



Arttu Hallikainen

KUUMAVALSSAAMON VALSSIHIOMON LAADUNTUOTTOKYKY

KUUMAVALSSAAMON VALSSIHIOMON
LAADUNTUOTTOKYKY

Arttu Hallikainen
Opinnäytetyö
31.5.2011
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU

TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma

Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto

Tuotantotalous

Työn tilaaja

Outokumpu Oy

Työn nimi

Kuumavalssaamon valssihionon laaduntuottokyky

Avainsanat

Kuumavalssaus, valssihiono

Opinnäytetyö

Opinnäytetyö

Aika

2011

Työn tekijä

Arttu Hallikainen

Sivuja

73

+

+

Liitteitä

32

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Outokummun kuumavalssaamon valssihionon laaduntuottokyvyn kartoitus. Kartoituksen kohteena olivat hionon hiomakoneet Pomini 3 ja Pomini 4.

Kartoittaminen tapahtui erilaisin mittauksin kuumavalssaamon valssihiomossa hiottaville valsseille. Mittauksina oli pinnankarheus, kovuus ja halkaisijamittaukset. Mittauksista saadut tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjoihin ja tuloksista muodostettiin kuvaajat. Tuloksilla kartoitettiin valssien nykytilanne sekä tarkistettiin hiomakoneen mittalaitteen mittausvirhe ja hiomakoneen tuottama pinnanlaatu. Opinnäytetyössä tehtiin havainnolliset vertailut mittaustuloksista, mutta ei etsitty poikkeaviin tuloksiin syitä syvemältä.

FX-työvalssien 851 SI 001 ja 853 SI 003 halkaisijamittauksissa selvisi, että Pomini 3 -hiomakoneen mittauslaitteisto näyttää valssin halkaisijaksi liikaa keskimäärin 0,051 mm - 0,081 mm. Valssien kovuusmittauksista ilmeni, että valssien kovuudet ovat hyvät ja hionnan tuottamat kovuudet ovat hyvät. Pinnankarheusmittauksissa nauhavalssaimen työvalsseille selvisi, että hionnan tuottama pinnanlaatu on erittäin hyvä eikä hiomakoneiden johteissa ei ole vaurioita, joista syntyisi hiontavirheitä valssin pintaan.

ALKUSANAT

Opinnäytetyöstä haluan kiittää Outokumpu Oy:tä, joka tarjosi minulle aiheen lopputyöhön. Erityisesti haluan kiittää prosessin kehitysinsinööri Seppo Lanttoa, kuumavalssaamon työnjohtaja Janne Junesta ja valssihiomon hiojia avusta ja tuesta.

Kiitokset Oulun seudun ammattikorkeakoululle ja lehtori Jukka Kinnulalle. Kiitokset myös ystäväilleni ja läheisilleni tuesta.

18.5.2011

Arttu Hallikainen

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO	7
2 KUUMAVALSSAUS	8
3 HIONTA	12
3.1 Hiontamenetelmät	12
3.2 Pyöröhionta	13
3.3 Lastuamistapahtuma	15
3.4 Hiomalaikka	16
3.5 Hiontavirheet	18
3.6 Lastuamismesteet	20
3.7 Valssien hionta	21
3.8 Hionnan aikana suoritettavat mittaukset.....	24
4 VALSSIT	25
4.1 Valssien materiaali	26
4.2 Valssien muoto.....	27
4.3 Valssien kuluminen, lämpötilat ja jäähditys valssauksessa	27
4.4 Valssien vaatimukset.....	28
5 TARKASTUSMENETELMÄT	32
5.1 Kalibrointi.....	32
5.2 Mittausvirheet	33
5.3 Ultraäänitarkastus	33
5.4 Pyörrevirta	35
5.5 Kovuusmittaus	36
5.6 Pinnankarheus	38
5.7 Lämpötilan mittaus	39
5.8 Geometriaan perustuvat mittaukset.....	39
6 OUTOKUMMUN KUUMAVALSSAAMON HIOMAKONEET.....	41
6.1 Hiomakoneiden tarkastuslaitteistot.....	42
6.2 Valssin seurantaohjelma VASE.....	43
7 MITTAUKSET	44
7.1 Kovuusmittaukset	44

7.2 Pinnankarheusmittaukset	47
7.3 Halkaisijan mittaukset.....	49
8 TULOKSET	50
8.1 Pinnankarheusmittaustulokset.....	50
8.2 Halkaisijamittaustulokset	55
8.3 Kovuusmittaustulokset.....	58
9 TULOSTEN ANALYSOINTI	62
9.1 Pinnankarheusmittaukset	62
9.2 Halkaisijamittaukset.....	63
9.3 Kovuusmittaukset	64
LÄHTEET	69
LIITTEET	72

1 JOHDANTO

Laadukasta kuumavalssattua terästä tarvitaan ympäri maailmaa. Kuuma-valssattu teräs syntyy monivaiheisen prosessin kautta, missä moni tekijä vaikuttaa lopputuotteen laatuun. Laadun tärkeyttä ei voi nykyaikana liikaa painottaa, ja siksi on tärkeää, että jokainen osa prosessia pystyy tuottamaan haluttua lopputulosta.

Opinnäytetyössä selvitetään prosessin tärkeimpiin työkaluihin lukeutuvien valssien hionnan laadun tuottokykyä. Koska valssauksen aikana valsseihin kohdistuu rasituksia, jotka aiheuttavat kulumista ja vaurioita, on valsseja hiottava tietyn väliajoin. Hionnalla pystytään poistamaan valssista kulumat ja eliminoimaan vaurioituneet kohdat. Mittauksissa selvitetään myös hiomakoneen aiheuttamat mahdolliset virheet valssin laadussa. Etenkin valssauksen viimeisten työvalssien kunto vaikuttaa suoraan lopputuotteen pinnanlaatuun.

Työ painottuu valssin hiontaan vaikuttavien mittausmenetelmien luotettavuuden selvittämiseen. Selvitys tapahtuu vaihtoehtoisilla mittausmenetelmillä, joiden tuloksia verrataan valssihionnan tavanmukaisessa prosessissa. Lisäksi tehdään mittauksia, joiden avulla kartoitetaan mitattavien valssien tämänhetkisiä tilanteita. Työssä ei ole tarkoituksena etsiä valsseissa esiintyvien vikojen syitä. Työ antaa näin ollen tietoa valssien sekä hiomakoneiden nykytilasta ja antaa sitä kautta pohjaa mahdollisille lisätutkimuksille, joissa voisi olla ainesta opinnäytetöille vastaisuudessakin.

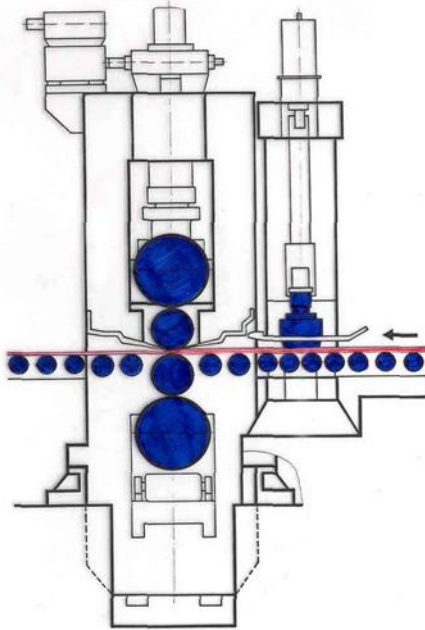
2 KUUMAVALSSAUS

Kuumavalssauksessa jatkuvavalukoneilla tehdyt aihiot valssataan nauhaksi. Aihiot voidaan suoraan panostaa kahteen askelpalkkiuuniin, varastoida kuumanapitokoppiin tai jäähtyneet aihiot voidaan pinota uunihalliin. (1, s. 73.)

Askelpalkkiuuneihin panostetut aihiot lämmitetään 1 100 - 1 260°C:seen riippuen valssattavasta teräslaadusta. Aihoiden käsittely tapahtuu valvomosta operaattoreiden ohjaamana. Askelpalkkiuuni käyttää polttoaineena häkäkaasua ja propaania. Koska häkäkaasua muodostuu sivuaineena ferrokromitehtaalla, pyritään sitä käyttämään niin paljoa kuin on mahdollista. Aihiot kulkevat uunista riippuen esikuumennus-, kuumennus ja tasausvyöhykkeet tai kuumennus- ja tasausvyöhykkeet. (1, s. 73 - 74.)

Aihion saavutettua haluttu lämpötila, ulosottaja nostaa aihion pois askelpalkkiuunista. Tämän jälkeen aihiot lasketaan rullaradalle, joka kuljettaa aihion hilsepesuriin. Hilsepesuri pesee kuumentamisessa aiheutuneet hilseet pois aihion pinnalta. Seuraavaksi aihio kulkeutuu etuvalssaimen. (1, s. 74.)

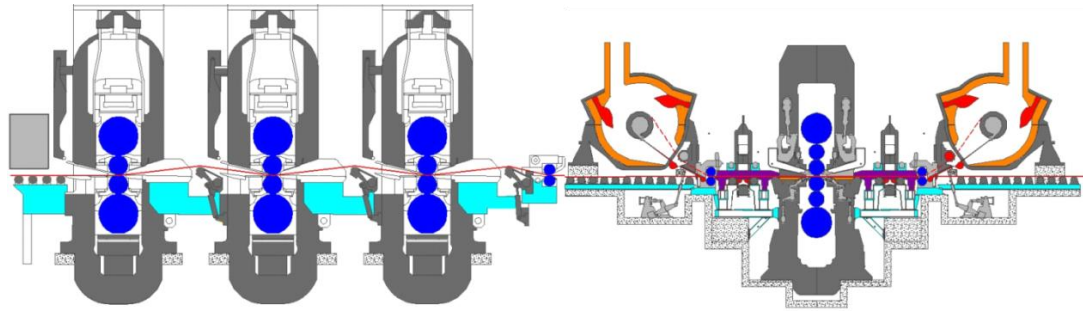
Etuvälssaimella (kuva 1) aihio valssataan 20 - 25 mm:n paksuuteen. Aihio ajetaan normaalisti viisi kertaa etuvälssaimen läpi. Lämpimenoja kutsutaan pistoiksi. Etuvälssain on nelitelävalssain, eli se koostuu kahdesta tukivalssista ja kahdesta työvalssista. Tukivalssit ottavat vastaan valssauspaineen ja jakavat kuormitusta valssin koko pituudelle. Tukivalssit ovat työvalsseja paljon suurempia. Tukivalssit ovat materiaaleiltaan valuterästä tai taottua terästä. Työvalssien materiaalit ovat 12Cr-terästä ja HSS-pikaterästä. Etuvälssaimella valssien vaihtovälit on ilmoitettu tonnien mukaan. Työvalssit vaihdetaan kun terästä on valssattu 8 000 - 12 000 t ja tukivalssit noin 40 000 - 60 000 t jälkeen. Valssirakoa säädetään hydrauliiikan avulla. Etuvälssain tuottaa 4 400 t valssausvoiman. (1, s. 74 - 75.)



KUVA 1. Etuvalssain (1, s. 75)

Etuvalssaimelta nauha kulkee päätyleikkurin ja romutyöntimen kautta nauhavalssaimelle. Päätyleikkuri leikkaa nauhan molemmista päistä materiaalia, jotta valssaus nauhavalssaimella onnistuu eikä nauhaan synny pintavirheitä. Romutyöntimet työntävät romunauhat romupetiin odottamaan prosessitaukoa, jolloin romut voidaan poistaa lavoilta. (1, s. 75.)

Steckel-valssain koostuu työvalssiparista, tukivalssiparista ja välivalssiparista eli se on kuusitelavalssain. Kuvassa 2 on esitetty Steckel-valssain ja tandemvalssaimet. Välivalssien tehtävä on jakaa valssauksen aiheuttamia voimia. Valssien vaihtovälit on määritetty valssatun nauhan pituuden mukaan. Työvalssit vaihdetaan noin 21 - 23 km välein, välivalssit vaihdetaan noin 350 - 420 km välein ja tukivalssit vaihdetaan 1 200 - 1 600 km välein.



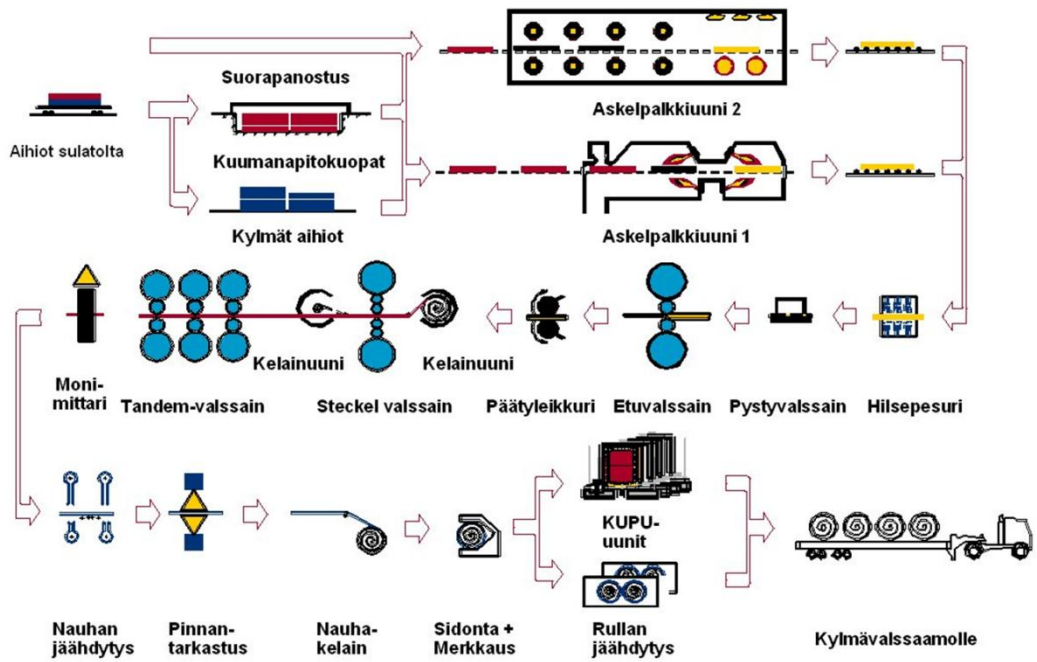
KUVA 2. Tandemvalssaimet ja Steckel-valssain (1, s. 76)

Työvalssimateriaalit ovat pikaterästä HSS tai IC (Indefinite Chill eli hienokarbidi terästä). Välivalssit ja tukivalssit ovat taottua terästä. Valssain tuottaa 4 000 t valssausvoiman. Valssaus suoritetaan tandemvalssauksena tai semitandemvalssauksena, riippuen nauhan tavoitepaksuudesta. Tandemvalssauksessa nauha valssataan yhdellä pistolla jokaisen valssituolin läpi. Semitandemvalssauksessa nauhaa valssataan Steckel-valssaimella kolme pistoa ja tandemvalssaimen valssituoleilla yksi pisto. Steckel-valssaimen yhteydessä on uunikelaimet, joilla estetään nauhan lämpötilan laskua. Semitandemvalssauksen aikana nauha liikkuu edestakaisin uunikelaimelta toiselle. Uunikelaimen ja valssaimen välillä nauhassa on veto, riippuen nauhan laadusta, paksuudesta ja leveydestä. (1, s. 75 - 76.)

Tandemvalssituolit F5, F6 ja F7 koostuvat kaikki työvalssiparista ja tukivalssiparista. Työvalssit ovat materiaailta IC:tä ja tukivalssit taottua terästä. Työvalssien vaihto tapahtuu noin 21 - 23 km välein ja tukivalssit vaihdetaan noin 1 200 - 1 600 km välein. Tandemvalssauksen jälkeen nauhan paksuus on 2,4 - 12,7 mm. (1, s. 76 - 77.)

Ennen nauhakelainta on monimittari, jolla mitataan nauhan leveys, paksuus, lämpötila, profiili ja tasomaisuus. Viimeisenä ennen kelausta nauha jäähdytetään jäähdytyslaitteistossa, mikäli teräslaatu sen vaatii. Kelauksen jälkeen rullat sidotaan, merkataan ja sijoitetaan jäähdytyspaikoille. Jäähdytyspaikkoja ovat vesialtaat ja kuivajäähdytyspaikat. Kuumavalssaamalla on käytössä KUPU-uunit, joita käytetään ferriittisten ruostumattomien terästen

valmistusprosessissa. Kuvassa 3 on nähtävissä Outokummun kuumavalssaamon tuotantokaavio.



KUVA 3. Outokummun kuumavalssaamon tuotantokaavio (1, s. 78)

3 HIONTA

Hionta kuuluu lastuaviin työstömenetelmiin, mutta eroaa muista menetelmistä siten, että lastuaminen tapahtuu hiomaraakeella, jonka muoto on epämääräinen ja ainetta poistavia särmiä on lukuisia. Särmien määrittelemätön muoto aiheuttaa sen, että hiontarakeet muodostavat erisuuruisia rinta- ja päästökulmia työstöpintaan nähden. Hiomaraakeet ovat liitetty yhteen sideaineella, yleensä joko laikaksi tai nauhaksi. Tämän seurauksena hiottavaa materiaalia työstää monta terää samanaikaisesti ja niiden määrittäminen on mahdotonta, toisin kuin esimerkiksi sorvauksessa ja jyrsinässä. Hiomispartikkeleiden monimuotoisuuden vuoksi hiomistapahtumaan liittyy monia vaikuttavia tekijöitä, jolloin menetelmänä hionta ei ole niin syvällisesti tunnettu kuin esimerkiksi sorvaus. Tuntemattomuuden vuoksi hionta menetelmänä ei ole kehittynyt paljoa viime vuosikymmeninä. (2, s. 67.)

Hiontaa käytetään, kun halutaan työstää kappaletta, jossa on tarkkuus- ja pinnankarheusvaatimukset korkealla, eli hionta on viimeistelytyöstömenetelmä. Suurille kehänopeuksille soveltuvien hiomalaikkojen ansiosta hiontamenetelmää käytetään enemmän raskaaseen työstöön, koska menetelmällä voidaan pinnanlaatua huonontamalla saavuttaa nopea ja tehokas aineen poisto. (4, s. 237.)

Hionnalla on mahdollista työstää laajempaa materiaalivalikoimaa kuin muilla työstömenetelmillä. Sitä käytetään erittäin kovien sekä hauraiden aineiden, kuten lujien terästen ja keraamien hiomiseen. (4, s. 197.)

3.1 Hiontamenetelmät

Hiontamenetelmät jaetaan tavallisimmin kappaleen geometrian mukaan kahteen ryhmään: 1) pyöröhiontaan sekä 2) tasohiontaan. Pyöröhiontamenetelmiä ovat sisä- ja ulkopuolinen sekä pyörtöhionta. Tasohionta jaetaan kehä- ja otsahiontaan sekä muotohiontoihin (kuva 4.) (3, s. 237 - 238.)

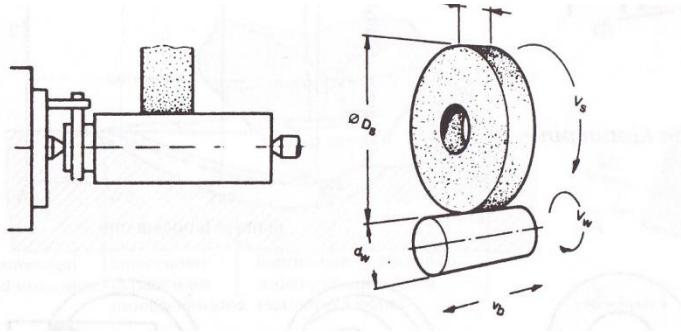
	ulkopuolinen	sisäpuolinen	taso	kiekkok
kehäpinta pistohionta				
kehäpinta pituushionta				
otsapinta pistohionta				
otsapinta pituushionta				

KUVA 4. Hiontamenetelmät (DIN 8589) (3)

3.2 Pyöröhionta

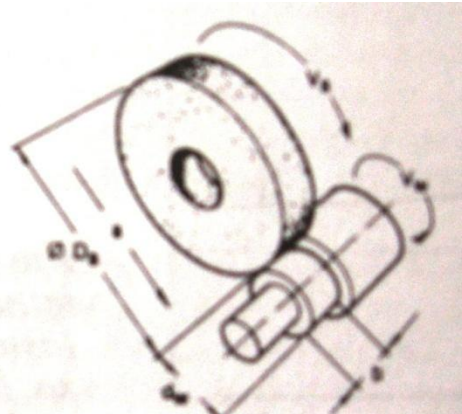
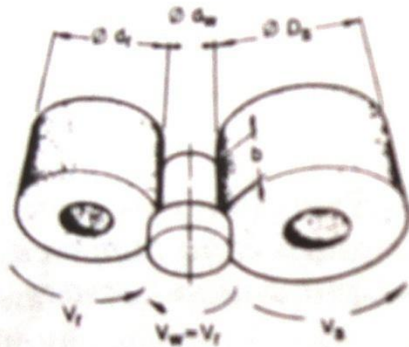
Pyöröhionta soveltuu tarkkamittaisten ja hyvälaatuisten kartiomaisten ja sylinterimäisten pintojen valmistukseen. Ulkopuolinen pyöröhionta on yleisimpiä hiomistapoja ja sitä käytetään esimerkiksi valssien hionnassa. Sisäpuolinen pyöröhionta soveltuu reikien hiontaan. (2, s. 81.)

Ulkopuolinen pyöröhionta voidaan jakaa seuraaviin menetelmiin: pistohionta, kartiohionta ja pituushionta. Yleisin näistä on pituushionta. Siinä kappale on kiinnitetty kärkien väliin tai istukkaan. Liike tapahtuu konepöydässä edestakaisin ja pyörivä hiomalaikka poistaa kappaleen pinnasta määrätyn lastuamissyvyyden verran kerrosta (kuva 5.) (2, s. 82.)



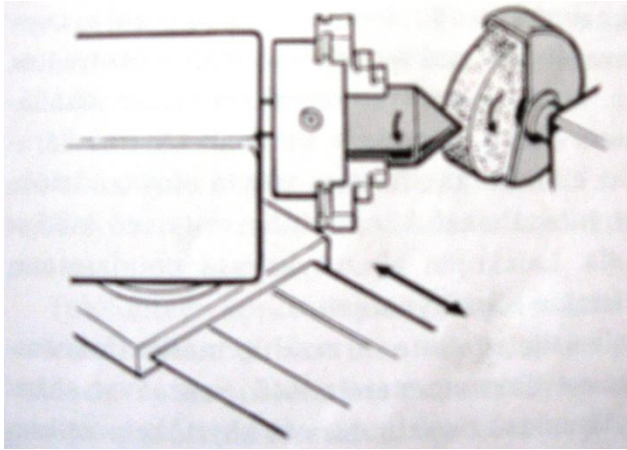
KUVA 5. Ulkopuolinen pyöröhionta (4, s. 200)

Pistohiontaa käytetään silloin, kun hiottavat kohdat ovat erittäin lyhyitä. Menetelmässä hiomalaikkaa syötetään kohtisuoraan työstettävään kappaleeseen ilman pituussuuntaista liikettä. Pistohionta sisältää myös muotohionnan, jonka toimintaperiaate on samanlainen, mutta erona on haluttuun muotoon muotoiltu hiomalaikka. Laikan muoto on kuin työstettävään kappaleeseen haluttu muoto (kuva 6). (2, s. 83.)



KUVA 6. Pistohionta (4, s. 200)

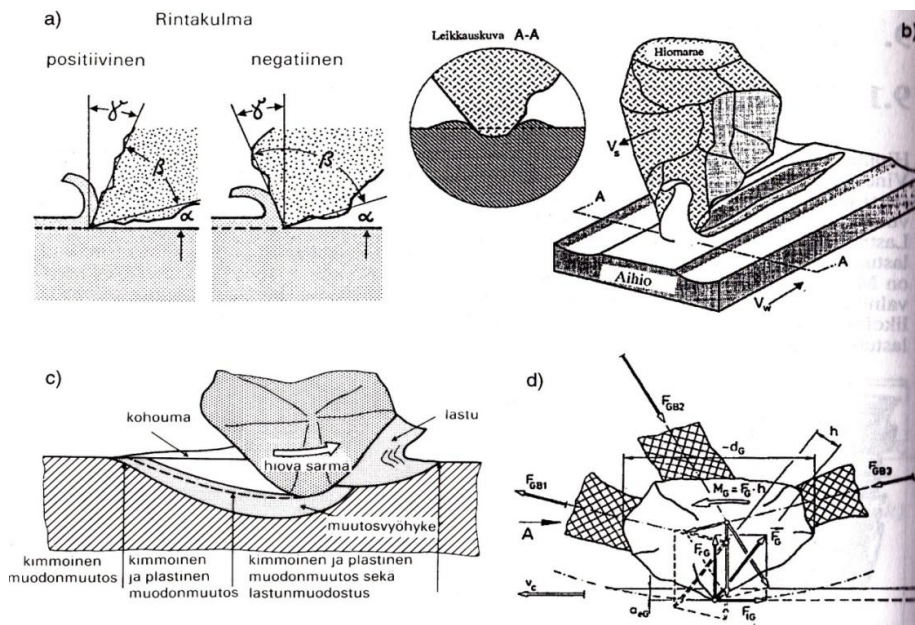
Kartiohionnalla hiotaan työstettävään kappaleeseen kartiomaisia muotoja. Kartiohionta jaetaan loivien ja jyrkkien kartioiden hiontaan. Loivat kartiot hiotaan kääntämällä yläpöytää kulmaan puolet kartionkulmasta. Kääntökulman suuruus tarkistetaan pöydän päässä olevasta asteikosta. Lyhyet ja jyrkät kartiot hiotaan kääntämällä työstettävän kappaleen pylkkää tai hiomakaran pylkkää halutun kulman verran (kuva 7). (2, s. 83.)



KUVA 7. Kartiohionta (2, S. 83)

3.3 Lastuamistapahtuma

Lastuaminen tapahtuu hiomarakeella, joka osuu työstettävään pintaan. Hiomarakeita toisissaan kiinni pitävän sideaineen vuoksi yksittäinen hiomarae ulottuu sideaineen ulkopuolelle vain osittain. Rakeen osuessa työkalupaleen pintaan, se kuluu nopeasti ja rakeen tuottama lastuamissyvyys muodostuu pieneksi. Hiomarakeen suuruudella on merkitystä yksittäisen rakeen lastuamissyvyyteen (kuva 8.) (3, s. 240.)



KUVA 8. lastuamistapahtuma (4, s. 198)

Hyvän hiomapartikkelin tulisi kestää mahdollisimman pitkään suurta painetta hiottavaa kappaletta vasten, suuren lastuamisnopeuden ja kohonneen lämpötilan vaikutukset menettämättä hiontaominaisuuksia. Työstöominaisuuden menettänyt hiontapartikkeli tulee irrota hiomalaikasta. Lastuamisominaisuuden menettänyt hiomarae ei enää pureudu kappaleeseen, vaan tuottaa lämpöä ja polttaa työstettävän kappaleen pintaa. (1, s. 27.)

3.4 Hiomalaikka

Hiomalaikan ominaisuuksilla vaikutetaan työkappaleen työstön tulokseen. Laikan ominaisuudet määräytyvät raekoon, hioma-aineen, sideaineen ja laikan rakenteen mukaan. Yleisesti nykyisin hioma-aineina käytetään synteettisesti valmistettuja aineita, kuten alumiinioksidia, piikarbidia, timanttia ja boorinitridiä. (3, s. 245.)

Alumiinioksidia kutsutaan myös synteettiseksi korundiksi (Al_2O_3). Lämpöominaisuuksiltaan alumiinioksidi kestää noin 1 200 °C:n lämpötiloihin saakka, eikä se reagoi hiottavien aineiden tai lastuamisl nesteiden kanssa. Sen kuluminen tapahtuu abrasiivisesti. Hioma-aineen alhaisen kovuuden vuoksi se soveltuu parhaiten pitkä- ja keskipitkälastuisille materiaaleille, kuten teräksille ja pikateräksille sekä karkaistuille että pehmeille teräksille. (3, s. 65 - 66.)

Piikarbidi (SiC) sisältää kvartsihiekkää 53 %, hiiltä 40 %, sahajauhoa 5 % ja keittosuolaa 2 %. Piikarbidia on kahta päätyyppiä: mustaa ja vihreää. Musta piikarbidi on sitkeämpää kuin vihreä. Piikarbidi on kuitenkin hauraampaa, teräväsärmäisempää ja kovempaa kuin alumiinioksidi. Lämpöominaisuuksiltaan piikarbidi kestää 1 700 °C:n lämpötiloja, eikä reagoi hiottavan materiaalin tai lastuamisl nesteen kanssa. Kuluminen piikarbidilla tapahtuu abrasiivisesti. Hiottaviksi soveltuvia materiaaleja ovat lyhytlastuiset materiaalit, joilla on alhainen vetolujuus, kuten valurauta, alumiini ja ei-rautametallit. Vihreä piikarbidi soveltuu kovametallien hiontaan. (3, s. 66 - 67.)

Timanttia kutsutaan yleisesti superhioma-aineeksi johtuen kovuudesta, kulutuskestävyydestä, pitkäkestoisuudesta ja tehokkuudesta verrattuna perinteisiin hioma-aineisiin. Timantteja löytyy luonnosta, mutta nykyisin teollisuuskäyttöön tulevat timantit valmistetaan suurimmaksi osaksi synteettisesti. Laikan sidosaineella on suuri merkitys käytettäessä timanttia hioma-aineena, koska timantti johtaa hyvin lämpöä on tärkeää, että sidosaine ei pala helposti. Timanttia käytetään kovametallien, lasin ja keraamien hiontaan. Timantti reagoi raudan kanssa, jolloin timantin hiili siirtyy teräksen pinnalle syntyviin karbideihin ja timantti kuluu kemiallisesti. Mitä alhaisempi teräksen hiilipitoisuus on, sitä epäsuotuisampi sen hiomiseen on käyttää timanttia. Timantin lämmönkestävyydelle annetaan varmuusraja, joka yleensä on 600 - 700 °C. (3, s. 56 - 57.)

Boorinitridi on myös superhioma-aine, koska se on hyvin kovaa ja lämmönkestävää ainetta. Se on alumiinioksiidiin verrattuna haurasta ja sen haittana on reagointi veden kanssa korkeassa lämpötilassa. Tämä voidaan välttää käyttämällä vedetöntä nestettä. Boorinitridin lämmönkestävyys ylittää noin 1 400 °C:seen asti. Niillä hiotaan kovia teräksiä, pikateräksiä, kovia valurautoja ja kulutusta kestäviä superseoksia. Boorinitridiä käytetään myös hoonaan ja hiertämiseen. (3, s. 55 - 56.)

Sideaineen tehtävä on yhdistää hiomarakeet yhtenäiseksi kappaleeksi. Sideaineina käytetään keraamisia sideaineita, fenolihartsisia sideaineita, vulkanisoitua kumia ja sintrattuja metallisideaineita. (3, s. 246.)

Yleisin sideaine on keraaminen, koska se kestää korkeita lastuamislämpötiloja ja se tarttuu hyvin hiontarakeisiin. Keraaminen sideaine ei reagoi lastuamisteiden kanssa. Jäykkyyden vuoksi keramiikka altistuu värähtelyjäljille eikä se kestä hyvin lämpötilan vaihteluita eikä iskuja. (3, s. 246.)

Fenolihartsia käytetään myös usein. Se on elastisempaa kuin keraaminen sidosaine eikä se jätä tämän vuoksi työkappaleen pintaan värähtely- tai palojälkiä. Fenolihartsia kestää myös suurempia kehänopeuksia. (3, s. 246 - 247.)

Vulkanisoitu kumi sideaineena on erittäin joustavaa ja sen käytöllä vaikeasti lastuttaviin materiaaleihin on saavutettu erittäin pieni pinnankarheus. Kumin ansiosta pystytään hiontarakeet sitomaan hyvin pienellä määrällä sidosainetta. Kumin käyttöä sidosaineena rajoittaa alhainen sulamislämpötila. (3, s. 246 - 247.)

Sintrattuja metallisideaineita on yleensä pronssi, teräs ja kovametallit. Näitä käytetään yleisin superhioma-ainelajikoissa. Metallinen sideaine antaa lujan kiinnityksen hiomarakeelle ja kestää suuria hiontapaineita. (3, s. 247.)

Hiomarae tuottaa uran työstettävään kappaleeseen. Raekoko vaikuttaa uran syvyyteen ja leveyteen. Hioma-aineen raekoko vaikuttaa suoraan työstettävän kappaleen pinnan karheuteen ja lastuvirtaan. Raekoko vaikuttaa myös lastuamisvoimiin. (3, s. 246.)

Hiomalaikan rakenne muodostuu hiomarakeista, sideaineesta ja niiden väliin jäävien huokosten suhteesta. Suhdetta muokkaamalla saadaan muutettua laikan kovuutta, joka on keskeinen tekijä työstettäessä eri materiaaleja. (3, s. 248.)

3.5 Hiontavirheet

Hionnassa esiintyy runsaasti erilaisia virheitä. Usein virheet voidaan eliminoida, jos niiden syntymisen syy on selvillä. Hiontavirheen aiheuttaja esiintyy niin hiomakoneessa, hiomalaikassa kuin työkappaleessa. Virheet pätevät kaikille hiontamenetelmille. Seuraavassa on luettelo pyöröhionnan hiontavirheistä ja niiden aiheuttajia:

pyöreysvirheet, joita aiheuttavat

- keskiöreiät ja kärjet huonossa kunnossa tai huonosti voideltu
- kärkien ja keskiöreikien välinen kosketus on huono
- liian suuri tai pieni kärjen paine
- vahingoittuneet kiinnityskartiot
- laakerointivauriot

lieriömäisyysvirheet, joita aiheuttavat

- koneen yläpöytä on väärin säädetty
- hennot kappaleet joustavat
- kärjet eivät ole yhtä korkealla
- väärin valittu kääntökohdat ja viiveitä

syöttöraidat, joita aiheuttavat

- Laikan teroittaessa syntyneet virheet
- Hiomalaikka ei ole tasapainossa. (2, s. 93.)

Hionnan aikana muodostuu erilaisia värähtelyitä työvälineen ja kappaleen välillä. Hiontavärähtelyn lähteenä ovat mm. hiomakaran käyttömoottori, hydraulilaitteet moottoreineen, hiomalaikan ja työkappaleen epätasapaino sekä laakerivälilykset. (2, s. 94.)

3.6 Lastuamismesteet

Lastuamismesteellä jäähdytetään terää ja työkappaletta lastuamisen aikana. Se voitelee lastuamisen aikana tapahtuvan kontaktin työkappaleen ja terän välillä, poistaa irronneet lastut ja antaa suojaa korroosiota vastaan. Nämä tekijät ovat tärkeitä, koska lämpötilan vaihtelu, lastujen poiston vaikeutuminen ja kitka aiheuttavat muutoksia työkappaleen pinnanlaadussa, mittatarkkuudessa ja terän kestävyudessa. (3, s. 116.)

Nykyaikana lastuamismesteiden ympäristö- ja terveyshaitat vaikuttavat lastuamismesteen valintaan. Väärät lastuamismesteet aiheuttavat työkoneelle ja työkappaleelle vaurioita. (3, s. 116.)

Lastuamismesteinä käytetään öljyä, vettä ja öljyn emulsiota ja synteettisiä nesteitä. Lastuamismeste valitaan käyttötarkoituksen mukaan ja yleisin tyyppi on emulsio sen edullisuuden ja soveltuvuuden vuoksi. (3, s. 117.)

Emulsiolla pyritään optimoimaan voiteluteho ja jäähdytyskyky. Emulsiossa käytetään vettä lisäksi joko pitkälle jalostettua mineraaliöljyä tai kasvisöljyä. Lisäksi emulsioon sekoitetaan erilaisia lisäaineita, joilla saadaan parannettua mm. korroosiokestävyyttä ja paineenkestoa. (3, s. 117.)

Lastuamisoljy antaa hyvän voitelukykyä, ja se onkin yleensä paras vaihtoehto, jos työstetään vaativia materiaaleja automaattikoneissa, kuten automaattisorveissa sekä hammastuskoneissa. Lastuamisoljyn käyttöikä on pitkä, koska bakteerikasvua ei muodostu öljyssä, ellei siihen ole sekoitettu vettä. Öljy menettää voitelemiskykyä lämpötilan noustessa, joten niihin sekoitetaan lisäaineita, kuten rikkiä, fosforia ja klooria. Lisäksi lastuamisoljyn jäähdytysominaisuudet ovat huonommat kuin emulsiolla ja synteettisillä lastuamismesteillä. (3, s. 118.)

Synteettisiä lastuamismesteitä on puolisynteettisiä ja täysisynteettisiä. Täysisynteettiset ovat öljyttömiä nesteitä ja niiden valmistukseen käytetään vettä ja voitelevia kemikaaleja. Puolisynteettiset ovat rakenteeltaan kuin emulsiot,

mutta öljypitoisuus on suhteessa pienempi. Emulsioon verrattuna puolisynteettisillä nesteillä on huonompi voitelukyky, mutta parempi jäähdytyskyky. Täyssynteettiset nesteet omaavat parhaan jäähdytyskyvyn, mutta heikon voitelukyvyn. (3, s.119.)

