

TYÖKAPPALEEN KIINNITYKSEN MYYNTIKONFIGURAATTORIN ESISUUNNITTELU

Jyri Salminen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Salminen Jyri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 3.5.2013
	Sivumäärä 49 + 2	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Työkappaleen kiinnityksen myyntikonfiguraattorin suunnittelu		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KIVISTÖ, Hannu		
Toimeksiantaja(t) OK-VISE OY		
Tiivistelmä <p>OK-VISE OY:llä on tarkoituksena ottaa käyttöön myyntikonfiguraattori työkappaleen kiinnitysratkaisun luontiin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli miettiä ja selvittää lähtökohtia myyntikonfiguraattorin käytölle. Sekä selvittää onko yksilöllisen konfiguroinnin tekeminen mahdollista työkappaleenkiinnityksestä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena tuli lista kiinnitykseen vaikuttavista tekijöistä. Näiden asioiden pohjalta mietittiin mahdollisia kysymyksiä konfiguraattoriin. Kysymyksiin vastausten tuli olla monivalintavastaus tai numeerinen. Konfigurointiprosessin etenemisestä ja vastausten vaikutuksista prosessin etenemiseen saatiin aikaan kaaviokuva.</p> <p>Konfiguraattorin vaadittavat ominaisuudet listattiin. Yhdellä konfiguraattoriohjelmalla testattiin pienimuotoinen myyntikonfiguraattorin luonti. Testauksella selvisi ohjelman helppo käyttö ja käyttötarkoitukseen sopivuus.</p> <p>Työssä käytettiin ideariihimenetelmän lisäksi apuna ajatuskarttamallia ja yritysten internetisivuilta benchmarkattiin niiden käyttämiä myyntikonfiguraattoreita.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Konfigurointi, työkappaleen kiinnitys, Jyrsintä, Modulointi		
Muut tiedot		



Author(s) Salminen Jyri	Type of publication Bachelor's / Master's Thesis	Date 3.5.2012
	Pages 49 + 2	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title Workholding sales configurator planning		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) KIVISTÖ, Hannu		
Assigned by OK-VISE OY		
Abstract <p>There was a need in OK-VISE OY to get a marketing configurator. The purpose of the configurator function was to find a workholding clamp solution for the workpiece attachment. The aim of the thesis was to think and find out information so that the preliminary research how to make the configurator is done.</p> <p>The result of this thesis was the list of factors which the selection of a suitable workholding clamp. The questions which may be used in the configurator are made in accordance with the list. The answers of the questions are multiple choice or numerical ones. A graphic presentation which visualizes the progress of the configurator process can be made.</p> <p>A list was made about the requirements of the configurator. Also a short configurator construction demo was made with a configurator program. The demo was a simple solution with two questions and two different options. The result of the demo was that the configurator making program is user-friendly and it is suitable for this purpose of use.</p>		
Keywords Configuration, modulation, milling, work holding		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	3
1.1	OK-VISE Oy	3
1.2	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet	3
2	JYRSINTÄ	5
2.1	Jyrsinnän määritelmä.....	5
2.2	Koneet.....	5
2.2.1	Polvityyppiset jysinkoneet.....	6
2.2.2	Runkotyyppiset jysinkoneet	7
2.2.3	Koneistuskeskukset.....	8
2.2.4	Numeerisen ohjauksen historia ja kehitys.....	9
2.2.5	Ympäristöystävällisyys	10
2.3	Terät ja niiden merkitys	11
2.4	Lastuamisvoimien laskenta.....	14
3	TYÖKAPPALEEN KIINNITYS	15
3.1	Kappaleen kiinnitystavat.....	15
3.1.1	Kiinnittämisen periaatteet	15
3.1.2	Koneruuvipuristin	17
3.1.3	Kiinnitys jysinkoneen pöytään.....	18
3.1.4	Kulmataso	19
3.1.5	Pyöröpöytä.....	19
3.1.6	Jakolaite	21
3.1.7	V-kappale	22
3.2	Kolmipistekiinnitys.....	22
3.3	OK-VISE Multi-Rail RM –järjestelmä	23
4	MODULOINTI.....	25
5	KONFIGUROINTI	27
5.1	Periaatteet	27
5.2	Konfigurointimallit	27
5.3	Konfiguraattorit	28
6	TULOKSET	29
6.1	Opinnäytetyön etenemisprosessi	29
6.2	Kiinnityksen valintaan vaikuttavat tekijät.....	31

6.3	Konfigurointi	32
6.3.1	Ohjelmiston vaatimukset	32
6.3.2	Myytikonfiguraattori-ohjelmiston valinta	33
6.3.3	Konfigurointiprosessi	35
6.3.4	Kuvitteellinen konfigurointiesimerkki	38
6.3.5	Ohjelmiston testaus	41
7	POHDINTA	45
	Lähteet	47
8	LIITTEET	50

KUVIOT

KUVIO 1.	Polvityyppinen jyrsinkone	6
KUVIO 2.	Runkotyyppinen jyrsinkone, työkalu suorittaa pysty- ja poikittaisliikkeen	7
KUVIO 3.	Mazak Smart 430A-koneistuskeskus	8
KUVIO 4.	Erlaisia teräpäitä, vasemmalla otsajyrsimiä ja oikealla puolella nurkkajyrsimiä.	12
KUVIO 5.	Tyyppilliset jyrsintapit	12
KUVIO 6.	Lieriöjyrsin, lieriöotsajyrsin ja kiekkojyrsin.	13
KUVIO 7.	Voimienvaikutus suunnat vasta- ja myötäjyrsinnässä	14
KUVIO 8.	Ominaislastuamisvoiman laskentakaava	15
KUVIO 9.	Koneruuvipuristin säädettävällä astekulmalla	18
KUVIO 10.	Perinteinen pyöröpöytä	20
KUVIO 11.	Jakolaite säädettävällä kallistuksella	21
KUVIO 12.	Multi-Rail RM -järjestelmä	23
KUVIO 13.	Erilaiset matalakiinnittimet	25
KUVIO 14.	Modulaarisuuden eri tyypit	26
KUVIO 15.	Konfigurointiprosessin etenemiskaavio	36
KUVIO 16.	Jyrsittävä esimerkki työkappale	39
KUVIO 17.	Näkymä Configbox 2 demoversiolla luodusta konfiguraattorista	43

1 JOHDANTO

1.1 OK-VISE Oy

OK-VISE Oy on vuonna 1984 toimintansa aloittanut pieni konepajayritys, joka valmistaa tuotteita jysintäkappaleiden kiinnitykseen. Olli Kytölä perusti yrityksen Muurameen. Yritys on osa isompaa Muuramessa toimivaa Kytölä-konsernia. OK-VISEn liikevaihto on noin 600 000 €. (Esittelymateriaali)

Päätuote on matalakiinnitin, jonka toiminta perustuu kiilatekniikkaan. Matalakiinnittimen toiminta-ajatus on hyvin yksinkertainen. Kiristettäessä matalakiinnitin laajenee ja näin aikaansaa kiinnitysvoiman. Kiilatekniikkaan perustuva matalakiinnitinratkaisu on patentoitu. (Historia n.d.)

Yritys on hyvin vientipainotteinen. Myynnistä 95 % suuntautuu vientimarkkinoille. Myynti tapahtuu jakelijoiden välityksellä yli kolmessakymmenessä maassa. OK-VISE ei suoraan myy tuotteita loppukäyttäjille, vaan jakelijat hoitavat jälleenmyynnin. Suomessa jakelijoina toimivat Fastems Oy ja Teräskonttori Oy. (Esittelymateriaali)

1.2 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

OK-VISEn tuotteet myydään jakelijoiden kautta. Jakelijoilla ei ole kuitenkaan kokemusta siitä, miten OK-VISEn tuotteista saadaan aikaan kokonainen kiinnitysratkaisu. Myyjät eivät siis osaa suositella asiakkaille näiden tarpeisiin sopivaa OK-VISEn valmistamaa kiinnitysratkaisua. Asiakkaatkaan eivät ole tietoisia, kuinka eri komponenteista saisi rakennettua järkeviä kiinnitysratkaisuja. Tuotevalikoima on modulaarinen ja laaja, pelkästään jo matalakiinnittimestä on paljon erilaisia variaatioita.

OK-VISE on laajentamassa tuotevalikoimaa pelkistä matalakiinnittimistä kokonaiseen kiinnitysratkaisuihin. Tarkoitus olisikin jatkossa myydä enemmän kokonaisia kiinnitysratkaisuja. OK-VISEn valmistama Multi-Rail RM –järjestelmä on jo myynnissä, mutta sitä osataan vielä heikosti hyödyntää käytännön sovelluksissa. Yritys haluaa ratkaista markkinointiongelman myyntikonfiguraattorilla, jonka avulla OK-VISEn myymistä komponenteista luodaan asiakkaan tarpeeseen sopiva kiinnitysratkaisu. Yrityksen tavoitteena on saada kasvatettua liikevaihtoa myymällä kokonaisia kiinnitysratkaisuja pelkkien matalakiinnittimen sijaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko yksilöllisen myyntikonfiguraattorin rakentaminen jyrkässä tarvittavan kiinnitysratkaisun luomiseksi mahdollista. Kenelläkään ei tällaista vielä ole käytössä. Tavoitteena oli selvittää millä tavalla tällainen myyntikonfiguraattori voitaisiin toteuttaa ja mitkä ovat kysymykset, jotka myyntikonfiguraattorissa voidaan kysyä. Yrityksellä oli tavoitteena noin vuoden päästä mahdollisesti ottaa myyntikonfiguraattori käyttöön. Työn toteutushetkellä yrityksellä oli kehitteillä yksinkertainen kiinnitysratkaisun valintatyökalu, jota on tarkoitus käyttää kunnes varsinainen myyntikonfiguraattori otetaan käyttöön.

Opinnäytetyössä tuli perehtyä OK-VISEn valmistamiin tuotteisiin, jotta tiedetään, mille kokonaisuudelle myyntikonfiguraattoria suunnitellaan. Tarkoitus oli keksiä myyntikonfiguraattorille sopivia kysymyksiä, joihin pystyy vastaamaan monivalintavaihtoehtoja tai numeerisia arvoja käyttäen. Tarkoitus oli saada aikaan kuva siitä, kuinka konfigurointiprosessi voisi edetä. Lisäksi tehtävänä oli tutustua konfigurointiohjelmistoihin ja siihen, kuinka käytännössä konfiguraattorin voisi ohjelmistolla luoda.

2 JYRSINTÄ

2.1 Jyrsinnän määritelmä

Jyrsintä on koneistusmenetelmä, jossa työkalu pyörii akselinsa ympäri. Normaali syöttöliikkeen suunta on työkaluun nähden kohtisuora. Jyrsinnässä työstettävä kappale liikkuu jyrsinkoneen pöydällä ja työkalu pysyy paikallaan. NC-ohjatut jyrsinkoneet tekevät tähän poikkeuksen, sillä niiden jyrsinkoneiden pöytä ei liiku korkeussuunnassa vaan liikkeen tekee työkalun varsi. On olemassa myös runkotyyppisiä jyrsinkoneita, joissa pöydän sijasta työkalu suorittaa kaikki työstöliikkeet. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 163–170.)

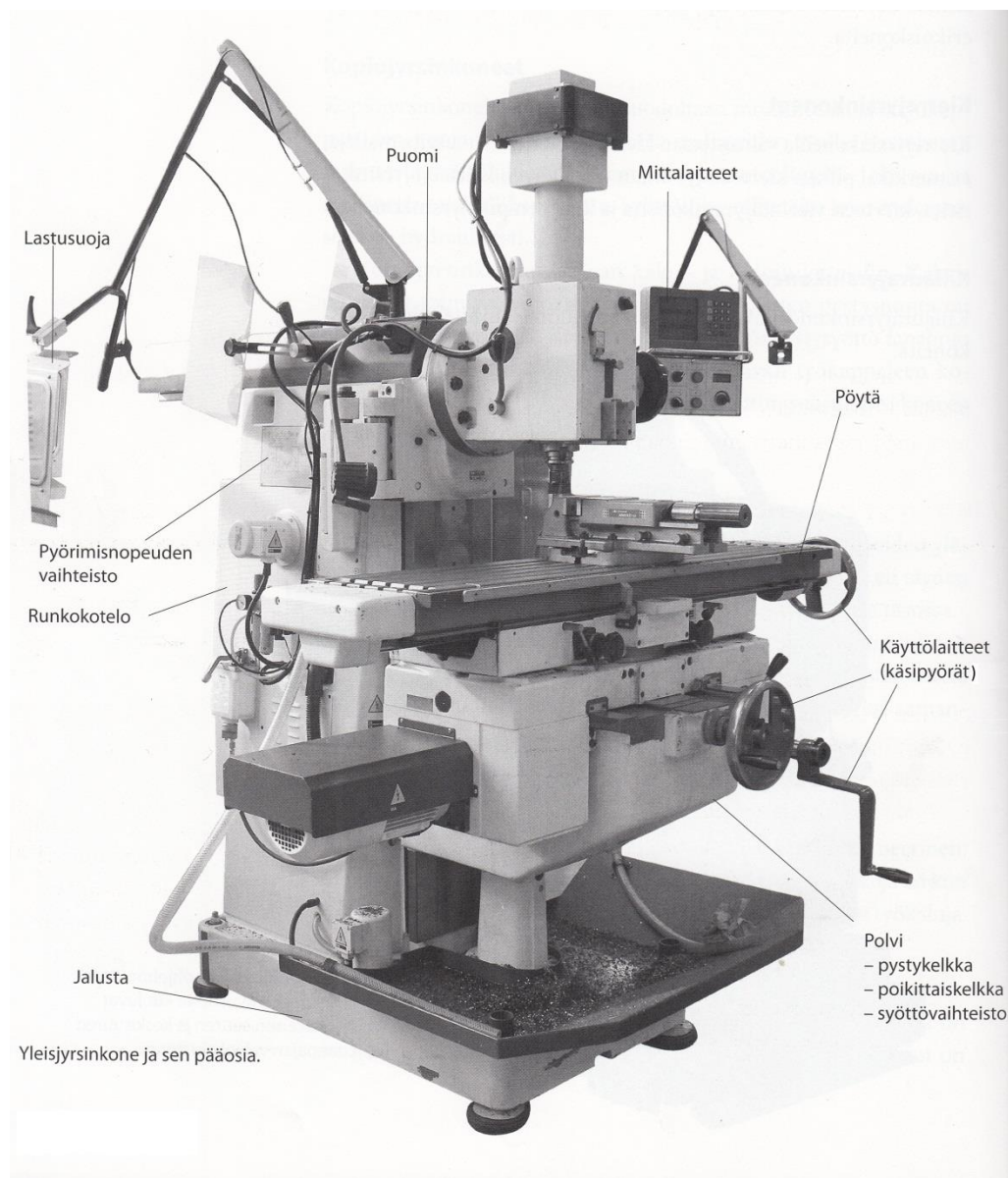
Jyrsintätyökalut ovat yleensä monileikkuisia, mistä johtuen lastuamisvoimat ovat vaihtelevia ja jaksollisia. Monileikkuisuuden ansiosta jyrsintä on tehokas menetelmä materiaalin poistoon. Normaalisti jyrsinnällä pystytään saavuttamaan tarkkuus IT8 ja parhaimmillaan pinnalaatu, jonka R_a -arvo on 5 μm . (Mts. 163.) Erikoislaitteistoilla päästään vielä parempiin tarkkuuksiin ja pinnanlaatuihin.

