

Vesa Korkala

JYRSINKONEEN PISTOPÄÄN TUOTEKEHITYS

JYRSINKONEEN PISTOPÄÄN TUOTEKEHITYS

Vesa Korkala
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotanto ja logistiikka

Tekijä: Vesa Korkala
Opinnäytetyön nimi: Jyrsinkoneen pistopään tuotekehitys
Työn ohjaaja: Jari Viitala
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 43 + 4 liitettä

Insinööri­työn aiheena oli luoda jyrsinkoneen pistopää, jolla tehdään kiilauria akseliin tai reikään pistomaista liikettä käyttäen. Laitteesta tulee jyrsinkoneen vaihtoterä, joka voidaan kiinnittää ja irrottaa samalla tavalla kuin yleisesti kaikki muutkin jyrsinkoneessa käytössä olevat terät. Vastaavanlaisia teriä ei löydy olemassa olevilta markkinoilta. Terä kehitettiin näin ollen ottaen huomioon yksityiset ihmiset ja pienet konepajat, joilla ei ole resursseja hankkia varta vasten kiilaurien tekemiseksi tarkoitettua tuotetta.

Työn tavoitteena oli laitteen toiminnan kehittäminen mahdolliseen sarjavalmistukseen. Työssä valittiin materiaalit, valmistusmenetelmät sekä laadittiin ohjeet ja piirustukset. Työ rajattiin koskemaan ISO-40- ja ISO-50-kartioita.

Asiasanat:

tuotekehitys, mallintaminen, työkuvi­en luonti, työstö- ja jyrsinkoneet

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 KIILAUURAN TARKOITUS	8
3 PISTÄMINEN	10
3.1 Pistäminen työstömenetelmänä	10
3.2 Lastuamisvoimat pistettäessä	10
4 PISTOTERÄN MUODOT	12
5 LASTUAVA TYÖSTÖ	13
5.1 Lastuavat työkalut	13
5.2 Työstäminen	13
5.3 Pystykarainen jyrsinkone	14
5.4 Taso- ja yleisjyrsinkoneet	15
5.5 Runkotyypiset jyrsinkoneet	16
5.6 Kärkisorvit	17
6 PISTOPÄÄN VALMISTUKSEEN SOVELTUVIEN MATERIAALIEN OMINAISUUDET	19
6.1 Karkaistu teräs	19
6.2 Nuorrutusteräs	20
6.3 Ruostumaton teräs	21
6.4 Valurauta	22
6.5 Suomugrafiittivaluraudat (GJL)	23
6.6 Suomugrafiittivaluraudan käyttökohteita	24
7 PISTOPÄÄN MATERIAALIEN VALINTA	26
8 VALMISTUS	27
8.1 Rakenne	27
8.2 Toiminta	28
9 VALMISTAMINEN	30
9.1 Vaatimukset	30
9.2 Toleranssit	30
9.3 Holkit	31

9.4 Urien valmistus akseliin	32
10 JOUSI	34
11 KUULA	37
12 JYRSINTERÄNPITIMEN KARAKARTIO (SK)	38
13 KIINNITTIMIÄ PISTETTÄVILLE KAPPALEILLE	40
14 TULOKSET	41
15 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	43
Liite 1 Kokoonpanokuva TPP102+2	
Liite 2 Osakuva TPP100+1	
Liite 3 Osakuva TPP101+1	
Liite 4 Osakuva TPP102+1	

1 JOHDANTO

Tähän työhön päädyttiin Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) ja Oulun seudun ammattiopiston (OSAO) yhteistyön seurauksena. OSAO toimii Oulun Kaukovai- niolla Oamkin välittömässä läheisyydessä.

Tämä tuotekehitystehtävä oli tarpeellinen, koska täytyi kehittää yksinkertainen menetelmä kiilaurien tekemiseksi pystykaraisella jyrsinkoneella. Kiilaurien teko on vaatinut hankalaa jyrsinpään vaihtamista jyrsinkoneeseen. Insinööriyön vaa- timuksena oli suunnitella toimiva pistopään prototyyppi jyrsinkoneelle, jolloin vältetään aikaa vievältä ja suuritöiseltä asennusprosessilta. Nyt kehitettävän pistopään voi asentaa suoraan jyrsinkoneen karakartiolle, joten jyrsinpään vaih- tamiselta vältetään pistotyötä tehdessä.

Työssä perehdytään myös tarvittaviin valmistusmenetelmiin ja materiaaleihin sekä tutkitaan toleransseja ja karkaisun syvyyttä. Materiaaleina kokeillaan muun muassa karkaisematonta työkaluterästä, karkaistua terästä ja valurautaa. Kuu- luran kuulana käytetään karkaistua kromiteräksestä valmistettua 6 mm kuulaa ja jousena työkalujousta. (Liite 1.)

Suunnittelutyössä apuna käytetään AutoCAD- sekä Catia-ohjelmistoja. Niillä saadaan luotua myös tarvittavat piirustukset pistopään valmistamiseen.

Pistopäästä on olemassa valmis prototyyppi, jonka pohjalta uutta laitetta suun- nitellaan. Prototyypin ongelmana on ollut materiaalin liiallinen lämpeneminen kitkan seurauksena ja näin ollen lyhyt käyttöaika. Nyt valmistettava pistopää on materiaaliltaan ja toleranssisovitteiltaan sellainen, että aiemmilta ongelmilta väl- tytään.

Jyrsinkoneen karakartio (kuva 1) on ISO-standartoitu sekä toleroitu kartiomai- nen koneistusterän kiinnitykseen tarkoitettu osa. Karakartiot on numeroitu koon mukaan. Saatavana on ISO 25-, 30-, 35-, 40-, 45- ja 50-kartioita. Tuotekehitys rajataan kahteen eri kartioon ISO-40 ja ISO-50.



KUVA 1. Jyrsinkoneen karakartio (1)

2 KIILAUARAN TARKOITUS

Kiilaura välittää voiman pyörivästä akselista uraan laitetun kiilan avulla esimerkiksi hammasrattaalle. Kiiloja on kolmenlaisia: Woodruffkiila (2, s. 527), ahtokiila (2, s. 553) tai yleisin käytössä oleva tasakiila (2, s. 551). Woodruffkiila toimii paikantajana ja vääntömomentin siirtää toinen elementti, esimerkiksi tasakiila. Ahtokiila on kiilan muotoinen.

On mahdollista, että kiilaura sijaitsee joko akselissa tai holkissa. Yleensä akselissa olevaan kiilauraan sijoitetaan kiila ja vastakappaleessa on vain ura. Kiilauraa käytetään myös kappaleiden liittämiseksi ja oikean asennuskulman saamiseksi. Kiilat kiinnitetään yleensä ruuveilla kiilauraan porattuihin reikiin.

Kiilaurat ovat mittatoleroitu kolmeen eri toleranssiin: H9 välissovitteella, N9 välisovitteella tai P9 ahdistussovitteella (2, s. 551). Kiilauraan tarkoitetut kiilat ovat valmiiksi standarsoituja ja saatavilla tankoina materiaalivarastoista. Kiilaurat tehdään siten, että kiilan korkeudesta puolet on kiilan kiinnitysosassa ja puolet vastakappaleessa.

Pistopään valmistuksessa on otettu huomioon kiilauran toleranssivaatimukset laitteen sovitteita suunniteltaessa, jolloin liukuvällykset eivät aiheuta itsessään mittapoikkeamaa. Tehtävään kiilauraan valitaan tarkoitukseen sopiva kiilauraterä, joka on myös yleensä mittatoleroitu. Jos vaadittavan kiilauran mittaa ei täsmällisesti löydy, voidaan kiilauran leveyttä muuttaa myös tekemällä pikateräksestä hiomalla halutun mittainen terä tai liikuttamalla jyrsinkoneen pöytää. Kiilauran pistopää on suunniteltu ensisijaisesti tasakiilakiilauria varten.

Kiilauria voidaan valmistaa joko pistämällä (kuva 16) tai vetämällä (kuva 17), joihin on olemassa valmistettuja koneita. Kiilaurakoneita valmistavat muun muassa Elmass ja Frömag.



KUVA 2. Kiilauran pistokone (3)

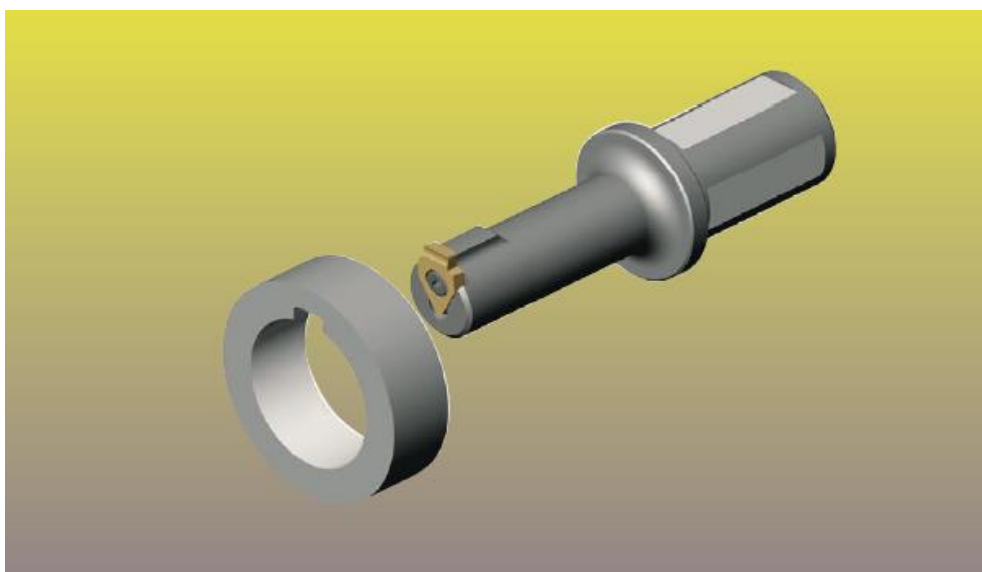


KUVA 3. Kiilauran vetokone (4)

3 PISTÄMINEN

3.1 Pistäminen työstömenetelmänä

Tyypillinen tapa kiilaurien työstämiseen on pistäminen. Pistäminen on niin sanottu epäjatkuva lastuamismenetelmä. Sitä käytetään mm. lieriön sisäpuolisten kiilaurien (kuva 4) tai boorien valmistuksessa, kun sisäpuolen reikä on niin pieni, ettei sitä voida valmistaa esimerkiksi kulmapään avulla. Pistämisessä terä on yksileikkuinen (6, s. 190).



KUVA 4. Sisäpuolinen kiilaura (5)

Pistämisessä lastun irrotus tapahtuu työliikkeen aikana. Pistäminen ei ole siinänsä kovin tehokas lastuamismenetelmä, koska paluuliikkeen aikana terä ei kosketa työstettävän kappaleen pintaa eikä näin ollen myöskään irrota materiaalia. (6, s. 188.) Tässä työssä on tarkoitus suunnitella työkalu, joka mahdollistaa pistämisen jyrsinkoneella.

