

Tuomo Mäkelä

## **Modulaarinen koneistuskiinnitin**

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Tuomo Mäkelä

Työn nimi: Modulaarinen koneistuskiinnitin

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja, Juho Yli-Suomu

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 5

---

Nykyaikoina kilpailu lastuavaa työstöä tekevien alihankintayritysten välillä on kovaa. Useat ovat jo lopettaneet toimintansa, ja jäljellä olevien täytyy mukautua jatkuvaan kilpailutilanteen muuttumiseen. Pärjätäkseen markkinoilla täytyy ottaa huomioon jokainen seikka, joka vaikuttaa tuotannon tehokkuuteen. Tässä opinnäytetyössä käsitellään seikkoja, jotka vaikuttavat valmistuksessa tuotannon tehokkuuteen sekä kerrotaan, miten sitä voidaan parantaa. Opinnäytetyössä esitellään, millaisia kiinnittimiä ja järjestelmiä on käytössä konepajateollisuudessa.

Tehokkaassa nykyaikaisessa koneistamossa täytyy asetusajkojen olla lyhyitä ja ne täytyy tehdä mahdollisimman tarkasti ja tehokkaasti laadusta tinkimättä. Tähän voidaan käyttää apuna modulaarisia kiinnittimiä, joiden avulla kappaleiden koneistuksessa syntyvää asetusajkaa saadaan lyhennettyä. Opinnäytetyössä perustellaan modulaarisuuden tärkeyttä ja tavoitteita sekä millaisia modulaarisia kiinnittimiä on markkinoilla.

Lisäksi suunniteltiin monipuolinen ja modulaarinen kiinnitinjärjestelmä, johon suunniteltiin ja valittiin osat ja toimittajat sekä laadittiin osaluettelo. Kiinnitinjärjestelmä tulee käyttöön Seinäjoen ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön konelaboratorioon. Kiinnitinjärjestelmää tullaan käyttämään erilaisissa opetustilanteissa ja sillä pystytään havainnollistamaan entistä selkeämmin, miten monipuolisesti kappaleita pystytään kiinnittämään koneistuskeskuksiin sekä muihin työpisteisiin.

Avainsanat: modulaarisuus, läpimenoaika, lastuava työstö, automaatio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Tuomo Mäkelä

Title of thesis: Modular machining clamp

Supervisors: Kimmo Kitinoja, Juho Yli-Suomu

Year: 2016

Number of pages: 51

Number of appendices: 5

---

Nowadays competition between companies, who provide machining service, is tough. Many of them have already quit their business, and the remaining companies have to adapt to ever changing markets. To thrive on the markets it is necessary to notice every aspect that affects production efficiency. The thesis addressed issues which affect the efficiency in the production, and explained how it could be improved. The thesis presents different types of clamps and clamping systems, which are used in the machining industry.

In efficient and modern machining production, lead times need to be short and they need to be done accurately and most efficiently, without compromising the quality of the product. This is possible to achieve by using modular clamps which shorten the lead time. The thesis explains the importance and the objectives of modularity, and introduces clamps that are available on the market.

In addition, a versatile modular clamping system was designed, in which parts and part suppliers were selected, and a parts list was made. The clamping system will be in use at Seinäjoki University of Applied Sciences in the machine engineering laboratory. The clamping system will be used in teaching situations, and it will be used to demonstrate clearly how versatile machining pieces can be attached to machining centers and other workstations.

Keywords: modularity, lead time, machining, automation

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Yleistä.....	9
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet.....	9
1.3 Opinnäytetyön rakenne.....	10
1.4 Opinnäytetyön kohde.....	10
2 PIENERÄTUOTANTO.....	11
2.1 Joustava tuotantojärjestelmä.....	12
2.2 Joustavuus konepaja-automaatiossa.....	13
2.3 Tuottavuus.....	14
2.4 Laatu.....	15
2.5 Asetusaika.....	15
3 KIINNITTIMET.....	19
3.1 Koneistuskeskusten kiinnittimet.....	21
3.2 Modulaariset kiinnitinsarjat.....	21
3.3 Kiinnittimien suunnittelu.....	23
3.4 Manuaalinen kiinnitin.....	24
3.5 Hydraulinen kiinnitin.....	27
3.6 Nollapistekiinnitin.....	29
4 KIINITTINJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU.....	33
4.1 Kiinnittimen komponentit.....	34
4.1.1 Nollapistekiinnitin.....	34
4.1.2 Reikämatriisi-kiinnitinlevy.....	37
4.1.3 Modulaariset kiinnitinkiskot.....	38
4.2 Lopullinen kokoonpano.....	40
5 PAINEMUUNNIN.....	44

6 OSALUETTELO.....	46
7 YHTEENVETO.....	47
LÄHTEET.....	49
LIITTEET.....	51

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. 4-akselinen CNC-työstökeskus (Kitamura [Viitattu 23.2.2016]).	13
Kuva 2. 80 työkalun makasiini (Miller Plastics, [Viitattu 23.2.2016]).	17
Kuva 3. Modulaarisen kiinnitinjärjestelmän osia, kiinnitystorneja sekä -alustoja (Hoffman 2004, 253).	22
Kuva 4. OK-VISE:n levittyvä matalaprofiilikiinnitin sekä vastinkappale muunneltavalla Multi-Rail RM System kiinnityskiskolla (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).	26
Kuva 5. OK-VISE Oy:n valmistama hydraulisesti ohjattu kiinnitin (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).	28
Kuva 6. PAWS hydraulikiinnitin (PAWS [Viitattu 4.3.2016]).	28
Kuva 7. Nollapistekiinnittimen sylinteri Erowa ER-024312.	35
Kuva 8. Kiinnityslaipan kiinnityspinta Erowa ER-015042.	36
Kuva 9. Kiinnityslaipan lukituspuoli Erowa ER-015042.	36
Kuva 10. Rm-400 kiinnitinkisko, vastinkappaleet ja levittyvä kiinnitin (OK-VISE, [Viitattu 4.4.2016]).	39
Kuva 11. Levittyvä kiinnitin DK2-VT timanttikuviollisella kontaktipinnalla (OK-VISE, [Viitattu 5.4.2016]).	40
Kuvio 1. Työkappaleen kiinnitysmalleja ja kiinnittämiä (Ansaharju & Maaranen, 1997, 352).	19
Kuvio 2. Soveltuvuusalueet erilaisille kiinnitinjärjestelmille (Hoffman 2004, 251).	23
Kuvio 3. Manuaaliseen matalaprofiilikiinnittämiseen kehitetty Multi-Rail RM System (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).	26

Kuvio 4. Erilaisten kappaleiden asettaminen nollapistekiinnittimeen (Sariola. 2006, 2).....	29
Kuvio 5. Nollapistekiinnittimen rakenne (Sariola 2006, 6). ....	31
Kuvio 6. Kuvassa vasemmalla kuulamekanismi ja oikealla holkkimekanismi (Sariola 2006, 6). ....	31
Kuvio 7. Reikämatriisi-kiinnitinevy 18 x 200 x 400 mm. ....	37
Kuvio 8. Leukojen kiinnipitosuunta F.....	39
Kuvio 9. Kiinnitinjärjestelmän yleiskuva 1. ....	41
Kuvio 10. Kiinnitinjärjestelmän yleiskuva 2. ....	41
Kuvio 11. Kiinnitinjärjestelmän takaosa.....	42
Kuvio 12. Kiinnitinjärjestelmä yläsuunnasta kuvattuna.....	42
Kuvio 13. Työstettävä kappale kiinnitettynä. ....	43
Kuvio 14. Paineenmuunnin. ....	45
Taulukko 1. Osaluettelo. ....	46

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>CNC</b>	Tietokoneohjattu numeerinen työstö
<b>FMS</b>	Joustava valmistusjärjestelmä, jossa käytettävä asetus aika erilaisten osien valmistukseen on nolla tai asetukset on ulkoistettu niin, että valmistus on keskeytymätöntä
<b>0-piste</b>	Työstöohjelmaan tallennettu työkappalekoordinaatiston nollapiste
<b>Modulaarinen kiinnitin</b>	Joustava ja lyhyellä asetusajalla vaihdettava kiinnitin, erilaisten osien valmistukseen
<b>LEAN</b>	Järjestelmä, jolla tehostetaan tuotantoa poistamalla ja vähentämällä tuottamattomia toimintoja
<b>5S</b>	LEANin ensimmäiseen käyttöönotto vaiheeseen liittyvä työpisteiden organisointiin ja työmenetelmien standardointiin keskittyvä laatu-järjestelmä



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yleistä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä erilaisia modulaarisia kiinnitysmenetelmiä, joita käytetään niin manuaalisissa kuin NC-ohjatuissa lastuavissa työstökoneissa ja koneistuskeskuksissa. Koneistettavien kappaleiden kiinnitys on aina ollut haasteellista, koska työstettävä kappale ei saa liikkua tai irrota paikoiltaan työstön aikana. Joskus kappaleen muoto saattaa olla hyvinkin haastava kiinnittämisen kannalta. Tämän lisäksi kiinnitykselle sekä kiinnittimille asetetaan monia muitakin vaatimuksia. Kiinnitykseen käytettäviä kappaleita joudutaan usein valmistamaan tuotannon alkuvaiheessa itse, mikä on aikaa vievää ja kallista, mikä puolestaan lisää kustannuksia. Heikkolaatuinen kiinnitysjärjestelmä saattaa aiheuttaa kappaleeseen mittatarkkuuden heikkenemistä, laitteiden ja terien rikkoutumista sekä suurentaa työturvallisuusriskiä. (Ansaharju & Maaranen 1997, 350.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään, millaisia erilaisia kiinnittimiä voidaan hyödyntää Seinäjoen ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratoriotiloissa käytettävässä modulaarisessa kiinnittimessä. Lisäksi pohditaan, millaisia modulaarisia kiinnittimiä pieneriä tuottavat yritykset voisivat käyttää omassa tuotannossaan ja mitä hyötyä niistä olisi. Modulaarisia kiinnitinjärjestelmiä ei ole kovin yleisesti käytössä, joten niiden käytöstä on hyvin vähän tietoa ja kokemusta. Sopivan modulaarisen kiinnitinjärjestelmän suunnitteleminen yrityksen omiin tarpeisiin vähentäisi tarvittavien työkalujen ja kiinnittimien määrää. Tämä liittyy jatkuvaan tuotannon sekä laadun tehostamiseen, sekä esimerkiksi LEANin kehittämiseen. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kolmeen erilaiseen kiinnitintyyppiin, joita ovat manuaalinen ja hydraulinen kiinnitin sekä nollapistekiinnitin.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on tehdä lukijalle tutuksi, miten erilaisia työstettäviä kappaleita voidaan kiinnittää aikaa säästäen ja luotettavasti sekä minkälaisia

tarvikkeita kiinnittämiseen on olemassa. Tavoitteena on myös selvittää, miten saadaan lyhennettyä erilaisten kappaleiden vaihdossa syntyvää asetusaikaa samalla vähentäen turhia kiinnitintyökaluja. Työn tarkoitus on tuoda lukijalle esille erilaisia kiinnitysmahdollisuuksia sekä esitellä jo markkinoilta löytyviä komponentteja, joita käyttämällä ja soveltamalla voidaan muodostaa omiin tarpeisiin modulaarisia kiinnittimiä. Työssä selvitetään, mitä tarkoittaa modulaarisuus ja miten se liittyy valmistukseen konepajassa.

### **1.3 Opinnäytetyön rakenne**

Tässä työssä keskitytään aluksi pienerätuotannon sekä sarjatuotannon eroihin. Samalla käsitellään joustavuuden, asetusaikojen sekä laadun vaikutusta tuottavuuteen ja tuotannon kustannuksiin. Seuraavaksi käydään läpi erilaisia kiinnitinjärjestelmiä sekä niiden käyttökohteita ja kiinnitystapoja. Opinnäytetyössä esitellään kiinnitinjärjestelmien eri osia sekä perehdytään tarkemmin käsiteltäviin kolmeen kiinnitintyyppiin, joita ovat modulaarinen manuaalinen kiinnitin, modulaarinen hydraulinen kiinnitin sekä nollapistekiinnitin. SeAMK:in konetekniikan laboratoriossa käytettävän kiinnitinjärjestelmän suunnittelemiseen sekä komponenttien valintaan ja niiden soveltamiseen keskitytään työn loppuvaiheessa.

### **1.4 Opinnäytetyön kohde**

Tämä opinnäytetyö tehtiin SeAMK:in tekniikan yksikön konetekniikan laboratorioon. Laboratoriossa on valmistettu kiinnittimiä vaakakaraiselle koneistuskeskukselle, jotka ovat 500x500 mm kokoisilla paleteilla. Paletteja pystytään liikuttelemaan FMS-järjestelmässä. Paletille on tarkoitus suunnitella modulaarinen kiinnitin, jolla saadaan koneistuskeskuksessa työstettävät kappaleet tarkoituksenmukaisesti kiinnitettyä koneistuksen ajaksi sekä siirrettyä mittalaitteelle sen jälkeen. Suunnitelma on tarkoitus toteuttaa myöhemmässä vaiheessa konetekniikan laboratoriossa. Tämä kiinnitinjärjestelmä on opetus- ja tutkimuskäytössä.

## 2 PIENERÄTUOTANTO

Nykyään useissa yrityksissä joudutaan tekemään monentyyppisiä kappaleita, koska tilauskannat ovat supistuneet, työstettävien kappaleiden eri mallien määrä on kasvanut ja erilaiset metallin työstöön keskittyneet yritykset ovat olleet vähenemään päin. Pystyäkseen vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin joudutaan useissa yrityksissä tuottamaan myös pieneriä, jotka asettavat omat haasteensa pidettäessä kustannukset kilpailukykyisenä. Suomessa massatuotantoa on huomattavasti vähäisemmissä määrin kuin muissa maissa. Suomalaisen konepajateollisuuden vahvuutena pidetään kykyä nopeaan, joustavaan sekä vaihtelevaan pienerätuotantoon, jonka suorituskyvyn reunaehtoina tehokkaan työstämisen ohella on saumaton toiminta koko tuotannon läpi niukoin resurssein. (Kauppinen 2009, 20.)

Pienerätuotannossa sarjat saattavat olla hyvinkin pieniä, tai joskus voidaan joutua valmistamaan pelkästään yhtä kappaletta. Tästä syystä tuotanto on tehotonta ja usein se tulee asiakkaalle kalliiksi. Sitä vastoin massatuotannossa valmistetaan samaa kappaletta pitkiäkin sarjoja, jolloin monet asetusajoja pidentävät seikat poistuvat lisäämästä painetta kustannusten karkaamiselle. Massatuotannossa kappaleet pysyvät tasalaatuisina käytettäessä tuotteelle asetettuja standardeja. Mekaniointi ja automatisointi ovat tärkeitä keinoja tehostaa massatuotantoa. Nykypäivänä kehittyneiden laitteiden ja valmistusmenetelmien avustuksella näitä keinoja pyritään hyödyntämään myös pienerätuotannossa, jolla sitä pyritään tehostamaan. Tuotteen vuosivolyymi valmistetaan erissä. Eräkoon teoreettinen tavoite on yhden lopputuoteyksikön tarve. Tavoitteen toteutuminen riippuu tekniikasta, erityisesti asetustekniikasta. (Kauppinen 2009, 20.)

Eräkohtaisia kustannuksia syntyy

- asetusajoista
- sisäisistä kuljetuksista
- ohjaustoiminnoista. (Lapinleimu 1997, 59.)

## 2.1 Joustava tuotantojärjestelmä

Tuotantojärjestelmän joustavuus on tärkeää valmistettaessa pieniä eriä tai useita asiakasversioita tai silloin, kun tuotteiden elinkaari on lyhyt. Erityisesti silloin, kun sovelletaan automaatiota, on joustava tekniikka hyvin tärkeää, koska automaatiolla on taipumus jäykistää valmistusprosessia. (Lapinleimu 1997, 62.)

Tuotantojärjestelmän joustavuutta on

- tuotejoustavuus
  - laaja valikoima valmistettavia tuotteita
  - samantyyppisten tuotteiden eri variaatioiden helppo valmistettavuus
- operatiivinen joustavuus
  - kyky valmistaa pieniäkin eriä
  - tuotantosuunnittelussa kiinteä osio jää lyhyeksi
  - ohjattavuus on hyvä
  - reservissä on kapasiteettia
- muunneltavuus
  - tuotteiston muuttuessa järjestelmä on muunneltavissa
  - toteutus on porrastettavissa. (Lapinleimu 1997, 62.)

## 2.2 Joustavuus konepaja-automaatiassa

Joustavuus on edellytys automaation soveltamiselle nykyaikaisessa mekaanisessa metalliteollisuudessa, jossa valmistuserät ovat pieniä ja tuotteen versiot vaihtuvat tiheästi. Nykyaikaisessa konepaja teollisuudessa joustavuus tarkoittaa

- tuotejoustavuutta; samalla laitteistolla on pystyttävä valmistamaan monia erilaisia kappaleita
- eräjoustavuutta; laitteistolla on pystyttävä valmistamaan erikokoisia tuotesarjoja. (Lapinleimu 1997, 128.)

Käyttämällä nykyaikaisia NC-koneita (kuva 1) saavutetaan joustavuutta tuotannossa. NC-tekniikka kehiteltiin alun perin Yhdysvaltain ilmailuteollisuuden tarpeisiin valmistamaan tarkkoja ja vaikeita kappaleita, joita ihmisen oli melkein mahdoton tuottaa sarjassa tasaisella laadulla. Numeerisella ohjauksella saavutettu joustavuus perustuu siihen, että toisen tyyppisen kappaleen valmistuksen voi aloittaa hyvin pienellä asetusajalla, yksinkertaisesti muuttamalla koneistus ohjelmaa nopeasti ja helposti. (Lapinleimu 1997, 129.)



Kuva 1. 4-akselinen CNC-työstökeskus (Kitamura [Viitattu 23.2.2016]).

### 2.3 Tuottavuus

Tuottavuus tarkoittaa tehokkuuden mittausta. Vertailemalla tuotoksen ja panoksen suhdetta toisiinsa voidaan mitata tuottavuutta. Tehokuutta selvittäessä tuottavuus on yksi perinteisistä kansantaloudellisista mittareista. Tuottavuus kasvaa aina, kun tuotantoa kehitetään ja parannetaan. Tuotantoa kehitettäessä ja kasvattaessa saadaan lisäarvoa, koska samoilla työpanoksilla saadaan aikaan parempaa tuotosta. (e-conomic 2002–2016.)

$$\text{Kokonaistuottavuus} = \frac{\text{Tuotantotulosten summa}}{\text{Tuotantopanosten summa}}$$

Kokonaistuottavuus muodostuu, kun tuotannossa saavutettujen tulosten summa jaetaan tulosten saavuttamiseen käytetyllä panoksella. Esimerkiksi miten paljon on saavutettu tulosta tiedetyllä määrällä panostusta. (e-conomic 2002–2016.)

Tuottavuuden nousulla on välillisesti tai välittömästi vaikutusta yhtiössä mm.:

- Kustannusten kehitys hidastuu.
- Kilpailukyky kohoaa.
- Työpaikat turvataan jatkossa.
- Palkanmaksukyky paranee.
- Syntyy rakenteellisia muutoksia.
- Työn luonne muuttuu. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 20.)

## 2.4 Laatu

Laatu-sanaa kuulee käytettävän monissa eri tilanteissa. Laadulla on maailmassa monia eri käsityksiä ja sana ”laatu” sovelletaankin monilla eri aloilla, esimerkiksi palvelualoilla, tuotteen valmistuksessa tai laatujohtamisessa. Näissä kaikissa tapauksissa laadun hyväksyy tai hylkää aina asiakas. Laatu heijastuu tuotannossa käytettävistä työmenetelmistä, työssä käytettävistä koneista, huolellisuudesta sekä monista muista seikoista. Konepajateollisuudessa laatu mielletään usein asiakkaan toiveita ja tarpeita vastaavaksi kappaleeksi, jossa on tarkka mitoitus ja se noudattaa tarkasti valmistukseen annettuja ohjeita. Laadun tasaisuuteen pyritään aina suurilla tai pienillä tuotantoerillä valmistettaessa. Saavuttaakseen tasalaatuista tuotantoa tuotannossa käytetään laatustandardien mukaisia vakio työmenetelmiä. Käytettävillä menetelmillä pyritään kitkemään turhia liikkeitä ja työvaiheita sekä tehostamaan työssä käytettävien resurssien käyttöä. (Heiskanen 2014.)

## 2.5 Asetusaika

Työkappaleen valmistuksessa käytetty aika jaetaan asetusaikaan ja kappaleaikaan. Kokonaisvalmistusaika, joka kuluu erän valmistamiseen, on  $1 \times \text{asetusaika} + \text{valmistettävien kappaleiden määrä} \times \text{kappaleaika}$ . Asetusajan merkitys suurilla eriä valmistettaessa on vähäinen, mutta pienillä eriä valmistettaessa se korostuu. Asetusaika voidaan määrittellä kuluneeksi ajaksi, joka kuluu siitä hetkestä, kun kone pysäytetään ja saadaan uudelleen työstämään laadullisesti hyvää erilaista kappaletta säätötoimenpiteiden ja asetusteen jälkeen. Tavoite pienentää tuotannossa syntyviä asetusaikoja heijastuu työvälinetoimintoihin monentyyppisinä haasteina, joihin on pystyttävä reagoimaan. Kappaleita ja tuotteita valmistettaessa asetusaika saattaa olla huomattavasti pidempi kuin kappaleaika. (Kauppinen 1991, 17.)

Asetusajaksi kutsutaan niitä pakollisia toimenpiteitä, joita täytyy tehdä koneelle, työasemalle tai muille tuotantolaitteille, kun vaihdetaan työstettävästä kappaleesta toiseen. Näitä voivat olla esimerkiksi

- työkalujen tai työkaluasetusten vaihto

- kappaleen vaihto
- kiinnittimien vaihto
- työstöohjelman vaihto ja siirto
- koordinaatiston 0-kohdan asetus koordinaatistoon
- uuden asetuksen ja ohjelman testaus. (Lapinleimu 1997, 60.)

Asetusten vaihto täytyy suorittaa nopeasti ja tehokkaasti ja se perustuu seuraaviin seikkoihin:

- Tuotannossa käytettävä kone pysäytetään ainoastaan vaihdon ajaksi ja vaihto valmistellaan ja suunnitellaan siten, ettei synny turhaa koneen seisonta-aikaa.
- Eri asetusten vaihtotarvetta kitketään käyttämällä joustavaa koneistoa ja vakioasetuksia.
- Automatisoidaan asetusten vaihto.
- Jaksotetaan asetustyöt niin ettei useita koneita jouduta pysäyttämään samaan aikaan. (Lapinleimu 1997, 60.)

Yleistä kiinnitintä, joka mukautuu kiinnitettävän kappaleen mukaan, ei ole onnistuttu vielä kehittämään. Tämän vuoksi erilaisia kiinnitinmalleja ja variaatioita on olemassa satoja, jopa tuhansia. Tähän löytyy helpotusta modulaarisesta kiinnittimestä, johon voidaan kiinnittää useita erilaisia kappaleita, ja käyttämällä samoja yhteensopivia kiinnitinkomponentteja aikaa sekä työtä säästään.

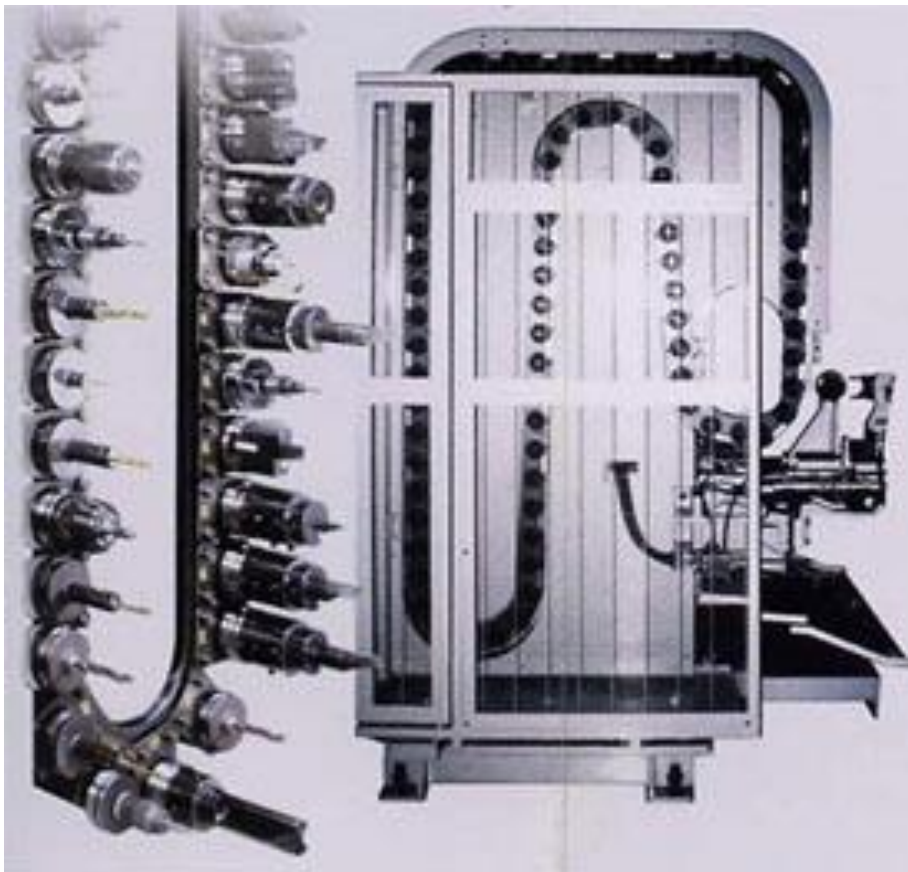
Keinoja, joilla nopeutetaan asennuksia, ovat esimerkiksi seuraavat:

- Asetetaan työkalut koneeseen vakioasetuksena (kuva 2).
- Kiinnittimet paikoitetaan vakioasteisiin, jolloin 0-kohta säilyy vakiona. (0-piste kiinnitin)



- Määritetään työkaluille, mittalaitteille ja kiinnittimille vakiopaikat, jolloin ne ovat välittömästi tavoitettavissa.
- Standardisoidaan ja mekanisoidaan kiinnityskohdat.
- Käytetään yhteensopivia modulaarisia kiinnitinsarjoja.
- Huolehditaan työkalujen esiasetuksista ja huollosta. (Lapinleimu 1997, 61.)

Työkalujen vakioasetuksella tarkoitetaan tekniikkaa, jossa säilytetään työstökoneen makasiinissa olevat työkalut vakiopaikoillaan. Näin ne säilyvät myös työkalukirjastossa omalla ohjelmoidulla paikallaan. Tällaisessa tilanteessa koneen työkalumakasiinilta vaaditaan riittävän suurta tilaa. Terähuolto on pyrittävä suorittamaan samaan aikaan, kun kone on käynnissä, niin sanottuna ylläpitotyönä. (Lapinleimu 1997, 61)

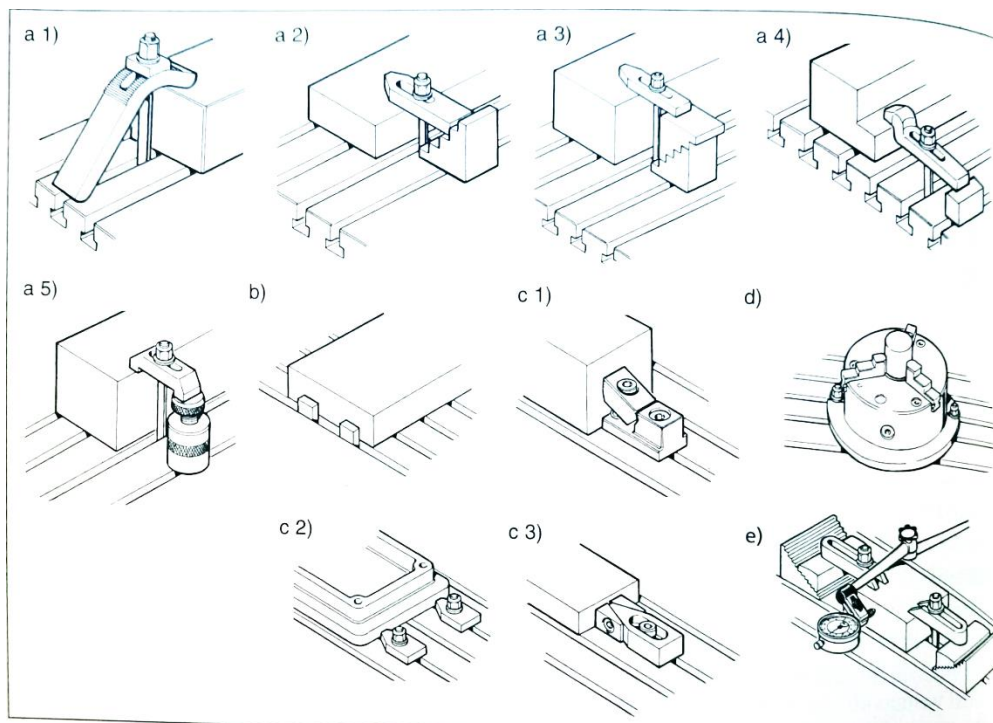


Kuva 2. 80 työkalun makasiini (Miller Plastics, [Viitattu 23.2.2016]).

Paikoittamalla kiinnittimet vakiopisteisiin säästetään turhaa asetusaikaa ja ohjelmointia. Tällöin voidaan vain valita valmis ohjelma, joka automaattisesti tietää kapaleen 0-pisteen. Käyttämällä apuna esimerkiksi 5S-järjestelmää määritellään työkoneen työkaluhuollossa sekä -vaihdossa tarvittavien työkalujen ja tarvikkeiden paikat, jolloin aikaa säästyy sekä parannetaan siisteydellä työturvallisuutta. Ottamalla käyttöön standardit kiinnityskohtia määriteltäessä parannetaan asetusaikaa. (Lapinleimu 1997, 61.)

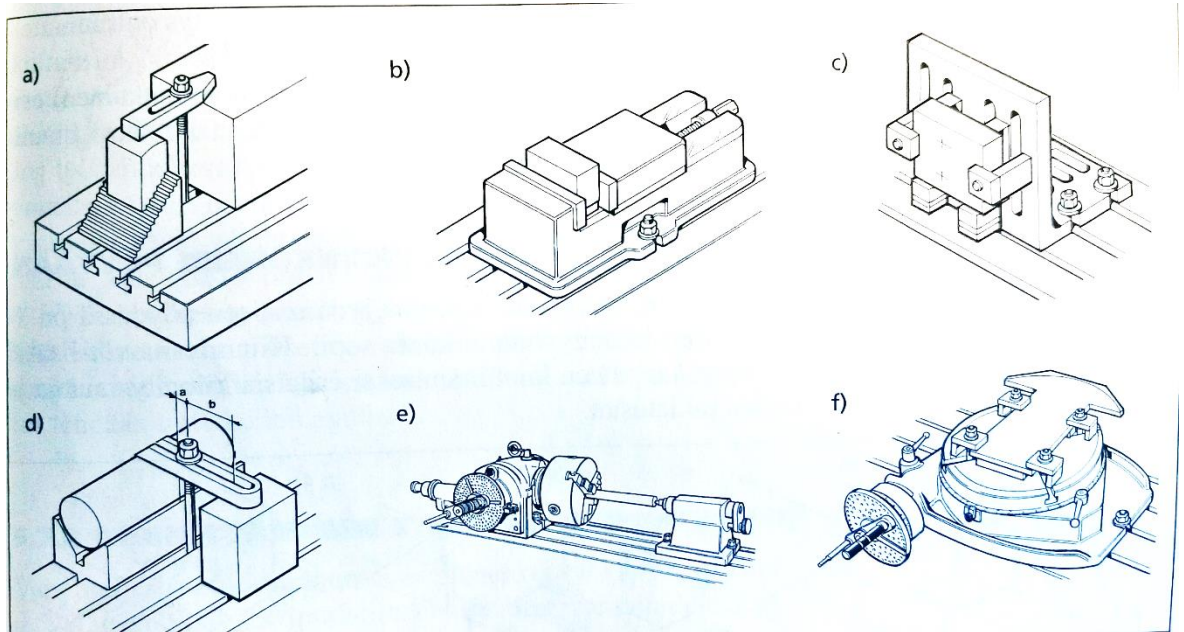
### 3 KIINNITTIMET

Lastuavissa työstökoneissa olevat kiinnittimet ovat oleellisessa osassa tehokkaassa työskentelyssä. Kiinnitin oikein käytettynä tekee työskentelystä tehokkaampaa ja turvallista, niin koneelle kuin käyttäjälle itselle. Kunnolliset kiinnittimet lyhentävät asetusaikaa, nopeuttavat ja yksinkertaistavat itse kiinnitystä sekä parantavat kappaleen mittatarkkuutta. Hankittaessa uutta työstökoneetta kiinnittimien suunnittelu on hyvin tärkeää, ettei hankita turhia ylimääräisiä kiinnittimiä, jotka aiheuttavat ylimääräisiä kuluja ja usein jäävät kokonaan käyttämättä. Uuden työstökoneen mukana tavallisesti hankitaan vain tavallisimpia peruskiinnittimiä, joilla ei kuitenkaan pystytä suorittamaan vaativampia kiinnityksiä. Tällöin joudutaan suunnittelemaan ja valmistamaan omia erikoiskiinnittimiä, mikä taas vie aikaa ja työresursseja. Erilaisten kappaleiden työstössä kiinnittimiltä toivotaan muunneltavuutta ja joustavuutta. Sen sijaan, että kiinnittimet suunniteltaisiin kokonaista tuoteperhettä varten, ne yleensä suunnitellaan ainoastaan yhtä tuotetta varten. (Aaltonen 1991, 245)



Kuvio 1. Työkappaleen kiinnitysmalleja ja kiinnittimiä (Ansaharju & Maaranen, 1997, 352).

- a 1–5 Erityyppisiä kiinnitysrautoja ja tukialustoja.  
 b) Vasteiden käyttö estää kappaletta liikkumasta.  
 c 1–3 Erityyppisiä ns. matala- ja otsakiinnittimiä.  
 d) Kappale kiinnitettynä kolmileukaistukkaan, joka on kiinnitettynä koneen pöytään.  
 e) Kappaleen suuntauksen tarkistaminen mittakellolla.



Kuvio 2. Jyrsittävän työkappaleen kiinnittäminen (Ansaharju & Maaranen, 1997, 351).

- a) Työkappaleen kiinnittäminen jyrsinkoneen pöydän pintaan, käyttäen kiinnitysrautoja, tukialustoja sekä kiinnitysruuveja.  
 b) Suorakulmainen kappale kiinnitettynä koneruuvipuristimeen.  
 c) Levymäinen kappale kiinnitettynä 90°:n kulmatasoon.  
 d) Pyöreä akseli kiinnitettynä V-kappaleeseen. Mitan a ollessa pienempi kuin mitan b, kappale kiristyy suuremmalla voimalla.  
 e) Pyöreä akseli kiinnitettynä jakolaitteen kolmileukaistukkaan.  
 f) Levymäinen kappale kiinnitettynä pyöröpöytään.

### 3.1 Koneistuskeskusten kiinnittimet

Koneistuskeskuksissa työstettäviin kappaleisiin tehdään pääasiassa tasoajyrä ja reikien poraamista. Kiinnitykseltä vaaditaan tukevuutta sekä työstettävyyttä yhdellä kiinnityksellä useasta eri suunnasta. Normaalisti koneistuskeskuksissa voidaan työstösuuntaa vaihtaa pyöröpöytää kääntämällä. Asetusten ja kappaleiden vaihtojen vähentämiseksi kannattaa pyöröpöydällä varustettujen koneistuskeskusten kiinnittimet suunnitella nelisivuisiksi. Tällä tavalla saadaan yhden paletin koneistusaikaa kasvatettua moninkertaiseksi. Koneistuskeskusten kiinnittimet on yleensä valmistettu valuraudasta tai hitsaamalla teräslevystä. Kiinnitykseen käytetään ruuvi-, kampi- ja nivelmekanismeja sekä paineilma- tai hydraulitoimisia leukoja. (Aaltonen 1991, 247.)

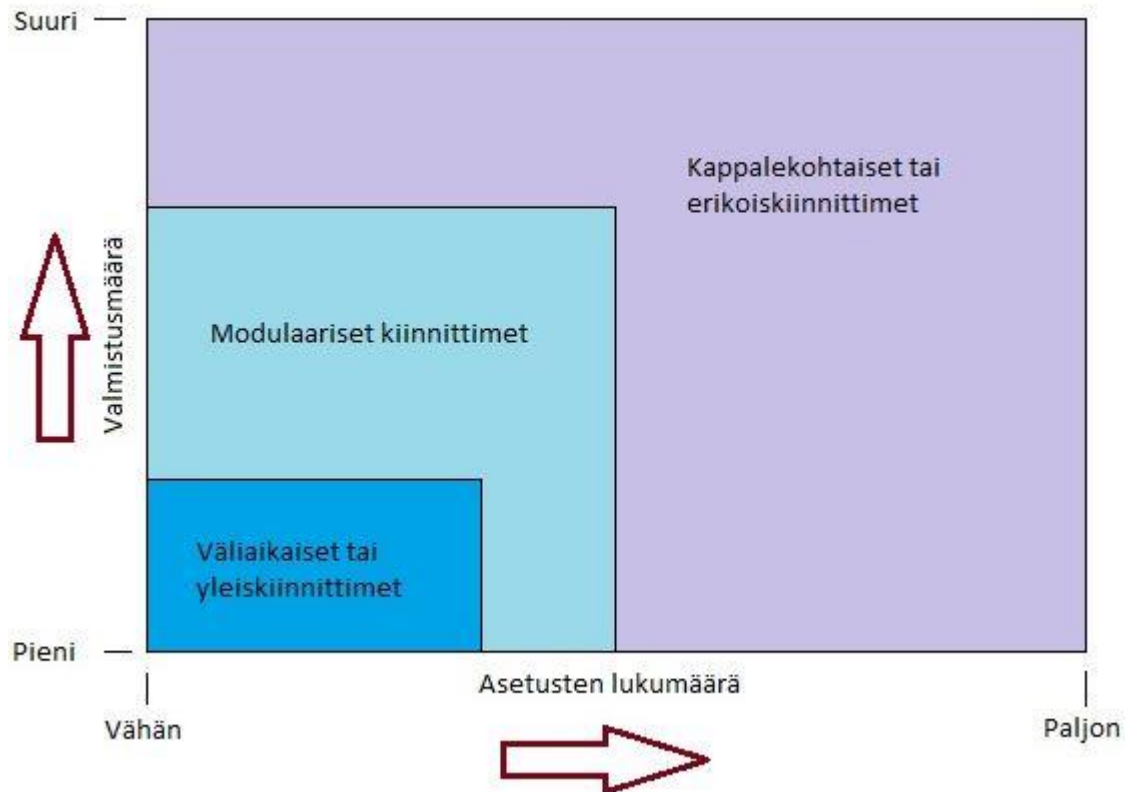
### 3.2 Modulaariset kiinnitinsarjat

Perinteisesti lastuttavien kappaleiden kiinnitys työstökoneen pöydälle käyttämällä kiristysruuveja, hakarautoja, T-uramuttereitä ja alustaparanelleja on tehotonta ja hankalaa (Kuviot 1 ja 2). Jokaisen kappaleen kohdalla kiinnittäminen on enemmänkin rakentelua kuin suunnitelmallista kiinnittämistä. Kiinnityskappaleet ovat normaalisti yleismallisia peruskiinnittimiä tai itse valmistettuja erikoiskiinnittimiä. Modulaariset kiinnittimet ovat rakennussarjoja, jotka muodostuvat erilaisista paleteista ja kiinnittimistä, joista voidaan koota eri käyttökohteeseen tarvittava kiinnitysjärjestelmä (Kuva 3). Modulaarisilla kiinnittimillä, joissa standardiliitospinnoilla kiinnittyvät kiinnittimet on helppo liittää toisiinsa, saadaan kiinnitystä yksinkertaistettua ja nopeutettua yksittäisten kappaleiden kohdalla. Suurien kappaleiden kohdalla on harvoin järkevää valmistaa kappaleelle tarkoitettua erikoiskiinnitintä, sen sijaan työkappaleen kiinnitys ja asemointi voidaan hoitaa kätevästi modulaarisilla kiinnitinsarjoilla. Nykyaikaisissa modulaarisissa kiinnittimissä on kiinnitysreikien lisäksi paljon tarkkaan ohjaukseen ja paikoitukseen sopivia tarkkoja pinnanreikiä sekä upotuksia kierre- reikien suulla. (Aaltonen 1991, 247.)

Ryhmäkiinnitin on kiinnitinjärjestelmä, johon pystytään kiinnittämään useita kappa-  
leita samanaikaisesti. Niitä pyritään käyttämään operoitaessa monipuolisilla työko-  
neilla, kuten työstökeskuksissa. Tällaisia kiinnittimiä käytettäessä olisi hyvä pyrkiä  
valmistamaan kaikki tuotteen kokoonpanossa vaadittavat komponentit samalla ryh-  
mäkiinnittimellä. Modulaarinen kiinnitinjärjestelmä on joustava, joten sillä pystytään  
joissakin tapauksissa korvaamaan jopa erikoiskiinnittimet ja toteuttamaan ryhmä-  
kiinnitin. (Aaltonen 1991, 245.)



Kuva 3. Modulaarisen kiinnitinjärjestelmän osia, kiinnitystorneja sekä -alustoja (Hoffman 2004, 253).



Kuvio 2. Soveltuvuusalueet erilaisille kiinnitinjärjestelmille (Hoffman 2004, 251).

### 3.3 Kiinnittimien suunnittelu

Lastuavaan työstökoneeseen kiinnittimiä suunniteltaessa huomioon otettavia seikkoja ovat

- tarpeeksi tukeva ja jäykkä rungonrakenne
- oikeanlainen muotoilu, jolla saavutetaan riittävä dynaaminen jäykkyys
- pienten hitausvoimien ja helpon käsiteltävyyden vuoksi, käytettävä kevyitä kiinnittimiä, jotka soveltuvat hyvin kappaleen kiinnitykseen
- oikeanlainen muotoilu, jolla voidaan kitkeä pois väärin asentamisen mahdollisuus, sillä kappaletta on mahdoton asettaa kiinnittimeen väärin
- kiinnittimien käyttö oltava nopeaa
- varma kiinnitys, joka saavutetaan voimatoimisilla kiinnittimillä

- lastuamisvoimista johtuva muodonmuutos on pystyttävä minimoimaan
- tukipisteiden ja kiinnitysvoimien sijoittelu, joka ratkaisee päälastuamisvoiman suunnan ja luonteen
- kappaleet pyrittävä valmistamaan mahdollisimman vähäisellä kiinnitin määrällä
- varattava tarpeeksi suuret väistö- ja ylikoneistusalueet
- ulokkeiden käyttöä rungoissa vältettävä
- rationalisoidaan ruuvi kiinnittimet. (Aaltonen 1991, 245–246.)

### 3.4 Manuaalinen kiinnitin

Kiinnittäminen manuaalisesti tapahtuu nimensä mukaisesti käsin. Manuaalisessa kiinnittämisessä niin kappaleen kuin kiinnintyökalujenkin asennus on täysin koneen käyttäjän käsillä tehtävää työtä. Kappaleet kiinnitetään manuaalisesti silloin, kun niiden kiinnittämisessä ei ole kannattavaa tai ei ehkä pystytä soveltamaan kappaleen käsittelyyn ja kiinnitykseen automaatiota. Asetusaikoihin ja valmistusaikoihin kuluvan ajan tarkka määrittäminen on hyvin haasteellista, koska jokainen työntekijä on erilainen ja tekee työnsä eri tavalla. Silloin kun valmistettavana on samoja kappaleita ja niihin käytetään samoja kiinnittimiä, voidaan laatia yhteiset asetus- ja kiinnitysohjeet, joilla työhön kuluva aika saadaan säädettyä tietyn pituiseksi ja myös mahdollisimman lyhyelle ajalle. Manuaalisessa modulaarisessa kiinnittimessä perusrakenne on sama kuin muissakin modulaarisissa kiinnitysjärjestelmissä. Manuaaliseen järjestelmään ei tule ulkoisia voimia kuten pneumatiikka-, sähkö- tai hydraulikkajärjestelmiin, vaan kaikki kiristykset tapahtuvat käsin. (Kitinoja 2016.)

Modulaarisen manuaalikiinnittimen hyödyt ja haitat:

+Vaatii vähemmän osia, jolloin hankintahinta on pienempi kuin hydraulisella järjestelmällä.



+Yksinkertaisempia osia ja vähemmän, jolloin huolto on helpompaa ja rikkoutumisen mahdollisuus pienempi.

+Huomattavasti helpompi nopeampi ja tukevampi, verrattuna perinteisiin manuaalisiin kiinnittimiin.

-Kiinnitysaika on hitaampi verrattuna pneumaattisiin ja hydraulisiin modulaarisiin kiinnitinjärjestelmiin.

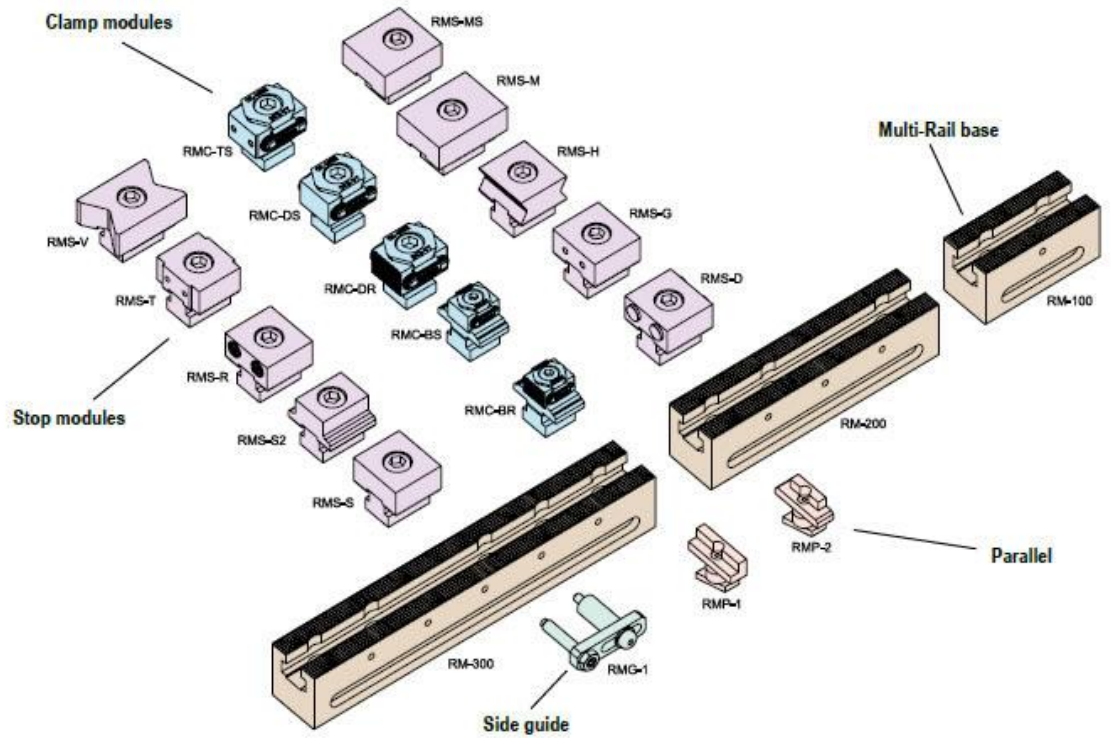
-Kiinnityksen paikoitustarkkuus saattaa vaihdella.

-Pitävä voima voi vaihdella.

-Laatu on epätasaista.

-Inhimillisen virheen mahdollisuus on suurempi kuin pneumaattisissa ja hydraulisissa voimakiinnittimissä.

-0-pisteen tarkkuus, eli työstöjen sijainnin tarkkuus kappaleeseen nähden vaihtelee. (Kitinoja 2016.)



Kuvio 3. Manuaaliseen matalaprofiilikiinnittämiseen kehitetty Multi-Rail RM System (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).



Kuva 4. OK-VISE:n levittyvä matalaprofiilikiinnitin sekä vastinkappale muunneltavalla Multi-Rail RM System kiinnityskiskolla (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).

### 3.5 Hydraulinen kiinnitin

Hydraulisen kiinnittimen toimintaliike on usein sama kuin manuaalisessa kiinnittimessä. Hydraulinen kiinnitin eroaa kuitenkin manuaalisesta kiinnittimestä siten, että käsin kiristämisen sijaan kiristysvoimaa ohjaa ulkoisesti tuotettu hydraulinen paine. Hydraulisen kiinnittimen rakenne poikkeaa myös kokonsa vuoksi manuaalisesta kiinnittimestä (kuva 5). Hydrauliiikka vaatii enemmän tilaa kuin manuaalinen ja painaa enemmän, joten sitä on hieman vaikeampi käsitellä (kuva 6). Tavallisesti konepajoissa on helposti saatavilla pneumaattista voimaa, joten se on yleisin kiinnitystä ohjaava voima. Hydrauliiikkaa ohjataan paineilmalla tai jopa päinvastoin. Tällaisissa tapauksissa käytetään paineenvahvistinta tai paineenalenninta. Paineenvahvistin on laite, joka muuttaa pneumaattisen paineen hydrauliseksi paineeksi. Paineenvahvistin kytketään paineilmalinjan ja hydraulijärjestelmän väliin, jossa se korostaa paineen aiheuttamaa kiinnitysvoimaa suhteella 1:8. Joskus saatetaan tarvita paineenalenninta, joka toimii toisinpäin, tällöin paineenalennin pienentää paineen aiheuttamaa kiinnitysvoimaa. (AMF 2013, 84.)

Modulaarisen hydraulikiinnittimen hyödyt ja haitat:

- +Asetusaika pysyy aina samana, koska kiinnitys tapahtuu ainoastaan kytkemällä järjestelmään paine.
- +Hydraulisessa järjestelmässä kiinnitysvoima pysyy aina samana, jolloin voidaan varmistua että kiinnitys on riittävä.
- +Voidaan käyttää automatisoidun järjestelmän kanssa.
- Monimutkaisempi järjestelmä vaatii enemmän huoltoa.
- Hankintahinta on korkeampi kuin manuaalisessa järjestelmässä.
- Isommat kiinnittimet vaativat enemmän tilaa koneessa ja tuotantopisteellä. (Kitinoja 2016.)



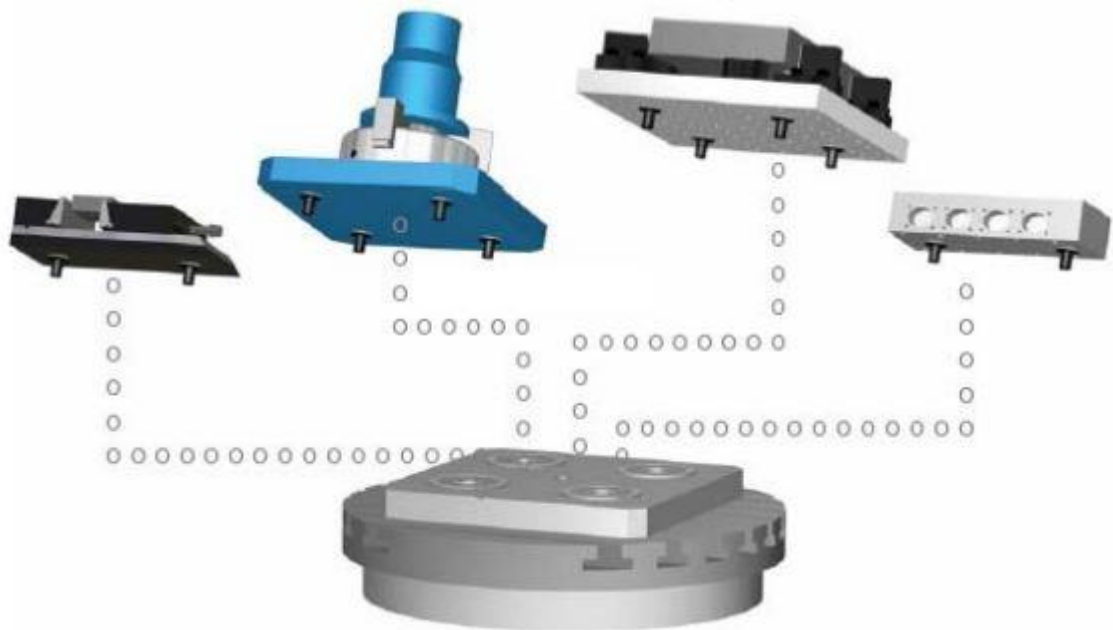
Kuva 5. OK-VISE Oy:n valmistama hydraulisesti ohjattu kiinnitin (OK-VISE [Viitattu 2.3.2016]).



Kuva 6. PAWS hydraulikiinnitin (PAWS [Viitattu 4.3.2016]).

### 3.6 Nollapistekiinnitin

Nollapistekiinnitin on joustava kiinnitysjärjestelmä, jolla voidaan kiinnittää ja vaihtaa kappaleita työstökeskuksella. Paikoituskohta säilyy samana ja tarkkana vaihtojen välillä. Nollapistekiinnittimiä voidaan käyttää koneistuskeskuksilla, sorveissa, porakoneilla, hitsausroboteilla, kokoonpanolinjoilla jne. Kiinnittimiä voidaan käyttää työkappaleiden kiinnittämiseen, työkappalekiinnittimen kiinnittämiseen, työkalujen kiinnittämiseen, muottien kiinnittämiseen, koneen osien kiinnittämiseen jne. Nollapistekiinnittimellä voidaan kuljettaa kappaletta työstökoneelta toiselle, joten se tekee kiinnittämisen mihin tahansa työstökeskukseen tai työpisteeseen helpoksi, nopeaksi ja tarkaksi, ilman aikaa kuluttavaa ja työlästä kellottamista ja mittaamista. (Sariola 2006, 2–3.)

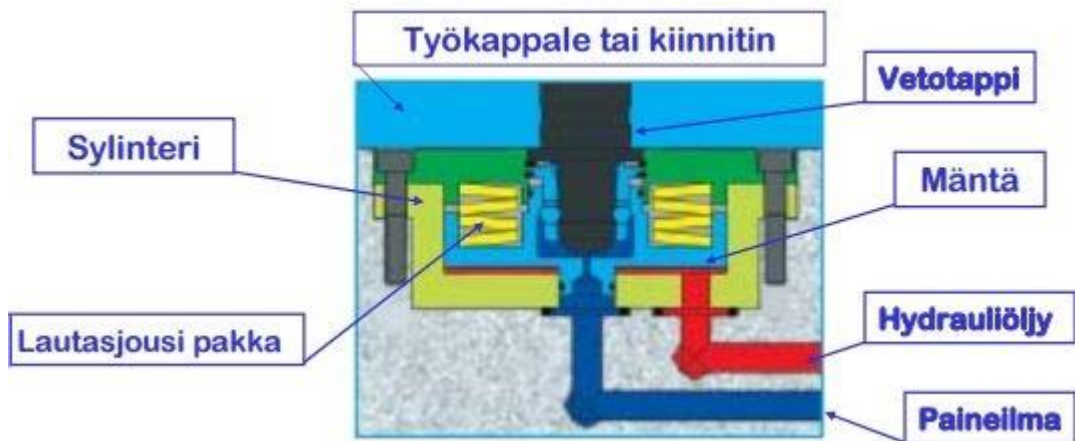


Kuvio 4. Erilaisten kappaleiden asettaminen nollapistekiinnittimeen (Sariola. 2006, 2).

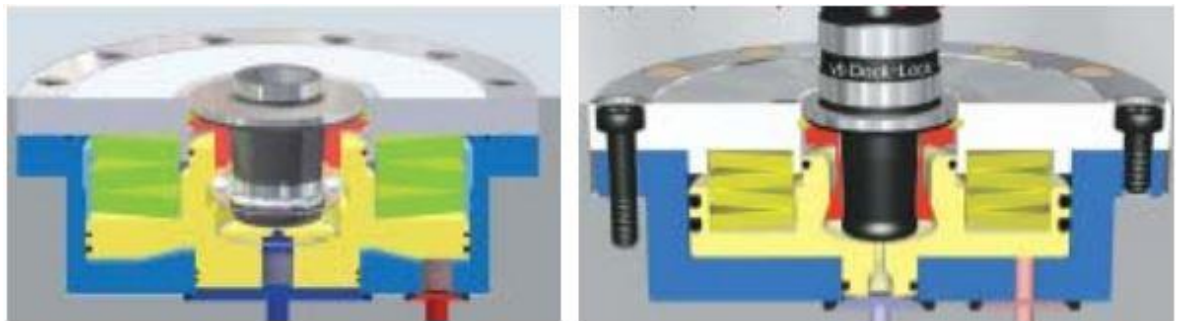
Nollapistekiinnitysjärjestelmällä pystytään suorittamaan asetukset työstökoneen ulkopuolella esimerkiksi silloin, kun kone työstää toisella paletilla olevaa kappaletta. Järjestelmällä on mahdollista tehdä useita, jopa erilaisia, asetuksia etukäteen. Tämä mahdollistaa joustavan tuotannonohjauksen ja nopeuttaa tuotannon proses-

sia. Suurien valurauta- tai hitsattujen kappaleiden asema voidaan määrittää koordinaatistossa etukäteen, jolloin ne voidaan syöttää työstökoneelle tai robotille kappaletta vaihdettaessa. Tämän lisäksi säätöön ja mittaukseen kuluva aika lyhenee huomattavasti. Nollapistekiinnittimiä voidaan hyödyntää sellaisissa konepajaympäristöissä, joissa syntyy asetuksissa hukka-aikoja. Käyttämällä nollapistekiinnittimiä nykyisessä konekannassa pystytään kitkemään hukka-aikaa, jonka seurauksena tuotannon kapasiteettia saadaan nostettua n. 20–50 %. Nollapistekiinnittimillä saadaan parannettua laatua, koska mittausepätaarkkuudet poistuvat tai vähenevät huomattavasti. Hukka-aikojen vähentyessä läpimenoajat lyhenevät sekä keskeneräisten kappaleiden tuotantokustannukset vähenevät. (Sariola 2006, 4.)

Nollapistekiinnitysjärjestelmä perustuu hydraulii- ja/tai paineilmaohjattuun lukitus-sylinteriin, joka paikoittaa kiinnityksen tarkasti. Nollapistekiinnittimellä päästään parhaimmillaan 0,005 mm tarkkuuteen kappaleen vaihtojen välissä. Työkappaleeseen tai kappalekiinnittimeen kytketään vetotappi, joka asemoituu tarkasti lukitus-sylinteriin. Lukitus-sylinteri lukitsee vetotapin jousivoimalla, jolloin jousen puristaminen kokoon vapauttaa kiinnityksen. Jousen kokoon puristamiseen käytetään paineilmaa tai hydrauliiikkaa. Lukitus pysyy kiinni mekaanisesti jousivoimalla, joten järjestelmä ei vaadi paineakkuja tai jatkuvaa paineistusta. Kiinnitysvoima riippuu lukitsevan jousen koosta ja lukituksen mallista. Malleja ovat esimerkiksi kuulamekanismi, jossa vetotapin kauluksen ympärille asettuvat kuulat liittävät sen lukitus-sylinteriin, tai holkimekanismi, jossa kiinnitysholkit lukittuvat vetotapin kaulukseen kiinnittäen sen sylinteriin. Kiinnipitovoima ja vetovoimat vaihtelevat kiinnittimen mallista ja koosta riippuen ja ne vaihtelevat välillä 10–30 kN vetovoimaa ja 30–90 kN kiinnipitovoimaa. Lukitus-sylinterin puhdistus tapahtuu paineilmalla, jota puhalletaan sylinterin läpi kuljettaen mahdolliset roskat ulos. (Sariola 2006, 5–7.)



Kuvio 5. Nollapistekiinnittimen rakenne (Sariola 2006, 6).



Kuvio 6. Kuvassa vasemmalla kuulamekanismi ja oikealla holkkimekanismi (Sariola 2006, 6).

Nollapistekiinnittimen hyödyt ja haitat:

- +Lisää tuotantokapasiteettia.
- +Lisää tuottavuutta.
- +Lyhentää läpimenoaika.
- +Parantaa laatua koneistuksessa.
- +Soveltuu myös isojen koneistettavien kappaleiden kiinnittämiseen.
- +Ei aiheuta kappaleeseen haitallisia puristusjännityksiä.

+Kiinnitys jättää vapaaksi kappaleen viisi sivua, jolloin se on helpommin koneistettavissa.

+Kiinnittäminen ja kappaleiden / kiinnittimien vaihto nopeaa.

+Mahdollistaa myös yksittäisten kappaleiden valmistuksen.

-Hankintahinnaltaan kalliimpi, kuin tavanomaiset kiinnittimet.

-Kiinnittimet ja järjestelmä vaativat huoltoa, että ne säilyttävät mittatarkkuutensa.

-Vaativat paineilma- ja hydraulikkavoimanlähteen sekä putkistoja.  
(FMS-Tools 2008.)



## 4 KIINITINJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Koska kiinnitinjärjestelmä tulee opetuskäyttöön, halutaan siitä monipuolinen, joustava ja mahdollisimman havainnollistava. Kiinnitinjärjestelmällä tullaan oppilaille opettamaan, miten monipuolisesti nykyaikaisilla kiinnittimillä pystytään kappaleita kiinnittämään erilaisiin koneisiin, mittalaitteisiin ja työpisteisiin verrattaessa vanhempiin normaalisti käytettyihin kiinnittimiin. Kiinnittimen on tarkoitus havainnollistaa myös, miten samaa kiinnitintä voidaan soveltaa moniin erilaisiin kappaleisiin ja kohteisiin. Kiinnitinjärjestelmällä on tarkoitus havainnollistaa, miten nollapistekiinnitin helpottaa kappaleiden siirtämistä eri työpisteiden ja laitteiden välillä 0-pisteen säilyessä samana. Kiinnitinjärjestelmässä tullaan soveltamaan edellä käsiteltyjä kiinnitysmuotoja, erityisesti modulaarista manuaalikiinnitintä sekä nollapistekiinnitintä. Kiinnitinjärjestelmää tullaan ohjaamaan hydraulikalla, joka muutetaan paineilmaiseksi painemuuntimen välityksellä. Tällöin kiinnitystä ja irrotusta voidaan ohjata FMS-järjestelmän ohjainlaitteilla.

Kiinnitinjärjestelmä tulee muodostumaan nollapistekiinnittimen kiinnityssylinteristä sekä kiinnityslaipasta, jossa on sisäänrakennetut ohjaintapit. Tämä kiinnityslaippa liitetään pulteilla kiinnitysjärjestelmälle suunniteltuun rasterilevyyn, jonka pinnalle kiinnittyy muunneltava kiinnityskisko. Rasterilevyn rei'itetty pinta mahdollistaa kiskon sijainnin vaihtelun ja jopa niiden lisäämisen tarvittaessa. Kiinnityskiskolla voidaan tarvittaessa muunnella ja vaihdella kiinnittimien paikkoja, määriä ja kiinnitinleukojen tyyppiä. Nämä ominaisuudet mahdollistavat kiinnittimen modulaarisen muunneltavuuden.

Kiinnitinjärjestelmä suunnitellaan kappaleille, joita on tarkoitus valmistaa koulun laboratoriossa oppilastyönä. Kappaleiden valmistuksen on tilannut eräs yritys, jonka piirustusten pohjalta kappaleille suunnitellaan kiinnitin. Kappaleet toimivat tässä tapauksessa vain esimerkkinä, koska kiinnittimellä on tarkoitus kiinnittää tulevaisuudessa muitakin kappaleita. Kiinnitinjärjestelmälle etsitään sopivat komponentit ja toimittajat sekä suunnitellaan ja piirretään tarvittavat osat. Lopuksi tehdään kokoonpanokuva, josta nähdään lopullinen kiinnittimen rakenne sekä komponentit.

## 4.1 Kiinnittimen komponentit

Kiinnitinjärjestelmä voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, joita ovat nollapistekiinnitin, reikämatriisi-kiinnitinlevy ja kiinnityskiskot kiinnittimineen. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi ryhmittäin kiinnitinjärjestelmässä käytettävien komponenttien valmistajat ja mallit sekä niiden ominaisuudet. Komponentit valitaan niin, että niitä pystytään soveltamaan mahdollisimman monessa muussakin kiinnityksessä tulevaisuudessa.

### 4.1.1 Nollapistekiinnitin

Nollapistekiinnitin on sveitsiläisen, Erowa-yhtiön valmistama. Kiinnittimen valmistaja valittiin siksi, että konetekniikan laboratoriossa on jo ennestään käytössä kyseisen valmistajan kiinnittimiä. Näin oli kiinnittimen valmistajan valinta luonnollista, koska tällöin kiinnitintä voidaan käyttää jo valmiina olevissa kiinnittimissä, joita on käytössä eri työpisteillä.

Kiinnityssylinteri **Erowa ER-024312** (kuva 7):

- mitat 51 x 158 x 198 mm
- paineilmakäyttöinen irrotus sekä puhdistus
- toistettavuus 0.002 mm
- kiinnitys 4 x 90°
- kiinnitysvoima 10 000 N
- lukituksen avautumispaine 6 bar
- työstettävän kappaleen suositeltu koko 160 x 160 x 250 mm



Kuva 7. Nollapistekiinnittimen sylinteri Erowa ER-024312.

Nollapistekiinnittimen kiinnityslaippa on saman valmistajan tekemä. Myös näitä osia on jo ennestään käytössä konetekniikan laboratoriossa olevissa erilaisissa soveluksissa ja laitteissa.

Kiinnityslaippa **Erowa ER-015042** (kuvat 8-9):

- runko valettua alumiinia
- kiinnitysreikien väli 25 mm
- laipan halkaisija  $\varnothing$  148 mm, korkeus 40 mm
- kiinnityspultit M10. Läpikiinnitettynä M8



Kuva 8. Kiinnityslaipan kiinnityspinta Erowa ER-015042.

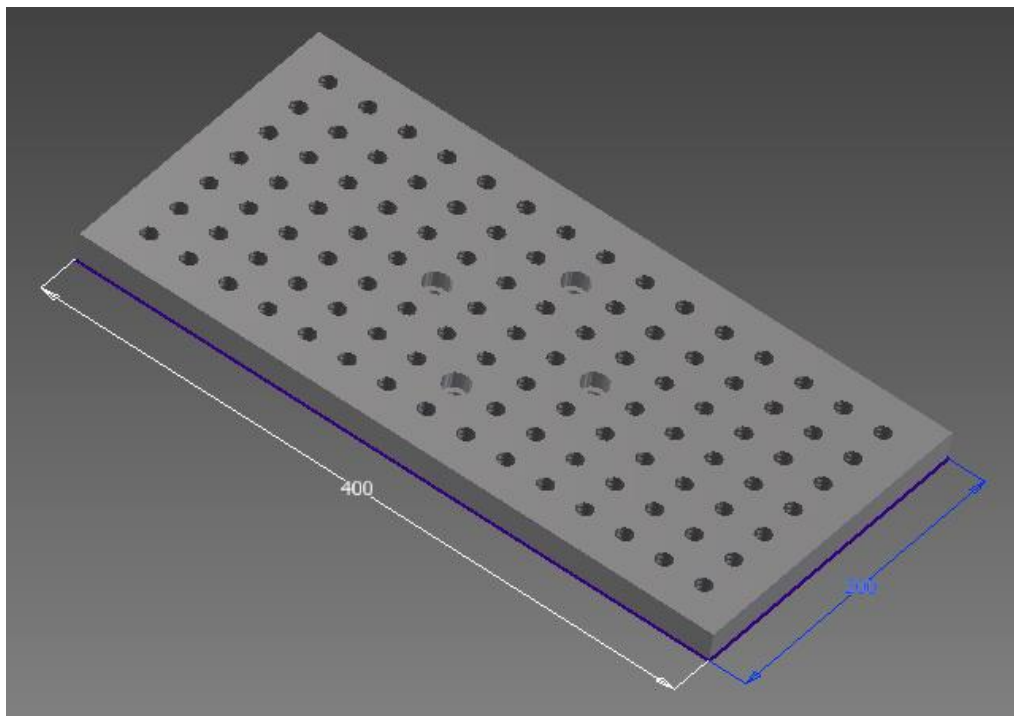


Kuva 9. Kiinnityslaipan lukituspuoli Erowa ER-015042.

#### 4.1.2 Reikämatriisi-kiinnitinlevy

Reikämatriisi-kiinnitinlevy valmistetaan konetekniikan laboratoriossa käyttäen koulun omaa työstökeskusta. Rasterilevy valmistetaan 20 mm paksusta teräslevyaihionsta, jonka pinnat koneistetaan tasaiseksi ja suoraksi. Levyn paksuus koneistetaan mittaan 18 mm. Levyaihion reunat koneistetaan suoriksi, mittaan 400 x 200 mm. Levyn keskelle tehdään 0-pistekiinnittimen laipan kiinnitysruuvien kannoille upotukset, jolloin pinta jää sileäksi ja esteettömäksi kiinnitinkiskoille. Lopuksi koko pinta rei'itetään ja kierteytetään M12-kokoisille kierteille, joihin tulee myöhemmässä vaiheessa kiinnitinkiskojen kiinnityspultit.

- mitat 18 x 200 x 400 mm
- kierteet M12



Kuvio 7. Reikämatriisi-kiinnitinlevy 18 x 200 x 400 mm.

### 4.1.3 Modulaariset kiinnitinkiskot

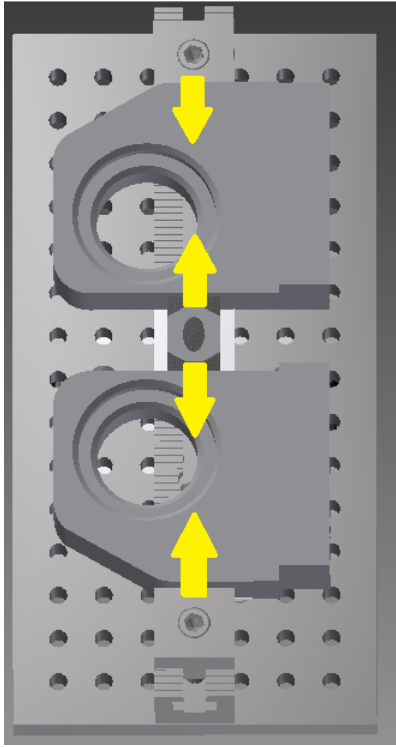
Modulaaristen kiinnitinkiskojen, vastinkappaleiden sekä kiinnittimien valmistaja on suomalainen OK-Vise Oy, joka on toiminut Muuramalla 1980-luvun alusta saakka. Yrityksen toiminta keskittyy erilaisten modulaaristen kiinnitinjärjestelmien ja kiinnitin-komponenttien suunnitteluun ja valmistukseen. OK-Vise Oy:n tuotteet ovat tarkoi-tukseen hyvin soveltuvia joustavuutensa ja tarkkuutensa vuoksi.

Kiinnityskiskon pituus on 400 mm, koska se soveltuu parhaiten koulussa työstettä-ville kappaleille. Pitempi kisko olisi hankalampi käsitellä ja työstettävät kappaleet, joita koulun työstökeskuksella valmistetaan, ovat yleensä pienempää kokoluokkaa. Levittyvän kiinnittimen leukojen pinnaksi valikoitui karhennettu timanttikuvioitu malli, koska sen kiinnitysvoima on sileää pintaa huomattavasti suurempi. Sileällä pinnalla lepokitkakerroin on n. 0,15  $\mu$ , kun taas karhennetulla pinnalla se on n. 0,8  $\mu$ . Karhennettu pinta jättää kiinnitettävään kappaleeseen jäljen, mutta tässä tapauksessa sillä ei ole väliä, sillä kappale kiinnittyy polttoleikatulta pinnalta, jota ei koneisteta. Kuvio 8 osoittaa leukojen kiinnityssuunnat F. Koneistusvoimaa X syntyy kappaleen työstössä jokaisen akselin suuntaan, joten kappale tulee olla kiinnitettynä tarpeeksi suurella voimalla, joka pitää kappaleen paikallaan tukevasti. Jos levittyvä kiinnitin kiristetään esimerkiksi 20 kN:n voimalla, saadaan kiinnitysvoimalle tulos kaavalla:

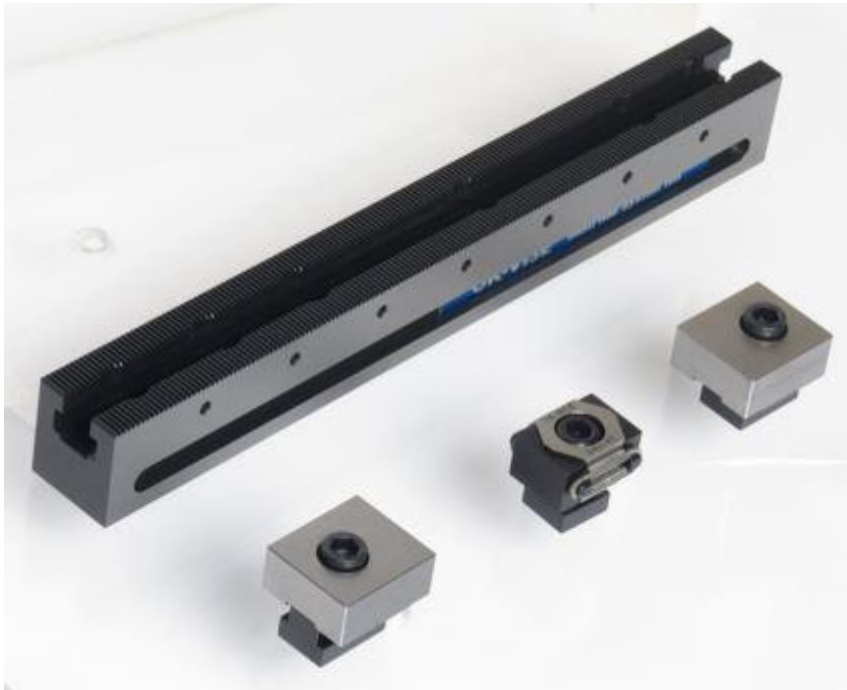
$$4 \times F \times \mu = x \quad \rightarrow \quad 4 \times 20 \text{ kN} \times 0,8 = 64 \text{ kN}$$

(OK-VISE [Viitattu 18.4.2016]).

Koneistava voima ei saa ylittää kiinnitysvoimaa, joka tässä tapauksessa on n. 6,4 tonnia, muutoin kappale irtoaa kiinnittimestään. Tässä tapauksessa voima riittää hyvin, koska nollapistekiinnittimen suurin kiinnitysvoima on 10 kN. Nollapistekiinni-tin siis rajoittaa koneistuksen maksimivoiman. Kiinnityskiskojen pituus ylittää suosi-tellun kappalekoon nollapistekiinnittimelle, joten tästä syystä koneistus täytyy suo-rittaa normaalia pienemmällä voimalla.



Kuvio 8. Leukojen kiinnipitosuunta F.



Kuva 10. Rm-400 kiinnitinkisko, vastinkappaleet ja levittyvä kiinnitin (OK-VISE, [Viitattu 4.4.2016]).

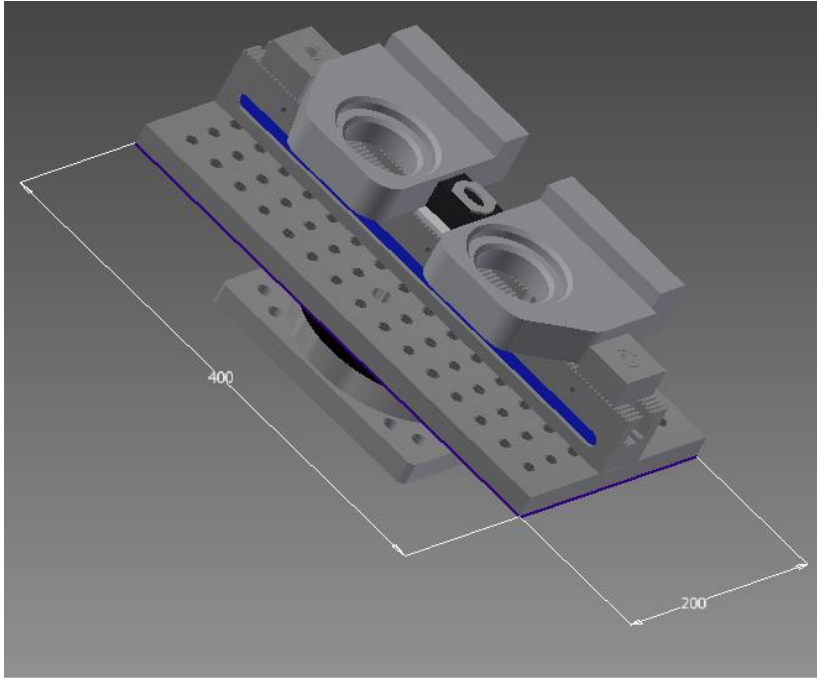


Kuva 11. Levittyvä kiinnitin DK2-VT timanttkuviollisella kontaktipinnalla (OK-VISE, [Viitattu 5.4.2016]).

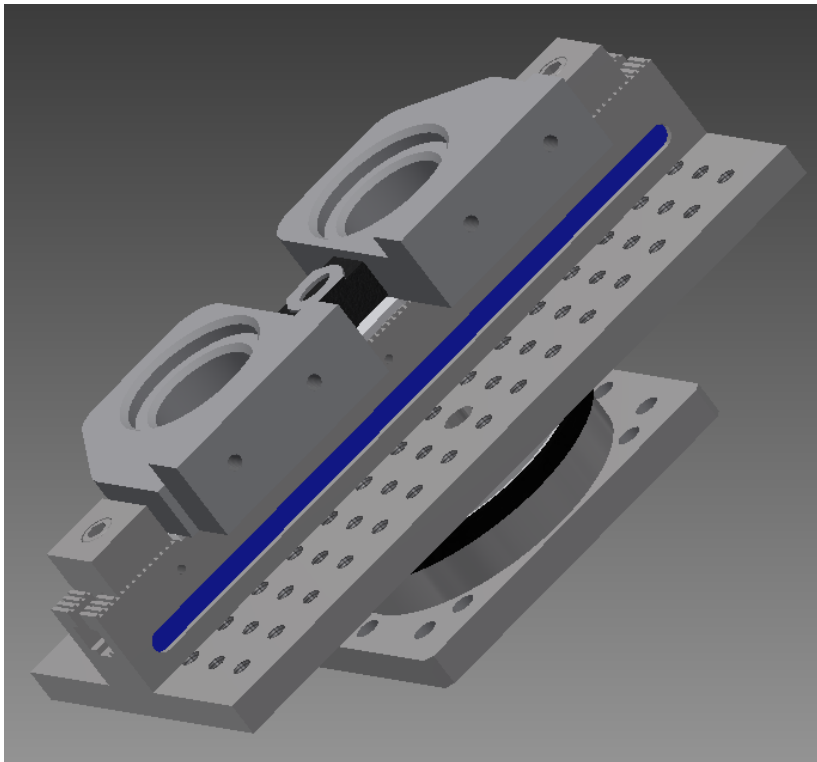
## 4.2 Lopullinen kokoonpano

Seuraavat kuvat havainnollistavat, millainen kiinnitinjärjestelmä on kokoonpantuna ja työstettävät kappaleet kiinnitettynä. Osat ja työstettävät kappaleet ovat piirretty Autodesk Inventor Professional 2015 -3D-mallinnusohjelmalla, jossa on myös mahdollista simuloida toisenlaisten kappaleiden kiinnityksiä, ennen kun niitä kiinnitetään oikeassa tilanteessa. Näin voidaan kappaleiden kiinnittäminen suunnitella ja simuloida jo ennen tuotantovaihetta, jolloin asetusaikaa saadaan lyhennettyä ja kiinnittäminen tehtyä helpoksi koneistajalle.

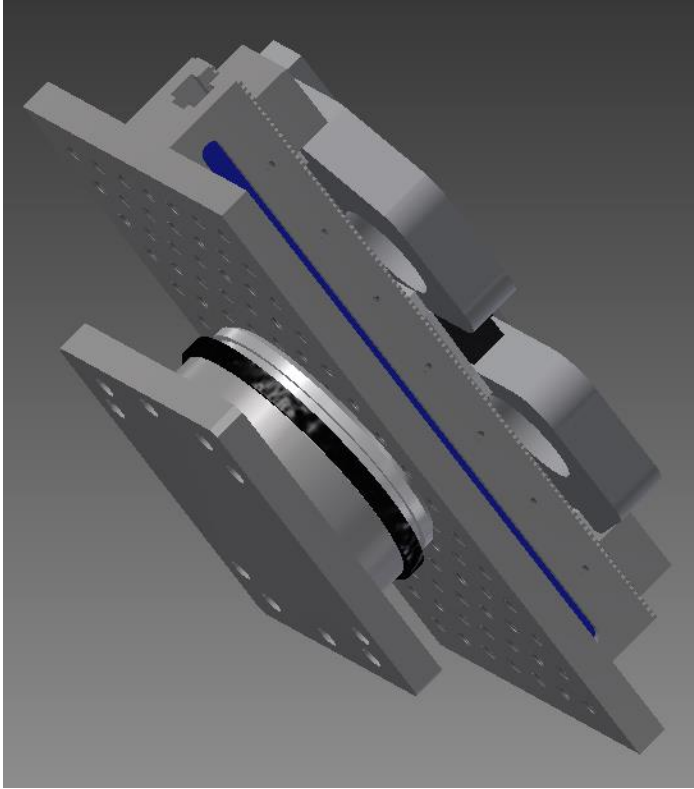




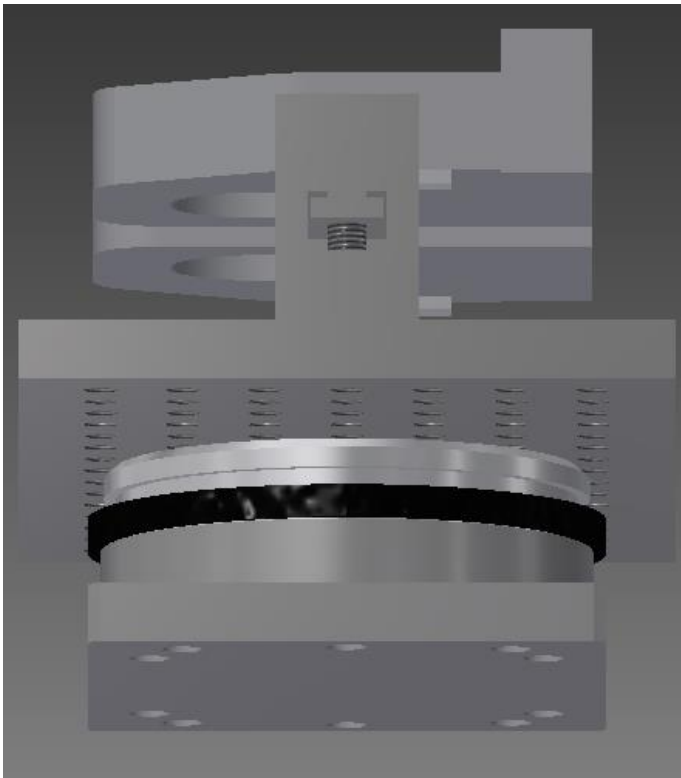
Kuvio 9. Kiinnitinjärjestelmän yleiskuva 1.



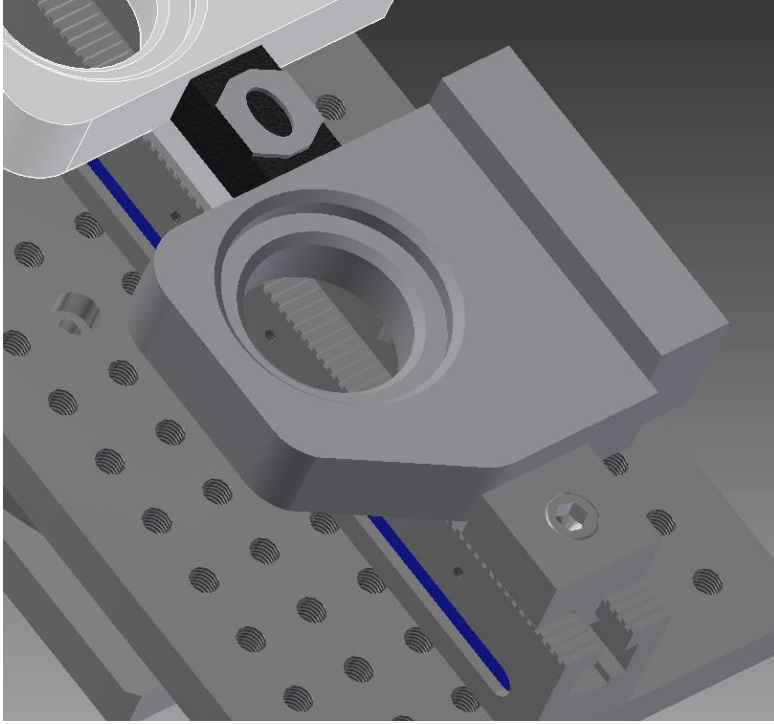
Kuvio 10. Kiinnitinjärjestelmän yleiskuva 2.



Kuvio 11. Kiinnitinjärjestelmän takaosa.



Kuvio 12. Kiinnitinjärjestelmä yläsuunnasta kuvattuna.



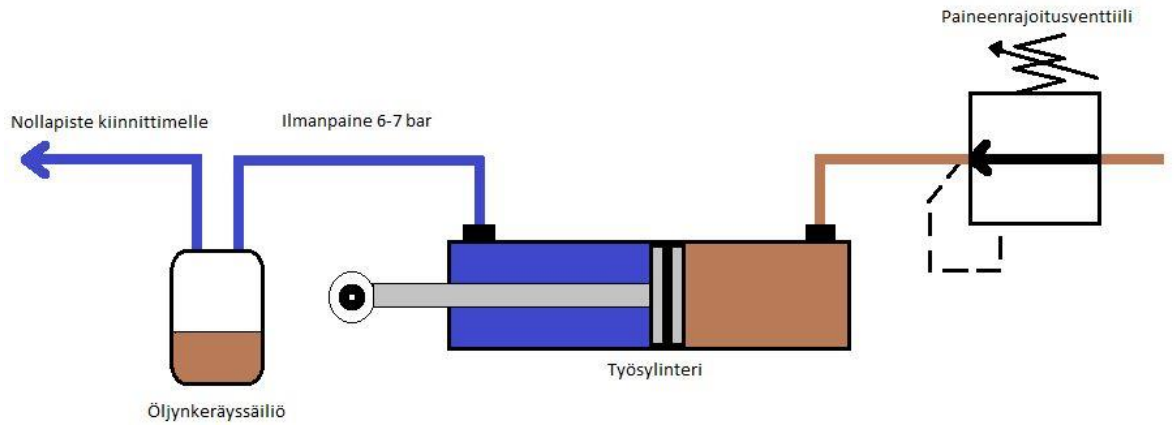
Kuvio 13. Työstettävä kappale kiinnitettyinä.

## 5 PAINEMUUNNIN

Painemuuntimelle ei löytynyt valmistajaa, koska hydraulikasta pneumatiikkaan muuntaville painesyylintereille ei ole juurikaan tarvetta teollisuudessa. Toiseen suuntaan toimivia painevahvistimia markkinoilla on muutamia, mutta niidenkin tarjonta on hyvin vähäistä. Tässä tapauksessa viisainta olisi käyttää nollapistekiinnittimen lukituksen aukaisemiseen manuaalisesti käytettävää normaalia paineilmaletkua. Tällöin kiinnitin vapautetaan kytkemällä paineilmaletku suoraan kiinnitinsylinterin liitimeen. Koneistuskiinnittimen vapauttaminen etäisesti ohjattuna ei olisi tällaisessa tapauksessa mahdollista.

Koska kiinnitinjärjestelmän on kuitenkin tarkoitus olla etäältä ohjattava ja ainut ulkoinen ohjattavissa oleva voima on hydraulinen, voitaisiin siihen valmistaa painemuunnin normaalista kaksisuuntaisesta työsylinteristä. Normaaliin työsylinteriin voitaisiin ohjata toiselle puolelle hydraulipaine, jolloin syntyisi toiselle puolelle pneumaattista voimaa. Koska nollapiste kiinnittimen sylinteri on suljettu tila, ei järjestelmä vaatisi suurta tilavuutta vapauttaakseen kiinnitysleuat. Ongelmaksi tällaiselle järjestelmälle muodostuu pneumatiikkapuolelle kerääntyvä hydraulioöljy, jota kerääntyy linjaan ajan myötä männän liikkuessa edestakaisin. Tähän ratkaisuna olisi asentaa pneumatiikkapuolelle jonkinlainen öljynkeräyssäiliö. Ongelmana tällaisessa järjestelmässä on myös kiinnityssylinterin puhdistuksen puute. Puhdistusta varten tulisi joka tapauksessa sylinteriin liittää paineilma, jonka avulla kiinnityssylinteri saadaan vaihtojen välissä puhallettua puhtaaksi.

Hydrauliikkalinjastolta tuleva paine on noin 200 baria, joka tulisi muuttaa noin 6-7 barin pneumaattiseksi paineeksi. Tähän tarvittaisiin hydraulikkapuolelle tehokasta paineenrajoitusventtiiliä, jolla paine saataisiin säädettyä sopivaksi.



Kuvio 14. Paineenmuunnin.

## 6 OSALUETTELO

Osaluettelossa on mainittuna tässä kiinnitinjärjestelmässä vaadittavat komponentit valmistajineen ja osanumeroineen. Lisäämällä kiinnityskiskojen määrää, kiinnittimiä sekä vastimia saadaan kiinnittimestä entistä monipuolisempi ja joustavampi. Esimerkiksi tuplaamalla kiskojen ja kiinnittimien määrää pystytään kiinnityksiä suorittamaan hyvin monipuolisesti ja useille kappaleille samanaikaisesti. Opinnäytetyön lopussa on liitteenä komponenttien piirustukset mitoituksineen.

Taulukko 1. Osaluettelo.

Osa	Valmistaja	Osanumero	Määrä
Kiinnityssylinteri	Erowa	ER-024312	1
Kiinnityslaippa	Erowa	ER-015042	1
Reikämatriisi kiinnitinlevy	Omavalmiste		1
Kiinnityskisko	OK-Vise Oy	RM-400	1
Vastin	OK-Vise Oy	RMS-S	2
Levittyvä kiinnitin	OK-Vise Oy	DK2-VT	1
Korokelevy	OK-Vise Oy	RMP-J1	4

## 7 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö käsitteli kahta osa-aluetta, joista ensimmäinen teoriaa ja toinen tuotteen suunnittelua. Teoriaosuudessa tarkoituksena oli tehdä lukijalle tutuksi, miten erilaiset seikat vaikuttavat koneistuksia tekevän yhtiön tuottavuuteen ja laatuun sekä millaisilla työkaluilla sitä voidaan parantaa.

Tässä työssä kerrottiin erityisesti koneistuskeskusten toiminnan vaikutuksista tuottavuuteen ja käsiteltiin läpimenoaikojen parantamisen mahdollisuuksia. Teoriaosion loppuvaiheessa käsiteltiin sitä, miten kappaleiden kiinnittäminen tapahtuu tyyppillisesti sekä millaisia uudentyyppisiä kiinnittimiä on saatavilla.

Opinnäytetyön toisessa osiossa esiteltiin manuaalisen ja hydraulisen modulaarisen kiinnittimen sekä nollapistekiinnittimen toimintaperiaate. Opinnäytetyössä kerrottiin myös näiden kiinnitintyyppien rakenteesta sekä niiden sovellusmahdollisuuksista. Varsinainen työn osuus oli suunnitella näiden kolmen kiinnitintyyppin pohjalta modulaarinen kiinnitinjärjestelmä, joka valmistettaisiin myöhemmässä vaiheessa SeAMK:in konetekniikan laboratoriossa. Kiinnitinjärjestelmä suunniteltiin hyödyntämään nollapistekiinnitintä sekä manuaalista modulaarista kiinnityskiskoa.

Koska kiinnitysjärjestelmää tullaan käyttämään konetekniikan laboratoriossa opetustilanteessa, oli sen suunnittelussa mietittävä modulaarisuutta sekä monipuolisuutta. Kiinnitysjärjestelmän tavoite on opettaa, miten erityyppisiä kiinnittimiä voidaan soveltaa käytännössä nykyaikaisessa konepajateollisuudessa sekä miten sillä vaikutetaan koneistuskeskusten läpimenoaikoihin.

Kiinnitinjärjestelmään etsittiin sopivat osien valmistajat sekä komponentit, joita kiinnittimessä tultaisiin käyttämään. Näiden komponenttien ominaisuudet esiteltiin osittain kerrallaan ja lopuksi osista laadittiin osaluettelo valmistusnumeroineen. Käytettävät komponentit mallinnettiin Autodesk Inventor Professional 2015 -ohjelmalla, jolla piirrettiin kiinnitinjärjestelmästä kokonaiskuva.

Teoriaosion lopussa käsitellään painemuuntimen toimintaperiaatetta, koska muuntimelle ei löytynyt osatoimittajaa. Tämän opinnäytetyön tietojen, ohjeistuksien sekä piirustuksien pohjalta lukija ymmärtää koneistuskeskusten kiinnittimien periaatteen ja hänellä on tarvittavat tiedot valmistaa kyseinen kiinnitinjärjestelmä.



## LÄHTEET

- Aaltonen, K. 1991. Lastuavien työstökoneiden kiinnittimet ja erikoistyökalut. Teoksessa: K. Aaltonen, K. Ekman, J. Kamppari, V. Kauppinen, S. Kivivuori, J. Paro & J. Vuorinen. Työvälinetekniikka. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- AMF. 2013. Zero-point-systems. [www-lähde]. Andreas Maier GmbH & Co, KG. [Viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: [http://www.s-t-group.com/images/news\\_images/AMF\\_Zero-Point\\_en\\_STnews051212.pdf](http://www.s-t-group.com/images/news_images/AMF_Zero-Point_en_STnews051212.pdf)
- Ansaharju, T. & Maaranen, K. 1997. Koneistus. Porvoo: WSOY.
- e-conomic. 2002–2016. Tuottavuus. [www-lähde]. e-conomic Sverige, AB. [Viitattu 24.2.2016]. Saatavissa: <https://www.e-conomic.fi/kirjanpito-ohjelma/sanakirja/tuottavuus>
- FMS-Tools. 2008. Nollapistekiinnittimet. [www-lähde]. Oy FMS-Tools Ab. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavissa: <http://www.fms-tools.fi/index.php/tuotteet/nollapistekiinnittimet>
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Helsinki: Infacst Oy.
- Heiskanen, H. 2015. Tuntiopettaja. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Laatutekniikan oppikurssi. Oppitunnilla opittua. 3.2.2015
- Hoffman, E.G. 2004. Jig and Fixture Design. 5. Painos. New York: Delmar learning.
- Kauppinen, V. 2009. Konepajateknisiä pohdintoja, Suomalaisen konepajakulttuurin muutoksia 1960-luvulta 2000-luvulle. [www-lähde]. Espoo: Teknillinen korkeakoulu [Viitattu 22.3.2016]. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/13067/isbn9789512299645.pdf?sequence=1>
- Kitamura. Ei päiväystä. Mycenter-4XiF. [www-lähde]. Kitamura Machinery. Co, Ltd. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavissa: <http://www.kitamura-machinery.com/products/vertical/mycenter-4xif/>
- Kitinoja, K. 2016. Tuntiopettaja. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Henkilökohtainen keskustelu 16.2.2016.
- Lapinleimu, I. 1997a. Teknistaloudelliset perusteet. Teoksessa: I. Lapinleimu, V. Kauppinen & S. Torvinen. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY. 37–70.

- Lapinleimu, I. 1997b. Valmistuksen automaatio. Teoksessa: I. Lapinleimu, V. Kauppinen & S. Torvinen. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. painos. Porvoo: WSOY. 128–171.
- Maaranen, K. 2004. Koneistustekniikat. 5. uudistettu painos. Porvoo: WSOY.
- Miller Plastics. Ei päiväystä. 80 tool magazine. [www-lähde]. Miller Plastic products. Inc. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavissa: <http://www.millerplastics.com/equipment>
- OK-VISE. Ei päiväystä. Examples of Multi-Rail RM installations. [www-lähde]. OK-VISE Oy. [Viitattu 4.4.2016]. Saatavissa: [http://www.ok-vise.com/images/stories/galleries/Multi-Rail\\_RM/IMG\\_2338.JPG](http://www.ok-vise.com/images/stories/galleries/Multi-Rail_RM/IMG_2338.JPG)
- OK-VISE. Ei päiväystä. Multi-Rail RM System. [www-lähde]. OK-VISE Oy. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: <http://www.ok-vise.com/fi/multi-rail-system>
- OK-VISE. Ei päiväystä. Design a fixture. [www-lähde]. OK-VISE Oy. [Viitattu 18.4.2016]. Saatavissa: <http://www.ok-vise.com/fi/multi-rail-system/design-a-fixture>
- PAWS. 2016. PAWS Workholding. [www-lähde]. Gross Publications, Inc. [Viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://mfgnewsweb.com/archives/4/34486/Workholding-feb11/PAWS-Workholding-Releases-New-Hydraulic-Clamping-System.aspx>
- Sariola, H. 2012. Dock Lock. [www-lähde]. FMS-Tools, Ab. [Viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: [http://www.fms-tools.fi/images/uploads/pdf/DockLock\\_nollapiste\\_kiinnittime452006.pdf](http://www.fms-tools.fi/images/uploads/pdf/DockLock_nollapiste_kiinnittime452006.pdf)

## **LIITTEET**

LIITE 1. Erowa ER-024312

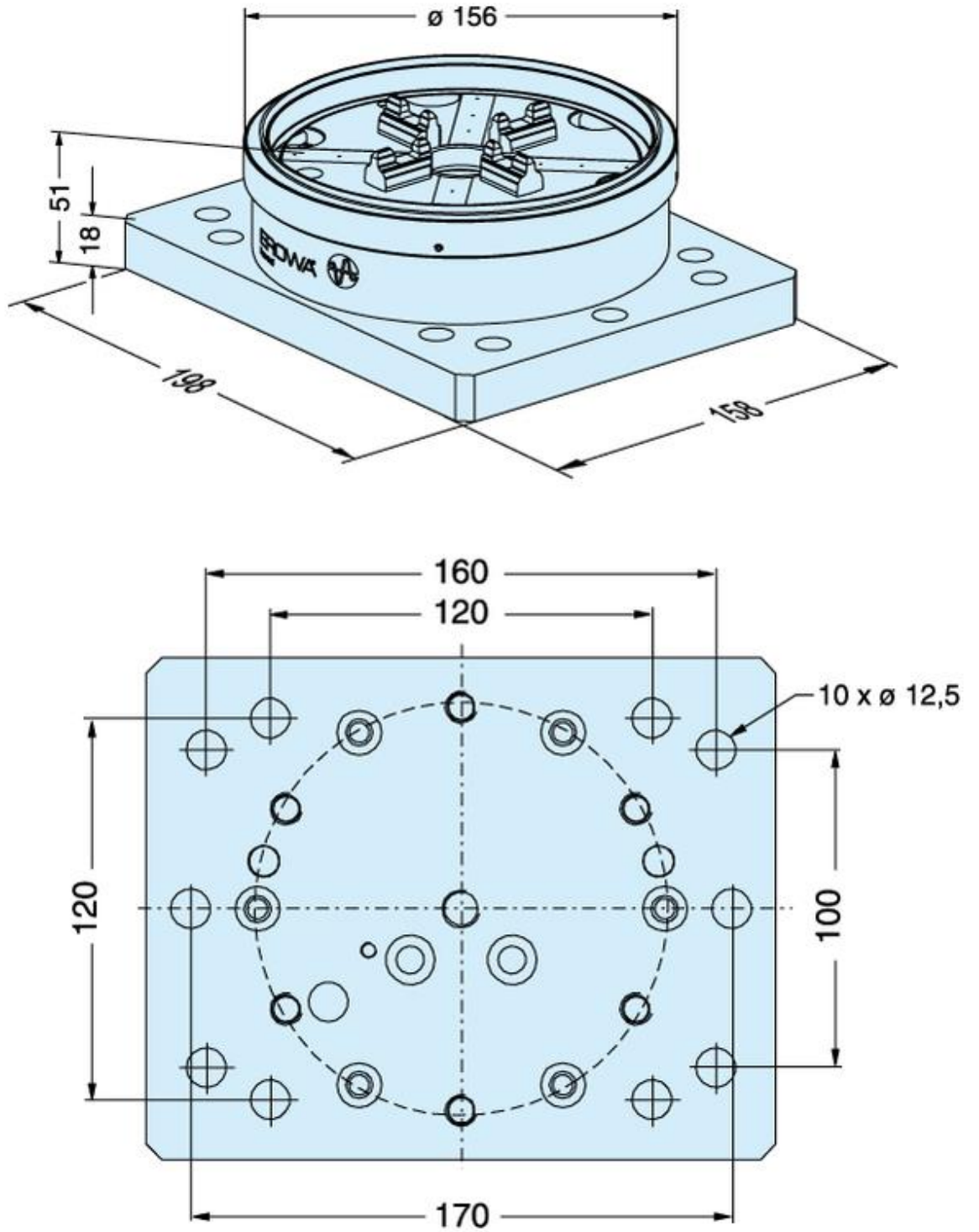
LIITE 2. Erowa ER-015042

LIITE 3. OK-Vise Oy Multi-Rail RM-400

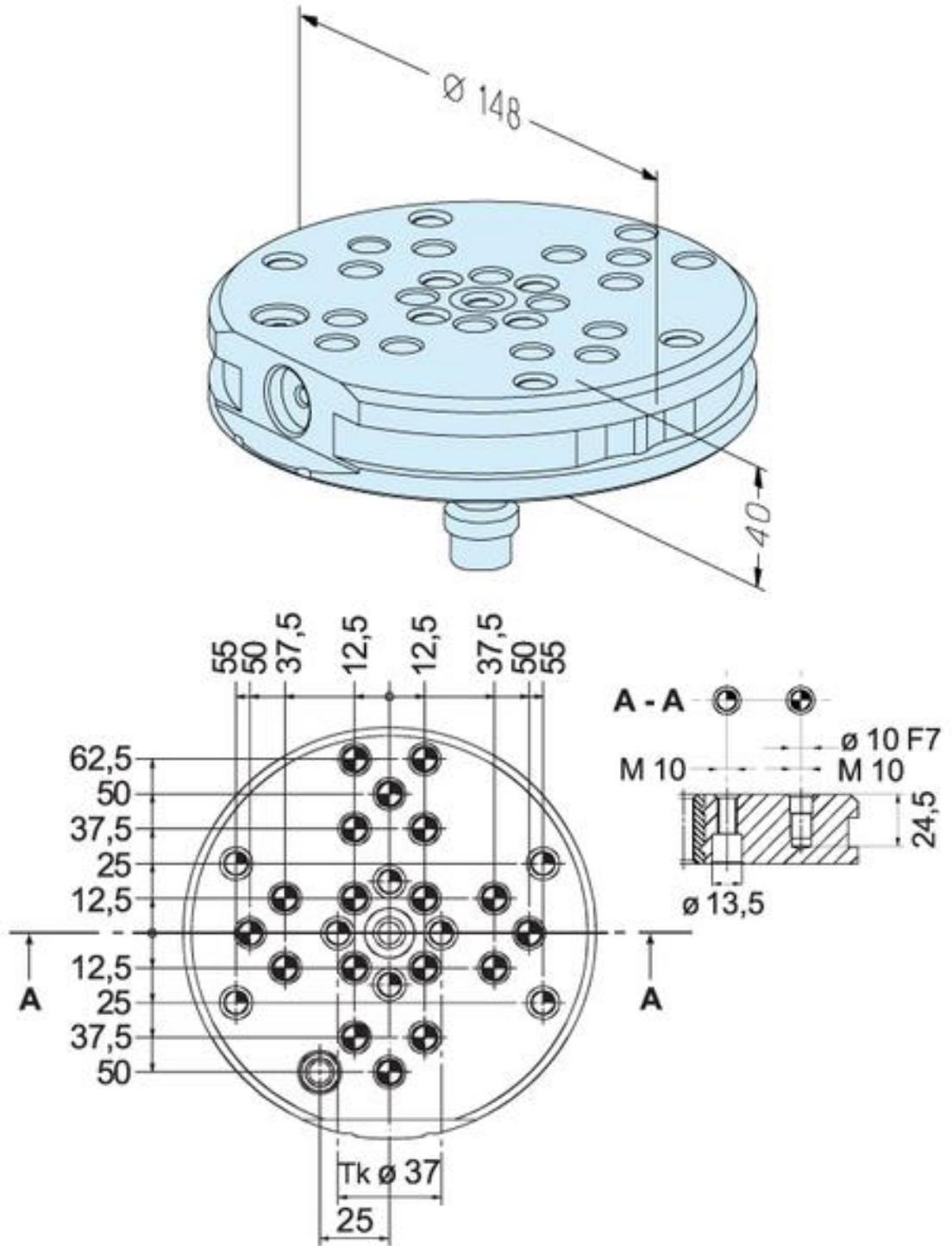
LIITE 4. OK-Vise Oy DK2-VT

LIITE 5. Rasterilevy

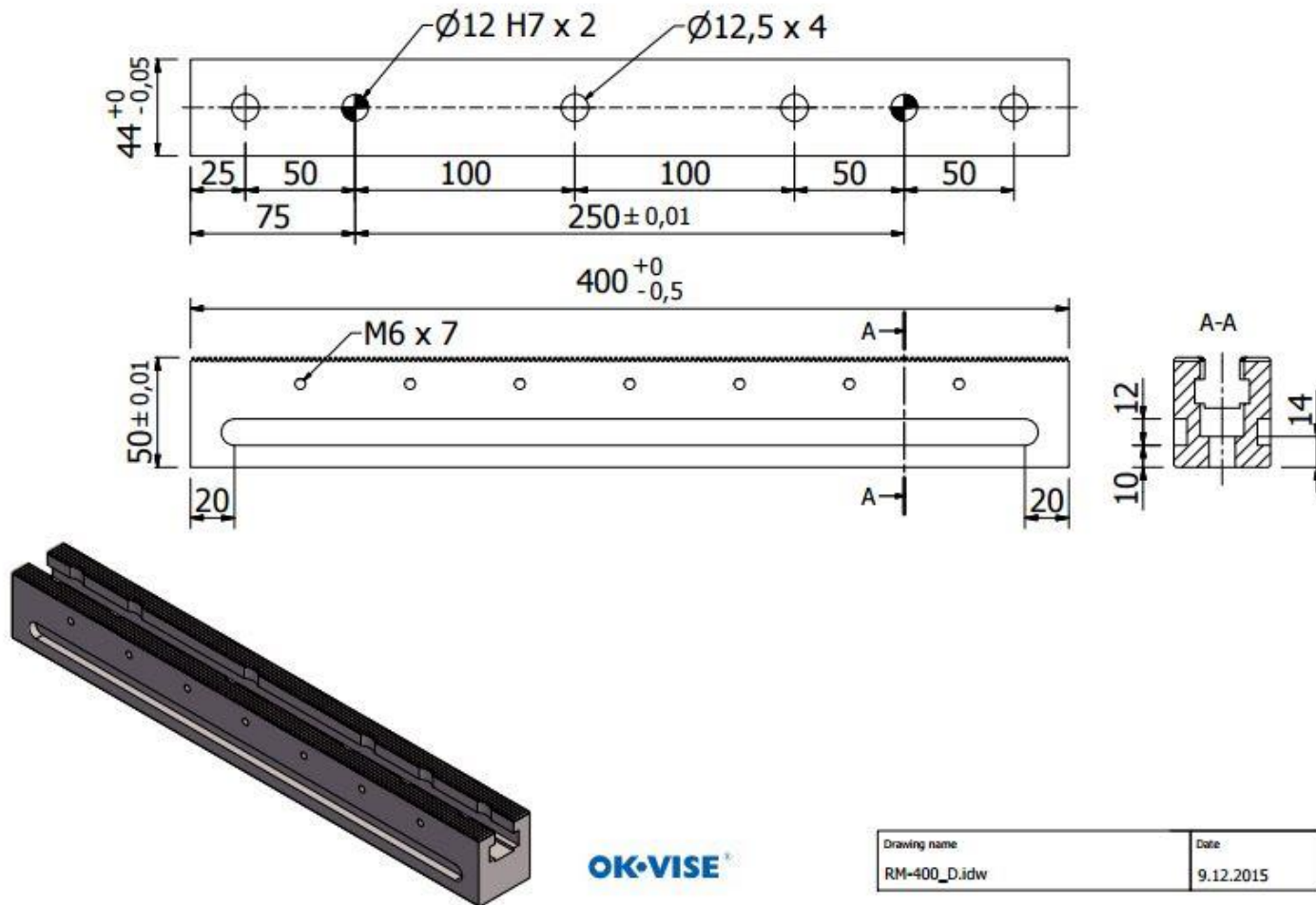
LIITE 1. Erowa ER-024312



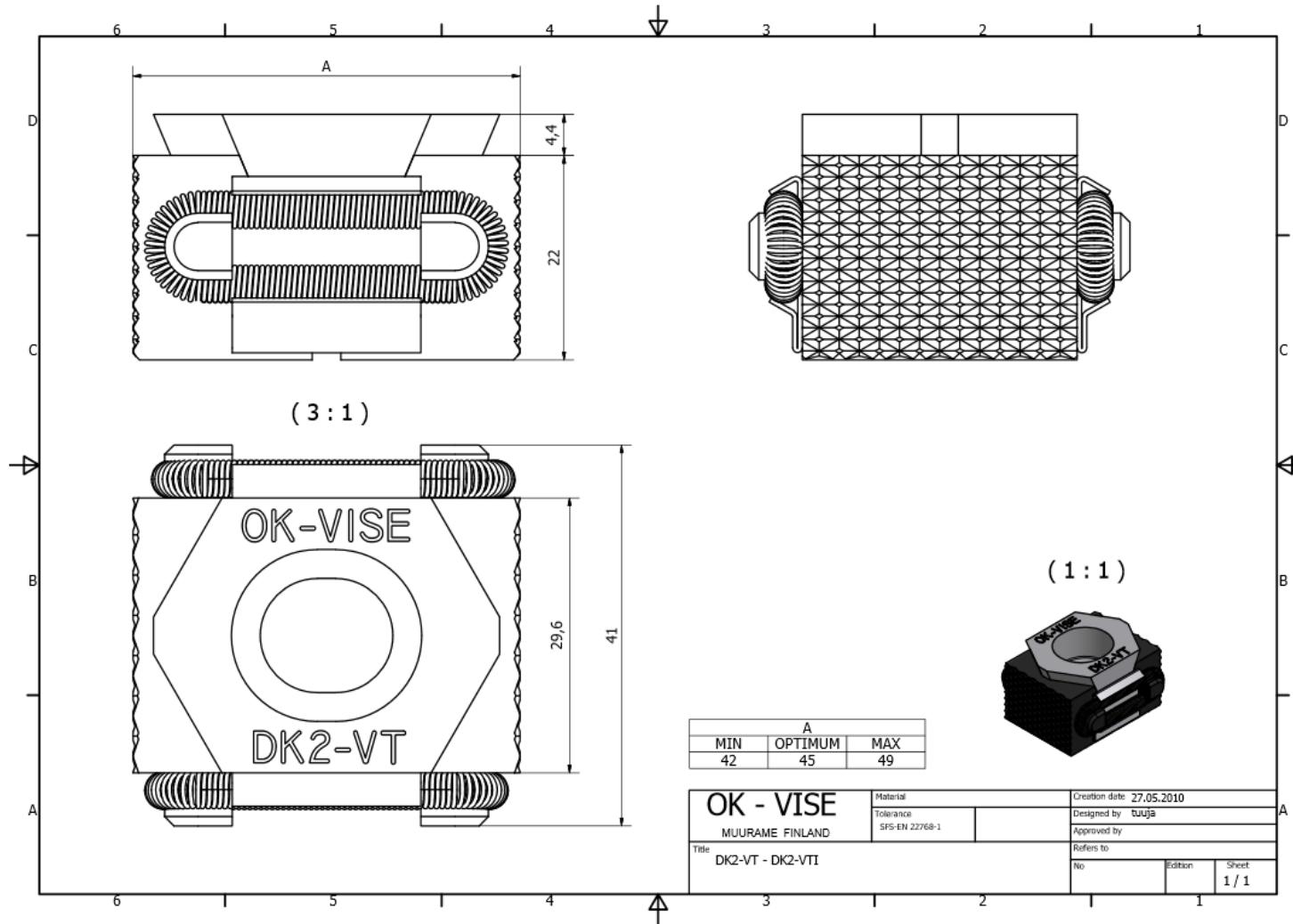
LIITE 2. Erowa ER-015042



## LIITE 3. OK-Vise Oy Multi-Rail RM-400



LIITE 4. OK-Vise Oy DK2-VT



LIITE 5. Rasterilevy

