

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Koneautomaatio

2016

Esmail Alizadeh

KONEISTUSKESKUKSEN INVESTOINNIN JA KANNATTAVUUDEN ARVIOINTI

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

kone ja tuotantotekniikka
Automaatio

2016| 39

Timo Vaskikari

Esmail Alizadeh

KONEISTUSKESKUKSEN INVESTOINNIN JA KANNATTAVUUDEN ARVIOINTI

Opinnäytetyön tavoitteen on kartoittaa parhaiten soveltuvat koneistuskeskukset Stera Technologies Oy:lle. Yrityksessä koneistuskeskusta käytetään uudelle tuotteelle määrätyille koneistusvaiheille. Uuden laitteiston avulla Stera Technologies Oy pystyisi palvelemaan nopeammin ja monipuolisemmin nykyisiä ja uusia asiakkaita, tuotannossa voidaan lyhentää läpimenoaikoja. Opinnäytetyössä perehdytään koneistuskeskuksiin ja siihen kuuluvien lisävarusteisiin. Opinnäytetyössä konehankinta kartoitetaan koneistuskeskusten maahantuojien kanssa ja valitaan käyttöön sopiva koneistuskeskus ja tarvittavat koneistuskeskusten lisävarusteet.

Investoinnin kannattavuutta selvitettiin eri laskentamenetelmillä. Koneistuskeskusten lasketut kustannukset perustuvat yrityksen tietoihin sekä laitevalmistajien tarjousten tietoihin. Investoinnin laskelmien perusteella selvitettiin kustannustehokkuutta.

Vaihtoehtoisista koneista parhaiten yrityksen tarpeisiin soveltuivat seuraavat koneet: YCM-NDC3018B-AHC, Sanco SDL-3216, MicroCut HBM-4.

Konehankinnan kannattavuudessa käytettiin takaisinmaksuajan laskentamenetelmää. Laskentaosuus ja tarjoukset on luovutettu yrityksen käyttöön.

ASIASANAT:

Koneistuskeskus, työstökeskus, työstökone, pystykarainen työstökone, vaakakarainen työstökone, kustannuslaskenta, investointi.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Machine Automation

2016 | 39

Timo Vaskikari

Esmail Alizadeh

SURVEY OF THE MACHINING CENTER AND PROFITABILITY OF INVESTMENT

The objective of this thesis was to discover the best possible machining center for Stera Technologies Ltd. The machining center will be used in the machining phase of a new product. With the new machining technology, Stera Technologies Ltd would be able to serve its current and new customer base faster and in a versatile way. The new machining center would allow cutting the lead time in production. The object of this thesis was to familiarize oneself with machine centers and possible accessories. In this thesis acquiring a machine center and its additional accessories were negotiated with the importers of the machine centers.

The profitability of the investment was tested by various calculation methods. The calculated cost per hour of the machine centers is based on knowledge of the companies and the offers from the machine suppliers. The investment calculations gave information about the benefits of the investments. From the alternative machines, the best suited machines to Stera are the following: YCM-NDC3018B-AHC, Sanco SDL-3216, MicroCut HBM-4

The profitability of machine acquisition was calculated by the reimbursement method. The values and machine offers used in the calculations are confidential. For this reason, the calculations and offers were left out from the public version of the thesis.

KEYWORDS:

Machining center, machine tool, vertical spindle, horizontal spindle, cost accounting, investment,

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 KONEISTUSKESKUS	8
2.1 Vaaka- ja pystykarainen	9
2.2 NC-ohjelmointi ja ohjaus	12
2.3 Työkalut	13
2.4 Työkalumakasiini	13
2.5 3-D Kosketusanturi	13
2.6 Turvallisuus	14
3 UUDEN KONEISTUSKESKUKSEN HANKINNAN LÄHTÖARVOT	15
3.1 Uuden koneistuskeskuksen hyödyt yritykselle	15
4 NAPASYDÄN	16
4.1 Napasydämmen koneistus	16
4.1.1 Lohenpyrstökiinnitys	17
4.1.2 Päältä pultattava kiinnitys	17
4.1.3 Alta pultattava kiinnitys	17
5 KONEEN SOPIVUUDEN MÄÄRITTELY	19
5.1 Työstökoneen valintaan vaikuttavat ominaisuudet	19
5.2 Työstökaran määrittely	19
5.3 Työstökonekeskuksen liikematkat	20
5.4 Kulmapää pystykaraiselle työstökoneelle	20
5.5 Työkalumakasiini	21
5.6 Ohjausjärjestelmä	22
5.7 Muut huomioitavat asiat	22
6 KONEISTUSKESKUKSEN KARTOITUS	23
6.1 Vaihtoehdot	24
6.2 Vaihtoehtojen valinnan perusteet	27
7 INVESTOINTI	31
7.1 Investointilaskelmien teoria	31

7.2 Nykyarvomenetelmä	31
7.3 Annuiteettimenetelmä	32
7.4 Sisäisen korkokannan menetelmä	32
7.5 Takaisinmaksuajan menetelmä	32
7.6 Tarjoushinta	32
7.7 Juoksevat kulut ja tuntikustannukset	33
7.8 Muut kustannukset	33
7.9 Nykyarvomenetelmä	33
7.10 Takaisinmaksuajan menetelmä ja vertailu	33
8 YHTEENVETO	37
LÄHTEET	38

LIITTEET

Liite 1. Diskonttaustaulukko

KUVAT

Kuva 1 Vaakakarainen työstökeskus(Keinänen&Kärkkäinen 2009, 401.)	10
Kuva 2 Pystykarainen työstökeskus(Keinänen&Kärkkäinen 2009, 400.)	11

TAULUKOT

Taulukko 1 Esimerkkitaulukko.	28
Taulukko 2 Koneenominisuuksien vertailu	29
Taulukko3 Koneenominisuuksien vertailu	30
Taulukko 4 YMC-NDC3018B-AHC Takaisinmaksuaika	34
Taulukko 5 Sanco SDL-3216 Takaisinmaksuaika	35
Taulukko 6 Microcaut HBM-4 Takaisinmaksuaika	35

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

FM Joustava valmistusjärjestelmä

NC Numeerisesti ohjattu

rpm Kierrosta minuutissa

mm Millimetri

kW Kilowatti

Nm Newtonmetri

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa tietoisuutta koneistuskeskuksen hankinnan kannattavuudesta aina investoinnin suunnittelusta koneistuskeskuksen takaisinmaksu-aikaan. Lisäksi vertaillaan, kuinka pitkällä aikavälillä oma koneistuskeskuksen hankinta tulee kannattavammaksi kuin ulkopuolinen alihankkijan käyttäminen. Tarkoituksena työssä on luoda työstökonekeskukselle vaihtoehtoisia malleja Stera Technologies Oy:lle.

Stera Technologies Oy:llä on yli 60 vuoden kokemus mekaniikan ja elektroniikan komponenttien valmistamisesta eri teollisuudenaloille. Yritys muodostui lokakuussa 2007, kun Levyosa Oy, Elektromet Yhtiöt Oy, Hihra Oy, Aumec Systems Oy ja Beertekno Oy yhdistyivät. Steralla on seitsemässä tehtaassa yli 55 000 m² tuotantotilaa. Tehtaita löytyy Turusta, Kaarinasta, Paimiosta, Tammelasta, Kaavilasta. Ulkomailla tehtaita löytyy Viron Sauesta sekä Intian Chennaista. Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä 750 henkilöä, josta 70 % on Suomessa. Konekannan sekä osaamisen ansiosta Stera on laadukas ja kilpailukykyinen yritys. (<http://stera.com/fi/about-us/>)

2 KONEISTUSKESKUS

Koneistuskeskukset ovat ajan myötä kehittyneet avarrus- ja jyrsinkoneiden pohjalta. Koneistuskeskusta kutsutaan myös nimellä työstökeskus. Työstökeskukset ovat kolmen akselin koneita. Koneisiin saadaan myös lisää akseleita lisävarusteina. Työstökeskuksen keskeiset ominaisuudet ovat työkalujen ja kappaleiden automaattinen vaihto. Koneistuskeskukset ohjataan aina numeerisesti. Numeerinen ohjaus eli NC-tekniikka on nykyaikaista ja myös voimakkaasti kehittyvää konepajan automaatiikkaa. NC-työstökoneen kaikki toiminnot tapahtuvat automaattisesti sekä laaditun ohjelman mukaisesti. Työstökeskuksen NC-ohjaukset ovat monitahtoisia. Jotta koneita voidaan käyttää mahdollisimman tehokkaasti, liittymät koneen ohjauksen ja ylemmän tason ohjausjärjestelmän välillä ovat välttämättömät. Työstökeskuksilla voidaan työstää hyvin vaikeita työkappaleita. Työstökeskuksia voidaan jakaa kahteen eri lajiin karan asennon mukaisesti: vaaka- ja pystykaraiset koneet.