3.2 Lastuamisvoimat pistettäessä

Koneistuksessa käytettäviä työstöarvoja ovat pyörimisnopeus, syöttö, lastuamisnopeus, hammaskohtainen syöttö, lastuamissyvyys ja kosketusleveys. Edellä mainittujen lisäksi koneistukseen liittyvinä arvoina voidaan mainita lastuvirta ja karatehon tarve sekä tangentialiset ja aksiaaliset lastuamisvoimat. (7).

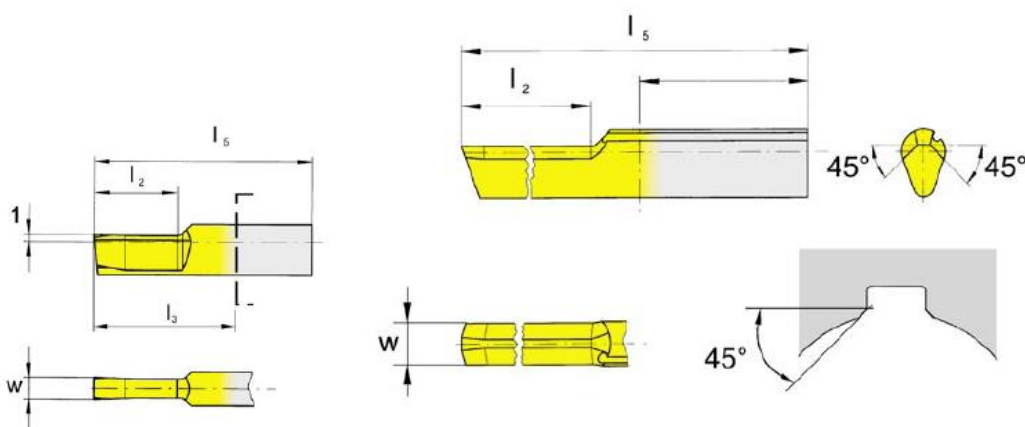
Työstövoima kiilauraa pistettäessä on vähäinen. Lastuamissyvyys on maksimissaan noin millimetrin luokkaa, ja leveyden määrää valitun pistoterän leveys.

Työstövoimat kohdistuvat kiilauran syvyysuuntaisesti. Terä pyrkii lastupaineen takia poispäin työstettävästä materiaalista. Mahdolliset välykset voivat aiheuttaa terän "haukkaamisen", jolloin terän rikkoontumisen mahdollisuus kasvaa ja mitatarkkuus kärsii.

Työstettävä kappale tulee olla myös tukevasti kiinnitetty jyrsinkoneen työtasoon tai erilliseen kiinnittimeen, sillä työstövoimat pyrkivät liikuttamaan kappaletta poispäin terästä. Myös jyrsinkoneen työtason mahdolliset välykset johdinruuvissa tai jyrsinpään karakartiossa voivat aiheuttaa vastaavia ongelmia.

4 PISTOTERÄN MUODOT

Pistopäähän kiinnitettävät terät (kuva 5) voivat olla pikateräksestä tai kovame-
tallista valmistettuja. Terän tulee olla leveydeltään halutun kiilauran levyinen.
Leveydet ovat toleroituja ja standartisoituja ja itse kiilateräspaloja saa halutun
levyisinä pitkinä tankoina. Pikateräksestä valmistettuja kiilaurateriä voidaan
muotoilla halutun muotoisiksi, mutta itse kiilaura on muodoltaan samanlainen.
On mahdollista joissakin tapauksissa, että kiilauran suu on viisteytetty, ja se to-
teutuu tekemällä viiste pikateräspalaan halutun kiilauran syvyyden mukaan. Pis-
topäällä pistettävän kiilauran leveydet ovat 5–10 millimetriä.



KUVA 5. Pistoterien muodot (8)

5 LASTUAVA TYÖSTÖ

Lastuava työstö esitellään pistopään valmistuksessa käytettävien menetelmien vuoksi. Lisäksi kerrotaan mitä lastuavalla työstöllä tarkoitetaan ja minkälaisilla lastuamistyökaluilla työstö tapahtuu.

5.1 Lastuavat työkalut

Avarrus- ja kierteitystyökaluissa on usein pikateräksinen runko, johon on kiinnitetty kovametalliset teräpalat juottamalla tai ruuveilla. Kovametalliteräpaloja on pinnoitettu usein useilla eri metallilaaduilla. Teräpaloihin kuuluu pikateräs, pinnoitettu pikateräs, kovametalli, pinnoitettu kovametalli, keramiikat ja timantti. Ideaalinen terämateriaali on kulutusta kestävä ja tunteeton lastuamisen värähtelyille ja iskuille sekä korkealle lämpötilalle. (6, s. 148.)

5.2 Työstäminen

Lastuaminen on tärkein työstömenetelmä. Menetelmät jaetaan rouhintatyöstöön ja viimeistelytyöstöön. Lastuaminen on työstökoneitien hinnoittelun takia kallista, joten sitä on yritetty korvata ja vähentää tarkempien aihionvalmistusmenetelmien avulla. (6, s. 139.)

Metallin työstöllä tarkoitetaan metallin jatkokäsittelyä lastuavilla työstömenetelmillä, kuten sorvausta, jyräystä, porausta, hiontaa, höyläystä, sahausta ja avarusta. Tällaisiin menetelmiin päästään työstökoneityypeillä, jotka ovat manuaalisesti tai puoliautomaattisesti ohjatut työstökoneet sekä numeeriset, tietokoneohjatut CNC-työstökoneet.

Eri työstökoneilla on erilaisia toimintatapoja:

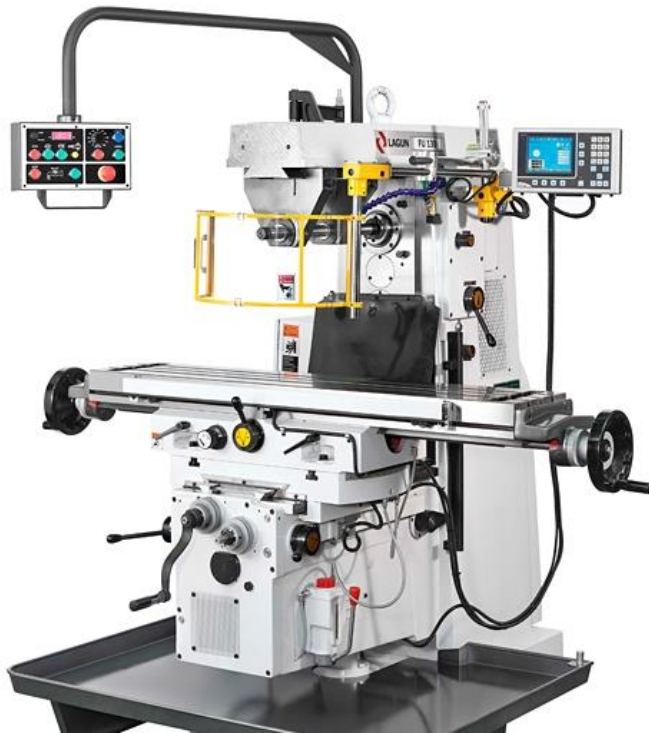
- Sorvaaminen on työmenetelmä, jossa hitaasti syöttöliikettä tekevällä terällä lastutaan pyörivää työkappaletta.
- Jyräyksessä kappaletta ja terää toisiinsa nähden liikuttamalla saadaan aikaan syöttöliike ja terää pyörittämällä päätyöstöliike.
- Poraamisessa pyörivällä terällä tehdään halutun kokoinen reikä.

- Sahauksessa pyörivä tai edestakaisin liikkuva hammastettu terä leikkaa työkappaletta.
- Höyläyksessä työkappaletta lastutaan vakiosyvyydellä pinnasta liikkuvan terän avulla.
- Hiottaessa hioma-aineen rakeet leikkaavat hiottavasta kappaleesta pieniä lastuja. Hiomarakeet voivat olla sidottuina kiinteään kappaleeseen kuten paperiin tai laikkaan, mutta hioma-aine voi olla myös sekoitettuna tahnaan.
- Avarrettaessa työstetään jo olemassa olevaa, koneistettua reikää. Menetelminä voi olla kovametallipaloja käyttävä, säädettävä mitta-avarrin.

Konepajojen yleisimmät jyrsinkonetyypit ovat polvityyppiset, runkotypyypiset, kopiojyrsinkoneet ja koneistuskeskukset. Koneistuskeskukset ovat NC-ohjattuja. Sorvikonetyyppinä yleisin on kärkisorvi, jota voidaan ohjata joko manuaalisesti käyttäjän toimesta tai NC-ohjatusti erillisen ohjausyksikön kautta. (6, s. 166.)

5.3 Pystykarainen jyrsinkone

Pystykarainen jyrsinkone (kuva 6) muodostuu valurautaisesta koneen rungosta, koneistustasosta eli pöydästä ja karalaatikosta. Karakartioon kiinnitetään koneistuksessa välttämättömät työkalut eli terät. Karamoottori sijaitsee koneen yläosassa ja tuottaa tarvittavan voiman karan pyörimiseen. Jyrsinkoneessa on kolme pääliikettä (X, Y, Z), joista X-liike merkitsee työstötason sivuttaista pitkitäistä liikettä, Y-liike syvyysuuntaista liikettä ja Z-liike pöydän korkeusliikettä. Pistopää on ensisijaisesti suunniteltu kuvan 6 mukaisille pystykaraiselle jyrsinkoneille.



KUVA 6. Pystykarainen jyrsinkone (9)

5.4 Taso- ja yleisjyrsinkoneet

Taso- ja yleisjyrsinkoneiden (kuva 7) kara on vaakasuora. Perinteisen yleisjyrsinkoneen pöytä on käännettävissä pysty akselin ympäri. Perinteisessä polvi-tyyppisessä jyrsinkoneessa työkappale suorittaa kaikki syöttöliikkeet. Sen rinnalle on kehitetty konetyyppi, jossa poikittaisliikkeen suorittaa rungon päällä olevilla johteilla oleva karalaatikko. Jos karapää on kiertyy niin, että se saadaan sekä pysty- että vaakasuoraksi, kutsutaan tätäkin konetyyppiä yleisjyrsinkoneeksi. Yleisjyrsinkoneessa pöytä ei ole kääntyvä.



KUVA 7. Yleisjyrsinkone (10)

Kun karan tai pöydän käännettävyyttä on lisätty edellä mainitusta, kyseessä on työkalujyrsinkone. Polvityyppisen jyrsinkoneen paras ominaisuus on sen käytettävyys käsikäyttöisenä. Automatisoitavaksi se soveltuu huonommin kuin muut konetyypit.

5.5 Runkotyypiset jyrsinkoneet

Runkotyypisen jyrsinkoneen (kuva 8) pöytä on tukeva ja säilyttää hyvin tarkkuutensa. Tämän vuoksi numeeriset jyrsinkoneet sekä työkalu- ja työkappalevaihtajalla varustetut kehitelmät, koneistuskeskukset ja valmistusjärjestelmien koneet ovat usein runkotyypisiä.