2.2 Koneet

Jyrsinkoneita on olemassa monenlaisia, kaikilla on omat huonot ja hyvät puolensa. Karkeasti jyrsinkoneet voidaan jakaa polvi-, runkotyyppisiin ja erikoisjyrsinkoneisiin. Kuhunkin jyrsinkoneryhmään kuuluu erilaisia koneita, jotka on tarkoitettu hieman erilaisiin työtehtäviin. Kopiojyrsintä perustuu mallikappaleen muodon kopioimiseen. Numeerinen jyrsintä on syrjäyttänyt sitä edeltäneen kopiojyrsinnän. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 166.)

2.2.1 Polvityyppiset jyrsinkoneet

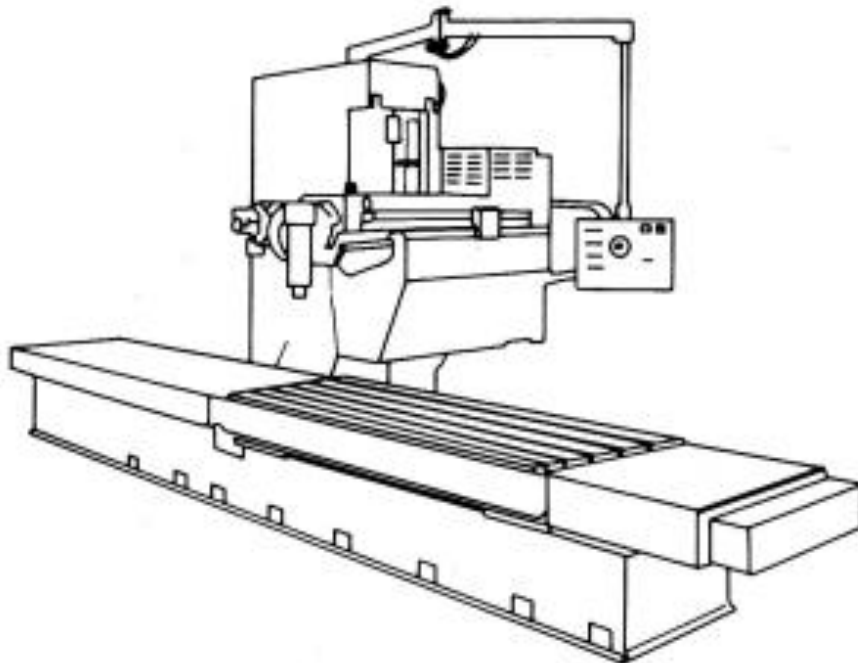
Perinteisessä polvityyppisessä jyrsinkoneessa työkappale suorittaa kaikki työstöliikkeet. Polvityyppisen jyrsinkoneen perusrakenne on hyvin yksinkertainen, kuten kuvista 1 näkee. Polvityyppiset koneet ovat yleisesti käsiikäyttöisiä. Ne soveltuvat heikosti automatisoitaviksi. Yksittäistuotannossa on kuitenkin tarvetta tämäntyyppisille jyrsinkoneille. Polvityyppisen koneen vahvuus onkin sen hyvä kätevyys käsiikäyttöisenä. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 166–167.)



KUVIO 1. Polvityyppinen jyrsinkone (Maaranen 2012, 248)

2.2.2 Runkotyypiset jyrsinkoneet

Runkotyypisissä jyrsinkoneissa ei ole mahdollista säätää pöydän korkeutta. Ratkaisulla mahdollistetaan kuitenkin suurten pöytien ja massiivisten kappaleiden työstö, suuremmasta massan kannattelukyvystä johtuen. Tämäntyyppisen jyrsinkoneen pöytä on hyvin tukeva ja se säilyttää hyvin tarkkuutensa. Näistä syistä johtuen numeerisesti ohjatut työstökoneet ovat yleensä runkotyypisiä kuten koneistuskeskukset. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 168–169.)



KUVIO 2. Runkotyypinen jyrsinkone, työkalu suorittaa pysty- ja poikittaisliikkeen. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 169)

Runkotyypisessä koneessa korkeussuuntaisen liikkeen suorittaa aina jyrsinterä. Jyrsinkoneen pöytä voi liikkua poikittais- ja pitkittäissuunnassa tai nämä liikkeet voi suorittaa työkalu riippuen koneen rakenteesta. Suurissa runkotyypisissä jyrsinkoneissa on käytetty monesti kuvion 2 mukaista rakennetta. (Mts. 168–170.)

2.2.3 Koneistuskeskukset

Koneistuskeskus on NC-ohjattu jyrsinkone, jossa on automaattinen työkalun vaihto. Koneistuskeskukset sisältävät kuitenkin melko ison listan kaikenlaisia hienouksia, joista osa on konetta ostettaessa vain optioita tai lisävarusteita (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 171). Nykyisten konedirektiivimääräysten mukaan koneen pitää olla kokonaan suojattu, jotta työntekijä ei voi joutua koneen väliin sen pyöriesä ja estetään muut vaaratilanteet. Koneistuskeskuksia on vaaka- ja pystykaraisia. Kuviossa 3 näkyy Mazakin valmistama pystykarainen koneistuskeskus. Rajojen ansiosta kone toimii vain ovien ollessa kiinni.



KUVIO 3. Mazak Smart 430A-koneistuskeskus. (Vmc handles heavy duty to high speed machining)

Koneistuskeskukset, joissa on paletin vaihto, soveltuvat osaksi suurempaa FMS-järjestelmää (Mts. 171). FMS-järjestelmällä tarkoitetaan joustavasti toimivaa automaattista järjestelmää, jossa automaattivarasto palvelee automaattisesti vähintään kahta eri työstökoneetta. Paletinvaihtoautomaatiolla voidaan vähentää sivuaikaa, vaikka käytössä ei olisikaan FMS-järjestelmää. Tehollista työaikaa saadaan tällöin enemmän, kun kappaleen vaihto ei aiheuta koneelle odotusaikaa. Kappaleet voidaan irrottaa ja kiinnittää vaihtopaletille koneen työstäessä toisella paletilla olevia kappaleita.

2.2.4 Numeerisen ohjauksen historia ja kehitys

Numeerinen ohjaus on nykyaikaa ja se mahdollistaa hyvän työtehokkuuden. Numeerinen ohjaus sai alkunsa jo vuonna 1949. Numeerista ohjausta alettiin kehittää, jotta voitaisiin vastata USA:n ilmavoimien tarpeisiin. Ohjaus oli aina 70-luvun alkupuolella asti reikäkorttien varassa eli kyseessä oli numeerinen ohjaus eli numerical control (NC). Tämän jälkeen tuli varsinainen tietokoneohjattu numeerinen ohjaus eli computer numerical control (CNC). Nykyään kuitenkin yleisesti tietokoneohjattua numeerista ohjauksesta käytetään pelkkää NC-termiä. Ensimmäisen koneistuskeskuksen voidaan kuitenkin sanoa valmistetun jo 60-luvun puolivälissä. Silloin ensimmäistä kertaa jyrsinkoneessa oli automatisoitu työkalun vaihto. (Fergusson 1978, 89-92.) Numeerisen ohjauksen saralla jyrsinkone on ollut ensimmäinen sovelluskohde. Muille tuotannon laitteille numeerinen ohjaus on tullut myöhemmin. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2009, 171.)

Työstökoneet kehittyvät jatkuvasti. Kehitystä ylläpitää valmistajien kova keskinäinen kilpailu asiakkaista ja yleinen teknologian kehitys. Työstökoneiden valmistajat julkaisevat jatkuvasti uusia malleja alan messuilla. Valmistajat kilpailevat muun muassa tehokkuudella ja tarkkuudella. Nykyään on markkinoilla viisiakselisia jyrsinkoneita,

jotka on varustettu sorvauspäällä, mikä mahdollistaa monenlaisten töiden tekemisen todella tehokkaasti. (24 uutta Mazakkia 2011, 38–39.)

Kun työn tehokkuutta on pyritty nostamaan, on perinteisen jyrsinkoneen ja sorvin rajasta tullut hyvin häilyvä. Molemmilla koneilla pystytään käytännössä sekä jyrsimään että sorvaamaan, mikäli koneessa on tarvittava varustelu. Aiemmin roboteilla on pääsääntöisesti tehty kappaleen käsittelyä ja hitsausta. Robotteja on alettu viime aikoina hyödyntää myös monissa muissa töissä. Tällä hetkellä robotitkin kykenevät työstämään materiaalia. Robotit pystyvät työstämään tällä hetkellä kuitenkin vain pehmeitä materiaaleja. Perinteisen metallin työstöön robottien ominaisuudet eivät vielä riitä, joten robotti ei varsinaisesti haasta jyrsinkonetta perinteisessä konepajatyössä. (Jaakkola 2011.)

2.2.5 Ympäristöystävällisyys

Ympäristöystävällisyys on viime vuosien aikana muuttunut entistä tärkeämmäksi asiaksi joka saralla. Näin on tapahtunut myös työstökoneiden osalta. Ympäristöajattelu ei vielä tällä hetkellä ole keskeinen ajatus itse konepajoissa, mutta koneiden valmistajat kuitenkin kiinnittävät paljon huomiota energiankulutukseen ja muihin ympäristöasioihin. (Jalovaara 2012, 30–31.)

Energiaa säästetään muun muassa koneen automaattisilla sammutuksilla, näytön sammutuksella silloin, kun käyttäjä ei ole koneen luona, ja vähemmän kuluttavilla valoilla. Lisävarusteina saatava öljynsumuerotin pyrkii tiivistämään öljyn pois ilmasta. (Mts. 30–31.) Tällä on tietenkin ympäristöetunsa, mutta se on myös merkittävä terveysetu sillä lastuamisöljyt eivät ole hyväksi ihmiselle.

Ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa monilla pienillä valinnoilla. Ympäristöystävällisempiä lastuamisöljyjä pyritään jatkuvasti kehittämään. Se on hyvä asia, koska

lastuamismesteen käyttöä ei yleisesti voida kokonaan välttää, jolloin voidaan muilla tavoilla pyrkiä vähentämään öljyn käytöstä johtuvia ympäristöhaittoja. Erilaisia ratkaisuja on kehitetty työkappaleen ja terän jäähdytykseen, jotta kuiva-ajo onnistuisi paremmin. Lämpö on suurimpia ongelmia tällä saralla, varsinkin kun tänä päivänä pyritään aina vain parempaan tuottavuuteen. (Dixit, Sarma & Paulon Davim 2012.)

2.3 Terät ja niiden merkitys

Jyrsinteriä on monia erilaisia, koska jyrsintätapoja on useita ja koska kappaleiden ja muotojen koot vaihtelevat. Jyrsinterät ovat pääsääntöisesti kovametallia tai pikaterästä. Jyrsintävarsiin vaihdettavat teräpalat ovat kovametallia. Yleensä jyrsinterät ovat monileikkuisia.

Jyrsimen päästökulma, teroituskulma, rintakulma ja asetuskulma vaikuttavat lastuamiseen. Jyrsinterän hampaiden jaon valintaan vaikuttaa materiaalin kovuus. Pehmeää materiaalia työstettäessä hampaiden jaon tulee olla harva ja kovaa materiaalia työstettäessä tiheämpi. (Maaranen 2012, 258–259.)

Teräpäiden käyttökohde on olakkeiden, viisteiden ja tasopintojen jyrsinnässä. Teräpää on nimitys otsajyrsimestä, joissa on vaihdettavat kovametalliteräpalat. Teräpään käyttötarkoituksesta riippuen niiden teräpalat on kiinnitetty erilaisiin asentoihin. (Mts, 254.) Teräpaloja on malliltaan erilaisia, kuten kuviosta 4 voi nähdä. Teräpalkan muodosta riippuu kuinka monta käytettävää lastuamissärmää siinä on.



KUVIO 4. Erilaisia teräpäitä, vasemmalla otsajyrsimiä ja oikealla puolella nurkkajyrsimiä. (Maaranen 2012, 254)

Varsijyrsin on aina kuvion 5 mukaisesti kaksi-, kolme- tai neljäleikkuinen. Varsijyrsimestä käytetään yleisesti nimitystä jysintappi. Varsijyrsimet ovat halkaisijaltaan pieniä. Varsijyrsin on malliltaan joko poraava tai ei poraava. Varsijyrsimiä käytetään lähinnä kiilaurien, olakkeiden ja urien jysinnässä. Varsijyrsimiä on myös kovametalli vaihtopaloilla varustettuja. Varsijyrsin voi olla pikaterästä tai kovametallia. (Mts, 256.) Pikateräs on paljon käytetty sen sitkeyden takia. Pikateräksen ominaisuuksia voidaan parantaa pinnoittamalla ja pikaterästappi voidaan teroittaa.



