

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Karelia-amk
Kimmo Raatikainen

KIVITALTAN SUUNNITTELU JA VALMISTUS PAINEILMAVASARALLE

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2018
Kone- ja tuotantotekniikan koulutus-
ohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Kimmo Raatikainen

Nimeke
Kivitaltan suunnittelu ja valmistus paineilmavasaralle

Toimeksiantaja
Kimmo Raatikainen

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa kivenveistotyöhön soveltuva paineilmakäyttöinen taltta paineilmavasaralle. Taltan kokonaispituus on n. 200mm. Taltan rungon profiiliin muoto on tarkoituksenmukaisesti monikulmio, säännöllinen 8-kulmio.

Olen aikaisemmin kilpaillut mm. Euroskills- ammattitaidon EM-kilpailuissa kivenveistossa vuonna 2016. Kilpailut järjestettiin Ruotsissa Göteborgissa. Kilpailuihin harjoittelu lisäsi omaa tietoa ja kokemusta veistämisestä ja kivenveistotyökaluista.

Opinnäytetyössä on edetty järjestelmällisesti tiedonhankinnasta toteutukseen. Opinnäytetyön tieto- ja teoriapohjana on käytetty omaa kokemusta, koneenrakentamiseen liittyviä lähteitä sekä kovametalleihin liittyvää tietoa internetistä mm. eri toimittajien tarjoamaa tietoa.

Työ sisältää ensin teoriaosuuden, jossa lukija johdatetaan aiheeseen. Työssä on käsitelty eri materiaalien soveltuvuutta osaksi kivitalttaa. Viimeisimpänä osuutena on kivitaltan suunnittelu ja valmistus. Lopuksi tein vielä testin, jossa testasin tekemääni talttaa.

Opinnäytetyön aihealueet ovat laajoja, joten esitetty sisältö on rajattu antamaan tietoa opinnäytetyöhön oleellisesti liittyvissä asioissa.

Kieli
suomi

Sivuja 32

Asiasanat

Kivitaltta, Kovametalli



THESIS
June 2018
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
p. (013) 260 6800

Author
Kimmo Raatikainen

Title
Designing and manufacturing the stone chisel for pneumatic hammer

Commissioned by
Kimmo Raatikainen

Abstract

The purpose of this thesis was to design and manufacture a pneumatic chisel, which is suitable for stonemasonry and stone carving. The pneumatic chisel is operated by compressed air. The length of the chisel length is roughly 200mm. The shape of the chisel body is usually polygonally shaped. Octagonal shape keeps your hands steady while carving.

This thesis has a systematic approach from gathering information to realization. The information content of this thesis is from my own experience, mechanical engineering literature and many internet sources, e.g. information about cemented carbide.

This thesis contains a theory part, where the reader is introduced to this topic. Many materials has been researched and considered to be a part of the stone chisel. The last part of this thesis is about designing and manufacturing the chisel. In the end, there is also functionality testing of the chisel.

The areas of interest of this thesis were very wide. Therefore the presented content is limited to the main points regarding the manufacturing of the chisel..

Language

Finnish

Pages 32

Keywords

Stone Chisel, Tungsten Carbide

Sisältö

1	JOHDANTO.....	5
2	TYÖN ESITTELY.....	5
3	KOVAMETALLIT.....	6
3.1	Kovametallilaadut.....	6
3.2	Kovametallin valmistus.....	8
3.3	Kovametallin liittämismenetelmät.....	11
3.3.1	Hitsaaminen.....	11
3.3.2	Juottaminen.....	12
3.3.3	Pehmeä- ja kovajuotto.....	12
3.3.4	Liimaaminen.....	14
3.3.5	Mekaaninen kiinnitys.....	15
4	SUUNNITTELU JA VALMISTUS.....	16
4.1	Materiaalivalinnat.....	16
4.2	Runko.....	17
4.2.1	Nuorrutusteräkset.....	18
4.2.2	Työkaluteräkset.....	18
4.2.3	Kylmätyöteräkset.....	19
4.2.4	Valinnan perusteet.....	19
4.3	Kovametallin valinta.....	22
4.4	Juotosaineen valinta.....	22
4.5	Karan sorvaus.....	22
4.6	Hahlon tekeminen.....	24
4.7	Kovametallipalan juottaminen.....	25
4.8	Rungon muotoilu ja terän teroitus kulmaan.....	26
4.9	Karkaisu ja päästö.....	26
4.10	Viimeistely.....	28
5	TESTAUS.....	28
6	POHDINTA.....	30

1 Johdanto

Opinnäytetyönäni suunnittelen ja valmistan sekä testaan paineilmatoimiselle konevasaralle tarkoitettun taltan, jolla veistetään kiviä. Konevasara on käsissä pideltävä paineilmatyökalu.

Harrastan vapaa-ajallani kivenveistoa aktiivisesti sekä myös myyn kivitöitäni. Kivityökalujen hankkiminen Suomesta on osoittautunut kohtalaisen haastavaksi ja kalliiksi. Suomessa on olemassa muutamia kivityökalujen toimittajia, jotka toimittavat eri valmistajien työkaluja eri puolilta maailmaa. Lähimmän valmistajan kotipaikka sijaitsee Ruotsissa. Tekemällä opinnäytetyön taltan suunnittelusta ja valmistuksesta pystyn hankkimaan valmistusmateriaalit sekä toteuttamaan valmistuksen suhteellisen edullisesti omaa käyttöäni ajatellen. Opinnäytetyössä on käyty läpi erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi mm. materiaalivalintoihin ja teräpalan liittämistekniikoihin liittyen.

2 Työn esittely

Suunnittelen ja valmistan yleiseen kivenveistokäyttöön soveltuvia kivitalttoja. Taltan on kestävä pehmeitä kiviä, kuten vuolukiveä, jonka Mohs-kovuus on n. 1 – 2, keskikovia kiviä, esim. kalkkikivi ja hiekkakivi, joiden Mohs-kovuus on n. 3 - 4 sekä kovia kiviä, esim. graniitit, joiden Mohs-kovuus on n. 5 – 6.

Taltan kokonaispituus on n. 200 – 300 mm. Kivitaltan runkona käytetään yleisesti 8-kulmaista tankoa, josta saa hyvän otteen kädellä. Tangon toiseen päähän on koneistettu paineilmavasaraan sopiva kara. Karan halkaisija, pituus ja muoto riippuvat käytettävästä konevasaratyypistä.

Paineilman paine työkaluissa on yleensä alle 10 bar. [1.] Kivenveistossa käytettäviä paineilmatyökaluja ovat mm. erilaiset porat, jyrsimet ja paineilmavasarat. Yleisesti paineilmavasarat ovat joko kahvallisia ergonomisesti muotoiltuja tai muodoltaan suoria. [2, 42-43.] Taltan teräpala on valmistettu kovametallista. Taltan teräpäähän koneistetaan sopivankokoinen hahlo, johon kovametallipala juotetaan ja lopuksi teroitetaan kulmaansa.

3 Kovametallit

Kovametallit ovat jauhemetallurgisesti valmistettuja metalliseoksia. Yleisesti jauhemetallurgisesti tehdään sellaisia tuotteita, joita ei voida valumetallurgisesti valmistaa. [3,113.]

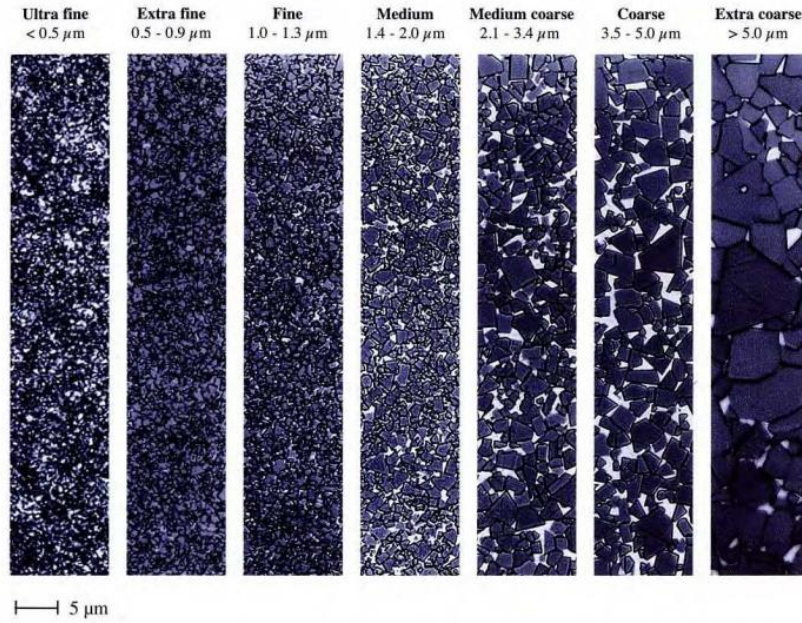
Kovametallit valmistetaan sintraamalla. Kovametallit ovat kovia sekä kulutuskestäviä materiaaleja. Ainesosina ovat yleisesti volframi-, tantaali-, tai titaanikarbidi. Sintrausprosessissa metalli ja hiili sidotaan toisiinsa matalammassa lämpötilassa sulavan metallin, tavallisesti koboltin kanssa. Tyypillisiä volframikarbidista valmistettuja tuotteita ovat mm. kallioporanterät, kulutuskappaleet ja työstökoneiden terät. [3,113.] Kuviossa 2 (sivu 7) on esimerkkejä kovametallin eri käyttökohteista volframikarbidin raekoon ja koboltin määrän mukaisesti luokiteltuna.