Lastuamisnesteisiin lisätään lisäaineita tiettyjen ominaisuuksien parantamiseksi, esimerkiksi seuraavia:

- EP-lisäaine, joka parantaa paineensietokykyä, joka muodostaa kalvon työkalun ja työkappaleen välille.
- emulgaattori, joka muodostaa pysyvän veden ja öljyn väliin
- ruosteenestoaineet
- hapettumisenestoaineet
- biosideja käytetään bakteerien ja sienien tappamiseen
- vaahdonestoaineet
- väri- ja hajuaaineet
- passivointiaineet, jotka estävät lastuamisnesteeseen joutuneiden vieraiden aineiden reagoinnin työkappaleeseen. (3, s. 120.)

3.7 Valssien hionta

Valssin kunto vaikuttaa kuumavalssausprosessissa valmistettavan tuotteen laatuun. Valssien eri materiaalit asettavat hiontaprosessille erilaisia vaatimuksia. Valssit ovat kuumavalssauksessa yleensä karkaistua tai karkaisevatonta terästä, kokilli- tai keskipakovalua tai valurautaa. Hiomakoneella on myös vaikutus hiontaprosessiin. (1, s. 41.)

Valssauksen aikana valssit kulumat. Kuluminen aiheuttaa poikkeavuutta valssin profiilissa ja sylinterimäisyydessä, koska yleensä kulumisen ei ole tasaista. Poikkeavuus sylinterimäisyydestä aiheuttaa värinöitä, valssausvoimavaihteluita ja nauhan pinnanlaatu- sekä tasomaisuusvirheitä. Kulumisen lyhentää valssien käyttöikä. Hionnalla pyritään tekemään valsseille seuraavia asioita:

- Poistetaan kulunut pinta materiaalista.
- Poistetaan valssauksessa syntyneet pintavirheet ja deformaatiot.
- Hiotaan valssi oikeaan geometriseen muotoon.
- Palautetaan valssin vaadittu pinnanlaatu. (1, s. 41.)

Hionnassa valssin halkaisija pienenee, kun valssista poistetaan säröt ja pintavirheet. Oikea geometria vaikuttaa suoraan valssattavan nauhan laatuun. Pinnanlaatu- ja mittatarkkuusvaatimukset vaihtelevat suuresti valssista riippuen. Tuki- ja välivalssien vaatimukset ovat pienemmät kuin työvalssien, koska ne eivät ole suoranaisesti kosketuksissa valssattavaan nauhaan. (6.)

Työvalssilta vaaditaan tarkkaa mittaa ja pinnanlaatua, koska ne ovat suoraan kontaktissa valssattavaan nauhaan. Työvalssissa olevat pintavirheet kopioituvat helposti valssattavaan tuotteeseen. Lisäksi poikkeavuudet halkaisijoiden mitassa aiheuttavat muutoksia valssien kehänopeuksissa. Eri kehänopeudet ovat ongelmana silloin, jos valssaimessa ei ole valsseille erillistä kierrosnopeuden säätöä. (6.)

Outokummun kuumavalssaamalla valssien nopeutta voidaan säätää etu- ja Steckel-valssaimessa. Tandemvalssaimessa ei voida säätää valssien pyörimisnopeutta, jolloin valsseilla on oltava lähes sama halkaisijamitta. Valssille annettujen vaatimusten saavuttaminen edellyttää hiomakoneilta, hiomalaikoilta ja hiomamenetelmältä oikeita ominaisuuksia. (6.)

Hionnassa valssille halutaan saada mahdollisimman kestävä pinta. Valssin pinnasta ei ole tarkoitus tehdä aina kiillotettua, vaan tärkeää on saada haluttu pinnanlaatu käyttäen hyväksi hiontarakeen lastuamisominaisuuksia. Hiomalaikan kovuus on tärkeä tekijä valssien hionnassa. Edullisinta olisi käyttää mahdollisimman kovaa hiomalaikkaa, jolloin laikan kestoikä kasvaa ja kuluminen vähenee. Hiomalaikan kovuuden nostaminen vaatii enemmän hiomakoneelta sekä aiheuttaa värähtelyä hiottavan valssin ja hiomalaikan välille. Hionnan tehokkuuden kannalta koville materiaaleille, kuten valsseille tulisi käyttää pehmeää laikkaa. Pehmeä laikka taas kuluu nopeammin. Tärkeintä on se, että hiomalaikka mukautuu hiottavan valssin mukaan, joten hiomalaikan valinta on kompromissi näiden näkökohtien välillä. (1, s. 42 - 43.)

Etuvälssaimen työvalssien normaalihionta on automaattinen ohjelma, jonka hiomakone suorittaa. Loppukipinöinnillä hiomakone tekee kovuus- ja särömittaukset. Jos säröä on yli 0,5 mm, jatketaan hiontaa niin kauan, että arvo alittuu. (5.)

Etuvälssaimen tukivalssin normaalihionta on automaattinen ohjelma, jonka hiomakone suorittaa. Hiontaa jatketaan mikäli valssin pinnan kovuus on liian suuri. Valsseissa olevat syvemmat kolot sekä syvät säröt pyöristetään kulmahiomakoneella. Tukivalssien hionnan jälkeinen kovuus pitää olla jokaisessa mittapisteessä lähellä valssin lähtökovuutta. (5.)

Nauhavalssaimen työvalssit hiotaan niin, ettei valssin pintaan jää säröjä eikä palojälkiä. Valssin mitattuun maksimikulumaan lisätään vielä 0,30 mm varmuus. Hiontatyö muuttuu hiukan riippuen valssin halkaisijasta. Ø 690 - 645 mm olevat valssit särötarkastetaan, jos valssin vaihto on tehty rutun takia tai, jos valssissa on palojälkiä. Valssista hiotaan säröt, jotka ovat syvyydeltä yli 0,5 mm sekä säröt ja palojäljet, jotka ovat silmin nähtävissä. Halkaisijaltaan alle 645 mm olevia valsseja ei särötarkasteta mittarilla. Valssista hiotaan pois silmin nähtävät säröt ja palojäljet. (6.)

Nauhavalssaimen tukivalssin normaalihionnassa pinnasta hiotaan pois 2,50 mm. Mikäli pinnankovuus ei laske, hiotaan enemmän. Välivalssista hiotaan 0,80 mm, jos pinnankovuus on edelleen liian suuri, hiotaan lisää. (6.)

3.8 Hionnan aikana suoritettavat mittaukset

Kuumavalssauslinjassa olleen työvalssin pinta on kulunut noin ajetun nauhan leveyden verran. Valssin päädyt ovat säilyttäneet halkaisijan paremmin. Kuumavalssaamalla käytössä olevilla hiomakoneilla on eroja mittausten suhteen. Pomini-hiomakoneilla on automaattiset mittalaitteet ja Hercules-hiomakoneilla mitataan käsin. (7.)

Hercules Ws 850 -koneella hiottaessa valssista otetaan käsin lähtömitta, jonka perusteella määritetään valssin tavoitehalkaisija. Seuraavaksi suoritetaan välimittaus, jota seuraa viimeistelyhionta ja halkaisijan loppumittaus. Hercules Ws 450 -koneella suoritetaan alkuhalkaisijan mittaus käsin, jonka jälkeen valssi hiotaan lopulliseen halkaisijaan. Lopuksi otetaan halkaisijamitta valssista. Suorissa valsseissa sallitaan pieni kartiomaisuus. Kartiomaisuutta tarkastetaan mittaamalla halkaisijat valssin molemmista päistä. Saadut loppuhalkaisijat merkataan ylös hiontaohjelmaan, jolloin tulokset tallentuvat tiedostolle. Särötarkastukset ovat silmämääräisiä. (7.)

Pominin hiomakoneissa mittalaite mittaa valssin alkuprofiilin. Kuluman perusteella määritetään valssille tuleva halkaisija. Alkumittauksen jälkeen kone hioo valssin oikeaan profiiliin lähelle haluttua loppuhalkaisijaa. Sen jälkeen mittalaitteisto suorittaa välimittauksen ja särömittauksen. Jos säröjä tai iskujälkiä ilmenee, hiotaan niin kauan, että säröt ja jäljet lähtevät pois. Lopuksi hiotaan valssin pinta hyväksi ja suoritetaan loppumittaus. Kaikki mittaustulokset näkyvät ohjelmistossa. (7.)

4 VALSSIT

Valssit eli valssaimien rullat ovat edellytys sille, että valssattava tuote saadaan haluttuun muotoon. Valssaimessa valssien täytyy kestää suurempaa voimaa kuin valssattavan kappaleen haluttuun muotoon saattaminen vaatii. Valssin profiililla saadaan aikaan valssattavan tuotteen profiili. Nauhavalsauksessa nauhaa valssataan tasomaiseksi, joten työvalssien valssauspinnan profiili ei sisällä teräväkulmaisia muotoja, vaan ne ovat joko sylinterimäisiä, kartiomaisia tai loivasti kaartuvia muodoiltaan. Valssaimessa voi olla myös työvalsseja tukevia tuki- ja välivalsseja, etenkin suuria voimia vaativien materiaalien valssauksessa. Valmistusprosessissa voidaan käyttää myös pystyvalsseja, joilla saadaan tuotteen leveys kohdalleen. Valssit kiinnitetään valssaimen runkoon laakeripesistä. Laakeripesiä liikuttelemalla ylä- ja alavalssien välistä etäisyyttä voidaan säätää pystysuunnassa, jolloin valssausrako kasvaa. Valssin toisessa päässä on kytkin, jonka avulla saadaan valssia pyörittävä voimalähde kytkettyä. (4, s. 336 - 339.)

Outokummun kuumavalssaamolla on tällä hetkellä käytössä valsseja seuraavana olevan taulukon 1 mukaisesti. Taulukossa ei ole huomioitu varastossa olevia uusia valsseja. (8.)

TAULUKKO 1. Käytössä olevien valssien määrät 4.5.2011 (8)

	Työvalssit	Tukivalssit	Välivalssit
Etuvalssain	8 kpl	12 kpl	-
Steckel-valssain	20 kpl	13 kpl	8 kpl
Tandemvalssain	37 kpl	15 kpl	-

4.1 Valssien materiaali

Valssainteloja valmistetaan eri materiaaleista riippuen siitä, mitä metallia valssattava tuote on. Eri materiaalien valssaaminen vaatii mm. eri kovuuksia, pinnanlaatua ja kuumuuden kestävyyttä. Myös valssin kustannustehokkuus on huomion arvoinen asia. Nauhan kuumavalssauksessa valssimateriaaleina käytetään valurautaa, valuterästä, myös korkeakromisena, taottua terästä, pikaterästä sekä karbidiseoksia. (9, s. 534 - 555.)

Työvalsseissa käytetään kovempia materiaaleja kuin tukivalsseissa. Tämä estää tuki- ja välivalssien pintavirheiden siirtymisen työvalsseihin ja sitä kautta teräsnauhaan. Kovimpia valsseja ovat pikateräksestä valmistetut etuvalssaimen ja nauhavalssaimen työvalssit. Tandemvalssaimen ja nauhavalssaimen IC-materiaalista valmistetut työvalssit ovat särönkestävimpiä valsseja. Taulukossa 2 on esitetty eri valssien materiaalit ja kovuudet. (1, s. 79.)

TAULUKKO 2. Valssien materiaalit (8)

Valssain	Materiaalit
Etuvälssain Työvalssi Tukivälssi	Teräs, pikateräs HSS Valuteräs, taottu teräs 3 %Cr
Steckel-välssain Työvalssi Välivälssi Tukivälssi	Pikateräs HSS, IC Taottu teräs Taottu teräs 5 % Cr tai 3 % Cr
Tandemvälssain Työvalssi Tukivälssi	IC Taottu teräs 3 % Cr

4.2 Valssien muoto

Valssit ovat tavallisimmin sileitä tai uritettuja, sen mukaan valssataanko levyä, nauhaa, lankaa, lattatankoa vai tankoa. Kuumanauhavalssaamalla valssit ovat pääsääntöisesti suoria.

Tandemvalssaimella olevat työvalssit ovat CVC-muotoisia (continuous variable crown) eli valssi näyttää profiililtaan Coca-Cola-pulloilta. Muuten kaikki työ-, väli- ja tukivalssit ovat profiililtaan sylinterimäisiä, joissa sallitaan hyvin pieni kartiomaisuus. Valsseihin hiotaan valssauspinnan reunaan 80 mm leveä bombeeraus. Tukivalssit ovat halkaisijoiltaan huomattavasti suurempia kuin työvalssit. Valssin toinen pää kiinnitetään valssia pyörittävään moottoriin (7).

4.3 Valssien kuluminen, lämpötilat ja jäähtytys valssauksessa

Valsseissa esiintyy erilaisia vikoja. Valssi voi sutia nauhan pinnalla eli kitka valssin ja nauhan pinnan välillä ei ole tarpeeksi suuri. Kitkaan vaikuttaa valssin pinnankarheus. Tämä aiheuttaa naarmuja nauhan pintaan. Nauhas- ta voi jäädä materiaalia valssin pintaan, jolloin valssin pinnasta tulee epätasainen ja epätasaisuudet monistuvat nauhan pintaan valssauksessa. Teräs- nauha saattaa myös liian suuren kitkan johdosta jäädä kiinni valssin pintaan ja pyöriä valssin ympäri. Nauhan pää ja nauhassa oleva ruttu aiheuttaa valssiin iskujälkiä. Iskujälki on kuoppa valssin pinnalla. Kuopan lisäksi valssin pinta säröilee usein iskun seurauksena. Valssiin syntyy palo- jälkiä, mikäli nauha pysähtyy. Kuuma nauha polttaa tällöin valssin pintaa pitkäaikaisesti nauhaa koskettavalta osalta.

Valsseissa saattaa esiintyä myös valmistusvikoja, jolloin valssi saattaa halkeilla. Valssissa saattaa olla pintajännityksestä johtuvia vikoja tai valssin kovuus ei vastaa haluttua. Valmistusviasta johtuvat valssin hajoamiset ilmoitetaan valmistajalle ja muutoin syntyvät viat pyritään korjaamaan, mikäli se on mahdollista ja kannattavaa (7.)

Valsseissa esiintyvät lämpötilan vaihtelut aiheuttavat muutoksia atomitason sidoksissa. Muutoksia lämpötilassa voi esiintyä runsaasti valssauksen aikana, koska valssit ovat kontaktissa noin 900 - 1 200°C:n lämpötilassa olevan teräsnauhan kanssa (7.)

Outokummun kuumavalssaamolla valsseja jäähdytetään ulkopuolisella vesijäähdytyksellä valssauksen aikana. Jokaiselle valssille menee tukki, jossa on useita suuttimia. Suuttimet ovat suunnattu niin, että vesisuihku jäähdyttää koko valssin leveydeltä. Etuvalssaimen työvalsseille on useampi jäähdytysjärjestelmä. (7.)

4.4 Valssien vaatimukset

Valssien tulee täyttää tietyt vaatimukset, jotta niiden käyttö valmistuksessa on sallittua. Koska valssauksen aikana valssiin kohdistuu paljon rasituksia, on valsseille annettu tietyt vaihtovälit. Jokaiselle valssille on asetettu tavoitearvot joko valssatun nauhan tonnimäärien tai kilometrimäärien perusteella. Etuvalssaimella vaihtovälit on ilmoitettu tonnien mukaan ja muilla valssaimilla kilometrien. Vaihtovälit ovat ilmoitettu taulukossa 3. Lisäksi etuvalssaimen pystyvalssaimille vaihtovälit 120 000 t - 180 000 t. (8.)

TAULUKKO 3. Valssien vaihtovälit (8)

Valssain	Tavoite	Max
Etuvalssain		
Työvalssit		
Teräs Cr	8 000 t	10 000 t
Pikateräs HSS	10 000 t	12 000 t
Tukivalssit	40 000 t	60 000 t
Steckel-valssain		
Työvalssit	21 km	23 km
Välivalssit	350 km	420 km
Tukivalssit	1 200 km	1 600 km
Tandemvalssain		
Työvalssit	21 km	23 km
Tukivalssit	1 200 km	1 600 km

Valssien lähtöhalkaisijat ja alamittarajat on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Valssien halkaisija mitat (8)

Valssain	Valssityyppi	Alkuperäinen halkaisija (mm)	Halkaisijan alammitta (mm)
Etuvalssain	Työvalssi	1 000	900
	Ylätukivalssi	1 600	1 435
	Alatukivalssi	1 600	1 440
	Pystyvalssi		682
Steckel-valssain	Työvalssi	690	630
	Välivalssi	690	630
	Tukivalssi	1 370	1 260
FX-valssaimet	Työvalssi	680	600
	Tukivalssi	1 600	1 270

Valssien kovuudet on esitetty taulukossa 5. Lukemat on otettu VASE:sta (valssinseuranta järjestelmä) 4.5.2011 niistä valsseista, joita ei ole romutettu.

TAULUKKO 5. Valssien kovuudet (8)

Valssi tyyppi	Materiaali	Kovuus ShC
Steckel-valssain		
Tuki	3 % Cr taottu	65 – 71
	5 % Cr taottu	64 – 70
Väli	3 % Cr taottu	75 – 80
Työ	Pikateräs	75 – 89
	Hienokarbidi	76 – 77
Tandemvalssain		
Tuki	3 % Cr taottu	60 – 67
Työ	Hienokarbidi	76 – 77
Etuvalssain		
Tuki	Valuteräs	52 – 70
	3 % Cr taottu	57 – 65
Työ	Pikateräs	73 – 77
	12 % Cr- teräs	74 – 80

5 TARKASTUSMENETELMÄT

Tarkastus suoritetaan erilaisilla mittauksilla, joissa saatuja tuloksia verrataan asetettuihin ohjearvoihin. Tarkastusmenetelmillä pyritään poistamaan viallisten osien ja koneiden aiheuttamia vahinkoja sekä varmistetaan laadukas lopputuote. Viallisten asioiden käyttö saattaa vaikeuttaa tuotannon kokonaisuuden toimintaa.

Tarkastusmenetelmät jaetaan kahteen ryhmään, materiaalitekniset ja konepajatekniset mittaukset. Materiaalitekniisiin menetelmiin kuuluu tässä tapauksessa materiaalin eheyttä mittaavat pyörrevirta- ja ultraäänitarkastus sekä aineen kovuus- ja lämpötilamittaukset. Konepajatekniisiin mittauksiin sisältyy kappaleen geometrian mittaaminen, kuten muodon ja halkaisijan mittaaminen sekä pinnankarheuden mittaaminen.

5.1 Kalibrointi

Kalibroinnilla tarkoitetaan mittalaitteen tuloksen täsmällisyyttä. Siinä verrataan mittalaitteen näyttämää tai kiinteän mitan arvoa mittanormaaliin. Mitta-arvoja otetaan useasta pisteestä tietyllä mitta-alueella. Tämä tehdään mahdollisten mittavirheiden vähentämiseksi. Kalibroinnin jälkeen tiedetään mittalaitteen tuloksen yhteys mitattavan suureen tosiarvoon tietyn epävarmuuden mukaisesti.

Mittalaitteen epävarmuus kasvaa ajan kuluessa ja siihen vaikuttavat ympäristöolosuhteet, kuluminen, lika, pöly, kemikaalit ja vanheneminen. Laitteen epävarmuuden selvittämiseksi, on valmistaja asettanut laitteelle kalibrointiaikavälin. Kalibroinnilla nähdään laitteen ikääntymisen aiheuttamat muutokset mitta-arvoasteikossa, mutta se ei poista ympäristöstä aiheutuvia epävarmuuksia. On olemassa kalibrointiin erikoistuneita laboratorioita, joissa saadaan ihanteelliset olot mittalaitteen kalibrointiin.

5.2 Mittausvirheet

Mitä tahansa suuretta mitatessa tulokset ovat aina likiarvoja, ja niihin vaikuttaa mittalaitteen tarkkuus, mittaaja itse sekä mittauskohteen luonne. Täysin täsmällisiä mittauksia on vaikea tehdä poisluettuna yksinkertaisimpien suureiden mittaukset. Mittauksista saatujen tulosten lisäksi on selvitetävää tulosten luotettavuus. (10, s. 2.)

Mittauksissa esiintyy kolmea virhetyyppiä: karkea virhe, systemaattinen virhe ja satunnaisvirhe. Karkea virhe on mittalaitteen käytöstä johtuva virhe, eli käyttäjä ei ole osannut käyttänyt mittalaitetta tai ei ole lukenut tulosta oikein. Systemaattinen virhe esiintyy mittaustuloksissa säännöllisesti ja se on koko ajan samansuuruinen mittaustuloksiin nähden. Tällainen virhe aiheutuu mitta-asteikon poikkeavuudesta eli virheellisestä kalibroinnista tai mitatavan kappaleen muutoksista, kuten lämpölaajenemisesta. Satunnaisvirhe ilmenee yksittäisenä virheellisenä otoksena, jolloin jokin tulos poikkeaa muista tuloksista. Satunnaisvirhettä aiheuttaa hetkellinen väärä asento mittalaitteelle. Karkeaa virhettä ei oleteta olevan taitavalla mittaajalla, joten sen poistaminen mittausvirheistä onnistuu. Systemaattisen virheen voi estää huolellisella kalibroinnilla, mutta voi olla, ettei virhettä voi poistaa kokonaan. Satunnaisvirheitä voi pienentää ottamalla useampia otantoja yhdestä mitta-pisteestä. Jos kaikki edellä mainitut virheet ovat vaikutukseltaan hyvin pieniä, mittaustuloksissa on tulos lähellä oikeaa. (10, s. 3.)

5.3 Ultraäänitarkastus

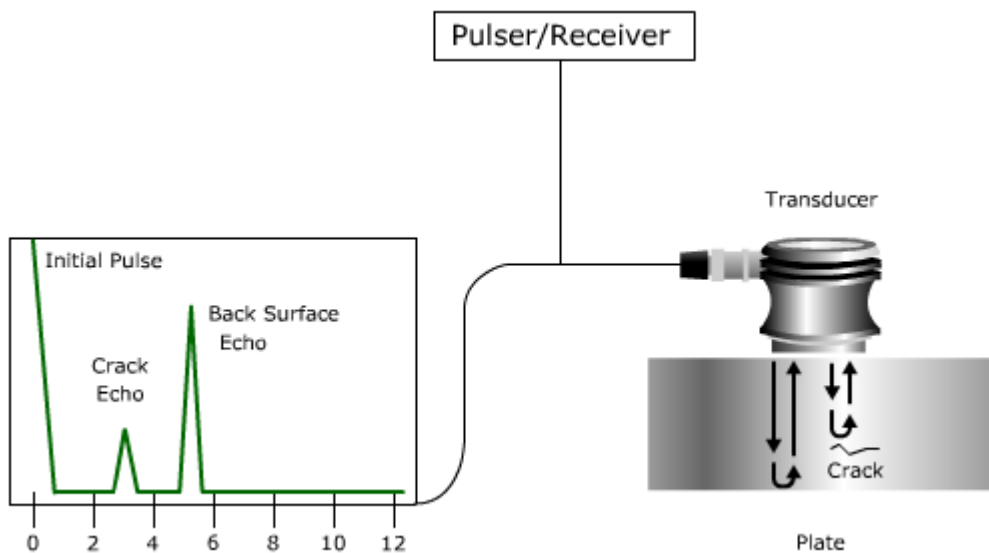
Ultraääni on ihmisen kuuloalueen ulkopuolella >20 kHz. Ultraääni on atomin mekaanista aaltoliikettä, joten se tarvitsee edetäkseen väliaineen eikä etene tyhjiössä. Parhaiten ultraääni etenee nesteessä sekä useissa kiinteissä aineissa. Kaasuissa ultraääni vaimenee nopeasti. Ultraäänen ominaisuuksia ovat heijastuminen, taittuminen ja fokusoitavuus. (11, s. 1.)

Ultraäänitarkastus (SFS-EN 583) on vuometrinen menetelmä eli se soveltuu aineen sisäisten ja pinnan vikojen tarkastukseen sekä ainevahvuuksien

mittaamiseen. Ultraäänitarkastus perustuu ääniaaltoihin, jotka kulkevat tietyllä nopeudella aineessa. Ääniaallon osuessa rajapintaan se heijastuu.

Yleisin ultraäänitarkastuksen menetelmä on kaikumenetelmä, jossa käytetään hyväksi heijastuksia. Menetelmässä äänipää toimii lähetin-vastaanottimena, joka lähettää ääni-impulsseja, jotka osuessaan rajapintaan heijastuvat ja kimpoilevat takaisin vastaanottimena myös toimivaan äänipäähän. Rajapintoja muodostavat aineen ulkopinnat tai aineen sisällä olevat vikakohdat. Mittalaite mittaa äänen kulkuun kuluneen ajan. Kun äänen nopeus on kiinteässä homogeenisessä aineessa vakio, laskee mittalaite äänen kulkeman matkan.

Kuvassa 9 äänipää lähettää ja vastaanottaa ääntä. Särön kohdalla ääni heijastuu lyhyemmän etäisyyden päästä takaisin kuin kohdassa, jossa ääni kulkee kappaleen toiseen rajapintaan asti. Äänen kulkema matka näkyy impulssina laitteen näytöllä, jossa näkyy lähtökaiku, säröpinnan kaiku sekä toisen rajapinnan kaiku. (12, s. 33 - 34.)



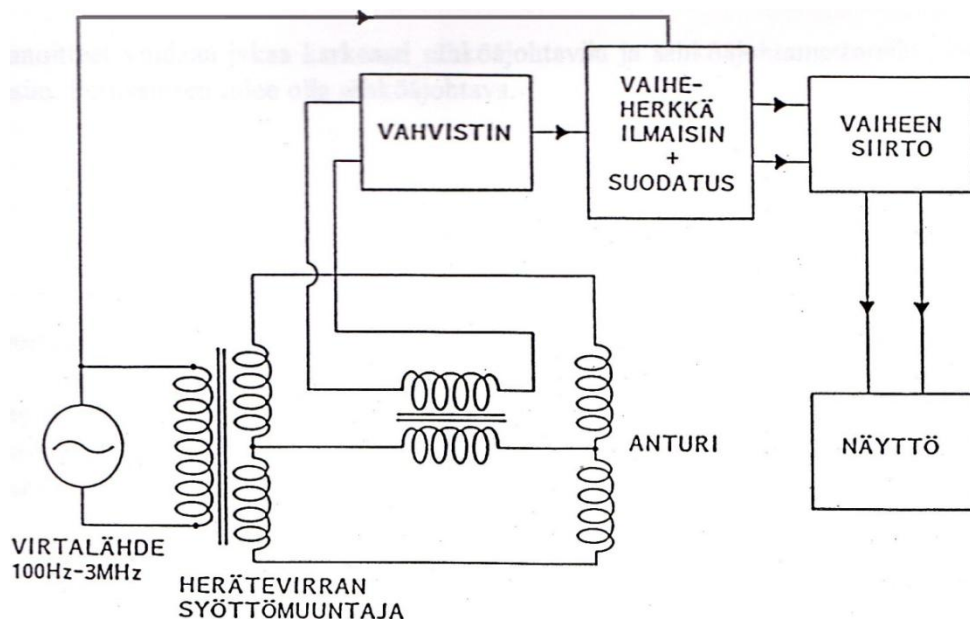
KUVA 9. Ultraäänien toiminta säröjen etsinnässä (13)

Menetelmän rajoittava tekijä on ultraäänien vaimeneminen tietyissä materiaaleissa kuten valuraudassa ja muoveista. Lisäksi ääni siroaa esim. aus-

teniittisessä teräksessä. Kahden eri aineen rajapintaan osuessa ultraäänen aalto muuttuu ja se aiheuttaa tulkintavaikeuksia. (14, s. 38.)

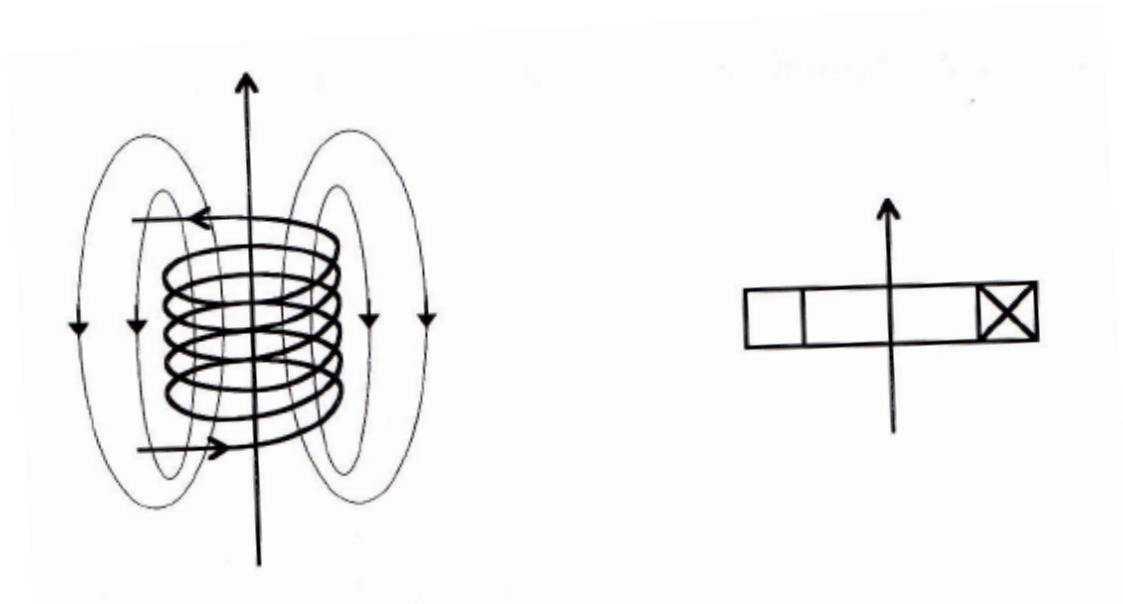
5.4 Pyörrevirta

Pyörrevirtamenetelmä perustuu sähkömagnetismiin ja se soveltuu sähköä johtavan aineen pinnan läheisyydessä olevien vaurioiden etsimiseen. Vaurion, kuten särön, löytäminen perustuu sähkömagneettikenttään, joka kulkee sähköä johtavan aineen pinnan läheisyydessä. Kun pinnassa on särö, magneettikenttä katkeaa. Menetelmää käytetään mm. säröjen syvyyden ja kalvojen paksuuksien mittaukseen (kuva 10). (14, s. 32.)



KUVA 10. Pyörrevirtalaitteen pääosat (15, s. 15)

Johtimessa sähkövirta saa aikaan johtimen ympärille magneettikentän. Johtimen muotoa muokkaamalla on mahdollista tehdä siitä kela pyörittämällä siihen silmukoita, jolloin magneettikentän voimien suuntia saadaan muutetuksi kuvan 11 mukaisesti. Kun kelan vie sähköä johtavan kappaleen läheisyyteen, siitä indusoituu sähkövirta, jota nimitetään pyörrevirraksi. Pyörrevirtoja voidaan indusoida vaihtovirralla. (15, s. 10.)



KUVA 11. Sähkövirrallisen kelan magneettikenttä (15, s. 10)

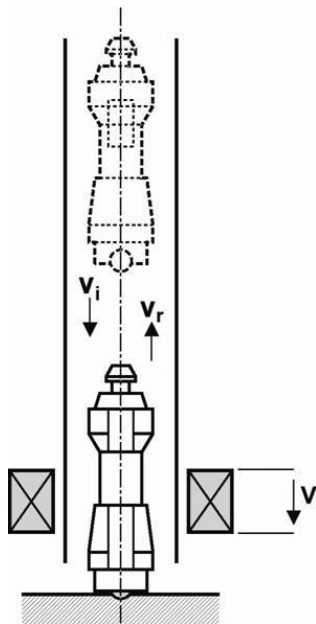
Pyörrevirtaa käytetään pinnan tarkastukseen. Pyörrevirrat ovat tiheimmällä kappaleen pinnalla ja ne pienenevät syvemmälle mentäessä. Normaalisti maksimisyvyys on noin 4 mm, mutta erikoislaitteilla on mahdollista päästä 10 mm syvyyteen. (15, s. 13.)

5.5 Kovuusmittaus

Kovuus on materiaalin mekaanisiin ominaisuuksiin kuuluva suure. Kovuus ilmaisee materiaalin kyvystä muokkautua, joustaa, naarmuuntua, leikkautua ja kulua. Aineen kovuutta voidaan mitata eri menetelmillä ja aineen kovuutta merkitään eri asteikolla riippuen mitattavasta materiaalista ja tottumuksista. Mittaustavat perustuvat jäljen painamiseen tai naarmun muodostamiseen materiaalin pintaan sekä pinnasta kimpoamiseen. Yleisimmät standardisoidut kovuustestausmenetelmät metalleille ovat materiaalin pintaan painettavaan jälkeen perustuvia kuten Brinell, Rockwell ja Vickers. Samaan menetelmään perustuu yleisesti joustavien ja kumimaisten aineiden kovuutta mittaava Shore-koee, mutta Shoren asteikkoa käytetään myös kimpoamiskokeessa, kun mitataan kovia materiaaleja esimerkiksi teräksiä. Materiaalin pinnasta kimpoamiseen perustuvia menetelmiä ovat myös Leeb ja Bennet. Pintaa naarmuttamalla tehtävä Moshin kovuustestaus on yksin-

kertaisin menetelmä, mutta se ei ole tieteellisesti kovin tarkka. (12, s. 18 - 20.)

Tottumusten seurauksena valssin kovuus ilmoitetaan Shoren asteikolla (ShC), vaikka asteikkoa yleensä käytetään kumisille materiaaleille esimerkiksi auton renkaille. Pehmeiden materiaalien mittaamisessa painetaan jälki tietyllä voimalla mitattavan materiaalin pintaan ja mitataan jäljen koko. Valssien mittaamisessa mittausperiaate muuttuu kimpoamismenetelmään. Tämä menetelmä perustuu lasiputken sisällä olevan timanttikärkisen iskurin pudottamiseen tietystä korkeudesta mitattavan materiaalin pintaan. Iskurin osuttua pintaan se kimpoaa takaisin tulosuuntaan. Iskurin ollessa korkeimmassa kohdassa pompun aikana saadaan sen indeksistä materiaalin kovuudelle Shoren arvo. Mitä kovempi materiaali on, sitä korkeammalle iskuri kimpoaa. Menetelmä soveltuu vain paksujen kappaleiden mittaamiseen, koska se ei saa altistua värähtelylle, jota esiintyy ohuen levyn pinnalla iskurin osuessa. Iskuri jättää pienen kuopan materiaalin pintaan. ShC-asteikko on 0 - 100 (kuva 12). (16.)

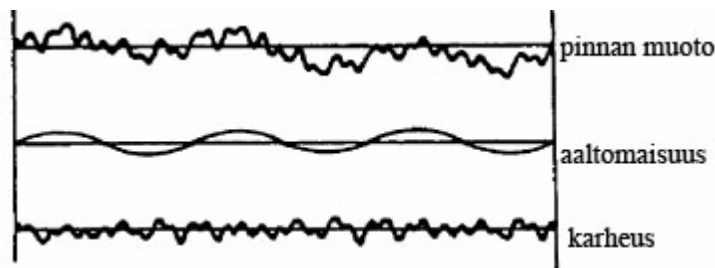


KUVA 12. Leeb rebound-periaate (17)

Valssin kovuus muuttuu ajan myötä. Kovuusmittauksia on syytä suorittaa, jotta varmistetaan valssin kovuuden pysyminen oikeana eli lähellä lähtökovuutta.

5.6 Pinnankarheus

Pinnankarheuden mittaaminen on mikrogeometristen muotojen mittaamista. Se pohjautuu pinnan huippujen ja syvänteiden pohjien korkeuseroihin, muotoihin ja etäisyyksiin, joita verrataan keskiviivaan. Kappaleen pinta muodostuu eri taajuuden omaavista muodoista. Kappaleen päämuodot aiheuttavat pieniä taajuuksia, pinnan aaltomaisuus aiheutuu keskisuurten taajuuksien omaavista muodoista. Suuren taajuuden omaavat muodot aiheuttavat pinnan karheuden. Kuvassa 13 esitetään pinnan muodon sekä suuren ja keskisuuren aallonpituuden yhteys. (18.)



KUVA 13. Pinnan muodostamien aaltojen yhteys (18)

Lastuavassa työstössä käytetään yksikärkiterää tai hiomaraakeita sisältävää hiomalaikkaa. Jokainen tapa jättää omanlaatuisen epätasaisuuden työstettävään pintaan. Yksikärkiterä jättää jaksoittaisen terän muotoisen jäljen, hiomalaikka jättää epäsäännöllisiä jälkiä sekä lastujen irtoaminen jättää erilaisia epätasaisuuksia työstettävään pintaan. Nämä epätasaisuudet muodostavat pinnan karheuden. (18.)

Pinnankarheutta mitataan yleisimmin mm. R_a -, R_y - ja R_x -arvona eli keski-poikkeaman arvona. Mittayksikkönä käytetään mikrometrin (μm) tarkkuutta eli 0,001 mm. (19, s. 63.)