Koneet ovat osa joustavaa valmistusjärjestelmää (FM-järjestelmää).

Työstömenetelmät työstökeskuksella ovat

- tasojyrsintä
- muotojyrsintä
- poraus ja kierteitys
- reiän avartaminen
- upotus ja tasauskoneistus (Aaltonen&Andersson&Kauppinen 1997, 231).

2.1 Vaaka- ja pystykarainen

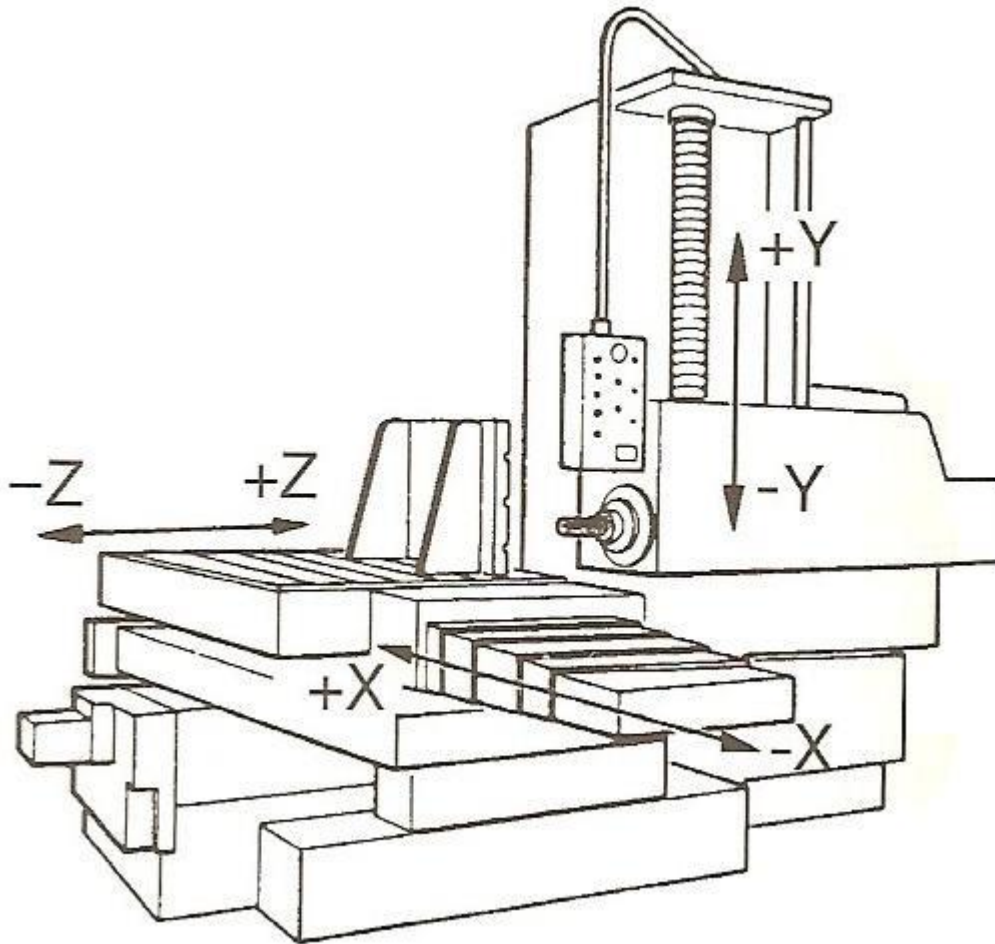
Koneistuskeskuksia voidaan jakaa kahteen tyyppiin: vaaka- ja pystykarainen kone.

Vaakakaraisen koneiden työskentelyavaruus on pystykaraisia koneita laajempi. Myös koneissa kappaleen käsittely on helpommin automatisoitavissa kuin pystykaraisissa. Tavallisesti vaakakaraisissa koneistuskeskuksissa on tuloksellinen karamoottori sekä suuri työkaluvarasto. Aihio-osien käsittely on automatisoitu palettienvaihtajalla.

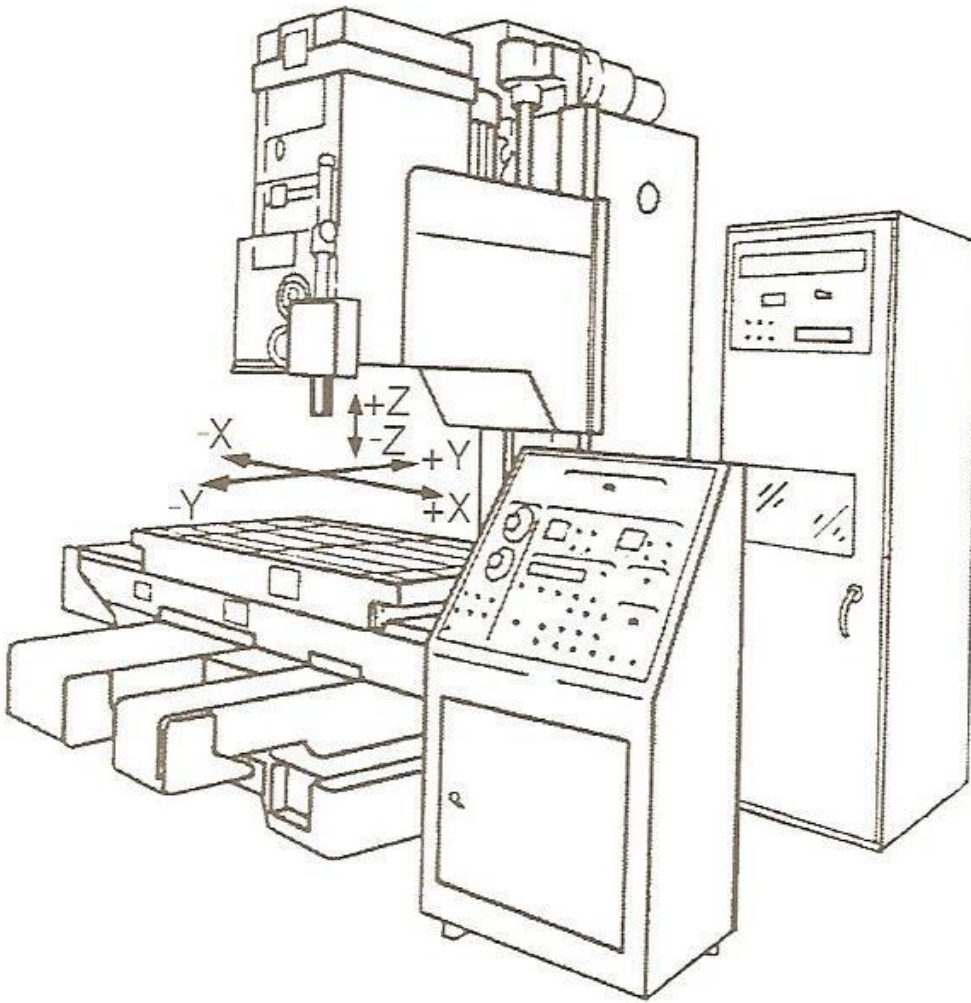
Pystykaraiset koneet luontuvat vaakakaraisia paremmin yksittäiskappaleiden työstämisen. Vaikeiden kappaleiden kuten muovimuottien muottiperien ja keernojen työstäminen soveltuu pystykaraisilla koneistuskeskuksilla paremmin. Työkappaleiden vaihdon automatisoinnilla ei ole yhtä suurta merkitystä yksittäiskappaleiden kohdalla kuin vaakakaraisille koneille tyypillisessä erä- ja sarjatuotannossa.

(Aalonen&Andersson&Kauppinen 1997, 231-237.)

Vaakakaraiset työstökeskukset poikkeavat pystykaraisista siten, että niissä pyörivä kara on vaakatasossa. Kara voi liikkua sekä X- että Y-akselien suuntaisesti ja pöytä voi liikkua Z-akselin suuntaisesti. Rakenteen mahdollistaa monen kappaleen työstön samalla kertaa ja monelta eri sivulta. Kappaleita ei tarvitse irrottaa työpöydästä työstön aikana. Kuvassa 1 ja kuvassa 2 on esitetty konetyyppien akselit. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 521.)



Kuva 1 Vaakakarainen työstökeskus (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 401).



Kuva 2 Pystykarainen työstökeskus (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 400).

2.2 NC-ohjelmointi ja ohjaus

NC-ohjelmointi koostuu käskyistä, joilla työstökone hoitaa työstötehtävänsä. Työstökoneiden ohjelmointi on työpiirustusten muuttamista sellaisen muotoon, että työstökone ymmärtää. Ohjelmointitapoja on monta koneesta riippuen, käsiohjelmointi, ohjelmointi keskustelevalle ohjauksella, tietokoneavusteinen ohjelmointi ja ohjelmointi joko CAD–tai CAM-järjestelmän avulla.