Kovametallin ominaisuuksiin vaikuttaa sidosaineen eli koboltin määrä sekä karbidirakeen koko. Kulutuskestävyys verrattuna esimerkiksi työkaluteräksiin voi olla parhaimmillaan n. 100-kertainen. [4.]

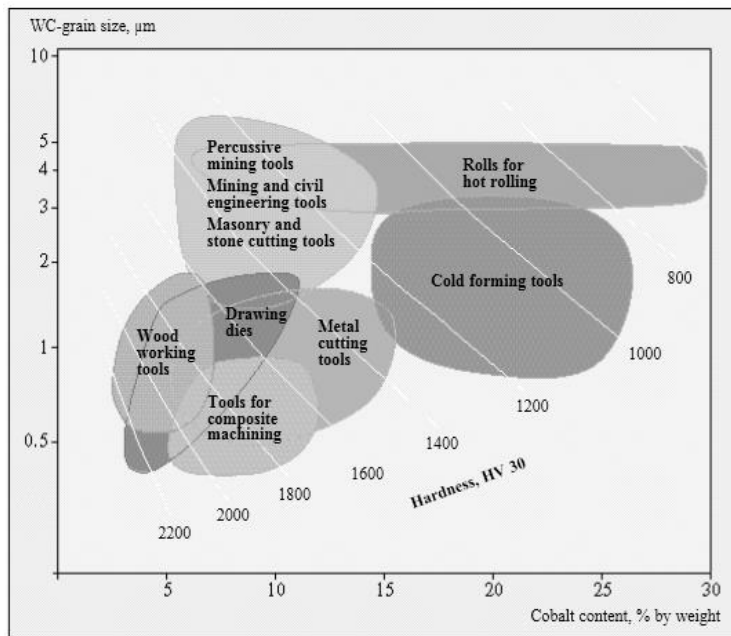
Kovametalli säilyttää lujuusominaisuutensa 80-prosenttisesti vielä 1000 °C lämpötilassa. Kovametallin lämpölaajenemiskerroin on kolme kertaa pienempi kuin teräksellä. Kovametalleita voidaan pinnoittaa helposti. [4.] Hinta ei nouse merkittävästi perinteisiä materiaaleja korkeammaksi. Hyödyllisiä ominaisuuksia ovat mm. erinomainen puristumurtolujuus, hyvä lämmönjohtokyky, kovuus, kiillotettavuus, korkea kimmomoduuli, jäykkyys ja korkeitten lämpötilojen kesto. [3,113; 4.]

3.1 Kovametallilaadut

Kovametallit koostuvat kovista karbidipartikkeleista, jotka on liitetty toisiinsa sidosaineena käytettävänä koboltilla. Karbidien painoprosenttiosuus koko komposiitista on n. 70 - 97 prosenttia ja raekoko n. 0,4 - 10 µm. Erilaiset käyttökohteet määrittelevät karbidipartikkelien ja koboltin määrän. [Kuvio 2.] Joissakin tapauksissa käytetään tantaalia ja niobiumkarbideja. Sellaisiakin kovametallilaatuja on kehitelty, joissa sidosaineena oleva koboltti on korvattu kokonaan jollakin muulla metallilla, kuten raudalla, kromilla, nikkelillä tai molybdeenilla. [5.] Yleisimpiä karbidipartikkeleiden raekokoja on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Sandvikin käyttämä raekoon jakotapa [8].



Kuvio 2. Kovametallin käyttökohteita. Pystyakselilla volframikarbidin raekoko [μm] ja vaaka-akselilla kobolttipitoisuus, [paino%] [8].

Teräaineilla on vaihteleva yhdistelmä kovuutta, sitkeyttä ja kulumiskestävyyttä. Ominaisuuksien perusteella teräaineet jaetaan eri laaduksi. Laaduilta edellytetään seuraavia ominaisuuksia:

-kovuus – hyvä viistekulumisen kesto ja kyky vastustaa muodonmuutoksia

- sitkeys – kestää murtumatta
- kemiallinen stabiilius – kestää hapettumista ja diffuusiota
- ei reagoi lastuttavien aineiden kanssa
- kestää äkillisiä lämpötilan muutoksia

[7.]

Kovametaloiden teräainetta kuvataan erilaisilla kirjasinsymboleilla:

HW = Pinnoittamaton kovametalli. Sisältää pääasiassa volframikarbidia(WC).

HT = Pinnoittamaton. Titaanikarbideja (TiC) tai titaaninitridejä (TiN) tai molempia sisältävä kovametalli, eli cermet. [6.]

HC = Kuten edellä, mutta pinnoitettuna.

3.2 Kovametallin valmistus

Jauhemetallurgiaan kuuluu metallijauheen valmistus ja tämän kiinteyttäminen metalliseksi aineeksi. Materiaaleista ja tuotteista riippuen, niiden valmistukseen käytetään erilaisia menetelmiä, mutta pääosin perusvaiheet ovat kaikissa prosesseissa samat:

1. jauheen valmistus,
2. jauheiden sekoitus halutuksi seokseksi.
3. jauhemassan muotoilu puristamalla,
4. jauhemassan kiinteyttäminen sintraamalla. [3,104.]

Jauheen kompaktointiin, eli muotoiluun, on olemassa lukuisia eri tekniikoita. Yleisimmät näistä ovat: muottiinpuristus, isostaattinen puristus, ruiskupuristus, suulakepuristus ja lietevalu [3,113-115.]

Sintrauksessa kappale tiivistetään ja se saavuttaa siten lopullisen lujuutensa. Ulkoisen paineen avulla voidaan vähentää sintrauslämpötiloja jolloin mm. vältetään haitallista rakeenkasvua. [3,116.] Kovametallin valmistus vaatii monta työvaihetta. Kuviossa 3 (sivu 10) on esitetty kovametallin valmistusprosessi. Kuviossa 4 (sivu 10) on esitetty Sandvikin käyttämä menetelmä kovametallin valmistuksessa. Kovametallin työvaiheet ovat Kuvio 3:n mukaan luokiteltuina seuraavat:

1. Sekoitus W + C

Volframin ja hiilen sekoitus tehdään myllyllä.

2. WC- karburointi 1800 °C

Sekoitettu jauhe kuumennetaan n. 1800 °C lämpötilaan. Karbidit muodostuvat.

3. Jauhatus

Sekoitettu WC+Co pulveri jauhetaan haluttuun raekokoon. Tavoitteena mahdollisimman tasa-aineinen pulveri.

4. Kuivatus

Jauhatuksessa käytetyn alkoholin haihdutus.

5. Rakeistus

Kuivatuksen jälkeen saatu pulveri rakeistetaan. Työvaiheen tarkoituksena on saada pulveri juoksevammaksi puristustyökaluja varten. Yleisin menetelmä on myllytys.

6. Seulonta

Pulveri seulotaan. Tarkoituksena on seuloa pulverista tasakokoisia rakeita.

7. Puristus

Pulveria puristamalla saadaan kertatoimenpiteellä kappaleen lähes lopullinen muoto. Tyypillinen puristuspaine 150 N/mm².

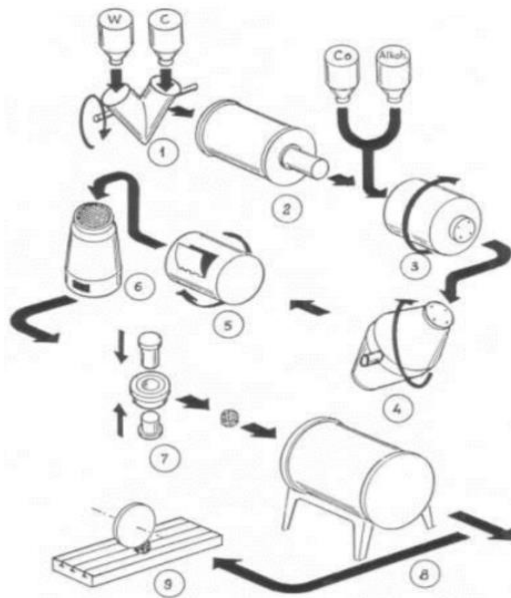
8. Sintraus 1400 °C

Puristetun kappaleen, eli puristeen lämpötila kohotetaan lähelle sidometallin sulafaasia. Kun käytetään kobolttia lämpötila on n. 1400 °C. Sintrausuunissa on joko tyhjiö, tai käytetään suojakaasua, esim. argonia. Kovametallin sintraus kestää n. 10-16 h. Puriste kutistuu n. 18 prosenttia. On myös mahdollista käyttää esisintrasta, jossa kappale sintrataan n. 600-800 °C lämpötilassa. Tämän jälkeen kappale koneistetaan haluttuun muotoon. Tätä työvaihetta kutsutaan myös vihreäksi työstöksi. Koneistuksen jälkeen kappale sintrataan lopulliseen kovuuteensa.

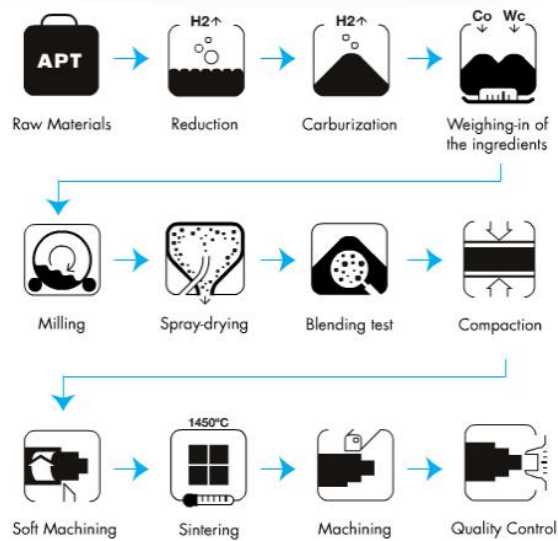
9. Jälkityöstö ja laadunvarmistus

Sintraustarkkuuden ollessa vain n. $\pm 3\%$ joudutaan usein työstämään kappaletta vielä jälkikäteen halutun pinnanlaadun ja mittatarkkuuden saavuttamiseksi. Jälkityöstömenetelminä voivat olla mm. hionta, kiillotus, EDM-työstö ja ultraäänityöstö.

[9].



Kuvio 3. Kovametallin valmistusprosessi [9].



Kuvio 4. Sandvikin kovametallin valmistusprosessi. [10].

3.3 Kovametallin liittämismenetelmät

Kovametalli voidaan liittää toisten metallien kanssa liimaamalla, juottamalla, mekaanisesti kiinnittämällä tai puristus-/kitkaliitoksella. Myöskin kovametallin hitsaaminen teräkseen on mahdollista, mutta liitos ei ole mekaanisesti kestävä.

3.3.1 Hitsaaminen

Hitsaamisella tarkoitetaan kappaleiden sulattamista toisiinsa joko lisäainetta apuna käyttäen tai ilman. [3,281] Hitsaamisessa yhteen liitettävien metallien tai muovien on oltava samankaltaisia. Esim. kuparin hitsaaminen teräkseen on erittäin vaikeaa, eikä liitoksesta tule mekaanisesti kestävä. [11].

Oikein tehtynä hitsausliitos on vähintäänkin yhtä vahva kuin sitä ympäröivä metalli. Erilaisia hitsaustapoja on monia, yleisimpänä MIG/MAG- metallikaasukaarihitsaus (Metal Inert Gas/Metal Active Gas), jossa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välissä. [12.]

TIG (Tungsten inert gas) on myöskin kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa valokaari palaa sulamattoman volframista valmistetun elektrodin sekä työkappaleen välissä. TIG-hitsaamisessa voidaan käyttää lisäainetta. [12.]

Muitakin hitsausmenetelmiä on olemassa, mainittakoon vielä kitkahitsaus, elektronisuihkuhitsaus ja puikkohitsaus. [11; 12]

Hitsaaminen happi-asetyleeni kaasulla tai kaarihitsausmenetelmä ovat yleisiä liittämistekniikoita, mutteivät sovellu kovametallin liittämiseen. Perinteistä hitsausta ei käytetä luotettavana kovametallin liittämiskäytännönä, johtuen mm. hapettumiseen liittyvistä ongelmista. Kovametallin liittäminen voidaan toteuttaa tyhjiössä tapahtuvassa elektronisuihkuhitsauksessa. Tämä menetelmä on toimiva, mutta se on kallista. Kitkahitsausta on käytetty onnistuneesti kovametallin liittämiseen teräkseen. Esimerkiksi vannesahan kovametallinen teräspala on kitkahitsattu kiinni teräsihioon. [5].

3.3.2 Juottaminen

Juottamisessa metallit liitetään toisiinsa lämpötilassa, jossa juotosaineen sulamispiste on alhaisempi kuin perusaineen. Perusaine ei sula juoton yhteydessä. Juotosaineina käytetään metallia tai metalliseoksia. Käytetyimpiä juotosaineita ovat mm. tinapohjaiset juotteet, etenkin pehmeäjuotossa.

Liitos syntyy diffuusion välityksellä. Diffuusiolla tarkoitetaan ainehiukkasten liikkumista metallissa, lähinnä atomien (ionien) siirtymistä paikasta toiseen. Diffuusiovyöhykkeen paksuuteen vaikuttavat kuumennusaika, lämpötila sekä juotteen ja perusaineen ominaisuudet. Juote kostuttaa perusainetta, joka mahdollistaa diffuusion. Osana juottotapahtumaa käytetään juoksutetta. Juoksutteen tarkoituksena on sulaessaan poistaa juotoskohdasta diffuusiota hidastavia oksideja ja ehkäistä niiden syntymistä juoton aikana. Juoksutteen sulamislämpötilan on oltava alhaisempi kuin juotosaineella.

Lyhyesti juottamiseen liittyvistä lämpötiloista:

Juottolämpötila = Lämpötila, jossa juotto tapahtuu

Työlämpötila = Alin mahdollinen lämpötila, juotteen ja työkappaleen välisessä kosketuspinnassa vallitseva lämpötila, jossa juote leviää, kostuttaa perusaineen ja sitoutuu perusaineeseen. Työlämpötila on alin mahdollinen juottolämpötila.

Kostutuslämpötila = Alin mahdollinen lämpötila, jossa juote alkaa sitoutua kuumennetun perusaineen kanssa.

[15,60; 3,326-327; 14]

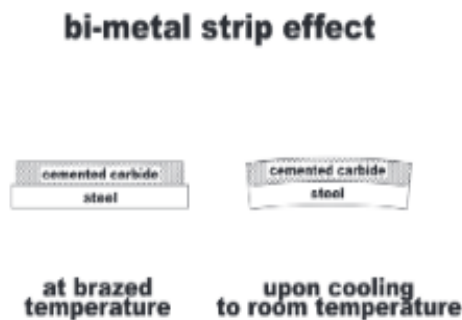
3.3.3 Pehmeä- ja kovajuotto

Juotto jaotellaan lämpötilan mukaan pehmeä- ja kovajuottoon, rajalämpötilan ollessa 450 °C. Pehmeäjuotossa lämpötila saadaan aikaan esimerkiksi kolvin avulla. Eniten käytettyjä pehmeäjuotteita ovat tinapohjaiset juotteet. Muun tyyppiset juotteet on tarkoitettu erikoiskäyttöön.

Kovajuotossa käytetään yleisesti happi-asetyleenilieikkiä. Kovajuotto voidaan jakaa edelleen railo- tai kapillaarijuottoon. Tärkein kovajuoteryhmä ovat hopeapohjaiset juotteet, jotka soveltuvat useimpien metallien liittämiseen. Hopeajuotteiden hinta on suuri, mutta valmistuskustannukset ovat monesti pieniä johtuen alhaisesta työlämpötilasta. Kapillaarijuotossa juote leviää kapillaarivoiman avulla ohuessa raossa.

Raon paksuuden alarajan määrää juotteen ja juoksutteen toimivuus. Ylärajan määrää kapillaarivoiman pienentyminen, eli juotteen nouseminen rakoon heikkenee raon kasvaessa. Hopeajuotteilla käyttökelpoinen raon paksuus on 0,05 - 0,2 mm. Juottamisen onnistumisen kannalta on olennaista, että juotospinnat ovat puhtaita. Erityisesti rasva vaikuttaa huomattavan paljon kapillaarivoiman vaikutukseen ja juoton oikeaoppiseen onnistumiseen. [3,327-328;16]

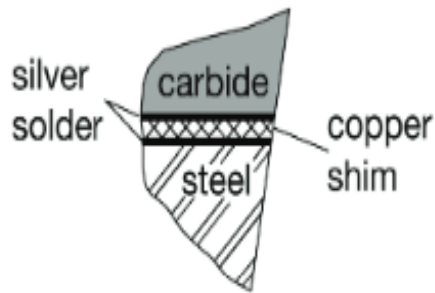
Lähtökohtaisesti jo olemassa olevien ja valmistettujen kivityökalujen kovametalliteriä on liitetty kapillaarijuottamalla teräkseen, hopeajuotteen ollessa juotosaine. Juottamisen yhteydessä kovametallipalan ja perusaineen välille syntyy rasiustiloja, jotka voivat johtaa kovametallipalan murtumiseen.



Kuvio 5. Bi-metalliefekti. [5].

Pinta-alaltaan pienien ja muodoiltaan yksinkertaisten kovametallikappaleiden liittäminen juottamalla ei aiheuta merkittäviä rasiuksia. Pitkien kovametallikappaleiden juottamisessa voi esiintyä ns. bi-metalliefekti. Teräksen lämpölaajenemiskerroin on n. 2 - 3 kertaa suurempi kuin kovametallilla. Juottolämpötilassa voidaan olettaa kappaleiden olevan yhdensuuntaisia ja suorina. Kun juotos alkaa jäähtymään, teräs kutistuu kovametallia enemmän, joka aiheuttaa bi-metalliefektin. (Kuvio 5). Tämä voi johtaa kovametallin murtumiseen. Tätä voidaan ehkäistä esijännityksen avulla ennen juottamista. [5].

Kovametallin juottamisessa käytetään myös ns. sandwich-juotosta. Sandwich-juotos koostuu kuparinauhasta teräksen ja kovametallin välissä. (Kuvio 6). Kupari ei sula, kun juotos toteutetaan matalemmassa lämpötilassa. Kuparinauha ehkäisee juotoksessa syntyviä rasiuksia, johtuen kuparin muokkautumiskyvystä ja muodonmuutoksista railossa. Sandwich-rakennetta voidaan käyttää tapauksissa, joissa työkalun rasiutus ei ole suurta ja iskumaista. [5].



Kuvio 6. Sandwich- rakenne. [5].

3.3.4 Liimaaminen

Liimat valitaan yleisesti ottaen siten, että liiman lämpölaajenemiskerroin olisi mahdollisimman lähellä liitettävien metallien lämpölaajenemiskerrointa. Liimat voidaan jakaa neljään pääryhmään: epoksit, syanoakrylaatit, akryylit ja anaerobiset liimat. [3,328].

Epoksit tunkeutuvat pienen viskositeettinsa ansiosta pieniin väleihin. Epoksien ylin käyttölämpötila on n. 130 °C. Syanoakrylaatit ovat nestemäisiä liimoja, jotka kovettuvat nopeasti ilman kosteuden vaikutuksesta. Syanoakrylaattiliitoksen leikkauslujuus on n. 23 N/mm² ja käyttölämpötila-alue n: -80 °C - +80 °C. [3,328].

Nykyiset akryyliliimat ovat kaksikomponenttisiä liimoja, jotka kovettuvat lämmön vaikutuksesta. Akryylipohjaisia liimoja voidaan käyttää myös rasvaisten pintojen liimaamiseen. Anaerobiset liimat kovettuvat, kun hapen pääsy liimaan estyy. Esimerkiksi kierrelukituksissa käytetään anaerobisia liimoja. Käyttöalue n -50 °C - +150 °C. [3,328].

Liimoilla on monia hyötyjä ja etuja verrattuna juottamiseen tai mekaaniseen liittämiseen. Esimerkiksi liitoksen jännitykset tasaantuvat ja vähenevät liiman jakaantuessa tasaisesti liitospinnalle. [5].

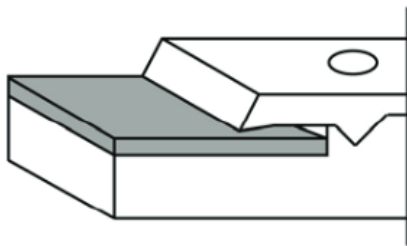
General Carbiden suosittelemia liimoja kovametalleille ovat mm. 3M-DP460, kaksikomponenttiepoksi ja LOCTITE 320 akryyliliima + LOCTITE 7075 aktivaattori. [5].

3.3.5 Mekaaninen kiinnitys

Mekaanisessa kiinnityksessä on lukuisia eri menetelmiä. Kovametallin mekaaniset liitokset toteutetaan tilanteesta riippuen puristus-/kutistusliitoksilla tai ruuvi- ja kiilaliitoksien avulla. [5].

Mekaanisesti puristaminen

Kovametallin kiinnittäminen mekaanisesti puristamalla on yleinen tapa kiinnittää kovametallikappale teräskappaleeseen. Perusajatuksena teräskappaleeseen on koneistettu sopivankokoinen alue, johon kovametallipala asetetaan ja puristetaan siten, että paine jakaantuu tasaisesti kontaktipinnoille. (Kuvio 7). Tätä menetelmää käytetään työkonettien eri komponenteissa.[5].



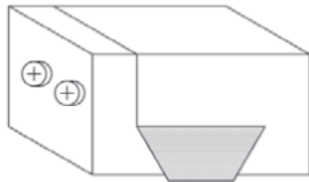
Kuvio 7. kovametallin kiinnittäminen puristamalla. [5].

Ruuviliitos

Yksi käytännöllisimmistä ja edullisimmista tavoista on kiinnittää kovametalli ruuviliitoksen avulla. Tässä menetelmässä kovametallipala kiinnitetään teräspalaan ruuvin avulla. Liitos voidaan toteuttaa erilaisilla variaatioilla, käyttötarkoituksesta riippuen. Ruuviliitoksessa täytyy huomioida kovametallin liikkumavara. Kovametallissa oleva ruuvin reiän halkaisija n. 10 prosenttia ruuvin halkaisijaa suurempi. Reikä tehdään yleensä kovametallipalaan ennen sintraamista. [5].

Kiilaliitos

Kiilaliitos on monesti käytännöllisempi kuin mekaanisesti puristamalla toteutettu liitos, etenkin jos kovametallipalan kiinni pysymiseen tarvitaan suurempaa painetta tai pitkittäissuuntaista kovametallipalan liikkumista halutaan vähentää. (Kuvio 8). [5].



Kuvio 8. Kiilaliitos. [5].

4 Suunnittelu ja valmistus

Kokonaisuuden hahmottamiseksi taltan suunnittelua varten tutustuin mm. kivityöstön historiaan ja kehitykseen, sekä olemassa olevien kivitalttojen eri malleihin, muotoihin ja materiaaleihin. [24]. Ennen suunnittelun aloittamista on mietittävä vaatimuksia, joita valmiilta tuotteelta halutaan. Olennaisinta taltan toimivuuden kannalta on oikea kovametallilaatu, rungon materiaali ja juotosaine. Metallimateriaalien teoriapuolta on tässä opinnäytetyössä käsitelty vähäisesti.

4.1 Materiaalivalinnat

Lähtökohtana materiaalin valinnalle on, että materiaalien käyttö ja käyttöolosuhteet asettavat materiaalien ominaisuuksille erilaisia vaatimuksia. [15,249]. Jos vaatimukset ja materiaalin ominaisuudet eivät kohtaa toisiaan, voidaan päätyä tuotteeseen, joka on toiminnollisesti epätydyttävä, käyttökelvoton, syntyy mahdollisia materiaalivaurioita jne. Käytännössä materiaalin valintaprosessin tarkoituksena on saada materiaalin vaatimukset ja ominaisuudet kohtaamaan toisensa mahdollisimman hyvin, tiettyjen rajaehdojen vallitessa. [15,248-249].

Tavoitteena on, että tuote toteuttaa siltä vaaditut toiminnot suunnitellun käyttöiän aikana halutussa käyttöympäristössä mahdollisimman tehokkaasti, taloudellisesti ja turvallisesti. [15,248].

Materiaalin valintaa tehdään monella tasolla suunnittelun edetessä. Alkuvaiheessa osoitetaan kaikkien materiaalien joukosta ne materiaalityypit, joita tuotteen valmistuksessa voidaan käyttää. Tietämys materiaaleista voi olla vielä hyvin yleisellä tasolla tässä vaiheessa. [15, 248-249.]

Suunnittelun edetessä tietämys ja materiaalien tuntemus esimerkiksi niiden ominaisuuksista, syvenee. Lopulta valinta kohdistetaan vain yhteen materiaaliin. Tällöin kyseisestä materiaalista on hyvä tietää hyvinkin yksityiskohtaista tietoa, jota voidaan käyttää suunnittelun perustana. [15,249.]

4.2 Runko

Kivitaltan rungon materiaalin valinta perustuu omiin käyttökokemuksiin, olemassa olevaan tietoon rungon materiaaliksi soveltuvista metalliseoksista, omistamieni talttojen kovuusmittauksiin, sekä metallien soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin käsittelevistä lähteistä hankittuun tietoon.

Alunperin tarkoituksena oli määrittellä paineilmasaran tuottama voima taltan päähän, joka olisi toiminut lähtökohtana rungon materiaalille.

FEM-analyysien avulla olisi ollut mahdollista määrittellä talttaan kohdistuvat rasitukset, kesto ja käyttöikä. Paineilmasaran tuottaman voiman määrittely osoittautui haasteelliseksi. Laskennallisesti voiman määrittäminen oli hankalaa. Voiman laskemisessa olisi ollut monia matemaattisia muuttujia, joita ei tunnettu tai ei voitu selvittää. Kävimme lasku- ja ratkaisutapoja läpi Karelia-AMK:n fysiikan lehtori Miska Piiraisen kanssa. Päädyimme opinnäytetyön ohjaajani, Jukka Tulosen kanssa siihen, että jätämme laskentaosuuden pois, sillä tulosten luotettavuus ei olisi ollut riittävää.

Alustavasti voidaan sulkea pois kaikkein epätodennäköisemmät materiaalit ja suorittaa sopivien materiaalien karkea esivalinta. Oman kokemuksen ja eri teräsvalmistajien sivuilta saadun tiedon pohjalta mahdollisesti sopivia runkomateriaaleja ovat nuorrutusteräkset ja työkaluteräkset. Nuorrutusteräksillä on hyvät lujuusominaisuudet sekä tarvittavaa sitkeyttä. Työkaluteräksillä on hyvät lujuusominaisuudet, sitkeyttä ja myös hyvä kulumiskestävyys.

4.2.1 Nuorrutusteräkset

Nuorrutusteräkset ovat rakenneteräksiä, joilla saavutetaan korkea myötö-, murto- ja väsymislujuus sekä hyvä sitkeys. Tämä perustuu nuoruttamiseen, eli karkaisemiseen ja teräksen päästämiseen yli 450 °C:n lämpötilassa. Seostusasteesta riippuva karkenevuus määrittelee mekaanisten ominaisuuksien tasaisuuden koko poikkipinnalla.

Hiilipitoisuus vaikuttaa nuorrutusteräksen sitkeyteen, läpikarkenevuuteen sekä myötö- ja murtolujuuksien suhteeseen. Pienille poikkileikkauksille soveltuvia teräksiä ovat yleensä seostamattomat mangaani- tai pii-mangaaniteräkset. Suuremmille ainepaksuuksille seostetaan yleensä kromia, nikkeliä, molybdeenä ja vanadiinia. Nuorrutusteräksiä käytetään mm. akseleissa, hammas- ja ketjupyörissä, akselitapeissa ja karoissa. [20.]

4.2.2 Työkaluteräkset

Työkaluteräkset jaetaan kolmeen pääryhmään:

1. Kylmätyöteräkset; työkappale ja työkalu eivät oleellisesti lämpene
2. Kuumatyöteräkset: työkappaleet ovat kuumia ja työkalu joutuu käytön aikana vuorotellen lämpenemään ja jäähtymään, jolloin siinä voi olla sisäisesti suuria lämpötilaeroja.
3. Pikateräkset: Työkappale on kylmä, mutta pieni työkalu kuumenee kitkan vaikutuksesta

Työkaluteräksiltä voidaan vaatia hyvinkin erilaisia ominaisuuksia:

- leikkuukykyä
- kulumiskestävyyttä
- sitkeyttä
- kuumalujuutta
- lämpöiskujen kestävyyttä
- mittojen säilyvyyttä
- halpaa hintaa

Yleensä työkaluteräs valitaan käyttötarkoituksen mukaan, kahden tai useamman ominaisuuden hyvällä yhdistelmällä. Kulumiskestävyys ja sitkeys eivät koskaan yhdisty

parhaina mahdollisina samassa materiaalissa. Työkalun materiaali on usein kompromissi, joka antaa sille olosuhteisiin nähden hyvän kestävyuden. [15,148-149]. Työkaluteräksistä kylmätyöteräkset ovat kivitalttaan hyvin soveltuvia, sillä työkappale sekä työkalu eivät lämpene. Kylmätyöteräksillä on hyvät mekaaniset ominaisuudet samankaltaisiin käyttökohteisiin.

4.2.3 Kylmätyöteräkset

Kylmätyöteräkset ovat seostettuja erikoisteräksiä, jotka toimitetaan pehmeäksihehkutettuina ja käytetään karkaistuina. Tärkeimpiä kylmätyöterästen seosaineita ovat hiilen ohella karbideja muodostavat: Kromi (Cr), Molybdeeni (Mo), Vanadiini (V) ja Volframi (W). Kylmätyöterästen lujuus ja kovuus perustuvat martensiitin kovuuteen. Martensiitin kovuus kasvaa hiilipitoisuuden kasvaessa, joten kylmätyöterästen hiilipitoisuus on yleensä korkea. [18.]

Käsityökaluihin käytetään usein hiiliterästä, esim. SFS 906 (kumottu, nykyään SFS-EN ISO 4957, tunnetaan myöskin DIN C105W1), jossa hiilipitoisuus C 1,0%, ei sisällä muita seosaineita. Käsityökalujen teräksiä usein seostetaan pienillä kromi- ja vanadiinimäärillä, jotka karbidikiteiden kovuutta lisäämällä parantavat kulumiskestävyttä.

Paineilmataltalta vaaditaan sitkeyttä, jota saadaan vähentämällä hiilipitoisuutta. Samalla vaaditaan myös kulumiskestävyttä, jonka takia on käytettävä seosaineita. Esimerkkinä SFS 910 (kumottu, nykyään SFS-EN ISO 4957): C 0,5%, Cr 1,2%, Mo 0,2%, V 0,8%. [15,148-149; 17,1097]

4.2.4 Valinnan perusteet

Oikean runkomateriaalin valinnassa on huomioitava paineilmavasaran männän kovuus (HRC). Alla olevassa (Taulukko 1) taulukossa on esitetty mittaustuloksia. Mittasin omistamistani taltoista sekä paineilmavasaran männästä HRC-kovuusarvoja. Taulukossa ”oma taltta” on S235 tai S355:sta valmistettu koetaltta, jonka karkaisin veteen. Vertaillen kovuusarvoja kaupallisten talttojen ja itse tehdyn taltan välillä voidaan todeta, ettei kovuuksissa ole kovinkaan paljon eroavaisuuksia.

On huomioitavaa, että kaupallistenkin talttojen karapää on karkaistu. Verrattaessa rungon kovuutta karapään kovuuteen voidaan todeta, että talttojen karapää on karkaistu jälkikäteen. Valittavan runkomateriaalin kovuus karkaistuna ei saa ylittää männän kovuutta. Tämä voi johtaa paineilmavasaran rikkoontumiseen ja männän kulumiseen.

Tekniikan taulukkokirjassa on maininta kylmätyöteräksistä, jotka soveltuvat talttakäyttöön. Teräs on nimetty talttateräkseksi 45 WCrV 7 ja 60 WCrV 7 (Kauppanimi Stenillä K455 tai Uddeholmilla Regin 3) sekä kiviporateräkseksi, (kutsutaan myös puukkoteräkseksi) C105 W 1. Taulukossa 2 on esitetty Stenin tarjoamia kylmätyöteräksiä. [17,1097;18;19].

HRC KOVUUS	Kara 1 mittaus	Kara 2 mittaus	Kara 3 mittaus	Kara 4 mittaus lähellä karan päätä	Taltan runko	6mm taltan pääty	Kantti, sekä 6mm käsitalta rungon 2 mittaus	Mäntä 1 mittaus	Mäntä 2 mittaus	Mäntä 3 mittaus	Verrokki
Oma Taltta	47,4	45,6	44,3	44,4	31,6	-	-	-	-	-	-
Bavaria 3 piikkinen	38,6	42,5	51,1	55,3	36,4	-	-	-	-	-	-
Rexid 25mm pyöreä	50,1	49,6	50,2	49,3	32,5	-	-	-	-	-	-
ps-Gedik Bavaria	41,5	43,5	42,4	45	33	-	-	-	-	-	-
Bavaria 6mm käsitalta	-	-	-	-	38,2	38,7	37,9	-	-	-	-
Rebit kantti	-	-	-	-	44,2	-	45,8	-	-	-	-
Hakkuri Bavaria gs 46	-	-	-	-	-	-	-	63,1	67,5	63,8	-
Jakoavain vertailuna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,7

Taulukko 1. Talttojen ja männän HRC-kovuuksia.

KYLMÄTYÖTERÄSTEN OMINAISUUDET

BOHLER-LAATU	TOIMIVUUS MAX [HB]	TYÖKOVUUS [HRC]	KUVAUS	KÄYTTÖ
K100	250	57..64	kulumiskestävä laatu	leikkaimet, puristustyökalut
K105	250	58..64	kulumiskestävä laatu	leikkaimet, puristustyökalut
K107	250	60..65	erittäin hyvä kulumiskestävyys	leikkaimet, puristustyökalut
K110	250	58..62	kulumiskest., kutistumaton huippulaatu	leikkaimet
K305	240	57..63	sitkeä laatu	leikkuutyökalut, koneterät
K306	240	40..57	sitkeä laatu	koneterät, hakkurinterät
K329	240	46..59	sitkeä laatu	terät puu- ja paperiteoil.
K340 ISODUR	235	61..62	kova ja sitkeä huippulaatu	leikkaimet, puristustyökalut
K353	240	57..62	kova ja erittäin sitkeä huippulaatu	leikkuutyökalut, koneterät
K360 ISODUR	250	61..62	erittäin hyvä adhesiivinen kulumiskest.	leikkaimet, puristustyökalut rstille
K390 MICROCLEAN	280	54..65	kulumiskestävä pulveriteräs	leikkaimet, pistimet, muotit
K455	225	53..60	sitkeä laatu meisteihin	taltat, meistit, pistimet
K460	220	52..64	yleislaatu	leikkaus- ja mittaustyökalut
K490 MICROCLEAN	280	54..64	pulveriterästen yleislaatu	leikkaimet, vetotyökalut, kulumiskestoa vaativat muotit
K510	220	51..64	hopeateräs	johdepylväät, koneenosat
K600	275	48..56	paras sitkeys	muovimuotit, leikkaimet
K605	275	48..58	sitkeä laatu kuten K600	meistit
K890 MICROCLEAN	280	56..65	kulumiskestävä ja sitkeä	PM-teräsmuotit, leikkaimet, pistimet

Taulukko 2. Kylmätyöterästen ominaisuuksia.[18.]

Pääsääntöisesti (Taulukko 2) kylmätyöterästen työkovuusarvojen nähdään ylittävän tarvittavan karan kovuuden. Kylmätyöteräksen oikean karkaisulämpötilan määrittäminen on opinnäytetyössä käytettävien työmenetelmien, resurssien ja työtilojen kannalta haasteellista. Nuorrutusterästen kovuusarvot sijoittuvat lähelle

mitattuja arvoja. Nuorrutusteräksiä on mahdollista saada 6-kulmatankona, joka on ergonomian kannalta tärkeä valintaperuste. Kulmikkaasta tangosta saa pitävemmän otteen kuin pyörötangosta. Pyörötanko on mahdollista koneistaa myöhemmin kulmikkaaksi.

Juottamisen kannalta suositeltavaa on, ettei rungon materiaali sisällä kromia. Kromioksidit heikentävät juoksutteen toimintaa. Tämä voi johtaa juotoksen epäonnistumiseen. General Carbiden suunnitteluopas suosii seostettuja teräksiä, jotka sisältävät nikkeliä ja vähän kromia.

Kylmätyöteräs K455 (60WCrV7) soveltuisi ominaisuuksiltaan taltan runkoaineeksi, lukuun ottamatta karkaisulla saavutettavia HRC-arvoja. Kävin tiedustelemassa tämän saatavuutta Joensuusta, Rautavarasto Oy:lta. Halkaisijaltaan 20,5 mm ja 3,5 m pituisen pyörötangon hinta arvonlisäveroineen on noin 181 € + rahti. Yhden runkoaihion hinnaksi muodostuu n. 12,92 € + rahti, jos aihion mitaksi ajatellaan n. 250 mm. Hinta on suhteettoman paljon käyttötarkoitukseen nähden. Kivitaltojen hinta eri maahantuojilla vaihtelee kivitaltan koosta riippuen n. 20 - 40 € välillä, sis. alv.

Näin ollen nuorrutusteräksistä esimerkiksi 34CrNiMo6 tai 42CrMo4 soveltuvat taltan runkoaineeksi. HRC-kovuusarvot ovat sopivia verrattuna mitattuihin arvoihin. Nuorrutetun teräksen ollessa runkoaineena on huomioitavaa, että se yleensä toimitetaan nuorrutetussa tilassa. Juotostapahtuma on toteutettava niin, että nuorrutettuun teräkseen koneistettu karapää ei pääse lämpenemään siten, että nuorrutetun teräksen ominaisuudet häviävät.

Ostin Imacro M erikoisterästä, sen lujuusominaisuudet ovat ihanteellisia ja samankaltaisia kuin nuorrutusteräksillä. Toisaalta, Imacro M sisältää erittäin vähän hiiltä, joten sen karkenevuus sopivalle kovuusalueelle on huono. Imacro M toimitustilan kovuus on n. 300HB eli n. 32HRC. Lämpökäsittämällä Imacro M erikoisteräs uudelleen on mahdollista päästä n. 40HRC kovuuteen. Hinnaltaan tämä oli paljon edullisempaa kuin aikaisemmin kerrottu K455. Joensuussa sijaitsevan Ykkösteräs Oy:n mukaan Imacro M erikoisteräksen metrihinta on 27€/m.

Imacro M erikoisteräksen koneistettavuus on erittäin hyvä. Työkalujen kulumista voidaan ehkäistä huomattavasti kyseisellä teräksellä.

En ollut tyytyväinen kovuuteen, joka on saavutettavissa Imacro M teräksellä. Tilasin Saksasta, Ebaysta 42CrMo4 halk. 25mm nuorrutusterästankoa pehmeäksihehkutettuna n. 2,5 m. Metrihinnaksi kyseiselle teräkselle tuli 28,8 €/m.

4.3 Kovametallin valinta

Taltan teräpalaksi soveltuvan kovametallin arvojen on oltava taulukko 2:ssa (sivu 20) esitettyjen arvojen mukainen. Ihanteellinen kobolttipitoisuus on n. 6 - 12 %. Ihanteellinen volframikarbidin raekoko on n. 2-5 μm . ISO-K30-K40. [21.] Joensuusta oli saatavilla vain K-20 kovametallia. Kyseinen kovametalli on yleiskäyttöistä ja soveltuu myös kivitaltan teräksi. Kovametallin profiili on suorakaiteen muotoista. Profiilin mitat: 25 mm x 4 mm. Noin 20 cm pituisen pätkän hinta oli 60 € (Kuvio 9).



Kuva 1. Impoweld Ag 44 juotosaine ja kovametalli K20.

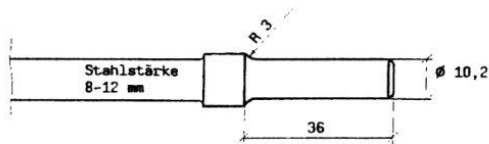
4.4 Juotosaineen valinta

Sopivaksi kovametallin juotosaineeksi soveltuu esimerkiksi Impoweld Ag 44. Kyseistä juotosainetta käytetään yleisesti kovametallipalojen juottamisessa [22, 123-136.] Ostin kyseistä juotosainetta. Hinta n. 5 - 10 €/juotospuikko. (Kuva 1).

4.5 Karan sorvaus

Itselläni ei ole kovinkaan paljon kokemusta sorvaamisesta, joten aihion sorvaaminen vei oman aikansa. Sorvaus on toteutettu "neuvostoaikaisella" manuaalisorvilla. Kuviossa 9 on esitetty karapään mitat. Sorvauksen aloitin kiinnittämällä työkappaleen sorvin istukkaan kiristämällä ja keskittämällä kappaleen keskiakselin mahdollisimman

yhdensuuntaisesti istukan keskiakselin suhteen (Kuva 2). Testasin kappaleen yhdensuuntaisuutta sorvin istukkaan nähden käynnistämällä sorvin ja sammuttamalla sen. Arvioin yhdensuuntaisuuden silmämääräisesti. Tarvittaessa tein säätöjä kiinnitykseen. Tämän jälkeen sorvasin kappaleen pään suoraksi. Seuraavaksi aloitin karan sorvaamisen rouhimalla n. 40 mm matkalta kappaleen halkaisijaa pienemmäksi. Sorvaamisen aikana tarkkailin lastun muotoa ja pituutta. Tarvittaessa säädin sorvin pyörimisnopeutta, lastuamissyvyyttä ja nopeutta. Lähestyessäni oikeaa halkaisijaa, joka on 10,2 mm, pysäytin sorvin, nostin istukan suojan ylös ja mittasin kappaleen halkaisijan. Veistämisen kannalta on tärkeää, ettei taltan kara ole luonnollisesti liian suuri, koska muuten se ei mahdu paineilmavasaran istukkaan. Liian pieni halkaisija aiheuttaa sivuttaissuuntaista liikettä taltan karan ja paineilmavasaran keskiakseliin nähden. Talttoihin en ole varsinaisesti löytänyt olemassa olevia toleransseja, joten mittasin olemassa olevista kivitältoista mitat ja tein oman talttani niiden perusteella. Toleranssit halkaisijalle: $+0 - 0,05$ mm. Kun olin sorvannut halkaisijan toleranssialueelle, viimeistelin taltan karan vielä P400 hiomapaperilla sileäksi.



Kuvio 9. Karapään mitat. [23].



Kuva 2. Kappale kiinnitettynä sorvin istukkaan.

Seuraavaksi aloitin karan juuressa olevan pyöristyksen sorvaamisen. Pyöristyksen säde on 3 mm. Sorvaamista varten en löytänyt juuri tällä säteellä olevaa terää. Käytännössä pyöristyksen suuruudella ei ole suurta merkitystä. Pyöristys on kuitenkin oltava, että taltta toimii oikein paineilmavasarassa. Työstin olemassa olevia sorvin kovametalliteriä lähelle vaadittua sädettä, n. 2 - 3,5 mm välille. Pyöristyksen sorvaamisen jälkeen mittasin karan kokonaispituuden. Karan pituus+ R3 mm pitäisi olla 36 mm (Kuvio 9). Alussa sorvasin karan tarkoituksella n. 40 mm mittaiseksi. Lyhensin karan pituuden sopivaksi. Taltan käytön ja käyttäytymisen kannalta merkittäviä haittoja syntyy vasta, kun taltan karan pituus vaihtelee ± 1 mm. Lyhennyksen jälkeen viimeistelin karaa hiomapaperilla sekä lyhennettyä karan päätä viilalla, poistaen särmästä purseita tekemällä siihen pienen viisteen.

4.6 Hahlon tekeminen

Käytössäni ei ollut jyrskonetta, jolla olisin voinut jyrsiä kovametallipalalle sopivan hahlon. Käytin tässä työvaiheessa apunani ruuvipenkkiä, kulmahiomakonetta ja metalliviilaa. Kiinnitin kappaleen ruuvipenkkiin. Hankkimani kovametallin paksuus on n. 4 mm. Hahlon sopiva paksuus on aikaisemmin mainittu n. 0,05 - 0,2 mm suurempi, kuin itse kovametallipala. Käytin eri paksuisia katkaisulaikkoja hahlon tekemiseen, 3 mm laikkaa suurempaan työstöön ja 1 mm laikkaa hahlon pohjan reunojen työstämiseen. Kun tarvittava n. 25 mm syvä ja n. 4 mm paksu hahlo oli tehty, suurensin hahloa vielä viilaamalla sen siten, että kovametallipala juuri sujahtaa hahloon. (Kuva 3).



Kuva 3. Runkoon tehty hahlo kovametallipalalle.

4.7 Kovametallipalan juottaminen

Ennen juottamista puhdistin hahlon ja juotettavan kovametallipalan epäpuhtauksista. Asetin taltan hahlo ylöspäin ruuvipenkkiin kiinni. Seuraavaksi asetin kovametallipalan hahloon. Esilämmitin taltan runkoa tasaisesti happi-asetyleeniliekillä. Huomasin, että lämpö siirtyi rungosta hitaasti kovametallipalaan. Tämä johtui todennäköisesti kovametallin ja rungon välissä olevasta ilmaraosta. Tasaisesti lämmittäen runkoa molemmilta puolilta, myöskin kovametallipala alkoi olla lähellä työlämpötilaa. (Kuva 4). Juotosaineella kokeilemalla pystyin päättelemään, että onko kappaleiden lämpötila lähellä työlämpötilaa. Juotteessa oleva päällyste toimii lämpötilan ilmaisijana ja se sulaa parikymmentä astetta ennen työlämpötilaa. Juote alkoi sulaa työlämpötilan ollessa oikea. Juotosaine suorastaan imeytyi kovametallin ja rungon välissä olevaan rakoön, eli kyseessä on siis kapillaarijuotto. Annoin kappaleen jäähtyä kaikessa rauhassa. Tämän jälkeen poistin ylimääräisen juoksutteen pesemällä ja karistelemalla sen pois kevyesti vasaralla naputtelemalla.



Kuva 4. Lämmittäminen juotoslämpötilaan happi-asetyleeniliekillä.

4.8 Rungon muotoilu ja terän teroitus kulmaan

Jyrsinkone olisi ollut paras vaihtoehto taltan rungon 8-kulmaisen muodon tekemiseen. Käytin muotoilemisessa apuna kulmahiomakonetta, ruuvipenkkiä ja tasaista timanttihiomalaikkaa. Asetin taltan vaakasuuntaisesti ruuvipenkkiin kiinni. Hioin silmämääräisesti talttaa 8-kulmaisen muodon. Kun kyseessä on kivenveistotaltta, niin ihanteellinen taltan kulma on n. 30 astetta. Teroitin taltan terän käyttäen apuna penkkihiomakonetta, johon oli kiinnitetty kovametallin hiomiseen tarkoitettu hiomakivi.

4.9 Karkaisu ja päästö

42CrMo4 nuorrutusteräs toimitettiin pehmeäksihehkutetussa tilassa, joten taltan karapäälle on tehtävä vielä karkaisu ja päästö(nuorutus). 42CrMo4 nuorrutusteräksen valmistajan ilmoittama karkaisulämpötila on 830-860°C öljyyn sammutettuna. Päästö tapahtuu 540-680°C. Pitoaika n. 2 tuntia.

Karkaisu on tehty silmämääräisesti arvioimalla kappaleen väriä lämmityksen aikana. Lämmitin karapään happi-asetyleeniliekillä punahehkuun n. 850 °C (Kuva 5). Otin taltan rungosta kiinni hohtimilla ja sammutin sen jäteöljyyn upottaen karapään kokonaan reilusti öljyn pinnan alle samalla heilutellen karapäätä (Kuva 6). Puhdistin kappaleen ylimääräisestä öljystä karkaisun jälkeen. Testasin karkaisussa syntynyttä kovuutta

metalliviilan avulla. Viilalla syntyi jälki, mutta karapään kovuus oli selvästi lisääntynyt verrattuna runkoon tehtyyn koeviilaukseen.



Kuva 5. Karapään lämmitys punahehkuun.



Kuva 6. Karapään sammutus öljyyn.

Todennäköisesti karkaisussa ei ole menetetty vielä liikaa nuorrutusteräksen lujuus- ja sitkeysominaisuuksia. Taltaa olisi mahdollista käyttää näinkin, mutta korkeassa päästölämpötilassa pystyn palauttamaan lujuuden ja sitkeyden ominaisuuksia takaisin vähentämällä karapään kovuutta. Yksinkertaisimmillaan ns. kotioiloissa karkaisun voisi suorittaa myös tavallisessa uunissa n. 200 °C. Kyseessä on kuitenkin nuorrutusteräs ja alhaisessa lämpötilassa tapahtuvassa päästössä ei ole mahdollisuutta saavuttaa kaikkia lujuus- ja sitkeysominaisuuksia, jotka on mahdollista saavuttaa tekemällä päästö nuorrutusteräkselle oikeaoppisesti.

Käytössäni on myös puuleivinuuni, jossa päästön voisi periaatteessa tehdä. Tässä menetelmässä on kuitenkin haasteena pitää lämpötila oikeana ja tasaisena tarpeeksi pitkään.

Olen tiedustellut Riveria-ammattiopisto, Joensuun käsityömuotoilun opettajilta mahdollisuutta käyttää heidän tiloissaan olevaa päästöuunia. Päästö on mahdollista toteuttaa vielä tämän kesän aikana.

4.10 Viimeistely

Hioin pois kaikki ylimääräiset purseet, juotosaineen, juoksutteen sekä työnjaljet taltan pinnoilta ja viimeistelin tarvittaessa hiomapaperilla.

5 Testaus

Testasin taltan toimivuuden tekemällä pienen testiveiston vuolukiveen (Kuva 7). Valmistettu talta soveltuu testiveiston perusteella hyvin karkeaan työstämiseen sekä kaiverrustyöhön. Karapään istuvuus paineilmavasaraan on hyvä (Kuva 8). Talta toimii yllättävän hyvin. En havainnut merkkejä terän tylsymisestä. Karapää ei muuttanut muotoaan paineilmavasaran männän iskujen myötä.



Kuva 7. Testiveistona tyylitelty K-kirjain ja viiste oikeassa reunassa.



Kuva 8. Paineilmavasara ja talta.

6 Pohdinta

Tiedonhankinta oli haastavaa opinnäytetyön luonteesta johtuen. Sellaista tietoa ei ollut saatavilla, joka olisi liittynyt suoraan kivitalttoihin ja niiden valmistamiseen. Tiedusteluni eri talttafirmoilta eivät tuottaneet tulosta. Aiheeseen perehtyminen jakamalla eri osa-alueet omiksi osioikseen tuotti tulosta tiedonhankinnan osalta. Etsin ensin tietoa yleisellä tasolla. Perehdyttyäni yleisiin asioihin, laajensin etsintääni vain tiettyihin asioihin, jotka olivat tärkeitä opinnäytetyön kannalta. Sain hyvän tietopaketin kasaan, jonka pohjalta pystyin kirjoittamaan opinnäytetyöni.

Haasteellisinta oli löytää sopiva materiaali rungolle ja perustella sen valinta. Suurilta osin materiaalivalinnat perustuivat myös niiden saatavuuteen ja hintaan.

Tietämykseni kovametalleista lisääntyi paljon verrattuna lähtötilanteeseen, ennen opinnäytetyön aloittamista. Parantaisin osaamistani ja tietoaani esimerkiksi metallien ominaisuuksien osalta.

Mieleisin osio oli taltan valmistaminen. Kirjoja ja eri lähteitä lukemalla saa hyvin teoreettista tietoa, joka tukee käytäntöä. Kun teen käytännön töitä, teoriassa kerrotut asiat yhdistyvät käytäntöön ja niiden merkitys korostuu.

Kustannukset yhtä talttaa kohden nousivat erittäin korkeaksi verrattuna kaupasta ostettuun talttaan. Talttojen hinnat liikkuvat n. 20 - 40 euron välillä. Tutkin näitä talttoja ja niiden rungot ovat todennäköisesti tehty valamalla. Näissä taltoissa näkyy selvästi 8-kulmaisen muodon särmissä valumuotin puolikkaiden rajapinta. Tällä tavoin talttojen myyntihinta saadaan alhaiseksi tuottamalla talttoja sarjatyönä.

Alunperin ajatuksenani oli harkita mahdollisuutta tehdä talttoja myyntiin. Tällä hetkellä talttojen tekeminen vie liikaa työaikaa. Materiaalikustannuksetkin ovat korkeat pienissä sarjoissa. Jatkoa ajatellen olisi hyvä kehittää eri työvaiheita ja menetelmiä johdonmukaisemmiksi sekä sarjatyöhön soveltuviksi. Taltan valmistukseen tarvittava teoria ja käytäntö ovat kohtuullisen hyvin hallussa, josta on hyvä lähteä kehittämään jatkoa.

Olen tyytyväinen työhöni ja aina on varaa kehittyä.

Lähteet

1. Wikipedia. 2016. Paineilma. [Viitattu 9.1.2018]. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Paineilma>
2. Tuomainen, I. 2007. Kivituotteiden valmistus. Teoksessa Tuomainen, I (toim.) Kivitekniikka 1. Kivituotteiden valmistus- ja materiaalioppi. Edita Prima Oy. 169s. ISBN 978-952-13-3386-6
3. Ihalainen, E. & Aaltonen, K. & Aromäki, M. & Sihvonen, P. Valmistustekniikka. Helsinki. 2005. Hakapaino Oy. 490 s. ISBN 951-672-333-0
4. Kovametalli-IN Oy. 2018. [Viitattu 7.3.2018]. Saatavissa: <http://www.kovametalli-in.com>
5. General Carbide. 2015. The designer's Guide to tungsten carbide. [Viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: <https://www.generalcarbide.com/assets/pdf/GCDesignerGuide.pdf>
6. Sandvik Coromant. 2018. Sandvik Coromantin terälaadut. https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/materials/cutting_tool_materials/sandvik_coromant_grades/pages/default.aspx#8 [Viitattu 5.3.2018].
7. Sandvik Coromant. 2018. Teräaineet, Johdanto. [Viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/materials/cutting_tool_materials/introduction/pages/default.aspx
8. Allaboutmetallurgy. 2018. Understanding Cemented Carbide. Sandvik. [Viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: <http://allaboutmetallurgy.com/wp/wp-content/uploads/2016/12/UnderstandCementedCarbide.pdf>
9. Kovametalli-In.2018.Kovametallin valmistus. [Viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: <http://www.kovametalli-in.com/kovametallin-valmistus.html>
10. Sandvik. Cemented Carbide. 2018. [Viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: <https://www.hyperion.sandvik.com/en/technology/cemented-carbide/>
11. MachineDesign. 2015. What's the difference between soldering brazing and welding. [Viitattu 14.1.2018]. Saatavissa: <http://www.machinedesign.com/fasteners/whats-difference-between-soldering-brazing-and-welding>
12. Esab.fi. Hitsausmenetelmät. 2018. [Viitattu 15.1.2018] Saatavissa: <http://www.esab.fi/fi-fi/education/blog/hitsausmenetelmat.cfm>
13. Bodycote.fi. Elektronisuihkuhitsaus. 2018. [Viitattu 15.1.2018] Saatavissa: <http://www.bodycote.fi/fi-FI/services/metal-joining/electron-beam-welding.aspx>
14. Wikipedia. Juottaminen. 2016. [Viitattu 14.1.2018] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Juottaminen>
15. Koivisto, K. & Laitinen, E. & Niinimäki, M. & Tiainen, T. & Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki. 2004. Edita Prima Oy. 336 s. ISBN 951-37-2912-5
16. Lucas-Milhaupt. Importance of capillary action in brazing. 2013. [Viitattu 7.3.2018] Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=3zUA6Pet_ok
17. Valtanen, E. Tekniikan taulukkokirja. Mikkeli. 2012. St. Michel Print Oy. 1200 s. ISBN 978-952-9867-36-3.
18. Sten.fi Kylmätyöteräkset. 2018. [Viitattu 11.3.2018]. Saatavissa: <http://www.sten.fi/fin/tuotteet/tyokaluterakset/kylmatyoterakset/>
19. Regin 3. Cold work steel. Uddeholm.2018. [Viitattu 11.3.2018]. Saatavissa: http://cdn.terasrenki.com/ds/1.2550_60WCrV8_AISI-S1_Regin-3_Datasheet_1.pdf
20. Sten.fi. Nuorrutusteräkset. 2018. [Viitattu 11.3.2018]. Saatavissa: <http://www.sten.fi/fin/tuotteet/nuorrutusterakset/>

21. Totalcarbide.com.Tungsten carbide grades and materials. 2017. [Viitattu 11.3.2018.] Saatavissa:<http://www.totalcarbide.com/grades.htm>
22. Seppälä, E. Hitsaajan käsikirja 5. Tampere. 2007. Tampereen Offsetpalvelu Oy. 179 s. ISBN 978-951-95476-6-4 .Saatavissa: http://www.impomet.com/media/downloadable_files/hitsaajan_kasikirja/hitsaajan_kasikirja.pdf
23. Bavaria Steinmetzwerkzeuge, Produktkatalog/Catalogue. 2016. [Viitattu 13.5.2018] Saatavissa: <http://www.bavaria-steinmetzwerkzeuge.de/produkte/bavaria-produktkatalog.html>
24. Don Dougan, Traditional Processes 2018. [Viitattu 2.6.2018] Saatavissa: http://dondougan.homestead.com/theprocess3_history.html