Pinnankarheuden määrittämiseen käytetään menetelminä vertaamista tai mittaamista. Vertaaminen tapahtuu käyttämällä sormeaa ja pinnankarheusmallisarjaa, joka sisältää eri työstömenetelmien työstöpintaa eri pinnankarheuksilla.

Mittalaitteet ovat erilaisia indikaattoreita. Mittakärkeä käyttävä mittalaite liu'uttaa timanttikärkistä piikkiä pitkin mitattavan kappaleen pintaa tietyn matkan verran. Matkan pituus riippuu mitattavan kappaleen pinnankarheudesta. Mitä pienempi pinnankarheus, sitä pienemmän matkan täytyy mittakärjen kulkea. Mittakärki reagoi pinnan muotoihin ja sen liikkeet tulevat profiilikäyränä mittalaitteeseen, joka prosessoi tulokset ja laskee pinnankarheudelle halutulla arvolla keskiarvot. Näytölliset laitteet piirtävät usein pinnan aaltoja kuvaavan käyrän. (19, s. 63 - 68.)

5.7 Lämpötilan mittaus

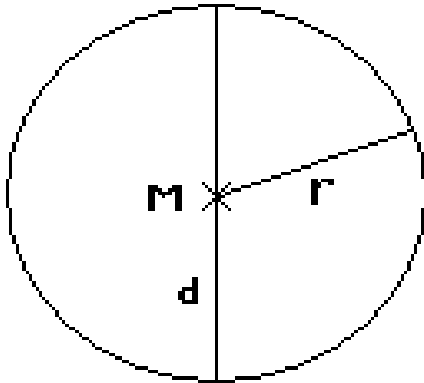
Lämpötila on fysikaalinen suure, joka on mitattavissa vain suurelta atomijoukolta. Se on aineen rakenneosien liike-energiaa. Lämpötilaa mittayksiköinä pääsääntöisesti käytetään (K) Kelviniä. Lämpötila siirtyy kahden aineen välillä kuumemmasta kylmempään. Lämpötila vaikuttaa aineen kemialliseen rakenteeseen molekyylitasolla, koska atomit ja atomien väliset kiinnevoimat muodostavat sidoksia atomien välillä. Lämpötilaa mitataan lämpömittarilla, lämpökameralla, vastuslämpötila- ja puolijohdelämpötilantureilla sekä termoparilla. (20, s. 94.)

5.8 Geometriaan perustuvat mittaukset

Kappaleen geometrisillä mittauksilla mitataan kappaleen halkaisijaa, epäkeskeisyyttä, kartiomaisuutta ja muotoja. Mittalaitteina käytetään kiinteitä mittalaitteita ja osoittavia mittalaitteita. Kiinteitä laitteita ovat mittalaitteet ja asteikot, kuten rullamitta, cirkometri ja teräsmitat. Osoittavia mittalaitteita ovat käsimitalaitteet, mikrometriruuvit, työntömitat ja mittakello. Lisäksi on mittauskoneita, joista mainittakoon ääriviivaheijastimet, pituusmittauskoneet ja ympyrämäisyyden mittauskoneet. Optisia mittalaitteita ovat teodoliitti, vaaituskone, autokollimaattorit, suuntauskaukoputket ja laserinterferometrit. Työstökoneissa on omat mittalaitteistot, jotka pohjautuvat laseriin, ultraääneen ja kaikuluotaimiin tai erilaisiin paikka-antureihin, kuten Hall-anturit, magneettiset pulssianturit, optiset pulssianturit ja potentiometrit. (21.)

Yleensä suuretta mitataan SI-järjestelmän yksikön mukaan, riippuen kuitenkin maantieteellisestä sijainnista ja tavoista. Suomalaiset ovat tottuneet käyttämään metriin perustuvaa yksikköä, mutta amerikkalaiset käyttävät tuumaan perustuvaa yksikköä. Metri on se matka, jonka valo etenee tyhjiössä aikavälissä $1/299\,792\,458$ sekuntia. (22.)

Halkaisija on ympyrän kehän kahden pisteen välinen suora, joka kulkee keskipisteen kautta. Halkaisijaa merkitään matematiikassa kirjaimella d mutta myös merkillä \emptyset . Epäkeskeisyysmittauksessa mitataan ympyrämäisyyttä ja sitä kautta säteen r pituutta eri puolelta kehää (kuva 14). (23.)



KUVA 14. Ympyrä, jossa esitetty M keskipiste, d halkaisija ja r säde

6 OUTOKUMMUN KUUMAVALSSAAMON HIOMAKONEET

Valssihiomolla on käytössä neljä hiomakonetta. Kaksi italialaista Techint Groupin Pomini-merkkistä ja kaksi saksalaista Hercules-merkkistä hiomakonetta. Hiomakoneet on suunniteltu suurien sylinterimäisten kappaleiden hiontaan.

Pominin HD 403/425 ja HD 400/425, jotka on nimetty Pomini 4 ja Pomini 3, ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan lähes samanlaisia. Pomini 3 soveltuu isompien valssien hiontaan, koska keskiöiden etäisyydet ovat siinä suuremmat kuin Pomini 4:ssä. Pomini 3:ssa käytetään tuotantomäärästä riippuen nauhavalssaimen tuki-, väli- ja työvalssien sekä tandemvalssaimen tuki- ja työvalssit. Tuotantomäärän ollessa suuri hiotaan Pomini 3:lla myös tandemvalssaimen työvalsseja. Pomini 4:llä hiotaan tandemvalssaimen työvalsseja. (4, s. 80.)

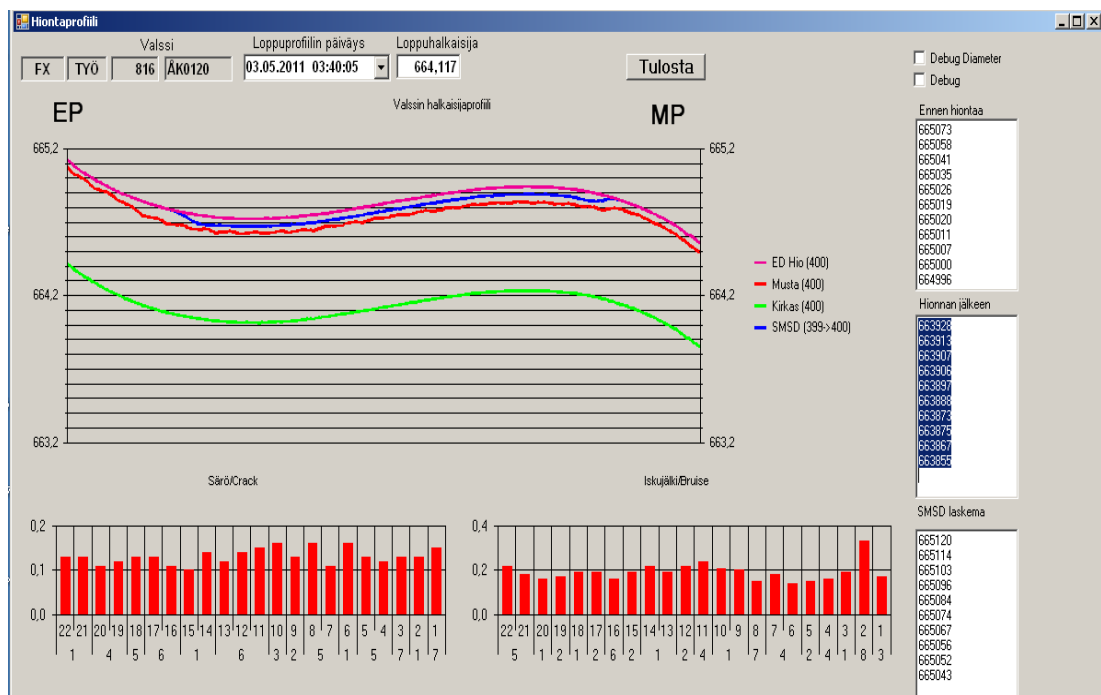
Hiomakoneet koostuvat kolmesta pääosasta: tukialustasta, eturungosta ja takarungosta. Tukialusta on liikkuva ja se sisältää valssin muotoja tarkastelevia komponentteja. Eturunko koostuu valssia pyörittävästä, kannattavista ja suuntaavista komponenteista. Takarungolla tarkoitetaan osia, joilla työstetään valssia. Koneen toimintoja ohjataan CNC-ohjauksella. Ohjaus suorittaa valssien hionnan ja huoltotoiminnot. Hiomakoneella tehdään valssiprofiilit automaattisesti. Lisäksi valssien särömittaukset hiomakone hoitaa automaattisesti. Vastaavasti hiomakoneelta tuleva data näkyy näyttöpäätteellä, josta on havaittavissa kaikki käynnissä olevan hionnan työstöparametrit ja arvot. Työstöparametrien muuttaminen on mahdollista hionnan aikana. (4, s. 80 - 82.)

Herkules WS 850 ja WS 450 ovat vanhempia kuin Pomini-hiomakoneet. WS 850 -hiomakone on näistä kahdesta tehokkaampi ja sillä hiotaan etuvalssaimen työ- ja tukivalsseja. WS 450:lla hiotaan nauhavalssaimen työ- ja

välivalssseja. Koneet ovat rakenteeltaan samanlaisia. Molemmassa on erikseen alusta työkappaleelle ja hiontavaunulle. Hiontavärähtelyn vähentämiseksi kärkipylkän ja hiomalaikan moottorit on asennettu erilleen. Ohjaus tapahtuu NC-ohjauksella, jolla voidaan ohjelmoida erilaisia työkiertoja ja asettaa työstöarvoja ennen hiontaa. (4, s. 83 - 85.)

6.1 Hiomakoneiden tarkastuslaitteistot

Pomini-hiomakoneissa on pyörrevirtausmittaukseen perustuva särömittalaitteisto. Mittauslaite muodostaa magneettikentän kohtisuoraan valssin pintaan nähden ja havaitsee magneettikentän muutokset särön kohdalla. Alla oleva kuva on Pominin näytöllä olevasta valssin hiontaprofiilista, jossa näkyy särö- ja iskujälkimittaukset, valssin profiilit mustana ja kirkkaana sekä halkaisijamittaukset eri pisteistä (kuva 15).



KUVA 15. Pomini hiomakoneen työkappaleen mittaustulokset ohjelmistossa

Herkules WS 850 sisältää sähköisen halkaisijamittarullan, joka mittaa valssin halkaisijaa ja kartiomaisuutta hionnan aikana. WS 450 -hiomakoneessa ei ole samankaltaista laitetta ja mittaaminen tapahtuu käsin mikrometrillä. (4, s. 82 - 85.)

6.2 Valssin seurantaohjelma VASE

VASE on ohjelma, jolla seurataan valsseja. Seurannassa on vaihdot valssien, pesien kuin korokepalojenkin osalta. Ohjelmasta löytyy kortteja valsseille, hionnalle ja laitteille, joiden avulla voi seurata laitteiden ja valssien menneitä tapahtumia. Selailuominaisuuksiin kuuluu valssitilanteen, valssi-parien, kovuuskuvaajien ja pesien selailun tarkastelumahdollisuus.

VASE:lla voidaan myös suorittaa valssien tilauksia. Ohjelma suorittaa vertailuja valsseille ja niiden tehoille. VASE:ssa on mahdollista tehdä valssin vaurioilmoituksia sekä selailla valssien vaurioilmoitushistoriaa. Erilaiset simuloinnit ovat myös mahdollisia ohjelmalla, kuten valssitilanteen simulointi ja pistolinjan simulointi. VASE:lla hoidetaan myös materiaalien ja toimittajien ylläpito. Hälytyshistoriaan merkitään kaikki ilmoitukset, jotka ilmoitetaan tietokantaan.

7 MITTAUKSET

7.1 Kovuusmittaukset

Kovuusmittausten kohteina olivat Steckel-valssaimen yhdeksän tukivalssia mustana ja kirkkaina eli ennen ja jälkeen hionnan. Muita mittauskohteita oli yksi valssipari Steckel-valssaimen HSS pikateräksisiä työvalsseja, kaksi valssiparia FX-valssaimen työvalsseja ja kuusi kappaletta FX-valssaimen tukivalssseja.

Steckel-valssaimen tukivalssien mittaamisella haluttiin kartoittaa kovuuden eroa hiomattoman ja hiotun valssin välillä. Mittauksessa saaduista tuloksista tehtiin valssikohtaiset kuvaajat, jotta vertaaminen olisi helppoa. FX-valssaimen työvalsseihin otettiin kahden eri valmistajan valssit, joita vertailaan tulosten perusteella. Toinen valssipari oli Åkersin valmistamia valsseja, joita on käytetty pitkään Outokummun kuumavalssaamolla. Toinen valssipari oli Sinosteelin valmistama ja oli ensimmäinen Sinosteelin valssipari, jota käytetään kuumavalssaamolla. Molemmat valssiparit olivat materiaaliltaan IC-hienokarbidia. Steckel-valssaimen pikaterästyövalssipari otettiin mukaan mittauksiin vertailun vuoksi. FX-valssaimen tukivalssit hiottiin käsin, minkä vuoksi valsseille suoritettiin kovuusmittaukset, jonka tuloksilla nähtiin aiheutuiko hionnasta kovettumakohtia valsseihin.

Kovuusmittaukset tehdään Proceadin valmistamalla Equotip 3 -metallinkovuusmittauslaitteistolla. Laitteisto sisältää näyttölaitteen, mittausiskurin, tarvittavat kaapelit, kalibrointipalan, ohjelmiston, manuaalit, sertifikaatit ja säilytyssalkun. Laite on kehitetty metallisten materiaalien kovuuden mittaamiseen niin koville kuin pehmeille aineille. Equotip 3 ottaa huomioon mittauspään asennon käsin säädettynä viidestä eri suunnasta. Lisäksi on mahdollista valita automaattinen mittauspään asennon tunnistaminen. Mittauspään toiminta perustuu Leebin kehittämään rebound-tapaan. Varsinainen mittalaite pystyy näyttämään tuloksen usealla asteikolla Leeb (HL)-

Vickers (HV)-, Brinell (HB)-, Rockwell (HRA, HRB, HRC)- ja Shore (HS)-asteikolla.

Valssien kovuusmittauksessa käytetään Shoren asteikkoa, vaikka se onkin yleisesti tehty kumimaisille materiaaleille. Laite on liitettävissä PC-tietokoneeseen ja mukana tulevan ohjelman avulla mittaustulokset on mahdollista ottaa koneelle taulukkona tai graafina. Kone laskee automaattisesti otantojen keskiarvon ja siihen voi asettaa minimi- ja maksimipoikkeaman mittaustuloksista, jolloin laite eliminoi suoraan mittausvirheestä johtuvat mittaustulokset. Alla on kuva käytetystä mittalaitteesta (kuva 16). (23.)



KUVA 16. Equotip 3 -kovuusmittari (23)

Ennen mittauksen aloittamista tarkastettiin mittarin luotettavuus kalibrointi palalla. Varsinaisia mittauksia edelsi valmistelevia toimenpiteitä. Ensimmäiseksi valssin pinta puhdistettiin puhdistussprayllä pinnalla olevasta öljystä ja liasta. Puhdistaminen pitää tehdä vedettömällä puhdistusaineella, koska veden joutuessa mittauslaitteeseen, voi sen käyttöikä lyhentyä. Mitattavan pinnan tulee olla hyvin puhdas, jotta mittaava kuula kimpoaa oikein eikä

sen osuma vaimennu. Mittaukset tehtiin valssin pinnasta lähtien moottorin puoleisesta päädyistä. Valssin pituus mitattiin rullamitalla, jonka perusteella pystyi määrittelemään sopivat mittapisteiden paikat. Yhdestä mittapisteestä otettiin useita tuloksia, koska mittalaite oli herkkä virheasunnoille. Otetuista kovuusmittauksista otettiin huomioon keskiarvoa lähimpänä oleva tulos. Mittausten jälkeen mittalinja merkattiin spraymaalilla valssin molempiin päihin, jotta seuraavat kovuusmittaukset samoille valsseille tulisi otettua samoista kohdista. Mittaukset tallentuivat mittalaitteeseen.

Mittalaitteen mukana tuli ohjelmisto ja ajurit, joiden asentamisen jälkeen tietokoneella pääsi käsiksi mittaustuloksiin, kun mittalaitteen yhdisti kaapelilla tietokoneeseen. Ohjelman avulla pystyi muotoilemaan mittaustulokset haluttuun yksikköön ja muuttamaan mittaussuunnan perusteella tulevia kertoimia. Mittaustulokset pystyi muuttamaan muistioksi ja siten helpommin muokattavaan muotoon. Muistio ei ole mittaustulosten esittämiseen hyvä ohjelma, joten kopioin ja liitin mittaustulokset Exceliin. Excelissä muotoilin taulukot ja tein mittaustuloksista kuvaajat. Kuva Proceqin ohjelmasta (kuva 17).

Name	#	Date	Time	Value	Material	Scale
C:\Users\Aale\Documents\laaloppuyo\Kovuusmittaukset\1473-GP20.eqm		04/28/2011	4:05	80.5 HS	1 Steel and cast steel	HS Shore
	17		s: 0.75 HS	R: 80.5 HS		Min: 79.0 HS Max: 82.2 HS
			Cpk: -	R: Err: 0.38 ...		CpMin: - CpkMin: -
			LimitLo: - HS	LimitHi: - HS		Conversion standard: default
			EQUOTIP3	E301-005-1402		Equotip-D ID51-002-0210
	1			79.0 HS	a	
	2			81.3 HS	a	
	3			81.3 HS	a	
	4			82.2 HS	a	
	5			80.7 HS	a	
	6			80.1 HS	a	
	7			80.5 HS	a	
	8			80.7 HS	a	
	9			80.7 HS	a	
	10			80.2 HS	a	
	11			80.0 HS	a	
	12			79.7 HS	a	
	13			80.0 HS	a	
	14			80.5 HS	a	
	15			81.1 HS	a	
	16			80.1 HS	a	
	17			79.0 HS	a	

KUVA 17. Equotipin tulosten käsittelyohjelma tietokoneella

Mittauksessa saatuja kovuuksia verrataan VASE:ssa valsseille ilmoitettuihin kovuuksiin. Taulukossa 6 on nähtävissä VASE:n näyttämät kovuudet mitatuille valsseille. Tulokset on merkattu mittauspöytäkirjoihin, jotka ovat lopussa liitteet 11 - 31.

TAULUKKO 6. Mitattujen valssien kovuudet (8)

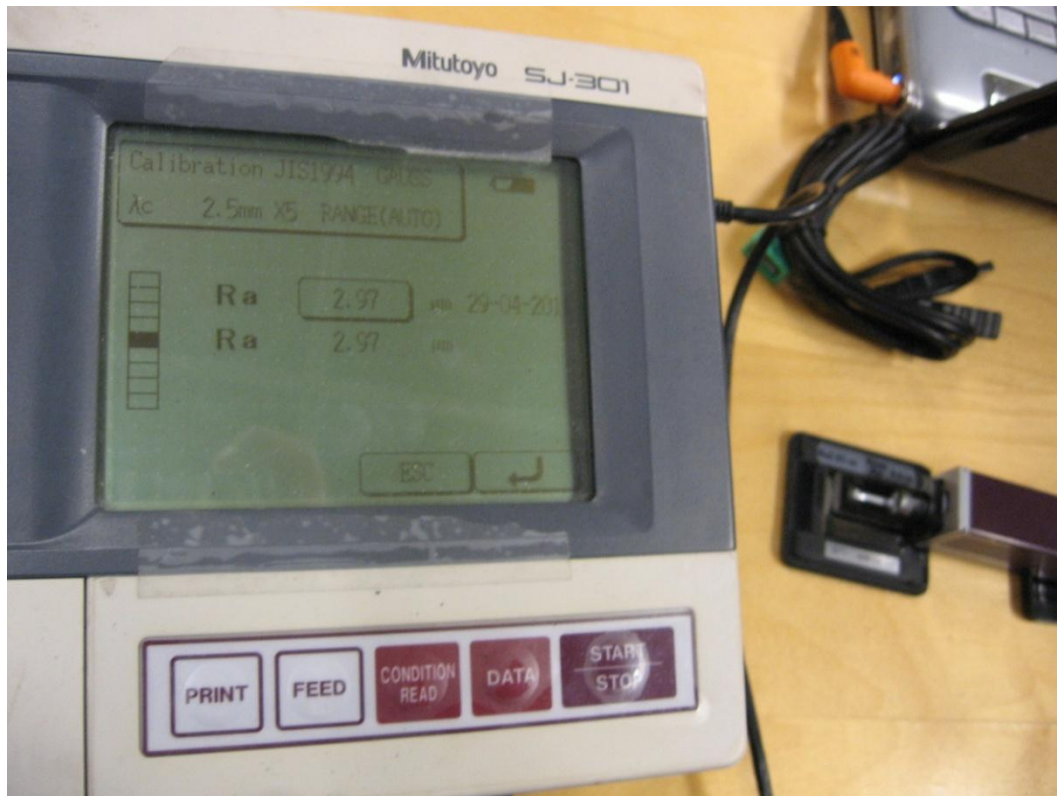
Mitattujen valssien ilmoitetut kovuudet VASESSA.			
Valssi nro	Kovuus ShC	Valssi nro	Kovuus ShC
FX tuki		FX työ	
11	64	814	76
12	65	816	76
14	70	851	82
17	60	853	82
32	60		
33			
NV tuki		NV työ	
31	66	1542	75
32	66	1473	82
33	70		
34	66		
39	66		
46	71		
47	65		

7.2 Pinnankarheusmittaukset

Pinnankarheudet mitattiin hioutuista FX-valssaimen kahdesta työvalssiparista ja yhdestä Steckel-valssaimen työvalssiparista. Pinnankarheuden mitaamisella haluttiin selvittää hionnan antama pinnankarheus eri valmistajien ja eri materiaaleista olevien valssien välillä. Lisäksi koko pituudelta tehtävä pinnankarheusmittaus paljastaa, jos hiomakoneen johteissa on epätasaisuuksia, jotka aiheuttavat virheliikkeitä hiomakiven liikkeissä.

Pinnankarheudet mitattiin Mitutoyo SJ-301 -laitteella. Laite perustuu mitta-kärkeen, joka liikkuu mitattavan kappaleen pinnalla. Laite koostuu näyttöyksiköstä, datakaapelista, luotaimesta, kalibrointipalasta ja itse tehdystä kantolaitteesta. Mittaustuloksen suodatukseen käytettiin Gauss-suodinta ja standardia JIS '94, joka oli valmiina käyttämässäni ohjelmassa. Koska mi-

tattavien valssien pinnankarheus oli alle 2,0 μm , määräytyi mittauspituudeksi (λ_c) 0,8 mm. Otantojen määräksi n laitoin viisi mittausta. Kuvassa 18 on nähtävissä mittalaiteella suoritettu koemittaus kalibrointipalaan, jolle on ilmoitettu Ra:n arvoksi 2,97 μm .



KUVA 18. Pinnankarheusmittalaite, mittapää ja kalibrointipala

Ennen mittaamisen aloitusta vertailin mittalaitteen tulosta kalibrointipalaan. Mittalaite antoi juuri saman tuloksen kuin kalibrointipalan pinnan karheus oli. Valssit puhdistettiin mittalinjan kohdalta. Rullamitalla mitattiin valssin pituus, jonka perusteella määritettiin sopiva mittausten määrä. Mittauksia tehtiin 30 mm välein valssin pituussuunnassa. Mittaukset aloitettiin moottorin puolelta. Mittauksia tuli 60 - 72 riippuen valssin pituudesta. Tulokset kirjattiin käsin paperille, josta ne kopioitiin tietokoneelle Excel-ohjelmaan. Exceliin tehtiin mittaustuloksille oma pöytäkirja ja tuloksista tehtiin kuvaajat. Tulokset merkitty mittauspöytäkirjoihin, jotka ovat lopussa liitteet 1 - 6.

7.3 Halkaisijan mittaukset

Halkaisijan mittauksia tehtiin kahdelle FX-valssaimen työvalssiparille. Toinen pareista oli Åkersin valmistamia ja toinen Sinosteelin valmistamia. Mittauksilla haluttiin selvittää Pomini 4 -hiomakoneen mittalaitteen paikkaansa pitävyyttä.

Mittaaminen tapahtui käsin mikrometrillä. Mikrometri valittiin valssien halkaisijoiden mukaan. Kun valssin halkaisija alitti 650 mm, niin mitattiin halkaisija mikrometrillä, jonka minimimittapituus oli 625 mm. Jos valssi oli yli 650 mm, niin mitattiin valssi mikrometrillä jonka minimimittapituus oli 650 mm. Mikrometrit kalibroitiin mittapaloilla ennen mittaamista. Hiomakoneen mittalaitteen tarkkuus on 0,001 mm ja mikrometrin tarkkuus 0,01 mm.

Mittauspisteet merkittiin valssin pintaan 100 mm välein, mittapisteiden lähtiessä moottorin puoleisesta päästä. Jokaiseen valssiin tuli 21 mittapistettä, joissa huomioitu ensimmäinen piste on aivan valssin päässä oleva nollapiste. Ensimmäinen mittaus sijoitettiin 133,5 mm etäisyyteen nollapisteestä, toinen mittapiste sijoitettiin 200 mm etäisyyteen nollapisteestä, minkä jälkeen mittaukset suoritettiin 100 mm välein valssin toiseen päähän asti.

Mikrometrillä mitattuja tuloksia verrattiin Pomini 4 -hiomakoneella hiottujen valssien loppumittaan, joka on nähtävissä VASE:n valssikortista. Hiomakoneen mittalaitteisto ottaa 400 mittausta valssista, jotka kaikki on ilmoitettu valssin hiontaprofiilin kuvaajassa. Hiomakoneen 400 mittatuloksesta otettiin 19 mittapistettä, jotka sijoituivat mikrometrimittauksen mittapisteiden kohdille. Oikeiden mittojen löytämiseksi kopioin hiomakoneen mittapisteet Exceliin, jolla saatiin hiomakoneen halkaisija juuri siitä kohdasta, mistä suoritettiin mikrometrimittaukset. Kustakin mittapisteestä otettiin kolme mittausta, joista laskettiin keskiarvo. Mittaustulokset kirjattiin ylös samaan Excel-pöytäkirjaan, jossa oli hiomakoneen ilmoittamat mittatiedot samalle valssille. Molemmista mittatuloksista tehtiin kuvaaja ja laskettiin mittatulosten välinen erotus. Mittauspöytäkirjat ovat lopussa 7 - 10.

8 TULOKSET

8.1 Pinnankarheusmittaustulokset

Pinnankarheusmittaukset kohdistuivat kahteen FX-työvalssipariin ja yhteen Steckel-valssaimen pikateräksiseen työvalssipariin. Seuraavana on luettelo mitatuista valsseista.

Mitatut IC-hienokarbidi FX-työvalssit ovat

- 814 ÅK 118, 816 ÅK 120
- 851 SI 001 ja 853 SI 003.

Mitatut HSS pikateräs Steckel-työvalssit ovat

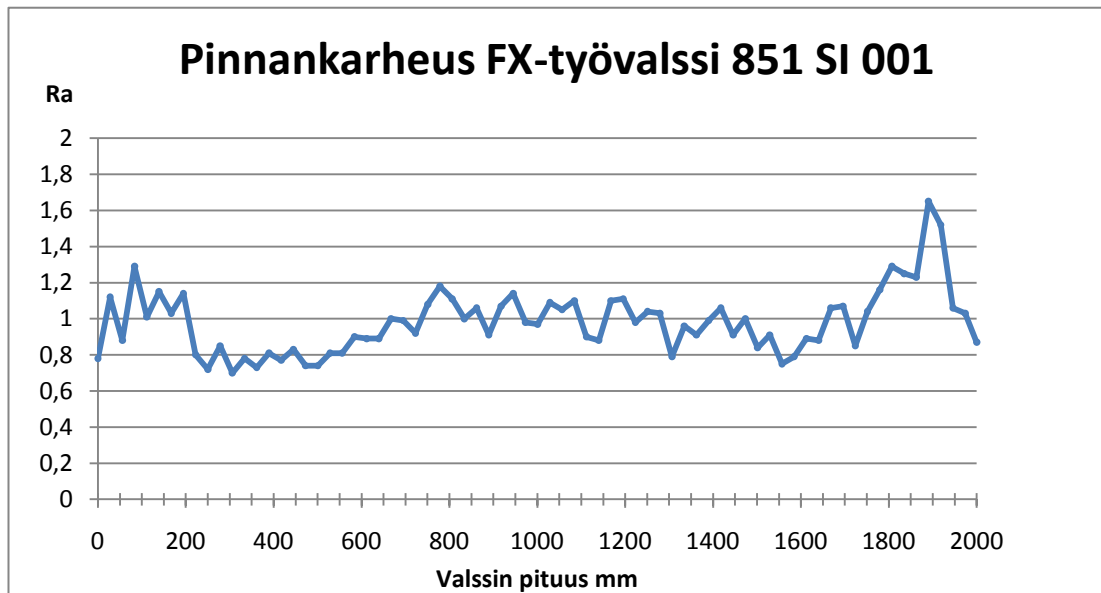
- 1473 GP 20
- 1542 ÅK 20.

Hionnan jälkeiset pinnankarheudet olivat Sinosteelin 851 ja 853 työvalsseissa keskimäärin 0,98 μm ja 0,87 μm . Valssin 851 mittausten keskihajonta oli 0,18 μm . Ra maksimi- ja minimiarvot olivat 1,65 μm ja 0,7 μm . Valssin 853 keskihajonta oli 0,16 μm . Ra maksimi- ja minimiarvot olivat 1,38 μm ja 0,55 μm . Huomioitavaa on se, että keskiarvoja nosti valssin päissä oleva korkeampi pinnankarheus. Tarkastellessa mittaustuloksia valssin työpinnalta voidaan tuloksista jättää pois päätyjen pinnankarheudet. Otetaan huomioimatta mittaustuloksista viisi alku- ja loppupään tulosta. Tästä seuraa, että valssin 851 mittaustulosten keskiarvo on 0,96 μm . Mittaustulosten vaihteluväli on 0,7 μm - 1,29 μm ja keskihajonta on 0,14 μm . Kun samat mittapistet jätetään huomioimatta valssin 853 mittaustuloksista saadaan pinnankarheuden keskiarvoksi 0,84 μm . Mittaustulosten vaihteluväli on 0,55

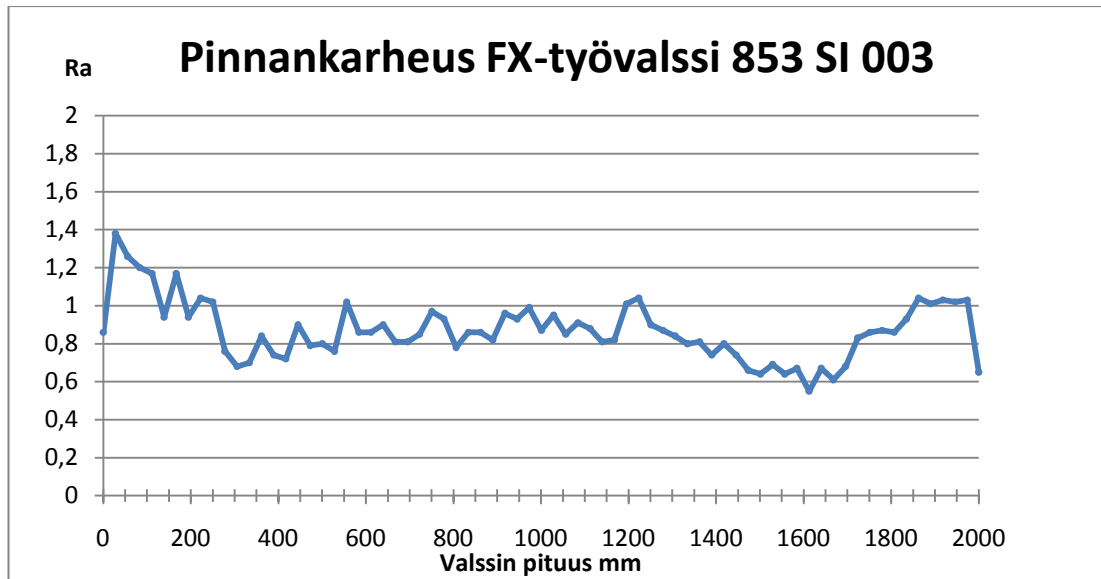
μm - 1,17 μm ja keskihajonta on 0,12 μm . Tulokset ovat nähtävissä seuraavana (kuva 19 ja kuva 20), sekä taulukossa 7. Mittauspöytäkirjat liitteissä 1/1 ja 2/1.

TAULUKKO 7. FX-työvalssien pinnankarheusmittaustulokset

Valssin pinnankarheus μm	Kokopinta				Työpinta			
	Ka	Stdav	min	max	Ka	Stdav	min	max
851 SI 001	0,98	0,18	0,7	1,65	0,96	0,14	0,7	1,29
853 SI 003	0,87	0,16	0,55	1,38	0,84	0,12	0,55	1,17
814 ÅK 118	0,6	0,12	0,36	1,01	0,58	0,09	0,36	0,76
816 ÅK 120	0,68	0,15	0,46	1,25	0,65	0,11	0,46	0,97

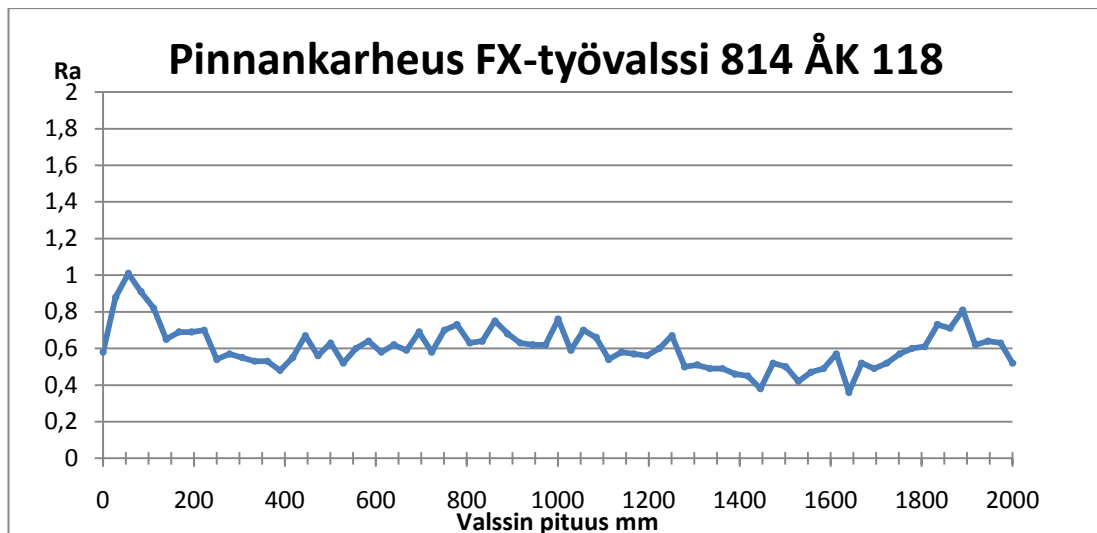


KUVA 19. Valssin 851 SI 001 pinnankarheus Ra (liite 1/2)

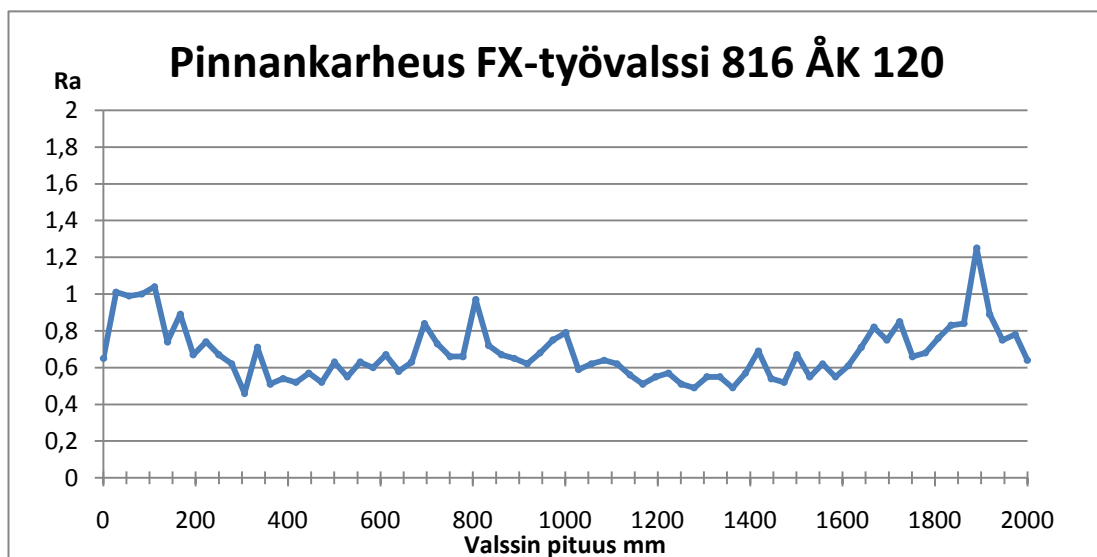


KUVA 20. Valssin 853 SI 003 pinnankarheus Ra (liite 2/2)

Åkersin 814- ja 816-työvalsseissa pinnankarheudet olivat keskimäärin 60 μm ja 68 μm . Valssin 814 mittaustulosten keskihajonta oli 012 μm . Ra maksimi- ja minimiarvot olivat 1,01 μm ja 0,36 μm . Valssin 816 mittaustulosten keskihajonta oli 0,15 μm . Ra maksimi- ja minimiarvot olivat 1,25 μm ja 0,46 μm . Valssin työpintaa tarkastellessa mittaustuloksista jätetään huomioimatta viisi mittapistettä alku- ja loppupäästä. Mittauspisteiden vähentämisen seurauksena valssin 814 pinnankarheuden keskiarvo on 0,58 μm . Mittaustulosten vaihteluväli on 0,36 μm - 0,76 μm ja keskihajonta on 0,09 μm . Toistetaan samat muutokset valssin 816 mittaustuloksiin, jolloin valssin pinnankarheuden keskiarvo on 0,65 μm . Mittaustulosten vaihteluväli on 0,46 μm - 0,97 μm ja keskihajonta on 0,11 μm . Kaikki mittatulokset löytyvät mittauspöytäkirjoista liitteet 3/1 ja 4/1. Seuraavassa on esitetty työvalssien 814 ja 816 pinnankarheuskuvaajat (kuvat 21 ja 22).