Käsiohjelmoinnissa ohjelmoija laatii suoraan sellaisen ohjelmakoodin, jota työstökoneen ohjauslaite pystyy lukemaan. Käsiohjelmoinnissa virhemarginaali on hyvin suuri monimutkaisille työkappaleille, ja sen takia se sopii erinomaisesti pienien ja yksinkertaisten työkappaleiden valmistukseen joustavuutensa ansiota.

Keskustelevalle ohjauksessa ohjelmointi tehdään työstökoneen tuntumassa suoraan työpiirustuksesta. Mikrokone esittää kysymyksiä ohjelmoinnin luojalle. Vastauksen perusteella ohjaus muokkaa ohjelman, jota NC-kone ymmärtää. Tietokone-avusteisessa ohjelmoinnissa voidaan kääntää ohjelman suoraan työstökoneen ymmärtämälle kielelle ja ohjelma laskee työstöradat. Tarvittaessa työkalun rata voidaan tarkista tietokoneen näytöltä.

CAD- ja CAM-järjestelmissä voidaan piirtää työkappaleesta kuva ohjaamalla ja siirtämällä se ohjelmointiohjelmaan ja sitä käyttäen tehdä työstöohjelman. Tehty ohjelma voidaan siirtää tietokoneesta kaapelia pitkin NC-koneelle. Nykyisin 3D-kuvat voidaan siirtää suoraan ohjaukselle. Ohjaus tekee itse automaattisesti työstöohjelmoinnin työkappaleelle. Yleisimmät ohjausjärjestelmät ovat Haidenhain, Siemens sekä Fanuc. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 189).

Haidenhain-ohjaus on saatavilla kaikille koneistuskoneille vakiona tai optiona. Vuorovaikutteisuuksensa ja käytettävyytensä ansiosta ohjaus muokkautuu parhaimmin koneisiin, joilla on yksittäisiä osia. Yksi hyvistä puolista on se, että ohjauskeskuksessa on tarvittavat manuaalikäyttöominaisuudet. Käsikäytöllä kahdella napin avulla voidaan toteuttaa syötön päälle- ja pois- kytkeä. Koneistuskeskuksille yleisiin ohjaus on i530TNC. Ominaisuuspiirteitä ovat lyhyet lauseenkäsittelyajat ja erikoissäätömenetelmä ja suuret työstönopeudet ja optimoitu liikkeenohjaus.

Korkealuokkainen muototarkkuus perustuu digitaliseen kokoonpanoon, erityisesti käsiteltäessä 2D-muotoja sekä 3D-ulottuvuuksia.

Haidenhain myös valmistaa erilaisia kosketusantureita ja mittausjärjestelmiä. Niitä on helppo yhdistää sopiviksi kokonaisuuksiksi. (Vilkkula 2005,10).

Siemens on myös suositeltava ohjauksien valmistaja. Uusissa koneistuskeskuksissa käytetyin ohjaus on nimeltään Siemens SINUMERIK 808D Advanced, jossa on vaatimuksena kestävä ja helpokäyttöinen cnc-ohjaus.

Manuaalikäyttöominaisuuksiltaan ohjaus on hieman huonompi kuin Haidenhain, mutta Siemensissä on myös paljon aiheellisia ominaisuuksia: erilaisia työkiertoja ja parametreja, jotka helpottavat koneen ohjelmointia. (Vilkkula 2005,10).

Kolmanneksi yleisin ohjaus on japanilainen Fanuc. Selkeiden toimintojen vuoksi ohjaus muokkautuu hyvin koneistuskoneisiin. Konevalmistajien puolelta Fanuc on harvemmin suositeltavana ja sen takia harvemmin vakiovarusteena. Fanuc olisi silloin valittava lisävarusteena. (Vilkkula 2005,11).

2.3 Työkalut

Työstökeskuksen työkalut asetetaan työkalumakasiiniin. Työkalut voidaan noutaa karalle työkäskyllä automaattisesti. Työkalu lukitaan karalle joko hydraulisella tai pneumaattisella toiminnolla.

Työstökeskusten työkaluvalikoimaan soveltuvat porauksesta tutut kierukkaporat, kääntölapaporat, kalvimet sekä väljentimet. Avarrustöihin hankitaan usein erikoistyökaluja, joilla tarkat toleranssireiät koneistetaan. Kierteitystyökalut kuuluu myös työkaluasetukseen sekä kevennysten koneistamiseen suunniteltuja erikoistyökaluja.

(Aalonen & Andersson & Kauppinen 1997, 231-237).

2.4 Työkalumakasiini

Kaikissa koneistuskeskuksissa ei ole vakiona työkalumakasiinia, vaan se on saatavana lisävarusteena. Työkalumakasiinit ovat ketjutyyppisiä tai rumputyyppisiä. Työkalupaikkoja on makasiinissa noin 20-150 kappaletta. Miehitämättömät työkaksot edellyttävät tärkeille avaintyökaluille varatyökalut. Työkalumakasiineja on niin ikään torni-, kasetti- ja kiekkomallisia. (Aaltonen & Andersson & Kauppinen 1997, 231-237).

2.5 3-D Kosketusanturi

Työkappaleen paikoittamisen ja yksinkertaisin kappaleen mittatarkastuksiin käytetään kosketusantureita. Kosketusanturit kiinnitetään työstökoneen karalle. Kosketusanturit havaitsevat kosketuksen työkappaleen pinnasta. Anturi siirtää signaalia langattoman infrapunavalon avulla tai kaapelia pitkiin.

2.6 Turvallisuus

Työstökeskuksilla turvallinen työskentely vaati riittäviä perustietoja ja taitoja koneen käytöstä. Lähtökohtana on työympäristön piilevien vaarojen tunnistaminen ja riskienhallinta. Tämä mahdollistaa välttämään työtaturmat ja läheltä piti -tilanteet sekä pitämään tuotanto jatkuvasti käynnissä

Työstökeskukset täytyy suojata sekä lastuamismesteen että lentävien lastujen vuoksi, sen takia koneistuskeskukset on vuorattu suojalevyillä. Suojat vaimentavat myös työstömelua.

3 UUDEN KONEISTUSKESKUKSEN HANKINNAN LÄHTÖARVOT

Yritykseen hankitaan uutta koneistuskeskusta Kaarinan yksikköön, koska uuden tuotteen valmistusprosessi vaatii uuden laitteiston. Uudella koneistuskeskuksella haetaan uusia työstövaiheita tuotteelle firman sisällä, sillä kyseiset konekeskukselle kuuluvat työvaiheet on työstetty aikaisemmin alihankkijoilla.

3.1 Uuden koneistuskeskuksen hyödyt yritykselle

Uuden työstökeskuksen myötä voidaan saavuttaa yritykselle seuraavat asiat:

- tuotantokapasiteetin nousu
- läpimenoaikojen lyhentäminen
- kustannusten vähentäminen
- toimintavarmuus

Koneistuskeskukseen investoimalla saadaan lokalisoitua lisää työvaiheita omalle firmalle. Valmistusprosessin läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä kuljetustarpeen kadotessa alihankkijoiden ja yrityksen välillä. Samalla voidaan sijoittaa koneistuskeskus jo olemassa olevalle linjalle, joten työvaiheiden välinen viiveaika minimoituu ja valmistusprosessi kulkeutuu sujuvammin.

Kustannuksia voidaan minimoida paljon, koska kuljetuskustannuksia ei enää tule. Menekin määrää voidaan kasvattaa suhteessa uuden koneistuskeskuksen tuotantokapasiteettiin. Töiden siirtyessä omalle firmalle saadaan varmempi laadunvalvonta ja työprosessin toiminnan säätö.

4 NAPASYDÄN

Sähkömoottorit ovat hyvin yksinkertaisia rakenteeltaan. Ne sisältävät pyörivän roottorin akseleineen, staattorin käämityksineen, laakeroinnin, rungon ja liitännän.

Toiminta perustuu magneettikenttään ja siellä olevan virrallisen johtimen väliseen vuorovaikutukseen. Staattoriin paikoitettujen kuparikäämitysten ja verkkotaajuudella muuttuvan vaihtovirran kanssa voidaan induktiolain mukaisesti indusoida virta roottoriin. Näin ollen roottoriin syntyy induktiolain mukainen virta, joka omalla vuorollaan aiheuttaa magneettikentässä voimavaikutuksen ja pakottaa roottorin pyörimään magneettikentän mukana. (Power & Automation, 2009).

Roottorin runko koostuu akselista ja vahvistetusta napasydämmestä. Napasydän (Kuva 3) kootaan meistetyistä levyistä, jotka puristetaan lujaksi paketiksi. Napakäämitys tehdään joko muottikuparista vääntämällä tai käämillä kuparilangasta. Pinnassa oleviin uriin asennetut kuparisauvat muodostavat navan vaimennuskäämityksen. Kuparisella oikosulkurenkalla sauvat on oikosuljettu kummassakin päässä. (Haapakoski. 2001,48)

4.1 Napasydämen koneistus

Valmiin asennuskuntoisen napasydämen kiinnittämisessä roottorikeskukseen käytetään kolmea pääperiaatteellista kiinnitystapaa, joista johtuen napasydän on koneistettava. Kiinnitystavat ovat: Lohenpyrstökiinnitys ja päältä pultattava kiinnitys sekä alta pultattava kiinnitys.

