | | | | | | | | | | 48 | 528 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | |

Taulukko 6. Keskeytymättömän vuorojärjestelmän tuntikertymä laskentajaksolla

| ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|------|-----|
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | aamu | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | ilta | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | yö | |
| | | | | 120 | 24 | 24 | | | | | 120 | 24 | 24 | | | | | | | | 120 | 24 | 24 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 48 | 720 |

7.2 Keskeytyvä vuorojärjestelmä

Toinen vuorojärjestelmä ehdotus on laadittu käytössä olevan järjestelmän pohjalle. Vuorojen kierosuuntaa vaihdetaan eteenpäin kiertäväksi, joka tutkimuksen mukaan kuormittaa työntekijää vähemmän ja on elimistölle luontevampi ja helpommin omaksuttavissa. Henkilövahvuus on 6+1, jossa on kolme kahden hengen vuoroa ja yksi työnjohtaja, joka on paikalla pääsääntöisesti päivävuorossa. Järjestelmässä edetään viiden työvuoron ja kahden vapaan jälkeen seuraavaan vuoroon alla olevan taulukon mukaisesti (taulukko 7). Yövuoro aloittaa viikkotyöskentelyn sunnuntaina klo 22.00 ja saa siten vuorojen loppuun hieman pidemmän lepoajan, koska jakso loppuu perjantaiamuna klo 06.00 ja työt jatkuvat aamuvuorossa maanantaina klo 06.00. Järjestelyllä pyritään helpottamaan rytmin muutosta kohti aikaista aamu heräämistä.

Keskeytyvän kolmivuorojärjestelmän viikoittainen työaika on työehtosopimuksen mukaan 35,8 h / viikko. Työajan tulee enintään vuoden pituisena ajanjaksona tasoittua keskimäärin mainittuihin määriin viikossa, samoin kuin keskeytymättömässäkin vuorotyössä.

Taulukko 7. Työ- ja vapaapäivien jakaantuminen keskeytyvässä vuorotyössä

| ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|------|
| | | | | | vp | vp | | | | | | vp | vp | | | | | | | | vp | vp | | aamu |
| | | | | | vp | vp | | | | | | vp | vp | | | | | | | | vp | vp | | ilta |
| | | | | | vp | vp | | | | | | vp | vp | | | | | | | | vp | vp | | yö |

7.3 Henkilöstökustannukset

Järjestelmien väliset henkilöstömenot poikkeavat toisistaan ja niitä on kannattavuuden nimissä syytä tarkastella tarkemmin. Laskelmissa on käytetty metallin työehtosopimuk-

sen perusparametreja alan keskiarvopalkasta, vuorotyöstä annettujen vuorolisien sekä viikonlopputyötä koskevien lisäkorvauksien osalta.

Työehtosopimus jota alalla noudatetaan, on voimassa 10/2013 saakka ja määrittää vuorolisät sopimuksen mukaisesti.

Työnjohdon osalta kustannukset ovat molemmissa vuorojärjestelmissä kiinteät ja niitä ei huomioida vertailussa lainkaan.

7.3.1 Keskeytyvä vuorotyö

Keskeytyvän vuorotyön palkkakustannuslaskelma on laadittu kahden koneistajan vuorovahvuuden mukaan. Palkan keskiarvoksi asetetaan laskennassa 13,50 €/h, iltavuorolisä 1,14 €/h ja yövuorolisä 2,09 €/h (taulukko 8). Keskiarvopalkka määräytyy metallin työehtosopimuksen asettamasta keskituntiansiosta, josta on käytössä keskimääräistä hieman paremmin ammatissaan ansaitsevan tuntipalkka. Viikkokustannukseen on lisäksi laskettu yövuoron aloitus sunnuntaisin klo 22.00 ja siitä kahdelta ensimmäiseltä tunnilta laskettava sunnuntaityön lisäpalkka.

Varsinaisessa vertailussa on syytä tarkastella kustannuksia neljän viikon periodissa, jolloin kustannukset tulevat huomioitua tarkemmin.

Taulukko 8. Palkkakustannusten määrä nykyisellä henkilöstömäärällä

| | aamu | ilta | yö | vrk | viikko |
|-----------|-------------|-------------|-----------|------------|---------------|
| peruspalk | 13,50 | 13,50 | 13,50 | | |
| vuorolisä | 0,00 | 1,14 | 2,09 | | |
| lisä % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| x8 | 108,00 | 117,12 | 124,72 | | |
| (+)17,41% | 126,8 | 137,5 | 146,4 | 410,7 | 2084,92 |
| 2 | 253,6 | 275,0 | 292,9 | 821,5 | 4169,83 |

7.3.2 Keskeytymätön vuorotyö

Keskeytymättömän vuorotyön kustannuksiin vaikuttaa henkilömäärän kasvu. Tässä vuorojärjestelmässä yritykseen joudutaan palkkaamaan keskeytyvään verrattaessa 4

henkilöä lisää, ja kustannusten nousu on jo selvää. Lisäksi työajan ulottuminen viikonloppuun nostaa kustannuksia.

Vuorotyölisät illan ja yötyön osalta ovat samat, lisäksi mukaan tulee lauantailta maksettava lisä, jonka suuruus on työehtosopimuksessa määritelty 2,05 €/h suuruiseksi (taulukko 9). Tätä lisää ei oteta huomioon keskituntiansiota laskettaessa.

Keskeytymättömän vuorotyön ansiosta kohonneille konetunti määrille saadaan laskettua henkilökunnan kulujen kautta vertailuhinta, jossa verrataan molempien menetelmien kustannuksia viikon ja neljän viikon jaksoina. Viiden päivän jaksossa kulujen määrä on luonnollisesti sama, mutta jo lauantain mukaan ottaminen työpäiväksi nostaa kustannuksia. Perustuntipalkan ja vuorotyölisien lisäksi lauantaityön hintaa nostaa erityinen lauantailisä, joka nostaa jokaisen lauantaina tehdyn henkilötyön hintaa taulukon mukaisesti.