KUVA 21. Valssin 814 ÅK 118 pinnankarheus Ra (liite 3/2)



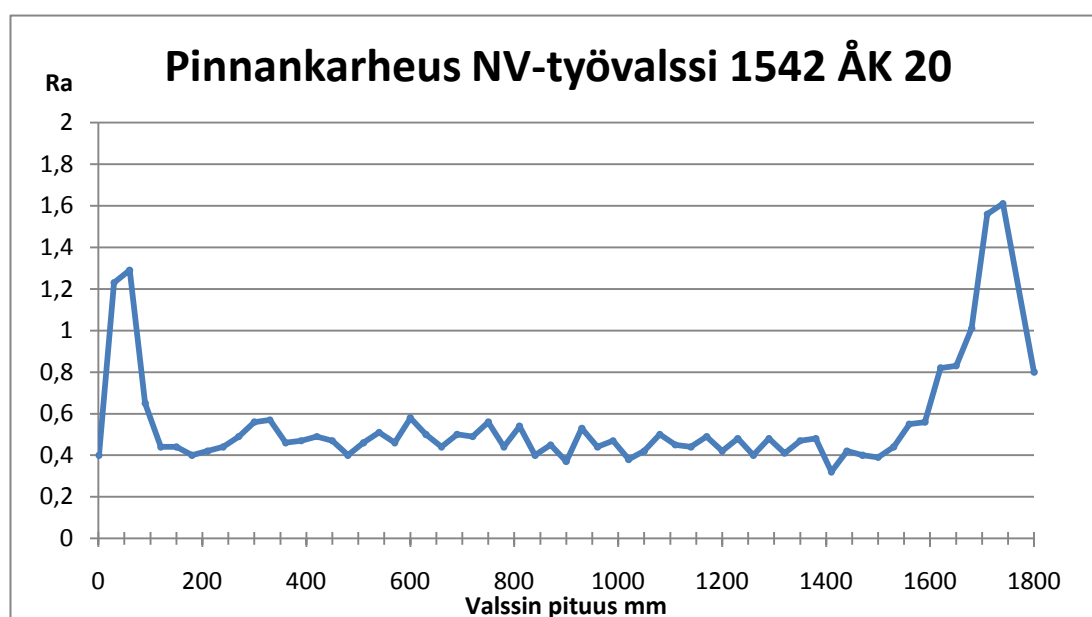
KUVA 22. Valssin 816 ÅK 120 pinnankarheus Ra (liite 4/2)

Paras pinnanlaatu oli Steckelin pikateräksisissä työvalsseissa. Työvalssin 1542 ÅK 20 pinnankarheuden keskiarvo on 0,55 μm , vaihteluväli on 0,32 μm - 1,61 μm ja keskihajonta on 0,27 μm . Työvalssin 1473 GP 20 pinnankarheuden keskiarvo on 0,51 μm , vaihteluväli on 0,30 μm - 1,77 μm ja keskihajonta on 0,24 μm . Korkeimmat pinnankarheudet ovat valssin päädyissä. Valssin työpinta ei ole valssin päätyihin saakka, joten jätetään mittaustuloksista huomioimatta viisi alku- ja loppupään mittaustulosta. Tämän seurauksena työvalssin 1542 ÅK 20 pinnankarheuden keskiarvo on 0,54 μm , vaih-

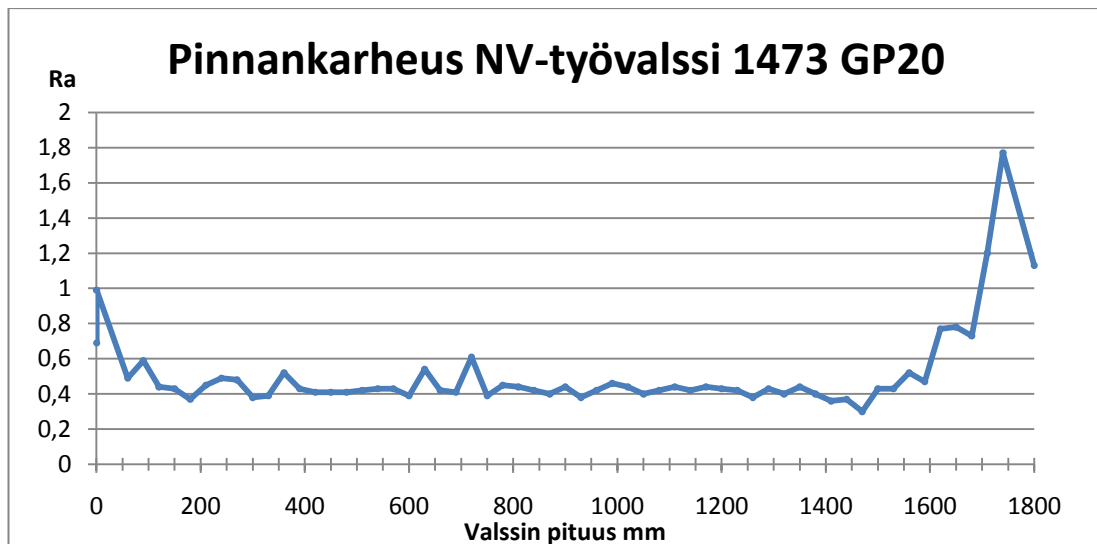
teluväli on 0,32 µm - 0,82 µm ja keskihajonta on 0,25 µm. Samat muutokset tehdään työvalssin 1473 GP20 mittaustuloksiin. Pinnankarheuden keskiarvo on 0,50 µm, vaihteluväli on 0,3 µm - 0,54 µm ja keskihajonta on 0,24 µm. Alla olevat kuvaajat esittävät Steckel-valssaimen työvalssien pinnankarheuden (kuvat 23 ja 24). Taulukossa 8 on koottuna valssien pinnankarheusmittaukset. Mittauspöytäkirjat liitteissä 5/1 ja 6/1.

TAULUKKO 8. NV-töyvalssien pinnankarheusmittaustulokset

Valssin pinnankarheus µm	Kokopinta				Työpinta			
	Ka	Stdav	min	max	Ka	Stdav	min	max
1542 ÅK 20	0,55	0,27	0,32	1,61	0,54	0,25	0,32	0,82
1473 GP20	0,51	0,24	0,3	1,77	0,50	0,24	0,30	0,54



KUVA 23. Valssin 1542 ÅK 20 pinnankarheus Ra (liite 5/2)



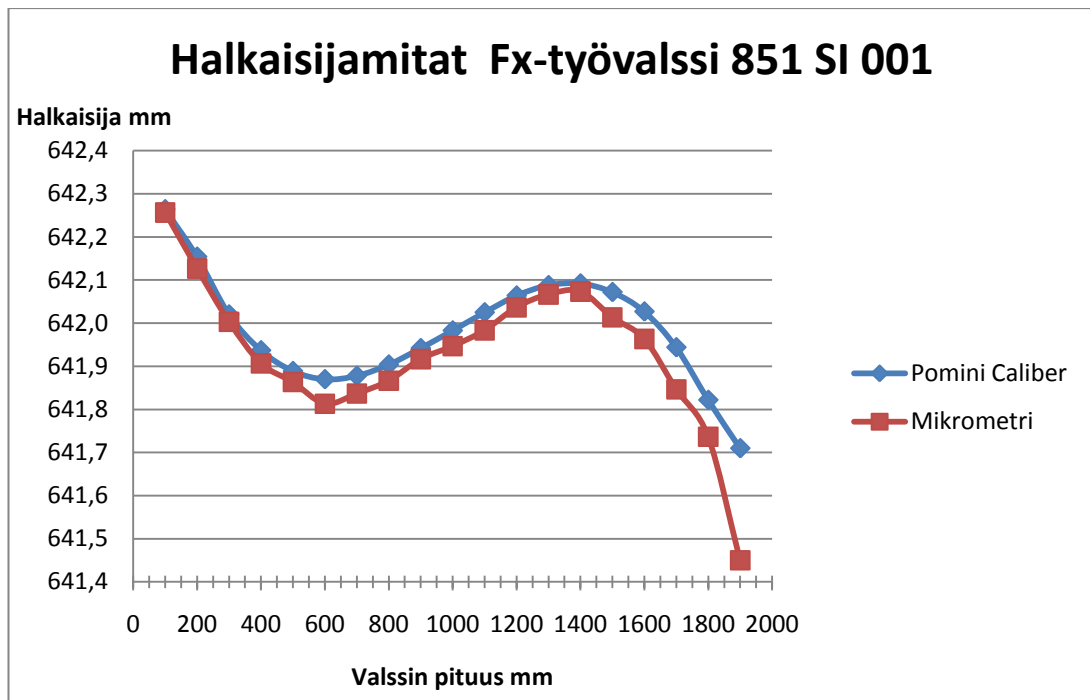
KUVA 24. Valssin 1473 GP20 pinnankarheus Ra (liite 6/2)

Pinnankarheuden kasvaminen valssien päissä johtunee valssien päihin tulevista bombeerauksista, koska korkeampi pinnankarheus esiintyi samassa kohtaa jokaisessa valssissa.

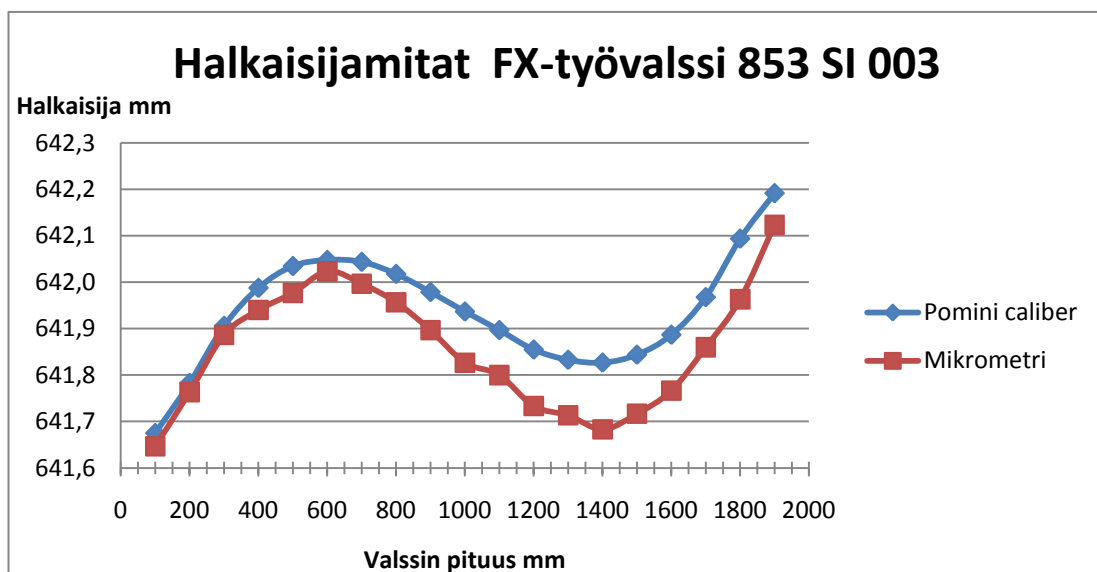
Hiomakoneiden johteissa ei ilmennyt epätasaisuuksia jotka vaikuttaisivat hionnan laatuun. Kyseinen seikka olisi ollut nähtävissä pinnankarheudessa olevista poikkeavuuksista, jotka olisivat toistuneet usealla valssilla.

8.2 Halkaisijamittaukset

Halkaisijamittaukset suoritettiin edellä mainituilla FX-valssaimen työvalsseille. Mittauksilla tarkastettiin Pomini 4 mittalaitteen paikkaansa pitävyys. Mikrometrin tulokset olivat kauttaaltaan pienempiä kuin hiomakoneen. Viimeimpänä mitattujen Sinosteelin 851- ja 853-työvalssien koneenmittalaitteen ja käsimittauksen erotus oli maksimissaan - 0,260 mm ja -0,144 mm. Seuraavana mittauksista tehdyt kuvaajat (kuvat 25 ja 26). Mittauspöytäkirjat ovat liitteissä 7/1 ja 8/1

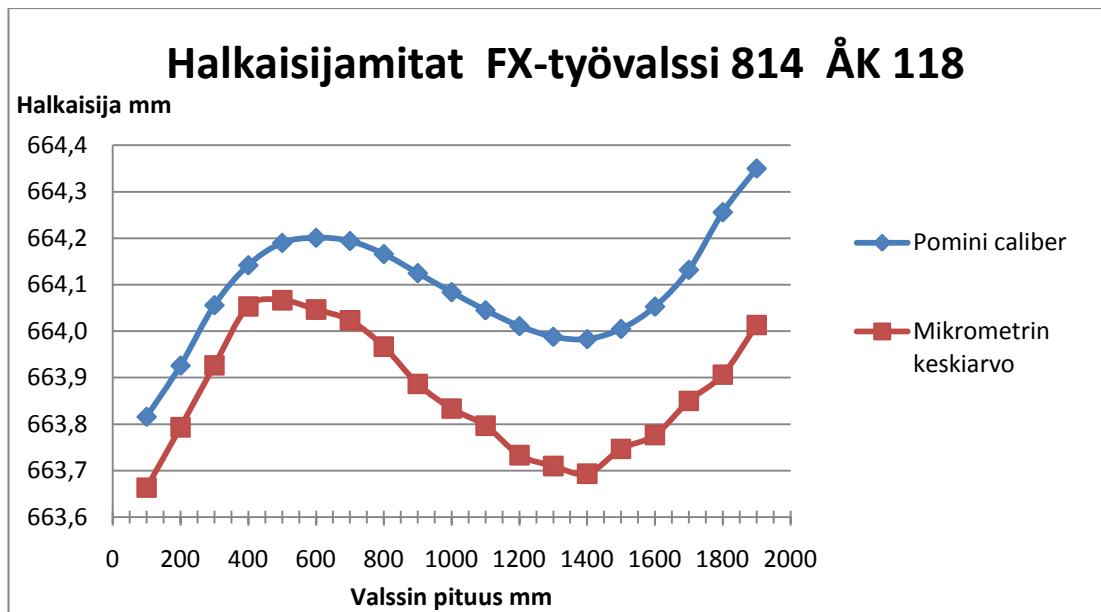


KUVA 25. Valssin 851 SI 001 halkaisija mm (liite 7/2)

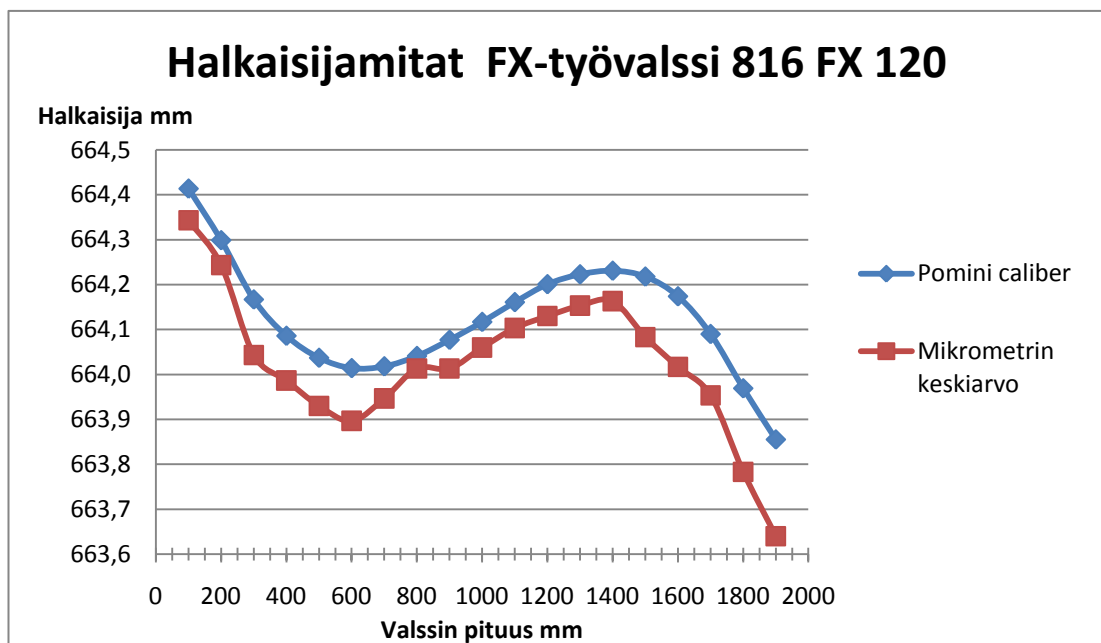


KUVA 26. Valssin 853 SI 003 halkaisija mm (liite 8/2)

Åkersin työvalssille 814 ja 816 tehdyissä mittauksissa maksimierotus koneen ja mikrometrin tuloksille oli - 0,349 mm ja - 0,215 mm. Seuraavana mittaustuloksista tehdyt kuvaajat (kuvat 27 ja 28). Mittauspöytäkirjat löytyvät liitteistä 9/1 ja 10/1.



KUVA 27. Valssin 814 ÅK 118 halkaisija mm (liite 9/2)

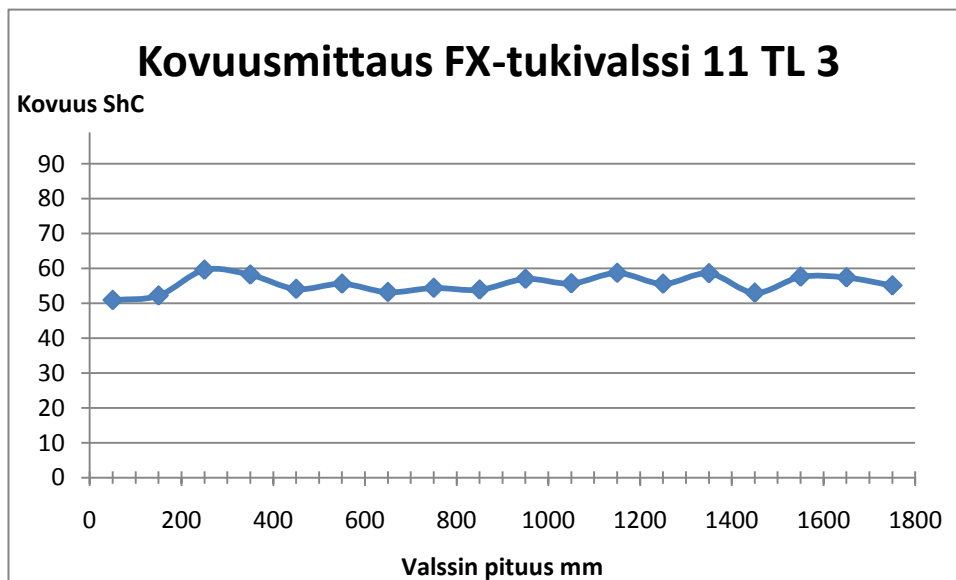


KUVA 28. Valssin 816 FX 120 halkaisija mm (liite 10/2)

Jokaisesta valssista mitattiin myös päiden halkaisijat. Mittaustulokset ovat esillä mittauspöytäkirjoissa liitteet 7- 10.

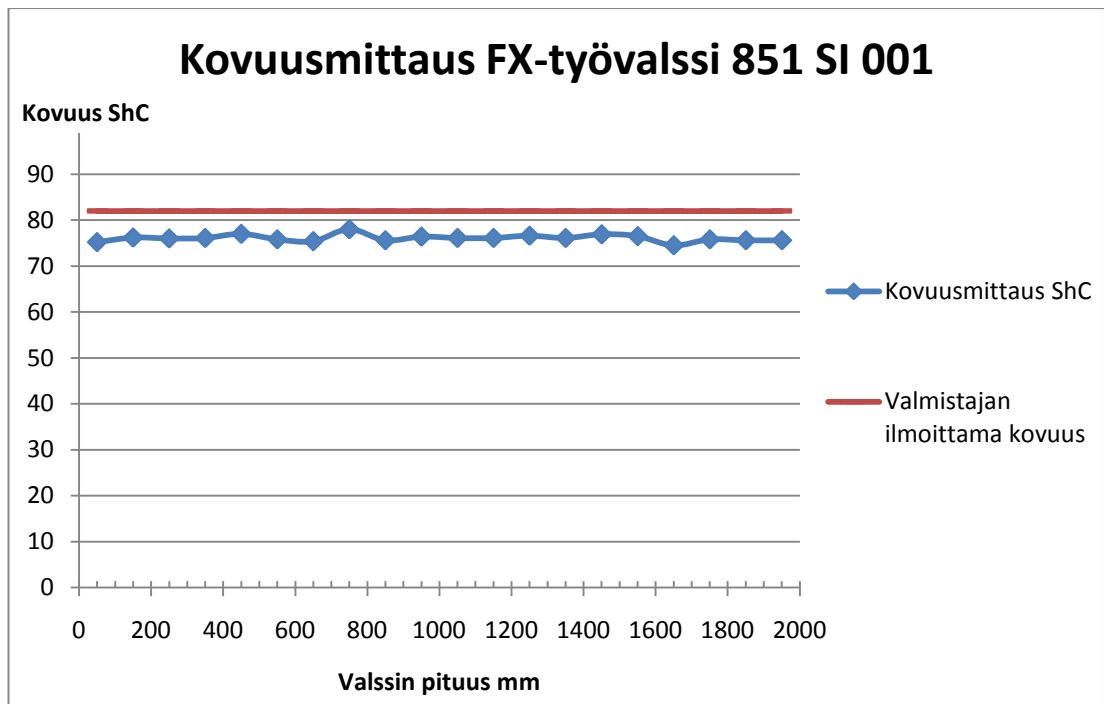
8.3 Kovuusmittaustulokset

FX-tukivalssien kovuusmittauksissa saadut tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjoihin. Seuraavana on esitetty valssin numero 11 kovuusmittaustuloksien perusteella tehty kuva 29. Loput FX-tukivalssien mittauspöytäkirjat ja kuvaajat ovat liitteinä 11 - 16.

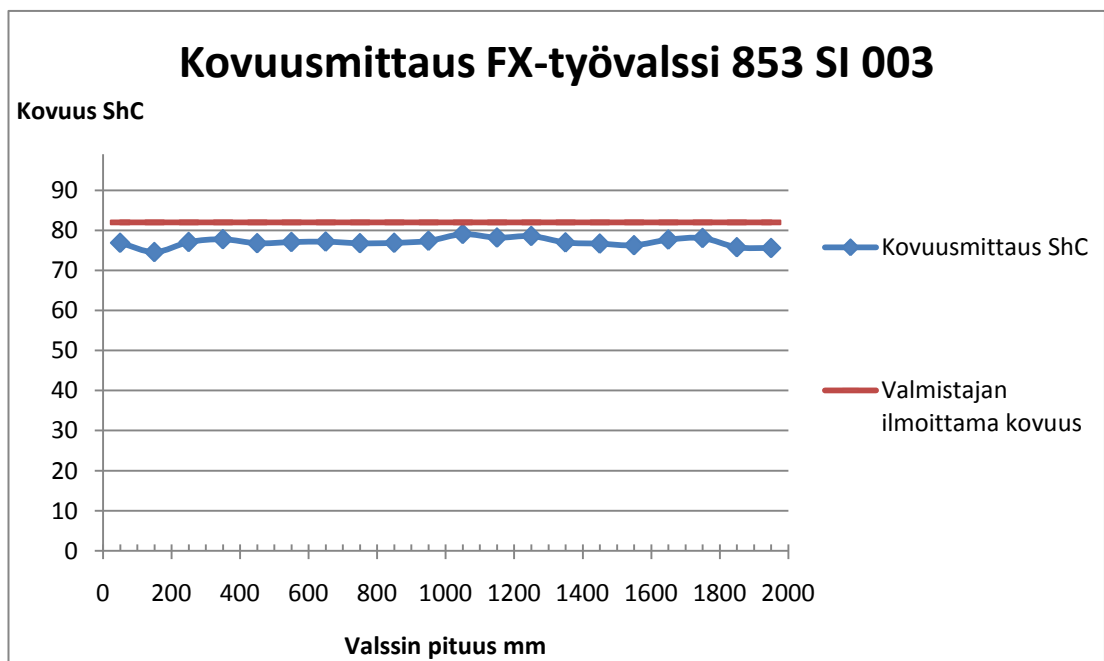


KUVA 29. FX-tukivalssin 11 TL 3 kovuus (liite 11)

FX-työvalssien kovuudet mitattiin samoista valsseista, jotka ovat olleet mitausten kohteena aiemmin. Sinosteelin valsseille kovuusmittaustuloksia verrataan valssivalmistajan ilmoittamiin tuloksiin. Sinosteelin antamat kovuudet valsseille olivat 82 ShC. Kuvissa 30 ja 31 on esitetty kovuusmittaustulokset FX-työvalsseille 851 SI 001 ja 853 SI 003. Åkersin valmistamille työvalsseille ei löytynyt valmistajan ilmoittamaa kovuutta. Fx-työvalssien mittauspöytäkirjat ja kuvaajat ovat liitteinä 17 - 20.



KUVA 30. Valssin 851 SI 001 kovuusmittauskuvaaja (liite 17)

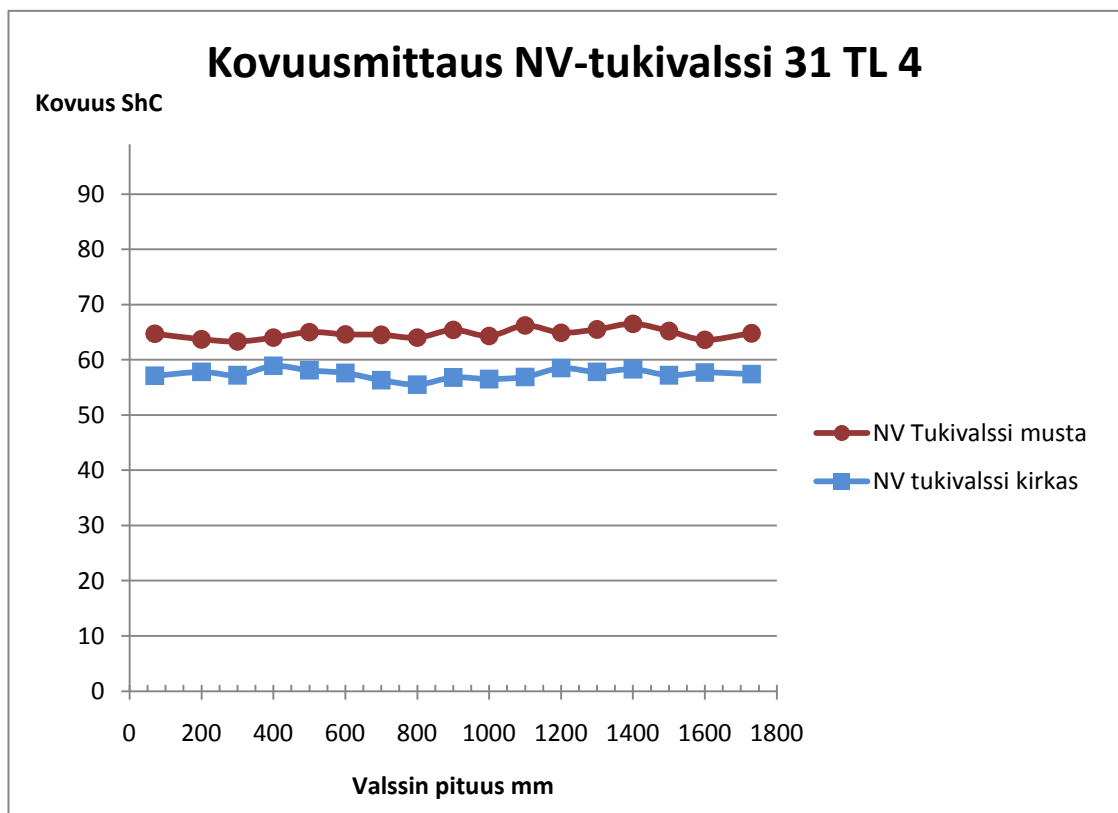


KUVA 31. Valssin 853 SI 003 kovuusmittauskuvaaja (liite 18)

NV-työvalssien 1542 ÅK 20 ja 1473 GP20 kovuusmittauksista selvisi, että työvalssien kovuudet olivat keskiarvolta 79 ShC ja 79,5 ShC. Mittauspöytäkirjat ja kuvaajat ovat liitteissä 21 ja 22.

Nauhavalssaimen tukivalssseista mitattiin kahdeksan kappaletta mustana ja kirkkaana, sekä yksi kappale kirkkaana. Mustana mitattuihin valsseihin merkittiin mittalinja spraymaalilla valssin päähän, jotta hionnan jälkeen kirkkaista valsseista otettaisiin mittoja samalta linjalta. Mittaukset pystyttiin mitaamaan samalta linjalta valsseista 31, 33, 34 ja 43. Muissa valsseissa mittalinjan merkki oli kadonnut tai se oli liikuttelun vuoksi siirtynyt kohdalle, josta mittauksia ei voinut tehdä.

Nauhavalssaimen tukivalssin 31 kovuudet mitattiin ennen hiontaa ja hionnan jälkeen samalta mittalinjalta. Hionnan jälkeinen keskimääräinen kovuus oli noin 7 ShC pienempi kuin ennen hiontaa. Seuraavana on esitetty kuvaaja tukivalssin no. 31 kovuuksista (kuva 32). NV-tukivalssien mittauspöytäkirjat ja kuvaajat ovat liitteinä 23 - 31.



KUVA 32. Nauhavalssaimen tukivalssin 31 kovuusmittauskuvaaja (liite 23)

Taulukko 9 havainnollistaa NV-tukivalssseille tehtyjen mittausten erot hio-
mattoman ja hiotun valssin välillä.

TAULUKKO 9. NV-tukivalssien kovuusmittaustulosten vertailu (8)

NV-tukivalssi Nro.	Kovuus Ka. ShC		Hionta mm	Valssatut tonnit t
	Musta	Kirkas		
31 TL 4	64,7	57,4	2,703	64654
33 TL 6	65,8	59,9	3,389	62260
34 TL 7	69,1	62,1	2,753	53757
36 ÅK 1	67,9	61,5	3,249	58156
39 RE 12	70,3	64,4	3,854	47432
43 VS 4	66,9	61,9	2,521	47432
46 ÅK 5	66,4	61,9	2,313	62260
47 ÅK 6	64,5	58,1	2,835	53757

9 TULOSTEN ANALYYSINTI

9.1 Pinnankarheusmittaukset

Valssien pinnankarheudesta saaduista tuloksista voidaan päätellä, että pinnan karheuden kohoaminen valssien päädyissä johtuu valssin päihin tehtävistä kevennyksistä eli bombeerauksista. Pinnankarheudet olivat koko matkalta valsseissa alle 2,0 μm Ra:n arvona. Korkein keskimääräinen pinnankarheus oli Sinosteelin valsseissa, joissa keskiarvo oli 0,98 μm ja 0,87 μm . Keskiarvoa nosti päissä olevat korkeamman pinnankarheuden kohdat, jotka eivät ole valssin varsinaisella työpinnalla. Kun mittaustuloksia tarkasteli vain työpinnan osalta, eivät tulokset muuttunut merkittävästi. Esimerkiksi Sinosteelin työvalssien pinnankarheuden keskiarvo työpinnalla oli 0,96 μm ja 0,84 μm . Keskiarvot ovat 0,02 μm ja 0,03 μm pienempiä, kuin kaikki mittaukset huomioon otettaessa. Tämä johtuu siitä, että mittauksia tehtiin paljon, jolloin yksittäiset eroavuudet pinnankarheudessa eivät nosta keskiarvoa kovin paljoa.

Pinnankarheudelle ei ole annettu varsinaista raja-arvoa. Tässä tapauksessa voimme pitää 2,0 μm yli menevää pinnankarheutta liian suurena, koska mitatut työvalssit ovat valssatun nauhan pinnanlaatuun vaikuttavia. Tästä voidaan todeta, että pinnankarheudet ovat työvalsseissa hyvät.

NV:n pikaterästyövalssien pinnankarheusmittaukset tehtiin vertailun vuoksi. Pinnankarheutta verrattiin hienokarbidivalsseihin. Tulokset osoittivat pikateräsvalssien pinnankarheuden olevan pienempiä kuin hienokarbidivalsseissa.

Pinnankarheuden vaihtelulla pystyttiin selvittämään hiomakoneen johteiden tasaisuus. Vaikka valssien pinnankarheuskuvaajat ovat muodoiltaan samanlaisia, ei hiomakoneen johteissa ole vaurioita, jotka vaikuttaisivat pinnankarheuteen. Pinnankarheuden muutokset aiheutuvat hionnasta ja hiot-

tavan valssin CVC-profiilista. Steckel-valssaimen työvalsseissa pinnankarheus on huomattavasti tasaisempi.

9.2 Halkaisijamittaukset

Halkaisijamittauksista mittalaitteen näyttämää on syytä verrata Sinosteelin valsseille suunnattuihin mittauksiin, koska ensimmäiset halkaisijamittaukset suoritettiin Åkersin työvalsseille ja mittaustuloksiin vaikuttaa mittalaitteen virheen lisäksi myös mittalaitteen käyttäjästä aiheutuva virhe. Ensimmäisissä mittauksissa mittalaitteen käyttäjästä aiheutuva virhe oli suurin, koska mittaajan kokemattomuus vaikutti mittaukseen. Mittausten edetessä mittaja harjaantui mittalaitteen käyttöön ja mittaustuloksista tuli luotettavampia. Tämä ilmeni siinä, että yhdestä mittapisteestä otetut mittaukset olivat lähempänä toinen toisiaan, mitä enemmän mittauksia tehtiin. Tämän vuoksi Sinosteelin työvalsseille suoritettut mittaukset ovat luotettavampia kuin Åkersin työvalsseille tehdyt mittaukset.

Mikrometrilukemat ovat pienempiä kuin hiomakoneen mittalaitteen antamat halkaisijat. Sinosteelin työvalsseille mittauksessa maksimierotus mikrometrin ja hiomakoneen mittalaitteiston välillä oli $-0,260$ mm. Maksimierotus sijaitsi mittapisteellä, joka oli 1 900 mm valssin moottorin puoleisesta päästä. Edellä mainittu tulos on enemmän kuin sallittu hiomakoneen mittalaitteessa oleva maksimivirhe $\pm 0,15$ mm. Huomioon on otettava mittaajasta aiheutuva virhe sekä mittalaitteen tarkkuus $\pm 0,01$ mm.

Jos mittauksissa katsotaan valssin 851 SI 001 tuloksia koko matkalta ja pois luetaan yksi mittatulos, jossa mikrometrin ja hiomakoneen mittaustuloksen erotus on $-0,260$ mm, voidaan todeta mittalaitteen olevan hyväksyttävän virhemarginaalin sisällä. Valssin 853 SI 003 osalta mittatulokset poikkesivat enimmillään $0,144$ mm hiomakoneen mittalaitteiston tuloksista, jolloin mittaukset ovat kokonaisuudessa virhemarginaalin sisällä.

Valssin 814 ÅK 118 mittaustulokset poikkesivat eniten verrattuna hiomakoneen mittalaitteiston halkaisijamittauksiin. Suurin poikkeama oli $0,349$ mm,

joka ylittää koneen mittalaitteiston sallitun poikkeaman. Samaan valssiin tehdyissä mittauksissa oli neljä mittapistettä, joissa halkaisija oli sallitun poikkeaman sisällä verrattuna hiomakoneen mittalaitteiston halkaisijaan. Valssin 816 ÅK 120 halkaisijamittauksissa suurin poikkeama hiomakoneen mittaustuloksista oli 0,215 mm. Edellä mainitun mittauspisteen lisäksi oli kaksi muuta mittausta, joissa halkaisijamitta oli enemmän kuin suurin sallittu poikkeama hiomakoneen mittalaitteistossa.