KUVIO 5. Tyypilliset jysintapit (Maaranen 2012, 256)

Lieriöjyrsin on pikateräksestä valmistettu jysinterä, jonka lieriöpinnalla ovat jysintään käytettävät hampaat. Lieriöjyrsimet ovat vinohampaisia, jolloin lastuaminen on tasaisempaa. Lieriöjyrsimien käyttökohde on tasojsynnät. Lieriöotsajyrsin eroaa lieriöjyrsimestä siten, että sen otsapinnallakin on leikkaavat särmät, kuten kuviosta 6 voi havaita. Lieriöotsajyrsimellä voikin otsapintojen lisäksi jyrsiä myös olakkeita ja uria. (Mts, 255.)

Kiekkojyrsimiä käytetään urien jysintään. Kiekkojyrsin muistuttaa muodoltaan kiekkoa. Kiekkojyrsin on pikaterästä tai siinä on kovametalli vaihtopalat. Kiekkojyrsimiä on olemassa erilaisilla hammastuksilla. Terän ominaisuudet ovat erilaiset eri hammastuksilla. (Mts, 255–256.)



KUVIO 6. Lieriöjyrsin, lieriöotsajyrsin ja kiekkojyrsin. (Maaranen 2012, 255)

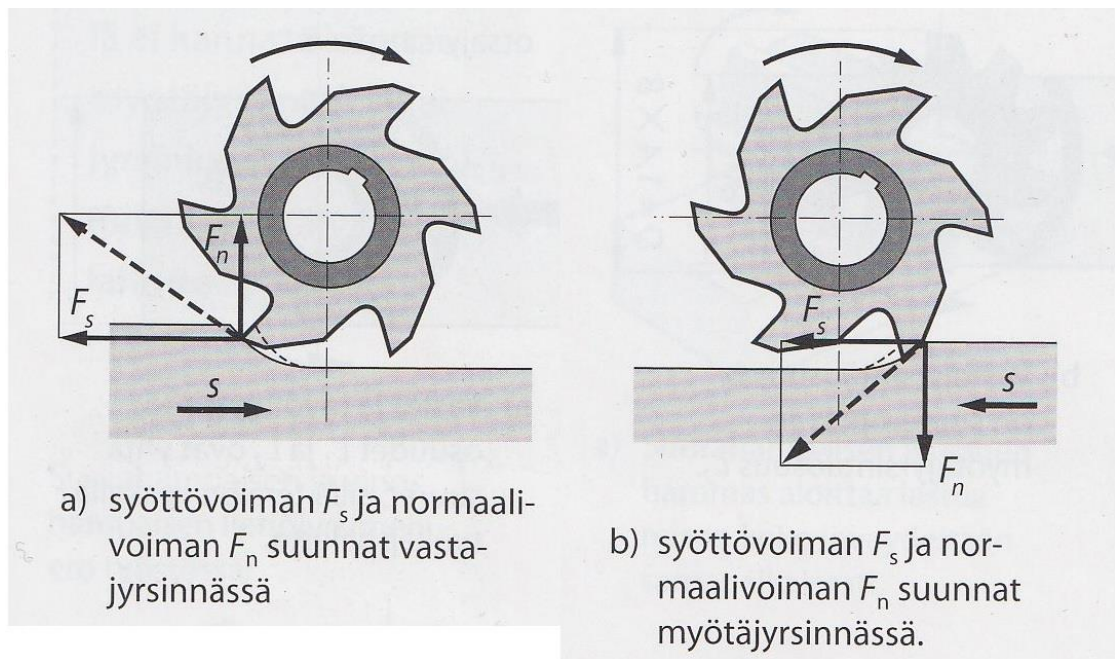
Jo edellä mainittujen jysinterien lisäksi on olemassa erilaisia muoto- ja erikoisjyrsimiä. Muotojyrsimet ovat valmistettu jonkin tietyn muodon jysintää varten. Muotojyrsin voi olla kovametallia tai pikaterästä. Muotojyrsimiä ovat esim. T-urajyrsin, woodruff-kiilaurajyrsin ja hammaspyöräjyrsin. (Mts, 257–258.)

2.4 Lastuamisvoimien laskenta

Jyrsittäessä syntyvät voimat ovat vaihtuvia jyrinnän jaksollisuudesta johtuen. Jyrintä voidaan suorittaa joko vasta- tai myötäjyrintänä. Eri jyrintätavalla jyrittäessä voimien suunnat eroavat toisistaan kuten kuvioista 7 voidaan huomata. (Maaranen 2012, 282.)

Jyrsittäessä kappaleeseen kohdistuu syöttövoima F_s ja Normaalivoima F_n . Näiden voimien summavektori on voima, joka pyrkii liikuttamaan kappaletta. (Mts, 282.)

Mikäli voima on suurempi kuin kappaleen pidätysvoima, ei kappale pysy paikoillaan.



KUVIO 7. Voimien vaikutussuunnat vasta- ja myötäjyrinnässä (Maaranen 2012, 282)

Ominaislastuamisvoima K_c lasketaan kuvion 8 mukaisella kaavalla. Kaavassa γ_o on rintakulma ja h_m Keskilastunpaksuus. Keskilastunpaksuuden laskentakaava on erilainen eri lastuamismenetelmissä. (Laskukaavoja n.d.)

$$k_c = k_{c1} \times h_m^{-m_c} \times \left(1 - \frac{\gamma_o}{100}\right)$$

KUVIO 8. Ominaislastuamisvoiman laskentakaava (Laskukaavoja n.d.)

3 TYÖKAPPALEEN KIINNITYS

3.1 Kappaleen kiinnitystavat

3.1.1 Kiinnittämisen periaatteet

Jyrsittäessä on pyrittävä kiinnittämään työstettävät kappaleet mahdollisimman tukevasti. Tämä siitä syystä, että jyrsittäessä syntyy suuria lastuamisvoimia. Lastunpaksuuden vaihdelta lastuamisesta tulee nykivää. Kun työkappale kiinnitetään hyvin, voidaan työstössä käyttää oikeita ja taloudellisia työarvoja, jolloin työ on mahdollisimman tuottavaa. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 177.) Jyrsittävän työkappaleen pitää pysyä liikkumatta paikallaan. Mikäli työkappale pääsee liikkumaan, voi terä vaurioitua, kappaleesta tulla viallinen mittatarkkuuden huonontumisen vuoksi tai pahimmassa tapauksessa siitä voi aiheutua työturvallisuusriski. (Ansaharju & Maaranen 1997, 350.)

Kiinnittimet ovat usein erikoistyövälineitä ja yhden kappaleen koneistusta varten suunniteltuja. Kiinnitin voi olla myös ryhmäkiinnitin, jolloin pyritään työstämään sa-

malla kerralla esim. kaikki samaan tuotteeseen kuuluvat osat. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 234.)

Yksilöllinen kiinnitinratkaisu sopii silloin, kun vuosivolyymit ja eräkoot ovat kohtalaisen suuret. Yksittäiskappaleet kiinnitetään koneistuskeskuksiin modulaarisilla yleiskiinnittimillä. (Mts. 235.) Yleiskiinnittimillä saadaan rakennettua erilaisia kiinnitysratkaisuja. Jyrsittäessä kappale kiinnitetään tavallisimmin

- kulmatasoon
- jyrsinkoneen pyöröpöytään
- koneruuvipuristimeen
- V-kappaleeseen
- pyöröpöytään
- jakolaitteeseen (Maaranen 2004, 190).

Jyrsintä asettaa tiettyjä erityisvaatimuksia kappaleiden kiinnitykselle. Jyrsintätyökalussa on aina useita leikkaavia teriä, jotka työstävät kappaletta vuorotellen. Tästä syystä koneistuksesta syntyvät voimat ovat iskumaisia ja epätasaisia. Iskumaisesta kuormituksesta johtuen kiinnitys joutuu kovemmalle rasitukselle kuin verrattuna vastaavansuuruisessa tasaisessa kuormituksessa. Jyrsimet eroavat paljon toisistaan ja ne aiheuttavat erilaisia voimia toisiinsa nähden. Jyrsintätavasta riippuen jyrsin voi pyrkiä nostamaan kappaletta tai painamaan sitä pöytää kohti. Mikäli koko kappaleen pinta koneistetaan, täytyy kiinnitys suunnitella niin, ettei se estä koneistusta. Mikäli työstettävä kappale on monimutkaisen muotoinen tai jyrsittävä muoto on mutkikas, voi kiinnityksen suunnittelu olla erityisen hankalaa. (Ansaharju, Ilomäki & Maaranen 1989, 265.)

Kiinnitysvoima voidaan tuottaa myös muilla tavoilla kuin käyttäjän mekaanisella kiristyksellä. Laitetoimisia kiinnitysvaihtoehtoja ovat hydromekaaninen, sähkömekaaninen, fyysikaalinen, hydraulinen ja pneumaattinen. Tällaisia kiinnitystapoja käytettäessä

sä itse kiinnittimen pitää olla itse pidättyvä tai kiinnitysvoima pitää tuottaa jousella. Ulkoista energiaa tarvitaan tällöin vain kappaleen irrottamiseen. Kappale ei siis pääse irtoamaan, mikäli esim. hydraulikkajärjestelmä hajoaisi. Tämä on tärkeää työturvallisuuden kannalta. Laitetoimisilla kiinnittimillä on tiettyjä etuja käsitoimisiin verrattuna: ne ovat nopeita käyttää, suuria kiinnitysvoimia pystytään tarkasti säätämään, kiinnitysvoima pysyy samana kerrasta toiseen, käyttäjä ei rasitu ja kiinnittämisen automatisointi on mahdollista. (Työkappaleiden kiinnittäminen FM-järjestelmässä 1989, 8–9.)

3.1.2 Koneruuvipuristin

Tyypillinen koneruuvipuristimella kiinnitettävä kappale on pienehkö ja säännönmukainen. Koneruuvipuristin on yleiskäyttöinen kiinnitystyökalu. Koneruuvipuristin asetetaan suoraan jyrskoneen pöytään. Koneruuvipuristimen pohjassa olevat ohjauskiilat asettuvat jyrskoneen T-uriiin, jolloin koneruuvipuristin asettuu suoraan linjaan jyrskoneeseen nähden. Koneruuvipuristin lukitaan jyrskoneen pöytään kiinnitysruuveilla. Halutessaan koneruuvipuristimen suuntauksen voi tarkistaa mittakellolla puristimen kiinteästä leuasta. (Maaranen 2012, 269-270.)

Koneruuvipuristimia on olemassa myös kallistuvia malleja ja malleja, joissa puristin voidaan kääntää haluttuun astekulmaan. Kuviossa 9 on perinteisen tyyppinen koneruuvipuristin, joita konepajoissa eniten näkee. Kappaleen kiinnittämistä mietittäessä on selvitettävä, mihin suuntaan lastuamisvoimat vaikuttavat. Mikäli mahdollista, kiinteä leuka on asetettava suurinta lastuamisvoimaa vastaan. Kappaletta kiinnitettäessä käytetään usein apuna kappaleen alla suuntaispaloja, jotta kappale saadaan kiinnitettyä suoraan ja sopivalle korkeudelle. (Mts, 269-270.)



KUVIO 9. Koneruuvipuristin säädettävällä astekulmalla (Bernardo FJ 125 Koneruuvipuristin)

Koneruuvipuristimen, pöydän ja T-urien pitää olla puhtaita. Mikäli lastu tai muu epäpuhtaus on puristimen ja pöydän välissä, ei puristin asetu parhaalla mahdollisella tavalla tai mikäli likaa on puristimen leukojen välissä, aiheuttaa se kappaleeseen ei toivotun jäljen. Koneruuvipuristimet ovat painavia, joten niitä siirreltäessä on syytä käyttää nosturia. (Ansaharju, Ilomäki & Maaranen 1989, 267.)

Koneruuvipuristimella kiinnittäessä kappaleella on taipumus pyrkiä nousemaan. Tämä johtuu liikkuvan leuan pienestä välyksestä. Pitkiä kappaleita jyrittäessä kappale on syytä tukea, jotta välttyttäisiin haitalliselta värinäältä. Pitkän kappaleen tukeminen onnistuu esim. tukijalustalla. (Maaranen 2012, 269-270.) Erittäin pitkät jyrittävät kappaleet voidaan kiinnittää myös useampaan koneruuvipuristimeen, jolloin saadaan pitkällekin kappaleelle suhteellisen tukeva kiinnitys.

3.1.3 Kiinnitys jyrsinkoneen pöytään

Kappaletta kiinnitettäessä jyrsinkoneen pöytään, käytetään hyödyksi pöydässä olevia T-uria (Maaranen 2012, 268). Kiinnitysruuvien kannat ujutetaan pöydän T-uriin sen reunoilta. Kiinnitysruuvilla on mahdollista saada aikaan suuria kiinnitysvoimia.

Työkappaleen kiinnittämiseksi suoraan jyrsinkoneen pöytään on olemassa paljon erilaisia yleiskäyttöisiä kiinnitystyökaluja, joita yhdistelemällä ja käyttämällä saadaan aikaan lukematon määrä erilaisia kiinnityksiä. Tällaisia kiinnitysvälineitä ovat muun muassa U-raudat, tukijalustat, vasteet, kiinnitysradat, otsa- ja matalakiinnittimet. (Mts, 268.)