Taulukko 9. Lauantailisien osuus kustannuksista vuorotyössä

| | Lauantai | | | | |
|-------------|----------|--------|--------|--------|--|
| | aamu | ilta | yö | vrk | |
| peruspalk | 13,50 | 13,50 | 13,50 | | |
| vuorolisä | 0,00 | 1,14 | 2,09 | | |
| lisä % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| h | 8 | 8 | 8 | | |
| lauant.lisä | 2,09 | 2,09 | 2,09 | | |
| yht. | 124,72 | 133,84 | 141,44 | | |
| (+)17,41% | 146,43 | 157,14 | 166,06 | 469,64 | |
| 2 | 292,87 | 314,28 | 332,13 | 939,28 | |

Taulukko 10. Sunnuntaityön osuus kustannuksista vuorotyössä

| | sunnuntai | | | | |
|-------------|------------------|-------------|-----------|------------|--|
| | aamu | ilta | yö | vrk | |
| peruspalk | 27,00 | 27,00 | 27,00 | | |
| vuorolisä | 0,00 | 1,14 | 2,09 | | |
| lisä % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| h | 8 | 8 | 8 | | |
| lauant.lisä | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| yht. | 216,00 | 225,12 | 232,72 | | |
| (+)17,41% | 253,61 | 264,31 | 273,24 | 791,16 | |
| 2 | 507,21 | 528,63 | 546,47 | 1582,31 | |

7.4 Vaihtoehtojen henkilöstökustannusten vertailu

Keskeytymättömän vuorotyön ansiosta kohonneille konetunti määrille saadaan laskettua henkilökunnan kulujen kautta vertailuhinta, jossa verrataan molempien menetelmien viikon ja neljän viikon mittaisen jakson hintaa.

Alla olevassa taulukossa vuorotyö vaihtoehtojen hinnat ovat arkipäivien osalta samat (taulukko11). Keskeytyvän vuorojärjestelmän neljän viikon jakson tuntimäärä on 528 h ja keskimääräinen henkilökuluhinta on 31,60 €/h. Vastaavasti keskeytymättömän vuorotyön neljän viikon jakso tuottaa tunteja 720 h keskimääräisen henkilökustannusten ollessa 37,17 €/h.

Tuntimäärien erotukselle saadaan oma henkilökustannus laskettua helposti vertailemalla tuntimäärää ja kustannusten erotusta, koska viikolla palkkakulut ovat samansuuruiset. Lauantain ja sunnuntain työvuorot nostavat kapasiteettiä 192 h ja palkkakustannukset ovat 52,53 €/h.

Taulukko 11. Vuorojärjestelmien kapasiteetti erot

| ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|------|-----|
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | aamu | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | ilta | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | yö | |
| | | | | 120 | 24 | 24 | | | | | 120 | 24 | 24 | | | | | | | | 120 | 24 | 24 | 48 | 720 |
| ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | ke | to | pe | la | su | ma | ti | | | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | aamu | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | 8 | 8 | 8 | ilta | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | | 2 | 8 | 8 | 8 | yö | |
| | | | | 118 | | | | | | | 118 | | | | | | | | | | 118 | | | 48 | 528 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | |

7.5 Kannattavuus

Järjestelmien kannattavuus vertailussa tulee ottaa huomioon kulloinenkin tehtaan tilauskanta. Jos tilauskanta on ja pysyy vakaana sekä koneen kapasiteetti pitkällä aika jaksolla on myyty, kannattavaa on koneen käyttöasteen pitäminen korkealla. Yksittäisen koneen kuormitusta on erittäin vaikea myydä täysin kattavasti ja on oletettavaa, että pitemmällä aikavälillä myös hiljaisia kausia tulee eteen. Työntekijämäärän nousu aiheuttaa välittömiä kustannuksia henkilöstömenoihin ja ammattitaitoisen henkilön saaminen paikakunnalle on syrjäisen sijainnin takia hankalaa. Nykyinen tilanne suosii jatkuvan kolmi-vuorotyön käytön jatkamista, mutta kuitenkin ehdotuksen mukaisesti järjestettynä. Myötäpäivään tapahtuvan kierron kuormitus on tutkitusti vähäisempi kuin nykyinen käytäntö ja siirtyminen uuteen menetelmään on täten perusteltua (Työterveyslaitoksen www-sivut 2012, hakupäivä 20.9.2012).

7.6 Koulutus

Henkilökunnan koulutuksen tarve tulee esille paitsi kyselyn niin myös vuorojärjestelmän laadinnassa. Henkilökunnan vaihtuvuus on normaali ilmiö missä tahansa metallialan yrityksessä. Työskentely avarruskoneella on keskimääräistä vaativampaa koneistuksen ja osittain myös ohjelmoinnin osalta.

Oman mausteensa työskentelyyn antavat kalliit aihiot ja tiukat aikataulut tuotteiden toimituksessa. Näillä perusteilla on tärkeä huolehtia jatkuvasta koulutuksesta ja ammattitaidon kehityksestä. Yksi tärkein keino koulutuksessa on työssä oppiminen konepa-

jaympäristössä. Kouluttajana toimii jo ammatissa pitemmälle ehtinyt työkaveri, joka työn ohessa neuvoa ja opastaa työpariaan. Työssä oppimiseen voidaan hyvin sovittaa myös oppisopimuskoulutus, joka soveltuu avarruskoneelle erityisen hyvin.

Maahantuojan koulutuksia tarjotaan koneinvestoinnin yhteydessä ja lisäksi ulkopuolista koulutusta on myös järkevää käyttää ohjelmoinnin opetuksessa. Pieni henkilömäärä työvuorossa tekee järjestelmästä herkän häiriöille. Tämän takia olisi hyvä mahdollisuuksien mukaan kouluttaa myös yhtä henkilöä sairaus- ja lomapoissaolojen varalle. Tarvittaessa tämä henkilö on helppo siirtää avarruskoneen vahvuuteen vakituisesti.

8 TUOTTAVA TYÖAIKA

Tuotannon työajan tarkastelu ja sen jakaminen tarkempiin osiin mahdollistaa tuotannon tehostamisen. Tieto siitä, mihin resurssit käytetään, ei riitä vaan tarvitaan tietoa myös siitä mihin resursseilla voidaan päästä. Tavoitteiden asettamisen ehto on tieto läpimeno- ja vaiheajoista. Valmistuksen suunnittelulla voidaan kokeilla vaihtoehtoisia menetelmiä ja läpimenoaikojen sekä laatukriteerien vertailulla tuotteen valmistuksen menetelmät kehittyvät. Saman lopputuloksen voi saavuttaa edullisemmalla menetelmällä, säästöä voidaan saavuttaa jo laiteinvestoinnin lähtökohtien selvityksessä.