Valssin 853 SI 003 tulosten perusteella voidaan todeta, että hiomakoneen mittalaite näyttää valssin halkaisijaksi liikaa vaihteluvälillä 0,019 mm - 1,44 mm. Valssin 851 SI 001 tulosten perusteella hiomakoneen mittalaite näyttää valssin halkaisijaksi liikaa vaihteluvälillä 0,017 mm - 0,260 mm. Mittaustulosten erotuksen keskiarvot ovat 0,051 mm - 0,081 mm.

9.3 Kovuusmittaukset

FX-tukivalssseille tehdyissä kovuusmittauksissa kartoitettiin käsin hiottujen valssien kovuuksia. Tukivalssilla 17 RE 5 kovuusmittarilla saatu keskiarvo kovuudesta oli 63,1 ShC, joka on korkein FX-tukivalssien mitatuista kovuuksista. Kovuus on pienempi kuin FX-työvalsseissa, jolloin tukivalssien kovuudet eivät ole liian korkeita. Mittaustuloksista muodostettu kuvaaja havainnollistaa kovuuden vaihtelut koko valssin pituudella. Kuvaajaa tarkastellessa voidaan todeta, että valssissa ei ole kohtia, joissa kovuus poikkeaisi suuresti keskiarvosta. FX-tukivalssien kovuusmittausten vaihteluväli oli pienin valsseilla 17 RE 5 ja 33 ÅK 3, joilla molemmilla pienimmän ja suurimman mittaustuloksen välinen ero oli 4,9 ShC. Suurin vaihteluväli oli tukivalssilla 11 TL 3, jolla suurimman ja pienimmän mittaustulokset erotus oli 8,7 ShC.

FX-työvalssseille tehdyillä mittauksilla haluttiin vertailla samaa materiaalia olevien, mutta valmistajien tekemiä työvalsseja. Kyseessä on samat valssit, joille on tehty pinnankarheus- ja halkaisijamittaukset. Sinosteelin valmistajan lupaama valssin kovuus oli 82 ShC, mutta mittauksissa saatu keskiarvo kovuudesta oli valssilla 851 SI 001 76,1 ShC ja valssilla 853 SI 003 77,1

ShC. Valssien kovuus ei ole kuitenkaan huono, koska normaalisti FX-valssaimen työvalssien kovuudet ovat luokkaa 76 - 77 ShC. Åkersin työvalssien kovuudet olivat 75,4 ShC ja 75,2 ShC. Tulokset ovat lähellä valsseille tarkoitettua ohjekovuutta 76 - 77 ShC.

NV-töyövalssien kovuusmittaukset otettiin valssien kovuuksien kartoittamiseksi. Työvalssien kovuudet olivat yli 79 ShC, joka on pikateräsvalsseille normaali.

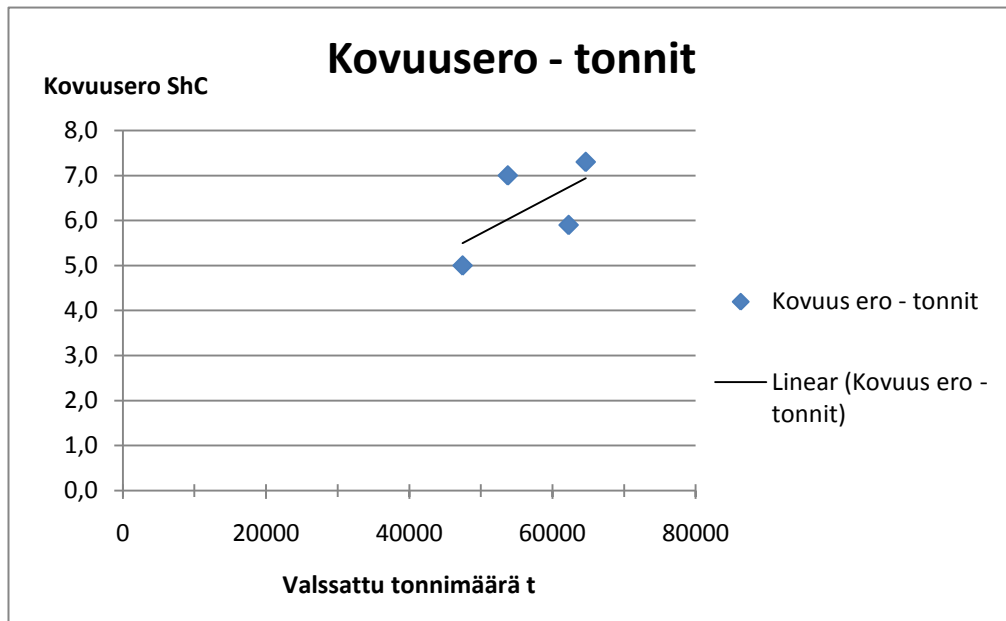
NV-tukivalsseille suoritetuissa kovuusmittauksissa selvitettiin hionnan vaikutus valssin kovuudelle. Valsseille 31, 33, 34 ja 43 tehdyt mittaukset, niin mustalle kuin kirkkaalle, ovat samalle mittalinjalle tehtyjä ja näin ollen tulosten vertailuun soveliaampia. Muut valssit olivat liikuttamisen seurauksena huonosti sijoitettuja ja samasta mittalinjasta mittaaminen ei onnistunut. Kirkkaassa tukivalssissa 31 keskimääräinen mittatulos oli 7,3 ShC pienempi kuin mustassa. Vertaillen käyrien muotoja voidaan todeta niiden olevan lähelle samanmuotoisia. Tukivalsseille 31, 33, 34 ja 43 on vertailutaulukko, joka on seuraavana taulukko 10. Taulukosta käy ilmi valssien kovusero hionnan jälkeen, hiottu materiaalipaksuus, valssatut tonnimäärät ja valssin sijainti valssituolissa.

TAULUKKO 10. NV-tukivalssien vertailutaulukko (8)

NV-tukivalssi Nro.	Kovuus Ka. ShC		Mustan ja kirkkaan kovuuden erotus ShC	Hionta mm	Valssatut tonnit t	Ylä-/Alapuoli
	Musta	Kirkas				
31 TL 4	64,7	57,4	7,3	2,703	64654	Y
33 TL 6	65,8	59,9	5,9	3,389	62260	Y
34 TL 7	69,1	62,1	7,0	2,753	53757	Y
43 VS 4	66,9	61,9	5,0	2,521	47432	A

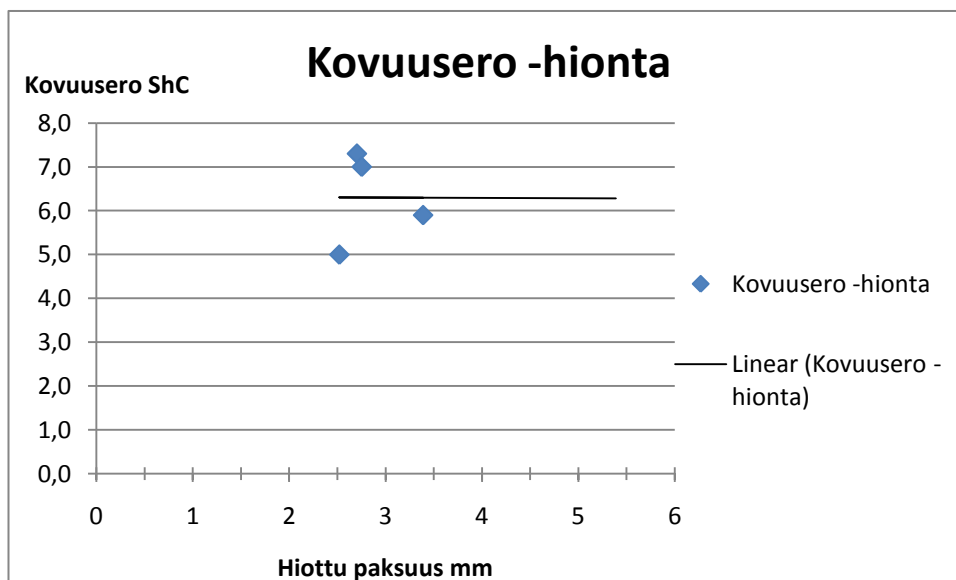
Taulukon avulla tehty kuvaaja kovuseron ja valssatun tonnimäärän suhteen näyttää, että valssin kovusero ennen ja jälkeen hionnan kasvaa, mitä enemmän tonneja on valssattu. Tulos johtunee siitä, että valssin pinta kovettuu mitä enemmän tonneja valssataan, mutta kovettuma ei ole kovin

paksu, vaan noin 3 mm materiaalin poistolla pinnan kovuus laskee. Kuvaaja on esitetty kuvassa 33.



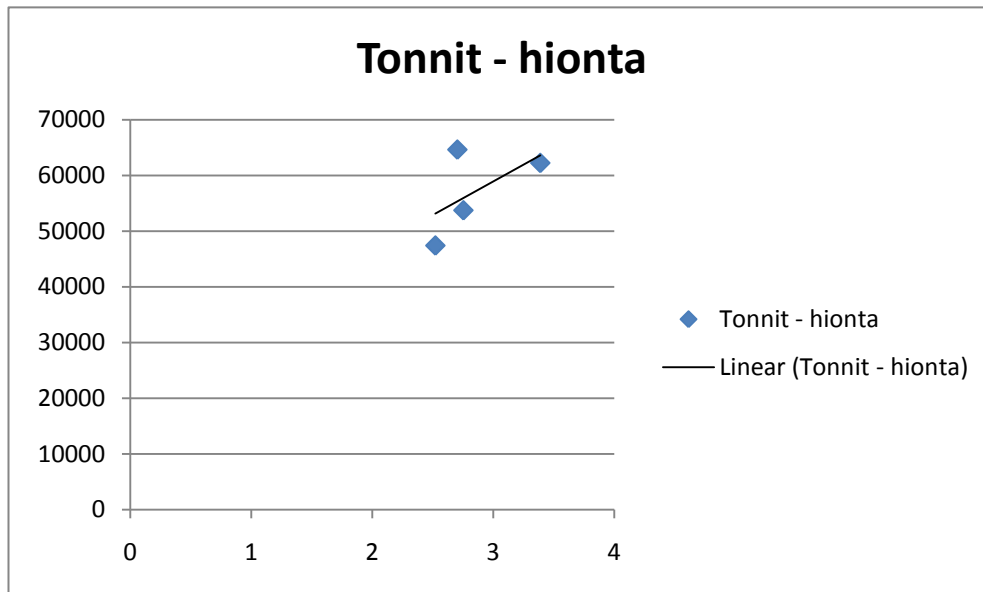
KUVA 33. Kovuusero – tonnit-kuvaaja taulukon 8 tuloksista

Kuva 34 kovuuseron ja hionnan suhteen näyttää, että hionnan määrällä ei ole vaikutusta kovuuseroon. Tämä tulos on looginen, sillä kun pinnasta hio-
taan riittävä määrä ainevahvuudesta, niin pysyvät kovuuserot vakiona.



KUVA 34. Kovuusero – hionta-kuvaaja valsseille taulukon 8 tuloksista

Ajetun tonnimäärän kasvaessa lisääntyy hiottavan ainemäärän paksuus. Tämä käy ilmi kuvasta 35. Tulos on looginen, koska mitä enemmän valssi on mukana prosessissa, niin sitä enemmän siihen kohdistuu rasitusta. Valsauksessa valssiin kohdistuvat voimat kovettavat valssinpintaa ja pinta saattaa säröillä. Pinnankovuuden laskemiseksi ja säröjen poistamiseksi on valssia hiottava enemmän.



KUVA 35. Tonnit – hionta-kuvaaja taulukon 8 tuloksista

Tukivalssien kovuusmittauksilla voidaan todeta, että valssien kovuudet ovat melko tasaisia valssin koko pituudella. Muutamissa valsseissa oli pientä kovettumaa lähellä valssin päitä.

Lopuksi voidaan todeta, että opinnäytetyössä päästiin siihen mihin lähtötietomuistiossa (liite 32) asetettiin tavoitteeksi, vaikka mittauksista jätettiin valssin rakennetta tarkastelevat mittaukset pois. Mittaustuloksilla saatiin selville, että hiomakoneiden tuottama laatu on hyvä. Lisäksi valssien kovuuksien kartoituksista, saadaan hyvää informaatiota valssien nykytilasta, koska mitattujen valssien osalta kovuudet olivat hyviä.

Opinnäytetyö antaa pohjaamahdollisille jatkotutkimuksille, koska mittauksia alkuperäiseen suunnitelmaan jätettiin pois. Opinnäytetyö opetti hyvin valsihiomon toimintaa, lisäsi tietoa valsseista ja kuumavalssaamosta. Lisäksi mainittakoon opinnäytetyössä tehdyistä mittauksista karttunut tietotaito. Koen, että opinnäytetyössä karttunut tieto auttaa minua tulevaisuuden työtehtävissä.

LÄHTEET

1. Huru, Janne 2009. Kuumavalssaamon valssihieron kapasiteetin määrittäminen ja kehittämisvaihtoehtoja. Oulun yliopisto. Konetekniikan osasto. Diplomityö.
2. Maarnanen, Keijo 2004. Koneistustekniikat. 5., uudistettu painos. Porvoo: WS-Boowell.
3. Aaltonen, Kalevi – Andersson, Paul – Kauppinen, Veijo 1997. Koneistustekniikat. 1., painos. Porvoo: WSOY – kirjapainoyksikkö.
4. Ihalainen, Erkki - Aaltonen, Kalevi – Aromäki, Mauri – Sihvonen, Pentti 2005. Valmistustekniikka. 11., muuttumaton painos. Helsinki: Hakapaino Oy.
5. Outokumpu kuumavalssaamon etuvalssaimen hiontaohjeet. 2003. Tornio: Outokumpu Oy, Kuumavalssaamo.
6. Outokumpu kuumavalssaamon nauhavalssaimen hiontaohjeet. 2003. Tornio: Outokumpu Oy, Kuumavalssaamo.
7. Hiomo 2011. Suullinen tiedonanto hiojilta. 25.4.2011. Tornio: Outokumpu Oy, Kuumavalssaamo.
8. Valssinseuranta järjestelmä (VASE) 2011. Tornio: Outokumpu Oy, Kuumavalssaamo.
9. William, Roberts 1983. Hot rolling of steel. 2., muuttumaton painos. New York: Marcel Decer INC.
10. Lahtinen, Jouko 2005. Tfy-3.15x Fysiikan laboratoriotyöt, Tulosten käsittely. Otaniemi: Aalto yliopisto. saatavissa: <http://tfy.tkk.fi/kurssit/Tfy-3.15x/Teoria/Tulostenkasittely.pdf>. Hakupäivä 4.4.2011

11. Lahtinen, Jouko 2005. Tfy-3.15x Fysiikan laboratoriotyöt, Ultraäänen kulku kiinteässä aineessa. Otanniemi: Aalto yliopisto. Saatavissa: <http://tfy.tkk.fi/kurssit/Tfy-3.15x/Teoria/tyo7.pdf>. Hakupäivä 26.3.2011.
12. Koivisto, Kaarlo – Laitinen, Esko – Niinimäki, Matti – Tiainen, Pentti – Tiilikka, Pentti – Tuomikosti, Juho 2001. Konetekniikan materiaalioppi. 9. , painos. Helsinki: Edita Oyj.
13. Larson, Brian, F 2001. Ultrasound education material, NDT resource center. Saatavissa: <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Ultrasonics/Introduction/description.htm>. Hakupäivä 26.3.2011.
14. Åström, Thomas 1990. NDT-menetelmien kehitysnäkymät hitsausliitosten tarkastuksessa. 1., painos. Lahti: Lahden kirjapaino ja sanomalehti Oy.
15. Rintala, Juha 1997. Pinnoitteiden pyörrevirtamittaussignaalien ja ndt-mittaustulosten käsittely pc:lla. Oulun yliopisto. Sähkötekniikan osasto. Diplomityö.
16. Larson, Brian, F 2001. Hardness education material, NDT resource center. Saatavissa: <http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Materials/Mechanical/Hardness.htm>. Hakupäivä: 10.4.2011
17. Proceq mittalaittevalmistaja. Periaate leeb rebound mittaukselle. Saatavissa: <http://www.equotip.com/the-leebe-principle.html>. Hakupäivä: 10.4.2011
18. Tähtinen, Susanna 2009. Pinnanlaadun määritystekniikat ja mittalaitteet viimeistelysorvauksen yhteydessä. Lappeenrannan Teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Kandidaattityö. Saatavissa : <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/44131/nbnfi-fe200903191244.pdf?sequence=3>. Hakupäivä: 13.4.2011

19. Keinänen, Toimi – Räsänen, Olavi 1983. Mittaustekniikka 2. 1., painos. Porvoo: WSOY.

20. Eskola, Sisko Maria – Ketolainen, Pasi – Stenman, Folke 2000. Fotoni 2: Lämpö ja Energia. 1., painos. Keuruu: Otava.

21. Luettelo mittalaitteista ja antureista. 2011. Saatavissa:
http://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo_mittalaitteista_ja_antureista. Hakupäivä 20.3.2011

22. Mittatekniikan keskus, metrin määrittäminen. Saatavissa:
<http://www.mikes.fi/frameset.aspx?categoryID=3&url=page.aspx%3FpageID%3D74%26contentID%3D21>. Hakupäivä: 20.3.2011

23. Proceq, equotip laitemanuaali. 2011. PQ-EQU-3.pdf. CD-Rom. Tornio: Outokumpu Oy

LIITTEET

Liite 1. FX-työvalssin 851 SI 001 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 2. FX-työvalssin 853 SI 003 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 3. FX-työvalssin 814 ÅK 118 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 4. FX-työvalssin 816 ÅK 120 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 5. NV-työvalssin 1542 ÅK 20 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 6. NV-työvalssin 1473 GP 20 pinnankarheusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 7. FX-työvalssin 851 SI 001 halkaisijamittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 8. FX-työvalssin 853 SI 003 halkaisijamittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 9. FX-työvalssin 814 ÅK 118 halkaisijamittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 10. FX-työvalssin 816 ÅK 120 halkaisijamittauspöytäkirja ja kuvaaja

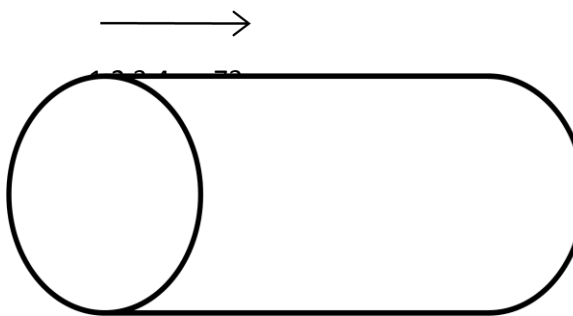
Liite 11. FX-tukivalssin 11 TL 3 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

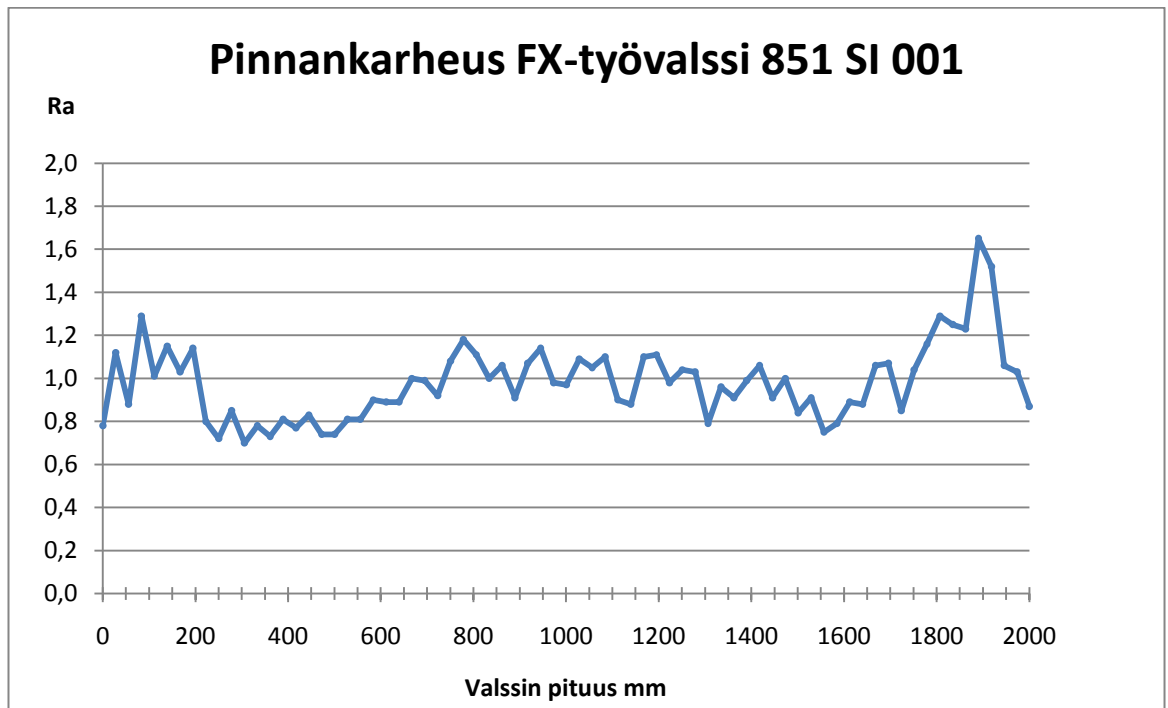
Liite 12. FX-tukivalssin 12 TL 4 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 13. FX-tukivalssin 14 RE 2 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

Liite 14. FX-tukivalssin 17 RE 5 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja

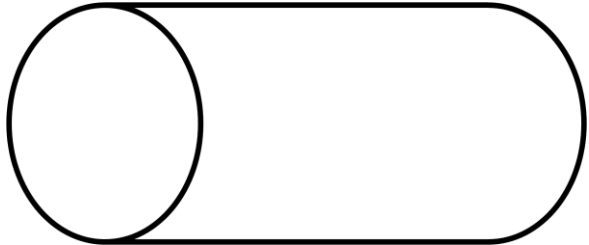
- Liite 15. FX-tukivalssin 32 GP 12 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 16. FX-tukivalssin 33 ÅK 3 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 17. FX-työvalssin 851 SI 001 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 18. FX-työvalssin 853 SI 003 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 19. FX-työvalssin 814 SI 118 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 20. FX-työvalssin 816 ÅK 120 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 21. NV-työvalssin 1542 ÅK 20 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 22. NV-työvalssin 1473 GP 20 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 23. NV-tukivalssi 31 TL 4 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 24. NV-tukivalssi 32 TL 5 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 25. NV-tukivalssi 33 TL 6 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 26. NV-tukivalssi 34 TL 7 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 27. NV-tukivalssi 36 ÅK 1 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 28. NV-tukivalssi 39 RE 12 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 29. NV-tukivalssi 43 VS 4 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 30. NV-tukivalssi 46 ÅK 5 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 31. NV-tukivalssi 47 ÅK 6 kovuusmittauspöytäkirja ja kuvaaja
- Liite 32. Lähtötietomuistio

Pinnankarheusmittaus		Pvm: 29.04.2011					
Valssitunnus:	Mittalaite: Mitutoyo SJ-301						
851 SI 001	Standardi: JIS' 94	$\lambda_c = 0,8$ mm		$\sigma =$			0,18
Mittaaja:	Virhe $\pm 0,01$	N = 5		Ra max =			1,65
Arttu Hallikainen	ΔRa μm	0,98		$\lambda_s 2,5$ μm		Ra min =	0,7
Kommentit:							
Mitat otettu moottorin päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm							
mittapiste	Ra μm						
1	0,78	26	0,99	51	0,99		
2	1,12	27	0,92	52	1,06		
3	0,88	28	1,08	53	0,91		
4	1,29	29	1,18	54	1		
5	1,01	30	1,11	55	0,84		
6	1,15	31	1	56	0,91		
7	1,03	32	1,06	57	0,75		
8	1,14	33	0,91	58	0,79		
9	0,8	34	1,07	59	0,89		
10	0,72	35	1,14	60	0,88		
11	0,85	36	0,98	61	1,06		
12	0,7	37	0,97	62	1,07		
13	0,78	38	1,09	63	0,85		
14	0,73	39	1,05	64	1,04		
15	0,81	40	1,1	65	1,16		
16	0,77	41	0,9	66	1,29		
17	0,83	42	0,88	67	1,25		
18	0,74	43	1,1	68	1,23		
19	0,74	44	1,11	69	1,65		
20	0,81	45	0,98	70	1,52		
21	0,81	46	1,04	71	1,06		
22	0,9	47	1,03	72	1,03		
23	0,89	48	0,79	73	0,87		
24	0,89	49	0,96				
25	1	50	0,91				
							
Moottori							

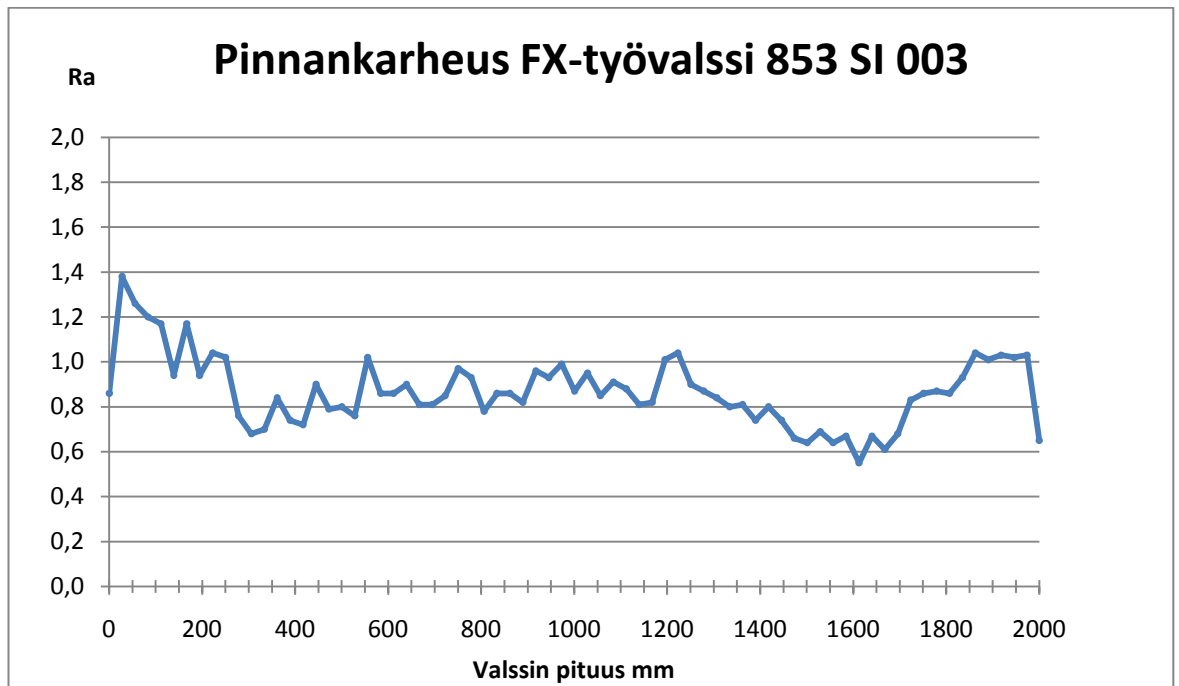


Pinnankarheusmittaus			Pvm: 29.04.2011			
Valssitunnus:		Mittalaite: Mitutoyo SJ-301				
853 SI 003		Standardi: JIS' 94		$\lambda_c = 0,8$ mm		$\sigma = 0,16$
Mittaaja:		Virhe $\pm 0,01$		N = 5		Ra max = 1,38
Arttu Hallikainen		$\Delta Ra \mu m$ 0,87		$\lambda_s 2,5 \mu m$		Ra min = 0,55
Kommentit:						
Mitat otettu moottorin puoleisesta päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm						
mittapiste	Ra μm					
1	0,86	26	0,81	51	0,74	
2	1,38	27	0,85	52	0,8	
3	1,26	28	0,97	53	0,74	
4	1,2	29	0,93	54	0,66	
5	1,17	30	0,78	55	0,64	
6	0,94	31	0,86	56	0,69	
7	1,17	32	0,86	57	0,64	
8	0,94	33	0,82	58	0,67	
9	1,04	34	0,96	59	0,55	
10	1,02	35	0,93	60	0,67	
11	0,76	36	0,99	61	0,61	
12	0,68	37	0,87	62	0,68	
13	0,7	38	0,95	63	0,83	
14	0,84	39	0,85	64	0,86	
15	0,74	40	0,91	65	0,87	
16	0,72	41	0,88	66	0,86	
17	0,9	42	0,81	67	0,93	
18	0,79	43	0,82	68	1,04	
19	0,8	44	1,01	69	1,01	
20	0,76	45	1,04	70	1,03	
21	1,02	46	0,9	71	1,02	
22	0,86	47	0,87	72	1,03	
23	0,86	48	0,84	73	0,65	
24	0,9	49	0,8			
25	0,81	50	0,81			

→

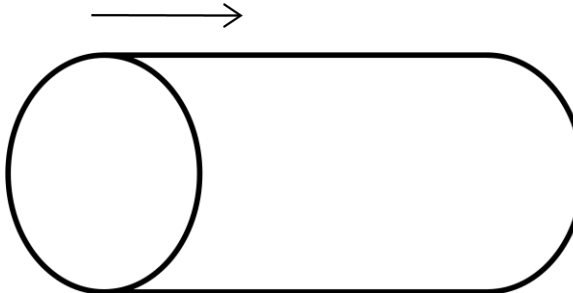


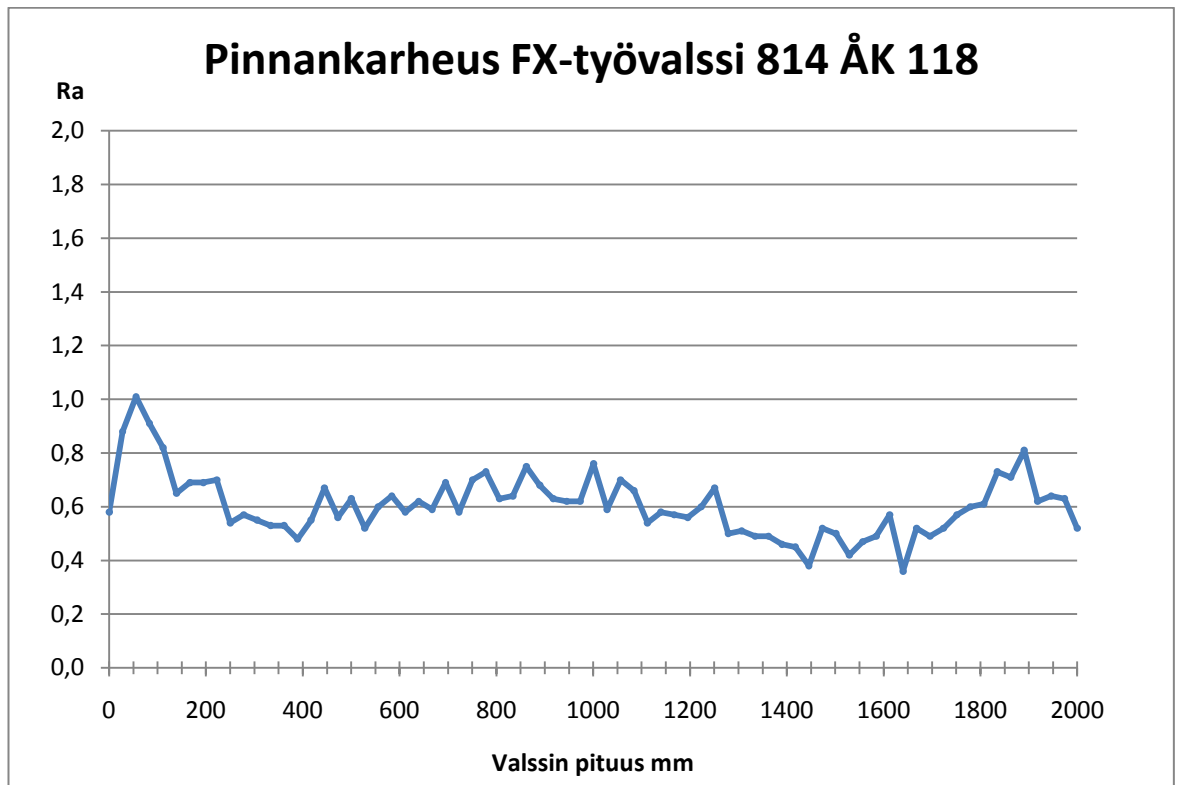
Moottori

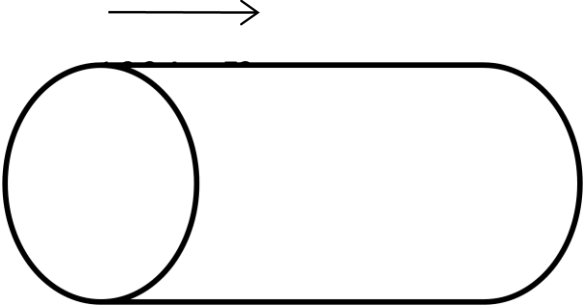


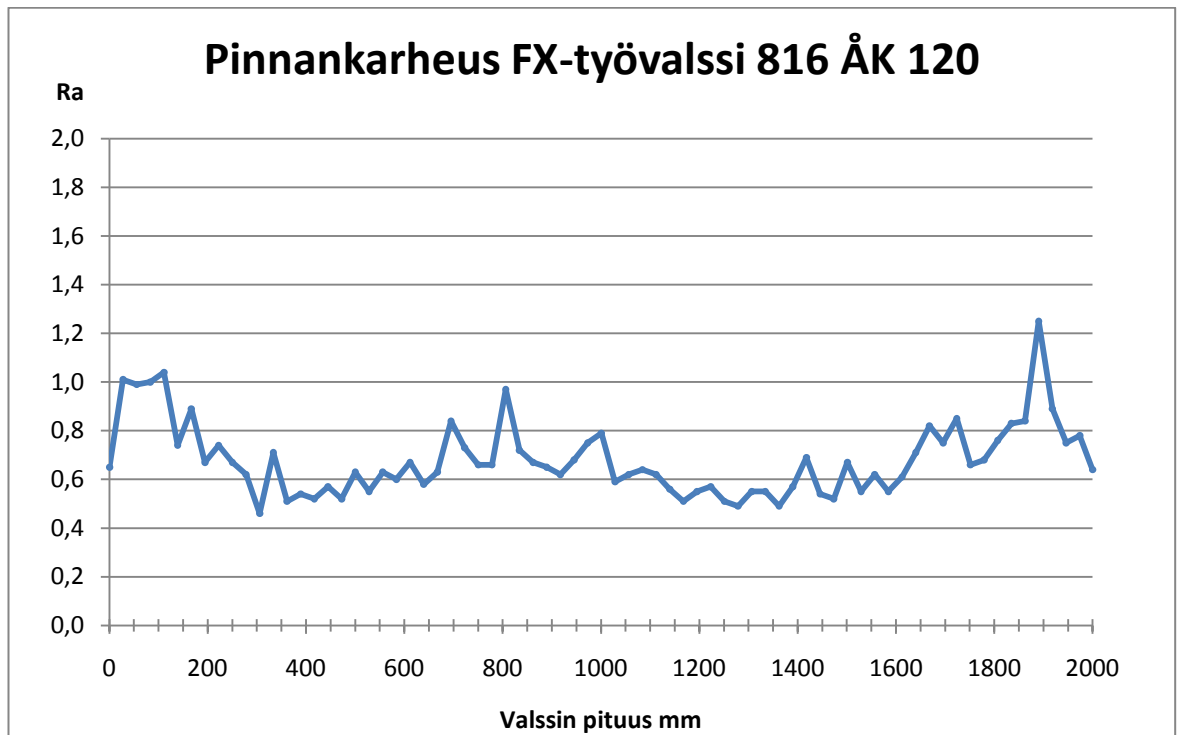
Pinnankarheusmittaus		Pvm: 29.04.2011					
Valssitunnus:		Mittalaite: Mitutoyo SJ-301					
814 ÅK 118		Standardi: JIS' 94		$\lambda_c = 0,8$ mm		$\sigma = 0,12$	
Mittaaja:		Virhe $\pm 0,01$		N = 5		Ra max = 1,01	
Arttu Hallikainen		ΔRa μm 0,60		$\lambda_s 2,5 \mu m$		Ra min = 0,36	
Kommentit:							
Mitat otettu moottorin puoleisesta päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm							
mittapiste		Ra μm					
1	0,58	26	0,69	51	0,46		
2	0,88	27	0,58	52	0,45		
3	1,01	28	0,7	53	0,38		
4	0,91	29	0,73	54	0,52		
5	0,82	30	0,63	55	0,5		
6	0,65	31	0,64	56	0,42		
7	0,69	32	0,75	57	0,47		
8	0,69	33	0,68	58	0,49		
9	0,7	34	0,63	59	0,57		
10	0,54	35	0,62	60	0,36		
11	0,57	36	0,62	61	0,52		
12	0,55	37	0,76	62	0,49		
13	0,53	38	0,59	63	0,52		
14	0,53	39	0,7	64	0,57		
15	0,48	40	0,66	65	0,6		
16	0,55	41	0,54	66	0,61		
17	0,67	42	0,58	67	0,73		
18	0,56	43	0,57	68	0,71		
19	0,63	44	0,56	69	0,81		
20	0,52	45	0,6	70	0,62		
21	0,6	46	0,67	71	0,64		
22	0,64	47	0,5	72	0,63		
23	0,58	48	0,51	73	0,52		
24	0,62	49	0,49				
25	0,59	50	0,49				