4.1.1 Lohenpyrstökiinnitys

Lohenpyrstökiinnityksessä navan kiinnitysosa keskukseen on lohenpyrstömäinen. Keskuksessa on vastaava ura johon, navan kiinnitysosa asetetaan ja kiilataan aksiaalisesti kahta vastakkaista kiilaa käyttäen paikalleen.

Tässä navan kiinnitysmallissa pyrstön koneistus suoritetaan yleensä vasta käämin asentamisen jälkeen, jolloin käämi on koneistuksen ajaksi suojattava lastuamiselta.

4.1.2 Päältä pultattava kiinnitys

Päältä pultattavassa napasydämmessä koneistus tehdään läpiporaamalla. Piirustuksen mukaan koneistetaan reikä napasydämen läpi sekä tehdään napakengän puolelle kuusiokolopultin kantaa varten upotettu tasoporaus. Kuva 3 esittää päältä pultattavan kiinnityksen.

4.1.3 Alta pultattava kiinnitys

Alta pultattavassa navassa navan akselin puoleiselle sivustalle eli napasydämen pohjaan tehdään piirustuksen mukaisia kierrereikiä. Näihin kierrereikiin kiinnitetään myöhemmässä vaiheessa navan vaarnaruuvit, jotka napaa roottorikeskukselle asennettaessa tulevat keskuksen läpi.



Kuva 3. Napasydän kiinnitettynä roottorin akseliin. (http://i0.wp.com/qcaptain.com/wp-content/uploads/2015/06/IMG_1209.jpg)

5 KONEEN SOPIVUUDEN MÄÄRITTELY

Uutta koneistuskeskusta valittaessa koneen tulee olla toiminnoiltaan käyttökelpoinen. Ylimääräisiä hienouksia ei tarvitse harkita, koska se tekee koneesta hankalan käyttää ja se näkyy heti hinnassa. Koneistuskoneella tehtävät työt ovat suurten kappaleiden käsittelyä ja sarjatuotantoa. Sarjatuotannon laatuun vaikuttaa koneen pikaliikenopeus, työkalunvaihto-aika ja koneen tehot.

Koneistuskeskusta tullaan mitoittamaan suuren työkappaleen mukaan, joka on mitoiltaan 3300 x 300 x 300 mm. Kappale kiinnitetään työpöytään vaaka-asennossa johtuen kappaleen suuresta x-suunnan mitasta.

Työkalun etäisyys työkappaleesta, kiinnittimien pituus ja korkeus on huomioitava. Koneistuskoneen muut ominaisuudet, jäädytysjärjestelmä, työkalumakasiini ja ohjausjärjestelmä määrittyvät työkappaleiden työstövaatimusten mukaan.

Koneeseen tarvittavat ominaisuudet ja lisävarusteet selvitetään maahantuojien koneenedustajien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Akselien määrä, liikematkojen pituus, suurin työkalun pituus ja pöydän mitat määriteltiin suurimman työstökappaleen mukaan.

5.1 Työstökoneen valintaan vaikuttavat ominaisuudet

Työstökoneen valinnassa tulee huomioida koneen oma teoreettinen kyky nostaa kapasiteettiä ensimmäisen vuoden jälkeen. Huomioitavia seikkoja tässä ovat koneen nopeuteen vaikuttavat tekijät: liikenopeudet, työkalunvaihtoajat ja karamoottorin kierrokset. Koneella tehdään sarjatuotantoa, joten nopeus ja työn sujuvuus ovat suurimmat tekijät.

5.2 Työstökaran määrittely

Karatyypeiksi voidaan valita joko vaaka tai pysty. Suurirunkoisen pystykaraisen koneen etuna on helppo kappaleen vaihto ja tukeva pöytä. Kappale ei liiku, vaan kara suorittaa pitkittäisliikettä työstön aikana. Suurin etu pystykaraisella koneella on se, että työstettäviä kappaleita voi samanaikaisesti olla jopa neljä. Tämä nelinkertaistaa tuotantokapasiteetin. Projektin kohteessa pystykaraisen työstökoneen valinta vaatii neljän lisäakselin käyttöä, mikä tässä tapauksessa on kääntyvä kulmapää.

Vaakakarainen konenimi kuvaa konetyyppiä erittäin hyvin, sillä koneen kara on vaaka-asennossa. Koneen kara tekee Z-suuntaista liikettä ja pöytä X- ja Y-suuntaista liikettä. Vaakakaraisten koneiden etuna on se, että ne sopivat suurille porausmäärille lastujen tehokkaan poiston vuoksi. Painovoima auttaa lastujen ja nesteen poistossa ilman suurta painetta läpikarajäähdytykselle. Vaakakaraisissa työstökoneissa tarvitaan suuret alat, jotta työstökappaletta voidaan työstää eri kulmissa. Tämä johtaa siihen, että vaakakaraisen työstökonekeskuksen kokonaispinta-ala kasvaa hyvin suureksi.

5.3 Työstökonekeskuksen liikematkat

Akselien määrä ja liikematkat määritellään konetyyppien mukaisesti. Kaikki mahdolliset työstökappaleiden ja työkalujen mitat ja asennot täytyy ottaa huomioon akselien liikematkojen määrittämisessä.

Pystykaraisessa kulmapäisessä koneessa x-akselin mitaksi riittää suurimman työstettävän kappaleen pituus. Työstökappaleen työstön vaatimuksille riittää kolme akselia.

X-akseli: 4000 mm

Y-akseli: 1000 mm

Z-akseli: 1000 mm

Vaakakaraisessa koneessa akselien määrä määriteltiin kaikkien työstökappaleiden työstövaatimukset huomioon ottaen. Vaakakaraisella koneella tarvittava integroitu pyörivä apupöytä mahdollistaa kappaleiden työstön kaikissa kulmissa.

X-akseli: 4000 mm

Y-akseli: 1600 mm

Z-akseli: 1600 mm

5.4 Kulmapää pystykaraiselle työstökoneelle

Kulmapää on työväline, joka kiinnitetään koneeseen. Kulmapäällä voidaan työstää työstökappaletta eri kulmissa.

Kulmapää-osa tulee lisävarusteina koneistuskoneille, koska se mahdollista työkalun kääntöä 90 astetta kummallekin puolelle. Eli kulmapäällä saadaan kaksi lisä-akselia koneeseen. Kulmapää on pystykaraiselle ratkaisulle ehdoton, koska se mahdollistaa pääsyn myös työstökappaleen pätyihin.

Lisävarusteina saa joko manuaalisen tai automaattisen kulmapään. Automaattinen kulmapää on työstön ajalle edullinen ja, se on helposti ohjelmoitavissa.

5.5 Työkalumakasiini

Työkalumakasiini ei ole koskaan liian suuri kapasiteetiltaan, mutta kalliin hankinnan ja tilarajoitteen takia kapasiteetiltaan suuret 60 - 120 kpl:n työkalumakasiinit putoavat pois yrityksen hankintavaihtoehtoista. Keskukselle valitaan makasiini maksimaalisen tilan hyötykäytön perusteella. Valintaan tulee huomioida tilalle sopivin ja edullisin vaihtoehto niin, että sen kapasiteetti on riittävä yleisimmille työstöprosesseille.

Työstettävä kappaleen työkalutarve on 26 kappaletta, joten tässä tapauksessa 40 paikkainen työkalumakasiini on optimaalinen valinta. Jos mahdollisesti koneistuskeskuksen kapasiteetti riittää muiden kappaleiden valmistuksen, niin työkalumakasiinin jää vielä tilaa 14 työkalupaikkaa. Työkalumakasiinille on edullista jättää kapasiteettiä mahdollisille lisätyökaluille, ettei siitä tule projektille rajoittava tekijä.

5.6 Ohjausjärjestelmä

Haidenhain on yksi yleisimmistä ohjausjärjestelmistä. Haidenhain ohjaus on selkeyden ja manuaalikäyttöominaisuuksien vuoksi sopiva ratkaisu koneistuskeskukselle. Nämä ominaisuudet ovat hyvin tärkeitä ominaisuuksia hankittavassa koneessa. Haidenhainilla on paljon hyviä ominaisuuksia, joka tekee ohjelmoinnista helppokäyttöisen. Sarjatuotannossa ohjausjärjestelmä voi olla yksinkertainen, koska ohjaus tehdään vain kerran. Kaikki ohjausjärjestelmät ovat tässä tapauksessa suositeltavia.