KUVA 8. Runkotyypinen jyrsinkone (11)

Jos runkotyypisen jyrsinkoneen pöytä on kohtalaisen pitkä, sitä kutsutaan yleisesti pitkäjyrsinkoneeksi. Rajana sille, onko kyseessä runkotyypinen- vai pitkäjyrsinkone, pidetään sitä, onko kyseessä monipuolinen työstö runkotyypinen vai pelkän poikittaisliikkeen käyttö jyrsintäsyöttöliikkeenä kuten pitkäjyrsinkoneella.

Suuri runkotyypinen jyrsinkone voi olla rakenteeltaan myös sellainen, että kappale ei liiku lainkaan työstön aikana, vaan pitkittäisliikkeen suorittaa portaali. Edut ovat tukeva pöytä (lattia), helppo kappaleen vaihto toista lastuttaessa ja pieni tilan tarve.

Runkotyypinen jyrsinkone soveltuu hyvin pistopään käyttöön. Sillä voidaan myös koneistaa pistopäässä tarvittavat jyrsittävät muodot.

5.6 Kärkisorvit

Pistopään osien valmistuksessa käytetään sorvia. Runko on poikkeuksetta melko massiivinen valuraudasta valettu kappale. Runkomateriaaliksi valurauta

on erinomainen, koska sen sisältämät grafiittisulkeumat vaimentavat tehokkaasti värinöitä ja lämpösiirtymää, mutta nykyään on yhä enenevässä määrin alettu valmistaa levyrunkoisia koneita, joissa värinää esiintyy herkemmin kuin valurungoissa.

Kärkisorvin (kuva 9) rungon sisään on useimmiten sijoitettu sorvin sähkömoottori sekä vaihteisto, jolla säädellään karan pyörimisnopeutta sekä syöttöliikkeen suuruutta. Halvoissa sorveissa ei välttämättä ole ollenkaan syöttövaihteistoa vaan syötön suuruus määräytyy syöttömoottorin nopeuden mukaan.



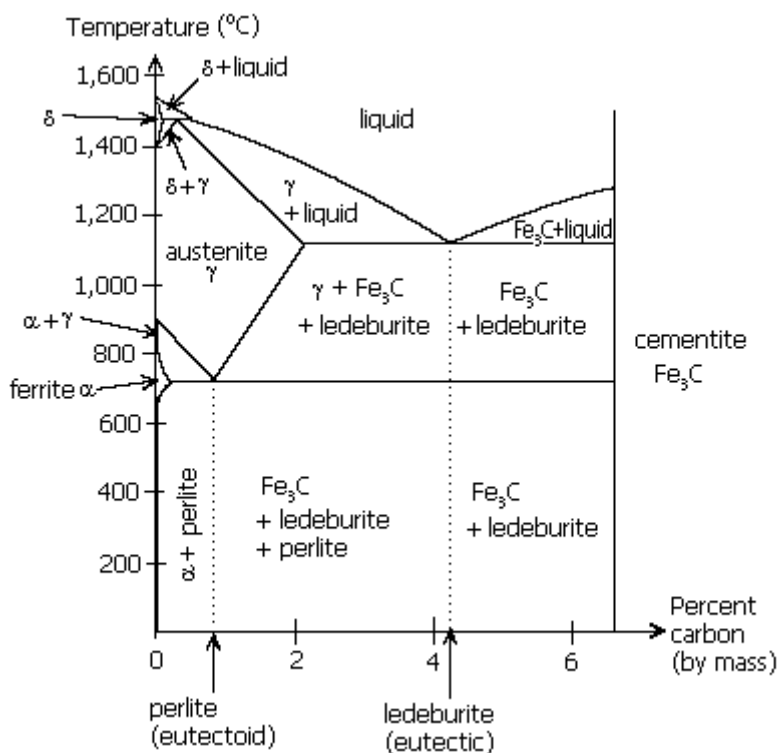
KUVA 9. Kärkisorvi (12)

Rungon päälle kiinnittyvät kaapimalla erittäin tarkkaan suoruuteen valmistetut teräksiset johteet, joiden päällä teräkelkka liukuu. Teräkelkka on myös yleensä valuraudasta valmistettu kappale, johon kiinnittyvät syöttövivut sekä kammet mittarumpuineen, joilla teräkelkkaa liikutetaan pitkittäis- ja poikittaissuunnassa. Teräkelkan päällä on erillinen huippukelkka.

6 PISTOPÄÄN VALMISTUKSEEN SOVELTUVIEN MATERIAALIEN OMINAISUUDET

6.1 Karkaistu teräs

Teräksen karkaisu perustuu faasimuutokseen austeniitista martensiitiksi. Austeniitin kiderakenne on pintakeskinen kuutiollinen ja pystyy siten liuottamaan hiiltä välisijoihinsa. PKK-kiderakenteessa on välisijoja (koloja), jonne hiiliatomi mahtuu, kun taas TKK-kiderakenteessa ei vastaavia välisijoja ole. (6, s. 24). Teräs alkaa muuttua austeniitiksi ja hiili diffundoitua austeniitin välisijoihin lämpötilassa 723 °C (kuva 10).



KUVA 10. Rauta-hiilitasapainopiirros (13)

Nopeasti sammutettaessa eli jäähdytettäessä ei hiili ehdi poistua austeniitin välisijoista ja faasimuutoksessa kiderakenne muuttuu martensiitiksi. Martensiittinen teräs on hyvin kovaa ja lujaa, mutta haurasta. Martensiittinen kiderakenne on metastabiili tasapainotila, ja tällä tarkoitetaan sitä, että huoneen lämpötilassa

martensiitti on pysyvä kiderakenne, mutta riittävästi lämmitettäessä hiiltä poistuu martensiittirakeista jolloin teräksen kovuus alenee ja sitkeys kasvaa. (6, s. 24.)

Ominaisuuksia vertailemalla saadaan hyödyt ja mahdolliset haitat esille. Etuna voidaan pitää mahdollisuutta karkaista vain pinta halutulta syvyydeltä, lisäksi se kestää kulutusta sekä sillä on liukuominaisuudet suomugrafiittivaluraudan kanssa. Huonoina puolina voidaan pitää hankalaa työstettävyyttä, mahdollista murtumista ja sitä, että karkaistun kappaleen mitat voivat muuttua.

6.2 Nuorrutusteräs

Nuorrutusteräs soveltuu kohteisiin, joissa vaaditaan suurta lujuutta, kulutuskestävyyttä ja iskusitkeyttä. Käyttökohteina ovat hammaspyörät ja ajoneuvojen akselit. Vanha kuvaavampi nimi nuorrutusteräkselle on sitkeäkarkaistu teräs eli karkaistu teräs, joka on päästetty korkeassa lämpötilassa.

Niukkahiilisiä nuorrutusteräksiä voidaan hitsata, mutta hitsauskohdan ympäristö karkenee. Tämä estetään kuumentamalla hitsauskohta kaasuliekillä 350 celsiusasteeseen ja pitämällä hitsauksen jälkeen sitä hetki siinä ja sen jälkeen hitaasti jäädyttämällä. Huomioitavaa on, että hitsauskohta jää tällöin pehmeään tilaan ja on muuta rakennetta heikompi.

Suuremman lujuuden takia nuorrutusteräksen poraaminen ja sorvaaminen on vaikeampaa kuin rakenneteräksen. Ongelmia aiheuttaa esimerkiksi sorvauksessa tapahtuva lämpölaajeneminen pitkillä akseleilla karkaisujännitysten epätasainen jakautuminen ja niiden laukeaminen.

Usein nuorrutusteräs on korvattavissa kromilla seostetulla teräksillä. Se on myös korjausrakentamiseen erittäin sopiva sen hyvän hitsattavuuden vuoksi. (14.)

Jäädytettäessä terästä hitaasti ehtii hiili poistua austeniitin välisijoista. Faasimuutoksessa teräksen kiderakenteeksi tulee rauta-hiili-tasapainopiirroksen mukainen kiderakenne, joka on ferriittinen, perliittinen tai ferriittis-perliittinen, riippuen hiilen määrästä.

Seostamalla teräkseen lisäaineita siten, että hiilen diffuusio teräksessä vaikeutuu, saadaan austenitoitu teräs muuttumaan martensiitiksi huomattavasti hitaammalla sammutuksella kuin veteen kastamalla. Esimerkiksi työkaluteräksset karkenevat huoneilmaan jäähdytettynä. Hitaan sammutuksen etuna on se, että kappaleen mitat muuttuvat karkaistaessa vähemmän kuin suurta jäähdytysnopeutta käyttäen.

Päästöksi sanotaan karkaisun jälkeistä lämpökäsittelyä, jossa teräs lämmitetään johonkin lämpötilaan, pidetään lämpötilassa ja jäähdytetään hitaasti. Päästölämpötilat vaihtelevat välillä 200–700 °C. Nuorrutukseksi sanotaan lämpökäsittelyä, jossa karkaisun jälkeen suoritetaan päästö korkeassa lämpötilassa (> 450 °C). Nuorrutettu teräs on lujaa ja sitkeää. (14.)

Ominaisuuksia vertailemalla saadaan hyödyt ja mahdolliset haitat esille. Hyvinä puolina nuorrutusteräksessä voidaan pitää hitaasti sammuttaessa sitä, että mitat muuttuvat vähemmän kuin nopealla sammutuksella, se on lujaa ja sitkeää

Huonoina puolina nuorrutusteräksissä voidaan pitää soveltuvuutta suomugrafiittivaluraudan kanssa huonommin kuin karkaistuteräs.

6.3 Ruostumaton teräs

Teräs tulee ruostumattomaksi, kun sitä seostetaan kromilla yli 10,5 p- %. Kehitteillä on myös pienemmillä seossuhteilla olevia ruostumattomia laatuja.(15)

Ruostumattomat teräkset jaetaan kiderakenteen mukaisesti luokkiin: austeniittiset, ferriittiset, ferriittisausteniittiset eli duplex- ja martensiittiset teräkset.

Tavallisimmat ruostumattomat eli austeniittiset sisältävät seosaineena kromia 18 % ja nikkeliä 8 % sekä muita seosaineita, mm. molybdeenia 1...3 %. Molybdeenillä seostettuja kutsutaan kansanomaisesti haponkestäviksi teräksiksi. Hiilipitoisuus yleensä alle 0,1 % mutta haluttaessa varmistaa riittävä hyvyys raerajan herkistymistä vastaan hitsauksessa valitaan laatu, jossa hiiltä on vain 0,03 % ne siis AISI 304:n sijaan AISI 304L. Hitsattaessa on huomioitava, että lämmitessään ne pitenevät 30–50% enemmän kuin seostamattomat ja ovat lämmönjohtokyvyltään heikompia. (15.)