Moottori



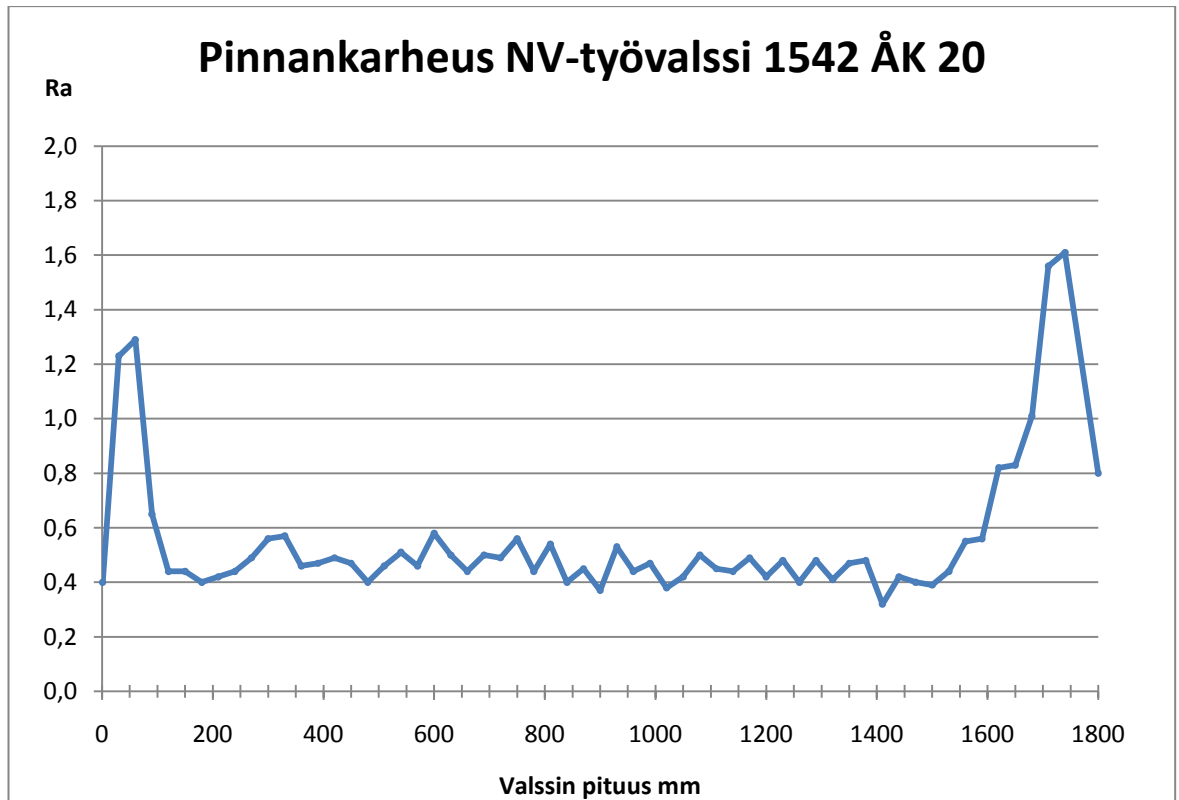


Pinnankarheusmittaus		Pvm: 29.04.2011					
Valssitunnus:		Mittalaite: Mitutoyo SJ-301					
816 ÅK 120		Standardi: JIS' 94		$\lambda_c = 0,8$ mm		$\sigma = 0,15$	
Mittaaja:		Virhe $\pm 0,01$		N = 5		Ra max = 1,25	
Arttu Hallikainen		ΔRa μm 0,68		$\lambda_s 2,5 \mu m$		Ra min = 0,46	
Kommentit:							
Mitat otettu moottorin puoleisesta päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm							
mittapiste		Ra μm					
1	0,65	26	0,84	51	0,57		
2	1,01	27	0,73	52	0,69		
3	0,99	28	0,66	53	0,54		
4	1	29	0,66	54	0,52		
5	1,04	30	0,97	55	0,67		
6	0,74	31	0,72	56	0,55		
7	0,89	32	0,67	57	0,62		
8	0,67	33	0,65	58	0,55		
9	0,74	34	0,62	59	0,61		
10	0,67	35	0,68	60	0,71		
11	0,62	36	0,75	61	0,82		
12	0,46	37	0,79	62	0,75		
13	0,71	38	0,59	63	0,85		
14	0,51	39	0,62	64	0,66		
15	0,54	40	0,64	65	0,68		
16	0,52	41	0,62	66	0,76		
17	0,57	42	0,56	67	0,83		
18	0,52	43	0,51	68	0,84		
19	0,63	44	0,55	69	1,25		
20	0,55	45	0,57	70	0,89		
21	0,63	46	0,51	71	0,75		
22	0,6	47	0,49	72	0,78		
23	0,67	48	0,55	73	0,64		
24	0,58	49	0,55				
25	0,63	50	0,49				
							
Moottori							



Valssitunnus: 1542-ÅK-20		Mittalaite: Mitutoyo SJ-301					
		Standardi: JIS' 94	$\lambda c = 0,8 \text{ mm}$	$\sigma = 0,27$			
Mittaja: Arttu Hallikainen		Virhe $\pm 0,01$	N = 5	Ra max = 1,61			
		$\Delta Ra \text{ } \mu\text{m}$ 0,55	$\lambda s 2,5 \text{ } \mu\text{m}$	Ra min = 0,32			
Kommentit: Mitat otettu moottorin puoleisesta päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm							
mittapiste	Ra μm						
1	0,4	26	0,56	51	0,39		
2	1,23	27	0,44	52	0,44		
3	1,29	28	0,54	53	0,55		
4	0,65	29	0,4	54	0,56		
5	0,44	30	0,45	55	0,82		
6	0,44	31	0,37	56	0,83		
7	0,4	32	0,53	57	1,01		
8	0,42	33	0,44	58	1,56		
9	0,44	34	0,47	59	1,61		
10	0,49	35	0,38	60	0,8		
11	0,56	36	0,42				
12	0,57	37	0,5				
13	0,46	38	0,45				
14	0,47	39	0,44				
15	0,49	40	0,49				
16	0,47	41	0,42				
17	0,4	42	0,48				
18	0,46	43	0,4				
19	0,51	44	0,48				
20	0,46	45	0,41				
21	0,58	46	0,47				
22	0,5	47	0,48				
23	0,44	48	0,32				
24	0,5	49	0,42				
25	0,49	50	0,4				

Moottori



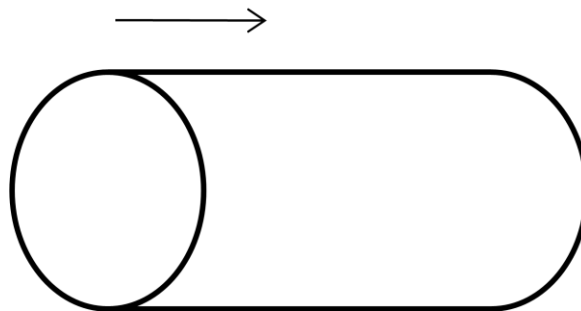
Valssitunnus: 1473-GP20	Mittalaite: Mitutoyo SJ-301		
	Standardi: JIS' 94	$\lambda_c = 0,8 \text{ mm}$	$\sigma = 0,24$
Mittaja: Arttu Hallikainen	Virhe $\pm 0,01$	N = 5	Ra max = 1,77
	$\Delta Ra \text{ } \mu\text{m}$ 0,51	$\lambda_s 2,5 \text{ } \mu\text{m}$	Ra min = 0,3

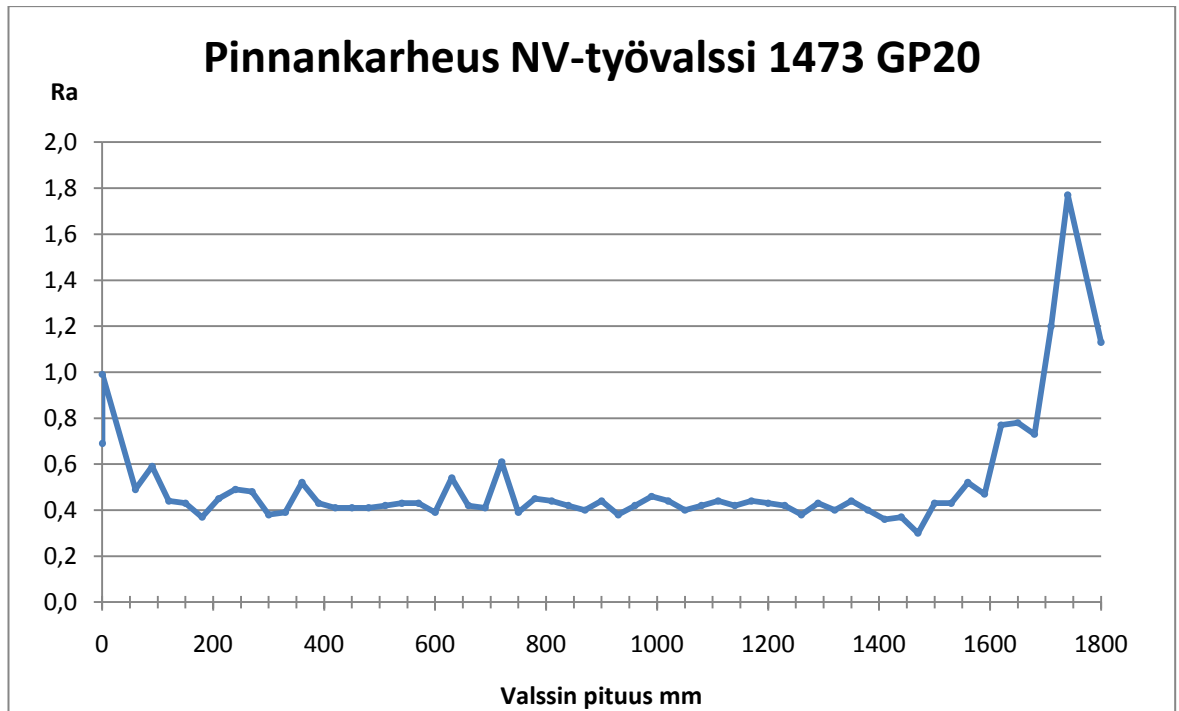
Kommentit:

Mitat otettu moottorin puoleisesta päästä lähtien. Mittapisteen väli noin 30 mm

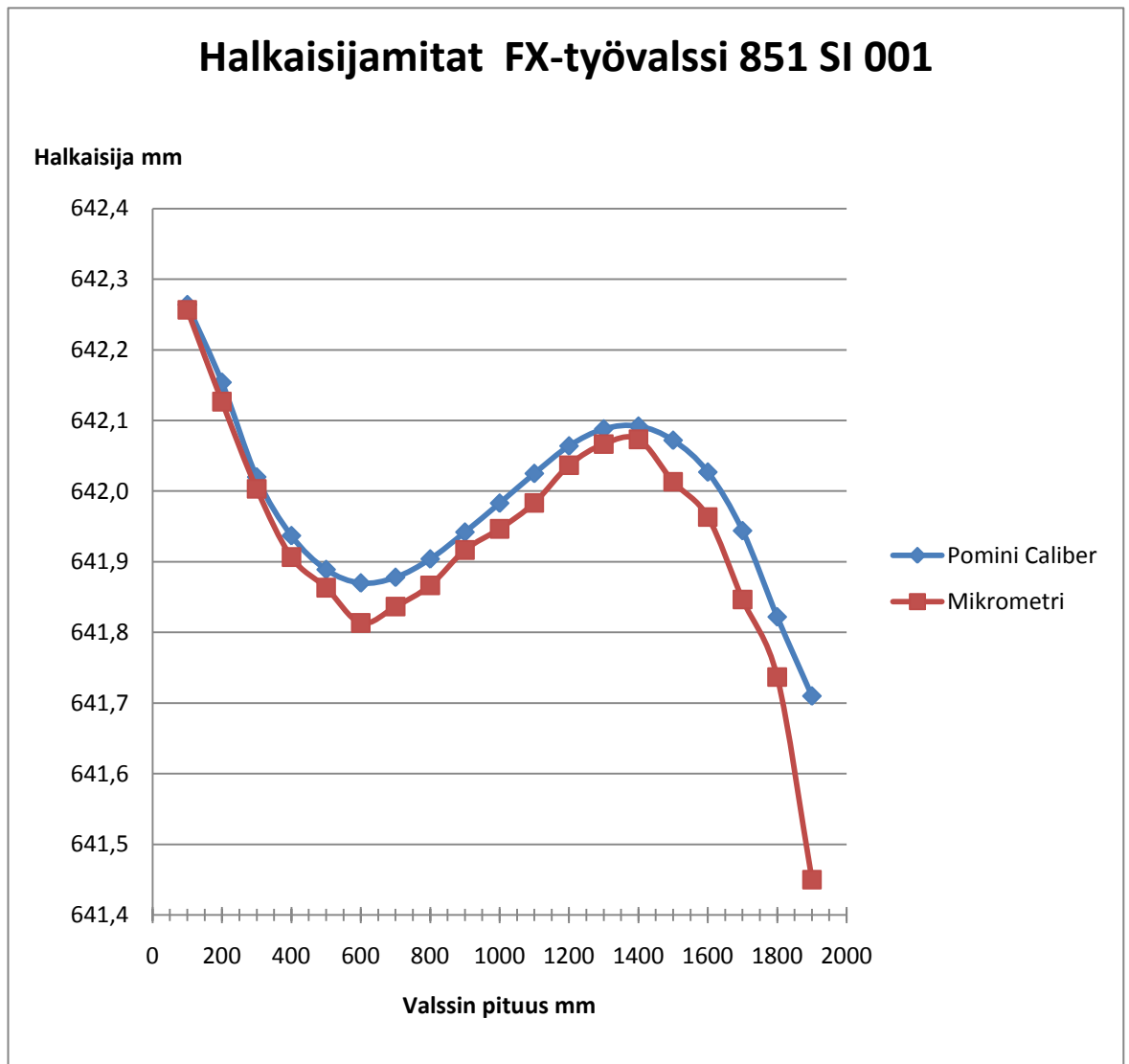
mittapiste	Ra μm						
1	0,69	26	0,39	51	0,43		
2	0,99	27	0,45	52	0,43		
3	0,49	28	0,44	53	0,52		
4	0,59	29	0,42	54	0,47		
5	0,44	30	0,4	55	0,77		
6	0,43	31	0,44	56	0,78		
7	0,37	32	0,38	57	0,73		
8	0,45	33	0,42	58	1,2		
9	0,49	34	0,46	59	1,77		
10	0,48	35	0,44	60	1,13		
11	0,38	36	0,4				
12	0,39	37	0,42				
13	0,52	38	0,44				
14	0,43	39	0,42				
15	0,41	40	0,44				
16	0,41	41	0,43				
17	0,41	42	0,42				
18	0,42	43	0,38				
19	0,43	44	0,43				
20	0,43	45	0,4				
21	0,39	46	0,44				
22	0,54	47	0,4				
23	0,42	48	0,36				
24	0,41	49	0,37				
25	0,61	50	0,3				

Moottori





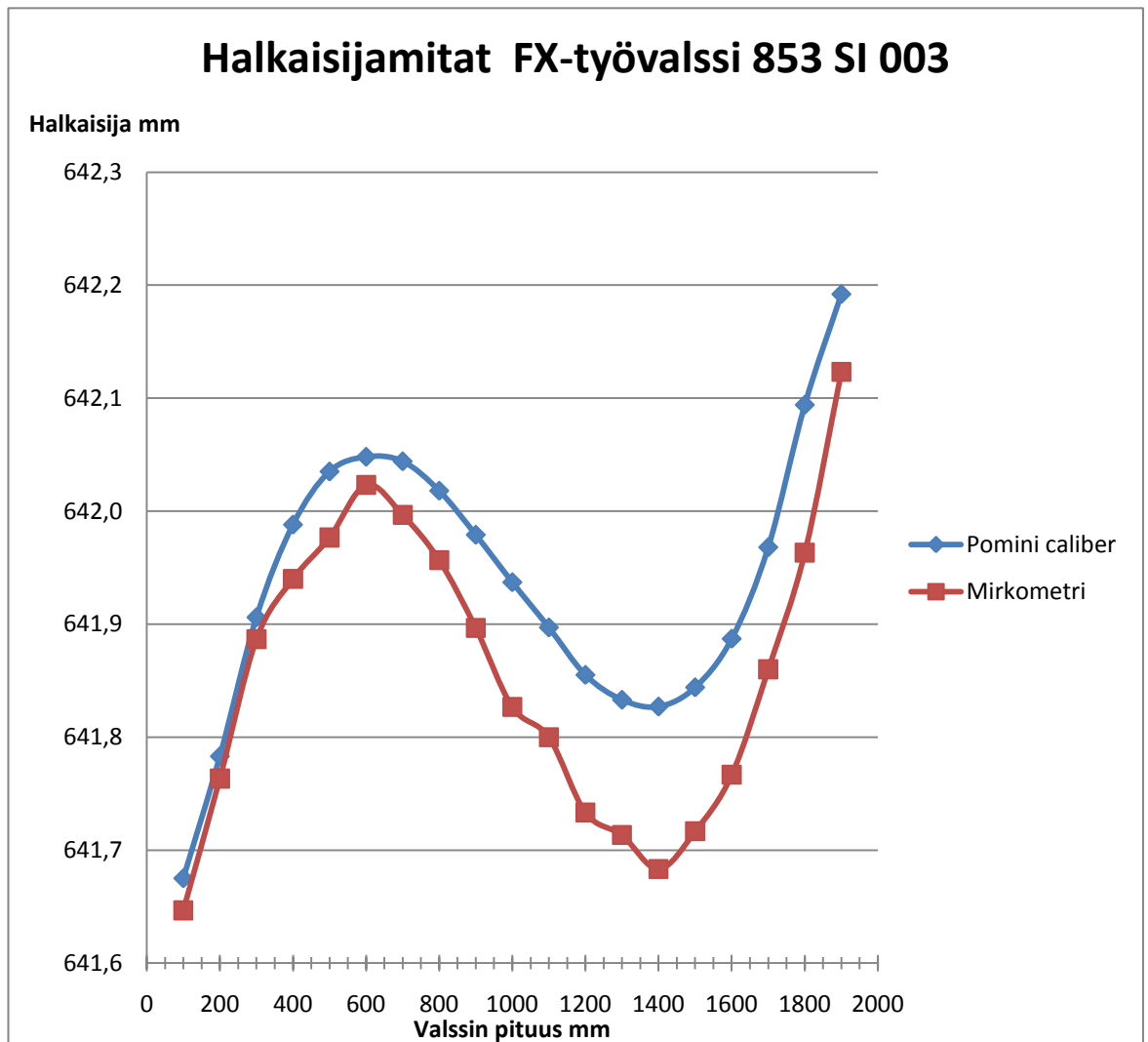
Halkaisijamittaus pöytäkirja		Yksikkö: mm				Pominin ja mikrometrin erotus
Valssitunnus: 851 SI 001						
	Pomini caliber	Mikrometri			Ka	
0		642,43	642,45	642,47	642,450	
100	642,264	642,25	642,26	642,26	642,257	-0,007
200	642,154	642,13	642,13	642,12	642,127	-0,027
300	642,020	642	641,99	642,02	642,003	-0,017
400	641,937	641,91	641,9	641,91	641,907	-0,030
500	641,889	641,86	641,86	641,87	641,863	-0,026
600	641,870	641,82	641,81	641,81	641,813	-0,057
700	641,878	641,82	641,85	641,84	641,837	-0,041
800	641,904	641,84	641,88	641,88	641,867	-0,037
900	641,942	641,93	641,92	641,9	641,917	-0,025
1000	641,983	641,95	641,95	641,94	641,947	-0,036
1100	642,025	641,98	641,98	641,99	641,983	-0,042
1200	642,064	642,04	642,04	642,03	642,037	-0,027
1300	642,088	642,06	642,07	642,07	642,067	-0,021
1400	642,092	642,08	642,07	642,07	642,073	-0,019
1500	642,072	642	642,01	642,03	642,013	-0,059
1600	642,027	642	641,95	641,94	641,963	-0,064
1700	641,944	641,83	641,85	641,86	641,847	-0,097
1800	641,822	641,74	641,74	641,73	641,737	-0,085
1900	641,710	641,53	641,35	641,47	641,450	-0,260
2000		641,37	641,35	641,36	641,360	



Mittauspöytäkirja

LIITE 8/1

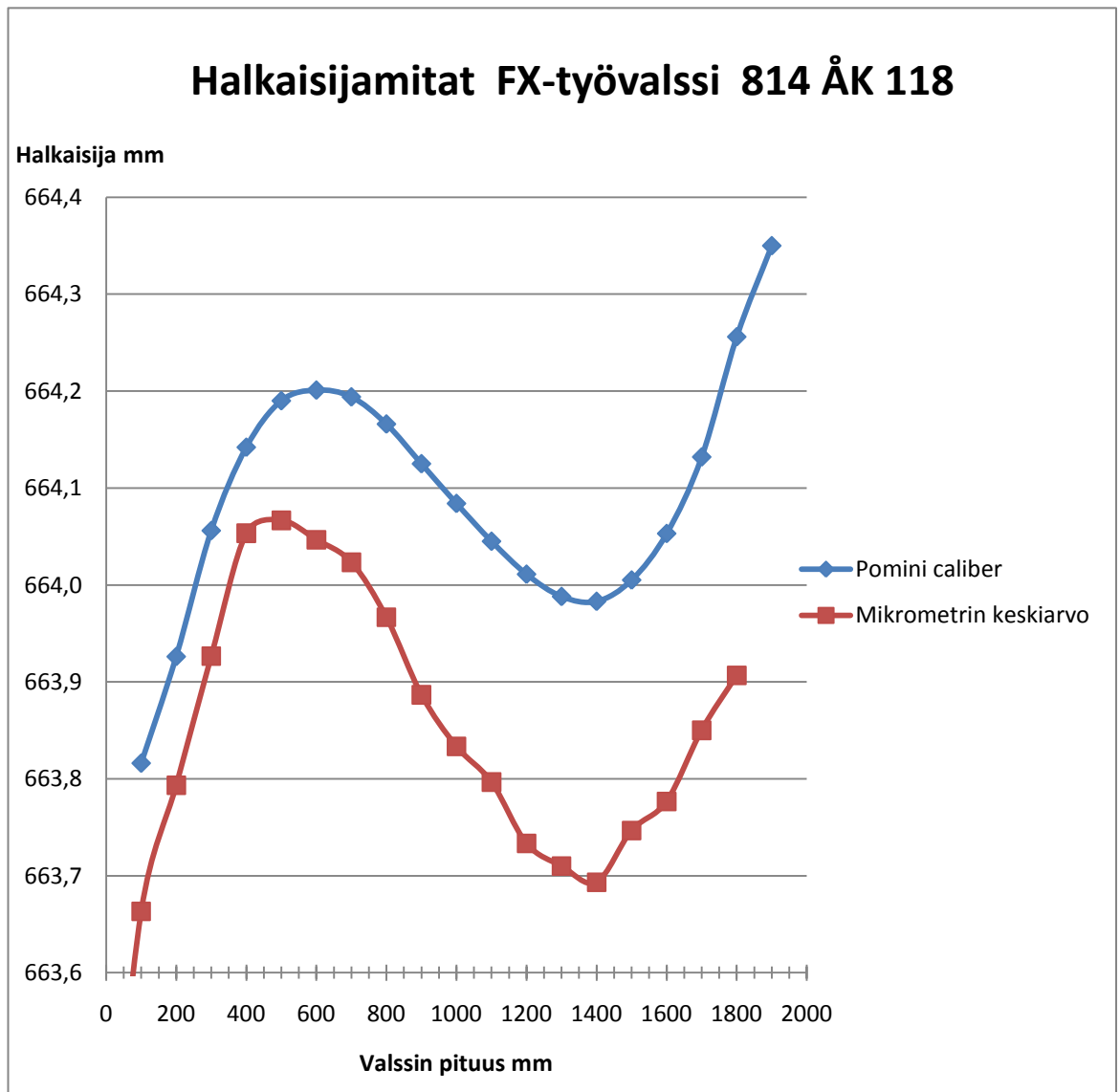
Halkaisijamittaus pöytäkirja		Yksikkö: mm				Pominin ja mikrometrin erotus
Valssitunnus: 853 SI 003						
	Pomini caliber	Mikrometri			Ka	
0		641,34	641,33	641,33	641,333	
100	641,675	641,64	641,65	641,65	641,647	-0,028
200	641,783	641,76	641,76	641,77	641,763	-0,020
300	641,906	641,90	641,89	641,87	641,887	-0,019
400	641,988	641,93	641,94	641,95	641,940	-0,048
500	642,035	641,97	642	641,96	641,977	-0,058
600	642,048	642,03	642,03	642,01	642,023	-0,025
700	642,044	641,99	642,01	641,99	641,997	-0,047
800	642,018	641,98	641,95	641,94	641,957	-0,061
900	641,979	641,94	641,88	641,87	641,897	-0,082
1000	641,937	641,83	641,82	641,83	641,827	-0,110
1100	641,897	641,85	641,78	641,77	641,800	-0,097
1200	641,855	641,75	641,73	641,72	641,733	-0,122
1300	641,833	641,74	641,7	641,7	641,713	-0,120
1400	641,827	641,68	641,7	641,67	641,683	-0,144
1500	641,844	641,71	641,72	641,72	641,717	-0,127
1600	641,887	641,76	641,77	641,77	641,767	-0,120
1700	641,968	641,86	641,87	641,85	641,860	-0,108
1800	642,094	641,97	641,96	641,96	641,963	-0,131
1900	642,192	642,12	642,13	642,12	642,123	-0,069
2000		642,380	642,39	642,36	642,377	



Mittauspöytäkirja

LIITE 9/1

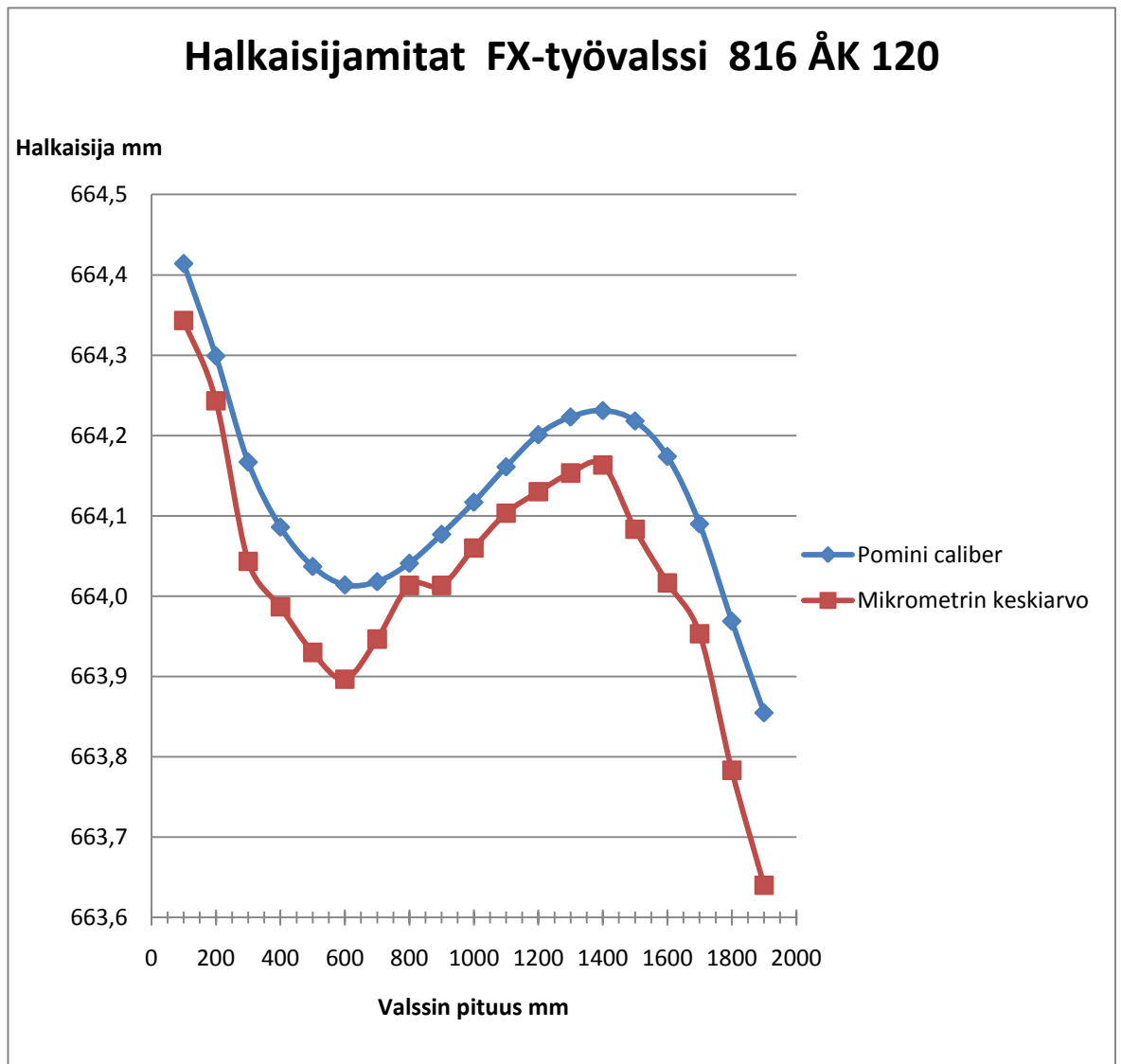
Halkaisijamittaus pöytäkirja		Yksikkö: mm				Pominin ja mikrometrin erotus
Valssitunnus: 814 ÅK 118						
	Pomini caliber	Mikrometri			Ka	
0		663,3	663,32	663,37	663,330	
100	663,816	663,58	663,7	663,71	663,663	-0,153
200	663,926	663,79	663,79	663,8	663,793	-0,133
300	664,056	663,93	663,93	663,92	663,927	-0,129
400	664,142	664,04	664,05	664,07	664,053	-0,089
500	664,190	664,09	664,05	664,06	664,067	-0,123
600	664,201	664,06	664,04	664,04	664,047	-0,154
700	664,194	664,02	664,03	664,02	664,023	-0,171
800	664,166	663,97	663,96	663,97	663,967	-0,199
900	664,125	663,89	663,9	663,87	663,887	-0,238
1000	664,084	663,83	663,83	663,84	663,833	-0,251
1100	664,045	663,83	663,77	663,79	663,797	-0,248
1200	664,011	663,74	663,76	663,7	663,733	-0,278
1300	663,988	663,74	663,69	663,7	663,710	-0,278
1400	663,983	663,69	663,7	663,69	663,693	-0,290
1500	664,005	663,75	663,75	663,74	663,747	-0,258
1600	664,053	663,78	663,76	663,79	663,777	-0,276
1700	664,132	663,84	663,86	663,85	663,850	-0,282
1800	664,256	663,91	663,9	663,91	663,907	-0,349
1900	664,350	664,01	663,98	664,05	664,013	-0,337
2000		664,35	664,4	664,37	664,373	



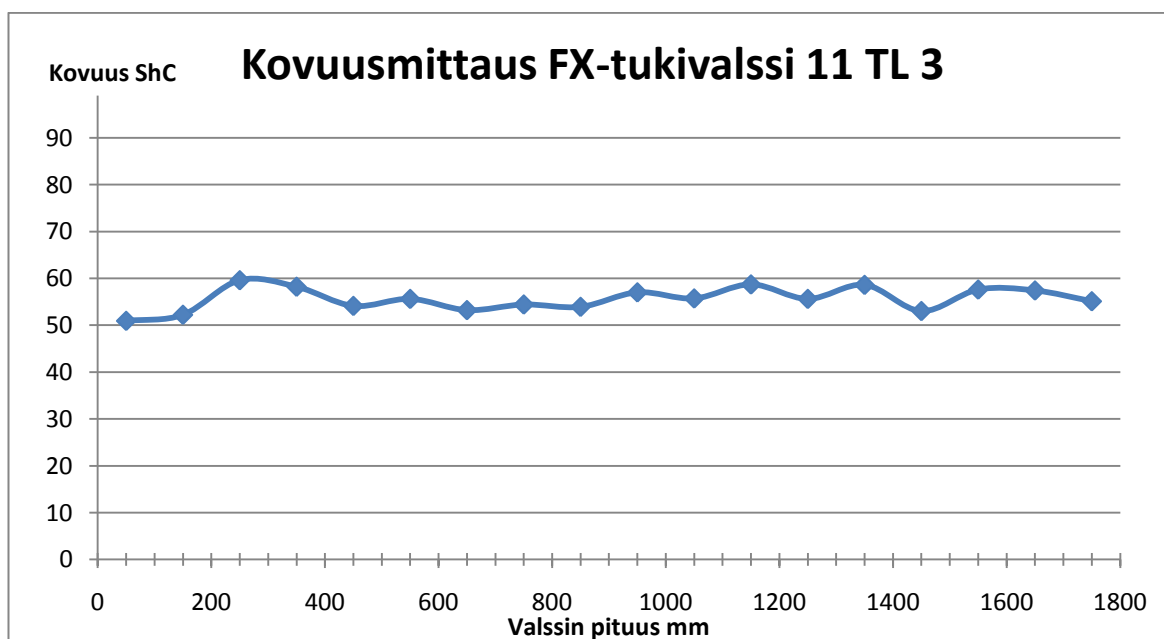
Mittauspöytäkirja

LIITE 10/1

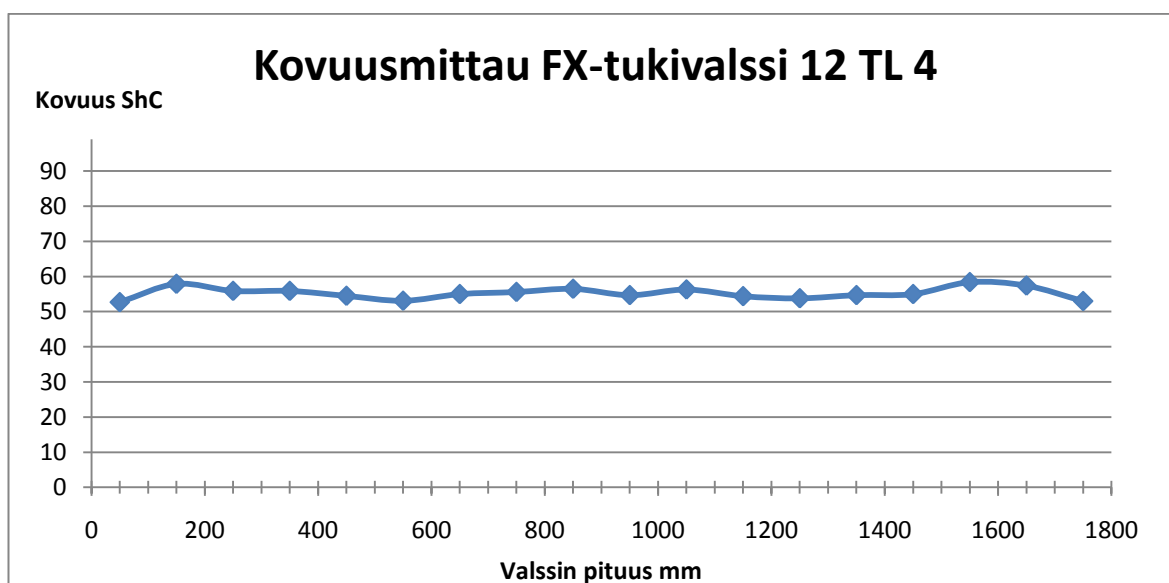
Halkaisijamittaus pöytäkirja		Yksikkö: mm				Pominin ja mikrometrin erotus
Valssitunnus: 816 ÅK 120						
	Pomini caliber	Mikrometri			Ka	
0		664,36	664,32	664,31	664,335	
100	664,414	664,380	664,33	664,32	664,343	-0,071
200	664,299	664,250	664,250	664,230	664,243	-0,056
300	664,167	664,030	664,07	664,03	664,043	-0,124
400	664,086	663,980	664,03	663,95	663,987	-0,099
500	664,037	663,940	663,9	663,95	663,930	-0,107
600	664,014	663,890	663,88	663,92	663,897	-0,117
700	664,018	663,950	663,88	664,01	663,947	-0,071
800	664,041	663,970	664,05	664,02	664,013	-0,028
900	664,077	663,980	664,03	664,03	664,013	-0,064
1000	664,117	664,050	664,07	664,06	664,060	-0,057
1100	664,161	664,100	664,12	664,09	664,103	-0,058
1200	664,201	664,110	664,12	664,16	664,130	-0,071
1300	664,223	664,150	664,15	664,16	664,153	-0,070
1400	664,231	664,160	664,17	664,16	664,163	-0,068
1500	664,218	664,090	664,09	664,07	664,083	-0,135
1600	664,174	664,010	664,03	664,01	664,017	-0,157
1700	664,09	663,960	663,95	663,95	663,953	-0,137
1800	663,969	663,770	663,76	663,82	663,783	-0,186
1900	663,855	663,600	663,65	663,67	663,640	-0,215
2000		663,340	663,33	663,31	663,327	