Tiedot vaihtoehtoisten koneiden kapasiteetista, käyttökustannuksista, asetusajoista ovat tarpeen koneinvestointien ja tuotannon layoutin suunnittelussa. Layoutvaihtoehtojen suunnittelu ja valinta edellyttää eriteltyä tietoa eri valmistusmenetelmien vaatimista asetus- ja vaiheajoista sekä materiaalin käsittelyyn kuluvasta ajasta.

Erilaisten asetuksia ja työtä helpottavien työkalujen, jigien ja kiinnittimien sekä työpisteiden suunnittelulla voidaan lyhentää asetus- ja vaiheajoja sekä parantaa työpisteen ergonomiaa. Avarruskoneen tuotannossa suurten kappaleiden asetusajat muodostavat merkittävän osan läpimenoajasta

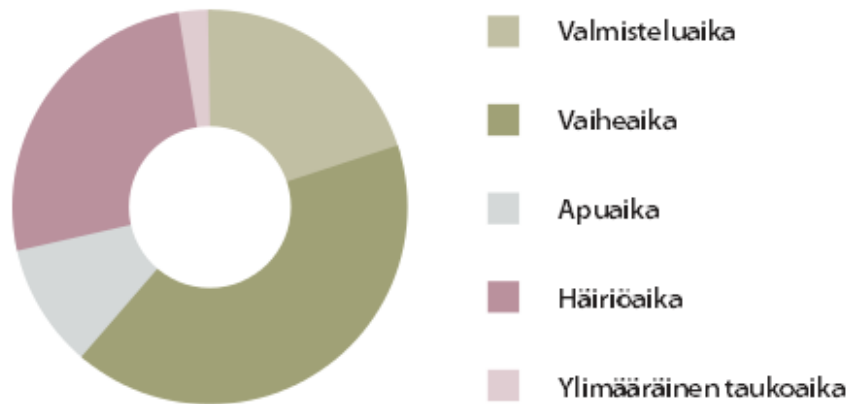
Jotta koneen kapasiteetti olisi tehokkaassa käytössä, on se osattava ohjata kulloinkin oikeaan paikkaan ja tätä varten on kyettävä arvioimaan resurssien tarve suhteessa kulloiseenkin tehtävämäärään. Myös pitemmällä aikavälillä yrityksellä tulee olla käytössään oikeat resurssit oikeisiin kohteisiin. Tästä syystä tarvitaan riittävän tarkat tiedot eri alueiden tarpeista nykyiseen ja tulevaan tilanteeseen. Tämä antaa myös perustiedot kone- ja laiteinvestointien tekemiseen (Tiihonen, Ahokas, Neuvonen & Suikki 2011, hakupäivä 30.11.2012).

9 KONE- JA LAITEHÄIRIÖIDEN KIRJAAMINEN

Tuotantohäiriöiden kirjaamisessa konepajojen väliset toimintatavat poikkeavat merkittävästi. Työajan jakaantuminen koostuu asetusajasta, kappaleajasta ja apuajasta. Lisäksi on häiriöaikaa, joka on vaikeasti ennakoitavissa sekä tapahtumahetken että keston osalta. Pitkä kokemus työskentelystä NC- ohjattujen koneiden parista on kiinnittänyt huomion niiden tarkastelun tärkeyteen. Häiriöiden ja niiden syiden seuraamisella saavutetaan kokemusten karttuessa hyvinkin merkittäviä säästöjä niin huollon kuin häiriöaikojen lyhenemisen kautta.

Koneen tekniikka ja valvontajärjestelmä antaa usein virheellisestä toiminnasta hälytyskoodin, joka johtaa häiriön löytämiseen ja korjaamiseen. Koneen toimintakuntoon saaminen edellyttää joko maahantuojan huollon tai erikoisammattimiehen kutsumista tehtaalte. Kuitenkin useat häiriöt ovat perehtymisen kautta nopeasti korjattavia ja eivät vaadi erikoisammattitaitoa. Häiriöiden korjaamisessa hyvin hoidettu ja ylläpidetty kirjaamismenettely nopeuttaa niiden poistamista ja laskee merkittävästi huolto- ja korjauskustannuksia. Kokemuspäinen oppiminen muistiin kirjaamisen avulla auttaa henkilökuntaa ratkaisemaan osan ongelmista.

Tyypillinen ajankäytön jakautuma kone- ja metallituoteteollisuudessa on esitetty alla olevassa kaaviossa (kuva14). Jalostavan vaiheajan eli ajan joka on varsinaisesti tulosta tekevä aika, osuus jää jopa alle puoleen työpäivän kestosta.



Kuva14. Tyypillinen ajankäytön jakautuma kone- ja metallituoteteollisuudessa (Tiihonen, Ahokas, Neuvonen & Suikki 2011, hakupäivä 30.11.2012)

9.1 Menetelmän edut kunnossapidossa

Häiriötilojen kirjaamisen hyöty tulee esille laitteen tai koneen kunnossapidon tehokkaina hyödyntämisenä ja kustannusten laskemisen muodossa. Hyöty tulee lähinnä häiriöiden syiden ennakkoinnin kautta, koska koneen osien ja komponenttien tunnettu käyttöikä edesauttaa huollon järjestämistä seisokkien yhteyteen. Kuormituksen altistuksen kohteen käyttöiän seurantaan on käytössä useita mittareita. Kohteesta riippuen seurantaan voidaan käyttää tuotetun tuotteen määrää, kuljettua matkaa, toimintakertoja, kalenteriaikaa ja käyntiaikaa. Työstökoneen kulumisen seurannan työkaluksi käy koneen käyttötuntimittari, josta osan tai komponentin käyttöikä voidaan seurata. Koneen osien kulumisen tai väsymisen on usein suoraan verrannollinen käyttöaikaan ja kuormitukseen. Tarkalla vika- ja häiriötilojen kirjaamisella saavutetaan kunnossapidon ja käynnissäpidon kannalta kaksi merkittävää asiaa. Määräaikaishuollot voidaan sijoittaa ajankohtaan, jolloin vikaantumisten ja käyttöhäiriöiden määrä lähtee todennäköisesti kasvamaan. Taloudellisen käyttöiän tarkastelussa sen edut tulevat esille kun kunnossapidon kustannukset ja häiriöt tuotannossa saavuttavat koneen taloudelliset rajat, eli sen käyttö ei ole tuotannon kannalta järkevää.

9.2 Häiriö/ vikatilán kirjaaminen

Häiriötilán tallentaminen tapahtuu sähköiseen muotoon kannettavalle tietokoneelle tuotannon taukokuoneessa (liite2). Kone on koko henkilökunnan käytössä ja lisäksi häiriötilojen tarkastelu ja analysointi onnistuu osaston vastaavan henkilön toimitilasta. Pitkään jatkunut konehäiriöiden kirjaaminen antaa osaston työjohdolle myös työkaluja ennakoivaan kunnossapitoon.