5.7 Muut huomioitavat asiat

Työstökoneen maahantuojalta tarvitaan huolto- ja varaosapalvelu. Nopea ja hyvin toimiva huolto pitää varmistaa. Näin saadaan nopeammin ulkomaalaisen koneen korjauspalvelu paikalle konerikon sattuessa. Näin voidaan myös minimoida suomenkielisten työntekijöiden ja ulkomaalaishenkilökunnan välillä aiheutuvia mahdollisia väärinymmärryksiä kommunikoinnissa tai turvallisuusmääräyksissä.

6 KONEISTUSKESKUKSEN KARTOITUS

Sopivien konevaihtoehtojen ja konetoimittajien löytäminen ei ollut mitenkään haastavaa. Suurin osa konetoimittajista löytyi internetin välityksellä ja osa tuttujen kautta. Etsinnät sijoittuivat vähemmän ulkomaalaisten konetoimittajiin ja enemmän kotimaisiin konetoimittajiin, koska yhteydenpito on helppoa. Konetoimittajiin lähestyttiin puhelimitse sekä sähköpostitse. Sopiva konevaihtoehto kartoitettiin käytyjen palaverien pohjalta.

Kotimaiset konetoimittajat:

Marno Miettinen

Makrum Oy

Hermiankatu 8 D

33720 Tampere

puh. 010 239 3388

gsm. 050 466 0775

marno.miettinen@makrum.fi

www.makrum.fi

Mikko Halttunen

Product Manager / Lastuavat koneet

Vossi Group Oy

Osuusmyllynkatu 3, 33700 Tampere, Finland

Tel. +358 (0)10 8200 502

mikko.halttunen@vossi.fi

www.vossi.fi

6.1 Vaihtoehdot

YCM-NDC3018B-AHC

Makrum Oy edustama YCM eli Yeong Chin Machinery on Taiwanin työstökonevalmistajien joukossa kärkipäässä. Työstökone on rungoltaan portaali, joka sopii hyvin pitkien kappaleiden käsittelyyn sekä monipuoliseen työstöön. Kookkaan työpöydän ansiosta voidaan kiinnittää kolme työkappaletta samanaikaisesti. Tehokkaan 90 asteen kulmapäällä päästään myös työstämään molemmat päädyt. Kulmapäällä savutetaan reilu 4000 kierrosta minuutissa ja kulmapää kääntyy 5 asteen välin.

Koneen tärkeimmät tekniset tiedot

Ohjausjärjestelmä	FANUC MXP-200FA
Pöydän koko	3000x1500mm
Maksimikuormitus	10000kg
X-akselin liike	3200mm
Y-akselin liike	1500mm
Z-akselin liike	762mm
Työkalumakasiini	40 työkalua(lisävarusteena 60)
Maksimi työkalun paino	20kg
Maksimi työkalunpituus	350mm
Maksimi työkalun halkaisija	125mm
Läpikaranjäähdytys	20bar(säiliö 600L)

Sanco SDL-3216

Maketek Oy maahantuo FFG Sancon valmistamaa portaalikoneistuskeskusta Heidenhain ohjauksella. FFG (Fair Friend Group) on ylivoimaisesti suurin työstökoneiden valmistaja Taiwanista. FFG Groupiin kuuluvat mm sellaiset työstökoneimerkit kun Sanco, Leadwell, Equiptop ja Ecoca. Lisäksi heidän brändejään / merkkejään ovat muutamit eurooppalaiset, kuten Italiasta Jobs, Sachman, Sigma ja Rambaudi.

Kone on hyvin tehokas, karamoottorille saadaan tehoa 30 kW ja vääntömomenttia 662 Nm. karanopeutta saavutetaan 6000rpm, mutta 2,5 asteen indeksin automaattinen kulmapää rajoittaa nopeutta 4500rpm:n.

Koneen tärkeimmät tekniset tiedot

Ohjausjärjestelmä	Heidenhain iTNC 530
Pöydän koko	3000x1400mm
Maksimikuormitus	9000kg
X-akselin liike	3200mm
Y-akselin liike	1400mm
Z-akselin liike	1200mm
Työkalumakasiini	40 työkalua(lisävarusteena 60)
Maksimi työkalun paino	20kg
Maksimi työkalunpituus	350mm
Maksimi työkalun halkaisija	125mm
Läpikaranjäähdytys	20bar(säiliö 450L)

MicroCut HBM-4

Riikone Oy maahantuoma Aarpora Microcut on taiwanilaisen Buffalo Machineryn valmistama avaruskone. Koneita on Suomessa 17 kappaletta. Laadun suhteen kone on lähimpänä yrityksen vaatimuksia. Koneelle on vakiona suunniteltu maksimi työkalupituus 300mm, joka on 50mm lyhempi kuin tarvittava työkalupituus. Toinen puute on jäähdytysnesteen säiliö, jonka kapasiteetti on vaan 100 litra.

Hinnaltaan aarpora on kilpailukykyinen ja koneessa on helppo asennus, koska se ei tarvitse erillistä petiä.

Tärkeimmät koneen tekniset ominaisuudet:

Ohjausjärjestelmä	Heidenhain TNC 530iHSCI+ HR 410
Pöydän koko	1250 x 1500mm
Maksimikuormitus	5000kg
X-akselin liike	2200mm
Y-akselin liike	1600mm
Z-akselin liike	1600mm
Työkalumakasiini	60 työkalua
Maksimi työkalun paino	20kg
Maksimi työkalunpituus	400mm
Maksimi työkalun halkaisija	125mm
Läpikaranjäähdytys	70bar(säiliö 100L)

6.2 Vaihtoehtojen valinnan perusteet

Keskusvaihtoehtojen valinta perustuu markkinoilla olevien koneiden ja tarpeeseen soveltuvaan ihanteellisen koneen väliseen vertailuun. Valintaan vaikuttaa myös hinta/hyötysuhde, jota ei ole vertailutaulukoissa huomioitu. Vaihtoehdot ovat kartoitettu taulukoiden 1-3 perusteella. Taulukoissa kullekin koneelle on asetettu vaatimukset, joita koneet täyttävät tai eivät täytä. Koneiden ominaisuudet ovat tasonsa mukaan lajiteltu värikoodien perusteella. Värikoodi punainen kuvaa yhden pisteen minimiä ja vihreä neljän pisteen maksimia ominaisuuksien tasossa. Harmaa ja keltainen kuvaavat kahden ja kolmen pisteen väliä. Neljällä pisteellä täytyy koneen ihanteellinen taso, kolmella pisteellä taso on hyvä, kahdella pisteellä välttävä ja yhdellä pisteellä huono.

Taulukko 1:ssä on esitetty maksimipisteytys vaatimusten suhteen. Maksimi pistemääräksi tulee 104. Taulukon vasen laita koostuu ominaisuuksista, jotka nähdään koneelle tarpeelliseksi. Taulukko on pisteytykseltään tehty ihanteelliseksi ja mallikelpoiseksi.

Taulukko 2:ssa ja 3:ssa on vertailtu keskuksia taulukko 1:n mukaisesti. Vertailussa parhaiten pärjäivät Makrumin YCM-NDC3018B-AHC. Huonoiten pärjasi DMG MORI Finlandin DMG 206/7. Luonnolliseksi vaihtoehdoksi parhailla pisteillä valittiin Makrumin keskus. Maketekin Sanco SDL-3216 ja Riikonen MicroCut HBM-4 valittiin vaihtoehdoksi erittäin edullisen hinta/hyötysuhteen vuoksi. MicroCut täyttää hyvät ominaisuudet hintatasoonsa nähden.

Taulukko 1 Esimerkkitaulukko.

		Värikoodit						
		1	2	3	4			
	Yksikkö				Pisteet	Pystykarainen	Vaakakarainen	
Maa			Japani	Japani	2..4	4	4	
Tyyppi			vaakakarainen	pystykarainen	2..4	4	4	
Rakenne			Avarrus	Portaali	2..4	4	4	
Ohjaus			Haidenhain	Haidenhain	1..4	4	4	
X	mm		3000	3000	1..4	4	4	
Y	mm		1500	1500	1..4	4	4	
Z	mm		1200	1200	1..4	4	4	
W			550	Ei			4	
Pöytä	mm	Kiinteä pyörivä	1500x1500	3000x1500	1..4	4	4	
Max.kuormitus	kg		5000	5000	1..2	4	4	
Karan teho	kw		30	30	1..4	4	4	
Karan kierroksia	rpm		6000	6000	1..4	4	4	
karan vääntö	Nm		800	800	1..4	4	4	
Työkalumakasiini	Kpl		40	40	1..4	4	4	
Työkalun vaihto	s		10	10	1..4	4	4	
Max.työkalun halkaisija	mm		125	125	1..4	4	4	
Max.työkalun paino	kg		20	20	1..4	4	4	
Max.työkalu pituus	mm		400	4000	1..4	4	4	
Läpikaranjäähdytys		Paine(bar)	40	40	1..4	4	4	
		Säiliö(litra)	600	600	1..4	4	4	
Paikoitustarkkuus	mm		0,3	0,3	1..4	4	4	
Pikaliikenopeus	m/min		40	40	1..4	4	4	
Kulmapää	Aste	Indeksi	Ei	2,5	1..4	4		
	rpm	karan nopeus	Ei	40000				
Huolto/tuki			Kyllä	kyllä	1..4	4	4	
Takuu	kk		12	12	1..4	4	4	
Koneen-ala	mm		8000x5000	8000x5000	1..4	4	4	
Kappalen kapasiteetti	kpl		4	4	1..4	4	4	
						104	104	