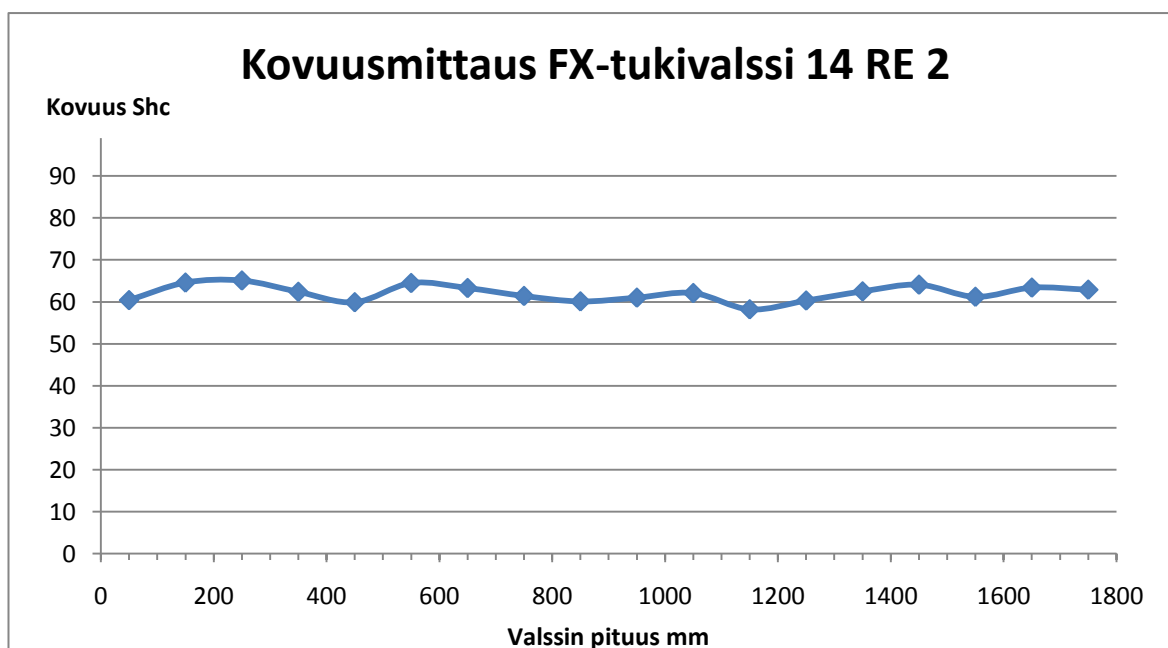
Name FX TUKI 11 TL 3						
#	Date	Time	Value	direction	Material	Scale
	5.2.2011	10:23	55.6 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 2.47 HS	55.6 HS		Min: 50.9 HS	Max: 59.6 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 1.23 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		50,9	Automatic		
	150		52,2	Automatic		
	250		59,6	Automatic		
	350		58,2	Automatic		
	450		54,1	Automatic		
	550		55,6	Automatic		
	650		53,2	Automatic		
	750		54,4	Automatic		
	850		53,9	Automatic		
	950		57	Automatic		
	1050		55,7	Automatic		
	1150		58,7	Automatic		
	1250		55,6	Automatic		
	1350		58,6	Automatic		
	1450		53	Automatic		
	1550		57,6	Automatic		
	1650		57,4	Automatic		
	1750		55,1	Automatic		



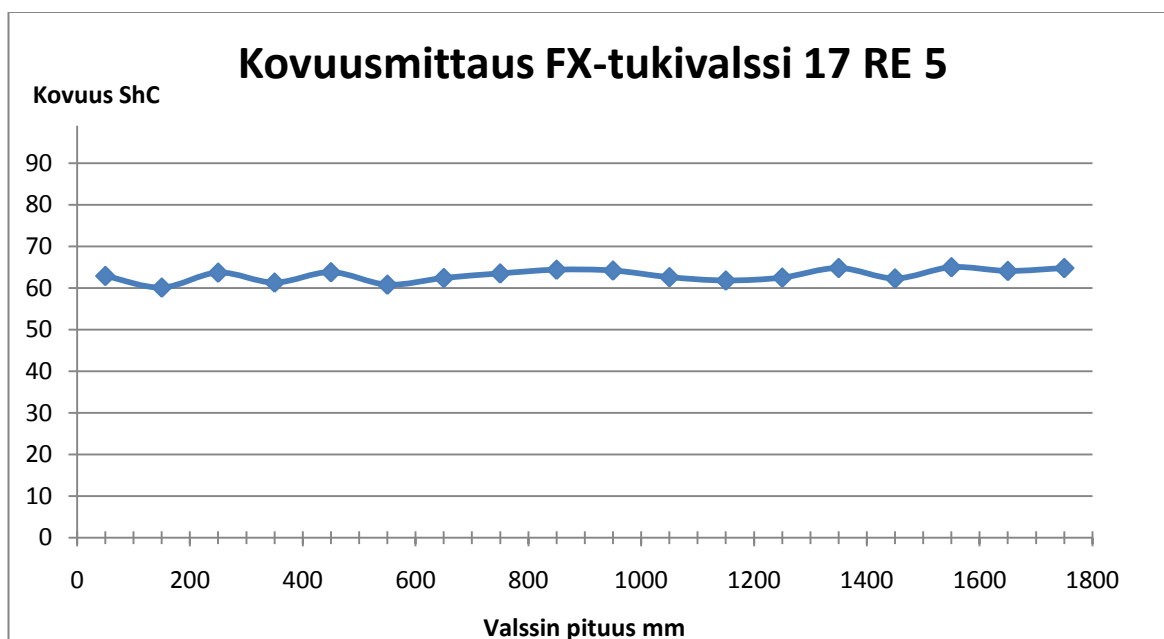
Name FX TUKI 12 TL 4						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.2.2011	11:22	55.3 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 1.64 HS	55.3 HS		Min: 52.7 HS	Max: 58.4 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.81 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		52,7	Automatic		
	150		57,9	Automatic		
	250		55,9	Automatic		
	350		55,9	Automatic		
	450		54,5	Automatic		
	550		53,1	Automatic		
	650		55	Automatic		
	750		55,6	Automatic		
	850		56,5	Automatic		
	950		54,7	Automatic		
	1050		56,3	Automatic		
	1150		54,4	Automatic		
	1250		53,8	Automatic		
	1350		54,7	Automatic		
	1450		55	Automatic		
	1550		58,4	Automatic		
	1650		57,4	Automatic		
	1750		53	Automatic		



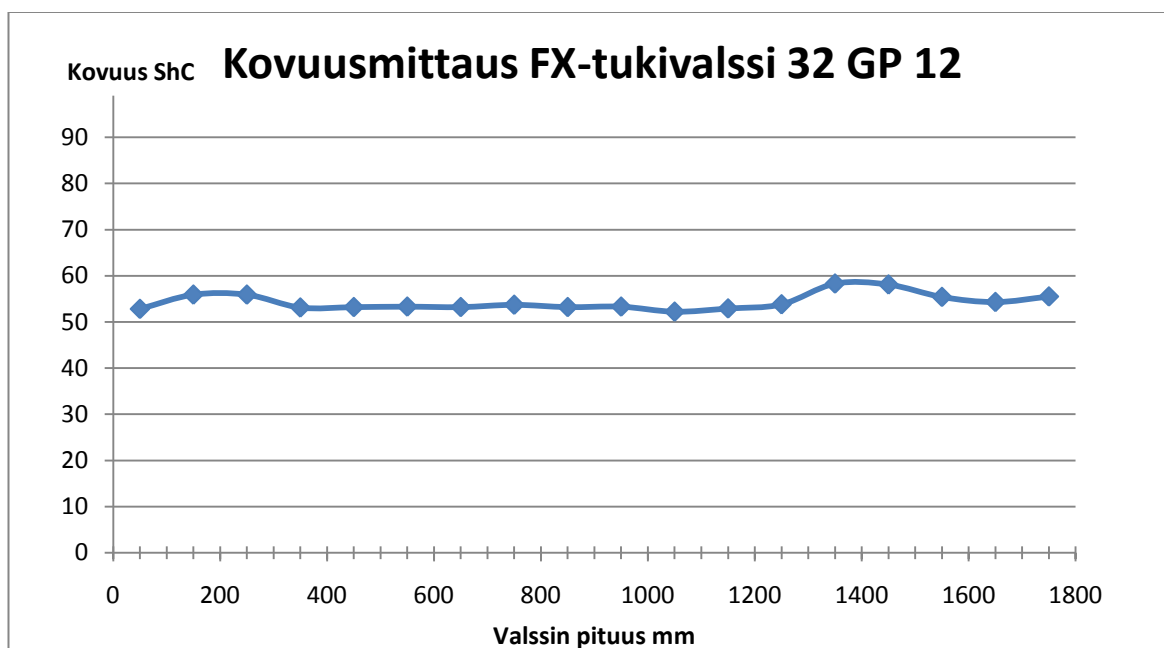
Name FX TUKI 14 RE 2						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.2.2011	11:07	62.1 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 1.91 HS	62.1 HS		Min: 58.2 HS	Max: 65.1 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.95 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005- 1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		60,4	Automatic		
	150		64,6	Automatic		
	250		65,1	Automatic		
	350		62,4	Automatic		
	450		59,9	Automatic		
	550		64,5	Automatic		
	650		63,3	Automatic		
	750		61,4	Automatic		
	850		60,1	Automatic		
	950		61	Automatic		
	1050		62,1	Automatic		
	1150		58,2	Automatic		
	1250		60,3	Automatic		
	1350		62,5	Automatic		
	1450		64,1	Automatic		
	1550		61,2	Automatic		
	1650		63,4	Automatic		
	1750		62,9	Automatic		



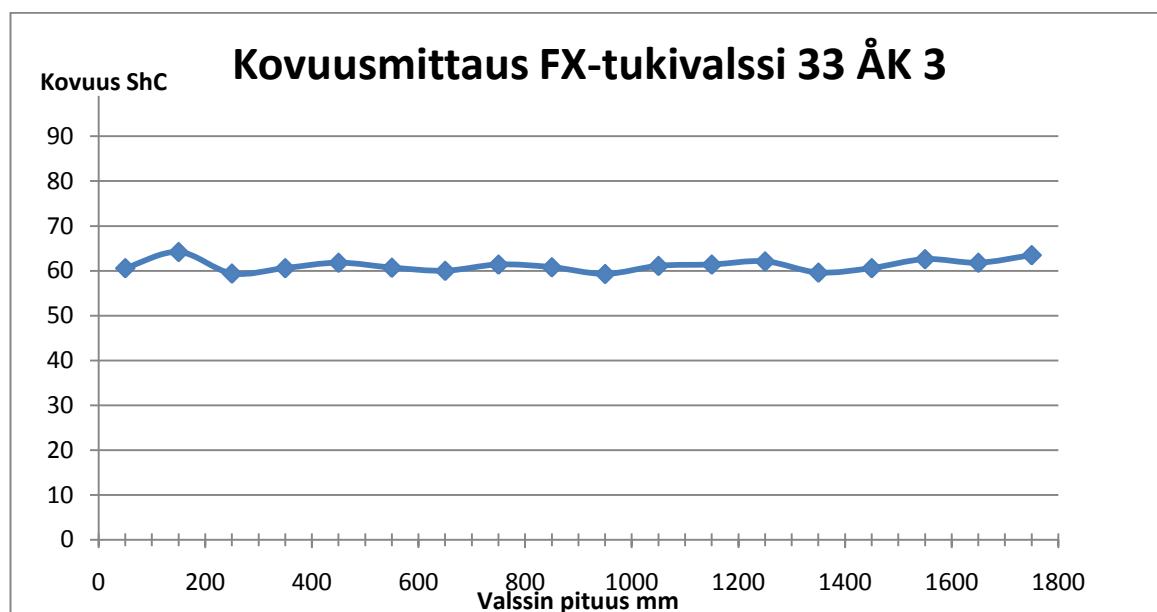
Name FX TUKI 17 RE 5						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.2.2011	11:32	63.1 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 1.44 HS	63.1 HS		Min: 60.1 HS	Max: 65.0 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.72 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		62,9	Automatic		
	150		60,1	Automatic		
	250		63,7	Automatic		
	350		61,3	Automatic		
	450		63,8	Automatic		
	550		60,8	Automatic		
	650		62,4	Automatic		
	750		63,5	Automatic		
	850		64,4	Automatic		
	950		64,2	Automatic		
	1050		62,6	Automatic		
	1150		61,8	Automatic		
	1250		62,5	Automatic		
	1350		64,8	Automatic		
	1450		62,3	Automatic		
	1550		65	Automatic		
	1650		64,1	Automatic		
	1750		64,8	Automatic		



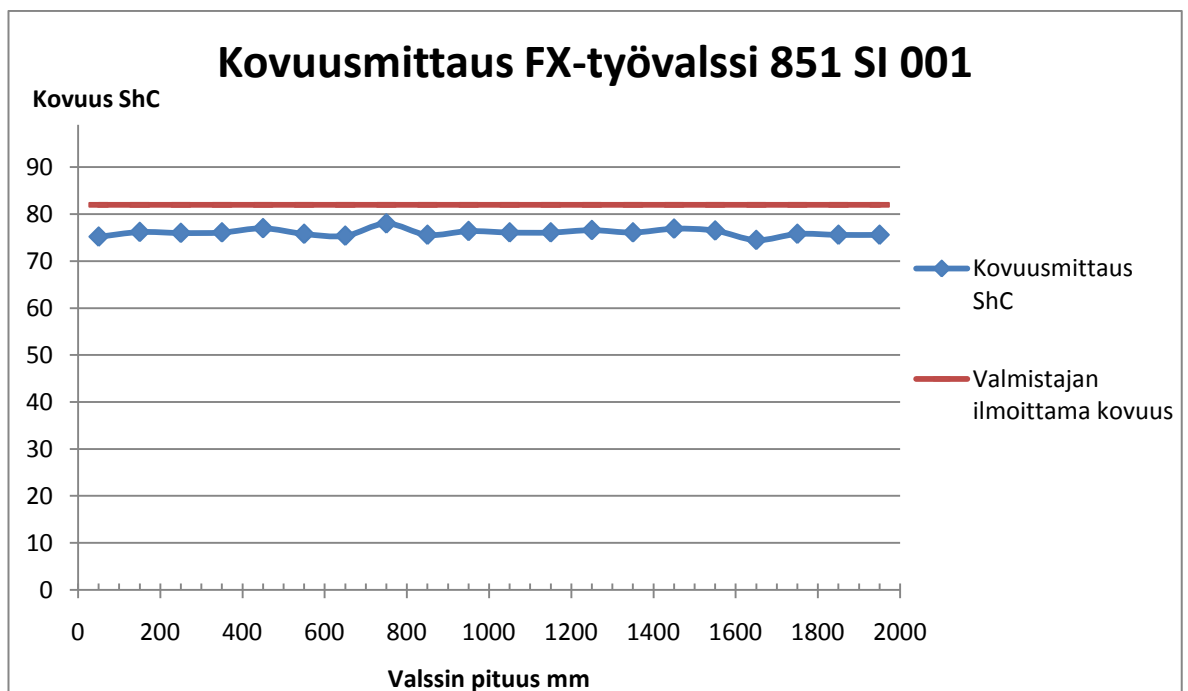
Name FX TUKI 32 GP 12						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.2.2011	11:15	54.3 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 1.79 HS	54.3 HS		Min: 52.2 HS	Max: 58.3 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.89 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		52,8	Automatic		
	150		55,9	Automatic		
	250		55,9	Automatic		
	350		53,1	Automatic		
	450		53,2	Automatic		
	550		53,3	Automatic		
	650		53,2	Automatic		
	750		53,7	Automatic		
	850		53,2	Automatic		
	950		53,3	Automatic		
	1050		52,2	Automatic		
	1150		52,9	Automatic		
	1250		53,8	Automatic		
	1350		58,3	Automatic		
	1450		58,1	Automatic		
	1550		55,4	Automatic		
	1650		54,3	Automatic		
	1750		55,5	Automatic		



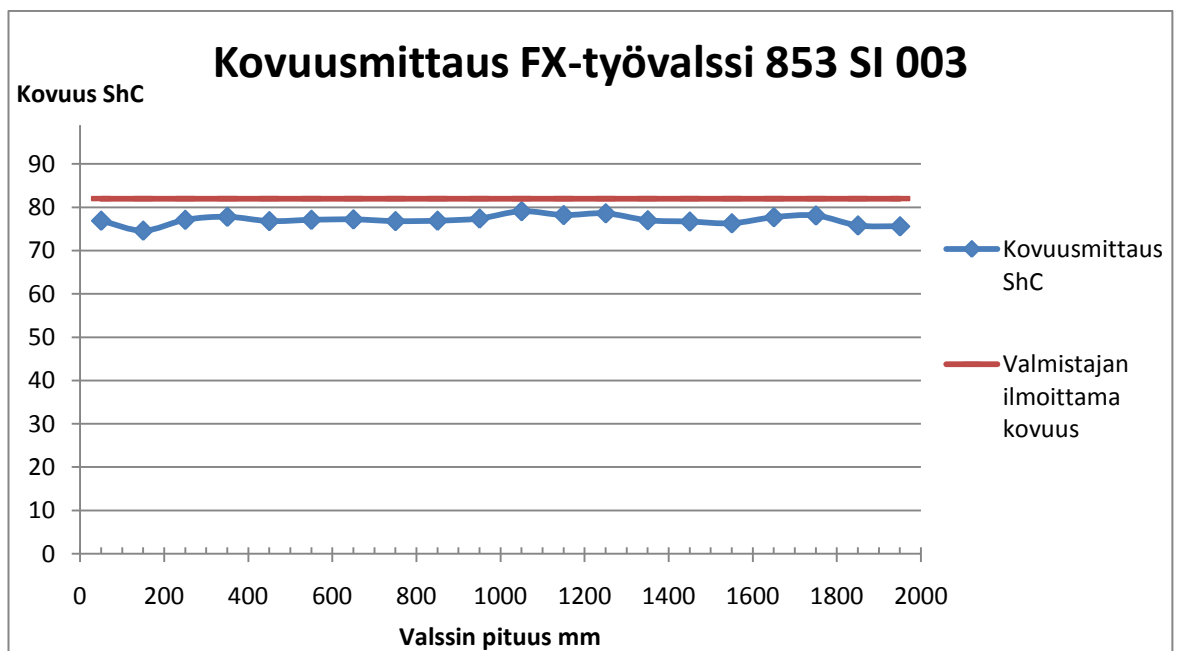
Name FX TUKI ÅK 3						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.2.2011	10:11	61.2 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 18	s: 1.33 HS	61.2 HS		Min: 59.3 HS	Max: 64.2 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.66 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	50		60,6	Automatic		
	150		64,2	Automatic		
	250		59,4	Automatic		
	350		60,6	Automatic		
	450		61,8	Automatic		
	550		60,7	Automatic		
	650		60	Automatic		
	750		61,4	Automatic		
	850		60,8	Automatic		
	950		59,3	Automatic		
	1050		61,1	Automatic		
	1150		61,4	Automatic		
	1250		62,1	Automatic		
	1350		59,6	Automatic		
	1450		60,6	Automatic		
	1550		62,6	Automatic		
	1650		61,8	Automatic		
	1750		63,5	Automatic		



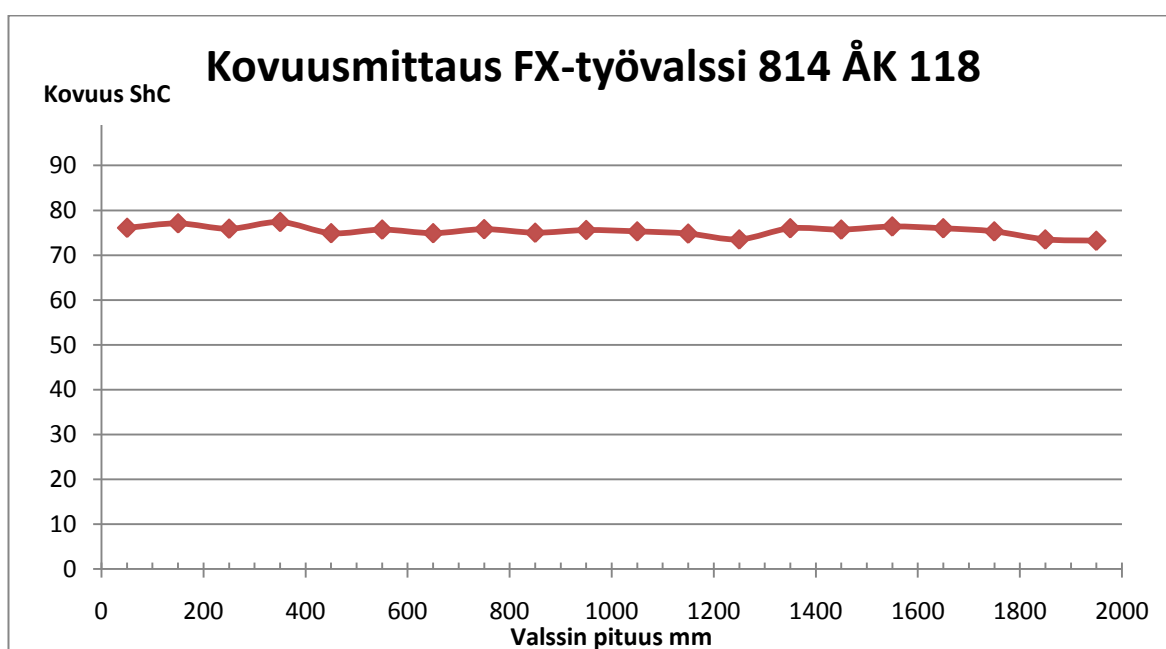
Name 851 SI 001						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/27/2011	10:32	76.1 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 20	s: 0.74 HS	76.1 HS		Min: 74.5 HS	Max: 78.0 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.35 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Ei ole Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
50			75,2	Automatic		
150			76,2	Automatic		
250			76	Automatic		
350			76,1	Automatic		
450			77	Automatic		
550			75,8	Automatic		
650			75,4	Automatic		
750			78	Automatic		
850			75,6	Automatic		
950			76,4	Automatic		
1050			76,1	Automatic		
1150			76,1	Automatic		
1250			76,6	Automatic		
1350			76,1	Automatic		
1450			76,9	Automatic		
1550			76,5	Automatic		
1650			74,5	Automatic		
1750			75,8	Automatic		
1850			75,6	Automatic		
1950			75,6	Automatic		



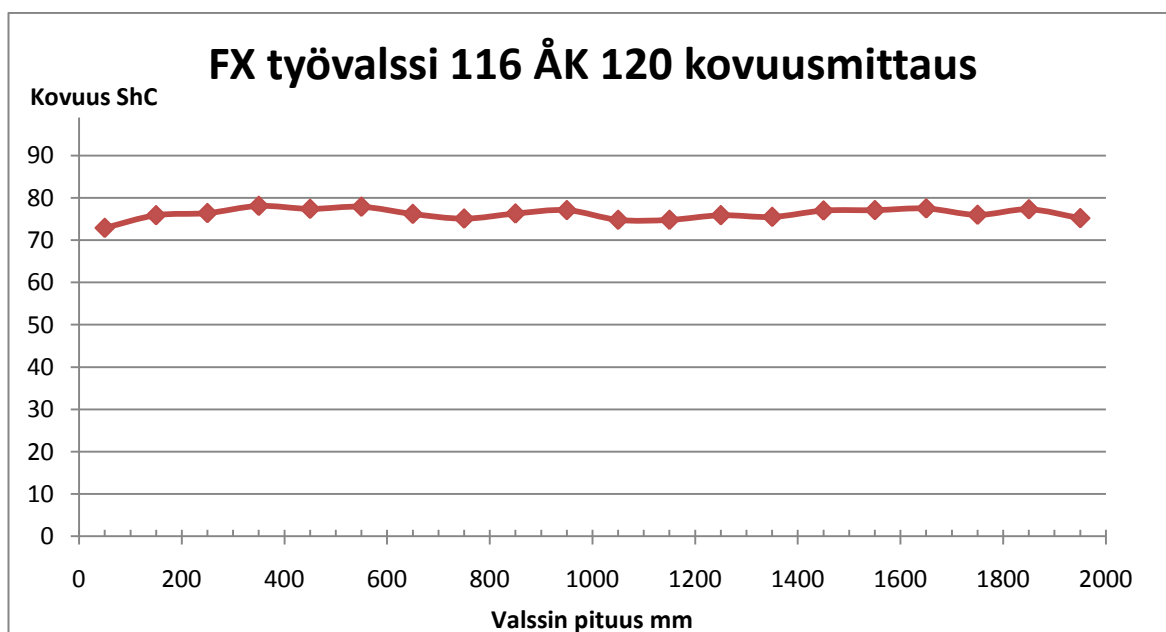
Name 853 SI 003						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/27/2011	12:53	77.1 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 20	s: 1.04 HS	77.1 HS		Min: 74.6 HS	Max: 79.1 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.49 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Ei ole Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	50		76,9	Automatic		
	150		74,6	Automatic		
	250		77,1	Automatic		
	350		77,8	Automatic		
	450		76,8	Automatic		
	550		77,1	Automatic		
	650		77,2	Automatic		
	750		76,8	Automatic		
	850		76,9	Automatic		
	950		77,4	Automatic		
	1050		79,1	Automatic		
	1150		78,2	Automatic		
	1250		78,6	Automatic		
	1350		77	Automatic		
	1450		76,7	Automatic		
	1550		76,3	Automatic		
	1650		77,7	Automatic		
	1750		78,1	Automatic		
	1850		75,8	Automatic		
	1950		75,6	Automatic		



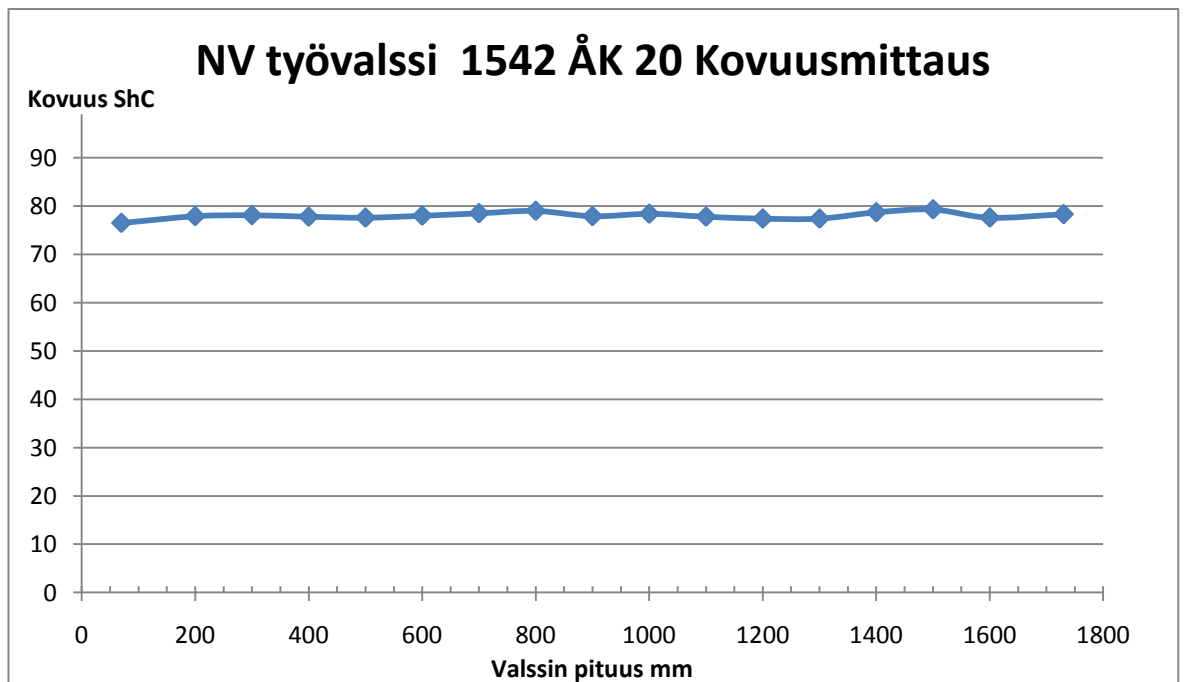
Name 814 ÅK 118						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/27/2011	12:10	75.4 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 20	s: 1.10 HS	75.4 HS		Min: 73.2 HS	Max: 77.4 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.51 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	50		76,1	Automatic		
	150		77,1	Automatic		
	250		75,9	Automatic		
	350		77,4	Automatic		
	450		74,9	Automatic		
	550		75,7	Automatic		
	650		74,9	Automatic		
	750		75,8	Automatic		
	850		75	Automatic		
	950		75,6	Automatic		
	1050		75,3	Automatic		
	1150		74,8	Automatic		
	1250		73,5	Automatic		
	1350		76	Automatic		
	1450		75,7	Automatic		
	1550		76,4	Automatic		
	1650		76	Automatic		
	1750		75,3	Automatic		
	1850		73,5	Automatic		
	1950		73,2	Automatic		



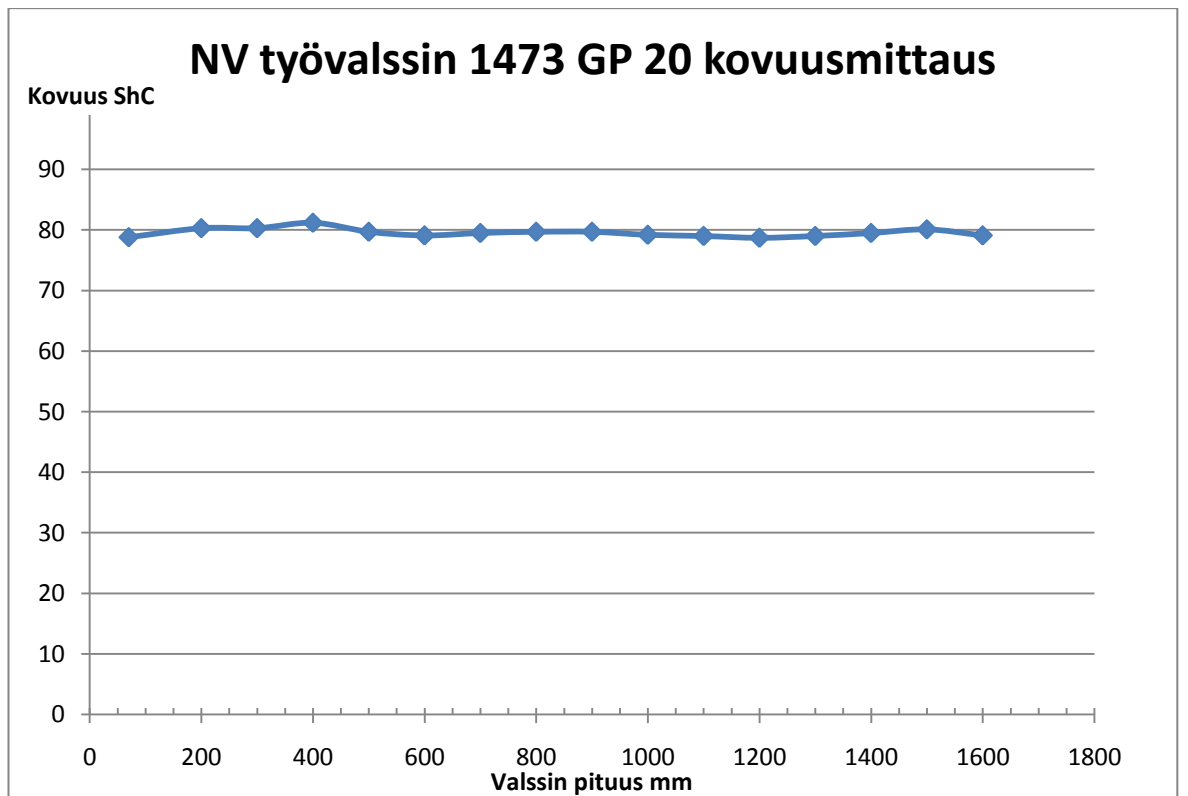
Name 816 ÅK 120						
#	Date 04/27/2011	Time 12:23	Value 76.2 HS	Impact direction Automatic	Material 1 Steel and cast steel	Scale HS Shore
Statistic	n: 20	s: 1.27 HS	76.2 HS		Min: 72.9 HS	Max: 78.1 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.60 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	50		72,9	Automatic		
	150		75,9	Automatic		
	250		76,4	Automatic		
	350		78,1	Automatic		
	450		77,4	Automatic		
	550		77,9	Automatic		
	650		76,2	Automatic		
	750		75,1	Automatic		
	850		76,3	Automatic		
	950		77,1	Automatic		
	1050		74,8	Automatic		
	1150		74,8	Automatic		
	1250		75,9	Automatic		
	1350		75,5	Automatic		
	1450		77	Automatic		
	1550		77,1	Automatic		
	1650		77,5	Automatic		
	1750		76	Automatic		
	1850		77,3	Automatic		
	1950		75,2	Automatic		



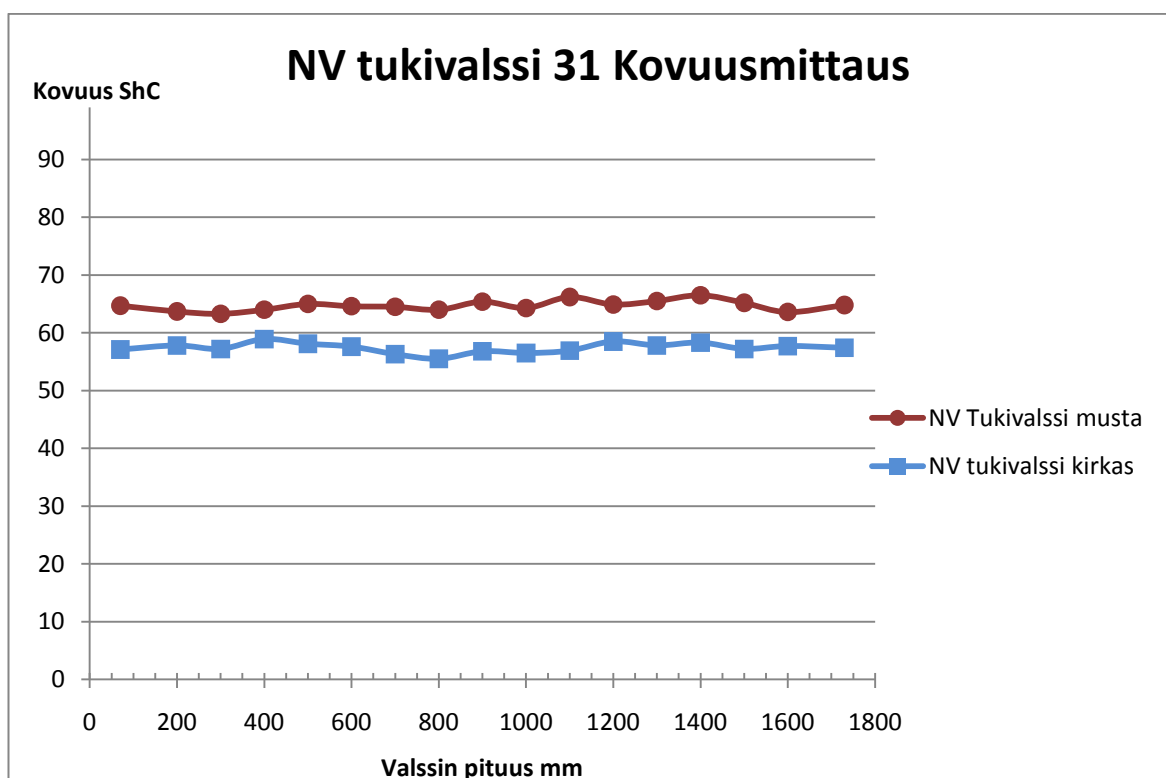
Name 1542-AK-20						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/28/2011	4:15	79,0 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,66 ShC	79,0 ShC		Min: 77,5 ShC	Max: 80,3 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,33 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005- 1482			Equotip-D	ID51- 002- 0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		76,5	Automatic		
	200		77,9	Automatic		
	300		78,1	Automatic		
	400		77,8	Automatic		
	500		77,6	Automatic		
	600		78	Automatic		
	700		78,5	Automatic		
	800		79	Automatic		
	900		77,9	Automatic		
	1000		78,4	Automatic		
	1100		77,8	Automatic		
	1200		77,4	Automatic		
	1300		77,4	Automatic		
	1400		78,7	Automatic		
	1500		79,3	Automatic		
	1600		77,6	Automatic		
	1730		78,3	Automatic		