Vastoin kansanomaista käsitystä ruostumattomat teräkset eivät ole "leprumpia" ts. vähemmän jäykkiä kuin mustat teräkset. Niillä kaikilla on jäykkyyttä kuvaavan kimmomodulin arvo käytännössä sama. Käsitys syntyy suuremmasta lämpöpiteneiskertoimesta ja sen aiheuttamista muodonmuutoksista.

Austeniittisistä ruostumattomista teräksistä valmistetaan muun muassa pesu-
pöydät. Austeniittiset teräkset ovat lujuudeltaan teräksen Fe 37 / S235 luokkaa. Lujemmat laadut ovat martensiittisiä tai duplex teräksiä. Duplex-teräkset ovat noin kaksi kertaa austeniittisiä lujempia. Ruostumattomien terästen sitkeys on noin kaksi kertaa suurempi kuin mustilla rakenneteräksillä ja murtovenymä on noin 23 / 45 %. (15.)

Ominaisuuksia vertailemalla saadaan hyödyt ja mahdolliset haitat esille. Ruostumattoman teräksen hyvinä puolina voidaan pitää, että se on sitkeää. Hitsattaessa lämpölaajeneminen on suurta sekä se on hankalaa koneistaa.

6.4 Valurauta

Valurauta on seostettua rautaa, jossa hiilipitoisuus on suurempi kuin teräksessä. Yli 2,1 % hiiltä sisältävät seokset ovat valurautaa, ja sitä vähemmän hiiltä sisältävät ovat niukkahiilisiä (alle 0,25 % C), keskihiilisiä (0,25–0,60 % C) tai runsashiilisiä (0,60–2,1 % C) teräksiä.

Valuraudan valmistus on monivaiheinen prosessi, jossa ei-toivotut, materiaalia haurastavien aineiden kuten rikki- ja fosforipitoisuudet pyritään saamaan mahdollisimman pieniksi. Hiili- ja piipitoisuudet lasketaan halutulle tasolle (2–3,5 % hiillelle, 1–3 % piille), minkä jälkeen sula rauta valetaan muottiin, jossa se jäähtyy lopulliseen muotoonsa.

Valurautojen tärkein ainesosa raudan ohella on hiili, joka esiintyy valutuotteen mikrorakenteessa puhtaana hiilenä harmaassa valuraudassa suomugrafiittina tai pallografiittina rautamatriisissa. Rautamatriisissa muodostuu hiiliteräksissäkin esiintyvistä faaseista ferriitti, perliitti, martensiitti, jäännösausteniitti ja seostuksen avulla aikaansaadut erilaiset metallikarbidit.

Mikrorakenteiden muodostumiseen vaikuttavat seosaineet, jäähdytysnopeus valun jälkeen ja mahdollinen jälkikäteen suoritettava lämpökäsittely. Harmaan valuraudan vetomurtolujuutta alentavat grafiittisuomut, jotka saavat aikaan lovi-vaikutuksen ja siten synnyttävät vetojännityksen alaisena murtumiseen johtavia jännityshuippuja.

Ominaisuuksia vertailemalla saadaan hyödyt ja mahdolliset haitat esille. Valuraudan hyvinä puolina voidaan pitää hyvää lastuttavuutta sekä liukupintaominaisuudet karkaistun teräksen kanssa. Valurauta on silti haurasta, ja valaessa siihen voi jäädä huokosia eli reikiä. Valurauta on myös työstökoneen käyttäjän kannalta vaativa puhdistettava, koska se pölyyntyä ja ruostuu esimerkiksi työstökoneen johteisiin kiinni. Valuraudat nimitetään vielä erikseen seosmateriaalien suhteen. (16.)

6.5 Suomugrafiittivaluraudat (GJL)

Suomugrafiittivaluraudassa (GJL, G = valu, J = rauta, L = suomugrafiitti) on keskimäärin 3,4 % hiiltä ja noin 2,2 % piitä. Näitä pitoisuuksia pienentämällä voidaan lisätä valuraudan lujuutta ja kovuutta. Tällöin kuitenkin rakenteen epätasaisuus kasvaa ja eritoten nopeasti jäähtyvät nurkkaukset saattavat jähmettyä valkoiseksi valuraudaksi.

Suomugrafiittivaluraudan nimitys tulee murtopinnan väristä, jossa grafiitti esiintyy suomuina. Suomugrafiittivaluraudassa murtuma etenee pitkin grafiittisuomuja, jotka ovat muodostuneet grafiitin jähmettymisen yhteydessä, ja tämän vuoksi takia murtopinnasta tulee himmeä. Siitä tuleekin suomugrafiittivaluraudan toinen nimi, harmaavalurauta (greycast iron).

Pii on olennainen osa suomugrafiittivaluraudan valmistuksessa. Kun pii seostetaan ferriitin ja hiilen kanssa, muuttuvat raudan karbidit epävakaiksi. Piin vaikutuksesta hiili irtoaa nopeasti seoksesta puhtaana hiilenä (grafiittina) jättäen yleensä ferriittis-perliittisen matriisin. Seostuksen ja lämpökäsittelyn avulla se voidaan muuttaa ferriittiseksi, perliittiseksi, austeniittiseksi tai päästömartensiittisesti. Grafiittipitoisuus tuo valurautaan korroosionkestoa.

Grafiitti toimii myös kitkanpoistajana, joka parantaa kulutuksenkestoa. Suomi - grafiittivalurautaa voidaan lämpökäsitellä pehmennehekkutuksella 870 celsiusasteessa ja jännityksen poistolla 550 celsiusasteessa. Jännityksenpoistohekkutus suoritetaan suurille ja paksuudeltaan epätasaisille kappaleille. Suomugrafiittivalurautaa ei yleensä karkaista, sillä martensiitin muodostumisesta johtuvat tilavuudenmuutokset aiheuttavat rakenteen säröilyä.

Ympäyksellä voidaan parantaa grafiitin ydintymismahdollisuuksia ja saadaan se ydintymään hienojakoisempana. Ympäyksellä tarkoitetaan deoksidoivien aineiden, esimerkiksi piirauta, piikarbidi lisäämistä sulaan juuri ennen valua. (17.)

6.6 Suomugrafiittivaluraudan käyttökohteita

Suomugrafiittivaluraudan valmistaminen on erittäin edullista, sillä se on edullisin metallimateriaali. Se on myös hyvin valettavaa, sillä on alhainen sulamislämpötila ja se on sulana hyvin juoksevaa. Suomugrafiittivaluraudalla on myös alhainen jähmettymiskutistuma.

Suomugrafiittivalurauta on helposti koneistettavaa, mutta rakenteen vuoksi pinnanlaatu ei välttämättä kuitenkaan ole paras mahdollinen. Koneistettavuus riippuu matriisin rakenteesta ja ominaisuuksista. Rakenteesta johtuen suomugrafiittivalurauta vaimentaa mekaanisia värähtelyjä, myös ääntä, mikä auttaa koneita käymään tasaisemmin. Vaimennusominaisuudet ovat sitä paremmat, mitä enemmän rakenteessa on grafiittia ja mitä suurempina suomuina grafiitti esiintyy. Siksi sitä käytetään myös esimerkiksi työstökonerungoissa ja alustoissa.

Suomugrafiittivaluraudalla on myös hyvät lämmönjohtavuusominaisuudet, ja tätä ominaisuutta hyödynnetään esimerkiksi paistinpannuissa ja jarrulevyissä. Sillä on myös hyvät tribologiset ominaisuudet grafiittisuomujen ja voiteluaineen imeytymisen seurauksena. Se kestää hyvin kulutusta karkaistua terästä vastaan, ja sen takia sitä käytetäänkin esimerkiksi sylinterilohkojen ja jarrurumpujen valmistusmateriaalina. (17).

Suomugrafiittiraudalla on myös heikkouksia. Se ei esimerkiksi sovellu kylmä- tai kuumamuokkaukseen vaatimattomasta murtovenymästä johtuen. Huonon vedonkestävyyden lisäksi se on muutenkin mekaanisilta ominaisuuksiltaan varsin heikkoa. Se kestää paremmin puristusta ja taivutusta.

Suomugrafiittivalurautaa ei myöskään pysty hyvin hitsaamaan sen korkeasta hiilipitoisuuden takia. Korkeita lämpötiloja varten se ei ole hyvä valmistusmateriaali, sillä yli 400 celsiusasteen lämpötiloissa se turpoaa raudan sisäisen hapettumisen vuoksi, kun happi kulkeutuu valuraudan sisäosiin grafiittisuomuja pitkin.
(17.)

7 PISTOPÄÄN MATERIAALIEN VALINTA

Valittuihin materiaaleihin päädyttiin vertailun jälkeen helpottamaan itse pistopään valmistamista. Eri materiaalien vertaaminen ja niiden ominaisuuksien määrittäminen tapahtui käyttämällä apuna kirjallisuutta ja internetiä. Materiaalien kitkasta johtuva kuumeneminen oli yksi tärkeimpiä huomioitavia asioita pistopään edestakaisen liikkeen vuoksi. Liasta lämpenemisestä aiheutuva kitka estäisi pistopäätä toimimasta halutulla tavalla.

Pistopään sisempi holkki valmistetaan suomugrafiittivaluraudasta sen voiteluominaisuuksien takia. Sillä on myös hyvät tribologiset ominaisuudet grafiittisuomuista ja voiteluaineen imeytymisestä johtuen. Se kestää hyvin kulutusta karkaistua terästä vastaan, ja sen takia sitä käytetäänkin esimerkiksi sylinterilohkojen ja jarrurumpujen valmistusmateriaalina, joissa on samantapainen edes takas liike kuin pistopäässä.

Akselin ja uloimman holkin materiaaliksi parhaiten soveltuu karkaistu teräs, joka yhdessä suomugrafiittivaluraudan kanssa kestää hyvin kulutusta.

Pistopäässä oleva kuula, joka ohjaa liikettä akselissa olevan kiertouran vuoksi tulee olla myös hyvin kulutusta kestävä. Kitka ominaisuudet ovat myös oleellisia. Kuulan materiaaliksi parhaiten sopisi karkaistu teräs, kuten edellä on ominaisuuksia kerrottu. (Liite 1.)