Tukijalustat voivat olla kiinteitä tai säädeltäviä. Korkeus voi olla säädeltävissä tukijalustan rakenteesta riippuen joko portaallisesti tai portaattomasti. Kiinnitysrautoja käytettäessä on usein syytä käyttää vasteita siellä, minne suuntaan työstön aiheuttamat voimat pyrkivät kappaletta liikuttamaan. Kiinnitysrautojen käyttö on suhteellisen helppoa, mutta ne aina estävät koko työkappaleen pinnan jyrinnän. Mikäli halutaan kerralla jyrsiä koko kappaleen pinta, onnistuu tämä käyttämällä joko otsa- tai matalakiinnittimiä. (Mts, 268.)

3.1.4 Kulmataso

Kulmatasoa käytetään, kun halutaan työstää toisiaan vastaan kohtisuoria tai jossain muussa kulmassa olevia pintoja. Kulmataso voi olla kiinteä 90 asteen kulmassa oleva tai aseteltava, joka säätyy välillä 0-90 astetta. Kulmataso voi olla myös kahteen suuntaan säätävä, jolloin kulman asetteluun tulee huomattavasti lisää vapautta. Kulmatasot suunnataan jyrsinkoneen pöydälle T-urien avulla. (Maaranen 2004, 192.) Kulmatasoon kappale kiinnitetään kuhunkin tilanteeseen sopivien kiinnitystyökalujen avulla.

3.1.5 Pyöröpöytä

Pyöröpöytä on erillinen lisälaitte, jolla saadaan aikaan vaakatasossa pyörivä syöttöliike. Se kiinnitetään jyrsinkoneen pöytään. Pyöröpöytään kappaleet kiinnitetään sa-

maan tapaan kuin itse jysinkoneen pöydälle. Itse pyöröpöytä kiinnitetään jysinkoneen pöytään kiinnitysruuveilla. Sen yleisin käyttötarkoitus on ulko- ja sisäpuolisten pyöreiden muotojen jysinnässä. Pyöröpöytää käyttämällä on mahdollista myös yhdistää kierto- ja pitkittäisliikkeet. (Maaranen 2004, 192–289.)

Pyöröpöytä tulee keskitää jysinkoneen karan kanssa saman keskeiseksi sitä asennettaessa. Työkappale on keskitettävä pyöröpöytään kunkin työn vaatimalla tarkkuudella. Keskityksen voi tehdä monella tapaa. Se mitä tapaa kannattaa käyttää, riippuu vaaditusta tarkkuudesta. (Mts. 290–291.)

Pyöröpöytä voi olla kallistettavissa myös sivuttaissuunnassa. Perinteisemmin pyörityspöytä on vain vaakasuorassa niin kuin kuvioista 10 näkyy. Pyörityspöytiä käytetään jysinnän lisäksi muun muassa hitsauksessa.



KUVIO 10. Perinteinen pyöröpöytä (Bernardo RT 5 - 125mm n.d.)

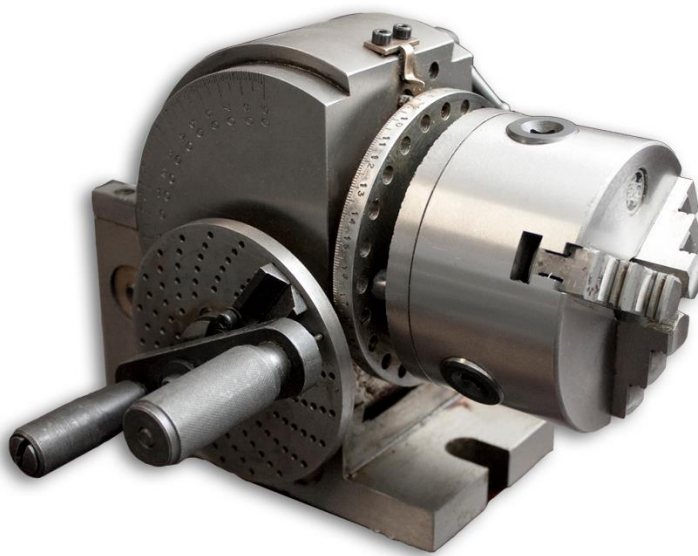
Pyöröpöytiä saa ulkopuolisella ohjauksella varustettuna (Nikken. n.d.). Tämä mahdollistaa NC-ohjatuissa koneissa entistä monimutkaisempien kappaleiden valmistami-

sen. Tarjolla on hyvin paljon erilaisia variaatioita pyöröpöydistä kuhunkin käyttötarkoitukseen sopivia. (CNC Rotary table series. n.d.)

3.1.6 Jakolaite

Jakolaite on myös jysinkoneen lisälaitte. Se on yksi tärkeimmistä jysinkoneen lisälaitteista. Jakolaitteeseen kiinnitetään useimmiten akselimaiset kappaleet ja erilaiset hammaspyörät. Jakolaitteessa useimmiten on käytössä sorveistakin tuttu kolmi-leukaistukka, johon pyörähdyskappaleet ovat helppo ja nopea kiinnittää. (Maaranen 2012, 284.)

Toisin kuin pyörityspöydässä, jakolaitteessa on työstettävä kappale vaakatasossa, kuten kuviosta 11 voidaan päätellä. Jakolaitteen tärkeä ominaisuus on mahdollisuus kiertää kappaletta akselinsa ympäri. Tämä mahdollistaa säännöllisten porausten, muotojen ja urien tekemisen. Mahdollista on valmistaa esim. kuusio- ja neliökannat, erilaiset hammastukset ja ketjupyörät. (Mts, 284.)



KUVIO 11. Jakolaite säädettävällä kallistuksella (Pyöröpöydät ja jakolaitteet. n.d.)

Jakolaitteita saa erilaisilla välityksillä ja erikokoisille kappaleille soveltuvia. Pitkiä kappaleita jysittäessä jakolaitteen lisäksi käytetään kärkipylkkää tukemaan akselimaista kappaletta sen toisen pään keskiökuopasta. Jakolaite ja keskiökärki asetetaan oikeaan asentoon jysinkoneen pöydälle kiilojen avulla, jotka ohjautuvat T-uriin. Apulaitteet kiinnitetään jysinkoneen pöytään kiinnitysruuveilla. (Mts, 284-285.)

3.1.7 V-kappale

V-kappaleeseen kiinnitettävät kappaleet ovat muodoltaan lieriömäisiä. Lieriömäiset kappaleet ovat muilla tavoilla hankalia kiinnittää. V-kappale suunnataan T-urien suuntaiseksi suuntauspalojen avulla. (Maaranen 2004, 192.) Jakolaitteeseen verrattuna kappaleen työstö on hyvin rajattua V-kappaleessa yhdessä kiinnityksessä.

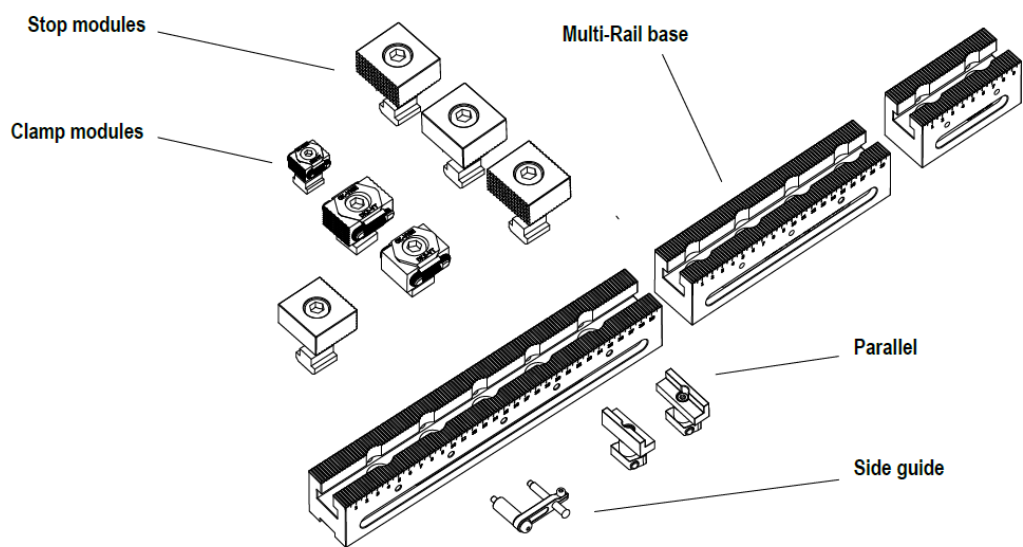
3.2 Kolmipistekiinnitys

Kolmipistekiinnitys on omanlainen kiinnitysmallinsa, joka perustuu kappaleen kuuteen eri vapausasteeseen. Tämän takia on kappale paikoitettava vähintään kuuden pisteen arvoisesti tarkan sijainnin määrittämiseksi. (Työkappaleiden kiinnittäminen FM-järjestelmässä 1989, 8).

Kolmipistekiinnityksessä käytetään 3-2-1 menetelmää. Kiinnittäminen aloitetaan valitsemalla yhdestä tasosta kolmen pisteen kiinnityspinnat. Tätä tasoa kohtisuora pinta valitaan kahden pisteen kiinnityspinnaksi ja molempia kiinnityspintoja kohtisuora taso yhden pisteen kiinnitystasoksi. Näin saadaan aikaan kuudella pisteellä tarkasti määriteltyä työkappaleen sijainti. (Mts, 8.)

3.3 OK-VISE Multi-Rail RM –järjestelmä

OK-VISEn valmistama Multi-Rail RM –järjestelmä on yleiskäyttöinen työstettävien kappaleiden kiinnittämiseen. Järjestelmä on helppo ja nopea muuttaa sopivaksi erikokoisille kappaleille. Järjestelmä voidaan kiinnittää yleisimmille alustoille. Multi-Rail RM –järjestelmäjärjestelmä koostuu muutamista modulaarisista komponenteista, jotka näkyvät kuviossa 12.



KUVIO 12. Multi-Rail RM –järjestelmä (Multi-Rail RM järjestelmä. n.d., 2)

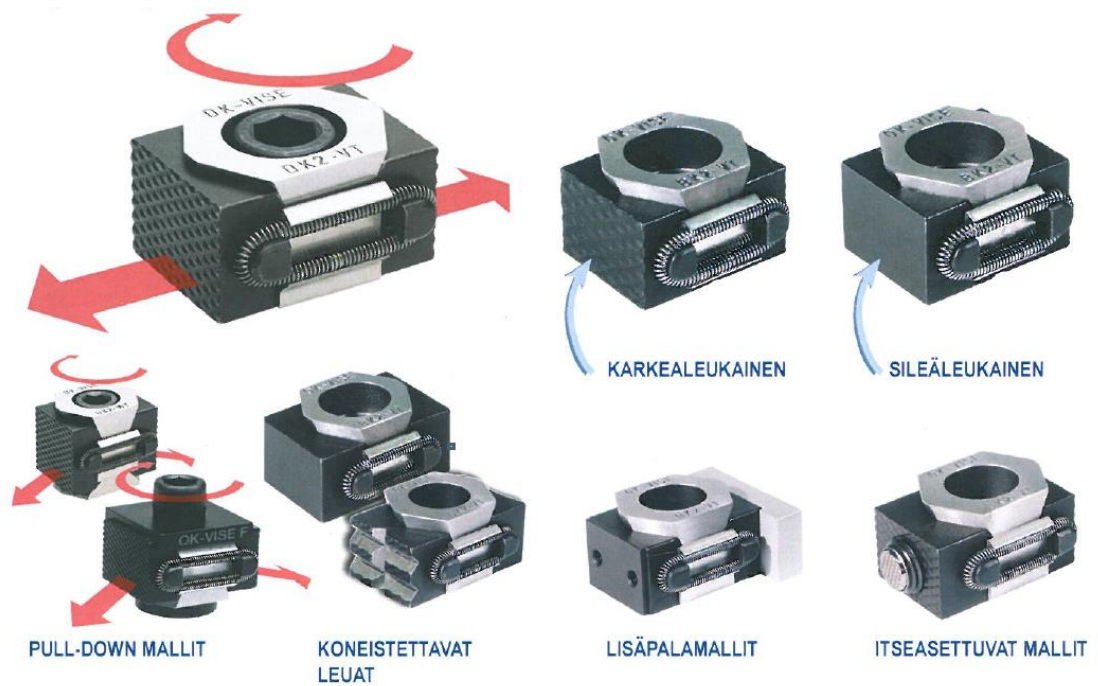
Multi-Rail RM –järjestelmällä on mahdollista kiinnittää hyvinkin haastavia kappaleita. Kappaleen kaikki sivut on mahdollista työstää kahdella kiinnityksellä. Pieniä kappaleita saadaan kiinnitettyä useita ja erittäin suuren kappaleen kiinnitys on mahdollista. (Multi-Rail RM järjestelmä. n.d., 2)

Multi-Rail RM –järjestelmä on väylämodulaarinen tuote, jossa päämoduuli on parametrinen kiinnityskisko (Multi-Rail base). Kaikki muut komponentit kiinnitetään tähän päämoduuliin, jota on saatavana eri mittaisina. Muita komponentteja kiskojen lisäksi ovat stoppimoduulit (stop modules), matalakiinnittimet (clamp modules), sivuttaisohjaimet (side guide) ja paralellit. Näiden komponenttien lisäksi tarjolla on

erilaisia asennuspaketteja, joiden avulla kiinnityskisko saadaan kiinnitettyä tiettyyn alustaan.

Sivuttaisohjaimen tarkoitus on kappaleen kiinnityksen aikana paikoittaa kappale samaan kohtaan joka kiinnityskerralla. Paralleleja käytetään tarvittaessa, mikäli työstettävää kappaletta täytyy nostaa korkeammalle. Stoppimoduuli toimii työkappaleen vasteena, jota vasten matalakiinnitin painaa työstettävää kappaletta. Stoppimoduuleja on sileä- ja karkealeukaisia sekä näiden yhdistelmiä, jossa toinen puoli on sileä ja toinen karkea.

