

Antti Jussila

**LASERMERKKAUSLAITTEEN TOIMINTOJEN
KEHITTÄMINEN**

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Tammikuu 2010**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖS

| | | |
|---|-------------------|---------------------------------|
| Yksikkö Ylivieska | Aika 20.1.2010 | Tekijä/tekijät Antti Jussila |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka | | |
| Työn nimi Lasermerkkauslaitteen toimintojen kehittäminen | | |
| Työn ohjaaja Heikki Salmela | | Sivumäärä 25 |
| Työelämäohjaaja Jouko Jylänki | | |
| <p>Työn tavoitteena oli perehtyä lasermerkkauslaitteen toimintaan ja etsiä sopivia parametreja eri materiaaleille. Prosessi alkoi tutustumalla laitteen ja käytettävien ohjelmistojen käyttöohjeisiin sekä yleiseen teoriaan koskien lasermerkkausta. Järjestely antoi hyvät valmiudet siirtyä käytännön kokeisiin merkkauslaserilla. Laitteistoon tutustumisen jälkeen toteutettiin käytännön kokeet eri materiaaleille ja mahdolliset kehitys ideat koskien laitteiston tehokasta käyttöä kirjattiin muistiin jatkojalostusta varten. Testien yhteydessä hahmoteltiin myös käyttöohjeita sekä käyttöä helpottavia vinkkejä tuleville käyttäjille.</p> | | |
| Asiasanat Laser, lasermerkkaus | | |

ABSTRACT

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| <p>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska</p> | <p>Date 20.1.2010</p> | <p>Author Antti Jussila</p> |
| <p>Degree programme Mechanical and Production Engineering</p> | | |
| <p>Name of thesis Development of the Functions of a Laser Engraving Machine</p> | | |
| <p>Instructor Heikki Salmela</p> | <p>Pages 25</p> | |
| <p>Supervisor Jouko Jylänki</p> | | |
| <p>The purpose of the thesis was to familiarise oneself with the inner workings of a laser engraver machine and to find appropriate parameters for working on different materials. The process begun with acquainting oneself with the manuals of the engraver machine and the softwares, as well as with the general theory of laser engraving. After familiarising oneself with the machinery, the practical experiments on different materials were carried through and ideas for further development concerning the efficient usage of the machinery were put on record. In connection to the tests, manuals and tips for the future users were sketched in order to facilitate the usage of the machinery.</p> | | |
| <p>Key words Laser, laser engraving</p> | | |

KÄSITTEEN MÄÄRITTELYT

| | |
|-----------|--|
| Parametri | Laitteen asetus, ts. ohjelmoinnissa työstökoneelle välitettävä tieto |
| Laser | Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, suom. Valon vahvistus stimuloitun säteilyn emissiolla |
| Dpi | Dots per inch, suom. pistettä yhden tuuman (2,54cm) matkalla. |

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEEN MÄÄRITTELYT
SISÄLLYS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | TEORIAA LASERLAITTEISTA | 2 |
| 2.1 | Lasertyöstötekniikan kehittyminen..... | 2 |
| 2.2 | Laservalon ominaisuuksia | 2 |
| 2.3 | Lasertyypit | 4 |
| 3 | LASERMERKKAUS | 5 |
| 3.1 | Yleistä | 5 |
| 3.2 | Lasermerkkauksen edut | 6 |
| 4 | LAITTEISTO | 7 |
| 4.1 | Lasermerkkauslaite | 7 |
| 4.2 | Merkkauslaserin tärkeimmät tekniset tiedot | 8 |
| 4.3 | Ohjelmistot | 9 |
| 5 | PARAMETRIT | 10 |
| 5.1 | Valmistajan suositukset | 10 |
| 5.2 | Tehon suhde nopeuteen | 12 |
| 5.3 | Testausmatriisi | 14 |
| 5.4 | Valinta | 15 |
| 5.5 | Merkkausaihiot | 16 |
| 5.6 | Testikuva | 16 |
| 6 | KÄYTÄNNÖN TESTIT | 18 |
| 6.1 | Matriisin muokkaus | 20 |
| 7 | KEHITYSIDEAT | 23 |
| 7.1 | Sapluunat | 23 |
| 7.2 | Valmiit asetukset | 24 |
| 8 | POHDINTA | 25 |

LÄHTEET
LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Kivistudion toimeksiannosta. Kivistudio on asiantuntijoista ja pilottitehtaasta muodostuva yrityspalvelukonsepti, joka palvelee ensisijaisesti Oulun Eteläisen alueen kivi- ja metallialan yrityksiä tavoitteenaan parantaa niiden kilpailukykyä sekä auttaa tutkimus-, kehitys- ja koulutusprojekteissa. Kivistudion ytimen muodostavat Nivalan ammattiopiston Pyhäjärven toimipiste, Nivala-Haapajärven seutukunnan kehittämissyhtiö Nihak Oy, kivialan pilottitehdas ja tutkimuslaboratorio sekä niiden ympärillä yhteistyössä toimivat alueen yritykset, Oulun Yliopiston geotieteiden laitos, ammattikorkeakoulut ja ammatilliset oppilaitokset.

Työn tavoitteena oli tutkia, testata ja selkeyttää lasermerkkauslaitteen toimintoja sekä löytää sopivia parametreja eri materiaaleille. Kehitysideat, esimerkiksi suurten sarjakokojen ajoon, olivat myös toivottavia. Sivutuotoksena tehtiin myös pikakäyttöohjeet, joiden avulla ensikertalainenkin onnistuu käyttämään merkkauslaitetta ohjelmistoinen.

Lasermerkkauslaite on ollut käytössä vuodesta 2006, mutta tarkemmat työohjeet sekä valmiiksi etsityt parametrit puuttuivat. Tärkeimmät testattavat materiaalit olivat suomalainen puu (mänty, koivu, haapa, leppä ja kuusi), kivi ja muovi. Testauksessa käytetyt puu-, kivi- ja muovitaulut tulevat jäämään samaan tilaan merkkauslaserin kanssa, jotta työntekijät, laitteistoon tutustujat ja asiakkaat näkevät omin silmin minkälaista jälkeä merkkauslaitteella on mahdollista saada aikaan.