Häiriön tallentamiseen laadittiin kaavake, jonka täyttämistä vastaavat koneen käytöstä ja huollosta vastaavat henkilöt. Koneenkäyttäjät kirjaa vikatilán välittömästi häiriön ilmaantuessa. Häiriökaavakkeen alkuosaan kirjataan häiriön alkamiseen liittyvät tiedot, alkamisen ajankohta, liittyykö vika aikaisemmin havaittuun häiriöön sekä häiriön todennut henkilö (kuva 15).

Häiriö/vikatilán kirjaamisen kaavake

A) Ilmoitustyyppi

| | |
|-------------------------|------|
| Uusi ilmoitus | pvm. |
| täydennys ilmoitukseen. | pvm. |

B) Raportoija

| | |
|-----------------------|--------------|
| Telatek / Taivalkoski | Nimi ja puh. |
|-----------------------|--------------|

Kuva 15. Kaavakkeen otsikkokenttä

Häiriön kuvauksessa pyritään rajaamaan häiriötekijöitä sekä mahdollisia syitä (kuva 16). Häiriön keston seuraaminen antaa arvokasta tietoa koneen käyttöiästä ja kustannuksista. Häiriön kuvauksessa pyritään mahdollisimman yksityiskohtaiseen kuvaukseen missä tilassa tai käytön vaiheessa vika ilmeni, liittyykö siihen törmäys tai muu ylikuormittamiseen vastaava seikka. Samoin koneen hälytyskoodi ja syy mihin se viittaa kirjataan ylös. Jos kirjanpidossa on vastaavan tyyppisiä vikailmoituksia, voidaan niitä hyväksi käyttäen pyrkiä paikantamaan häiriön aiheuttaja.

C) Häiriö

| | | |
|-----------------|--|-------------------------------------|
| ajankohta: | alkoi (pvm, klo) | Nimi |
| | päättyi (pvm, klo) | Nimi |
| syy: | <input type="checkbox"/> käyttäjän virhe | <input type="checkbox"/> laiterikko |
| | <input type="checkbox"/> muu syy | <input type="checkbox"/> |
| häiriön kuvaus: | <input type="checkbox"/> mekaaninen | <input type="checkbox"/> sähköinen |
| | <input type="checkbox"/> hydr. / pneum. | |
| häiriön kuvaus: | | |

Kuva 16. Häiriön perustiedot, kesto aika ja kuvaus kirjataan kohtaan C

Jos vikatilaa joudutaan kutsumaan maahantuojan edustaja, pyritään pitämään henkilökunnan edustaja huollossa mukana ja seuraamaan huollon edistymistä. Korjaustoimenpiteiden kirjaamisessa pyritään yksityiskohtaiseen kuvaamiseen toimenpiteistä, tällä menetelmällä opitaan suorittamaan pienet huollot itse (kuva17). Kirjaamisen menettelyä varten työkohteeseen hankitaan digitaalikamera, jolla koneen häiriötilat ja vioittuneet kohteet voidaan tarvittaessa tallentaa.

E) Korjaustoimenpiteet

| | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| korjaus | <input type="checkbox"/> oma työ | <input type="checkbox"/> osto palvelu |
| palvelu | yritys | yhteys henkilö |
| kuvaus korjaustoimenpiteistä: | | |

Kuva 17. Korjaustoimenpiteiden kuvauksella perehdytään huollon suorittamiseen

Mahdollisista varaosista ja tarvikkeista laaditaan huollon yhteydessä lista, jonka avulla varaosien varmuusvarastoinnin tarvetta voidaan arvioida (kuva18). Todennäköisesti kuluvat ja hinnaltaan vähäarvoisten varaosien ja tarvikkeiden varastoinnilla voidaan häiriöseisokkien kestoa lyhentää usein merkittävästi.

F) varaosat ja tarvikkeet

| varaosa / tarvike: | osan nimi: | osan numero: |
|--------------------|------------|--------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Kuva 18. Varaosista ja tarvikkeista laaditaan listaus.

9.3 Järjestelmän edut

Järjestelmän edut tulevat ilmi pienellä viiveellä. Huoltokustannukset laskevat ja ennen kaikkea häiriöseisokkien pituutta saadaan lyhyemmäksi, joka osaltaan nostaa koneen käyttöastetta. Hyvin hoidettu kirjanpito helpottaa myös ulkopuolisten huollonedustajien toimintaa, vian paikallistaminen sujuu helpommin vaikka huollosta vastaavat henkilöt tai palvelun tarjoaja vaihtuisivat.

Järjestelmä myös mahdollistaa henkilökunnan valmistelevat toiminnot koneella ennen huollon saapumista. Huollon helpottamiseksi tehtävät ennakkotoimenpiteet voidaan aloittaa jo ennen varsinaisen huoltomiehen saapumista, kohteen esille saamiseksi, esimerkiksi suojapeltien poistamisen ja kohteen puhdistamisen kautta.

Samoin yksinkertaiset, helposti vaihdettavat varaosat joihin voidaan lukea hinnat, releet, suodattimet ja venttiilit, saadaan vaihdettua henkilökunnan toimesta itse. Tämäntyyppinen ennakoiva kunnossa / käynnissäpito vähentää huomattavasti huollon kustannuksia.

Tehtaan oman henkilökunnan ammattitaidon nousu huoltojen ja korjausten suhteen näkyy myös kasvaneena tuotantona ja koneen tekniikan tunteminen nostaa tuotannon määrää.

10 MENETELMÄSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Menetelmien kehittämiseen panostamalla saavutetaan yleensä aina parempi laatu tai tuottavuus, joskus jopa ne molemmat. Menetelmäsuunnittelussa käytössä on perinteinen käsinkirjoitettu ja kansioon arkistoitava menettelytapa. Opinnäytetyön yksi aihe oli niiden läpikäyminen ja kirjaaminen sähköiseen muotoon tuotannonohjausjärjestelmään liittämistä varten.

Menetelmäsuunnittelussa kaikki kohteeseen liittyvä toiminta pyritään kirjaamaan ylös, ja sitä kautta siirtämään tietotaitoa koneistajien keskuudessa. Suunnitelmien päivittämisellä pyritään myös varmistamaan koneistuskappaleiden laatu koneistamisen jälkeen.

Päivitetty toimintaohje helpottaa myös huomattavasti uusien koneistajien toimintaa koneella ja pienentää virhekoneistusten määrää. Samoin mahdollisen koneistusvirheen esille tulon jälkeinen korjaava toimenpide ja sen estäminen tulevaisuudessa helpottuu kun työstömenetelmää voidaan analysoida tarkemmin.

10.1 Materiaalin tallentaminen

Menetelmäsuunnitelmien tallentaminen sähköiseen muotoon tuo jonkin verran ylimääräistä työtä. Entinen ns. tällikansio ja sen sisällön muuttaminen sähköiseen muotoon ilman kokemusta on vaikea ja haasteellinen tehtävä. Tallentaminen tapahtuu parhaiten, kun sen suorittavat aina asetukset tekevä henkilökunta välittömästi asetusten tekemisen jälkeen, ja samalla työn ohjeistus tulee päivitettyä.

Taukotilassa olevalle tietokoneelle laadittiin suunnitelman tallettamista varten Wordtekstinkäsittelyohjelmalla laadittu kaavake (liite3), johon tarvittaessa on mahdollista liittää digitaaliset kuvat jigi-levyistä, kiinnittimistä sekä kaikesta valmistukseen liittyvästä.

Kaavakkeen otsikkokenttään merkitään piirustusnumero, päivitysversion numero, asiakkaan nimi, päivämäärä ja suunnitelman tekijä tai tekijät (kuva 19).

Aihion tiedot kohtaan merkitään materiaalin tunnus sekä aihion numero tai saapumispäivämäärä.

Menetelmäsuunnittelun kaavake

A) Työ

| | |
|----------------|---------------------------------|
| osan nimi | Runkokappale |
| piirustus nro. | 2714555-2 |
| pvm. | 20.12.2012 |
| tekijä. | Matti Meikäläinen, Kalle Kaveri |

B) Aihio

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| materiaalitunnus/aihio nro | Valuaihio / hits. |
| vastaanotto pvm. | 18.12.2012 |
| huom. | Lämpökäsittely / uuni |
| | |

C) Ohjelma

| | |
|----------------------|-------------------|
| ohjelma nro/ otsikko | O0001(runko) |
| aliohjelmat/makrot | O0002,O0003,O0125 |
| pvm. | 10.2.2011 |
| tekijä. | M. Meikäläinen |

Kuva 19. Otsikkokenttä sisältää työn tunnistetiedot.

Ohjelmat ja työkalut kohtaan kirjataan kaikki ohjelmat, joita työstökoneessa kappaleen koneistamiseen tarvitaan. Ohjelmista pyritään pitämään myös varmuuskopiot ulkoisella muistilaitteella. Työkalut kirjataan siinä järjestyksessä missä niitä työstössä käytetään. Vaihtopalaterien kohdalla kirjataan myös kovametallipalojen laatu ja lastugeometria. Lisäksi ohjeeseen tallennetaan työkalujen minimi pituusmitta ja pituus- ja sädekompensoinnin arvo ja sijainti työkalukoordinaatistossa.

Työkalutietojen tallentaminen ohjeeseen on erityisen tärkeä, usein koko ohjelma ja sen työstöarvot on laadittu tietyn tyyppisen terärungon ja teräpalan mukaan (kuva 20).

D) Terätiedot

| nro. | Työkalun nimi: | Pituus,min/max | Pituuskomp.(H) | Sädekomp.(D) | Huom! |
|------|------------------|----------------|----------------|--------------|------------|
| 1 | Tasojyrsin | | H1 | H30=100 | |
| 2 | Siilijyrsin | 200 | H2 | H31=50 | |
| 3 | U-pora | 160 | H3 | | |
| 4 | Viistejyrs. | 140 | H4 | H32=25 | 45 ° |
| 5 | Kovamet.pora | 120 | H5 | D22 | Läpijäähd. |
| 6 | Senkkari | 120 | H6 | D32 | |
| 7 | Kierret. M26 X 2 | 160 | H7 | | Nostava |

Kuva 20. Terätiedot osioon tallennetaan kaikki työkalutiedot.

Aihion kiinnityksessä on kuvaamisesta suuri apu. Kiinnittimistä on kuitenkin hyvä laatia helppo ja yksinkertainen luettelo, jossa kiinnittimistä käytetään niiden yleisiä yhdessä sovitteja nimityksiä (kuva21).

Jos kappale sisältää ennustettavissa olevia ongelmakoneistuksia, esimerkiksi syviä porauksia, pieniä kierteytettäviä porauksia joiden kanssa on usein ongelmia, voidaan niistä laatia myös luettelon tyyppinen listaus. Tällä saadaan kiinnitettyä koneistajan huomio erityisesti kohteeseen ja ongelma voidaan kenties välttää.

E) Aihion asetus ja kiinnitys

| | | |
|----------------------------|---------------------------|--------|
| Pyöröpöytä / Kiinteä pöytä | Pyöröpöytä | |
| Asema/referenssi | Referenssi 0° | |
| Jigit / asetuslevyt | Runko jigi | |
| Kiinnittimet | Lestinraudat / M26 pultit | 16 kpl |
| | | |
| | | |

Kuva 21. Kiinnityksen perustiedot merkitään myös asetusohjeisiin.

Kaavakkeeseen liitetään tehtaan sisäinen seuranta tuotteen kappaleajasta, jossa laske-
taan mukaan aihion tuominen koneelle, sen kiinnittäminen, työkalujen valinta, asetusai-
ka, koneen paikoitukseen menevä aika, mittauksiin ja kappaleen irrotus- ja siirtoaika.
Toistuvien tuotteiden kappaleajan tallentamisella voidaan tarkastella läpimenoaikaa ja
miettiä valmistukseen parempia menetelmiä.

Usein toistuvien kappaleiden läpimenoaikojen seuraamiseksi kaavakkeen loppuosaan on
liitetty työkortti ajankäytön seuraamiseksi (kuva22). Työn tekemisen kehityksen seu-
raamiseen on ainoa mittari siihen käytetty aika. Poikkeavien läpimenoaikojen tarkaste-
lulla voidaan etsiä syitä aikataulumuutoksiin ja kehittää toimintaa.

Työkortti

| Pvm. | Tekijä/ Tekijät | tunti (h) |
|-------------|----------------------------|------------------|
| 15.5.2011 | M. Meikäläinen / K. Kaveri | 8 |
| 15.5.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 8 |
| 16.5.2011 | M. Meikäläinen / K. Kaveri | 8 |
| 16.5.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 8 |
| 17.5.2011 | M. Meikäläinen / K. Kaveri | 8 |
| 17.5.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 3 |
| | | |
| | | |
| | | |
| 20.10.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 7 |
| 20.10.2011 | M. Meikäläinen / K. Kaveri | 8 |
| 21.10.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 8 |
| 21.10.2011 | M. Meikäläinen / K. Kaveri | 8 |
| 22.10.2011 | V. Vieteri / J. Jousi | 6 |
| | | |

Kuva 22. Läpimenoajan seuranta varten työaikaa seurataan työkortilla.

11 TEHOKKUUTTA INVESTOINNILLA

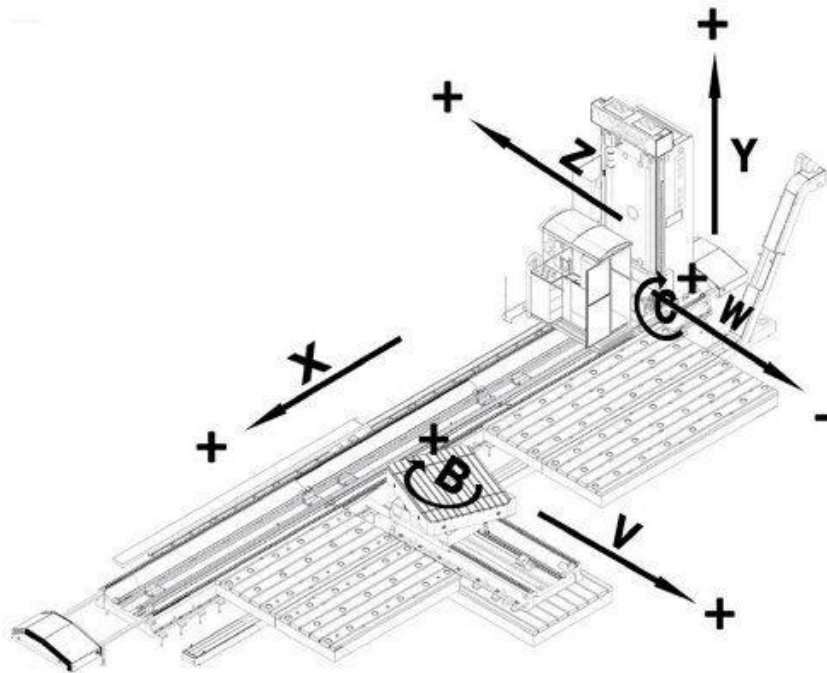
Tuotannon tehokkuuden nostamista voidaan harkita myös kalustoinvestoinnin avulla. Avarruskoneen tehokkaasta käyttöajasta menee työn luonteen vuoksi suuri osa ns. apu-aikoihin. Kookkaat ja joskus hyvinkin arvokkaat aihiot asettavat koneistukselle erittäin vaativat lähtökohdat. Tarkkojen koneistusten aikaansaaminen vaatii useita mittalastuja ja mittauksia ennen varsinaiseen mittaan pääsemistä ja tämä laskee tehokkaan tuotannon mahdollisuuksia.

Koneinvestoinnin avulla avarruskoneiden erityisominaisuuksia voitaisiin soveltaa kulloisenkin kohteen mukaan ja tehokkuutta saataisiin nostettua. Skoda -avarruskoneella valmistetaan myös tuotteita, joiden valmistuksessa voitaisiin käyttää hieman pienemmän kokoluokan sekä lyhyemmällä liikealueilla varustettua nc-ohjattua työstökoneita. Skoda avarruskoneen kapasiteettiä vapautuisi investoinnin myötä käytettäväksi suurten koneistuskappaleiden valmistukseen, joiden valmistuksessa sen erityisominaisuudet ja kilpailukyky ovat parhaimmillaan.

11.1 Uusi kone ja lisävarusteet

Uuden koneen investoinnin lähtökohta on luonnollisesti konekapasiteetin tarve. Tässä työssä ei oteta kantaa koneinvestoinnin tarpeellisuuteen, vaan työssä pyritään asettamaan muutamia perusasioita investoinnin lähtökohdiksi. Koneen monipuolinen ja tehokas käyttö asettaa koneen liikeratojen ja lisävarusteiden osalle suuret vaatimukset (kuva 23).

Koneinvestoinnin suunnittelussa lähtökohdaksi otettiin uuden ja vanhan koneen käyttöominaisuuksien yhteensovitus. Saman ohjauksen valinta helpottaa käyttöönottoa ja käyttöä henkilökunnan aikaisemman kokemuksen ansiosta. Samoin henkilökunnan vaihtuvuuden takia vuorojen sisäinen koulutus onnistuu kun ohjauksen hallitsevia työntekijöitä on useampia. Teräkartion sama malli ja koko antaa mahdollisuuden koneiden työkaluvarastojen osittaiseen yhteiskäyttöön ja tällä saavutetaan merkittävää säästöä työkalukustannuksissa.



Kuva 23. Monipuoliset liikeradat mahdollistavat vaikeat ja haastavat koneistukset (Machinery Oy:n www.sivut, hakupäivä 11.11.2012)

Skodan käytössä myös avarruskoneen pyöröpöytä on osoittautunut tarpeelliseksi ja lyhentää merkittävästi koneaikoja. Uuden koneen varustelussa pyöröpöytä on tarpeellinen ja mahdollistaa koneen laajempaa käyttöä sekä nostaa laiteinvestoinnin kilpailukykyä. Avarruskoneen käyttökokemukset tukevat myös kulmapään ja avarruspuomien hankkimista varustukseen. Näiden lisävarusteiden avulla koneen käyttöalue kasvaa merkittävästi ja vahvistaa koneistusosaston valmiuksia valmistaa korkealaatuisia koneistuskappaleita.

Suurten ja painavien kappaleiden koneistus ja käsittely suosii lattiatyyppin avarruskoneita. Vossi Group Oy:n maahantuoma horisontaalinen avarruskonesarja, WRF 130/150/160 CNC vastaa investoinnille asetettuja parametreja. Sarjan pienin 130 kone on varustettu Skoda-avarruskoneen tapaan ohjelmoitavalla palettipöydällä ja kuorman kantokyky on 25 000kg (kuva 24). Ohjaukseen on saatavana kolme eri vaihtoehtoa, jouskossa myös Siemens 840D (Machinery Oy:n www.sivut, hakupäivä 11.11.2012).



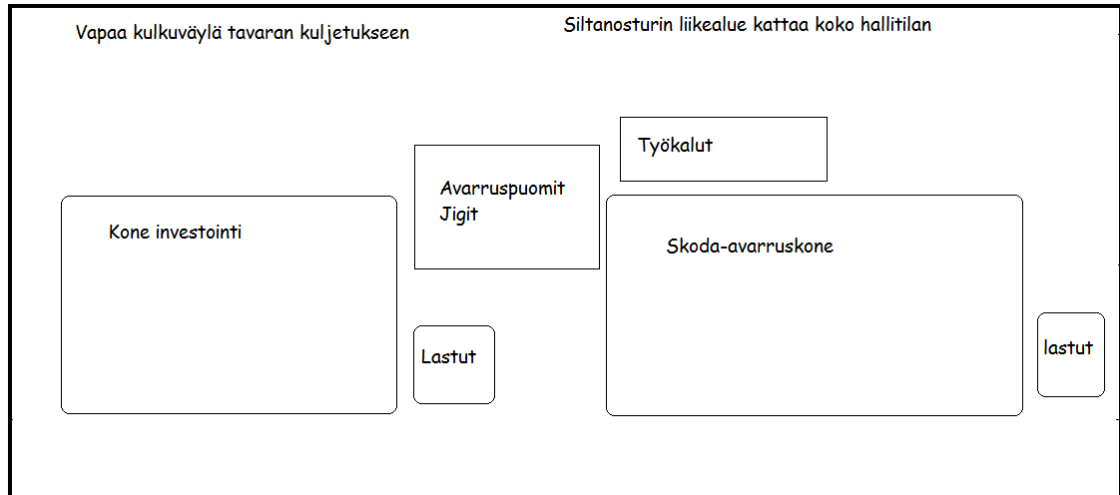
Kuva 24. WRF 160 Avarrukone tehdasympäristössä, kone on varustettu pyöröpöydällä (Machinery Oy:n www.sivut, hakupäivä 11.11.2012)

11.2 Layout

Koneen sijoitus samaan tilaan Skoda-avarruskoneen kanssa asettaa vaatimuksen nosturikapasiteetin käytölle raskaiden aihoiden ja työkappaleiden siirtelyssä. Nykyisen nosturin liikerata kattaa koko hallin ja avarruskoneen vasemmalle puolelle jää uudelle koneelle luonteva asemapaikka. Paikka edellyttää viimeistelyn ja tarkastuksen siirtymistä hallin äärimmäiseen laitaan tai siirtämistä muualle, sille sopivaan paikkaan.

Nykyinen Skoda-avarruskoneen työkaluvarasto sijaitsee sopivalla etäisyydellä ja olisi toimivaa edelleen sijoittaa terät ja työkalut entiseen paikkaan. Teräpalat, uudet terävarret ja esiasetuslaite olisi parasta siirtää nykyisen työkaluvaraston viereen. Uudessa

layoutissa jää edelleen tilaa trukki liikenteelle, jolla mahdollistetaan suurten taakkojen siirtely tuotantotiloissa (kuva 25).



Kuva 25. layout piirros koneinvestoinnin sijoittamisesta koneistamon tiloihin.

11.3 Muutos vuorojärjestelmään

Investoinnin myötä on järkevä miettiä myös uudistunutta tilannetta henkilöstön määrän ja ammattitaidon kautta. Keskeytyvän kolmivuoron edut kustannuksissa tekevät siitä sopivan myös uudessa tilanteessa pienillä muutoksilla. Vuorojen vahvuuteen lisätään kolmas henkilö joka voi olla ammatissaan alalle opiskeleva harjoittelija tai niin sanottu nuorempi ammattimies. Vuorossa olisi yksi ohjelmoinnin, koneistuksen sekä piirustusten lukemisen hyvin hallitseva henkilö, yksi kohtalaisen kokenut ja ammattitaitoaan kasvattava koneistaja. Keskeytyvän kolmivuoron henkilökustannus jäisi hieman edullisemmäksi tällä menetelmällä, kuin aikaisemmin esitetty keskeytymätön järjestelmä. Henkilökustannukset jakaantuisivat kahdelle koneelle ja henkilöiden määrä vuorossa nousisi yhdellä.

12 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksia arvioitaessa tuotannon kannalta tärkeimmäksi nousee vuorojärjestelmien vertailu. Yrityksen nykyinen tilanne ei puolla siirtymistä keskeytymättömään vuorojärjestelmään kustannusten nousun ja ammattitaitoisen henkilöstön saannin vaikeuden takia. Palkkakustannuksissa järjestelmien välinen vertailu kääntyy selvästi käytössä olevan menetelmän eduksi (taulukot 8, 9 ja 10). Tehtaan tilauskannan ja tulevaisuuden näkymien toimialalla olisi muututtava merkittävästi että siirtyminen keskeytymättömään vuorojärjestelmään, sekä uudet kone- ja laiteinvestoinnit olisivat kannattavia. Vuorojärjestelmän muuttaminen nykyisestä vastapäivään kiertävästä järjestelmästä vastakkaiseen, myötapäivään kiertävään järjestelmään on kuitenkin järkevää käyttöhenkilöstön kuormituksen keventymisen vuoksi.

Henkilöstön kokemuksen ja ammattitaidon jakaminen vuorojen välillä edellyttää jokaiseen vuoroon yhtä kokenutta koneistajaa. Molempien vuorojärjestelmien edellytys on, että vuorossa on vähintäänkin yksi ohjelmoinnin ja koneistuksen hyvin hallitseva henkilö. Suurta vaihtuvuutta käyttöhenkilökunnan parissa voitaisiin ehkäistä maksamalla kilpailukykyistä palkkaa. Samoin henkilöstön jatkuva koulutus on tarpeellista ja järkevää järjestää, sillä yrityksen kilpailukyky säilyy korkealla tasolla.

Menetelmäsuunnittelun dokumentointi ja sen liittäminen osaksi tuotannon rutiineja kehittää valmistusmenetelmiä ja nostaa osaltaan tuotannon tasoa. Valmistusvaiheiden ja menetelmien dokumentointi antaa myös valmistukselle omien toimien tarkasteluun työkalut, jonka avulla esimerkiksi virheellisten koneistusten syitä voidaan etsiä. Hyvin laadittu menetelmän ylöskirjaaminen helpottaa osaltaan uusien koneistajien tehtävää vaativien kappaleiden koneistamisessa.

Menetelmäsuunnittelun kanssa yhtä tärkeään rooliin nousee avarruskoneen häiriöiden ja vikatilojen seuranta. Laitteen ikääntymisen myötä lyhytaikaisten häiriöseisokkien määrä tulee varmasti kasvamaan ja sen ennakointi laskee huollon kustannuksia ja nostaa koneen käyttöastetta.

Seurannan myötä havaitaan yleisimpien ja hinnaltaan edullisten vaihto/varaosien varastointi tarve, ja joka edesauttaa vikojen nopeaa korjaamista. Nykyinen tieto kattaa vain ulkopuolisen huollon tekemät korjaus- ja huoltotoimenpiteet.

Koneinvestointiin työssä otetaan kantaa vain tietyiltä osilta. Suuren lattiatason avaruskoneen hankintakustannukset sisältävät paljon muutakin kuin pelkän koneen hankintahinnan. Laite vaatii myös kalliin perustustyön tehdashallin lattiarakenteisiin ja se nostavaa investoinnin arvoa merkittävästi.

Kuten vuorojärjestelmässäkin, myös investoinnin toteutuminen vaatii vakaita, kysynnän kasvua ennakoivia markkinanäkymiä. Työssä huomioidaan kuitenkin seikat, joiden avulla laitteen käyttöönottoa helpotetaan ja käyttökustannuksia alennetaan.

13 POHDINTA

Opinnäytetyö tehdasympäristössä oli haastavaa ja mielenkiintoista. Vuorotyöjärjestelmän laadinnassa auttoi merkittävästi oma reilu kahdenkymmenen vuoden kokemus kolmivuorotyöstä. Vuorotyön ongelmana on kuitenkin aina työntekijän elimistön sopeutuminen muuhun kuin päivällä työskentelyyn. Vuorotyön kuormittavuus on ohjaava tekijä vuorojärjestelmää laadittaessa ja siinä on voitava tinkiä jopa tehtaan tuottavuudesta. Vuorojärjestelmän huonojen ominaisuuksien joukkoon kuuluu aina myös se, että kaikki eivät siihen kykene.

Tehtaan vuorojärjestelmän kehityksessä oman hankaluutensa asettaa työn vaativuus ja ammattitaitoisen henkilöstön saatavuuden vaikeus paikkakunnalle. Käytäntö tuntuu olevan se että kun kokemusta ja ammattitaitoa kertyy, siirrytään suuremmille paikkakunnille paremman palkan ja elintason toivossa. Haasteena on järjestää henkilöstölle mielenkiintoinen ja palkitseva työympäristö, jossa viihdytään ja työhön sitoudutaan pitkäksi aikaa.

Häiriöraporttikäytännön käyttöönottoa ja jatkuvaa kehittämistä kannattaa yrityksen jatkaa ja panostaa siihen voimavaroja. Pitkät etäisyydet tekevät huollosta vieläkin vaikeamman järjestää, sillä varaosien ja erikoisosajien saanti paikkakunnalle kestää 1-2 vrk pitempään kuin keskeisissä kaupungeissa.

Menetelmäsuunnittelun taltiointi ja kehittäminen laskee kynnystä uusille henkilöille työskennellä vaativassa ympäristössä. Tietotaidon siirtyminen henkilöstön sisällä on koko yritykselle etu ja tuo valmiuksia toimia tiukassa kilpailutilanteessa markkinoilla. Henkilökunnan jatkuvaan koulutukseen ja taidon kehittämiseen kannattaa panostaa ja myös kannustaa.

Koneinvestoinnin osalta työssä ei oteta kovinkaan tarkasti kantaa laitteen ominaisuuksiin ja varustukseen. Investointi on kuitenkin aina iso ja arvokas asia, johon vaikuttaa alalla kulloinkin vaikuttava suhdanne. Laiteinvestoinnin lisäksi lattiatason avarruskone vaatii lattiarakenteelta erityisiä ominaisuuksia, jotka nostavat kustannuksia merkittävästi. Perusparametrit koneelle asettaa aina sillä valmistettavaksi aiottu tuote tai tuoteryh-

mä, johon koneen ominaisuudet voidaan sovittaa. Työssä kuitenkin huomioidaan eräitä kustannuksia alentavia ja käyttöönottoa ja käyttöä helpottavia ominaisuuksia.

Investoinnin sijoitus konehalliin laadittiin sillä perusteella, että hallin ulkoisia rakenteita ei muuteta, ja jo olemassa oleva nosturikapasiteetti mahdollistaa koneen järkevän käytön.

Opinnäytetyössä oli mukana paljon konepajaympäristöstä tuttuakin työtä ja olosuhteita, mutta myös uutta asiaa. Avarruskoneen suuri koko ja laajat liikerata-alueet sekä niiden antama mahdollisuus käytön kannalta, tulivat opinnäytetyön tekijälle uutena ja mielenkiintoisena asiana.

LÄHTEET

- Aaltonen, Kalevi & Andersson Paul & Kauppinen Veijo 1997, Koneistustekniikat.
WSOY. Porvoo
- Fermat machinery. Wrf-130–150-160-cnc Hakupäivä 11.11.2012
< <http://www.fermatmachinery.com> >
- Lapinleimu, Ilkka & Kauppinen, Veijo & Torvinen, Seppo 1997, Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY. Porvoo
- Lindström, Kari & Leppänen, Anneli 2002, Työyhteisön terveys ja hyvinvointi.
Vammalan kirjapaino
- Machinery Oy:n www.sivut. Hakupäivä 11.11.2012
< <http://www.machinery.fi/> >
- Metalliliitto. Työehtosopimus. Hakupäivä 20.11.2012. < www.metalliliitto.fi >
- Sandvik coromant. Hakupäivä 28.10.2012. < www.sandvik.coromant.com >
- Telatek. Oy. Hakupäivä 20.11.2012. < www.telatek.fi >
- Tiihonen, Jukka & Ahokas, Petri & Neuvonen, Jaana & Suikki, Mirjami. 2011.
Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Hakupäivä 30.11.2012
< <http://www.teknologiainfo.net> >
- Työaikalaki 9.8.1996/605, 27 § (22.12.2009/1518)
- Työterveyslaitoksen www-sivut 2012, Hakupäivä 20.9.2012
< www.ttl.fi/fi/tyoterveyslaitos >

LIITTEET

- Liite 1. Henkilöstö kysely
- Liite 2. Häiriö / vikatilän kaavake
- Liite 3. Menetelmäsuunnittelun kaavake