Matalakiinnittimiä on muutamissa eri kokoluokissa. Isoimmilla kiinnittimillä saadaan aikaan suurempia kiinnitysvoimia kuin pienillä kiinnittimillä. Metrinen mitoituksen lisäksi kiinnittimiä on erikseen tuumaisen mitoituksen mukaisille järjestelmille sopivia. Matalakiinnittimien erilaiset leuat aikaansaavat kiinnittimien suuren variaatioiden määrän. Matalakiinnittimen leukavaihtoehtoja ovat sileäleukainen, karkealeukainen, lisäpalamallinen, itse asettuvalla ja koneistettavalla leualla varustettu malli. Eri mallien erot näkyvät havainnollisesti kuviossa 13. Matalakiinnitin voi olla myös yhdistelmä eri leukamalleista, jolloin toisella puolella voi olla esim. sileäleuka ja toisella puolella karkea leuka. Perinteisen matalakiinnittimen lisäksi on myös Pull-down-malleja, jotka kiristettäessä leviämisen lisäksi painuvat alaspäin.

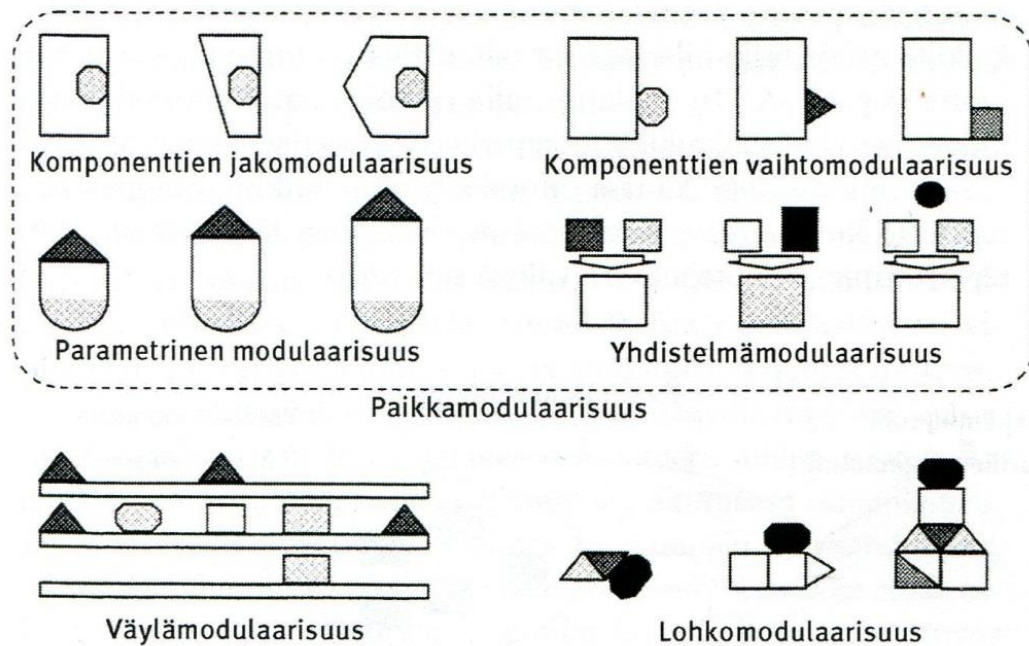


KUVIO 13. Erilaiset matalakiinnittimet (Multi-Rail RM järjestelmä, 4)

4 MODULOINTI

Modulointi on tuotteen jakamista pienempiin itsenäisiin yksiköihin. Moduulit ovat erittäin vähän riippuvaisia toisistaan. Tämä mahdollistaa niiden rinnakkaisen suunnittelun ja yksittäisten moduulien tuotekehityksen. Eri moduulien tulee olla toistensa kanssa yhteensopivia, jotta niitä voidaan vapaasti yhdistellä ja asiakas saa tuotteen juuri ne ominaisuudet, jotka hän haluaa. (Österholm & Tuokko 2001, 8–9.)

Modulaarisella tuotteella on kaksi tärkeää ominaisuutta. Moduuli sisältää yhden tai useamman toiminnon ja moduulien vuorovaikutukset on määritelty ja ne ovat välttämättömät tuotteen toiminnan kannalta. Modulaarisuus jakaantuu eri tyyppeihin, kuten kuviosta 14 selviää. Niitä ovat lohko-, paikka- ja väylämodulaarisuus. (Mts, 8–10.)



KUVIO 14. Modulaarisuuden eri tyypit (Österholm & Tuokko 2001, 11.)

Lohkomodulointijärjestelmässä moduuleita voi kiinnittää toisiinsa melko vapaasti useilla eri tavoilla. Lohkomodulaarisuudessa moduulit kiinnitetään toisiinsa standardoidulla rajapinnalla. Väylämodulaarisuudessa käytetään moduuleilla standardoitua rajapintaa, jonka avulla moduulit voidaan kiinnittää perusmoduuliin erilaisiin järjestyksiin ja asentoihin. Paikkamodulaarisuudessa jokainen erilainen moduuli asennetaan tiettyyn asentoon standardirajapintaan. Paikkamodulaarisuus rajoittaa variaatioita lohkomodulaarisuutta enemmän. (Mts, 8-10.)

Paikkamodulaarisuus voidaan jakaa kolmeen hieman erityyppiseen modulaatioon. Komponenttien jakomodulaarisuus mahdollistaa samojen osien käyttämisen eri tuotteissa. Etuna on tietenkin eri nimikkeiden väheneminen. Komponenttien vaihtomodulaarisuudesta puhutaan silloin, kun perustuotteeseen voidaan yhdistää kaksi tai useampi erilainen komponentti. Parametrisessä moduloinnissa käytetään parametrisesti muunneltavaa komponenttia yhdessä yhden tai useamman standardiosan kanssa. Näiden kolmen eri modulaarisuuden lisäksi on myös yhdistelmämodulaarisuus, joka on yhdistelmä edellä mainituista. (Mts,10-11.)

Moduloimalla saadaan hyvät lähtökohdat käyttää konfiguraattoria, jonka avulla tuoterakenteiden hallinta ja tuotteiden variointi helpottuu (Sarinko 1999, 33). Konfiguroinnin onnistuminen vaatii, että tuotteen tulee olla rakenteeltaan modulaarinen.

5 KONFIGUROINTI

5.1 Periaatteet

Konfiguroinnilla tarkoitetaan tuotteen räätälöintiä asiakkaan tarpeiden mukaiseksi. Konfiguroitavat tuotteet perustuvat modulaarisiin tuoterakenteisiin, jotka suunnitellaan ennen konfigurointia. Konfiguraattorin tehtävä tuotevariaatioiden tekemisen lisäksi on hallita modulaarisia tuoterakenteita. Konfiguroinnilla pystytään vähentämään työmäärää asiakaskohtaisen tuotteen tilaus-toimitusprosessista ja vastaamaan asiakkaan esittämiin vaatimuksiin nopeammin. (Sarinko 1999, 23-25.)

5.2 Konfigurointimallit

Konfigurointimalli koostuu eksplisiittisestä tuoterakenteesta ja rajoitteista. Eksplisiittinen tuoterakenne ja rajoitteet muodostavat täydellisen tuoterakenteen, jonka avulla voidaan esittää mahdolliset tuoterakenteet. Konfigurointimallin selkeä tuoterakenne on osaluettelo, joka koostuu parametrisistä, valinnaisista ja vaihtoehtoisista osista. Parametrinen komponentti on osa joka muuttuu, kun konfiguroinnissa valitaan erilaisia arvoja. Vaihtoehtoisista osista tulee valita yksi. Vapaaehtoinen komponentti on valinnainen osa, jonka voi optiona valita tuotteeseen, jolloin saadaan jokin ominaisuus lisää tai se voidaan jättää valitsematta. (Sarinko 1999, 26.) Vapaaehtoi-

nen komponentti on esimerkiksi autossa lisävarusteena saatava automaattinen ilmastointi.

Konfigurointiprosessin kysymyksien perusteella pystytään rakentamaan eksplisiittinen tuoterakenne. Kysymyksiä esittämällä tulee saada vastaus siihen, mitä vaihtoehtoisia osia tuotteeseen valitaan, halutaanko jotain valinnaisia komponentteja, sekä minkälaiset arvot annetaan parametrisille komponenteille. Se, miten vastaa joihinkin kysymyksiin, vaikuttaa siihen, kysytäänkö jotain tiettyä jatkokysymystä, jotta pystytään luomaan aukoton konfiguraatio. Mikään kysymys ei saa jäädä avoimeksi, jotta saadaan täydellinen konfiguraatio. (Mts. 26.)

Rajoitteet määrittelevät, mitkä kaikki yhdistelmät ovat mahdollisia. Kaikki konfiguraatiot eivät ole mahdollisia. Este voi olla teknologinen, markkinapolitiikan vastainen tai muuten kannattamaton valmistaa. Täydellisessä konfiguraatiossa on kaikki tarvittavat valinnat tehty ja se täyttää voimassaoloehdon eli on rajoitteiden mukainen. (Mts. 26–27.)

5.3 Konfiguraattorit

Konfiguraattori on työkalu tilaus-toimitusprosessissa tapahtuvan tuoteyksilön määrittelemiseksi. Konfiguraattorin tarkoitus on helpottaa yritystä hallitsemaan yksilökohtaisesti muuttuvia komponenttitietoja sekä konfiguraatiosääntöjä. Yksinkertaisimmillaan konfiguraattori voi olla manuaalisesti toimiva paperilla oleva tilauslomake, josta tilaaja rastittaa haluamansa vaihtoehdot. Nykyään useimmin konfiguraattorit ovat järjestelmäpohjaisia. Nykyään asiakas voi itse käyttää web-pohjaisia konfiguraattoreita. Ensimmäiset järjestelmäpohjaiset konfiguraattorit tulivat 1980-luvun alkupuolella. (Sarinko 1999, 29–30.)

Konfiguraattorit voidaan luokitella yleiskäyttöisiksi ja yksittäiskäyttöisiksi. Yksittäiskäyttöisellä konfiguraattorilla voidaan hallita tietyn tuotteen tai tuoteperheen konfigurointia yrityksessä. Yleiskäyttöisellä konfiguraattorilla taasen voidaan konfiguroida hyvin erilaisia tuotteita eri yrityksissä. (Mts. 30.)

Konfiguraattorit voidaan luokitella myös niiden tarjoamien palvelujen mukaan. Konfiguraattori, joka vain rekisteröi tehdyt valinnat eikä tarkista niiden voimassaolevuutta tai sitä tulevatko kaikki valinnat tehtyä, kutsutaan tukityökaluksi tai primitiiviseksi konfiguraattoriksi. Interaktiivinen konfiguraattori huolehtii, että kaikki valinnat tulevat tehdyiksi ja tarkistaa konfiguraation olevan voimassaoloehtojen mukainen. Interaktiivinen konfiguraattori muuttaa valittavia vastausvaihtoehtoja edellisten valintojen mukaan siten, että virheelliset valinnat ovat käytännössä mahdottomia. Automaattinen konfiguraattori osaa suorittaa osien valinnan tai jopa koko konfigurointiprosessin itsenäisesti. (Mts. 30.)

6 TULOKSET

6.1 Opinnäytetyön etenemisprosessi

Opinnäytetyön tehtävä oli tutustua OK-VISEn Multi-Rail RM –järjestelmään, jolla jyrättäviä työkappaleita kiinnitetään. Tarkoitus oli ideoida myyntikonfiguraattoria, joka pystyisi luomaan yksilöllisen kiinnitysratkaisun käyttäen Multi-Rail RM –järjestelmän komponentteja. Työn tavoitteena oli saada aikaan kysymykset, joidenka pohjalta tulevaisuudessa konfiguraattori voitaisiin rakentaa, sekä selvittää onko yksilöllisen myyntikonfiguraattorin luominen kyseisen ongelman ratkaisemiseksi mahdollista toteuttaa.

Opinnäytetyön aloitin tutustumalla OK-VISE:n tuotteisiin, jotta sain kokonaiskuvaa siitä millaiselle kokonaisuudelle myyntikonfiguraattoria on tarkoitus suunnitella. Vaikka henkilökohtaista kokemusta koneistamisesta ja koneistajan perustutkiminto löytyy, ei minulla ollut kyseisestä kiinnitysjärjestelmästä minkäänlaista kokemusta. Konseptia esitteli OK-VISEn myyntijohtaja Olavi Meriläinen. OK-VISEn kiinnitysmallien lisäksi pääsin tutustumaan Kytölä yhtiöllä käytössä oleviin kiinnitysratkaisuihin. Lisäksi tutustuin aiheeseen liittyvään markkinointimateriaaliin.

Teoriatietoa etsin lähinnä kirjoista ja alan lehdistä. Internetistä etsin lähinnä muita konfigurointiin liittyviä opinnäytetöitä, jotta näkisin millaisia konfigurointeja on aiemmin tehty, sekä millaisia lähteitä konfigurointiin ja modulointiin liittyen kyseisissä töissä on käytetty. Konfiguraattori ohjelmista tietoa etsin ohjelmia tarjoavien tahojen internetsivustoilta, luin shop manager manuaalin ja otimme skype yhteyden erään ohjelmistoyritykseen, joka myy konfiguroitiohjelmistoa ja sen käyttöön liittyviä tukipalveluita.

Kiinnitystavan valintaan vaikuttavia tekijöitä listasin ideariihimenetelmän avulla. Konfiguraattorin mahdollisia kysymyksiä mietin vaikuttavien tekijöiden pohjalta. Konfigurointiprosessin etenemisen hahmottelemiseen käytin ajatuskarttaa. Benchmarkkausmenetelmää käytin, kun tutustuin eri yritysten luomiin konfiguraattoreihin. Erityisesti tutkin configbox 2:lla tehtyjä konfiguraatio sovelluksia, jotta tietäisin millaisia konfiguraatioita ohjelmistolla on mahdollista tehdä.