Työn teoriaosassa on lyhyesti esitelty laserlaitteiden yleisiä toimintaperiaatteita, mahdollisuuksia sekä itse merkkauslaserin tärkeimmät toiminnot ja tekniset tiedot. Lasermerkkauslaitteen pikakäyttöohje sekä parametriluettelo löytyvät työn liitteistä.

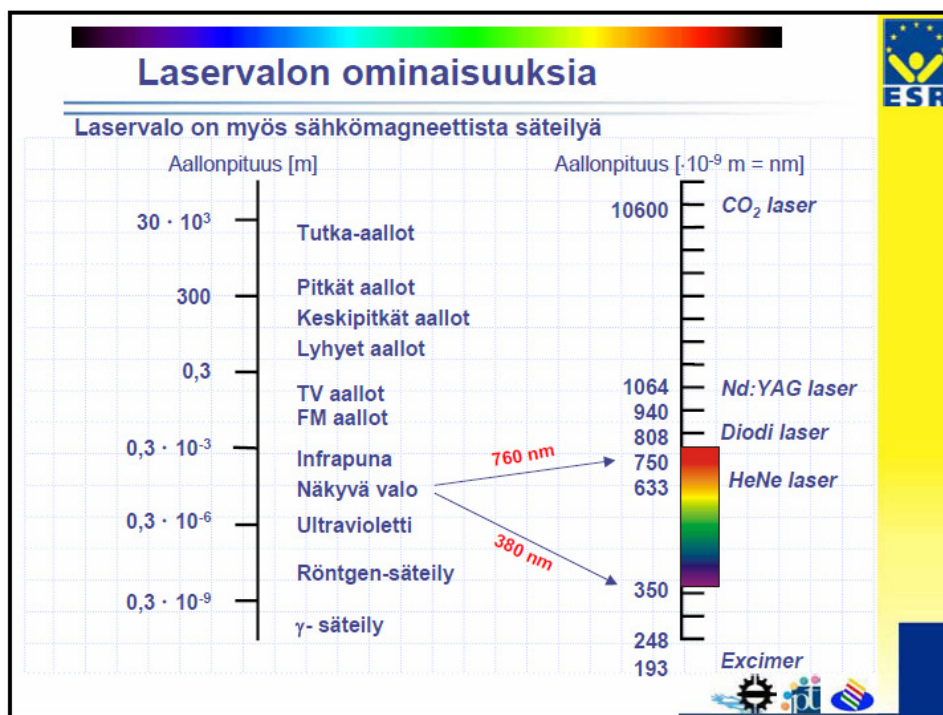
2 TEORIAA LASERLAITTEISTA

2.1 Lasertyöstötekniikan kehittyminen

Laserin periaatteen kehitti Albert Einstein jo vuonna 1917. Ensimmäisen toimivan laserin syntymistä saatiin odotella kuitenkin 60-luvulle. Ensimmäisen toimivan rubiinilaserin rakensi Theodore Maiman vuonna 1960. CO₂-laseri kehitettiin Bellin Laboratorioissa 1963 ja ensimmäinen teollinen CO₂-laseri rakennettiin Coherentin laboratoriossa 1966. CO₂-laserin aallonpituus on 10.6 μm eli se toimii pitkällä infrapuna-alueella. Säteily on silmälle näkymätöntä. (Moisio, T., 1989, 1.)

2.2 Laservalon ominaisuuksia

Tavallinen valo on silmin havaittavaa sähkömagneettista säteilyä (KUVIO 1.) Esimerkiksi taskulampun ”valkoinen valo” muodostuu useista eri aallonpituuksista (värit), joista jokainen käyttäytyy hiukan erilailla fysiikan lakien mukaisesti (KUVIO 2.) (Lasermerkkkaus 2003.)



KUVIO 1. Laservalon ominaisuuksia. (Lasermerkkkaus. 2003.)

Laservalon ominaisuuksia

Tavallisen valon ominaisuudet

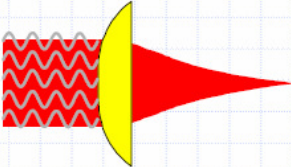


Saavutettavissa oleva tehotiheys ~ 5 W/mm²

HEHKULAMPPU, AURINKO

- * säteilee satunnaisesti joka suuntaan
- * useita aallonpituuksia
- * erivaiheista
- * satunnainen polarisaatio
- * huono fokuusoitavuus


Laservalon ominaisuudet



Saavutettavissa oleva tehotiheys ~ 30 000 000 W/mm²

LASERSÄDE

- * yhdensuuntaista
- * tietty aallonpituus
- * samanvaiheista
- * polarisaatio tunnetaan
- * on usein näkymätöntä
- * erinomainen fokuusoitavuus



KUVIO 2. Valojen vertailua. (Lasermerkkäus. 2003.)

2.3 Lasertyypit

Lähes kaikkia aineita voidaan käyttää lasersäteen synnyttämiseen. Laserin aktiivinen väliaine voi olla joko kiinteä, neste tai kaasu. Tavallisiin valonlähteisiin verrattuna laserilla on erinomaiset ominaisuudet. Ne tekevät siitä säteen, joka pystyy kaikkeen: lasersäteen valoallot ovat yhdensuuntaisia, yksivärisiä ja säde voi saada aikaan korkean tehotiheyden. Näiden ominaisuuksien yhdistelmä voittaa kaikki muut valonlähteet.

Laservalo voidaan koota paremmin kuin mikään muu valo ja keskittää erittäin pienelle alueelle (muutaman μm halkaisijaiselle alueelle). Lisäksi koko säteen teho on keskitettävissä tähän pisteeseen. Säteellä saadaan aikaan niin korkeita lämpötiloja, että kaikki tunnetut materiaalit höyrystyvät sen vaikutuksesta.

Laservalon teho ja aallonpituus vaihtelevat suuresti käytetyn lasertyypin mukaan. Markkinoilta saatavien laitteiden säteilyteho vaihtelee jatkuvatoimisten HeNe-lasereiden muutamasta tuhannesta wattiin aina CO₂-kaasulasereiden 20 kW tehoon saakka. Pulssitetuilla kide- ja kaasulasereilla voidaan saavuttaa jopa muutaman miljardin watin teho.

Lasereiden aallonpituudet ulottuvat yli näkyvän valon rajojen: Excimer-lasereiden ultravioletista (0,2 μm) CO₂-lasereiden infrapunaan (10 μm).

Säteilyn teho ja yhdensuuntaisuus riippuvat laserin rakenteesta eli peilijärjestelmästä ja resonaattorista ja sen aktiivisesta väliaineesta. Resonaattorin pituus, kuten myös laserlaitteen pituus, voi vaihdella muutamasta μm :stä (puolijohdelaseri) muutamaan metriin (kaasulaseri). Laserlaitteiden massa vaihtelee muutamasta gramman ja useamman tuhannen kilon välillä. Laboratorio- ja kokeilulaserit ylittävät yleensä nämä suuruusluokat reilusti. (Kulina ym. 1996)

3 LASERMERKKAUS

3.1 Yleistä

Teolliset merkkauslaserit jaotellaan kahden pääkriteerin mukaan, jotka ovat aallonpituus ja merkkaustapa. Tunnusmerkittävän materiaalin absorptio-ominaisuudet määräävät tehokseen tunnusmerkkaukseen tarvittavan laserin aallonpituuden; aallonpituus on kiinteä ja se määrää samalla aktiivisen laserväliaineen. (Kulina ym. 1996, 3.4.1-4).

Merkkaustapoina erotetaan mallinne- ja vektorimerkkaus. Mallinnemerkkauksessa lasersäde suunnataan mekaaniseen mallinteen läpi. Se modifioi lasersäteen geometrian mukaisekseen ja säde kuvautuu linssien läpi työkappaleeseen muodostaen siellä pienennetyn kuvan mallinteesta. Jos mallinne ei ole suorakulmaista lasersädettä suurempi (tyypillinen koko 25×10mm), voidaan koko merkintä tehdä yhdellä ainoalla laserpulsilla (kesto noin 200ns). Jos mallinne on suurempi, on säteen läpäistävä se useaan kertaan eri kohdista. (Kulina ym. 1996, 3.4.1-4).

Vektorimerkkauksessa ohjataan ympyrän muotoinen lasersäde (tyypillisesti halkaisija 4mm) kahden suurella nopeudella x- ja y-suunnassa liikkuvan peilin kautta läpi linssijärjestelmän, joka fokusoii säteen työkappaleeseen (polttopisteen halkaisija noin 0,1mm). Lasermerkatut peräkkäisistä pisteistä muodostuvat geometriat on voitu toteuttaa vasta, kun peilien liikkeitä on voitu ohjata numeerisesti. Merkkauksen sisältöä sekä sen kokoa ja muotoa voidaan käsitellä vapaasti PC-ohjelmoinnin avulla. (Kulina ym. 1996, 3.4.1-5).

3.2 Lasermerkkauksen edut

Lasermerkkkaus on menetelmä, jolla on paljon etuja kilpailijoihinsa nähden:

- Työstö on kosketukseton, mikä on erityisen tärkeää työstettäessä hauraita materiaaleja.
- Merkittävällä kuviolla on vähän rajoituksia.
- Tarkka työn jälki, kontrasti riippuu materiaalista ja käytetyistä parametreista.
- Merkkkaus on pysyvä, ei kulu pois normaalissa käytössä.
- Merkkausegeometria on toteutettavissa PC-ohjelmoinnilla.

Teollisia merkkausmenetelmiä on vertailtu taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Teollisten merkkausmenetelmien vertailua (Kulina ym. 1996.)

| Kriteeri | Menetelmä | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|--------|
| | Leimaus | Kaiverrus | Syövytys | Painaminen | Mustesuihku | Laseri |
| Laatu | keskim. | hyvä | hyvä | hyvä | hyvä | hyvä |
| Kestävyys | hyvä | hyvä | keskim. | keskim. | keskim. | hyvä |
| Materiaalin rasittuminen | korkea | korkea | keskim. | pieni | pieni | pieni |
| Joustavuus | ei | ei | ei | ei | keskim. | korkea |
| Investointi | keskim. | keskim. | pieni | pieni | pieni | korkea |
| Huoltotarve ja kuluminen | korkea | korkea | pieni | korkea | korkea | pieni |

4 LAITTEISTO

4.1 Lasermerkkauslaite

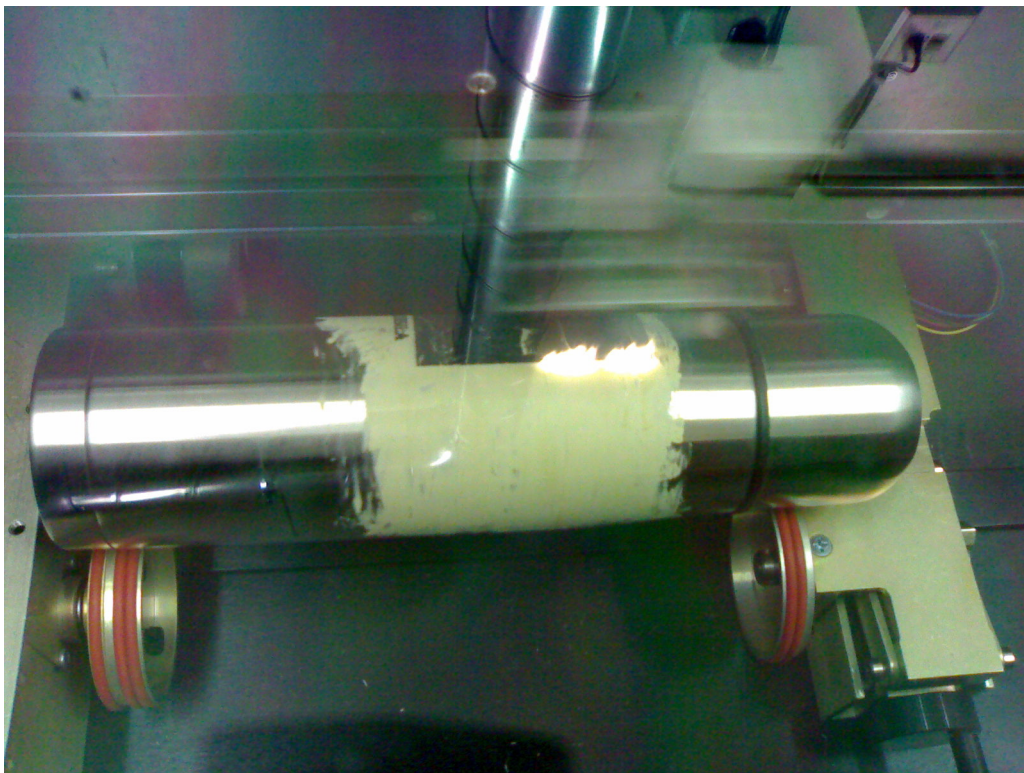
Käytössä oleva CO₂-merkklauslaser on Epilog Legend 36EXT(120W), joka on malliston tehokkain malli (KUVIO 3.) Lisävarusteena on myös pyörityslaite (KUVIO4.), joka mahdollistaa esimerkiksi pullojen, taskulamppujen ja viinilasien merkkauksen. Laite on hankittu Nivalan ammattiopiston Pyhäjärven toimipisteeseen vuonna 2006.



KUVIO 3. Lasermerkkaus laite

4.2 Merkkaslaserin tärkeimmät tekniset tiedot

| | |
|--------------------------------|---|
| - Maksimi työstöalue | 914×609mm |
| - Maksimi työkappaleen paksuus | 304mm |
| - Maksimi työkappaleen paino | 20kg |
| - Laser | digitaalisesti ohjattu, ilmajäähdytetty CO2 |
| - Paino | 200kg |
| - Resoluutio | 75, 150, 200, 300, 400, 600, 1200 DPI |
| - Ominaisuudet | Osoitin (punapiste), ilman puhallus, auto focus, 2” focus linssi, määriteltävä kotiasema, nopeasti päivitettävä elektroniikka ja ohjelmisto |

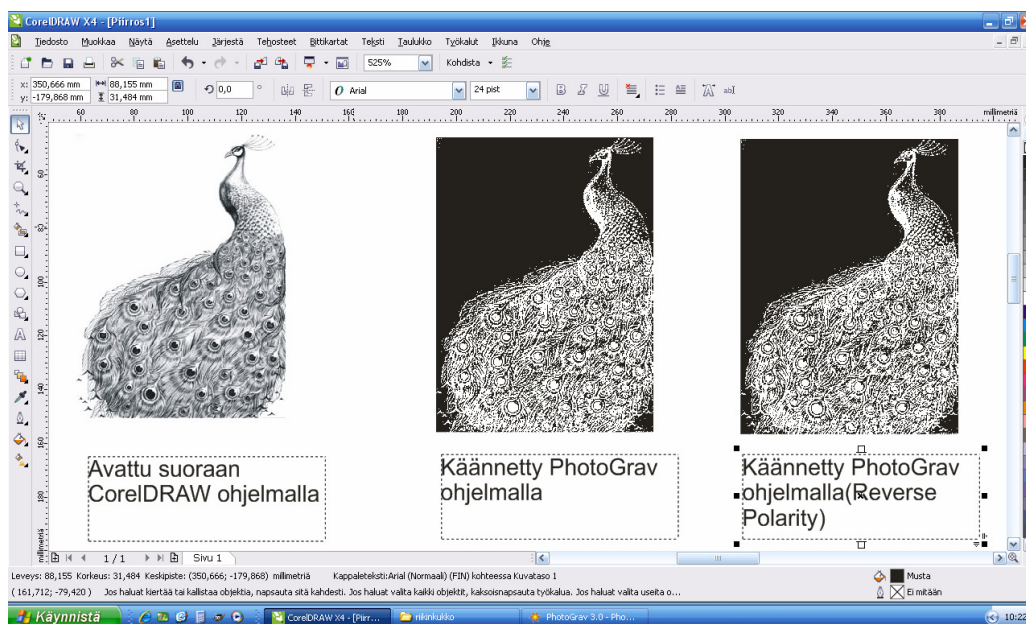


KUVIO 4. Lisävaruste, pyörityslaite

4.3 Ohjelmistot

Laitteen ohjelmointiin käytetään CorelDraw - ohjelmistoa ja lisäksi PhotoGrav - ohjelmistolla voi halutessaan muokata, hienosäätää ja esikatsella valitsemaansa kuvaa. Ohjelmistot toimivat normaalissa tietokoneessa ja kannettava tietokone on tähän helpoin ja toimivin ratkaisu. On suositeltavaa kääntää esimerkiksi valittu kuva PhotoGrav - ohjelmistolla bitmap - muotoon, mutta kuvan voi avata myös suoraan CorelDraw - ohjelmistolla. Joissakin tapauksissa kuvaa ei kannata kääntää, koska ohjelmisto ei aina toimi odotetulla tavalla.

Alla olevassa kuvassa (KUVIO5.) parhaaseen lopputulokseen päästiin avaamalla kuva suoraan CorelDraw - ohjelmistolla. Näin tehtynä merkklausite tekee pelkän kuvan eikä yritä täyttää tyhjää kohtaa, joka näkyy keskimmäisessä ja oikeanpuoleisessa tapauksessa.

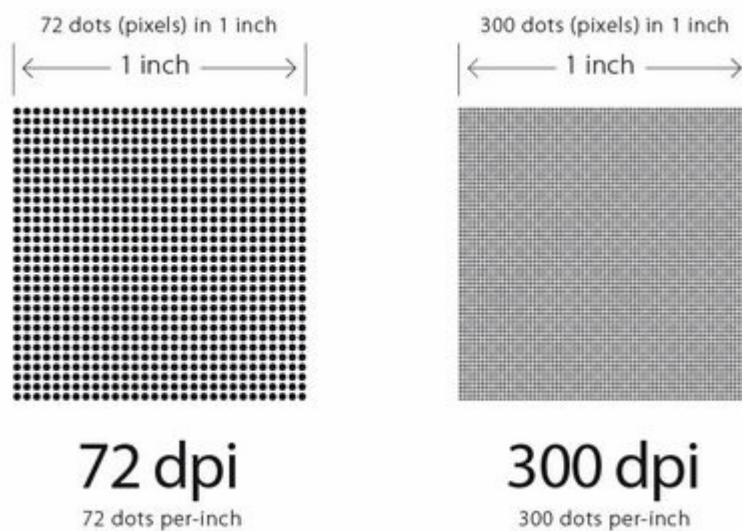


KUVIO 5. Esimerkki odottamattomasta kuvan käännön lopputuloksesta

5 PARAMETRIT

5.1 Valmistajan suositukset

Lasermerkklauslaitteen ohjekirjassa on valmistajan ilmoittamia suositusparametreja eri materiaaleille (KUVIO 7.) Nopeus- ja tehoarvot ilmoitetaan tämän laitteen osalta prosentteina. Frequency eli taajuus on ilmoitettu 0-5000 Hz ja käytössä, kun halutaan leikata materiaalia. Resoluutio, esimerkiksi 300 DPI, tarkoittaa yksittäisten laserpulssien lukumäärää yhden tuuman matkalla (KUVIO 6.) Merkklauslaserin ollessa teholtaan vain 120 wattia, ruostumatonta terästä voidaan merkata ainoastaan lisä-aineen avulla, joka levitetään kohteen pintaan. Aine palaa kiinni teräkseen ja ylimääräinen tahna puhdistetaan veden avulla. Menetelmä on käytössä kuviossa 4.



KUVIO 6. Resoluutio käytännössä

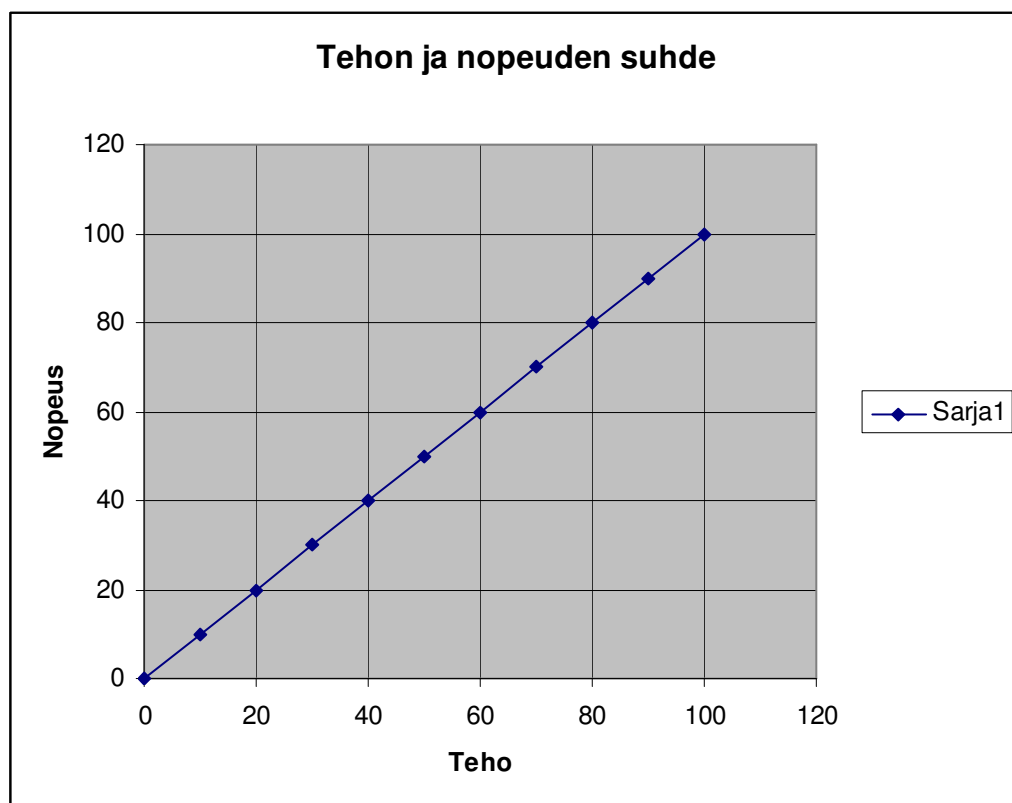
| | 300 DPI RASTER ENGRAVING | 400 DPI RASTER ENGRAVING | 600 DPI RASTER ENGRAVING | VECTOR CUTTING |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| | SPEED/POWER | SPEED/POWER | SPEED/POWER | SPEED/POWER/FREQUENCY |
| Wood Cherry – Alder - Walnut | 75/100 | 85/100 | 100/100 | 1/8" (3 mm)– 50/50/2500 1/4" (6.4 mm) – 20/50/2500 3/8" to 1/2" (9.5 mm – 13 mm) - 8/100/5000 |
| Acrylic | 100/30 | 100/25 | 100/20 | 1/8" (3 mm)– 20/70/5000 1/4" (6.4 mm) – 10/85/5000 3/8" (9.5 mm) - 5/100/5000 1/2" (13 mm) - 3/100/5000 |
| Anodized Aluminum | 90/30 | 90/25 | 100/25 | N/A |
| Brass-Painted | 100/25 | 100/20 | 100/15 | N/A |
| Marbleized Painted Brass | 100/35 | 100/30 | 100/25 | N/A |
| Corian Or Avonite | 100/70 | 100/60 | 100/50 | 1/8" (3 mm) – 20/100/5000 |
| Delrin Seals | 100/40 | 100/35 | 100/30 | 50/20/1000 |
| Glass | 100/100 | 100/80 | 100/60 | N/A |
| Laserable Plastic | 100/25 | 100/20 | 100/15 | 30/10/5000 |
| Leather | 100/40 | 100/35 | 100/30 | 1/8" (3 mm) – 60/30/500 |
| Marble | 100/65 | 100/55 | 100/45 | N/A |
| Mat board | 100/25 | 100/20 | 100/15 | 50/15/500 |
| Melamine | 100/85 | 100/75 | 100/65 | N/A |
| Stainless Steel With Cerdec Coating | 60/100 | 60/80 | 60/60 | N/A |
| Rubber & Rubber Stamps | 60/100 | 70/100 | 80/100 | 50/100/100 |

KUVIO 7. Ohjekirjan suositusparametreja (Owner's manual for Epilog Legend 36EXT – Model 9000. 2008, 212.)

5.2 Tehon suhde nopeuteen

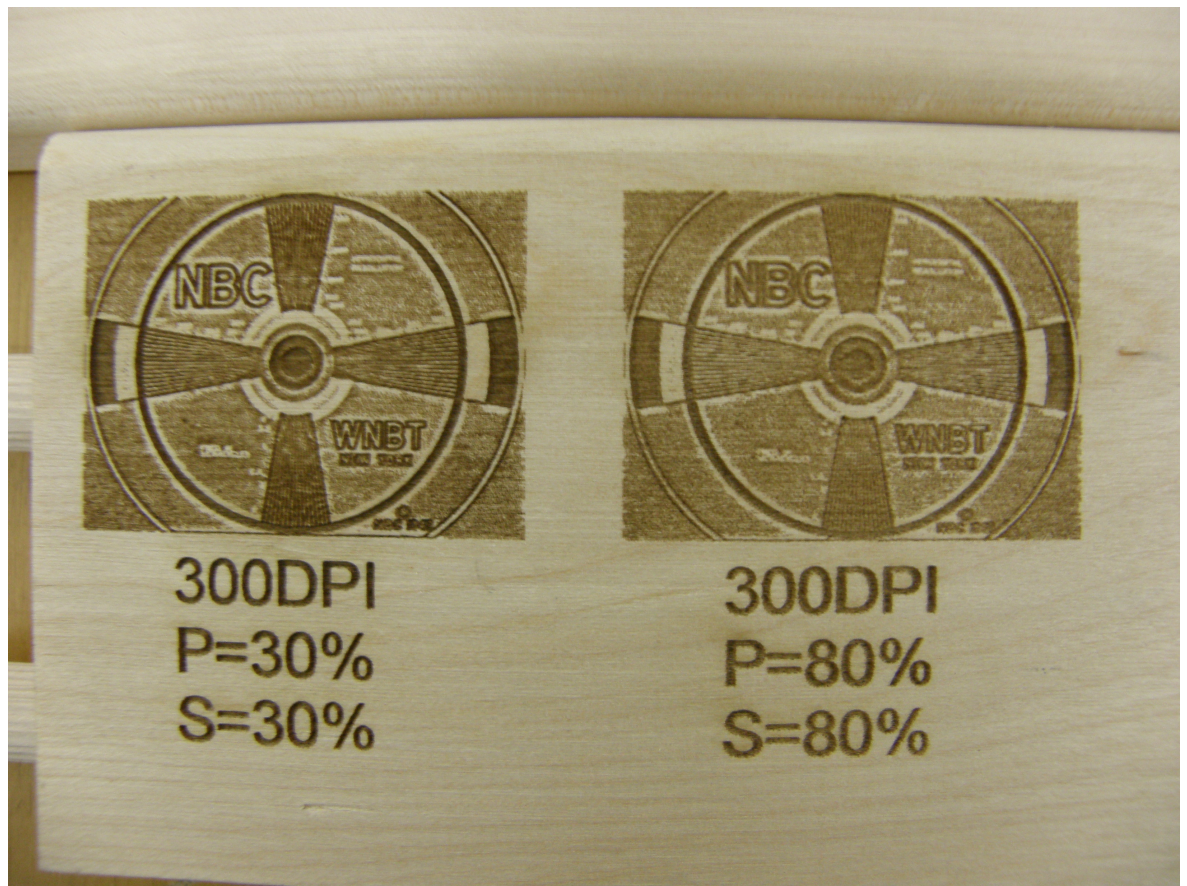
Testauksen alkuvaiheessa teho- ja nopeusarvojen valinta järkevään muotoon aiheutti jonkin verran pohtimista. Tämän lasermerkkauslaitteen kohdalla parametrit on ilmoitettu prosentteina, 1 – 100 %, niin ohjelmointi-ohjelmassa, kuin itse laitteen näytöllä.

Ennen varsinaista testausta ja parametrien etsimistä halusin kuitenkin kokeilla valmistajan ilmoittamaa periaatetta, jonka mukaan teho- ja nopeusarvojen ollessa samat, esimerkiksi 30/30 tai 80/80, lopputuloksen tulisi teoriassa näyttää samalta (KUVIO 8.) Valitsin tämän testauksen materiaaliksi suomalaisen puun. Puulajeista koivu oli tarkoitukseen sopivaa, puulaadun vaalea väri antaa hyvän kontrastin, joten vertailua on helppo tehdä silmämääräisesti.



KUVIO 8. Tehon suhde nopeuteen

Lopputuloksena valmistajan ilmoittama teoria ei pitänyt paikkaansa. Kuviossa 9 näkyy selvästi, että suuremmilla teho/nopeusarvoilla tehty kuva on epätarkempi kuin pienemmillä arvoilla ajettu kuva.



KUVIO 9. Valmistajan ilmoittaman teorian kokeilu

5.3 Testausmatriisi

Ohjelmointi antaa mahdollisuuden valita parametrit yhden prosentin tarkkuudella, esimerkiksi teho 56 % ja nopeus 86 %. Teoriassa variaatiomahdollisuuksia on liian monta järkevän kokoisen testausmatriisin läpiviemiseksi. Mikäli jokaista variaatiota olisi haluttu kokeilla, mahdollisia yhdistelmiä olisi saatu aikaan 100×100 eli 10000 kappaletta.

Vaihtoehto 1:

TAULUKKO 2. Testausmatriisi 1, merkkkaus vakioteholla

| Materiaali | Nopeus | Teho |
|------------|---------|------|
| Puu1 | 10-100% | 50 % |
| Puu2 | 10-100% | 50 % |
| Puu3 | 10-100% | 50 % |
| Puu4 | 10-100% | 50 % |
| Puu5 | 10-100% | 50 % |

Vaihtoehto 2:

TAULUKKO 3. Testausmatriisi 2, merkkkaus muuttuvilla teho- ja nopeusarvoilla

| Puu1 | Nopeus | Teho |
|------|--------|-------|
| | 10 % | 100 % |
| | 20 % | 90 % |
| | 30 % | 80 % |
| | 40 % | 70 % |
| | 50 % | 60 % |
| | 60 % | 50 % |
| | 70 % | 40 % |
| | 80 % | 30 % |
| | 90 % | 20 % |
| | 100 % | 10 % |

Vaihtoehto 3:

TAULUKKO 4. Testausmatriisi 3, 4 eri tehoa ja nopeudet 10 - 100 %

| | |
|--|--------|
| Vakiotehoilla esim. P = 25%, 50%, 75%, 100% | |
| Puu1 | Nopeus |
| | 10 % |
| | 20 % |
| | 30 % |
| | 40 % |
| | 50 % |
| | 60 % |
| | 70 % |
| | 80 % |
| | 90 % |
| | 100 % |

5.4 Valinta

Pohdinnan tuloksena valinta kohdistui vaihtoehtoon 3 (TAULUKKO 4.) Testausmatriisi on selkeä ja tulokset ovat helposti todettavissa. Tehoarvojen ei tarvitse käytännössä olla tämän tarkemmalla välillä, koska polttoaikaa voidaan kompensoida nopeusarvolla. Pieni nopeusarvo tarkoittaa pitempää polttoaikaa yhtä laserpulsssia kohti. Toisaalta testejä ei kuitenkaan voi suorittaa ainoastaan yhdellä tehoarvolla, koska aikaisemmin todettu valmistajan väittämä tehon ja nopeuden suhde samanlaisesta lopputuloksesta ei pitänyt paikkaansa.

5.5 Merkkausaihiot

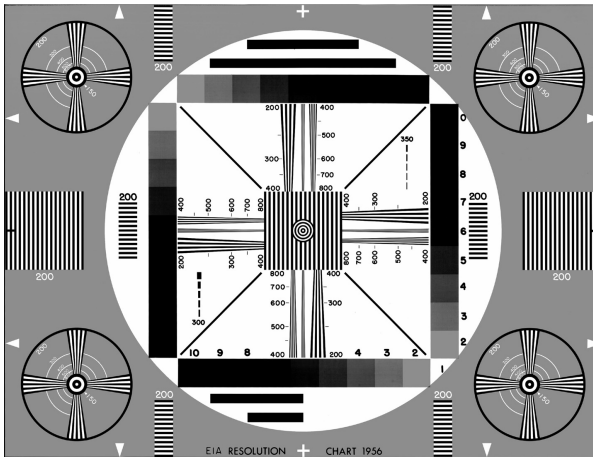
Testauskappaleiden fyysiseksi kooksi valikoitui 300×600mm kokoinen aihio, joita oli helposti saatavissa. Aihiot ovat myös riittävän suuria, jotta tulosten vertailu on helppoa. Lisäksi käsittely, säilytys ja esittely asiakkaille on helppoa aihoiden ollessa tätä kokoluokkaa. Kivistudion toiveiden mukaisesti tärkeimmät materiaalit olivat puu ja kivi. Muovin osalta testaus toteutettiin pienemmässä mittakaavassa aihion koon ollessa 180×350.

5.6 Testikuva

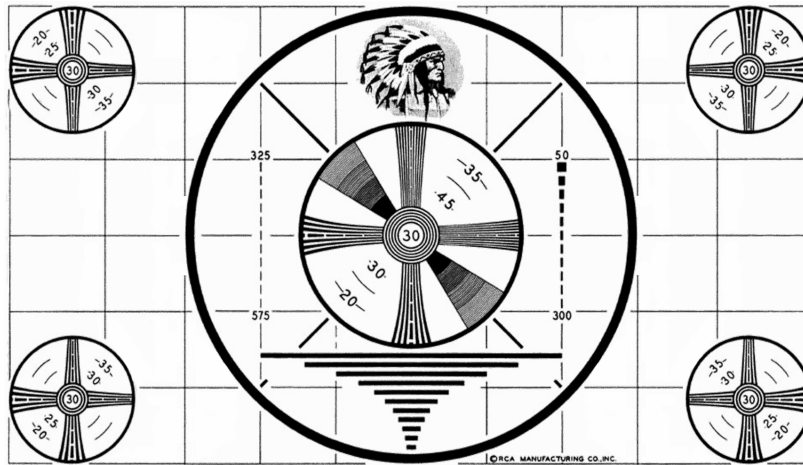
Testauksessa käytettävän testikuvion valitsin yhdessä työelämäohjaajan kanssa kolmesta vaihtoehdosta. Valinta kohdistui yksimielisesti vaihtoehtoon 1. eli NBC - televisiokanavan testikuvaan vuodelta 1947 (KUVIO 10.) Kuvio oli selkeä ja sisälsi tarpeeksi sopivia yksityiskohtia, joita on helppo tarkastella ja arvioida lasermerkkauksen jälkeen. Lähekkäin olevat ohuet viivat antavat myös erinomaisen kuvan merkkauksen laadusta. Mikäli viivat suttuuntuvat tai häviävät kokonaan, se on helposti nähtävissä. Samankaltaisia kuvioita, jotka sisältävät ohuita vierekkäin olevia viivoja ja teräviä sävyeroja käytetään myös digitaalisten kameroiden testauksessa. Vaihtoehto 2 karsiutui, koska siinä oli jo hieman liikaa pieniä yksityiskohtia (KUVIO 11.) Viimeinen vaihtoehto osoittautui liian yksinkertaiseksi eikä se täten soveltunut käytettäväksi (KUVIO 12.)