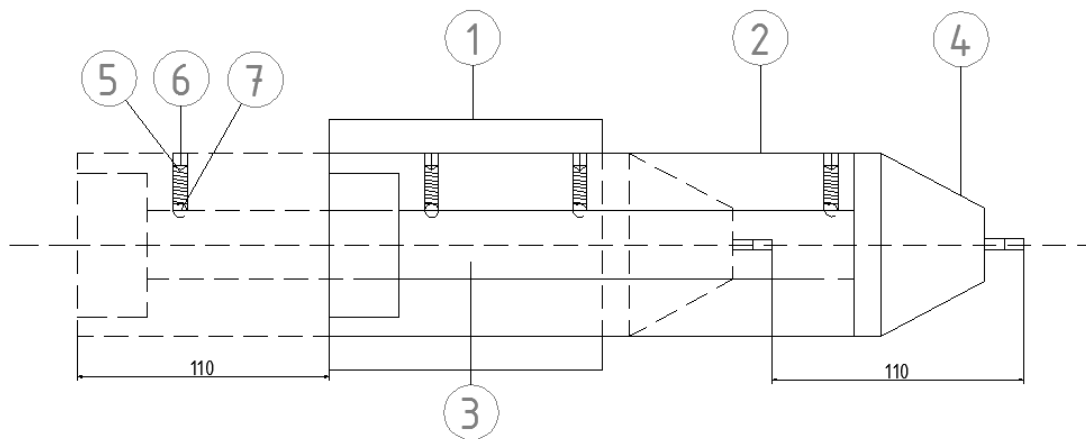
8 VALMISTUS

8.1 Rakenne

Pistopää koostuu kolmesta erillisestä osasta, kahdesta holkista ja kiertoakselista. Holkeista ulompi (kuva 11, 1) valmistetaan karkaistusta teräksestä, sisempi holkki (kuva 11, 2) sen sijaan valmistetaan suomugrafiittivaluraudasta ja kiertoakseli (kuva 11, 3) karkaistusta teräksestä.

Kiertoakseli kiinnitetään weldon-malliseen kartioon, jossa on mahdollista vetää ruuvilla kiertoura-akseli läpi kartion. Pistopään rakenteeseen kuuluvat myös karakartio, jousi, kuula ja kiristysruuvi, jotka ovat ostettavissa.

Pistopään lastuava terä (kuva 11, 4), joka kiinnitetään sisemmän holkin päähän ruuveilla ja sokkatapeilla kohdistettuna, on ostettavissa työstöteriä ja pitimiä toimittavilta liikkeiltä, esimerkiksi Secotools ja Sandvik. Rakenteeseen kuuluu myös jousi (kuva 11, 5) kiinnitysruuvi (kuva 11, 6) ja kuula (kuva 11, 7).



KUVA 11. Pistopään liikeradat

8.2 Toiminta

Pistopään toimintaperiaate on tuottaa jyrsinkoneen karan pyörimisliikkeellä kiilaurapistoterän edestakainen liike. Toiminto perustuu kuulaan, joka puristuu jousen ja ruuvien avulla kiertoakseliin koneistettavaan uraan, joka on spiraalin muotoinen. Karan pyöriessä kuula ohjaa kiertoakselia aiheuttaen edestakaisen liikkeen.

Liikkeen pituussuuntainen mitta on vakio 110 mm, ja tuotettavan uran pituutta säädetään jyrsinkoneen pöytää laskemalla tai nostamalla Z-suunnassa. Kiilauran leveys muodostuu kiilauraterän valinnan mukaan, kuitenkin niin, että säätämällä jyrsinkoneen pöytää X- tai Y- akselilla, riipuen siitä, miten päin työstettävä kappale on kiinnitetty, voidaan kiilauran levyttä muuttaa leveämmäksi.

Työstöliikkeen nopeutta säädetään jyrsinkoneen kierrosluvulla. Päätyöstösuunta on Z-akselilla. On myös mahdollista saada työstöliike X-akselin suuntaiseksi kääntämällä jyrsinkoneen karapäätä 90 astetta.

Pistopäähän rakenteeseen kuuluvat akseli sekä kaksi holkkia (liite 2, 3 ja 4). Sisemmän holkin ulkopuolinen ura on yhteydessä uloimman holkin sisäpuoliseen uraan. Tämä pitää holkit samassa suhteessa toisiinsa.

Pistopään rakenteen ja itse terän kiinnityksen tulee olla sovitettu mitoiltaan siten, ettei välyksiä ole. Tämä tarkoittaa liukusovitteelle sovitettuja toleransseja. Välykset aiheuttavat huonon työstöjäljen, mittaepätarkkuutta ja lopulta laitteen rikkoutumisen.

Akseli välittää työstökoneen pyörivän liikkeen urassa liikkuvan kuulan välityksellä sisempään holkkiin, jonka pyöriminen on estetty kiilalla uloimpaan holkkiin. Akseli on laakeroitu uloimpaan holkkiin kitkan minimoimiseksi. Pistopään toimintamenetelmänä on rakenne, jossa ulomman, paikallaan pysyvän holkin ja sen sisällä pyörivän akselin välissä olevaan holkkiin syntyy pituussuuntainen edestakas liike. Liikepituus on 110 millimetriä.

Itse lastuava terä kiinnitetään sisempään holkkiin, joka liikkuessaan aiheuttaa lastuavan työstöliikkeen. Työstöliike tapahtuu holkin pituussuunnassa koko pistopään iskunpituuden matkalla.

9 VALMISTAMINEN

9.1 Vaatimukset

Pistopään valmistuksen vaatimuksena on tehdä tarvittavat työpiirustukset, joiden avulla valmistus tapahtuu. Piirustuksista selviävät pistopään materiaalit, mitat, mittatoleranssit, geometriset toleranssit, pinnanvaatimus (Ra), ja kappaleen muodot. Osat voidaan kiertoakselin uria lukuun ottamatta valmistaa joko manuaali tai CNC-ohjatulla sorveilla sekä jyrsinkoneilla.

9.2 Toleranssit

Toleranssi määrää rajat, jotka ovat sallittuja mittapoikkeaminen sisällä. Mittapoikkeamat voivat olla koneen osan mittoja ja muotoja. Toleranssi siis kuvaa työstön hyväksytyä epätarkkuutta.

Mittatoleranssit määräävät kappaleelle sallitut tosimitat nimellismittaan nähden. Toleranssit voidaan ilmoittaa yksinkertaisimmillaan rajamitoilla tai ylä- ja alarajamitoin. Sallitut mitat voidaan kertoa myös toleranssijärjestelmän avulla. ISO-toleranssijärjestelmässä voidaan kirjaimen ja numeron muodostamalla symbolilla ilmaista toleranssiasema sekä toleranssiaste ja se, onko kyseessä reikä vai akseli (2, s. 604). Pistopään toleransseissa käytettiin liukusovitteita sekä yleistoleransseja. Esitettyihin toleransseihin päädyttiin osien yhteensopivuuden ja tarvittavien vaatimusten perusteella. Ei ollut myöskään relevanttia tehdä liian tarkkaa, eli turhat toleranssivaatimukset jätettiin yleistoleransseiksi.

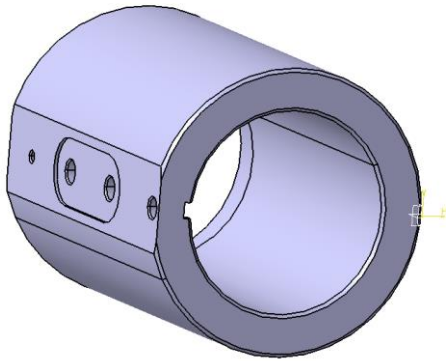
Liukusovitteita käytettiin kiertoakselin ja sisemmän holkin valmistuksessa, uloimman holkin ja ISO-kartion liitospinnoissa. Tarvittavat toleranssit olivat sisemmän holkin liukupinnassa (reiässä) $\varnothing 32 H9$, olakkeessa, joka menee ISO-kartion päälle $\varnothing 32 f8$, ulkopinnalla $\varnothing 60 f8$ ja reiässä $\varnothing 10 H9$. Kiertoakselissa liukupinnalla $\varnothing 32 f8$ ja \varnothing olakkeessa $32 H9$. Uloimmassa holkissa reikä $\varnothing 63 H9$ ja olakkeessa $\varnothing 63 f8$.

Uloimman holkin ulkopinta, akselin pituus, holkkien pituudet ja reikien paikoitukset ovat myös lastuamisen työtapakohtaisen ISO 2768-standardin mukaan. Piirustusten merkinnässä on käytetty ISO 2768:n mitoituksia. (2, s. 604.)

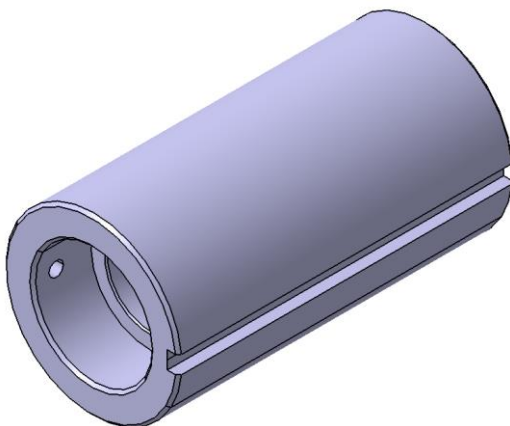
Reiän toleranssit valittiin taulukosta SFS 3263 ja akselin SFS 3264. (2, s. 635.)

9.3 Holkit

Pistopään valmistaminen tapahtuu käyttämällä joko manuaali- tai CNC-ohjattua sorvia sekä CNC-ohjattua työstökeskusta. Valmistus aloitetaan sorvaamalla kaksi holkkia: uloimmainen holkki (kuva 12), joka on valurautaa, ja sisimmäinen, karkaistusta teräksestä valmistettava, liikkuva holkki (kuva 13).



KUVA 12. Uloimmainen holkki



KUVA13. Sisimmäinen holkki

Akseli valmistetaan sorvaamalla. Samalla valmistetaan kierre akselin päähän josta akseli kiinnitetään valittuun ISO-kartioon. Akseli valmistetaan ruostumattomasta teräksestä sen liukuominaisuuksien yhdessä suomugrafiittivaluraudan kanssa. Samalla asetuksella valmistuu myös kierre akselin pätyyn.

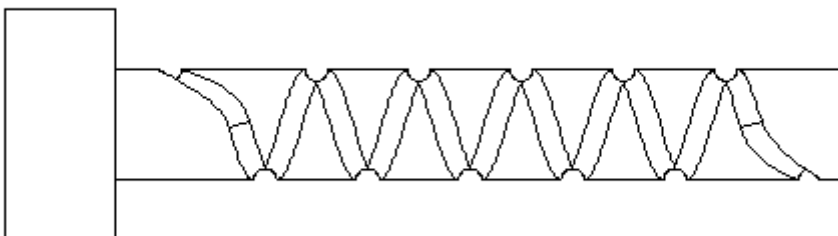
Pistopään rakenteen ja itse terän kiinnityksen tulee olla mittatoleranssissa siten, ettei välyksiä ole tai ne ovat mahdollisimman vähäiset. Tämän takia päädyttiin valittuihin soviteisiin sekä tekemällä H7 reiät kohdistustapeille pistoterän kiinnitystä varten. Välykset aiheuttavat huonon työstöjäljen, mittaepätarkkuutta ja lopulta laitteen rikkoutumisen.

Uloimpaan holkkiin tehdään sivulle tasaus johon myös porataan reikiä. Tasauksessa on 1 mm:n upotus. Holkin sisäpuolelle tehdään 6 mm:n ura, johon sovitaan kiila. Tason, reikien ja uran valmistus tapahtuu työstökeskuksella.

Sisemmän holkin ulkopuolinen ura on yhteydessä uloimman holkin uraan. Tämä pitää holkit samassa suhteessa toisiinsa. Sisemmän holkin toisessa päässä on olake. Olakkeessa oleva reikä voidaan tehdä sorvausvaiheessa. Sen sijaan holkin läpi menevä ura tulee tehdä työstökeskuksella tai vaihtoehtoisesti jyrsinkoneella.

9.4 Urien valmistus akseliin

Akselissa olevat kiertourat (kuva 21) saadaan tehtyä tarvittavilla ominaisuuksilla varustetulla CNC-sorvilla.



KUVA 14. Kiertoakselin urat koneistettuna

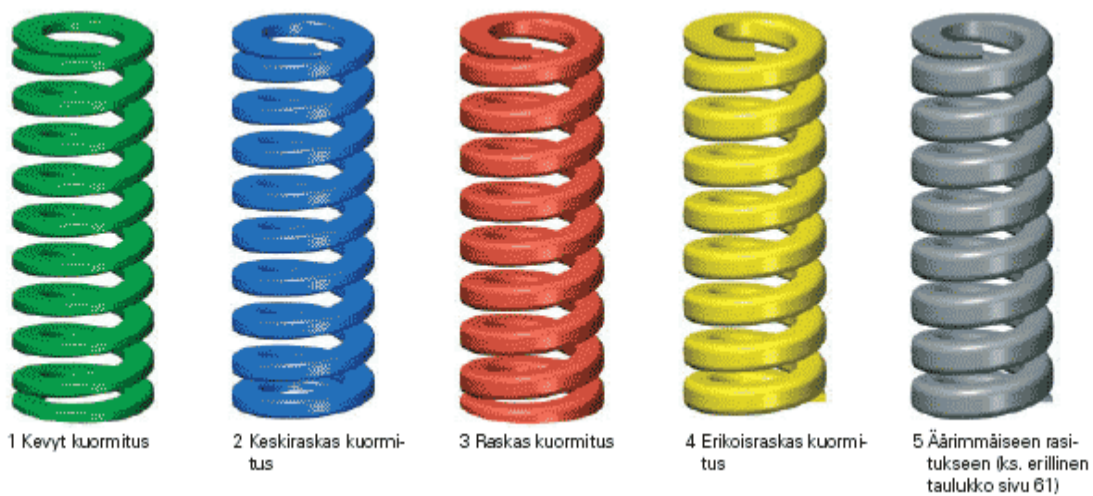
Ominaisuudet tarkoittavat, että sorvi on varustettu (kuva 22) pyörivillä työkaluilla, jolla esimerkiksi kiilauranteko akseliin onnistuu. Ura tehdään siten, että kara pyörii hitaasti, samalla kun pyörivässä terässä on kiinni $\varnothing 6,00$ mm:n pyöreäpäinen jysintappi. Uran tulee olla hieman suurempi kuin valitun kuulan halkaisija, tässä tapauksessa 0,05 millimetriä. Hieman suurempi ura helpottaa kuulan kitkaa, joka aiheutuisi liian tiukasta urasta. Uran syvyys on 3 millimetriä.



KUVA 15. Automaattisorvi poraustoiminnolla (18)

10 JOUSI

Pistopään rakenteessa olennaisena osana on kuulaa painava jousi. Jousen tulee olla hyvin kimmoisuutensa säilyttävää materiaalia sekä tarpeeksi jäykkä varmistamaan kuulun pysyminen kiertourassa. Näitä ominaisuuksia vastaa hyvin Raymond-työkalujousi. Työkalujousien jäykkyydet jaetaan värien mukaan (kuva 16): vihreä on kevyelle kuormitukselle ja pronssi äärimmäiseen rasitukseen. Pistopäähän tuleva jousi on kuvan 16 mukainen raskasta kuormitusta varten oleva jousi.



KUVA 16. Työkalujousia (20)

Jousen tarvittavan jäykkyyden saa parhaiten selville kokeilemalla sen toimivuutta käytännössä. Liian löysä jousi ei pidä kuulaa tarpeeksi hyvin paikoillaan ja liian jäykkä taas puristaa kuulaa liikaa ja aiheuttaa lämpö- ja kulumisongelmia.

Työkalujousia käytetään siellä, missä laatu on tärkeää jousen suuren rasituksen takia. Jousia on ISO- ja Raymond-luokassa. Korkea laatu saavutetaan käyttämällä parasta kromivanadiumseosta DIN 17225 (SAE 6150) ja laadukkaalla työstöllä, joka sisältää mm. kuulapommituksen. Kuulapommitus kovettaa pinnan ja pienentää murtumien riskiä. Lisäksi rikkoontumisen riski pienentyy ja kestävyys parantuu. (20.)

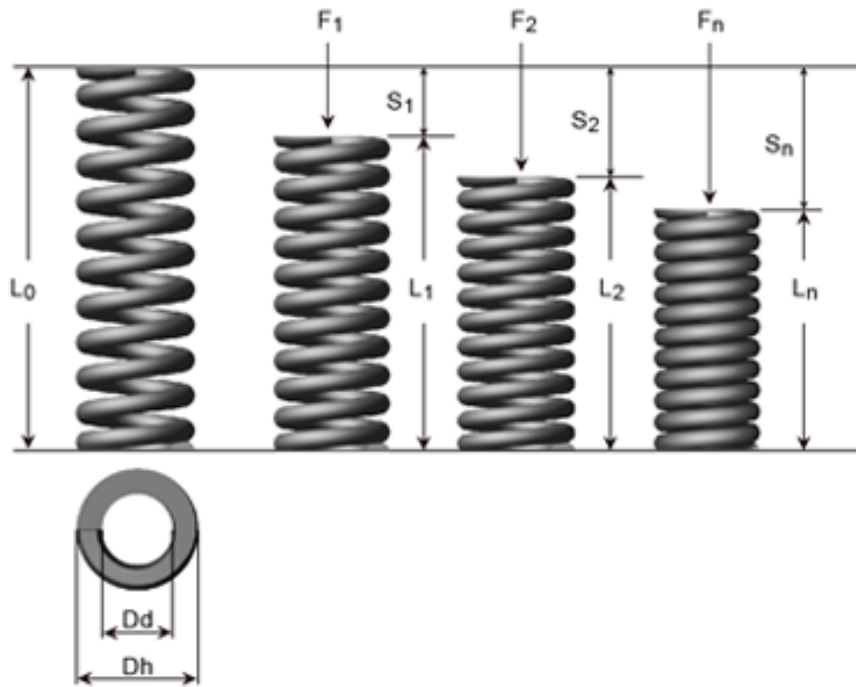
Ryhmittely kovuuden mukaan, jousivakio

Oikea ryhmä valitaan huomioiden haluttu paine-jousikuormitus, liikkuvuus, käyttöikä ja asennusmitta. Taulukossa 1 on painejousen tekniset tiedot.

TAULUKKO 1. Tekniset tiedot (20)

ISO		Raymond
Vihreä ●	Pienin kuormitus ja jousivakio- pisin liikkuvuus	● Sininen
Sininen ●	Keskisuuri kuormitus ja jousivakio- keskipitkä liikkuvuus	● Punainen
Punainen ●	Suuri kuormitus ja jousivakio -lyhyt liikkuvuus	● Pronssi
Keltainen ●	Erittäin suuri kuormitus ja jousivakio - lyhyt liikkuvuus	● Vihreä

Värimerkintä jousiin on tehty epoksijauhemaalilla ilman erityistä ruostesuojaa. Mainittuja kuormitusrajoja (kuva 17) (F) tai liikkuvuusrajoja (s) ei saa koskaan ylittää, koska muuten käyttöikä lyhenee huomattavasti. Hallitsemattoman dynaamisen vaikutuksen välttämiseksi jousi on asennettava aina hiukan esijännitettynä. Pisin käyttöikä saavutetaan, kun kuormitus on F1 ja liikkuvuus s1. Maksimiarvojen käyttö yli 200 °C:n lämpötilassa lyhentää myös käyttöikää. (20.)



KUVA 17. Jousen kuormitusrajat (20)

Pistopäähän valittiin jousi sillä perusteella, että jousen ominaisuudet ovat helposti todennettavissa toimittajan taulukoista (20). Valitun jousen pituus on 12 millimetriä ja halkaisija D_h 9,53 millimetriä. Sisähalkaisija eli kuvan 14 D_d -mitta on noin \varnothing 4,75 millimetriä. Jousen suurin voima on 140 N ja jousivakio 15,80 N/mm. Jousi on materiaaliltaan kromivanadiumseosta. (20.)

11 KUULA

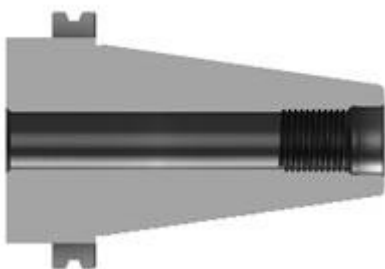
Pistopäähän valittu kuula on laakerikuula. Materiaaliltaan kuula on ruostumaton terästä AISI 420, joka yhdessä suomugrafiittivaluraudan kanssa kestää hyvin kulutusta (kuva 18). Valittu kuula on halkaisijaltaan \varnothing 6 millimetriä. Kuulan välys kiertourassa on 0,06 millimetriä. Kromi teräksestä valmistettu kuula on karkaistu ja näin ollen sopiva tarkoitukseen. Karkaistu kuula on kovuudeltaan 55–59 HRC. Kentso Oy toimittaa kuulia. Kuulia on saatavana \varnothing 1-12,5 millimetriin saakka. Valitun laakerikuulan halkaisijatoleranssi on $\pm 0,02$ mm.(21.)



KUVA 18. Laakerikuula (21)

12 JYRSINTERÄNPITIMEN KARAKARTIO (SK)

Pistopää kiinnitetään jyrksinteränpitimen karakartioon (kuva 19). Karakartio on ISO-standartein toleroitu kartiomainen koneistusterän kiinnitykseen tarkoitettu osa, jossa kartiomainen varsi sovittaa istukan karaan. Pitimien paikallaan pysyminen koneen karalla voidaan varmistaa manuaalijyrsinkoneissa kierteellisellä vetotangolla.



KUVA 19. Jyrkkä kartio (22)

Työkalupitimen laadun määrittämiseksi on ensin otettava huomioon sen toiminta. Työkalujen pidin voidaan määritellä seuraavasti: työkalupidin on laite, joka on vaihtokelpoinen kiinnitin työstökoneen karan ja lastuavan työkalun välillä siten, ettei kummankaan osapuolen tehokkuus ole pienentynyt.

Karakartiot on numeroitu koon mukaan Standardi sisältää kuusi kokoa peruskartioita: ISO-30, -35, -40, -45, -50 ja -60. Varren kartiokkuus on 3.5 tuumaa/jalka tai suhteessa 7:24. Tuotekehitys rajataan kahteen eri kartioon ISO-40 ja ISO-50.

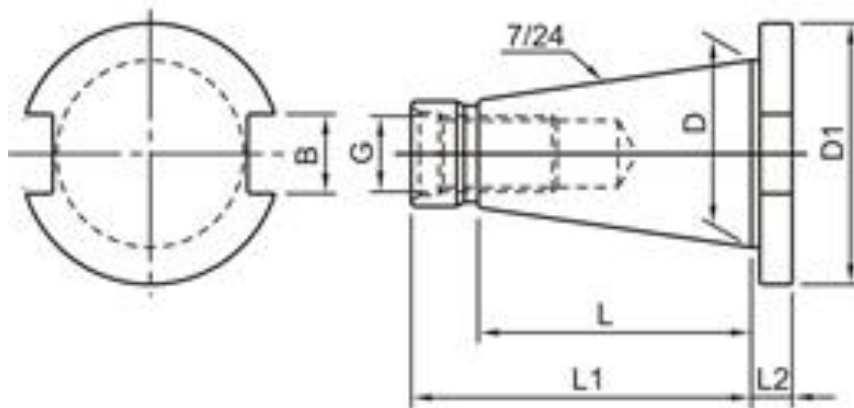
Sopiva kartion koko luokitellaan koneen mallin mukaan:

- 60 erittäin suuret koneet
- 50 keskikokoiset koneet
- 40 pienet koneet
- 30 erittäin pienet koneet.

DIN 2080 on varsinaisesti tarkoitettu manuaalikoneisiin (kuva 20). Niissä ei ole laipassa työkaluvaihtajan tarvitsemaa uraa. Karakartio kiinnitetään vetopultilla

kiinni jysinkoneen karaan ja itse lastuava terä vetopultilla teränpitimen karakar-
tioon.

DIN 2080



KUVA 20. DIN 2080 (23)

13 KIINNITTIMIÄ PISTETTÄVILLE KAPPALEILLE

Kiilaurat ovat yleensä akselissa olevassa reiässä tai ulkopinnalla. Työstettävä kappale kiinnitetään sorvin istukkaan, joka kiinnitetään jyrsinkoneen pöytään. Eniten käytetty istukka on kolmileukainen istukka (kuva 21), jossa on kolme leukaa, jotka liikkuvat yhtäaikaaisesti kiristettäessä, jolloin pyöreä kappale tulee aina melko tarkasti keskelle.



KUVA 21. Kolmileukaistukka (24)

Toinen yleinen malli kolmileukaistukan lisäksi on nelileukaistukka, joita on kahdentyyppisiä. Itsekeskittyvä nelileukaistukka (kuva 22) on samanlainen kuin kolmileukainen mutta mahdollistaa neliömäisen kappaleen kiinnittämisen. Toinen variaatio on manuaalisesti keskitettävä nelileukaistukka, jossa jokaista leukaa voidaan kiristää erikseen, jolloin saadaan erikoisen muotoisenkin kappale keskitettyä haluttuun kohtaan. Kappaleen tarkka keskittäminen suoritetaan aina piirtojalan tai mittakellon avulla.



KUVA 22. Nelileukaistukka (25)

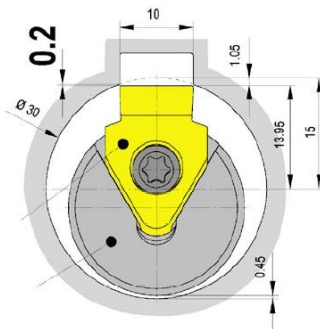
14 TULOKSET

Jyrsinkoneen pistopää soveltuu pääasiassa pystykaraisille manuaalijyrsinkoneille. Holkin sisäpuolisen kiilauran tekoon ei löydy jyrsinkoneeseen liitettävää pistoteräpäätä. Kiilaurat on tehtävä manuaalisesti käyttäen apuna työntöavenninsarjoja, jotka ovat työläitä käyttää, tai erillisellä kiilauran pistokoneella, joka on suuri ja tilaa vievä kone. Jyrsinkoneisiin on saatavilla myös karapäätä vaihtamalla pistoyksikkö mutta sen paikoilleen asennus on työlästä ja aikaa vievää.

Pistopää on pienten yrityksen laitehankintojen kannalta kannattava. Näin säästyy tilaa ja myös taloudellisia resursseja kun ei tarvitse ostaa erillistä kiilauran pistokonetta. Pienet konepajayritykset tekevät paljon pieniä töitä, jotka ovat yksittäiskappaleita ja monesti korjaustyötä.

Suunniteltu pistopää soveltuu pienellä sisäreiällä olevien hammaspyörien ja holkkien kiilaurien tekoon. Laitetta voidaan käyttää myös boorien tekoon. Boorit ovat akselin ulko- tai sisäpuolen reiässä olevia, 360° kattavia uria. Tämän mahdollistaa leikkaavan terän vaihto mahdollisuus ja sen muotoilu (pikateräs).

Pistopäällä voidaan valmistaa leveydeltään 3–10 mm:n kiilaurat, joiden pituus on enintään 100 mm. Holkin reikä pienimmillään on Ø 30 mm. (Kuva 23.)



KUVA 23. Kiilauran muoto reiässä (26)

15 YHTEENVETO

Pistopään suunnittelussa täytyi kehittää yksinkertainen menetelmä kiilaurien tekemiseksi pystykaraisella jyrsinkoneella. Vaatimuksena oli suunnitella toimiva pistopään prototyyppi jyrsinkoneelle, jolloin vältetään aikaa vievältä ja suuritöiseltä asennusprosessilta. Suunniteltu pistopää voidaan asentaa suoraan jyrsinkoneen karakartiolle, joten jyrsinpään vaihtamiselta vältetään pistotyötä tehdessä.

Työssä perehdyttiin myös tarvittaviin valmistusmenetelmiin ja materiaaleihin sekä tutkittiin toleransseja ja karkaisun syvyyttä. Materiaaleina päädyttiin käyttämään karkaistua terästä ja suomugrafiittivalurautaa. Kuulaurassa olevana kuulana käytetään karkaistua kromiteräksestä valmistettua 6 mm kuulaa ja jousena työkalujousta. (Liite 1.) Suunnittelutyössä apuna käytettiin AutoCAD- sekä Catia-ohjelmistoja.

Suunnittelussa ongelmallisinta oli, ettei pistopäätä voitu valmistaa, ja näin ollen käytännön kokeilut ja kokemukset jäivät tekemättä ja kokematta. Valitut materiaalit valittiin tutkimalla eri teräksien ominaisuuksia ja soveltuvuutta. Liukuominaisuuksien takia päädyttiin käyttämään karkaistua terästä ja suomugrafiittivalurautaa.

Työ välillä keskeytyi saamani työpaikan vuoksi, ja tämä aiheutti ongelmia, kun opinnäytetyötä alettiin tekemään loppuun. Viimeiseksi ongelmaksi muodostui siten ajan ja omien resurssien puutteellisuus.

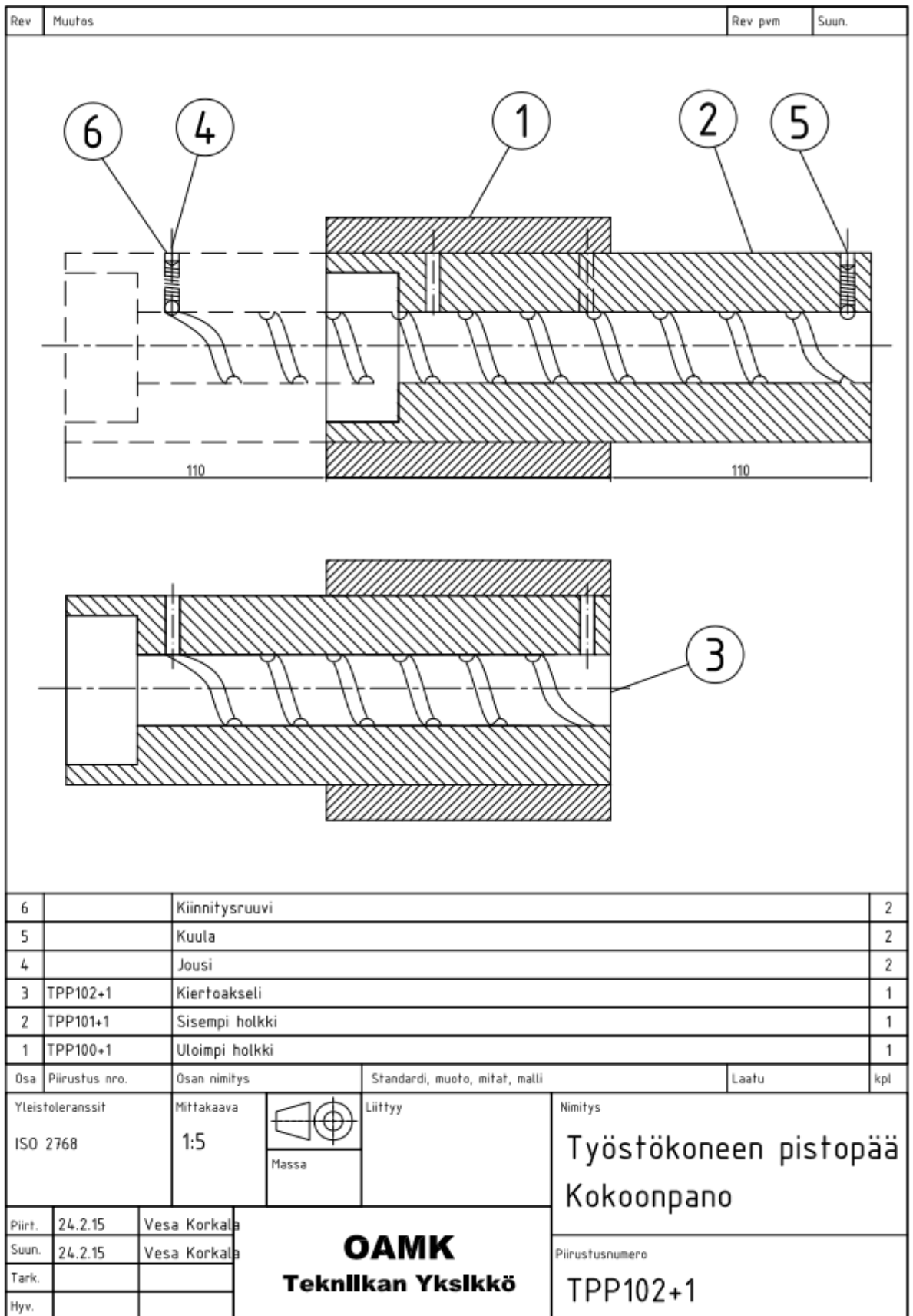
Pistopään testaamisen tekemättä jäämisen vuoksi suosittelen, että tätä työtä jatkojalostetaan tulevaisuudessa käytännön kokeilujen kautta ja siten saadaan varmuus toimivuudelle.

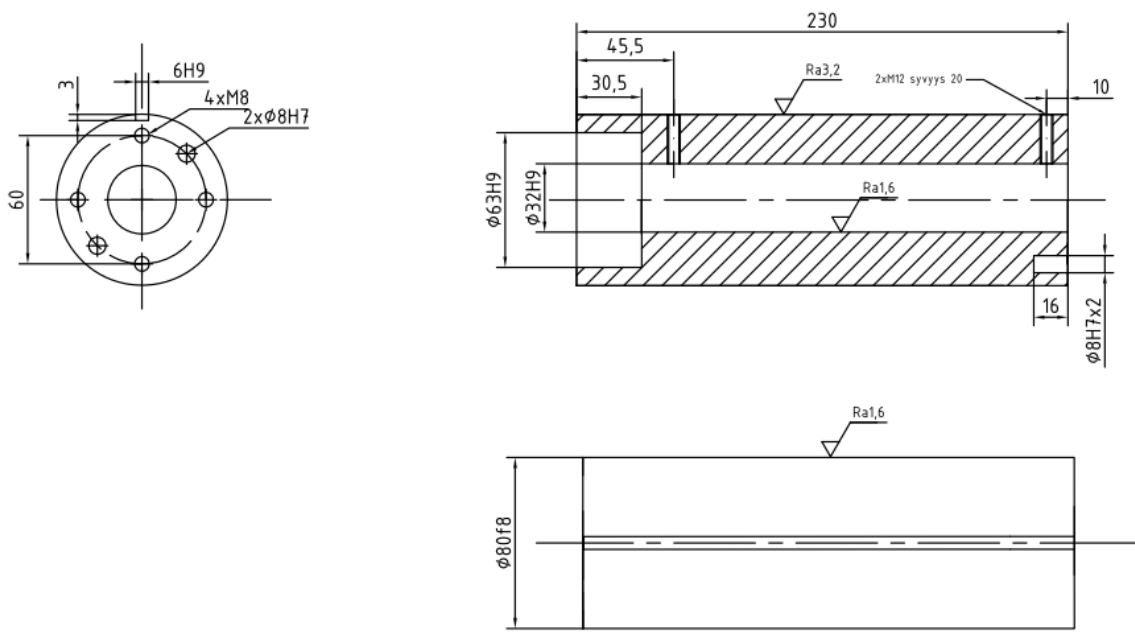
LÄHTEET


1. Jyrsinkoneen kara kartio. Saatavissa: http://image.nettix.fi/extra/machineimg/1210301_1210400/metallintyostokone-muu-merkki-1210373_b_f7b704f9f57e3699.jpg Hakupäivä 8.2.2015.
2. Valtanen, Esko 2007. Tekniikan taulukkokirja. 14. painos. Jyväskylä. Genesis-Kirjat Oy.
3. Kiilauran pistokone. Vertical Broaching Machine – P20 – 250 NC. Elmass.com. Saatavissa: <http://www.elmass.com.au/elmass-services/p20-250-nc/>. Hakupäivä 18.2.2015.
4. Kiilauran vetokone. Rapida CNCE 125-1250 APC. Froemag.de. Saatavissa: http://www.froemag.de/the-machines1.html#engl_keyseaterswithautomatindexingtables. Hakupäivä 18.2.2015.
5. Sisäpuolinen kiilaura. Muu merkki. Hornusa.com. Saatavissa: http://www.hornusa.com/fileadmin/user_upload/de/PDF/Kataloge/Alt/Drehkataloge/D-KapitelO.pdf. Hakupäivä 13.2.2015.
6. Ihalainen, E. – Aaltonen, K. – Aromäki, M. – Sihvonen, P. 2009. Valmistustekniikka. 487. 13. painos. Helsinki: Otatieto. Gaudeamus.
7. Paananen, Jani. 2010. Ketjurattaiden valmistusprosessin kehittäminen. Opinnäytetyö. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikka. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14734/jani_paananen_2010.pdf?sequence=1. Hakupäivä 13.2.2015.
8. Pistoterien muodot. Hornusa.com. Saatavissa: http://www.hornusa.com/fileadmin/user_upload/de/PDF/Kataloge/Alt/Drehkataloge/D-KapitelO.pdf. Hakupäivä 18.2.2015.

9. Pystykarainen jyrsinkone. Lagun FU 130. Machinery.fi. Saatavissa: <http://machinery.fi/fi/metallintyostokoneet/jyrsinkoneet/manuaaliset-jyrsinkoneet/yleisjyrsinkone-lagun-fu-130>. Hakupäivä 13.2.2015.
10. Yleisjyrsinkone. KMB/POINT-U7 Special. Kiheung.com. Saatavissa: <http://www.kiheung.com/product/km06.html>. Hakupäivä 16.2.2015.
11. Runkotyyppinen jyrsinkone. KMB/POINT-U7 Special. Saatavissa: <http://www.kiheung.com/product/km06.html>. Hakupäivä 19.2.2015.
12. Kärkisorvi. Nova. Koneita.com. Saatavissa: http://www.koneita.com/metalisorvit/kuvat/sorvi_6133.htm. Hakupäivä 16.2.2015.
13. Rauta- hiili tasapainopiirros. 2005. Wikipedia.org. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Ter%C3%A4s#mediaviewer/File:Phase_diag_iron_carbon.PNG. Hakupäivä 18.2.2015.
14. Teräs. 2015. Wikipedia.org. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ter%C3%A4s>. Hakupäivä 13.2.2015.
15. Ruostumaton teräs. 2015. Wikipedia.org. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Ruostumaton_ter%C3%A4s. Hakupäivä 22.2.2015.
16. Valurauta. 2015. Wikipedia.org. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Valurauta>. Hakupäivä 28.2.2015.
17. Suomugrafiittivalurauta. 2015. Wikipedia.org. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Valurauta#Suomugrafiittivaluraudat_.28GJL.29. Hakupäivä 28.2.2015.
18. Automaattisorvi poraustoiminnolla. CYBERTECH TURN. Machinetools.wihuri.fi. Saatavissa: http://machinetools.wihuri.fi/mazak_koneet/cnc_sorvit/fi_FI/cybertech_turn/. Hakupäivä 18.2.2015.
19. Työkalujousia. Jouset.com. Saatavissa: http://www.jouset.com/verkkokauppa/tyoekalujouset/vaerktojsfjedre_raymond. Hakupäivä 19.2.2015.

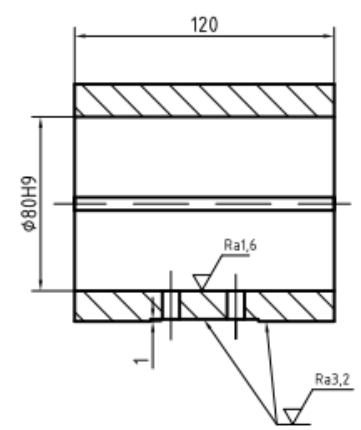
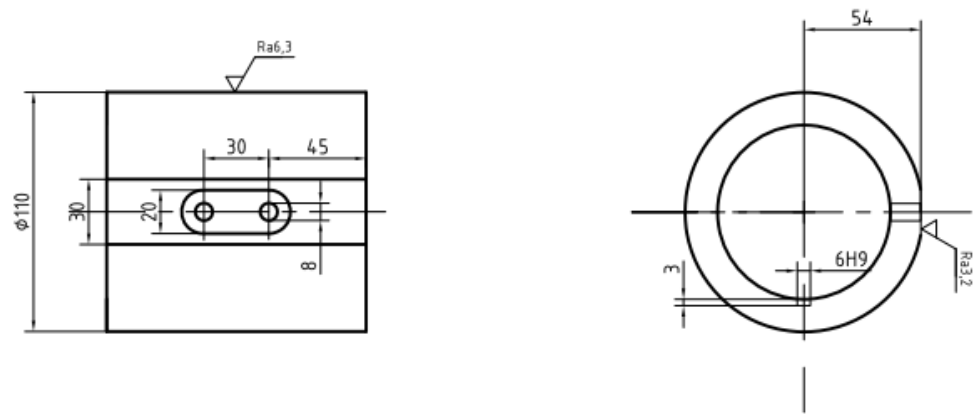
20. Taulukko 1. Tekniset tiedot. Jouset.com. Saatavissa: <http://www.jouset.com/verkkokauppa/tekniset-tiedot/tyoekalujouset>. Hakupäivä 18.2.2015.
21. Teräskuulia. 6,0 mm RUOSTUMATON AISI 420. Kentso.fi. Saatavissa: http://www.kentso.fi/prebeo/product/laakerikuulat-milliset/6-mm-rst-laakerikuula-aisi-420/_3MO0OHJGQ. Hakupäivä 18.2.2015.
22. Karakartio. Jyrkkä kartio (SK). Sandvik.coromant.com. Saatavissa: <http://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/tooling-systems/machine-and-tooling-systems-considerations/spindle-selection/spindle-selection-requirements/pages/default.aspx>. Hakupäivä 18.2.2015.
23. Kartio. DIN 2080. Falcontoolings.com. Saatavissa: <http://www.falcontoolings.com/din.htm>. Hakupäivä 18.2.2015.
24. Kolmileukaistukka. Vector. Nurminentools.fi. Saatavissa: <http://shop.nurminentools.fi/fi/tuotteet/sorvaus/manuaali-istukat/id/5715-vector-kolmileukaistukat-terasrunko-5715/#>. Hakupäivä 16.2.2015.
25. Nelileukaistukka. Clubman SK100. Onewood.fi. Saatavissa: http://www.onewood.fi/verkkokauppa/product_details.php?p=1244. Hakupäivä 16.2.2015.
26. Kiilauran muoto. Hornusa.com. Saatavissa: http://www.hornusa.com/fileadmin/user_upload/de/PDF/Kataloge/Alt/Drehkataloge/D-KapitelO.pdf. Hakupäivä 18.2.2015.





Suomugrafiittivalurauta (GJL)					
Osa	Piirustus nro.	Osan nimitys	Standardi, muoto, mitat, malli	Laatu	kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava	 Liittyy Massa	Nimitys	
ISO 2768		1:2		Jyrsinkoneen pistopää Sisempi holkki	
Piirt.	24.2.15	Vesa Korkala	OAMK Tekniikan Yksikkö		Piirustusnumero
Suun.	24.02.15	Vesa Korkala			TPP100+1
Tark.					
Rev	Muutos	Rev pvm	Suun.	Hyy.	

Rev	Muutos	Rev pvm	Suun.	Hyy.
-----	--------	---------	-------	------



Ruostumaton teräs (AISI 304L)					
Osa	Piirustus nro.	Osan nimitys	Standardi, muoto, mitat, malli	Laatu	kpl
Yleistoleranssit	ISO 2768	Mittakaava	1:2	Liittyy	Nimitys
				Massa	Jyrsinkoneen pistopää Uloimpi holkki
Part.	24.2.15	Vesa Korkala	OAMK Tekniikan Yksikkö		Piirustusnumero
Suun.	24.02.15	Vesa Korkala			TPP101+1
Tark.					
Rev.	Muutos	Rev. pvm	Suun.	Hyv.	

Rev.	Muutos	Rev. pvm	Suun.	Hyv.
------	--------	----------	-------	------