Ennen varsinaista konfiguraattorien tutkimista määrittelin konfigurointiohjelmistolta vaadittavat ominaisuudet. Osa näistä tekijöistä oli yrityksen määrittelemiä reunaeh-toja ohjelmalle. Configbox 2 ohjelmistoon tutustumisen jälkeen, tein ohjelman de-moversoilla kahden kysymyksen testikonfiguraattorin. Testikonfiguraattoria tehdessä tutustuin ohjelman sisältämiin ominaisuuksiin.

6.2 Kiinnityksen valintaan vaikuttavat tekijät

Kiinnityksen valintaan vaikuttavia tekijöitä mietin ideariihimenetelmällä. Listasin kaikki mieleen tulleet vaikuttavat tekijät Word-dokumenttiin, joka löytyy liitteestä 1. Inhimillisten tekijöiden, kuten työntekijän tietojen ja kokemusten vaikutusta ei kuitenkaan otettu huomioon. Opinnäytetyössä sivutaan keskeisimpiä tekijöitä.

Työkappaleen kiinnityksen valintaan vaikuttaa hyvin paljon se, mihin kappaleen kiinnitys tapahtuu, koska alusta sanelee, miten siihen voi kiinnittää. Erilaisten alustojen kiinnitystavat ja koot asettavat rajoituksia käytettäville kiinnityskomponenteille.

Lastuamisvoiman suuruus vaikuttaa tarvittavaan kiinnitysvoimaan. Kiinnityksen kannalta on vaikutusta sillä, käytetäänkö myötä- vai vastajyrsintää. Voimien suunnat ovat erisuuntaiset käytettäessä eri jyrsintämenetelmää. Mikäli normaalivoima pyrkii nostamaan kappaletta, on matalakiinnittimelle kohdistuva vaadittu pidätysvoima suurempi, kuin mikäli normaalivoima suuntautuisi alaspäin kohti kiinteää tasoa. Kiinnitykseen normaalivoiman suuntautuessa ylöspäin, kappaletta irrottava voima on syöttövoiman ja normaalivoiman resultanttivoima. Resultanttivoima on luonnollisesti suurempi kuin pelkkä syöttövoima, joka ainoastaan edullisemmassa tapauksessa pyrkii irrottamaan kappaletta.

Jyrsintäkappaleen muoto vaikuttaa siihen, millaisilla kiinnitysvälineillä sitä on mahdollista kiinnittää. Koneruuvipuristimeen esim. sopii kiinnitettäväksi lähinnä säännönmukaiset kappaleet. Kappaleen koko ja massa vaikuttaa siihen, kuinka suuria kiinnittimiä on tarpeen ja mahdollista käyttää.

Mikäli työstettävään kappaleeseen saa syntyä jälkiä, voidaan valita kiinnitystyökalu, jonka käytöstä syntyy jälki työkappaleeseen, ja saadaan paremmin työstövoimia kestävä kiinnitys. Jyrsinnän ensimmäisessä vaiheessa jälkien syntyminen voidaan use-

ammin hyväksyä, koska monessa tapauksessa kiinnityspintoina toimivat tasot jyrsitään myöhemmin, jolloin jäljet eivät jää valmiiseen kappaleeseen.

Jyrsittävät tasot vaikuttavat kiinnittimen valintaan. Mikäli kappaleesta pitää työstää useita eri tasopintoja, on edullista, jos pystytään jyrsimään useampi taso kokonaisuudessaan yhdellä kiinnityksellä. Tällöin saadaan kappale työstettyä mahdollisimman vähillä kiinnityksillä. Kiinnitysraudat rajoittavat tasojen jyrsintää. Matalakiinnittintä käytettäessä sen sijaan otsapinta voidaan työstää kokonaisuudessaan.

Kiinnityskokonaisuutta mietittäessä on kappaleen vuosivolyymillä merkitystä siihen, onko järkevää käyttää yleiskiinnitysvälineitä vai räätälöityä kiinnitysratkaisua. Eräko-ko vaikutta siihen, kuinka monta kappaletta voidaan järkevästi yhdellä kerralla kiinnittää.

Kiinnitykseen vaikuttavia tekijöitä apuna käyttäen mietin kysymyksiä, joita konfiguraattorissa voitaisiin käyttää. Kysymyksiin tulee pystyä vastaamaan monivalintavastauksella tai numeerisella arvolla. Lista mahdollisista kysymyksistä löytyy liitteestä 1.

6.3 Konfigurointi

6.3.1 Ohjelmiston vaatimukset

Konfigurointiohjelmistolle tärkeintä oli, että se on web-pohjainen eikä vaadi mitään erillistä ohjelmaa, jotta se on kaikkien asiakkaiden käytettävissä. Tämä rajasi mahdollisia ohjelmia. Konfiguraattorin käyttäjiä ovat asiakkaat ja jakelijat joten oli tärkeää, ettei mitään ladattavaa ohjelmaa tarvita, jotta konfigurointiohjelmiston käyttö olisi mahdollisimman yksinkertaista ja sen käyttämisen kynnys olisi mahdollisimman matala. Ohjelman tuli olla Joomla:n kanssa yhteensopiva, koska OK-VISE:n internetsivuja ylläpidetään tällä ohjelmalla.

Konfigurointiohjelmiston tulee osata ratkaista useamman muuttujan yhtälö, mikäli halutaan laskea täysin yksilöllinen kiinnitysratkaisu. Yhtälössä pitää ottaa huomioon käytettävien komponenttien ja jyrstävän kappaleen ulkomitat, joiden perusteella lasketaan, kuinka monta kappaletta voidaan ratkaisulla työstää yhdellä kiinnityksellä. Laskutoimituksista luonnollisesti tuloksena tulee saada myös tulos, kuinka monta mitäkin osaa tämän kiinnityksen luomiseksi tarvitaan.

Kysymyksiin piti saada aikaan keskinäinen vaikutussuhde. Joidenkin kysymysten vastausten tulee pystyä vaikuttamaan tuleviin kysymyksiin. Eri vastauksilla jatkokysymykset tai konfigurointipolku hieman muuttuvat, koska tietyt kysymykset tulevat aktiiviseksi vain, kun edeltäviin kysymykseen vastataan tietyllä tavalla. Kysymyksiin tulee voida vastata monivalintavastauksen lisäksi myös numeerisilla arvoilla.

Konfiguraattorin tulee olla kykenevä rakentamaan tarvittava tuoterakenne moduuleista annettujen vastausten perusteella. Jotta tämä olisi mahdollista, on konfiguraattorissa oltava käytössä erilaisia sääntöjä ja ehtoja.

6.3.2 Myytikonfiguraattori-ohjelmiston valinta

Myyntikonfiguraattorin luomiseen on markkinoilla olemassa lukuisia eri ohjelmia. Suomessa muutamat yritykset tarjoavat konfigurointiohjelmistoja. Ohjelmistoja ovat esim. Summium ja Java-pohjainen VariSales. Ohjelmistot ovat massaräätälöintiä harjoittavalle yritykselle sopivia, kuten Summium. Summium-ohjelmistoa käyttää mm. ABB Oy ja VACON Oy. Niiden käyttämät sovellukset ovat tuotevalitsin tyyppisiä. Ohjelmistolla markkinointi materiaalin perusteella muunkinlaiset konfiguraatiot ovat mahdollisia. Ohjelmistolla varmasti pystyy luomaan vaaditunlaisen konfiguraattorin. Ohjelmien hintatietoja ei ole saatavilla eikä ohjelma toimi Joomla järjestelmän osana.

Microsoftin Dynamics AX – järjestelmällä konfiguraatioita pystyy luomaan ja ohjelmiston ominaisuudet ovat kattavat. Mallinnusmuuttujia ja solmutyyppejä on useita erilaisia. Kyseinen ohjelmisto ei kuitenkaan tule kysymykseen, koska se vaatii erikseen asennettavan ohjelmiston. Dynamics AX olisi varteen otettava vaihtoehto, mikäli konfiguraattoria käytettäisiin ainoastaan yrityksen sisäisesti. Tässä tapauksessa pääasiallinen käyttäjäkunta on jakelijat, joten Dynamics AX ei ole tähän tarkoitukseen sopiva.

OK-VISE halusi, että konfiguraattorin tulisi olla Joomla:n lisäosa. Tämän kriteerin täyttäviä ohjelmistoja ovat VM Product Builder ja Configbox 2. VM Product Builder – ohjelmistolla tehdyissä konfiguraattorit ovat hyvin yksinkertaisia valintatyökaluja. Ohjelman manuaali on hyvinkin lyhyt, eikä siitä saa hyvää käsitystä sen ominaisuuksista. Hinnaltaan VM Product Builder on halpa.

Configbox 2 – ohjelmisto on VM Product Builderiin verrattuna kalliimpi, mutta se sisältää enemmän ominaisuuksia. Configbox 2:lla on paljon eri asiakkaita, jotka ovat tehneet ohjelmistolla oman konfigurointi sovelluksensa. Sovellukset ovat ulkonäöltään ja toimintaperiaatteitaan erilaisia. Jotkin jo tehdyt sovellukset toimivat samankaltaisella toimintaperiaatteella, kuin haluttu konfiguraattori.

Configbox 2:sta oli saatavilla hyvä Shop Market Manual, jonka avulla pääsin hyvin sisään ohjelmiston ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin pintapuolisesti. Yritykseen otetun kontaktin perusteella, vielä varmistin ohjelman täyttävän kaikki kriteerit. Ohjelmistolla voidaan luoda täysin omannäköinen konfiguraattori. Ohjelmiston käyttö ei vaadi minkäänlaista ohjelmointi osaamista. Tarvittaessa teknistä tukea on hyvin saatavilla järkevään hintaan. Ohjelmasta oli saatavilla demoversio, joka sisälsi kaikki ohjelmiston ominaisuudet. Demoversioissa käyttöaika vain oli rajattu 50 päivään, eikä konfiguraattori ole saatavilla julkisesti esille. Näistä syistä johtuen testasin Configbox 2 – ohjelmistolla konfiguraattorin luontia.

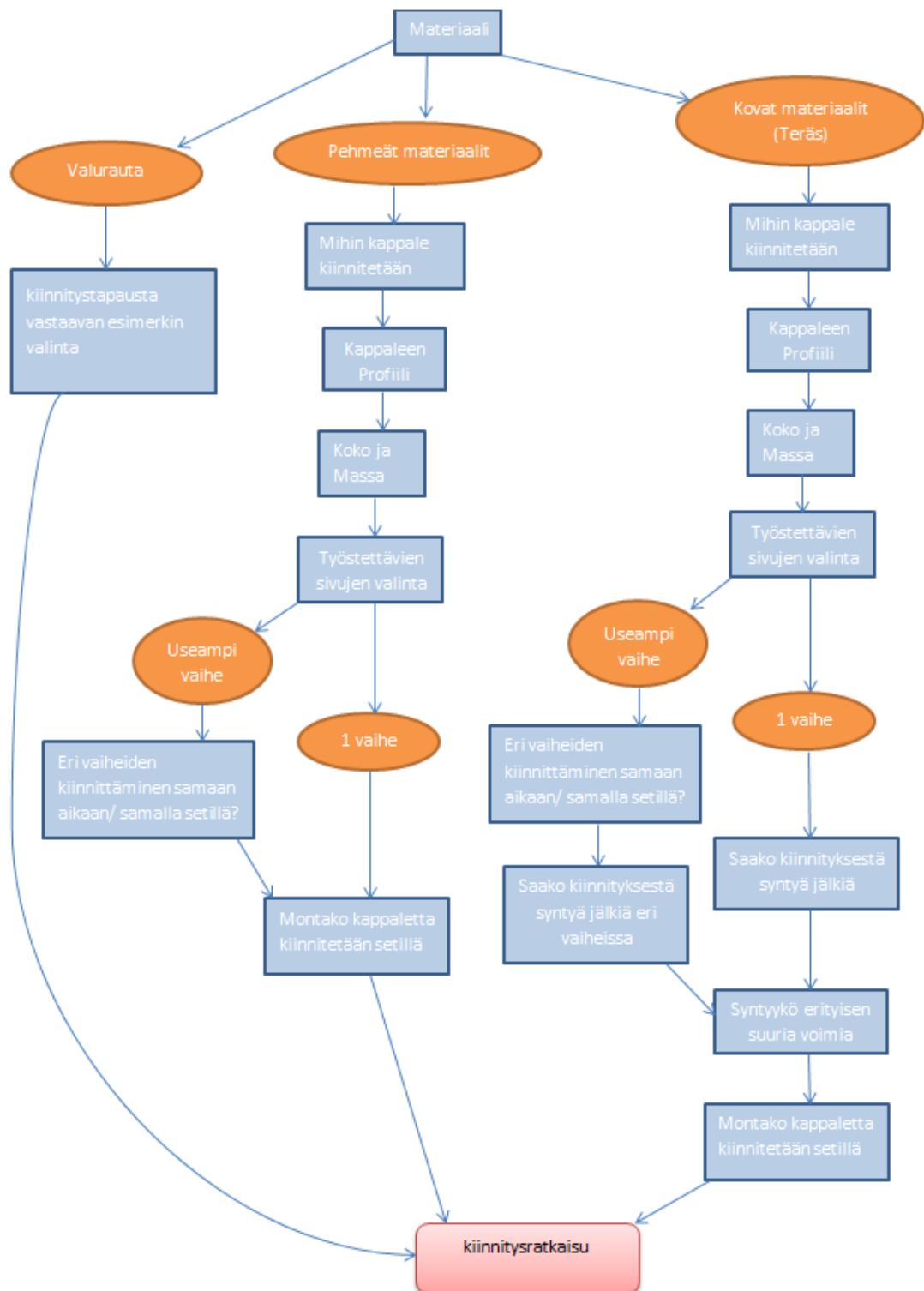
6.3.3 Konfigurointiprosessi

Konfiguraatioprosessin kulkuun vaikuttavat prosessin aikana tehtävät valinnat. Kuviassa 15 on kuvattu konfiguraatioprosessin kulkua. Kuviosta sinisillä ruuduilla on kuvattu kussakin kysymyskohdassa selvitettäviä asioita ja oranssit ellipsit kuvaavat vaihtoehtoisia vastauksia. Eri vastausten vaikutuksen prosessin kulkuun voi havainnollisesti nähdä kyseisestä kuviosta.

Valukappaleille kysymysten perusteella konfiguroitava täysin yksilöllinen kiinnitysratkaisu on mahdotonta rakentaa. Siksi onkin keskitytty miettimään enemmän säännönmukaisien kappaleiden konfigurointiprosessin kulkua.

Ajattelin, että kovien ja pehmeiden materiaalien osalta kiinnityksen valinta voisi hieman poiketa toisistaan. Monet pehmeät materiaalit esim. alumiini on kevyempää materiaalia kuin teräs ja työstövoimat pienemmät. Mikäli käytetään karkealeukaista matalakiinnittintä, painaa se suuren jäljen pehmeään materiaaliin. Näistä syystä joutuin ajattelin, että matalakiinnittimen valinta tulisi tehdä erilaisten kriteerien perusteella.

Konfiguroinnin alkuvaiheessa tarvitsee selvittää, mihin kappale tullaan kiinnittämään. Tämän tieto tarvitaan, jotta järjestelmä osaa valita sopivan kiinnityspaketin kiskon kiinnitykseen. Kiinnitettävä alustan koko voi myös rajoittaa kiinnityskiskon kokoa. Muut kuin valurauta kappaleet ovat yleensä suhteellisen säännönmukaisia. Kappaleen profiili halutaan selvittää, jotta voidaan kysyä kappaleen mittoja ja erilainen kappaleen profiili vaikuttaa kiinnitysratkaisuun.



KUVIO 15. Konfigorointiprosessin etenemiskaavio

Kappaleen koko selvitetään mm tai tuumina. Mittojen perusteella pystytään laskemaan kuinka monta kappaletta pystytään kiinnittämään. Kappaleen koko vaikuttaa kiinnityskokonaisuuden luontiin esim. mikäli kappale on pitkä, tulee se kiinnittää kahdella matalakiinnittimellä.

Näkemyks konfigurointiprosessin etenemisestä jalostui hyvin paljon opinnäytetyön aikana. Prosessin kulkua hahmoteltiin paperille ja siihen tehtiin lisäyksiä ja muutoksia jatkuvasti. Jotkin tekijät ja kysymykset ovat riippuvaisia toisistaan, ja niiden on oltava vasta juuri tietyn tiedon jälkeen. Jotkin selvittävät asiat voivat kuitenkin vaihtaa mahdollisesti paikkaa. Niiden kohdalla kysymys on enemmän siitä, mikä on selkein konfiguroinnin etenemistapa.

Prosessissa on teräskappaleen kiinnittämisen kohdalla suhteellisen paljon selvittettäviä asioita. Prosessimalliin onkin pyritty saamaan mahdollisimman hyvin kaikki selvittävät asiat, joista olisi apua itse konfiguraation luomisessa. Kuitenkaan kaikki kohdat eivät ole pakollisia, konfiguraation luonnin kannalta, vaan joitakin kohtia voidaan myös jättää pois varsinaisesta konfiguraattorista.

Ennen varsinaisen konfiguraattorin luontia olisikin hyvä tehdä käytettävyysestaus paperimallilla joillekin potentiaalisille käyttäjille. Näin varmistuttaisiin, etteivät käyttäjät tunne vastauksen saamisen olevan liian vaikeaa, liian monen kysymyksen takia. Kysymyksiä sopivaksi määräksi ajattelin alun perin kuudesta kymmeneen. Tuohon määrään käyttäjät jaksavat hyvin vastata eikä se tunnu ylitsepääsemättömän vaikealta.

Pisimmällä prosessin etenemispolulla on yhdeksän suorakulmiota, joissa on selvittettäviä asioita. Jotkin näistä kysymyksistä ei selviä yhdellä vastauksella, vaan monivalintavastauksen jälkeen täytyy valita tarkentava vaihtoehto tai vastausta seuraa jatkokysymys. Tällaisena tapaus on esimerkiksi, kun valitaan kiinnitettäväksi alustaksi rei-

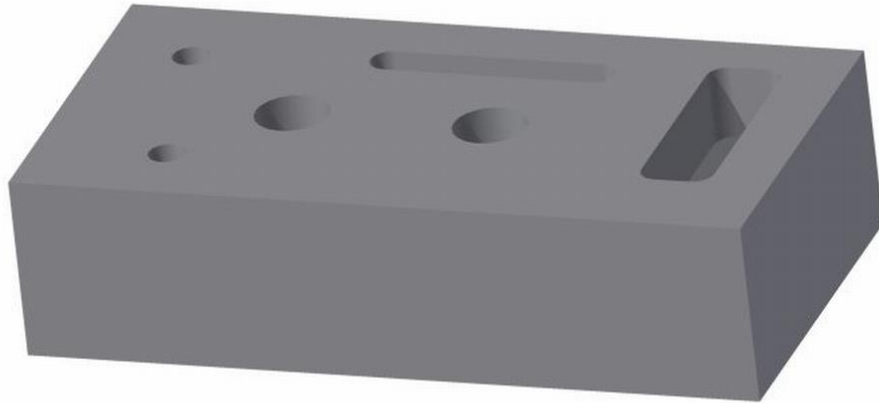
kämatriisi ja valintaa tarkennetaan valitsemalla millaisella reikäjaolla oleva matriisi on käytössä.

OK-VISE:n kiinnitysratkaisu on lineaarisesti modulaarinen kokonaisuus. Perusmoduuleja ovat parametrinen kiinnityskisko, johon muut osat kiinnitetään. Muita osia ovat erilaiset stoppimoduulit, korotuspalat ja matalakiinnitin. Kiinnitysratkaisut syntyvät seuraavien kriteerien mukaisesti. Kiinnityskiskon koon valintaan vaikuttaa haluttu kiinnitettävien kappaleiden määrä ja kiinnitysalusta. Stoppimoduulin tyyppi valitaan sen mukaan, minkälainen leuka matalakiinnittimessä on. Korotuspaloja käytetään, mikäli ne ovat tarpeen, jotta kappaleen koko otsapinta voidaan koneistaa esteettä. Matalakiinnittimen valintaan vaikuttaa se, saako kappaleeseen syntyä kiinnityksestä jälkiä, myös syntyvät lastuamisvoimat, kappaleen koko ja massa vaikuttavat. Matalakiinnittimissä muuttuvat leuan tyyppi ja kiinnittimen kokoluokka.

Kiinnitysratkaisun sisältävien komponenttien listan lisäksi konfiguraattori näyttää esim. kiinnityksen mallin kyseisiä komponentteja käyttäen. Mikäli halutaan, konfiguraattori saadaan näyttämään kiinnityspaketin myyntihinta.

6.3.4 Kuvitteellinen konfigurointiesimerkki

Konfigurointiesimerkkinä tässä käytetään kuvion 16 mukaistaja suhteellisen yksinkertaista teräksestä valmistettavaa jysintäkappaletta. Kappaleen mitat ovat 200 x 100 x 50mm. Kappale työstetään kaikilta kuudelta sivulta. Kappale kiinnitetään 50 x 50 - jaolla olevaan reikämatriisiin.



KUVIO 16 Jyrsittävä esimerkki työkappale

Konfigurointiprosessi alkaa vastaamalla kysymykseen ”Mitä materiaalia kappale on?”. Monivalintavastausvaihtoehtoja ovat muun muassa valurauta, alumiini, teräs, ruostumaton teräs, messinki yms. Valitaan oikea vastausvaihtoehto, minkä jälkeen päästään vastaamaan seuraavaan kysymykseen. ”Mihin alustaan työkappale kiinnitetään?”. Monivalintavaihtoehtoja ovat mm. reikämatriisi ja T-urapöytä. Valittaessa mikä vain näistä vaihtoehtoista ilmestyy esiin tarkentava valinta esim. tässä tapauksessa ”Millä jaolla reikämatriisi on?”. Valintojen täyttämisen jälkeen konfiguraattori tietää, millaisella kiinnityspaketilla kiinnityskisko on mahdollista kiinnittää alustaan.

Seuraavaksi konfiguraattori kysyy ”Millainen työstettävä kappale on profiililtaan?”. Vastausvaihtoehdot on kuvitettuja monivalintavaihtoehtoja mm. suorakulmainen, neliömäinen, lieriömäinen yms. Kuvitteellisessa tapauksessa on kyse suorakulmaisesta kappaleesta. Seuraavaksi konfiguraattori haluaa tietää aihion ulkomitat ja massan. Kysymykset ovat ”Mikä on aihion massa?” ja ”Mitkä ovat työkappaleen kappaleen mitat?” Mitat annetaan numeerisena arvona leveys, pituus ja korkeus millimetreinä. Koska OK-VISE myy tuotteitaan markkinoille, joilla millimetrimitoituksen sijasta on käytössä tuumamitat, kappaleenkin mitat on pystyttävä vaihtoehtoisesti antamaan tuumissa. Kappaleen massaa ei anneta tarkkana lukuarvona, vaan valitaan monivalintavaihtoehtoista se, mille välille kappaleen massa sijoittuu.

Tässä vaiheessa konfiguraattori kysyy ”Mitkä sivut kappaleesta koneistetaan?”. Kysymykseen vastaamisen mahdollistamiseksi kappaleesta on näytettävä selkeät kuvainnot, joissa eri sivut on joko numeroitu tai aakkostettu. Työstettävät sivut valitaan monivalintalistasta. Tässä tapauksessa valitaan kaikki kappaleen sivut, jolloin konfiguraattori tietää, ehtojen mukaisesti, ettei kappaletta voida työstää yhdessä työvaiheessa vaan vaiheita täytyy olla useampi.

Jos työvaiheita on useita, kysytään ”Halutaanko ensimmäinen ja toinen vaihe tehdä samaan aikaan samalla kiinnitysratkaisulla?”. Kuvitteellisessa tapauksessa halutaan ensimmäisen ja toinen vaihe tehdä samalla kiinnityksellä. Mikäli vastataan ”ei”, seuraa jatkokysymys ”Miten kiinnitys halutaan suoritettavan?”. Valintavaihtoehtoja ovat erillisellä kiinnitysratkaisuilla toteutettuna ja ensimmäisen vaiheen jälkeen kiinnitettynä. Tässä kohdassa kartoitetaan kuinka kiinnitys halutaan toteuttaa.

Konfiguraattori haluaa tietää vastauksen kysymykseen, ”Saako kappaleeseen syntyä kiinnityksessä jälkiä?”. Tässä tapauksessa vastausvaihtoehdot ovat ”kyllä”, ”ei” ja ”vain 1 vaiheessa”. Kuvitteellisessa esimerkissämme kappaleeseen saa jäädä jälkiä ensimmäisessä vaiheessa, mikä tarkoittaa sitä, että matalakiinnittimeksi voidaan valita yhdistelmämalli, jossa toinen leuka on karkea ja toinen sileäpintainen. Mikäli kappaleeseen ei saa syntyä jälkiä, tarkoittaa tämä ettei karkealeukaista matalakiinnitintä voida käyttää.

Viimeistä edellinen kysymys kuuluu ”Syntyykö työstettäessä erityisen suuria työstövoimia?”. Tässä kohtaa kysymystä on mahdotonta asettaa siitä näkökulmasta, mitkä ovat työkalujen, halkaisijat, lastuamisnopeudet yms. Vaadittavia parametreja matemaattiseen vastaukseen on paljon. Lisäksi parametrit eivät välttämättä ole tiedossa tai niiden selvittäminen olisi kohtuuttoman työlästä. Siksi kysymykseen voisikin vastata vain ”kyllä” tai ”ei”. Konfiguraattori huomauttaa, että ”vastaa kyllä, mikäli työs-

tönopeus on erittäin kova, vaaditaan erityisen kovaa kiinnitystä, materiaali on erityisen sitkeää tai kovaa”. Tämän jälkeen prosessin tiedossa pitää, olla tieto millaisia matalakiinnittimiä käytetään, stoppimoduulit ja tarvitaanko paralellejä.

Viimeisenä kysymyksenä ennen valmista konfiguraatiota kysytään ”Montako kappaletta halutaan kiinnittää yhdellä kerralla?”. Konfiguraattori kykenee laskemaan vaihtoehtot, kuinka monta kappaletta mihinkin kiinnityskiskoon voidaan kiinnittää. Nämä vaihtoehtot ovat monivalintavaihtoehtoina ja lisäksi vastausvaihtoehto ”muu”. Muu-vastausvaihtoehdossa on avoin kenttä, johon voi antaa halutun kappalemäärän sillä rajoituksella, ettei luku ylitä maksimimäärää.

Kiinnitysratkaisu syntyy lopulta, kun kaikkiin kysymyksiin on vastattu. Konfiguraattori näyttää suuntaa-antavan esim. kuvan vastaavanlaisesta kiinnityksestä valituilla kiinnitysvälineillä. Kuvan tarkoitus on saada käyttäjä hahmottamaan kuinka kiinnitysratkaisua on tarkoitus kyseiseen kiinnitystapaukseen soveltaa.

6.3.5 Ohjelmiston testaus

Testasin Joomlaan lisäosana saatavaa maksullista Configbox 2 ohjelmistoa. Ohjelmistosta oli saatavana käyttöön demoversio, joka sisälsi ohjelmiston kaikki ominaisuudet. Ennen ohjelmiston testausta tutustuin internetsivuihin ja katsoin ohjelmistolla tehtyjä konfiguraattoriratkaisuja eri asiakkaiden sivuilta. Lähestulkoon kaikissa näissäkin malleissa konfiguraatio tehtiin aina valitsemalla suoraan jokin komponentti tai ominaisuus tuotteeseen. Ohjelmiston hinta oli hyvin selkeästi näkyvillä yrityksen internetsivulla.

Configbox ohjelman ominaisuuksiin ja siihen miten tätä ohjelmaa käytetään, perehdyin lukemalla shop manager manual pdf-esitteen. Siitä selvästi huomasi-vaikka kyseessä olikin suhteellisen monisivuinen teos, että kyseessä oli enemmän markki-

noinnin edistämiseen tarkoitettu manuaali kuin täysikokoinen ohjekirja. Yrityksen edustajaan otettiin yhteyttä Skypen välityksellä, jolloin päästiin kysymään askarruttavia kysymyksiä. Lisäksi selvisi eri palveluiden tuntihinnat, joita ohjelmiston käytön helpottamiseksi on mahdollista tukitoimintona saada.

Useimmiten kofigurattoreissa tuotteeseen valitaan suoraan jokin osa tai ominaisuus. OK-VISEn konfiguraattorissa moduulit valitaan usean erilaisen kysymyksen perusteella ja näistä pitää tulla järkevä kokonaisuus.

Ohjelmistolla tein kuvion 17 mukaisen kaksi kysymystä sisältävän testikonfiguraation. Kysymyksillä oli keskinäinen vaikutussuhde niin, että toinen kysymys tuli näkyviin vain, jos ensimmäiseen kysymykseen vastataan kyllä.

Konfiguraattorin rakentamistestauksessa käytössä oli vain kaksi erillistä moduulia, jotka olivat vaihtoehtoisia eli vain jompikumpi tuli valita. Valinta tapahtui automaattisesti edeltävien vastausten perusteella. Vaihtoehtoina olivat matalakiinnitin sileällä ja karkealla leualla varustettuna.

The screenshot shows a configuration page for 'Matalakiinnitin'. At the top, there is a breadcrumb 'Home > Demo Products'. Below it, two tabs are visible: 'Matalakiinnitin' (active) and 'Valinta'. The main heading is 'Matalakiinnitin'. The first question is 'Saako kappaleeseen syntyä jälkiä?' with radio buttons for 'Ei' and 'Kyllä', where 'Kyllä' is selected. The second question is 'Syntyykö suuria lastuamisvoimia?' with radio buttons for 'Ei' and 'Kyllä', where 'Ei' is selected. At the bottom, there are three buttons: 'Finish Add to cart', 'Save and recommend', and 'Next Valinta' with a right-pointing arrow.

KUVIO 17. Näkymä Configbox 2 demoversiolla luodusta konfiguraattorista

Mikäli kysymykseen ”Saako kappaleeseen syntyä jälkiä?” vastataan ei, toinen kysymys ei tule ollenkaan näkyville, vaan valitaan sileäleukainen matalakiinnitin. Jos vastataan kyllä, jatkokysymys ”Syntyykö suuria lastuamisvoimia?” ilmestyy näkyville. Mikäli tähän kysymykseen vastaa ei, valitaan tässäkin tapauksessa sileäleukainen matalakiinnitin. Silloin, kun vastaus molempiin kysymyksiin on myönteinen, konfiguroinnin tuloksena valitaan karkealeukainen matalakiinnitin.

Testikonfiguraattorin luonti onnistui muuten vaivatta, mutta se miten vastaus saadaan syntymään järkevästi ja oikein, tuotti huomattavan paljon päänvaivaa. Vastauksen aikaan saamiseksi keksittiin vain yksi keino, joka ei välttämättä kuitenkaan ole ainoa oikea.

Testauksen tarkoitus oli perehtyä ohjelmiston ominaisuuksiin ja sen käytettävyyteen. Halutun testikokonaisuuden sain toimimaan halutulla tavalla. Numeerisia ominaisuuksia ohjelmistossa ei testattu, erilaisten laskutoimitusten tekeminen on kuitenkin mahdollista. Testikonfiguraation tekemisen yhteydessä selvisi, että konfiguraattorissa säädettäviä eri tekijöitä on hyvin paljon ja ne vaikuttavat siihen, millainen valmis konfiguraattori on. Ohjelma itsessään on melko yksinkertainen käyttää, mutta kuitenkin monipuolinen. Ohjelmisto täytti halutut vaatimukset. Käyttäminen ei vaadi ohjelmointiosaamista, mikä on hyvä asia, sillä ohjelmistoa voivat käyttää muutkin kuin IT-alan ammattilaiset.

7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli selvittää onko yksilöllisen myyntikonfiguraattorin rakentaminen jrsinnässä tarvittavan kiinnitysratkaisun luomiseksi mahdollista. Tavoitteena oli selvittää, millä tavalla tällainen myyntikonfiguraattori voitaisiin toteuttaa ja mitä kysymyksiä myyntikonfiguraattorissa voidaan käyttää.

Opinnäytetyön tuloksena sain listan kysymyksiä, joita konfiguraattorissa voidaan käyttää. Kysymykset ovat muotoiltu niin, että niihin pystyy vastaamaan monivalinta-vastauksella tai numeraalisella vastauksella. Konfigurointiprosessista sain aikaseksi prosessin etenemiskaavion. Prosessin etenemiskaavioon on pyritty saamaan kaikki tekijät, jotka voivat olla mukana myöhemmin tehtävässä varsinaisessa konfiguraattorissa. Näin ollen myöhemmässä vaiheessa rakennettavassa konfiguraattorissa voi konfigurointiprosessi olla hieman lyhyempikin.

Kuitenkin on selvää, että toimiva myyntikonfiguraattori on mahdollista rakentaa. Configbox 2 ohjelman demo-versiolla tein kahden kysymyksen testi myyntikonfiguraattorin. Myyntikonfiguraattorin tekemisessä hankaluuksia tuotti se, että konfiguraattorit rakentuvat yleisesti ottaen hieman eri lähtökohdista. Myyntikonfiguraattorin sain kuitenkin testissä toimimaan halutulla tavalla.

Työssä olisin voinut käyttää jotakin muutakin systemaattista menetelmää kuin ideariihimenetelmää jrsinnän kiinnityksen valintaan vaikuttavien tekijöiden kartoittamisessa. Ideariihen lisäksi käytin ajatuskarttamenetelmää ja benchmarkkasin eri yritysten myyntikonfiguraattoreita. Konfigurointiin liittyen kirjallisuutta oli heikohkösti. Kuitenkin työn kannalta oleellisemmat tiedot löytyivät pitkällisen etsinnän jälkeen.

Työn aikana jalostui kuva konfigurointiprosessin etenemisestä ja asioista, jotka vaikuttavat toisiinsa. Mielestäni pääsin hyvin tavoitteeseen. Tarkoitus ei kuitenkaan ollut tehdä konfiguraattoria täysin valmiiksi, koska konfiguroitavat moduulitkaan eivät ole vielä valmiit. Luotu kahden kysymyksen myyntikonfiguraatio testi ei toiminut ehkä kaikista fiksuimmalla tavalla, mutta kuitenkin sain sen toimimaan niin kuin suunnittelin.

Konfigurointiprosessi on kuvatun mukaisena pitkä. Mahdollisesti se on tälläisenaan liian pitkä, jotta käyttäjät kokosivat konfiguraattorin käytön helpoksi ja mielekkääksi. Prosessissa ei ole otettu huomioon OK-VISEn tulevia uusia tuotteita, jotka tulevat opinnäytetyön valmistumisen aikoihin.

Tulosten pohjalta voidaan tulevaisuudessa, aloittaa myyntikonfiguraattorin rakentaminen tekemällä konfigurointiprosessin kulkuun tarvittaessa muutoksia. Myyntikonfiguraattorin tekeminen kiinnitysratkaisun luomiseksi on mahdollista, joten estettä sen toteuttamiselle tulevaisuudessa ei ole. Jatkossa konfigurointiprosessin kysymykset voidaan yksinkertaistettuina kirjoittaa lomakkeelle. Tämä tarkoittaa, että tällöin numeerisia kysymyksiä ei pystytä laskemaan. Ennen ohjelmiston ostopäätöstä, on hyvä ensin testata jotain muutakin myyntikonfiguraattori-ohjelmistoa, jotta voitaisiin verrata ominaisuuksia, käytettävyyttä ja hintaa keskenään ennen ostopäätöksen tekemistä.

Lähteet

24 uutta Mazakkia. 2011. Artikkel, Metalliteknikka-lehti, 9, 38 – 39

Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. Porvoo: WSOY.

Ansaharju, T., Ilomäki, O. & Maaranen, K. 1989. Lastuava työstö. Porvoo: WSOY.

Ansaharju, T. & Maaranen, K. 1997. Koneistus. Porvoo: WSOY.

Bernardo FJ 125 Koneruuvipuristin. N.d. Tuote-esite. Konecon Oy:n internetsivustolla Viitattu 27.3.2013 <http://www.konecon.fi/product/750/bernardo-fj-125-koneruuvipuristin>

Bernardo RT 5 - 125mm, vaaka- ja pystypyöröpöytä. N.d. Tuote-esite. Konecon Oy:n internetsivustolla Viitattu 27.3.2013 <http://www.konecon.fi/product/796/bernardo-rt-5---125mm-vaaka--ja-pystypyoropoyta>

CNC Rotary table series. Esite. Nikken. viitattu 5.3.2013 Saatavilla

<http://www.crontek.fi/index.php?mact=DownloadManager,m56abc,download,1&m56abcalias=nikken-cnc-poydat&m56abcreturnid=94&page=94>

Dixit, U.S., Sarma, D.K.& Paolo Davim, J. 2012. Environmentally friendly machining, New York, Springer

Esittelymateriaali. N.d. OK-VISEn oma esittelymateriaali tietokannasta.

Ferguson, N C. 1978. A history of numerically controlled machine tools. Artikkel, CME lehti. Viitattu 10.3.2013. http://www.academia.edu/670021/A_history_of_numerically_controlled_machine_tools

Historia. N.d. artikkeli. OK-VISE internetsivustolla. Viitattu 21.3.2013. <http://www.ok-vise.com/historia>

Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M & Sihvonen, P. 2009. Valmistustekniikka. 13. painos. Helsinki: Otatieto.

Jaakkola, H. 2011. Robottikoneistus etenee hitaasti. Artikkel, Metallitekniikka-lehti, 5, 14 – 16.

Jalovaara, V-M. 2012. Työstökoneet vihertyvät ostajia nopeammin. Artikkel, Metallitekniikka-lehti, 3, 30-31

Keinänen, T. & Kärkäinen, P. 2009. Konetekniikan perusteet. 7. p., uud. p. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Laskukaavoja. N.d. jyräntään liittyviä laskukaavoja Sandvik Coromat internetsivustolla Viitattu 10.4.2013 http://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/milling/formulas_and_definitions/formulas/pages/default.aspx

Maaranen, K. 2004. Koneistustekniikat. 5. p., uus. p., Porvoo: WSOY.

Maaranen, K. 2012. Koneistus. Helsinki: Sanoma Pro OY.

Multi-Rail RM järjestelmä. N.d. esite. OK-VISE OY

Nikken. artikkel, Crontek:n internetsivustolla. viitattu 5.3.2013 <http://www.crontek.fi/index.php?mact=DownloadManager,m56abc,download,1&m56abcalias=nikken-cnc-poydat&m56abcreturnid=94&page=94>

Pyöröpöydät ja jakolaitteet. N.d. Koneita.com internetsivustolla. Viitattu 9.4.2013. <http://www.koneita.com/pyoropoydat-jakolaitteet/pyoropoydat-jakolaitteet.htm>

Sarinko, K. 1999. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. viitattu 19.3.2013. <http://www.soberit.hut.fi/pdmg/papers/Sari99Mas.pdf>

Työkappaleiden kiinnittäminen FM-järjestelmässä. 1989. Tekninen tiedotus 16/89. Helsinki. Metalliteollisuuden kustannus OY.

Vmc handles heavy duty to high speed machining. N.d. Fabricating & metalworking internetsivusto. Viitattu 2.5.2013.
<http://www.fabricatingandmetalworking.com/2013/01/vmc-handles-heavy-duty-to-high-speed-machining/>

Österholm, J. & Tuokko, R. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus OY.

8 LIITTEET

Liite 1. Kiinnitykseen valintaan vaikuttavat tekijät ja konfiguraattorin kysymykset

Kiinnityksen valintaan vaikuttavat tekijät

- Materiaali
- Lastuamisvoimat
- Kappaleen koko ja muoto
- Eräkkö (vuosi volyyymi)
- Vaadittu tarkkuus
- Jyrsintätapa (myötö- ja vastajyrsintä)
- Mihin kiinnitys tapahtuu esim. pöytä, torni
- Jälkien jäänti kiinnitettävään kappaleeseen
- Massa
- Mitä tasoja pitää työstää
- Yhden kiinnityksen haluttu kappalemäärä
- Tornin tai muun kiinnitys alustan koko
- Järjestelmän automaatioaste
- Käytettävä laitteisto
- kappaleen/jyrsittävän muodon monimutkaisuus
- Puhtaus
- Käytettävissä olevat välineet

Kysymyksiä Myyntikonfiguraattoriin

Mitä materiaalia työkappale on?

Syntyykö erityisen suuria lastuamisvoimia?

Mihin alustaan työkappale kiinnitetään?

Eräkkö? Vuosi volyyymi?

Kappaleen koko? L,PS? (mittoina mm, vaihtoehtoisesti myös tuumina)

Saako kappaleeseen jäädä kiinnityksestä jälkiä? 1 vaiheessa? 2 vaiheessa?

Mitkä pinnat työstetään?

Kuinka monta kappaletta halutaan työstää yhdellä kiinnityksellä?

Halutaanko 1 ja 2 vaihe tehdä samalla setillä samaan aikaan? Vai halutaanko toinen setti toista vaihetta varten? Vai tehdäänkö vaihe kerrallaan?

Miko on työkappaleen profiili? (monivalinta) (Kuvia esim suorakulmainen, yms)

Kuinka iso kiinnitysalusta on?

Mitä lastuamisnopeuksia käytetään?

Tarvitaanko sivuohjausta?