Name 1473-GP20						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/28/2011	4:05	79,5 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,75 ShC	79,5 ShC		Min: 79,0 ShC	Max: 82,2 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,38 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005- 1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien,						
	70		78,8	Automatic		
	200		80,3	Automatic		
	300		80,3	Automatic		
	400		81,2	Automatic		
	500		79,7	Automatic		
	600		79,1	Automatic		
	700		79,5	Automatic		
	800		79,7	Automatic		
	900		79,7	Automatic		
	1000		79,2	Automatic		
	1100		79	Automatic		
	1200		78,7	Automatic		
	1300		79	Automatic		
	1400		79,5	Automatic		
	1500		80,1	Automatic		
	1600		79,1	Automatic		



Name NV tuki 31 musta						
#	Date 04/26/2011	Time 2:54	Value 64,7 ShC	Impact direction Automatic	Material 1 Steel and cast steel	Scale HS Shore
Statistic	n: 17	s: 0,88 ShC	64,7 ShC		Min: 63,3 ShC	Max: 66,5 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,45 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		64,7	Automatic		
	200		63,7	Automatic		
	300		63,3	Automatic		
	400		64	Automatic		
	500		65	Automatic		
	600		64,6	Automatic		
	700		64,5	Automatic		
	800		64	Automatic		
	900		65,4	Automatic		
	1000		64,3	Automatic		
	1100		66,2	Automatic		
	1200		64,9	Automatic		
	1300		65,5	Automatic		
	1400		66,5	Automatic		
	1500		65,2	Automatic		
	1600		63,6	Automatic		
	1730		64,8	Automatic		

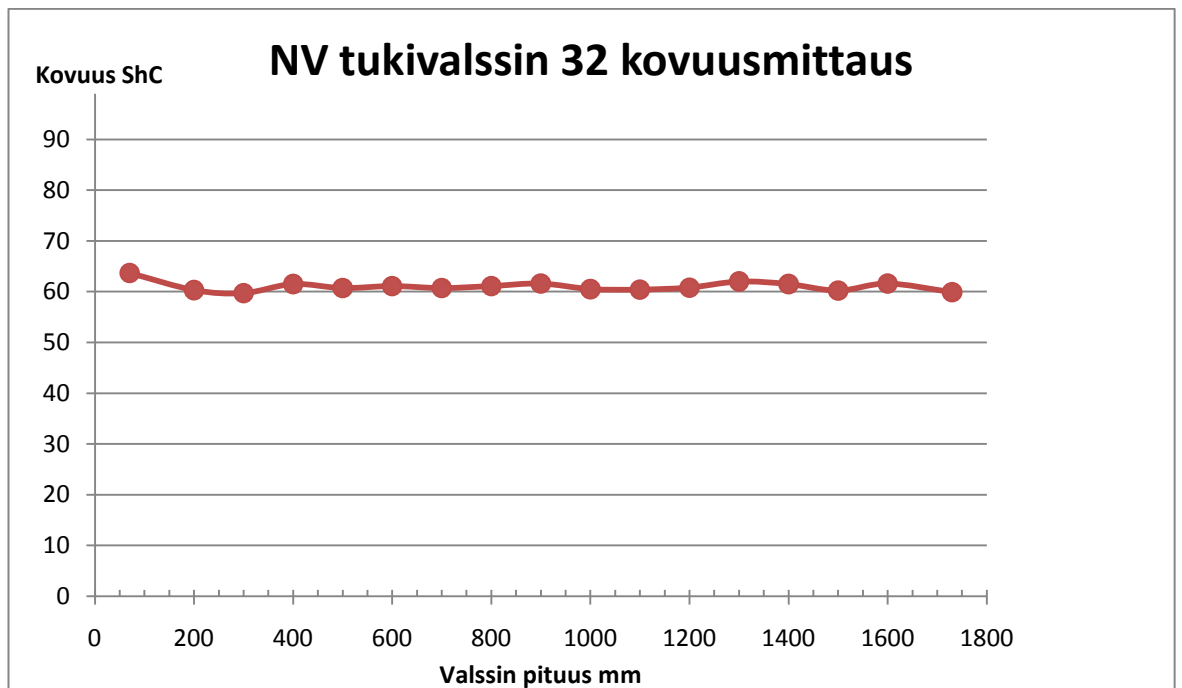


Mittauspöytäkirja

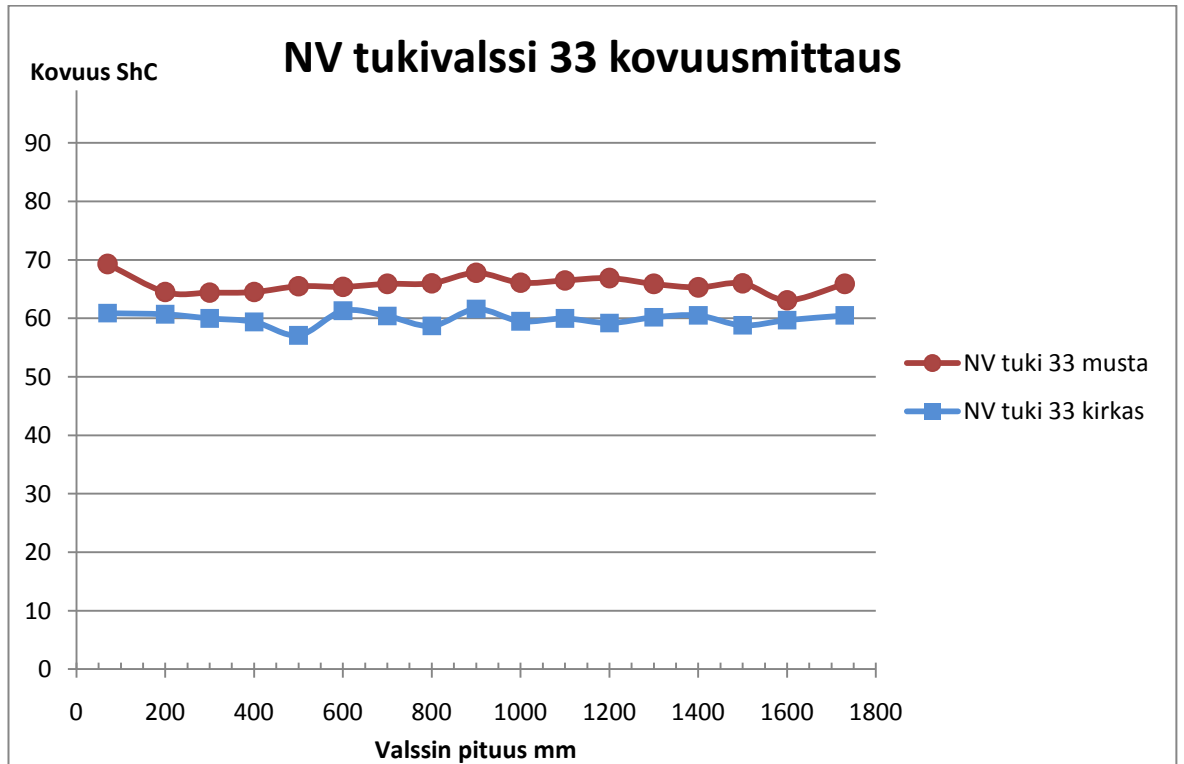
LIITE 23/2

Name						
NV TUKI 31 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	9:07	57,4 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 17	s: 0,85 ShC	57,4 ShC		Min: 55,5 ShC	Max: 58,9 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,44 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		57,1	Automatic		
	200		57,8	Automatic		
	300		57,2	Automatic		
	400		58,9	Automatic		
	500		58,1	Automatic		
	600		57,6	Automatic		
	700		56,3	Automatic		
	800		55,5	Automatic		
	900		56,8	Automatic		
	1000		56,5	Automatic		
	1100		56,9	Automatic		
	1200		58,5	Automatic		
	1300		57,8	Automatic		
	1400		58,3	Automatic		
	1500		57,2	Automatic		
	1600		57,7	Automatic		
	1730		57,4	Automatic		

Name						
NV tukivlassi 32 Kirkas						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	1:09	61,0 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,95 ShC	61,0 ShC		Min: 59,7 ShC	Max: 63,7 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,49 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		63,7	Automatic		
	200		60,3	Automatic		
	300		59,7	Automatic		
	400		61,5	Automatic		
	500		60,7	Automatic		
	600		61,1	Automatic		
	700		60,7	Automatic		
	800		61,1	Automatic		
	900		61,6	Automatic		
	1000		60,5	Automatic		
	1100		60,4	Automatic		
	1200		60,8	Automatic		
	1300		62	Automatic		
	1400		61,5	Automatic		
	1500		60,2	Automatic		
	1600		61,6	Automatic		
	1730		59,9	Automatic		



Name NV tukivalssi 33 Musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	1:27	65,8 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,40 ShC	65,8 ShC		Min: 63,1 ShC	Max: 69,3 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,72 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		69,3	Automatic		
	200		64,5	Automatic		
	300		64,4	Automatic		
	400		64,5	Automatic		
	500		65,5	Automatic		
	600		65,4	Automatic		
	700		65,9	Automatic		
	800		66	Automatic		
	900		67,8	Automatic		
	1000		66,1	Automatic		
	1100		66,5	Automatic		
	1200		66,9	Automatic		
	1300		65,9	Automatic		
	1400		65,3	Automatic		
	1500		66	Automatic		
	1600		63,1	Automatic		
	1730		65,9	Automatic		

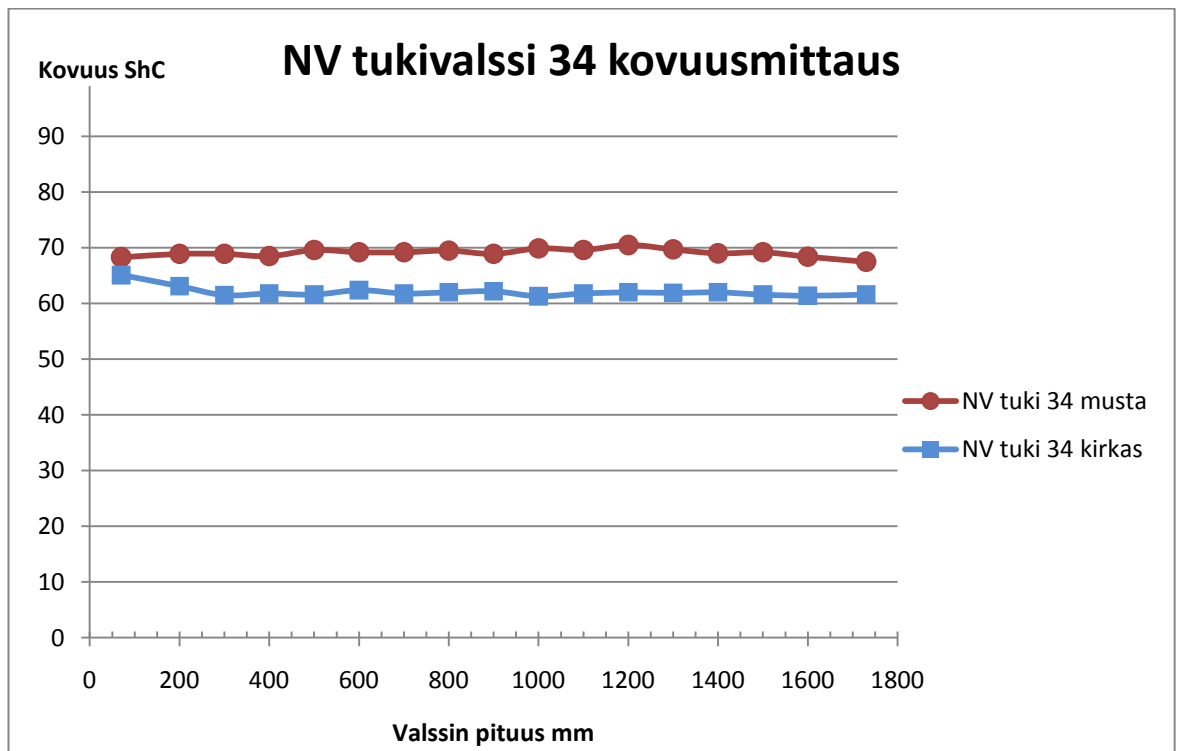


Mittauspöytäkirja

LIITE 25/2

Name NV TUKI 33 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	9:27	59,9 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,09 ShC	59,9 ShC		Min: 57,1 ShC	Max: 61,6 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,56 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		60,9	Automatic		
	200		60,7	Automatic		
	300		60	Automatic		
	400		59,4	Automatic		
	500		57,1	Automatic		
	600		61,3	Automatic		
	700		60,4	Automatic		
	800		58,7	Automatic		
	900		61,6	Automatic		
	1000		59,5	Automatic		
	1100		60	Automatic		
	1200		59,2	Automatic		
	1300		60,2	Automatic		
	1400		60,5	Automatic		
	1500		58,8	Automatic		
	1600		59,7	Automatic		
	1730		60,5	Automatic		

Name NV tukivalssi 34 Mustana						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	12:51	69,1 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,70 ShC	69,1 ShC		Min: 67,5 ShC	Max: 70,5 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,36 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		68,3	Automatic		
	200		68,9	Automatic		
	300		68,9	Automatic		
	400		68,5	Automatic		
	500		69,6	Automatic		
	600		69,2	Automatic		
	700		69,2	Automatic		
	800		69,5	Automatic		
	900		68,9	Automatic		
	1000		69,9	Automatic		
	1100		69,6	Automatic		
	1200		70,5	Automatic		
	1300		69,7	Automatic		
	1400		69	Automatic		
	1500		69,2	Automatic		
	1600		68,4	Automatic		
	1730		67,5	Automatic		

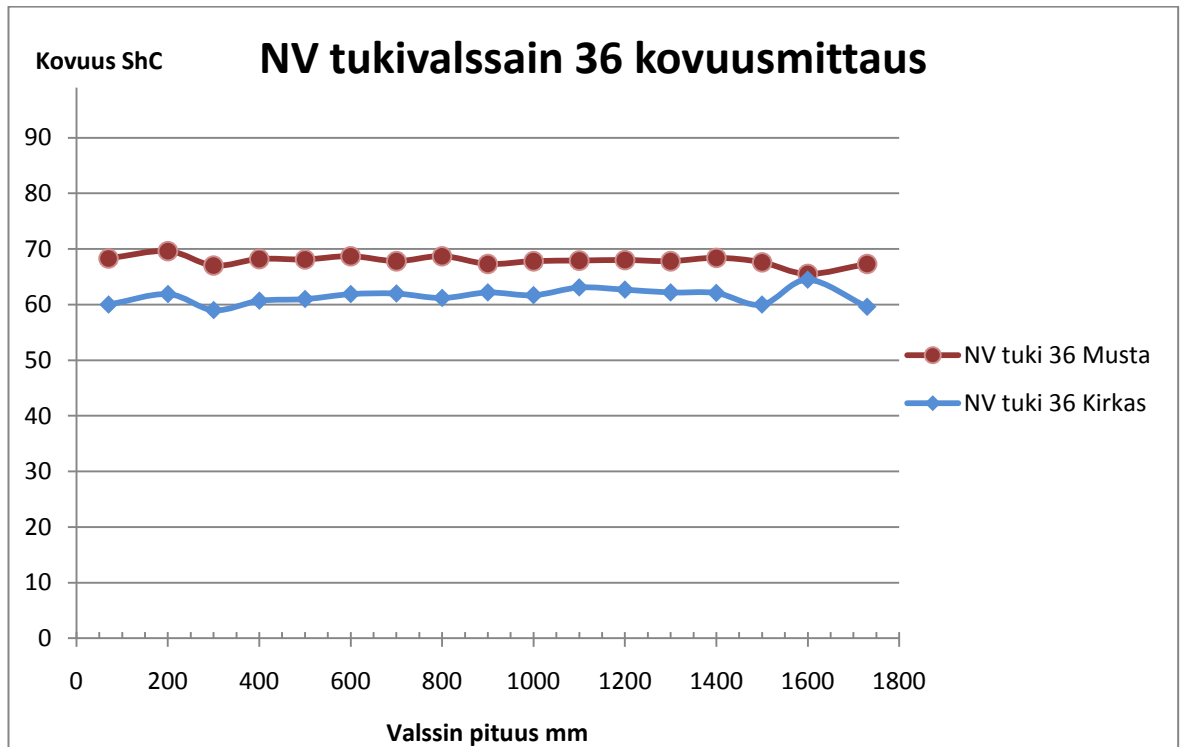


Mittauspöytäkirja

LIITE 26/2

Name						
NV TUKI 34 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	9:17	62,1 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,89 ShC	62,1 ShC		Min: 61,3 ShC	Max: 65,1 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0.46 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005- 1482			Equotip-D	ID51-002- 0210
Comment						
	70		65,1	Automatic		
	200		63,1	Automatic		
	300		61,5	Automatic		
	400		61,8	Automatic		
	500		61,6	Automatic		
	600		62,4	Automatic		
	700		61,8	Automatic		
	800		62	Automatic		
	900		62,2	Automatic		
	1000		61,3	Automatic		
	1100		61,8	Automatic		
	1200		62	Automatic		
	1300		61,9	Automatic		
	1400		62	Automatic		
	1500		61,6	Automatic		
	1600		61,4	Automatic		
	1730		61,6	Automatic		

Name						
NV tukivalssi 36 musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	2:19	67,9 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 0,87 ShC	67,9 ShC		Min: 65,5 ShC	Max: 69,6 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,45 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		68,3	Automatic		
	200		69,6	Automatic		
	300		67	Automatic		
	400		68,2	Automatic		
	500		68,1	Automatic		
	600		68,7	Automatic		
	700		67,8	Automatic		
	800		68,7	Automatic		
	900		67,3	Automatic		
	1000		67,8	Automatic		
	1100		67,9	Automatic		
	1200		68	Automatic		
	1300		67,8	Automatic		
	1400		68,4	Automatic		
	1500		67,6	Automatic		
	1600		65,5	Automatic		
	1730		67,3	Automatic		

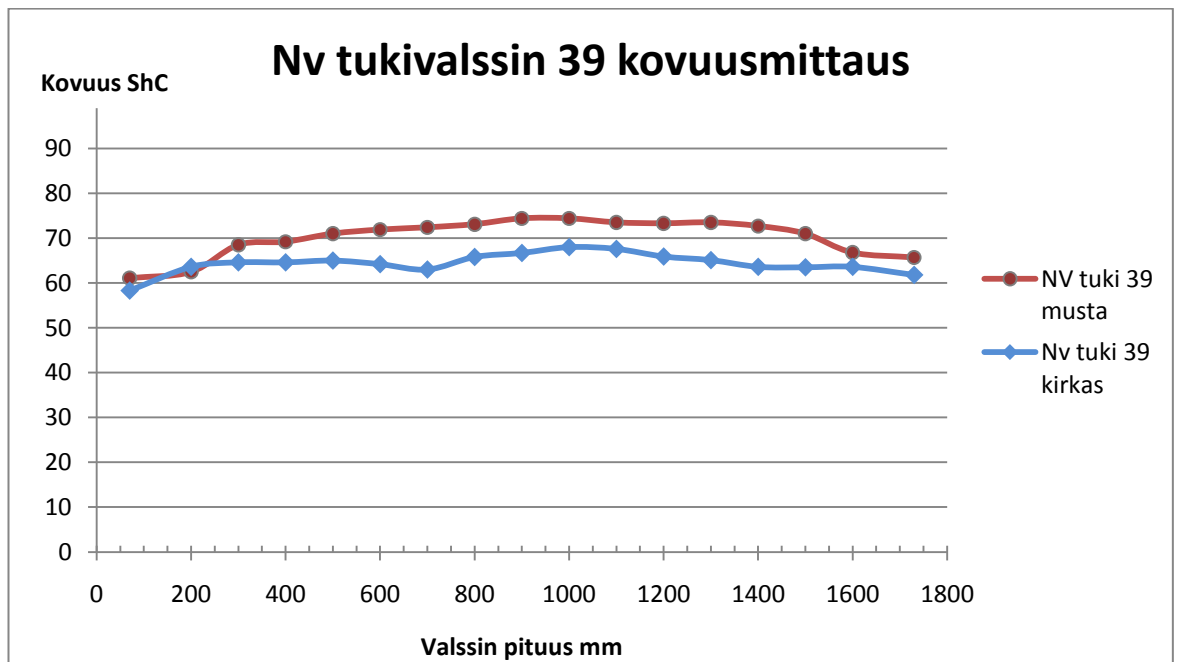


Mittauspöytäkirja

LIITE 27/2

Name						
NV TUKI 36 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	10:03	61,5 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,38 ShC	61,5 ShC		Min: 59,0 ShC	Max: 64,5 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,71 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		60	Automatic		
	200		61,9	Automatic		
	300		59	Automatic		
	400		60,7	Automatic		
	500		61	Automatic		
	600		61,9	Automatic		
	700		62	Automatic		
	800		61,2	Automatic		
	900		62,2	Automatic		
	1000		61,7	Automatic		
	1100		63,1	Automatic		
	1200		62,7	Automatic		
	1300		62,2	Automatic		
	1400		62,1	Automatic		
	1500		60	Automatic		
	1600		64,5	Automatic		
	1730		59,6	Automatic		

Name						
NV tukivalssi 39 Musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	2:02	70,3 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 4,09 ShC	70,3 ShC		Min: 61,1 ShC	Max: 74,4 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 2,10 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		61,1	Automatic		
	200		62,5	Automatic		
	300		68,5	Automatic		
	400		69,2	Automatic		
	500		71,0	Automatic		
	600		71,9	Automatic		
	700		72,4	Automatic		
	800		73,1	Automatic		
	900		74,4	Automatic		
	1000		74,4	Automatic		
	1100		73,5	Automatic		
	1200		73,3	Automatic		
	1300		73,5	Automatic		
	1400		72,7	Automatic		
	1500		71,0	Automatic		
	1600		66,8	Automatic		
	1730		65,7	Automatic		

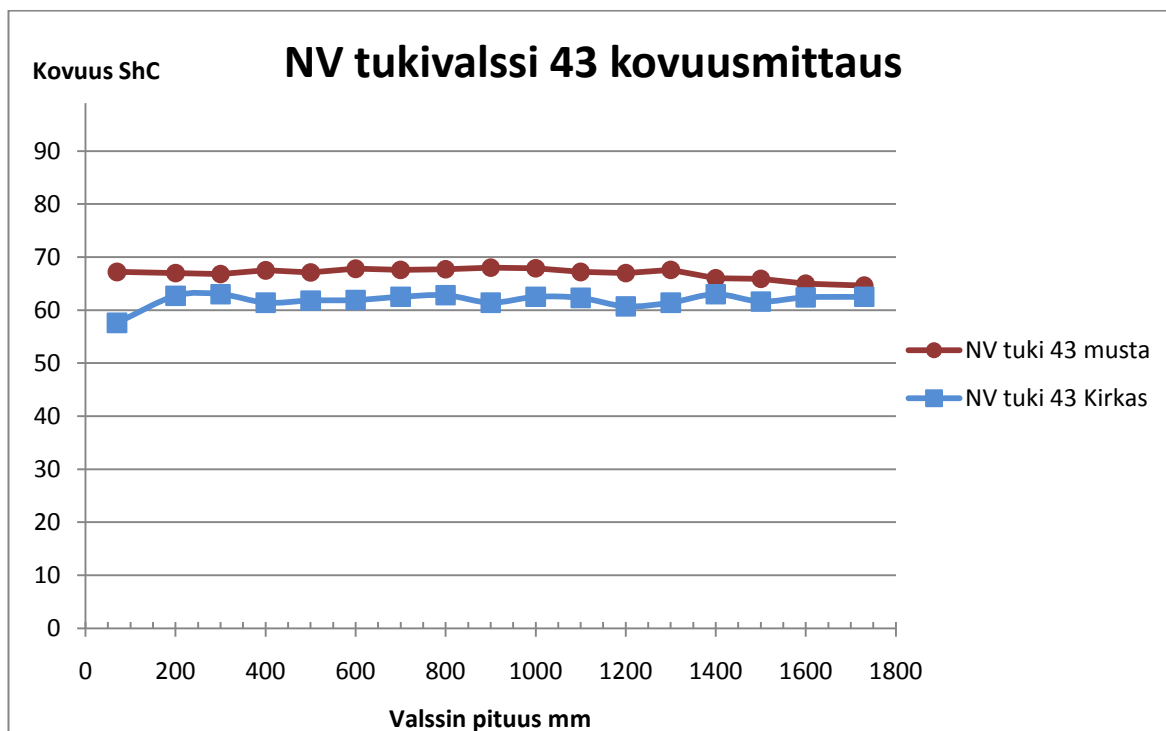


Mittauspöytäkirja

LIITE 28/2

Name						
NV TUKI 39 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	9:52	64,4 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 2,27 ShC	64,4 ShC		Min: 58,3 ShC	Max: 68,0 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 1,17 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		58,3	Automatic		
	200		63,6	Automatic		
	300		64,6	Automatic		
	400		64,6	Automatic		
	500		65	Automatic		
	600		64,2	Automatic		
	700		63	Automatic		
	800		65,8	Automatic		
	900		66,7	Automatic		
	1000		68	Automatic		
	1100		67,6	Automatic		
	1200		65,9	Automatic		
	1300		65,1	Automatic		
	1400		63,6	Automatic		
	1500		63,5	Automatic		
	1600		63,6	Automatic		
	1730		61,8	Automatic		

Name						
NV tukivalssi 43 musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	1:44	66,9 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,00 ShC	66,9 ShC		Min: 64,6 ShC	Max: 68,0 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,51 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien,						
	70		67,2	Automatic		
	200		67	Automatic		
	300		66,8	Automatic		
	400		67,5	Automatic		
	500		67,1	Automatic		
	600		67,8	Automatic		
	700		67,6	Automatic		
	800		67,7	Automatic		
	900		68	Automatic		
	1000		67,9	Automatic		
	1100		67,2	Automatic		
	1200		67	Automatic		
	1300		67,6	Automatic		
	1400		66	Automatic		
	1500		65,9	Automatic		
	1600		65	Automatic		
	1730		64,6	Automatic		

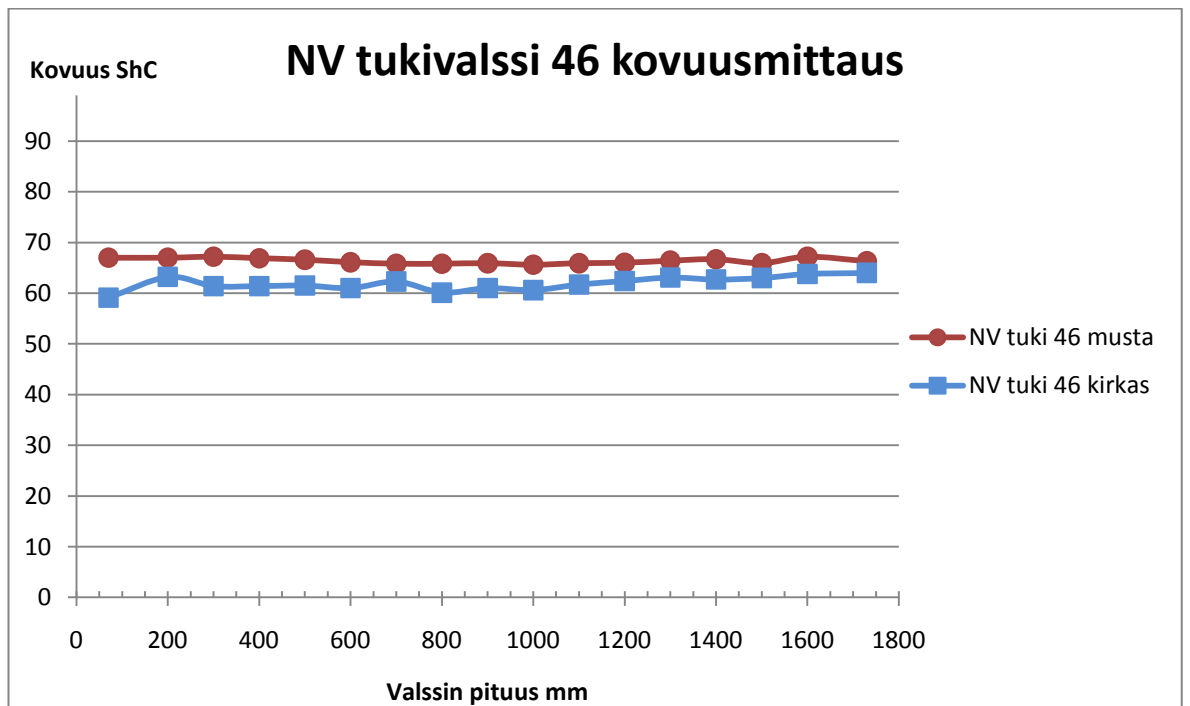


Mittauspöytäkirja

LIITE 29/2

Name						
NV TUKI 43 KIRKAS VILARES						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5,10,2011	9:40	61,9 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,28 ShC	61,9 ShC		Min: 57,6 ShC	Max: 63,0 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,66 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		57,6	Automatic		
	200		62,7	Automatic		
	300		63	Automatic		
	400		61,4	Automatic		
	500		61,8	Automatic		
	600		61,9	Automatic		
	700		62,5	Automatic		
	800		62,8	Automatic		
	900		61,4	Automatic		
	1000		62,5	Automatic		
	1100		62,3	Automatic		
	1200		60,7	Automatic		
	1300		61,4	Automatic		
	1400		63	Automatic		
	1500		61,6	Automatic		
	1600		62,4	Automatic		
	1730		62,5	Automatic		

Name						
NV tukivalssi 46-AK-5 Musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	2:31	66,4 HS	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 17	s: 0,54 HS	66,4 HS		Min: 65,6 HS	Max: 67,2 HS
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,28 HS		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
70			67	Automatic		
200			67	Automatic		
300			67,2	Automatic		
400			66,9	Automatic		
500			66,6	Automatic		
600			66,1	Automatic		
700			65,8	Automatic		
800			65,8	Automatic		
900			65,9	Automatic		
1000			65,6	Automatic		
1100			65,9	Automatic		
1200			66	Automatic		
1300			66,4	Automatic		
1400			66,7	Automatic		
1500			65,9	Automatic		
1600			67,2	Automatic		
1730			66,3	Automatic		

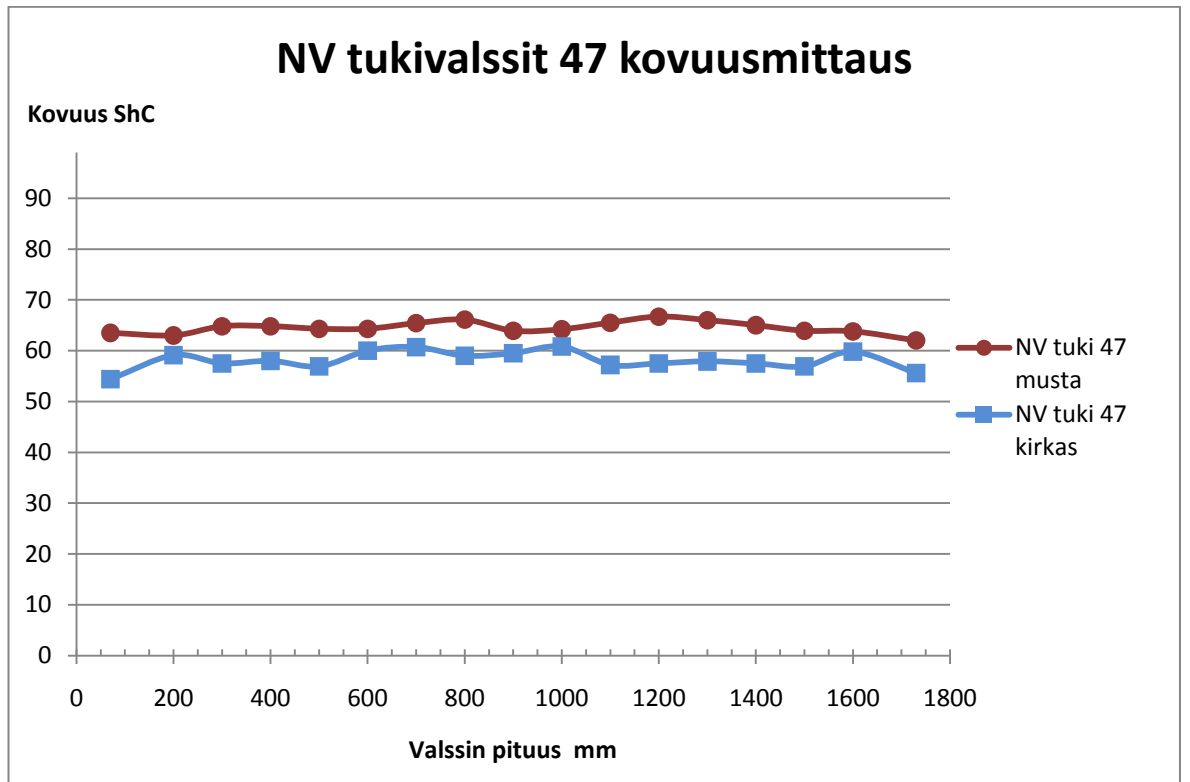


Mittauspöytäkirja

LIITE 30/2

Name						
NV TUKI 46 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	10:15	61,9 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	HS Shore
Statistic	n: 17	s: 1,33 ShC	61,9 ShC		Min: 59,1 ShC	Max: 64,0 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,69 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - HS	LimitHi: - HS			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		59,1	Automatic		
	200		63,2	Automatic		
	300		61,4	Automatic		
	400		61,4	Automatic		
	500		61,5	Automatic		
	600		61	Automatic		
	700		62,3	Automatic		
	800		60,1	Automatic		
	900		61	Automatic		
	1000		60,6	Automatic		
	1100		61,7	Automatic		
	1200		62,4	Automatic		
	1300		63,1	Automatic		
	1400		62,7	Automatic		
	1500		63	Automatic		
	1600		63,8	Automatic		
	1730		64	Automatic		

Name NV tukivalssi 47-AK-8 Musta						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	04/26/2011	2:46	64,5 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,19 ShC	64,5 ShC		Min: 62,0 ShC	Max: 66,7 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,61 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment : Mitattu Moottorin puolelta lähtien.						
	70		63,5	Automatic		
	200		63	Automatic		
	300		64,8	Automatic		
	400		64,8	Automatic		
	500		64,3	Automatic		
	600		64,3	Automatic		
	700		65,4	Automatic		
	800		66,1	Automatic		
	900		63,9	Automatic		
	1000		64,2	Automatic		
	1100		65,5	Automatic		
	1200		66,7	Automatic		
	1300		66	Automatic		
	1400		65	Automatic		
	1500		63,9	Automatic		
	1600		63,8	Automatic		
	1730		62	Automatic		



Mittauspöytäkirja

LIITE 31/2

Name NV TUKI 47 KIRKAS						
#	Date	Time	Value	Impact direction	Material	Scale
	5.10.2011	10:24	58,1 ShC	Automatic	1 Steel and cast steel	ShC Shore
Statistic	n: 17	s: 1,75 ShC	58,1 ShC		Min: 54,4 ShC	Max: 60,8 ShC
Statistic +	Cp: -	Cpk: -	Err: 0,90 ShC		CpMin: -	CpkMin: -
Settings	LimitLo: - ShC	LimitHi: - ShC			Conversion standard:	default
Device	EQUOTIP3	E301-005-1482			Equotip-D	ID51-002-0210
Comment						
	70		54,4	Automatic		
	200		59,1	Automatic		
	300		57,5	Automatic		
	400		58	Automatic		
	500		56,9	Automatic		
	600		60	Automatic		
	700		60,7	Automatic		
	800		59	Automatic		
	900		59,5	Automatic		
	1000		60,8	Automatic		
	1100		57,2	Automatic		
	1200		57,5	Automatic		
	1300		57,9	Automatic		
	1400		57,5	Automatic		
	1500		56,9	Automatic		
	1600		59,8	Automatic		
	1730		55,6	Automatic		

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä¹ Arttu Hallikainen _____Tilaaaja² Outokumpu Stainless Oy _____Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot³ Seppo Lantto, puh. 040-7120277, _____

email: seppo.lantto@outokumpu.com _____

Työn nimi⁴ Valssihiomakoneiden laaduntuottokyky _____Työn kuvaus⁵ Työssä selvitetään Outokumpu Oy:n
kuumavalssaamon valssihionon
laaduntuotto kykyTyön tavoitteet⁶ Tavoitteena on selvittää hionnan
laatu ja valssien nyky tilanne.Tavoiteaikataulu⁷ Kevät 2011 _____Päiväys ja allekirjoitukset⁸ 20.5.2011 _____

Seppo Lantto

Seppo Lantto

Arttu Hallikainen

¹ Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.² Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.³ Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.⁴ Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.⁵ Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.⁶ Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.⁷ Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun.⁸ Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.⁸ Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö.