

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikan ja kunnossapidon suuntautumisvaihtoehto

Jari Suikkanen

Työstökoneiden käytönaikaisten elinjaksokustannusten tarkastelu

Opinnäytetyö 2011

Tiivistelmä

Jari Suikkanen

Työstökoneiden käytönaikaisten elinjaksokustannusten tarkastelu, 38 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikan ja kunnossapidon suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2011

Ohjaajat: lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, vastaava työnjohtaja, laborantti Matti Happonen, Ovako Bar Oy Ab Imatran terästehdas

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Ovakon Imatran terästehtaan laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden koneistamoissa oleville työstökoneille kunnonkartoitus. Työssä sovelsin elinjaksokustannusmenetelmää.

Elinjaksokustannustarkastelu on osa elinkaariajattelua. Alkuperäinen nimi menetelmälle on life cycle costs, LCC. Menetelmä on kehitetty USA:n puolustusvoimissa 1960-luvun alkupuolella.

Tarkastelun kohteena oli seitsemän työstökonetta: neljä sahaa, kaksi jyrsintä ja yksi sorvi. Laitteille ei aiemmin ollut tehty kunnonkartoitusta. Ovakon strategiana on käyttää laitteita niin kauan kuin se taloudellisesti on järkevää. Käytettävissäni oli laitteiden vikahistoria ja laboratoriokohtaiset kustannukset. Haastattelin käyttäjiä ja osaston vastaavaa työnjohtajaa. Näin sain kootuksi aineiston, johon opinnäytetyö pohjautuu.

Laadunvalvontalaboratorion laitteet olivat melko vanhoja ja laakeriteräslaboratorion laitteet ovat vuodelta 2008. Vertasin laitteita keskenään ja sain käsityksen siitä, voidaanko laitteita uusimalla saada merkittävää säästöä, vähentää vikaantumista tai lisätä käytettävyyttä.

Asiasanat: koneistamo, työstökone, elinjaksokustannustarkastelu

Abstract

Jari Suikkanen

Life cycle costs of machine tools, 38 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Mechanical engineering

Instructors: Mr Veli-Pekka Jurvanen, lecturer Saimaa University of Applied Sciences, Mr Matti Happonen, foreman, laboratorian Ovako Bar Oy Ab

The subject of this thesis was to make a condition survey of machine tools for Ovako Bar Imatra's quality control and bearing steel laboratories. Seven machine tools were checked: four band saws, two milling machines and one lathe. The condition of these machine tools has not been checked earlier.

In this thesis I applied the life cycle costs, LCC, method. The method has been developed in the United States Army in 1960's. The strategy of Ovako is to use the equipment as long as it is economically realistic. I collected the history of malfunctions and costs of laboratories. I interviewed the users and foreman of laboratories.

The machine tools in the quality control laboratory are quite old and in the bearing steel laboratory machine tools have been purchased in 2008. I compared the older machine tools with the newer ones. Then I decided if buying new machine tools would be more inexpensive, reduce malfunctions or enhance usability.

Keywords: machine tool, band saw, milling machine, lathe, life cycle costs

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Yritysesittely.....	6
2.1 Ovako Bar Oy Ab	6
2.2. Yksikkö	7
2.3 Tilauskanta	8
3 Laadunvalvonta.....	9
3.1 Laadunvalvontalaboratorio	10
3.2 Laakeriteräslaboratorio.....	10
4 Elinjaksokustannustarkastelu.....	11
4.1 Historia	11
4.2 Tausta	12
4.3 Elinjakso	12
4.4 Elinjaksokustannukset.....	12
5 Laadunvalvontalaboratorion työstökoneet	14
5.1 Max Müller -sorvi	14
5.2 Sajo-jyrsin.....	16
5.3 Behringer HBP 340 -vannesaha.....	18
5.4 Behringer HBP 360 -vannesaha.....	19
6 Laakeriteräslaboratorion työstökoneet	21
6.1 Dahlih-työstökeskus	21
6.2 Behringer HBP 360A -vannesaha	22
6.3 Kastotwin A 2 -vannesaha.....	24
7 Laadunvalvontalaboratorion kustannuskehitys	25
7.1 Kustannustarkastelu	25
7.2 Varaosakustannukset.....	25
7.3 Kustannustapahtumat.....	26
7.4 Toimitusmäärät.....	27
7.5 Kustannusvertailu	27
8 Laakeriteräslaboratorion kustannuskehitys	28
8.1 Kustannustarkastelu	28
8.2 Kustannukset.....	28
8.3 Laakeriterästen toimitusmäärät	29
8.4 Kustannusvertailu	30
9 Johtopäätökset.....	30
9.1 Sajojen vertailu.....	30
9.2 Sajojen teräkustannukset	31
9.3 Max Müller-, Sajo- ja Dahlin-työstökoneiden vertailu.....	32
9.4 Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannusvertailu	33
9.5 Mahdollisuus sarjatuotannon kehittämiseen.....	34
9.6 Työstökoneiden elinjakso-kustannusten tarkastelu	34
10 Yhteenveto.....	35
Kuvat.....	35
Kuviot.....	36
Kaaviot.....	36
Lähteet.....	38

1 Johdanto

Sovimme Ovako Bar Oy Ab:n Imatran terästehtaan kunnossapitopäällikkö diplomi-insinööri Jarmo Johanssonin kanssa, että teen opinnäytetyön laadunvalvonta- ja kuulalaakeriteräslaboratorioiden koneistamoissa olevien työstökoneiden kunnonkartoituksen elinjaksokustannusmenetelmää käyttäen. Tarkastelussa pyritään saamaan selvyys siitä, missä kunnossa mikin laite tällä hetkellä on. Työssä käytetään soveltuvin osin elinjaksokustannustarkastelua, Life Cycle Costs (LCC). Ovakon toiminta-ajatuksena on käyttää laitteita koko niiden taloudellinen käyttöikä.

Laadunvalvontalaboratorion koneistamossa on Max Müller -sorvi, Sajo-jyrsin ja kaksi Behringer-vannesahaa. Laakeriteräslaboratorion koneistamossa on Dahlih-työstökeskus ja Behringer- sekä Kasto-vannesahat. Laakeriteräslaboratorion laitteet ovat vuonna 2008 hankittu uusina. Laadunvalvontalaboratorion laitteet ovat huomattavasti vanhempia. Opinnäytetyössä vertaan uudempia laitteita vanhempiin, jolloin saan käsityksen siitä, onko uudempi laite toiminnaltaan, käytettävyydeltään ja kustannuksiltaan vanhempaa laitetta parempi. Tämän vertailun perusteella voidaan pohtia laitteiden mahdollista uusimistarvetta.

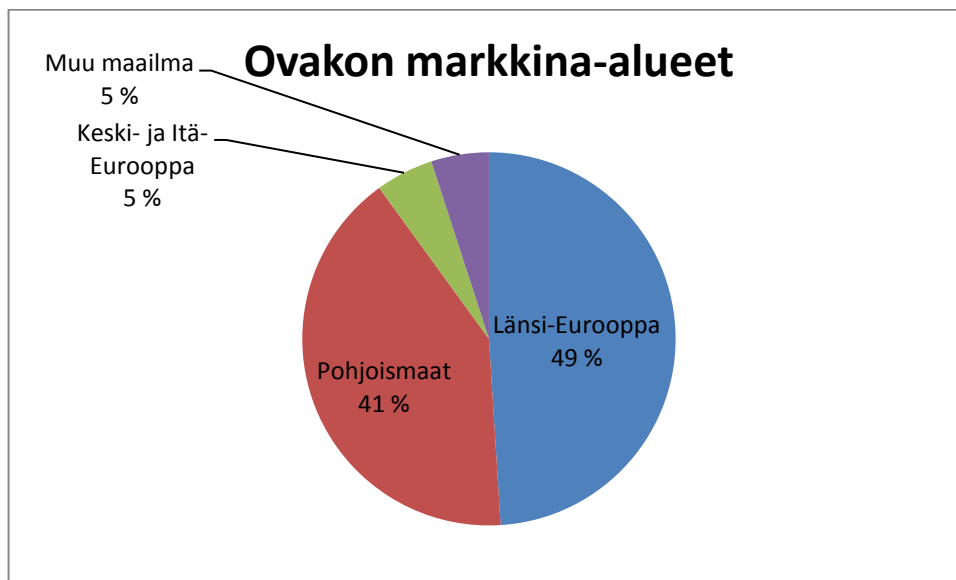
Tässä opinnäytetyössä tarkastelen näitä seitsemää työstökonetta. Tarkastelu keskitetään käytönaikaisten kustannusten seurantaan, laitteiden käytettävyyteen ja kunnonkartoitukseen.

Laadunvalvontalaboratorion laitteiden osalta tarkastellaan vikakehitystä vuosilta 2005–2010 ja kustannuksia tarkastellaan vuosilta 2007–2010. Kuulalaakeriteräslaboratorio on valmistunut vuonna 2008, joten laitteiden vikakehitystä ja kustannuksia tarkastellaan vuosilta 2008–2011.

2 Yritysesittely

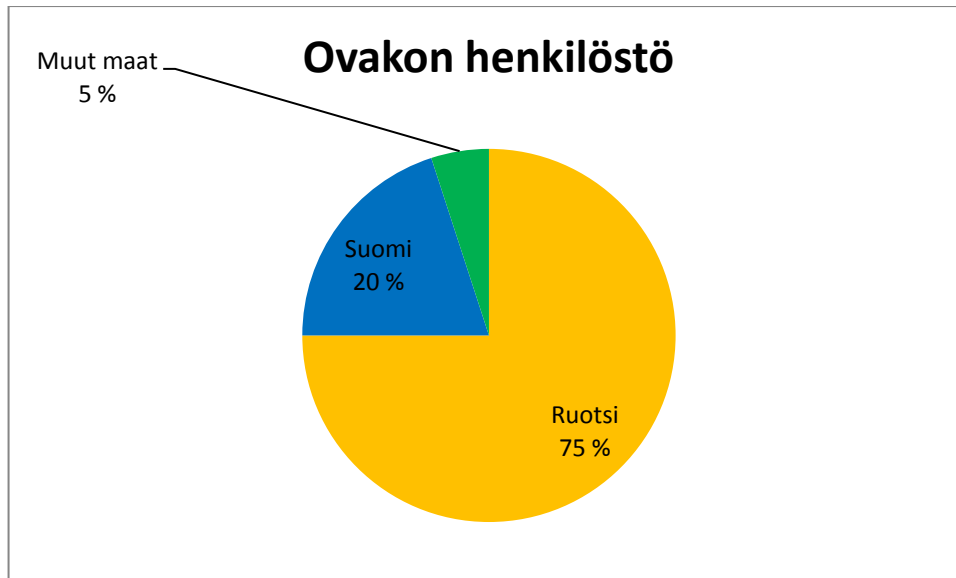
2.1 Ovako Bar Oy Ab

Ovako on johtava eurooppalainen pitkien erikoisterästuotteiden valmistaja. Asiakkaita ovat raskas ajoneuvo- ja autoteollisuus sekä muu konepajateollisuus. Yhtiön liikevaihto on 1,1 miljardia euroa. Teräksen tuotantokapasiteetti on 1,3 miljoonaa tonnia, valssattujen tuotteiden 1,1 miljoonaa tonnia ja jatkojalostettujen tuotteiden 0,5 miljoonaa tonnia. Pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. Tuotantoyksiköitä on 14 Euroopassa ja myyntikonttoreita seitsemän Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Terästuotteita ovat tangot, kromatut tangot, putket ja renkaat. Ovakon päämarkkina-alueita on Länsi-Eurooppa 49 % ja Pohjoismaat 41 %. Keski- ja Itä-Euroopan osuus on 5 %, sekä muun maailman 5 %. Kaaviossa 1 on esitetty Ovakon markkina-alue jakautuma. (1.)



Kaavio 1. Ovakon markkina-alueet.

Henkilöstöä on noin 3000. Henkilöstöstä 75 % on Ruotsissa. Suomessa on 20 % ja muissa maissa 5 %. Konsernin johtaja on Jarmo Tonteri. Kaaviossa 2 on esitetty Ovakon henkilöstö jakautuma maittain. (1.)



Kaavio 2. Ovakon henkilöstö.

2.2. Yksikkö

Ovako Imatra kuuluu Ovako Bar -konserniin. Tehtaanjohtaja on Heikki Nyholm. Tehtaalla työskentelee noin 600 henkeä. Terästä Imatralla on valmistettu vuodesta 1937. Tehdas valmistaa kierrätysteräksestä pyörö- ja neliötankoja. Pyörötankojen koot ovat 25–200 mm. Vakiomittoja on noin 200 kappaletta. Neliötankojen koot ovat 30–150 mm ja vakiomittoja on noin 80 kappaletta. Eri teräslajeja on noin 250 kappaletta. Vuosikapasiteetti on noin 300000 tonnia ja tuotanto on noin 200000 tonnia vuodessa, josta viennin osuus on 80 %. Asiakkaita ovat takomot 50 %, konepajateollisuus 30 % ja teräspalvelukeskukset 20 %. Nämä valmistavat tuotteista ajoneuvoja, koneita, laitteita ja muita metallituotteita. Kuvassa 1 on ilmakuva Imatran terästehtaasta. (1.)



Kuva 1. Imatran terästehtäs. (1.)

2.3 Tilauskanta

Imatran terästehtaan tilauskanta vaihtelee hyvin paljon taloussuhdanteiden mukaan. Vuoden 2008 lopulla alkanut taloudellinen taantuma pudotti tehtaan tilauskannan hyvin alhaiselle tasolle. Vuonna 2010 tilauskanta palasi lähelle vuosien 2006–2011 keskiarvoa. Kuvassa 2 on esitetty tilauskannan ero normaaliin vuosina 2006–2011. (1.)



Kuva 2. Tilauskannan ero normaaliin. (1.)

3 Laadunvalvonta

Laadunvalvonta on jaettu neljään eri laboratorioon. Laboratorioissa tutkitaan teräksiä alla olevan jaottelun mukaisesti.

Laadunvalvontalaboratoriossa (LVL) tehdään veto-, isku-, kovuus-, jominy- ja koneistuskokeita sekä suoritetaan tarvittavat lämpökäsittelyt koe-aihiolle ja valmiille koe-sauvoille simuloiden asiakkaan lämpökäsittelyjä.

Laakeriteräslaboratoriossa (LTL) tutkitaan laakeriteräksiä. Kokeet ovat sinimurtokoe, laikkapeittauskoe, Bauman-kuvakoe, magneettijauh tarkastus ja ultraääni-immersiokoe.

Tutkimuskeskuslaboratoriossa (TKL) tutkitaan reklamaationäytteet ja valmistetaan tutkimusnäytteitä, joista tehdään väsytyk-, kovuus-, iskutkeys- ja las-
tuamiskokeita. Koetulokset toimitetaan tutkijoille.

Rakennetutkimuslaboratoriossa (RTL) tutkitaan mikroskoopeilla teräksen rakennetta, raekokoa, kuonapuhautta sekä hiilenkatoa.

3.1 Laadunvalvontalaboratorio

Laadunvalvontalaboratoriossa on koneistamo, uunihuone ja testauslaboratorio missä suoritetaan ainetta rikkovaa testausta. Opinnäytetyöni käsittelee laadunvalvontalaboratorion koneistamon sorvia, jyrshintä ja kahta sahaa. Kuvassa 3 on laadunvalvontalaboratorion koneistamo.



Kuva 3. Laadunvalvontalaboratorion koneistamo.

3.2 Laakeriteräslaboratorio

Lisäksi opinnäytetyöni käsittelee laakeriteräslaboratorion koneistamon työstökeskusta ja kahta sahaa. Laakeriteräslaboratoriossa on koneistamo, makrokuonan tutkimus ja NDT eli ainetta rikkomaton testaus. Kuvassa 4 laakeriteräslaboratorion koneistamon avajaiset 26.6.2008.



Kuva 4. Laakeriteräslaboratorion koneistamo. (1.)

4 Elinjaksokustannustarkastelu

4.1 Historia

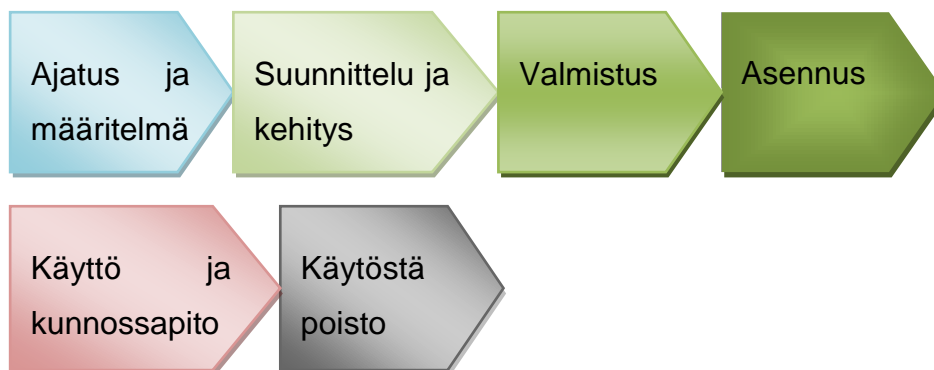
LCC-menetelmä kehitettiin USA:n puolustusvoimissa 1960-luvun alkupuolella parantamaan hankintojen tehokkuutta ja korjaamaan valintakriteerinä aiemmin käytetyn alhaisimman hankintahinnan aiheuttamia epäkohtia. Menetelmä levisi nopeasti muihin julkisiin hankintoihin. Alun perin LCC-menetelmä on kehitetty suuriin järjestelmiin, mutta sitä käytetään myös pienempiin kokonaisuuksiin. Nykyisin elinjaksomenetelmää sovelletaan myös teollisuuden koneisiin ja laitteisiin. LCC-menetelmä on standardoitu 1996, IEC 60300-3-3. (2.)

4.2 Tausta

Elinjaksokustannustarkastelu, LCC (Life Cycle Costs), on menetelmä jossa pyritään löytämään taloudellinen optimi tuotteen koko eliniänäkaiseen käyttöön. LCC-menetelmä mahdollistaa vertailun, jossa huomioidaan hankintahinnan lisäksi kaikki tuotteen käyttöön liittyvät kustannukset tuotteen elinkaaren aikana. LCC-menetelmä mahdollistaa eri investointivaihtoehtojen vertailun jossa huomioidaan tuotteen kokonaiskustannukset sen koko elinjakson aikana. (3.)

4.3 Elinjakso

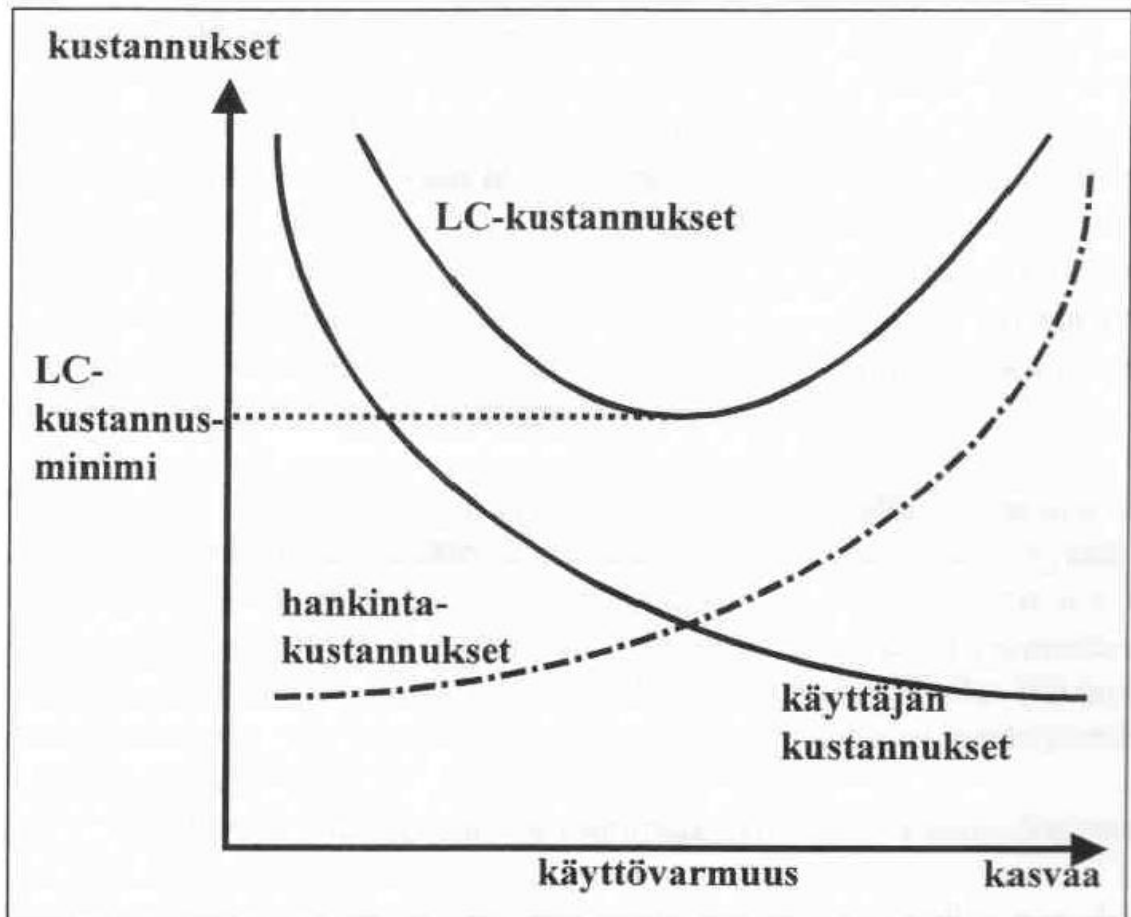
Elinjakso (Life Cycle) alkaa kun tuote tai järjestelmä määritellään, ja päättyy kun tuote tai järjestelmä poistetaan käytöstä. Tuotteen elinjakso voidaan jakaa kuuteen päävaiheeseen seuraavan kuvio 1:n mukaisesti. (2; 4.)



Kuvio 1. Tuotteen elinjakso vaiheet.

4.4 Elinjaksokustannukset

Tuotteen elinjaksokustannuksia ovat kaikki tuotteen hankintaan ja käyttöön liittyvät kustannukset tuotteen elinjakson aikana (4). Tuotteen elinjaksokustannukset koostuvat tuotteen hankintaan sidotusta pääomasta, käyttökustannuksista, kunnossapitokustannuksista, häiriö- ja seisokkikustannuksista, seisokeista aiheutuneesta menetetyistä tuotteista ja tuotteen käytöstä poistamiseen liittyvistä kustannuksista (2). Käytöstä poistosta voi usein seurata myös tuloja, mikäli tuotteella on myynti- tai romutusarvoa.



Kuva 5. Elinjaksokustannukset käyttövarmuuden funktiona. (3.)

Tuotteen käytöstä ja kunnossapidosta aiheutuu useimmissa tapauksissa suurin osa tuotteen elinjaksokustannuksista. Koska tuotteen käytöstä ja epäkäytettävyydestä aiheutuu useimmissa tapauksissa suurimmat kustannukset, ei hankintahinnaltaan halvin laite ole useinkaan kokonaistaloudellisin. LCC-menetelmän avulla pyritään löytämään taloudellinen optimi edullisimman ratkaisun löytämiseksi tuotteen koko elinjakson aikana aiheutuvista kustannuksista. Kuvassa 5. on esitetty esimerkki tuotteen elinjaksokustannukset käyttövarmuuden funktiona. (3; 5.)

Erilaisia koneita tai laitteita vertailtaessa tulee huomioida, että suurin osa tulevista kustannuksista määräytyy jo laitteen suunnitteluvaiheen aikana. Kohteen elinjaksokustannuksista valtaosa syntyy koneen tai laitteen käytön aikana. Hy-

vällä suunnittelulla ja riittävän aikaisessa vaiheessa tehdyllä elinjaksokustannustarkastelulla voidaan merkittävästi vähentää tuotteen käytönaikaisia kustannuksia. Paras tulos elinjaksokustannustarkastelulla saadaan pitkän elinjakson omaaville tuotteille, joiden käytönaikaiset kustannukset voivat ylittää moninkertaisesti investointikustannukset. (5.)

5 Laadunvalvontalaboratorion työstökoneet

5.1 Max Müller -sorvi

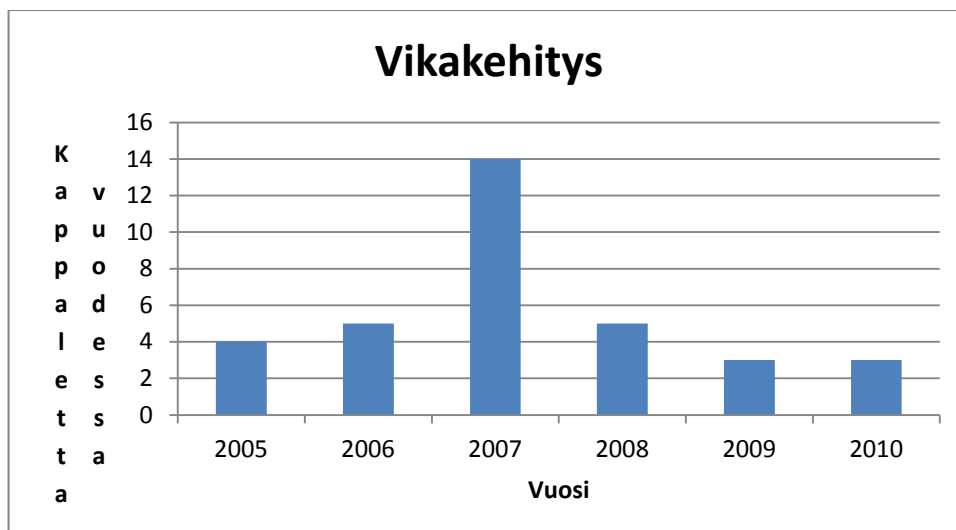
Sorvin merkki ja malli on Max Müller MD7it 2A. Sorvi on kuvassa 6. Valmistusvuosi on 1996 ja teho on 93 kW. Sorvin tehontarpeen asettavat suureksi kappaleet, joiden kovuus ja lujuus ovat suuria. Aiemmin on kokeiltu pienempi tehoista sorvia. Tämän teho ei kuitenkaan riittänyt vaativampien kappaleiden työstämiseen. (6.)



Kuva 6. Max Müller -sorvi.

Sorvilla suoritetaan laadunvalvonnan lastuttavuuskoe, KO-koe. Kokeen tavoitteena on M-käsittelyn onnistumisen varmentaminen ja jatkuva valmistusprosessin tason seuranta. Kokeessa simuloidaan asiakkaan todellisia sorvausnopeuksia. Kokeen jälkeen suoritetaan teräpalan kuluneisuuden mittausta. Teräpalasta mitataan viiste- ja kuoppakuluminen. Kokeessa sorvataan suurimmillaan nopeudella 800 m/min ja syötöllä 2,5 mm. Lastuttavuuskoe on ainoa sorvilla suoritettava koe. Muuten sorvia käytetään muuhun laadunvalvontaan menevien kappaleiden valmistukseen. Kappaleita ovat vetokoesauvat, Jominy-koesauvat, magneettijauhetarkastukseen menevät sauvat ja lämpökäsittelyyn menevät sekä lämpökäsittelystä tulevat sauvat. Keskimääräinen koneistusaika yhdelle kappaleelle on noin viisi minuuttia. Aikaa kuluu kappaleen asettamiseen ja poisottamiseen sorvista sekä tulosten kirjaamiseen enemmän. Sorvilla työskennellään aamu- ja iltavuoroissa sekä työtilanteen mukaan myös yövuorossa. Sorvin vikaantuessa käytetään tutkimuskeskuksessa olevaa Weipert sorvia. (6.)

Käyttäjät arvioivat sorvin täyttävän sille asetetut vaatimukset teknisesti ja käytöminaisuuksiltaan hyvin. Kokosin Ovakon Powermaint-kunnossapitojärjestelmästä vuosien 2005–2010 vikatilaston. Tilaston huippukohta oli vuonna 2007, jolloin kirjattuja tapahtumia on 14 kappaletta. Vuosina 2008–2010 vikakehitys on laskeva ja 2010 enää 3 kappaletta. Vikakehitys ei osoita sorvin uusinta tarvetta. Kaaviossa 3 on sorvin vikakehitys vuosina 2005–2010. (7.)



Kaavio 3. Max Müller -sorvin vikakehitys.

Pelkkä vikakehitys antaa vain lukumäärän vioista. Se ei kerro todellisista kustannuksista. Korjausten ja huoltotoimenpiteiden tarkasteleminen euromääräisesti antaa paremman käsityksen laitteiden kustannuksista. Yksittäinen korjaus voi olla hyvinkin erihintainen.

5.2 Sajo-jyrsin

Jyrsimen merkki ja malli on Sajo VBF 450. Jyrsin on kuvassa 7. Teho on 18,5 kW. Jyrsin on vuonna 2000 modernisoitu Lokomon vanhasta 1970-luvun laitteesta. Jyrsimellä tehdään iskutkeyskoesauvoja ja tutkimuskeskukselle hieaihioita. Jyrsintä käytetään vakituisesti aamu- ja iltavuoroissa sekä tarvittaessa yövuorossa. (6.)



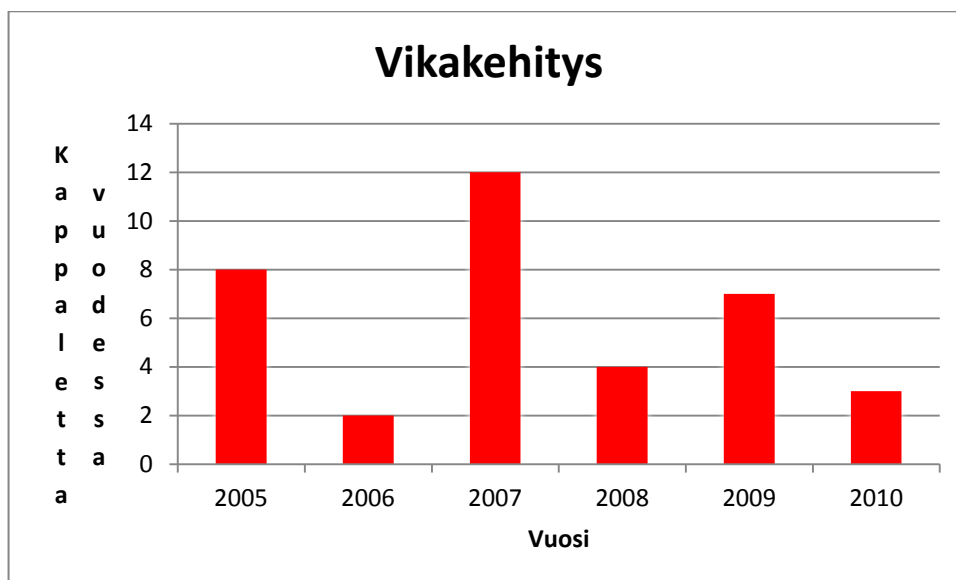
Kuva 7. Sajo-jyrsin.

Jyrsimeen on modernisoinnin yhteydessä asennettu uusi Haidenhain-ohjelmisto. Tämä mahdollistaa pikaliikkeet, kun jyrsimellä lähestytään työstettävää kappaletta. Jyrsimen alkuperäisen mallin mukaiset sähkömoottorit rasittuvat ja rikkoutuvat joskus, koska niitä ei ole suunniteltu pikaliikkeisiin. (6.)

Jyrsimen vikaantuessa käytetään kuulalaakerilaboratoriossa olevaa Dahlihtyöstökeskusta. Dahlih on kuitenkin vaikea käyttää iskusauvojen valmistukseen laitteen koteloinnin takia. Dahlihin tyypistä työstökeskusta ei näin ollen voi ajatella Sajon korvaajaksi. (6.)

Ennen laakeriteräslaboratorion valmistumista 2008 jyrsimen vikaantuminen aiheutti suuria ongelmia. Varalaitetta ei tehtaalla ollut ja käytettiin alihankkijaa. Alihankkija ei pystynyt kuitenkaan tekemään kappaleita riittävän nopeasti. Terästoimituksia asiakkaalle ei voi lähettää ennen koetuloksia toimitettavasta erästä. (6.)

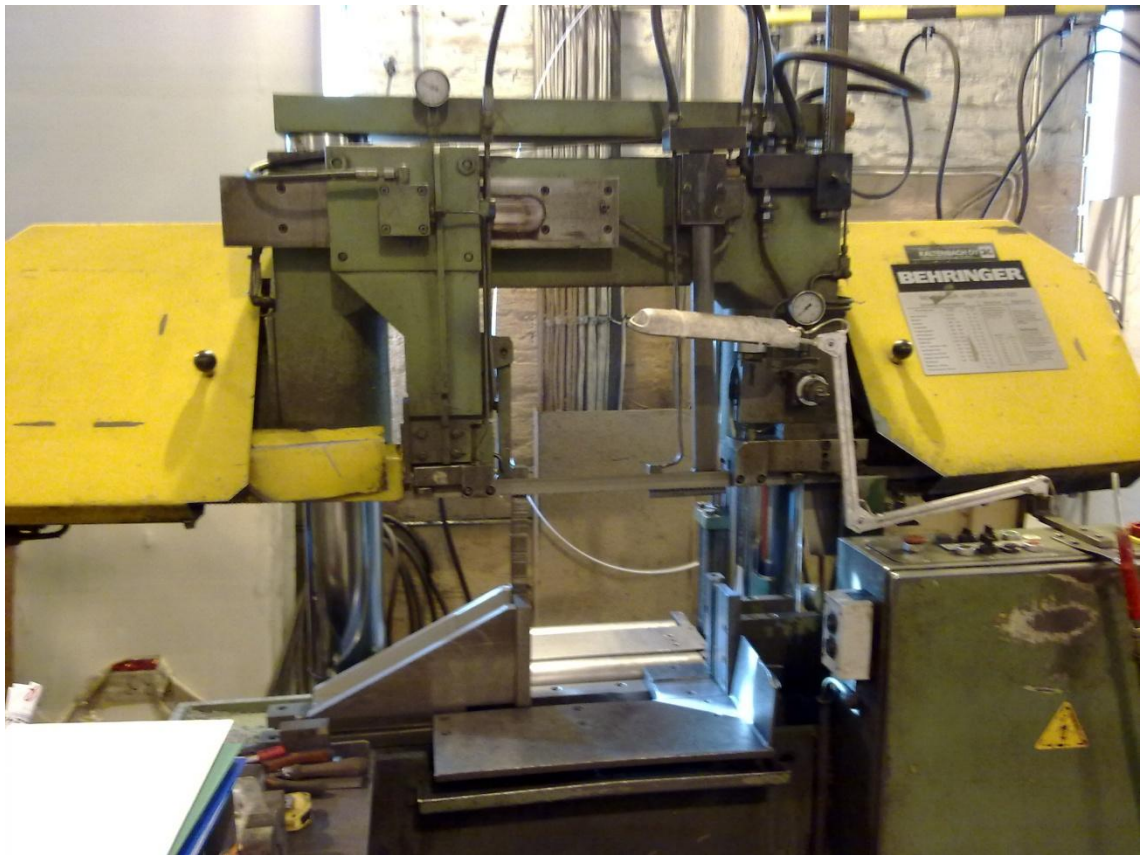
Jyrsimen vikakehityksen huippu on vuonna 2007, jonka jälkeen se on laskenut ja vuonna 2010 enää kolme kappaletta. Kaaviossa 4 on jyrsimen vikakehitys vuosina 2005–2010. (7.)



Kaavio 4. Sajo-jyrsimen vikakehitys vuosina.

5.3 Behringer HBP 340 -vannesaha

Vannesahan merkki ja malli on Behringer HBP 340, joka on kuvassa 8. Vannesahan teho on 5,5 kW ja valmistusvuosi 1988. Sahalla sahataan pyöreästä tangosta poikkisahauksella lyhyitä paloja ja pyöreitä tangonpaloja sahataan halki. Molemmista tulee aihioita sorville ja jyrsimelle jatkotyöstöön. Työ on hyvin paljon käsityötä johtuen erimuotoisten kappaleiden asettelusta sahaan. Sahan käyntiaika on suuri, lähes koko työvuoron ajan käynnissä.

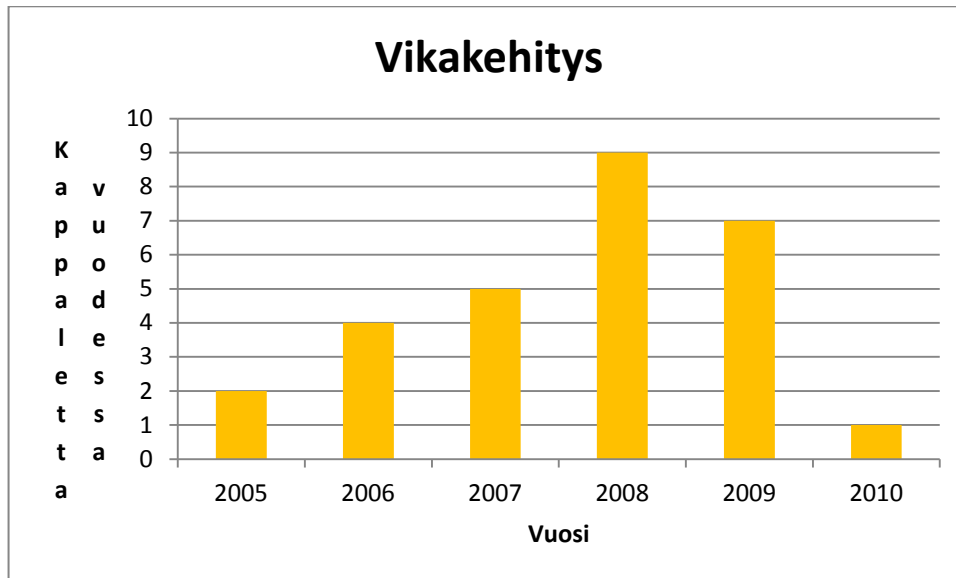


Kuva 8. Behringer HBP 340 -vannesaha.

Vikakehitys on nouseva vuodesta 2005 vuoteen 2008, jolloin vikakehitys kääntyi laskuun. Saha on jo 23 vuotta vanha, joten on todennäköistä, että vikakehitys lähtee jossain vaiheessa nousuun. Haastatteleman käyttäjä toivoi modernimpaa ja automaattisempaa sisältävää sahaa. Haastattelin toista sahan käyttäjää, joka käyttää myös laakeriteräslaboratorion uudempia sahoja. Hän oli sitä mieltä, että modernimpi saha hidastaisi tässä tarkoituksessa käyttöä. Työ on monivaiheista

sahattavien kappaleiden asettelemista eri asentoihin käsityönä. Sitä ei voi järkevästi automatisoida.

Laakeriteräslaboratoriossa on modernimmat sahat. Näissä on ollut ongelmia, kun sahauspuru aiheuttaa häiriöitä elektroniikkaan. Tämä ongelma poistui, kun viikkohuollon yhteydessä käyttäjä puhdistaa paineilmalla laitteen. Kaaviossa 5 on Behringer HBP 340 -vannesahan vikakehitys vuosina 2005–2010. (7.)



Kaavio 5. Behringer HBP 340 -vannesahan vikakehitys.

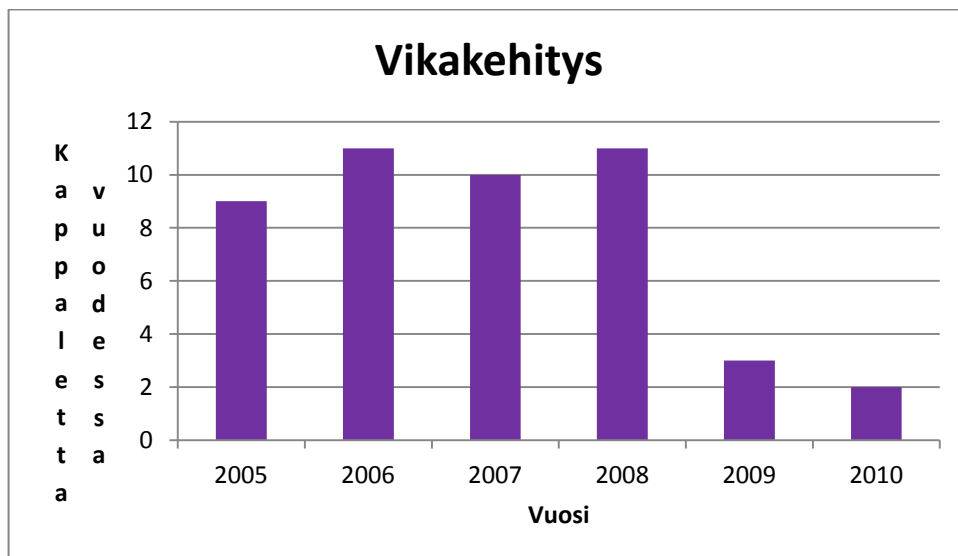
5.4 Behringer HBP 360 -vannesaha

Kuvassa 9 olevan vannesahan merkki ja malli on Behringer HBP 360. Saha on valmistettu vuonna 1991. Sen teho on 5,5 kW. Sillä sahataan yli 100 millimetriä paksuja pyörötankoja ja teelmiä. Sahatut kappaleet menevät uunihuoneelle, Max Müller -sorville ja Sajo-jyrsimelle.



Kuva 9. Behringer HBP 360 -vannesaha.

Kaaviossa 6 on Behringer HBP 360 -vannesahan vikakehitys vuosina 2005–2010. (7.)



Kaavio 6. Behringer 360 -vannesahan vikakehitys.

6 Laakeriteräslaboratorion työstökoneet

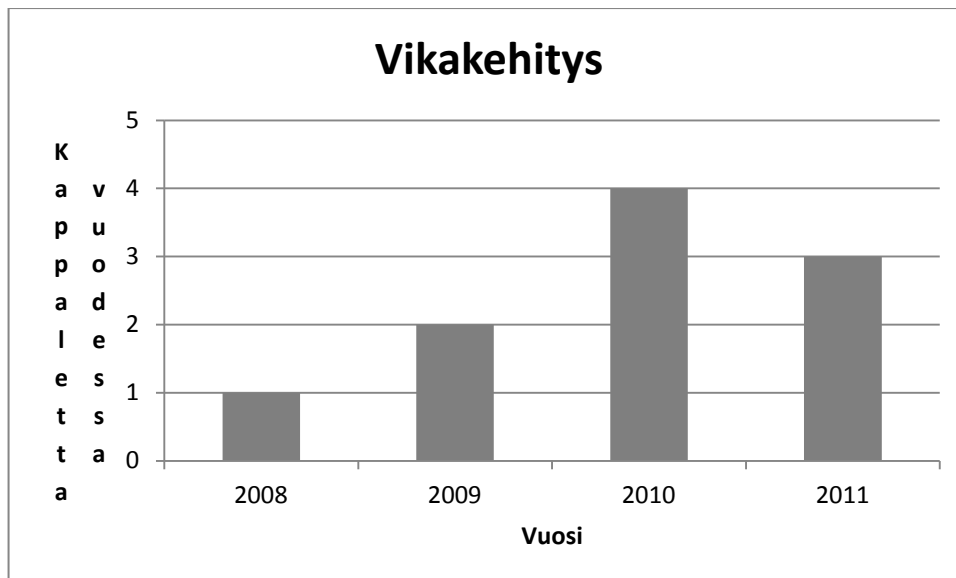
6.1 Dahlih-työstökeskus

Kuvassa 10 olevan pystykaraisen työstökeskuksen merkki ja malli on Dahlih MCV 1250. Laitteen teho on 15 kW ja se on hankittu vuonna 2008. Laitetta käytetään keskimäärin kahdeksan tuntia päivässä. Käyttäjä arvioi laitteen olevan hyvä ja soveltuva laite käyttötarkoitukseensa. Laitteella jyrsitään kaikki laakeriteräslaboratoriossa tutkittavat näytteet. Työstökeskus toimii myös varalaitteena, mikäli laadunvalvontalaboratorion Sajo-jyrsin ei toimi. (6; 8.)



Kuva 10. Dahlih-työstökeskus.

Kaaviossa 7 esitetty vikakehitys ei osoita mitään normaalista poikkeavaa vikaantumista (7). Työstökeskus on otettu käyttöön vuonna 2008, joten vikahistoriaa ei saada pidemmältä ajalta.



Kaavio 7. Dahlih MCV 1250 -työstökeskuksen vikakehitys.

6.2 Behringer HBP 360A -vannesaha

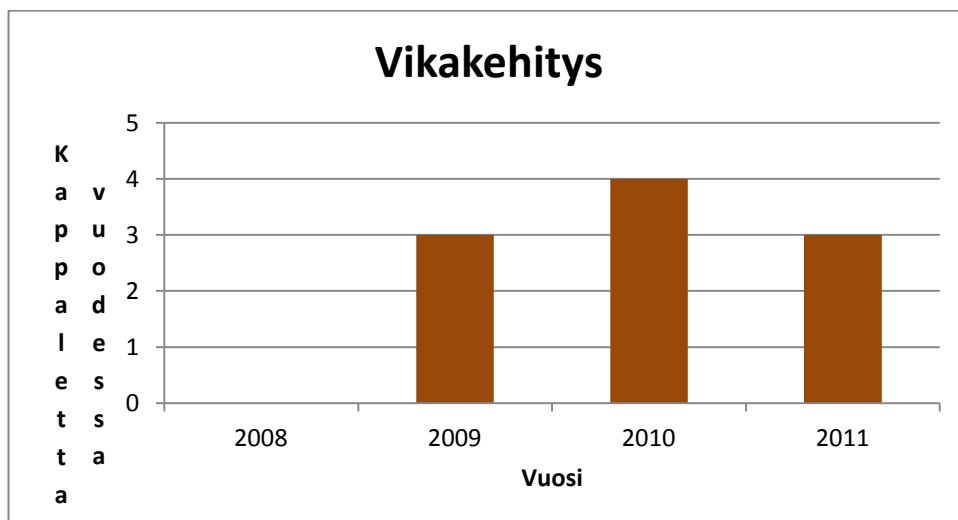
Kuvassa 11 oleva Behringer 360A -vannesaha on samanmerkkinen ja -mallinen kuin laadunvalvontalaboratorion toinen saha. Saha on huomattavasti uudempi ja se on valmistettu vuonna 2007. Sillä sahataan pääasiassa kuulalaakeriterästä Dahlih-jyrsimelle työstettäväksi. Näistä valmistetaan makrokuonanäytteitä, joita ovat sinimurto-, laikkapeittaus-, Baumann-kuva- ja ultraääni-immersionäytteet sekä magneettijauh tarkastus. Nämä tutkitaan laakeriteräslaboratoriossa. Mikrokuonanäytteet menevät rakennetutkimuslaboratorioon.

Sahassa on ollut ongelmana sahauspölyn kulkeutuminen elektroniikkaan. Ongelma ratkesi, kun käyttäjä puhdistaa sahan viikkohuollon yhteydessä paineilmalla.



Kuva 11. Behringer HBP 360A -vannesaha.

Kaaviossa 8 esitetty vikakehitys ei osoita mitään normaalista poikkeavaa viikaantumista. Vikatiheys on samansuuntainen kuin laakeriteräslaboratorion muissa työstökoneissa. (7.)



Kaavio 8. Behringer HBP 360A -vannesahan vikakehitys.

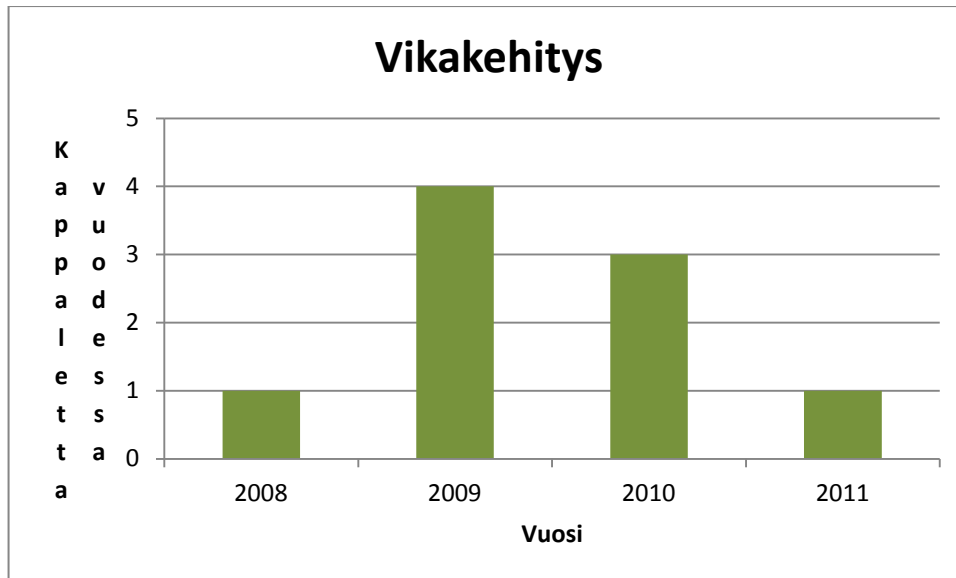
6.3 Kastotwin A 2 -vannesaha

Kuvassa 12 oleva Kastotwin A 2 -vannesaha on valmistettu vuonna 2008. Sen teho on 5 kW. Sillä sahataan pienempiä sahausia laakeriteräksistä. Sahaa käytetään aamu- ja iltavuorossa. Saha on erimerkkinen kuin laadunvalvonnan muut laitteet. Tästä oli aiemmin aiheutunut ongelmia, kun sahanteriä ei ollut saatavilla. Nyt saatavuus on hyvä. Käyttäjät kertovat sahan olevan hankala käyttää, koska sahattavan materiaalin asettelu sahaan on hankalaa. (8.)



Kuva 12. Kastotwin A 2 -vannesaha.

Kaaviossa 9 oleva vikakehitys ei osoita mitään normaalista poikkeavaa vikaantumista (7). Vikatiheys on samansuuntainen kuin laakeriteräslaboratorion muissa työstökoneissa.



Kaavio 9. Kastotwin A 2 -vannesahan vikakehitys.

7 Laadunvalvontalaboratorion kustannuskehitys

7.1 Kustannustarkastelu

Tarkastelen laadunvalvontalaboratorion koneistamon kustannuksia vuosilta 2007–2010 (7). Näihin kustannuksiin sisältyvät koko kyseisen kustannuspaikan kaikkien laitteiden kustannukset, koska konekohtaisia kustannuksia ei ole saatavilla.

7.2 Varaosakustannukset

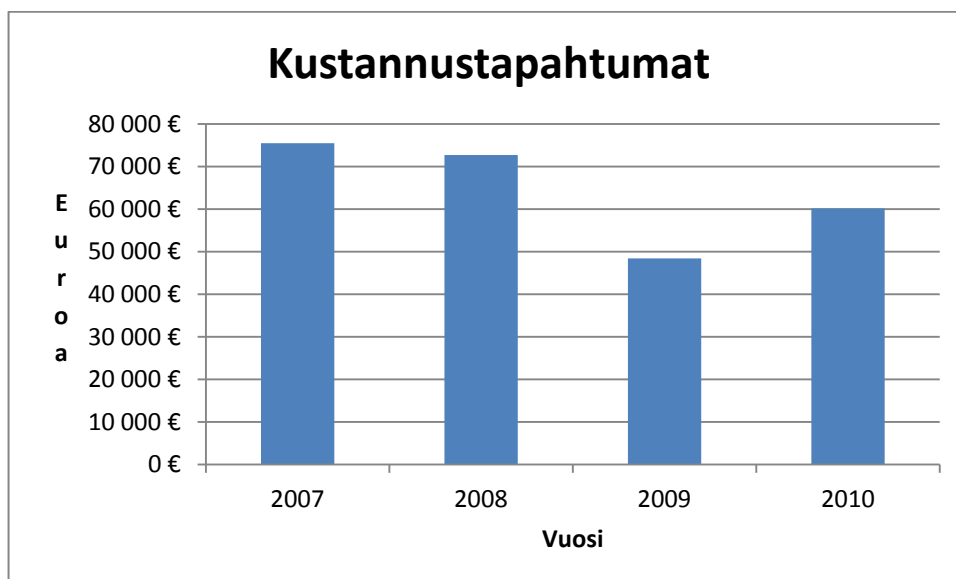
Varaosakustannuksiin on eritelty kaikki tarvikkeet ja varaosat, joita laadunvalvontalaboratorion koneistamossa on käytetty. Suurin yksittäinen varaosakustannus on vannesahanterät, 80–90 %. Muita kustannuksia ovat koneistamossa käytettävät tarvikkeet ja varaosat. Näiden osuus on kustannuksista melko pieni. Kaaviossa 10 on laadunvalvontalaboratorion varaosakustannukset vuosina 2007–2010. (7.)



Kaavio 10. Varaosakustannukset euroa vuodessa.

7.3 Kustannustapahtumat

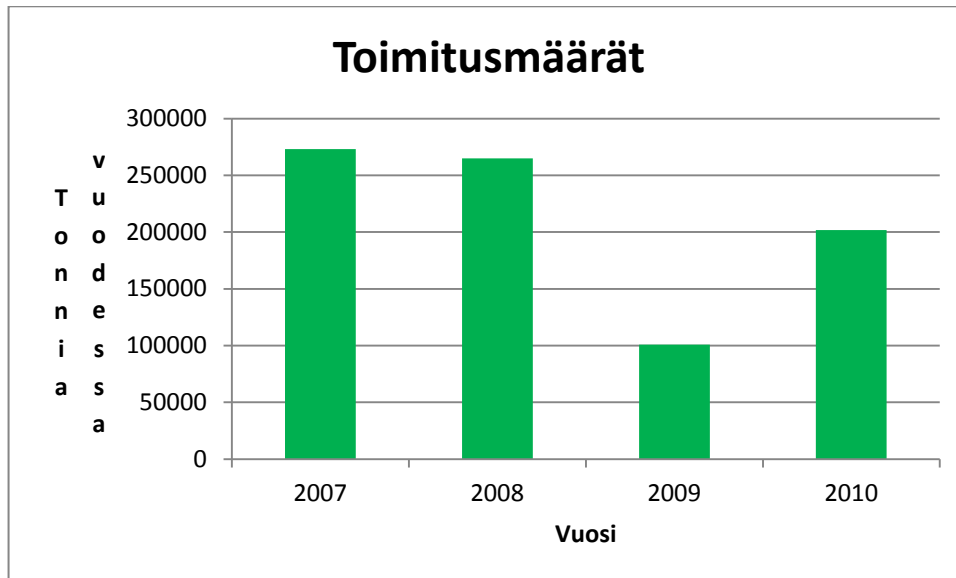
Kustannustapahtumiin on kerätty laadunvalvontalaboratorion koneistamon kustannukset vuosittain. Kustannukset sisältävät koneistamon koneiden korjauksen, huollon ja varaosat. Kaaviossa 11 on laadunvalvontalaboratorion kustannustapahtumat vuosina 2007–2010 (7).



Kaavio 11. Laadunvalvontalaboratorion kustannustapahtumat euroa vuodessa.

7.4 Toimitusmäärät

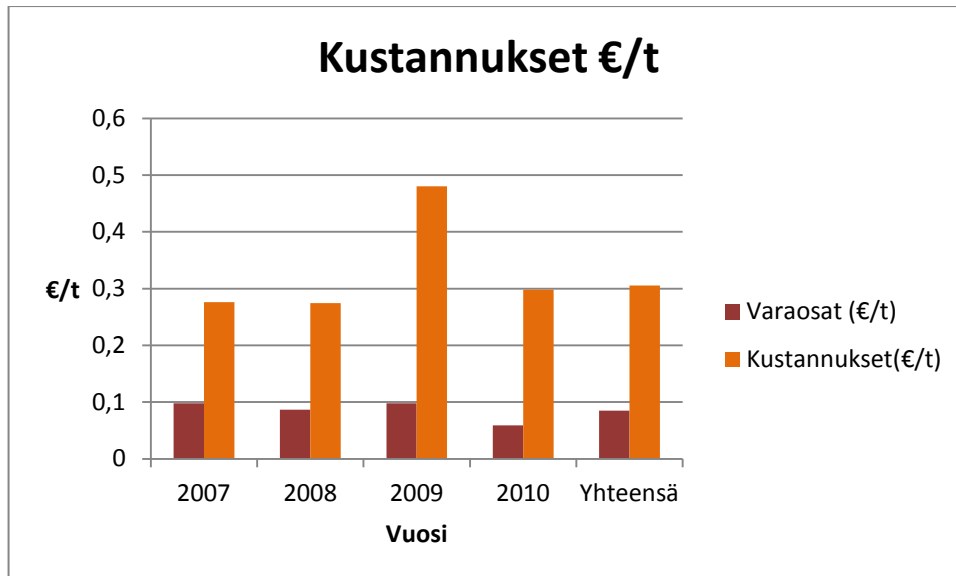
Vuosina 2007 ja 2008 toimitusmäärät olivat yli 250000 tonnia vuodessa. 2009 oli taloudellinen taantuma jolloin toimitusmäärä putosi 100000 tonniin vuodessa, joka on alle puolet edellisistä vuosista. Vuonna 2010 toimitusmäärä alkoi nousta ja oli 200000 tonnia vuodessa. Kaaviossa 12 on Imatran terästehtaan toimitusmäärät vuosina 2007–2010 (6).



Kaavio 12. Imatran terästehtaan toimitusmäärät.

7.5 Kustannusvertailu

Vertaan kustannuksia koko tehtaan toimitusmääriin vuosina 2007–2010. Kustannus- ja toimitusmääränkehitys ovat samansuuntaiset. Varaosakustannukset alenivat samassa suhteessa. Kustannustapahtumissa vuonna 2009 käytetty rahamäärä aleni, mutta aleneman suhde toimitusmäärään oli pienempi. Vuonna 2009 toimitusmäärät tonneittain ovat pienempiä, mutta tilausmäärät eivät todennäköisesti ole laskeneet samassa suhteessa. Tilaukset ovat voineet olla pienempiä. Tilauksista on tehtävä laadunvalvontaa ja tämä selittää osin kustannusten suhteellista nousua toimitusmääriin. Kaaviossa 13 on laadunvalvontalaboratorion koneistamon varaosien ja kustannusten vertailu koko Imatran terästehtaan toimitusmääriin vuosina 2007–2010 (6; 7).



Kaavio 13. Kustannukset euroa toimitettua tonnia kohti.

8 Laakeriteräslaboratorion kustannuskehitys

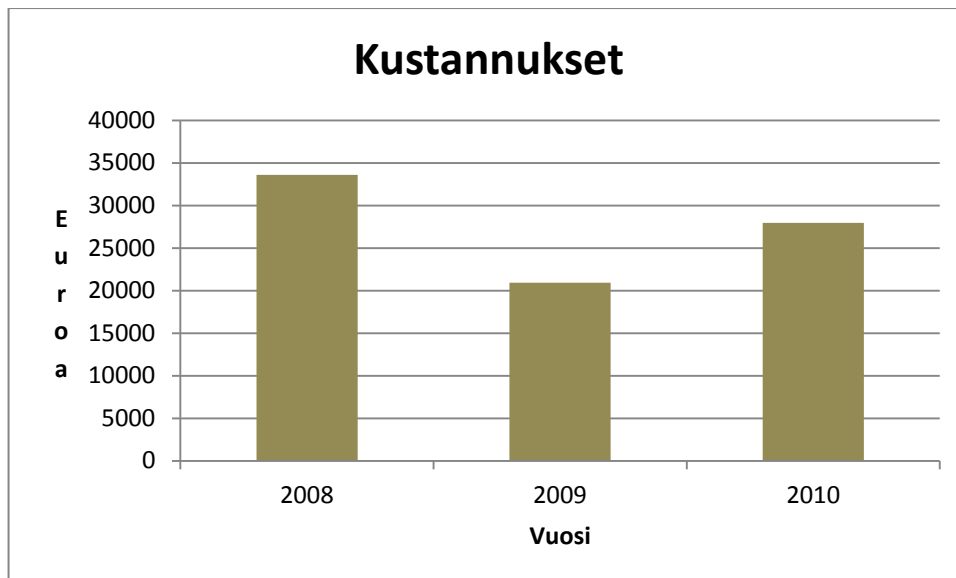
8.1 Kustannustarkastelu

Tarkastelen laakeriteräslaboratorion koneistamon kustannuksia vuosilta 2008–2010. Näihin kustannuksiin sisältyy koko kyseisen kustannuspaikan kaikkien laitteiden kustannukset, koska konekohtaisia kustannuksia ei ole saatavilla. Kustannukset sisältävät teräpalat, terävanteet ja jyrsinkoneen teräpäät.

8.2 Kustannukset

Kaaviossa 14 on esitetty laakeriteräslaboratorion kustannukset vuosina 2008–2010 (7). Kustannuksiin sisältyy koneistamon kaikkien kolmen laitteen kustannukset. Vuoden 2008 kustannukset ovat suuremmat kuin vuosien 2009–2010, koska laakeriteräslaboratorio on otettu käyttöön sinä vuonna ja siihen sisältyy investointikustannuksia varaosiin ja tarvikkeisiin.

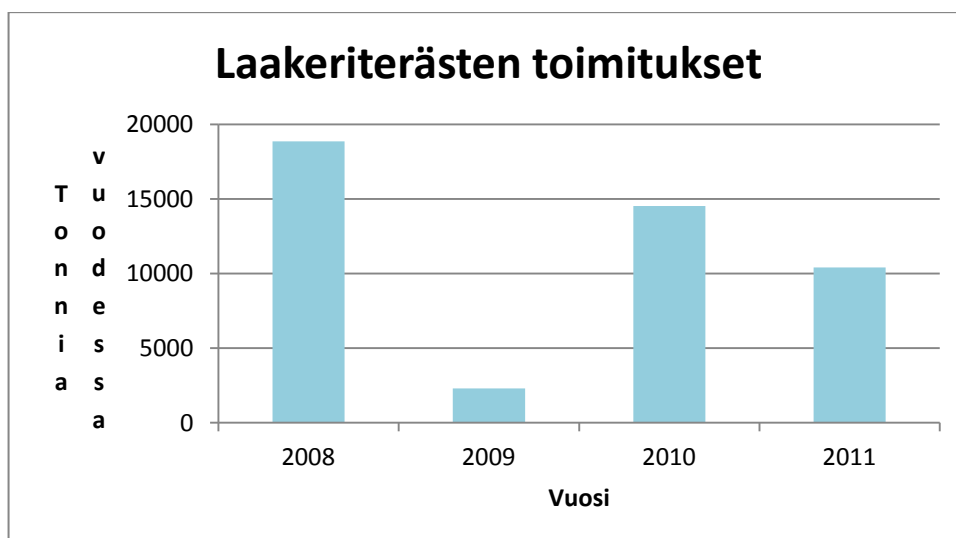
Kustannuskehityksen suuntaa on vaikea arvioida, koska vuosi 2008 oli käyttöönottovuosi. Vuonna 2009 laakeriterästä toimitettiin hyvin pieni määrä. Vuosi 2010 oli lähes normaali vuosi.



Kaavio 14. Laakeriteräslaboratorion kustannuskehitys.

8.3 Laakeriterästen toimitusmäärät

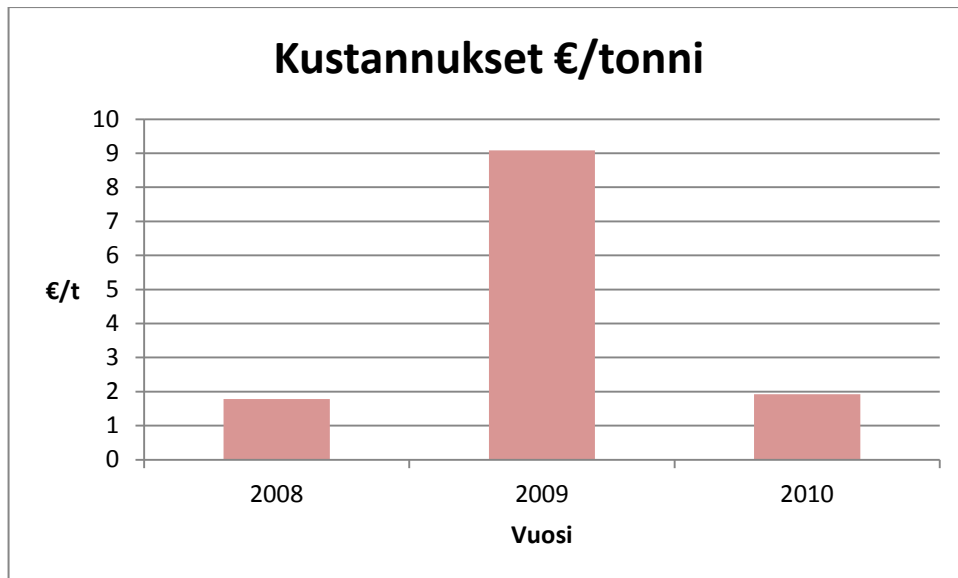
Laakeriterästoimitukset ovat alle 10 prosenttia Imatran terästehtaan kokonaistoimituksista. Kaaviossa 15. on esitetty laakeriterästen toimitusmäärät vuosina 2008–2011. Vuonna 2008 toimitusmäärä on ollut suuri, vaikka laakeriterästä alettiin valmistaa kesken vuotta. Vuonna 2009 on raju notkahdus. Vuosina 2010 ja 2011 toimitusmäärät ovat nousseet, mutta eivät kuitenkaan vuoden 2008 tasolle. (6; 7.)



Kaavio 15. Laakeriterästen toimitusmäärät.

8.4 Kustannusvertailu

Kaaviossa 16 on verrattu kustannuksia toimitettuun tonnimäärään (1). Vuonna 2009 kustannukset ovat huomattavan ylhäällä, erittäin pienen toimitusmäärän vuoksi. Laboratoriossa on kuitenkin kiinteitä kustannuksia, jotka eivät ole suoraan verrannollisia toimitusmääriin.



Kaavio 16. Laakeriteräslaboratorion kustannukset toimitettua tonnia kohti.

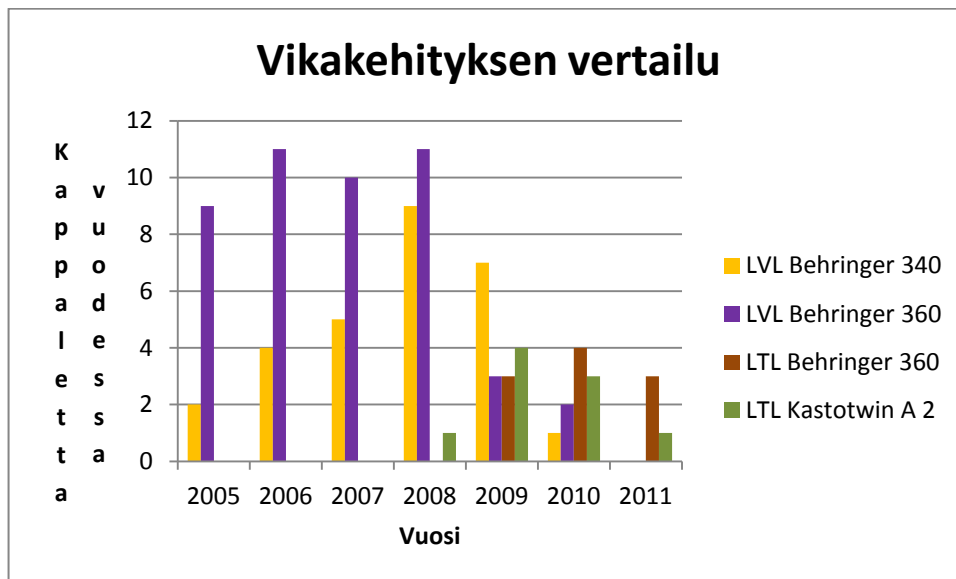
9 Johtopäätökset

9.1 Sahojen vertailu

Laadunvalvontalaboratorion Behringer HBP 340 -vannesaha on vuosimallia 1988 ja Behringer HBP 360 -vannesaha on vuosimallia 1991. Laakeriteräslaboratorion Behringer HBP 360 -vannesaha on vuosimallia 2007 ja Kastotwin A2 -vannesaha on vuosimallia 2008.

Kaaviossa 17 on vertailtu sahojen vikakehitystä. Vanhemmassa Behringer 360 vannesahassa on vuosina 2005–2008 ollut vikoja enemmän kuin uudessa vuosina 2008–2011. Behringer 340 -vannesahan vikakehitys on nouseva vuoteen 2008. Uudemmissa sahoissa on ollut maksimissaan neljä vikaa vuodessa. (7.)

Tarkasteluvuosina 2005–2011 uudemmat sahat ovat vikaantuneet keskimäärin harvemmin kuin vanhemmat. Viimeisenä täytenä vuonna 2010 tarkasteltavina olevien neljän eri sahan vikatiheys on yhdestä neljään vikaa vuodessa. (7.)



Kaavio 17. Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden sahojen vikakehityksen vertailu.

9.2 Sajojen teräkustannukset

Yksittäisistä varaosakustannuksista suurimmaksi nousivat laadunvalvontalaboratorion sahanterät. Sajojen käyttöaika on suuri ja sahattavia materiaaleja useita. Behringer-vannesahoille on kaksi erikokoista terää. Pienemmälle ja suuremmalle sahalle on erikokoiset terät.

Laakeriteräslaboratorion sahanteräkulutus ja kustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin laadunvalvontalaboratorion. Laakeriteräksen sahaukseen käytetään kovametalliteriä. Teriä on kahta tyyppiä, Kasto- ja Behringer-vannesahoille omat.

Sajoille on annettu ohjeavot kunkin teräslaadun sahausnopeuteen. Teräslaadut vaihtelevat paljon. Terien kestoikä vaihtelee useammasta vaihdosta päivässä muutaman päivän keston. Terän vaihtoon menee noin viisi minuuttia. Sahattavat kappaleet tulevat pakeissa. Kappaleita on pehmeistä erittäin koviin laa-

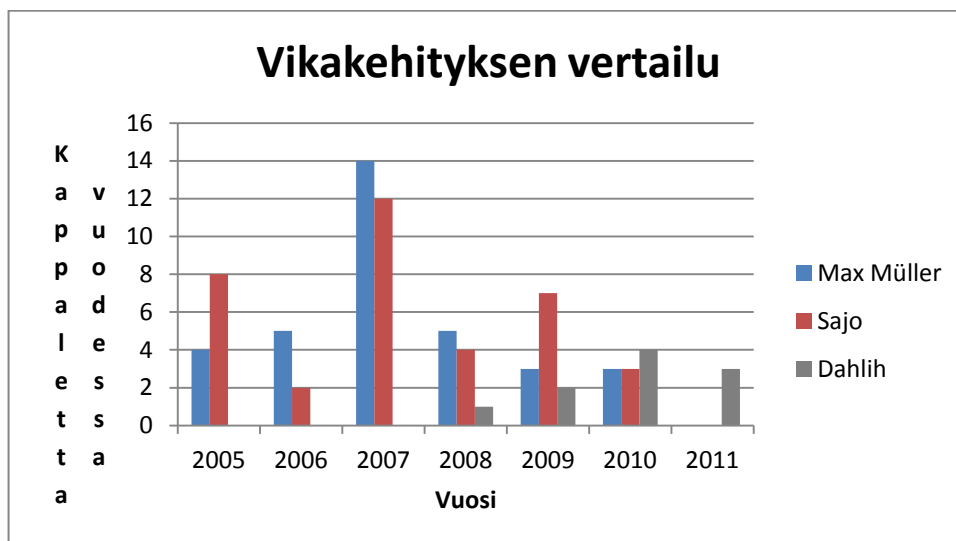
tuihin sekaisin. Sahuri ei tiedä minkälaista materiaalia sahattavat kappaleet ovat. Kovuudet vaihtelevat välillä 170–400 HB. (6; 8.)

Sahalle tuleville kappaleille voisi kehittää tunnistein, josta selviäisi kappaleen kovuus- ja lujuusarvot. Tämä tunniste merkittäisiin kulkemaan kappaleen mukana eri työstövaiheiden läpi. Sahojen mukana on tullut ohjearvot. Tietojen perusteella sahoille voisi määrittää sahausnopeuden kullekin kovuus- ja lujuusalueelle. Sahuri säätäisi sahausnopeuden sopivaksi. Tämän jälkeen seurattaisiin terien kestoa ja vaikutusta työaikoihin. Tästä pääteltäisiin, kannattaako kokeilusta tehdä uusi käytäntö.

9.3 Max Müller-, Sajo- ja Dahlin-työstökoneiden vertailu

Laakeriteräslaboratoriossa on vuonna 2008 hankittu Dahlih-työstökeskus. Laadunvalvontalaboratorion Max Müller -sorvi on valmistettu vuonna 1996. Sajojyrsin on valmistettu 1970-luvulla ja modernisoitu vuonna 2000. (6.)

Kaaviossa 18 on vertailtu huomattavasti uudemman ja modernimman Dahlih-työstökeskuksen vikaantumista vanhempiin Max Müller -sorviin ja Sajojyrsimeen (7). Vanhemmissa laitteissa on ollut enemmän vikoja kaikkiaan, varsinkin vuonna 2007. Vuosi 2007 oli tuotannoltaan suurin tarkastelu ajankohtana. Vikakehitys on tasaantunut tämän jälkeen.



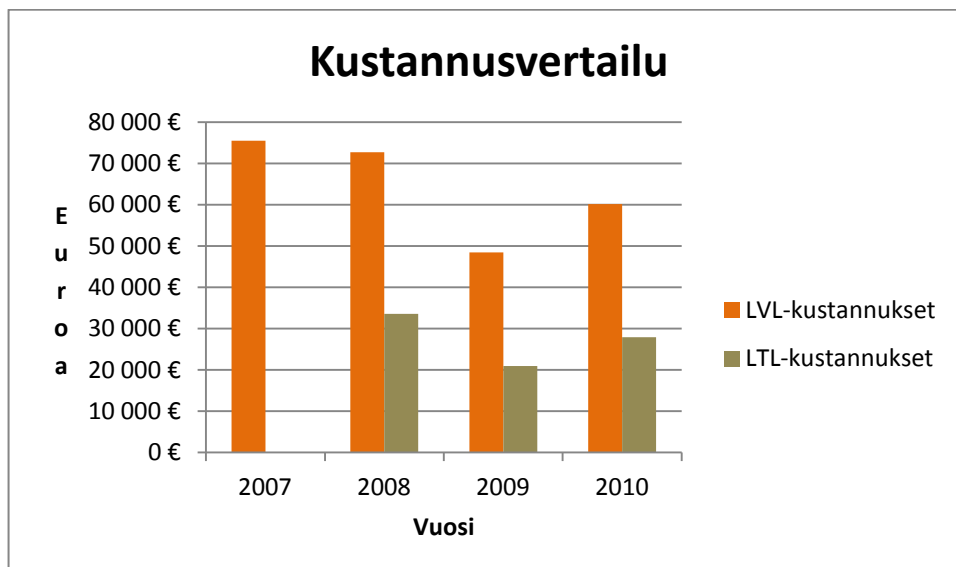
Kaavio 18. Työstökoneiden vikakehityksen vertailu.

9.4 Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannusvertailu

Laadunvalvontalaboratorio työskentelee tällä hetkellä 15 viikkovuoroa. Tämä tarkoittaa sitä, että työt alkavat sunnuntai-iltana kello 22 ja päättyvät perjantai-iltana kello 22. Työt jatkuvat taas seuraavana sunnuntaina kello 22. Laakeriteräslaboratorio työskentelee tällä hetkellä 10 viikkovuoroa. Työtä on maanantais- ta perjantaihin aamu- ja iltavuorossa. Viikkovuorojen määrä molemmissa laboratorioissa vaihtelee tuotannon mukaan. Työstökoneiden käytössä on laadunvalvontalaboratoriossa noin kahdeksan henkilöä. Laakeriteräslaboratoriossa työstökoneita käyttää noin kolme henkilöä. (6.)

Työaikojen suhde on kymmenen suhde kahdeksaantoista. Työntekijöiden suhde on kolmen suhde kahdeksaan. Laakeriteräslaboratorion koneistamon työ- määrä on noin puolet laadunvalvontalaboratorion työmäärästä.

Laakeriteräslaboratorion kustannuskehityksen suuntaa on vaikea arvioida, koska vuosi 2008 oli käyttöönottovuosi. Vuonna 2009 laakeriterästä toimitettiin hyvin pieni määrä. Vuosi 2010 oli lähes normaali vuosi. Kaaviossa 19 on vertailtu laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannuksia. Laakeriteräslaboratorion kustannukset ovat alle puolet laadunvalvontalaboratorion kustannuksista. Kustannukset ovat lähes samassa suhteessa työaikoihin. (6; 7.)



Kaavio 19. Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannusvertailu.

9.5 Mahdollisuus sarjatuotannon kehittämiseen

Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioihin tulee kappaleet erilaisista tuotannosta valmistuneista teräslaaduista. Laboratoriot ottavat heti näytteet niistä. Asiakkaille menevään toimitukseen on saatava koetulokset toimituksen mukana. Näin ollen sarjatuotannon lisääminen hidastaisi toimitusten lähtöä, eikä se näin ole merkittävästi mahdollista. Toimitusten viivästäminen ei ole mahdollista. (6.)

9.6 Työstökoneiden elinjaksokustannusten tarkastelu

Tarkastelussa olleista seitsemästä työstökoneesta ei löytynyt mitään sellaista vikaa, vikakehitystä tai käytettävyyden puutetta, joka aiheuttaisi uusimisen tarpeen. Laitteet ovat tekemäni elinjaksokustannustarkastelun mukaan käytönaikeisten kustannusten osalta hyvässä ja taloudellisessa kunnossa.

Laitteiden käyttäjät pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta olivat tyytyväisiä laitteisiin. Uusien laitteiden hankkiminen voisi jopa aiheuttaa käytettävyyden huonontumista. Näin on uudehkon Kasto-vannesahan kohdalla, jossa kappaleiden asettelu koetaan hankalaksi. (8.)

Kustannukset on kirjattu Ovakon Osku Powermaint -järjestelmään useamman laitteen osalta. Suosittelen kustannusten kirjaamista laitekohtaisesti. Mikäli jokin laite alkaa tuottaa enemmän kustannuksia, se on helposti yksilöitävissä ja tarvittavat toimenpiteet saadaan suoritettua nopeasti.

Ovako Bar Oy Ab:n Imatran terästehtaan kunnossapitopäällikkö diplomi-insinööri Jarmo Johanssonin kanssa käymäni keskustelun perusteella Ovakon strategiana on käyttää koneita niin kauan kuin se on taloudellisesti järkevää. Ovakon strategia ja tekemäni elinjaksokustannusten tarkastelu osoittavat, että koneita kannattaa edelleen käyttää eikä uusia tässä vaiheessa.

10 Yhteenveto

Tutkin tässä opinnäytetyössäni Ovakon Imatran terästehtaan laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorion seitsemän työstökoneetta. Keräsin niiden vikatilastoista vikakehityksen ja taulukoin ne. Haastattelin käyttäjiä ja vastaavaa työnjohtajaa, Matti Haposta. Vertasin kustannuksia tuotantomäärien, laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden välillä.

Sain hyvän vertailukohteen laakeriteräslaboratorion vuonna 2008 hankituista työstökoneista laadunvalvontalaboratorion vanhempiin työstökoneisiin. Vikamäärät olivat vanhemmissa laitteissa jonkin verran suuremmat. Suurimmaksi yksittäiseksi ongelmaksi ilmeni Sajo-jyrsimen sähkömoottorin ajoittainen rikkoutuminen pikaliikkeiden aiheuttaman ylikuormituksen seurauksena. Käytettävyys ongelmana koettiin Kasto-sahan kappaleiden asettelun hankaluus. Kaikkiaan laitteet olivat melko hyvässä kunnossa ja käyttäjät pääosin tyytyväisiä.

Laitteiden kustannukset oli taulukoitu osastokohtaisesti kaikkien laitteiden osalta samaan taulukkoon. Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannukset olivat omissa taulukoissaan. Kustannusten kohdentaminen kullekin laitteelle oli vaikeaa. Käyttökustannusten seuraaminen helpottuisi huomattavasti, mikäli kustannukset alettaisiin taulukoida laitekohtaisesti. Suurimmaksi yksittäiseksi kustannukseksi muodostuivat laadunvalvontalaboratorion sahojen terät. Tämän kustannuserän pienentämiseen suosittelin tunnisteen luomista sahattaville kappaleille, josta voidaan säätää sahausnopeus kullekin materiaalille sopivaksi.

Elinjaksokustannustarkastelu oli minulle työn alkaessa uusi käsite. Hain tietoa kirjoista ja internetistä. Aiheesta oli suomenkielistä aineistoa hyvin vähän, englanninkielistä jonkin verran. Aihealue tuntui haastavalta. Työn edetessä ja Ovakon laadunvalvonnan muuttuessa minulle tutummaksi paikaksi myös aihe selkeni.

Kuvat

Kuva 1. Imatran terästehtas, s. 8

Kuva 2. Tilauskannan ero normaaliin, s. 9

- Kuva 3. Laadunvalvontalaboratorion koneistamo, s. 10
- Kuva 4. Laakeriteräslaboratorion koneistamo, s. 11
- Kuva 5. Elinjaksokustannukset käyttövarmuuden funktiona, s. 13
- Kuva 6. Max Müller -sorvi, s. 14
- Kuva 7. Sajo-jyrsin, s. 16
- Kuva 8. Behringer HBP 340 -vannesaha, s. 18
- Kuva 9. Behringer HBP 360 -vannesaha, s. 20
- Kuva 10. Dahlih-työstökeskus, s. 21
- Kuva 11. Behringer 360A -vannesaha, s. 23
- Kuva 12. Kastotwin A 2 -vannesaha, s. 24

Kuviot

- Kuvio 1. Tuotteen elinjaksovaiheet, s. 12

Kaaviot

- Kaavio 1. Ovakon markkina-alueet, s. 6
- Kaavio 2. Ovakon henkilöstö, s. 7
- Kaavio 3. Max Müller -sorvin vikakehitys, s. 15
- Kaavio 4. Sajo-jyrsimen vikakehitys, s. 17
- Kaavio 5. Behringer HBP 340 -vannesahan vikakehitys, s. 19
- Kaavio 6. Behringer 360 -vannesahan vikakehitys, s. 20
- Kaavio 7. Dahlih MCV 1250 -työstökeskuksen vikakehitys, s. 22
- Kaavio 8. Behringer HBP 360A -vannesahan vikakehitys, s. 23
- Kaavio 9. Kastotwin A 2 -vannesahan vikakehitys, s. 25
- Kaavio 10. Varaosakustannukset euroa vuodessa, s. 26
- Kaavio 11. Laadunvalvontalaboratorion kustannustapahtumat euroa vuodessa, s. 26
- Kaavio 12. Imatran terästehtaan toimitusmäärät, s. 27
- Kaavio 13. Kustannukset euroa toimitettua tonnia kohti, s. 28
- Kaavio 14. Laakeriteräslaboratorion kustannuskehitys, s. 29
- Kaavio 15. Laakeriterästen toimitusmäärät vuosina, s. 29
- Kaavio 16. Laakeriteräslaboratorion kustannukset toimitettua tonnia kohti, s. 30

Kaavio 17. Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden sahojen vikakehityksen vertailu, s. 31

Kaavio 18. Työstökoneiden vikakehityksen vertailu, s. 32

Kaavio 19. Laadunvalvonta- ja laakeriteräslaboratorioiden kustannusvertailu, s. 33

Lähteet

1. Ovako intra.
2. Kohopää, J. 1989. Elinjaksokustannustarkastelut materiaalinvalinnassa. Helsinki. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
3. Kortelainen, H. 1997. LCC - Life Cycle Costs. Tampere. VTT Valmistustekniikka.
4. Karjalainen, M. 2005. Paperiteollisuuden prosessinostureiden elinjaksokustannuslaskenta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.
5. Ramentor Oy. Elinkaarikustannukset (Life Cycle Costs, LCC). <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/elinkaarikustannukset/> Luettu 30.3.2011
6. Happonen, M. 2011. Ovako Bar Oy Ab Imatran terästehtä. Henkilökohtaiset keskustelut ja sähköpostit.
7. Ovako Osku Powermaint.
8. Ovako Bar Oy Ab Imatran terästehtaan vuorotyöntekijöiden haastattelut.