Taulukko 2 Koneenominaisuuksien vertailu

			Vertailutaulukko				
	Yksikkö						
Maa			Saksa/Japani	Taiwan	Taiwan	Taiwan	Taiwan
Malli			DMF 206/7	DMV 3021	YCM-NDC3018B-AHC	Sanco SDL-3216	Hartford HSA323EA
Tyyppi			Pystykarainen	Pystykarainen	Pystykarainen	Pystykarainen	Pystykarainen
Rakenne			Kotelo	Portaali	Portaali	Portaali	Portaali
Ohjaus			Siemens	Haidenhain	Fanuc	Haidenhain	Haidenhain
X	mm		2600	3200	3000	3000	3000
Y	mm		700	2200	2200	1400	2300
Z	mm		700	1100	762	1200	1200
W			Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Pöytä	mm	Kiinteä	2.900x700	3000x1700	3000x1500	3000x1400	3000x2200
		pyörivä	On	Ei	Ei	Ei	Ei
Max.kuormitus	kg		2100	11000	10000	9000	10000
Karan teho	kw		23,5	25	26	30	25
Karan kierroksia	rpm		20-8000	6000	6000	6000	6000
karan vääntö	Nm		315	660	661	662	660
Työkalumakasiini	Kpl		30	40	40	40	40
Työkalun vaihto	s		7,6	8	10	8	118
Max.työkalun halkaisija	mm		80	200	125	125	125
Max.työkalun paino	kg		8	15	20	20	20
Max.työkalu pituus	mm		300	350	350	350	400
karanläpikäädähdys		Paine(bar)	40	20	20	20	50
		Säiliö(litra)	600	880	600	450	1190
Paikoitustarkkuus	mm		0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Pikaliikenopeus	m/min		40	15	20	15	18
Kulmapää	Aste	Indeksi	2,5	2,5	5	2,5	5
	rpm	karan nopeus	4500	3500	4000	4000	2500
Huolto/tuki			Kyllä	kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Takuu	kk		18	12	12	12	12
Koneen-ala	mm		6397x4609	10000mmx6000	9800x5571	8450x6000	9067x5340
Kappalen kapasiteetti	kpl		1	4	3	3	4
		Pisteet	93	105	106	103	103

Taulukko3 Koneenominisuuksien vertailu

			Vertailutaulukko				
	Yksikkö						
Maa			Espanja	Espanja	Korea	Taiwan	Taiwan
Malli			TX1S-MGX8	TX1S-MGX8	HYUNDAI KBN135C	MicroCut HBM3	MicroCut HBM3
Tyyppi			Vaakakarainen	Vaakakarainen	Vaakakarainen	Vaakakarainen	Vaakakarainen
Rakenne			Avarrus	Avarrus	Avarrus	Avarrus	Avarrus
Ohjaus			Haidenhain	Haidenhain	Fanuc	Haidenhain	Haidenhain
X	mm		2000	3000	4000	2000	2200
Y	mm		1500	1500	2000	1700	1600
Z	mm		1500	1500	2000	1200	1600
W			600	600	700	550	500
Pöytä	mm	Kiinteä pyörivä	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
			1250x1600	1250x1600	2000x1800	1500x1250	1500x1250
Max.kuormitus	kg		8000	8000	10000	5000	5000
Karan teho	kw		37	37	37	30	30
Karan kierroksia	rpm		3000	3000	2500	3000	3000
karan vääntö	Nm		1640	1640	2610	1200	1200
Työkalumakasiini	Kpl		30	30	60	60	60
Työkalun vaihto	s		15	15	22,5	9	9
Max.työkalun halkaisija	mm		300	300	125/250	125	125
Max.työkalun paino	kg		35	35	20	25	25
Max.työkalu pituus	mm		600	600	600	400	400
karanlämpijäähdytys		Paine(bar)	20	20	20	70	70
		Säiliö(litra)	1500	1500	500	100	100
Paikoitustarkkuus	mm		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05
Pikaliikenopeus	m/min		30	30	10	10	10
Kulmapää	Aste	Indeksi	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
	rpm	karan nopeus	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Huolto/tuki			Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Takuu	kk		12	12	12	12	12
Koneen-ala	mm		6200x6700	6200x6700	8000x8370	6950x4600	7750x4700
Kappalen kapasiteetti	kpl		2	2	2	2	2
		Pisteet	100	101	102	97	97

7 INVESTOINTI

Investoinnin ideana on sijoittaa suuria rahasummia pitkäksi aikaa joihinkin kohteisiin. Yrityksellä pitää olla menoja jotta, saadaan tuloja. Tässä vaiheessa kaikki kulutetut rahat voidaan pitää investointeina tulon saamiseksi. Investoinnin ja menojen välillä ei ole oikeastaan eroja, ainoastaan aste-ero. Menoilla tarkoitetaan pieniä summia kun taas investoinnilla tarkoitetaan suuria summia. Investoinnin käsite perustuu myös siihen, että tulojen odotusaika on pitkä. Tällöin mukaan tule uusi tekijä: aika. Pitkä sitoutumisaika tuo investointeihin mukanaan riskejä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 206.)

Investoinneilla on suuri liiketaloudellinen osa, ja niissä saattaa olla kyse koko yrityksen tulevaisuudesta. Huonosti ajoitetut investoinnit ovat kaataneet lukuisia yrityksiä, koska ne ovat epäonnistuneet. Investoinnilla voidaan luoda toimilla mahdollisuudet. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 206.)

Kokonaisinvestointi sisältää koneen hinnan lisäksi muun muassa seuraavia kustannuksia: lattian muokkaus, sähköistys, paineilma, valaistus, asennus ja koulutuskuluja. Nämä kustannukset ovat pakollisia kustannuksia koneen käyttöönottoasennuksessa.

7.1 Investointilaskelmien teoria

Yritysjohdolla käytetään investointilaskelmia apuvälineenä selvittääkseen investointihankkeen edullisuuden. Laskelmat perustuvat markkinoista, investoinnin aiheuttamista kustannuksista ja tuotoista sekä pääomatarpeesta hankittuihin tai arvioituihin tietoihin. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 217.)

Useasti käytetyt investointilaskelmamenetelmät ovat:

- nykyarvomenetelmä
- annuiteettimenetelmä
- sisäisen korkokannan menetelmä
- takaisinmaksuajan menetelmä

7.2 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä diskontataan kaikki investoinnista johtuvat tulot ja menot nykyarvoksi. Tämän summan lisätään myös diskontattu jäännösarvo. Jolloin voidaan verrata nykyarvo hankimiseen.

Investointi on kannattava kun yhteen laskettu summa on positiivinen. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 218.)

7.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmä on käänteinen nykyarvomenetelmälle. Tarkoittaa sitä, että investoinnin kustannus jaetaan pitoajan vuosille tasaeriksi eli annuiteeteiksi. Investoinnista on kannattava jos vuosittaiset nettotulot ovat yhtä suuret tai suuremmat kuin vuosittaiset kustannukset eli annuiteetit. (Neilimo&Uusi-Rauva 2005, 218.)

7.4 Sisäisen korkokannan menetelmä

Nettonykyarvo on nolla, kun mukaan lasketaan sisäinen korkokanta. Sisäistä laskentakorkokantaa käyttäen investoinnissa perushankintakustannus on yhtä suuri, kun investoinnista kertyvien nettotuottojen nykyarvo. investointi on kannattava kuin sisäinen korkokanta on vähintään tavoitteeksi asetettu pääomatuotto. investointivaihtoehdoista kannattavin on se, joka sisäinen korkokanta on suuri. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 218.)

7.5 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmä tarkoittaa sitä, missä ajassa investoinnin nettotuotot ylittävät hankintakustannukset. Laskennallisen helppoutensa ansioista se on yleisin käytetty laskentamenetelmä. Takaisinmaksuajan menetelmän mukaan kannattavimmat investoinnit ovat ne investoinnit, josta voitto kertyy nopeasti. Takaisinmaksuaika on perushankintakustannus jaettuna vuotinen nettotuotto.

7.6 Tarjoushinta

Koneiden tarjoushinnat saatiin laitevalmistajien edustajilta. Tarjoushinnat sisältävät lisävarusteet sekä koneen kuljetuksen, asennuksen, käyttöönoton ja käyttökoulutuksen.

7.7 Juoksevat kulut ja tuntikustannukset

Juokseviksi kuluiksi laskettiin vuosittainen huolto, varaosat, vakuutukset ja sähkökulutus. Kaikissa kuluissa käytettiin pohjana laskettuja vuosittaisia keskiarvoja.

7.8 Muut kustannukset

Työntekijäkustannukset saatiin työntekijöiden keskituntiansioista ja lisätyistä sosiaalikulusta.

7.9 Nykyarvomenetelmä

Vaihtoehtoisille koneistuskeskuksille käytetään nykyarvomenetelmän laskuissa koneen edustajilta saatu tarjoushinta. Nettotulot on laskettu vuosisesta bruttotulosta vähennettynä työtuntikustannukset. Investoinnin pitoajaksi asetettiin kymmenen vuotta ja jäännösarvon oletetaan olevan viimeisen vuoden lopussa 30 prosenttia. Investoinnin kannattavuus lasketaan, kun laskentakorkokantana on 5 prosenttia.

Investointilaskelmista todettiin yhteenlaskettujen tuottojen arvon olevan suurempi kuin investoinnin kustannus. Näin ollen investointi on kannattava nykyarvomenetelmällä kaikille vaihtoehtoisille koneistuskeskuksille.

7.10 Takaisinmaksuajan menetelmä ja vertailu

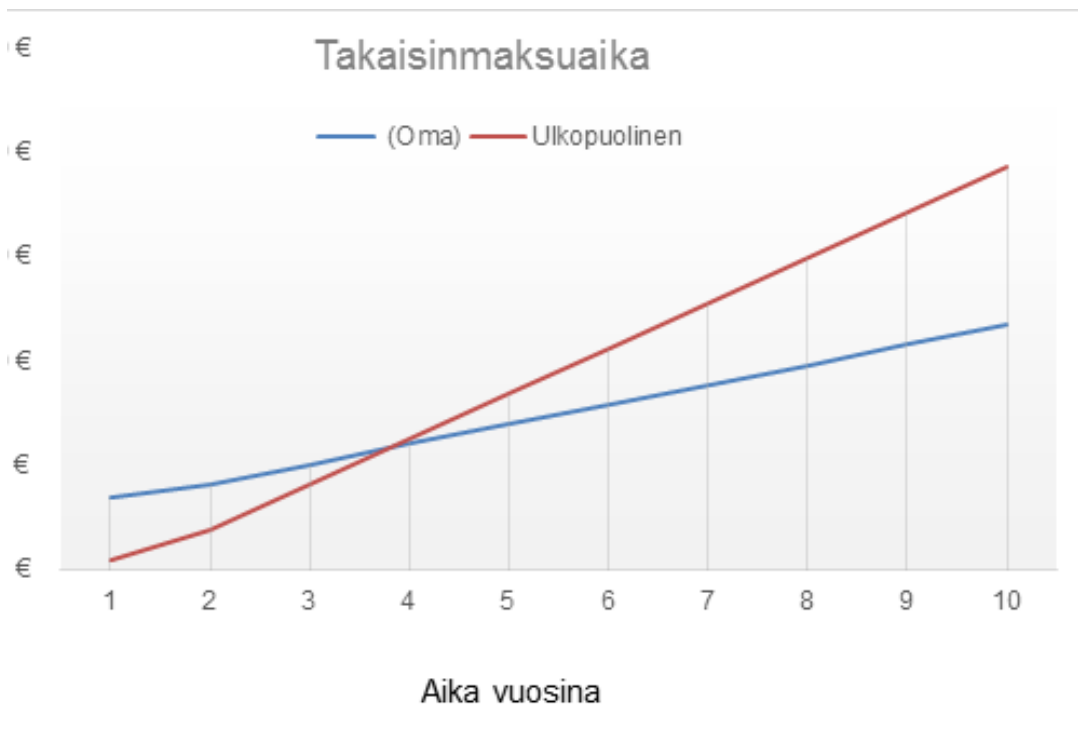
Kannattavuuslaskelmat suoritettiin tekemällä jokaisesta hankinnasta graafinen kuvaaja, jossa oman hinnan lähtöarvona käytettiin ostohinnan ja nykyisen myyntiarvon erotusta. Huomioon otettiin kaikki jatkuvat kustannukset: vuotuiset huollot, korjaukset ja vakuutukset. Yrityksen omalle työntekijälle laskettiin keskituntiansio sosiaalikuluneen. Ulkopuolisten koneiden tuntihintana käytettiin eri yrityksiltä saatujen ja omassa käytössä olevien tuntihintojen keskiarvoja. (Vilkula 2005,19.)

Takaisinmaksutaulukot 4-6 perustuvat oman yrityksen ja ulkopuolisten yrityksen pitoajalle ulottuvaan kustannuksien vertailuun.

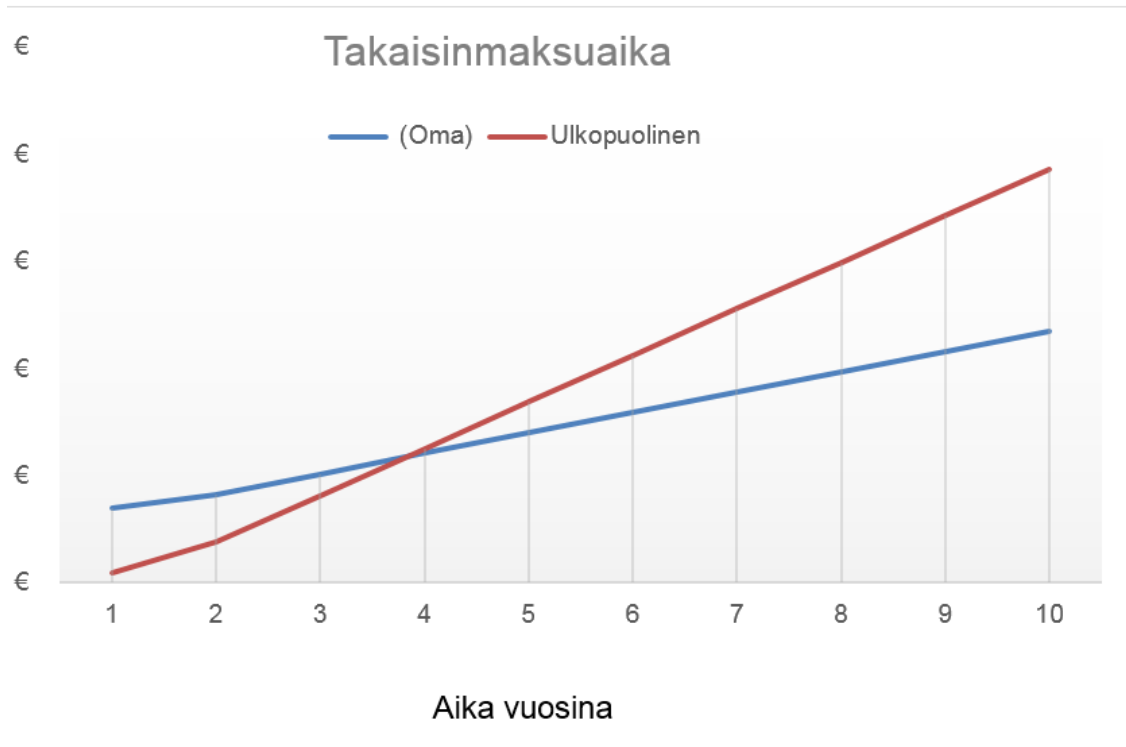
Ensimmäisen vuoden kustannukset ovat paljon suuremmat, kuin ulkoistetuilla koituvat kustannukset omien investointikustannusten vuoksi. Neljän vuoden aikana kustannukset ovat vielä paljon suu-

remmat sisäistetyllä työllä, kuin ulkoistettua käyttäessä. Myös saman ajan jälkeen ulkoistettujen kustannuksien trendi on suurempi, kuin sisäistetyllä työllä. Taulukoista voidaan todeta, että kymmenen vuoden aikana sisäistetty työ on edullinen.

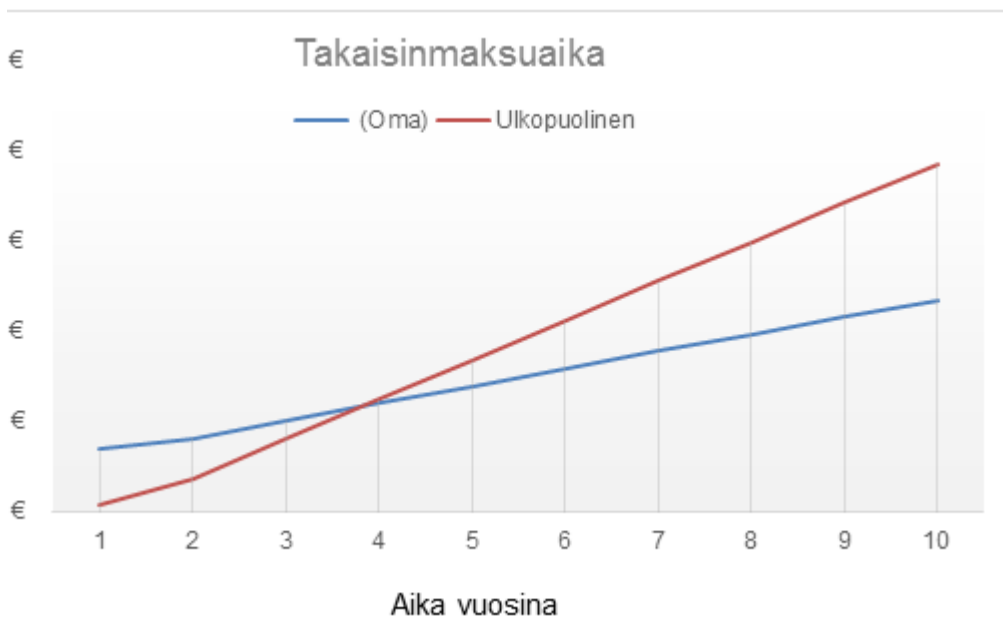
Taulukko 4 YMC-NDC3018B-AHC Takaisinmaksuaika



Taulukko 5 Sanco SDL-3216 Takaisinmaksuaika



Taulukko 6 Microcaut HBM-4 Takaisinmaksuaika



8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli kartoittaa yritykselle sen tarve ja valmius konehankinnalle. Alussa mietittiin erilaisia konevaihtoehtoja, muun muassa pitkäjyrsinkonetta, käytettyä koneistuskeskusta sekä uutta koneistuskeskusta. Pitkäjyrsinkone ei soveltunut yrityksen tarpeisiin, koska koneistettava kappale on vaativa ja tarvitsee suuria tehoja. Pitkäjyrsinkoneen kapasiteetti riittää vain yhden kappaleen koneistamiseen kerralla.

Käytetyt koneistuskeskukset eivät ole kannattavia, koska koneille on kertynyt paljon työtunteja ja hinnalla ei ole suurta eroa uuteen koneeseen. Näiden pohdintojen jälkeen valinta kohdistui uusiin koneistuskeskuksiin.

Koneenedustajille lähetettiin kysely, jonka perusteella kartoitettiin eri konevaihtoehtoja yritykselle.

Pienten koneistettavien kappaleiden suuren volyymin vuoksi mietimme myös kahden metrin X-liikkeen koneistuskeskuksia. Kahta metriä suuremmat kappaleet ulkoistettaisiin. Vertailtaessa pienten ja suurten koneiden hintoja voidaan todeta, että hinnat ovat lähellä toisiaan. Tähän lisäksi tuleva suurempien kappaleiden ulkoisen työn kustannus tekee vaihtoehdosta kannattamattoman.

Sopivien tarjousten perusteella laskettiin investoinnin kannalta investointilaskelmat. Koneenhan- kinta oli kannattavaa niin kauan kuin tuotanto olisi suurempi kuin tämänhetkinen tuotanto. Tämän- hetkisen tuotannon perusteella ulkoistettu työ on hyväksyttävä vaihtoehto.

Konekustannukset eivät ole ainoa huomioonotettava asia, vaan huomioon pitää ottaa myös tuotan- totilat. Tärkeitä asioita ovat myös työvoimaa, palkkoja ja koulutusta koskevat asiat.

Valmistusprosessin läpimenoajan lyhentäminen on teollisuudessa hyvin tärkeää. Läpimenoajan ly- hentäminen nykyisestä tuotantolinjasta ei ole mahdollista millään muulla tavoin kuin hankkimalla yritykselle oma koneistuskeskus.

Opinnäytetyössä selvitettiin tarve, konevaihtoehtoja sekä investoinnin kannattavuus. Kannattavaksi hankinnaksi osoittautuivat kaikki koneet ja suhteellisen lyhyellä pitoajalla päästään tuloksiin.

LÄHTEET

Antti Kortelainen, Power & Automation 3/2009

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/9324577570fc2313c125765e002bfcd2.aspx>

Haapakoski,P. 2001. Vesivoimalaitosten rakenneratkaisut. Opinnäytetyö. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu, Sähkö-ja energiatekniika.

Keinänen,T & Kärkkinen, P. 2009.Konetekniikan perusteet. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy

Vilkkula,O. 2001. Työstökoneen hankinta. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniika.

Kuvalähteet

<https://wiki.aalto.fi/download/attachments/25825184/pbp.gif?version=1&modification-Date=1226438885000&api=v2>

<http://www.lily.fi/sites/lily/files/user/8404/2013/05/nettonykyarvomenetelma.gif>

http://i0.wp.com/gcaptain.com/wp-content/uploads/2015/06/IMG_1209.jpg

http://www.heidenhain.nl/uploads/pics/pi_TS440_18073.jpg

Liitteet

8.1 Liite 1 Diskonttaustaulukko

Diskonttaustekijä $1/(1+i)^n$											
n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %	13 %	14 %	15 %
1	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091	0,9009	0,8929	0,885	0,8772	0,8696
2	0,907	0,89	0,8734	0,8573	0,8417	0,8264	0,8116	0,7972	0,7831	0,7695	0,7561
3	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938	0,7722	0,7513	0,7312	0,7118	0,6931	0,675	0,6575
4	0,8227	0,7921	0,7629	0,735	0,7084	0,683	0,6587	0,6355	0,6133	0,5921	0,5718
5	0,7835	0,7473	0,713	0,6806	0,6499	0,6209	0,5935	0,5674	0,5428	0,5194	0,4972
6	0,7462	0,705	0,6663	0,6302	0,5963	0,5645	0,5346	0,5066	0,4803	0,4556	0,4323
7	0,7107	0,6651	0,6227	0,5835	0,547	0,5132	0,4817	0,4523	0,4251	0,3996	0,3759
8	0,6768	0,6274	0,582	0,5403	0,5019	0,4665	0,4339	0,4039	0,3762	0,3506	0,3269
9	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002	0,4604	0,4241	0,3909	0,3606	0,3329	0,3075	0,2843
10	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632	0,4224	0,3855	0,3522	0,322	0,2946	0,2697	0,2472
11	0,5847	0,5268	0,4751	0,4289	0,3875	0,3505	0,3173	0,2875	0,2607	0,2366	0,2149
12	0,5568	0,497	0,444	0,3971	0,3555	0,3186	0,2858	0,2567	0,2307	0,2076	0,1869
13	0,5303	0,4688	0,415	0,3677	0,3262	0,2897	0,2575	0,2292	0,2042	0,1821	0,1625
14	0,5051	0,4423	0,3878	0,3405	0,2992	0,2633	0,232	0,2046	0,1807	0,1597	0,1413
15	0,481	0,4173	0,3624	0,3152	0,2745	0,2394	0,209	0,1827	0,1599	0,1401	0,1229
16	0,4581	0,3936	0,3387	0,2919	0,2519	0,2176	0,1883	0,1631	0,1415	0,1229	0,1069
17	0,4363	0,3714	0,3166	0,2703	0,2311	0,1978	0,1696	0,1456	0,1252	0,1078	0,0929
18	0,4155	0,3503	0,2959	0,2502	0,212	0,1799	0,1528	0,13	0,1108	0,0946	0,0808
19	0,3957	0,3305	0,2765	0,2317	0,1945	0,1635	0,1377	0,1161	0,0981	0,0829	0,0703
20	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145	0,1784	0,1486	0,124	0,1037	0,0868	0,0728	0,0611
21	0,3589	0,2942	0,2415	0,1987	0,1637	0,1351	0,1117	0,0926	0,0768	0,0638	0,0531
22	0,3418	0,2775	0,2257	0,1839	0,1502	0,1228	0,1007	0,0826	0,068	0,056	0,0462
23	0,3256	0,2618	0,2109	0,1703	0,1378	0,1117	0,0907	0,0738	0,0601	0,0491	0,0402
24	0,3101	0,247	0,1971	0,1577	0,1264	0,1015	0,0817	0,0659	0,0532	0,0431	0,0349
25	0,2953	0,233	0,1842	0,146	0,116	0,0923	0,0736	0,0588	0,0471	0,0378	0,0304
26	0,2812	0,2198	0,1722	0,1352	0,1064	0,0839	0,0663	0,0525	0,0417	0,0331	0,0264
27	0,2678	0,2074	0,1609	0,1252	0,0976	0,0763	0,0597	0,0469	0,0369	0,0291	0,023
28	0,2551	0,1956	0,1504	0,1159	0,0895	0,0693	0,0538	0,0419	0,0326	0,0255	0,02
29	0,2429	0,1846	0,1406	0,1073	0,0822	0,063	0,0485	0,0374	0,0289	0,0224	0,0174
30	0,2314	0,1741	0,1314	0,0994	0,0754	0,0573	0,0437	0,0334	0,0256	0,0196	0,0151