KUVIO 10. Vaihtoehto 1



KUVIO 11. Vaihtoehto 2



KUVIO 12. Vaihtoehto 3

6 KÄYTÄNNÖN TESTIT

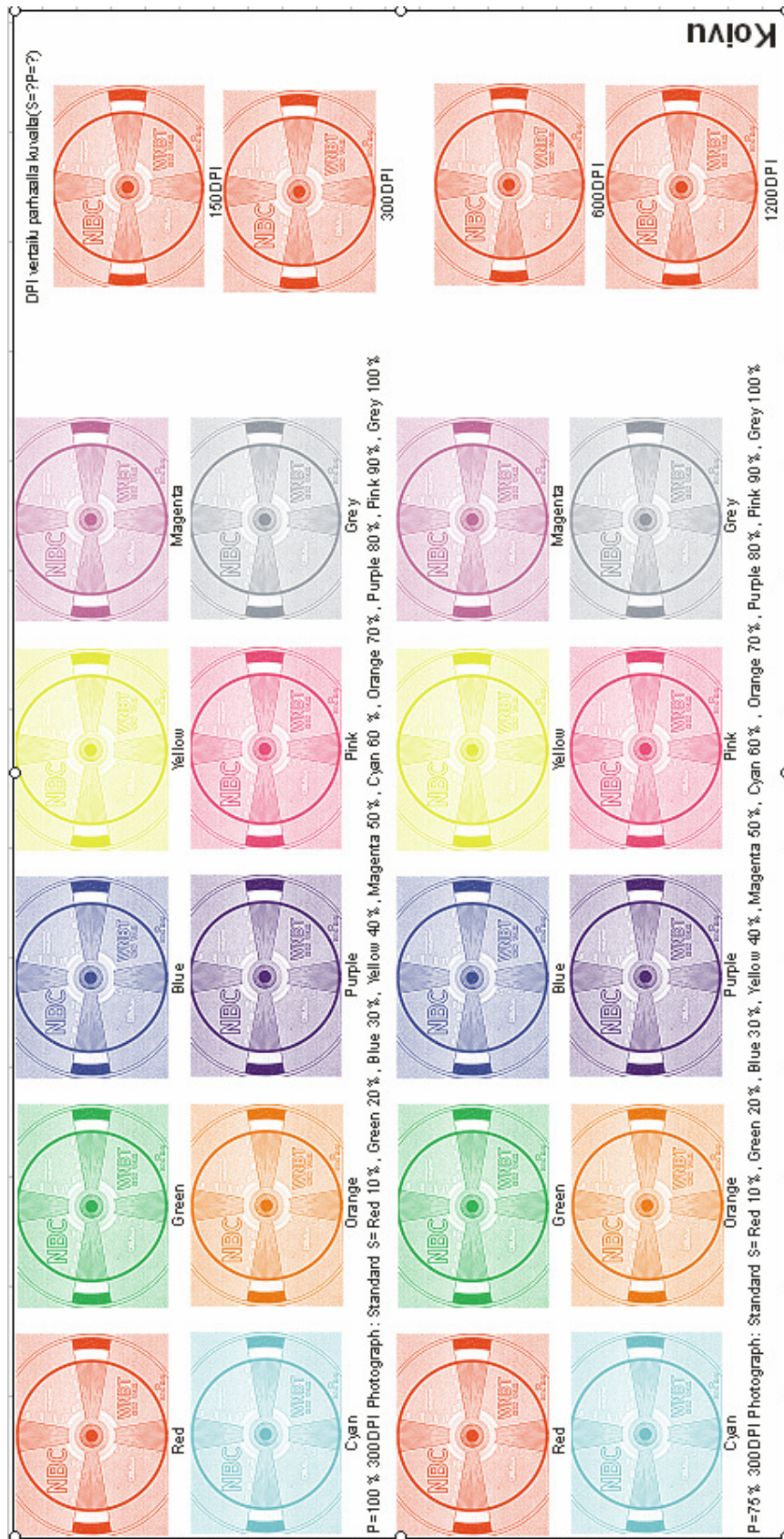
Parametrien hakeminen aloitettiin eri puulajeista. Musta kiillotettu kivi ja suomalainen puu eli koivu, mänty, kuusi, leppä ja haapa olivat tärkeimmät testauskohteet. Puulevyihin merkattiin testikuvioita molemmille puolille, jotta koko tapahtuma saatiin selkeästi yhdelle aihiolle yhtä puulajia kohti. Kiviainehioihin testaus toteutettiin kiillotetulle pinnalle eli ainoastaan yhdelle puolelle. Lopuksi suoritettiin silmämääräinen arviointi laadultaan parhaasta ja selkeimmästä kuvasta, jonka jälkeen tämän kuvan parametreilla testattiin vielä eri tarkkuuksien eli DPI:n vaikutusta kuvan laatuun.

Testaaminen toteutettiin CorelDraw - ohjelmiston ColorMapping - toiminnolla, joka antaa mahdollisuuden määrittää jokaiselle kuvalle eri parametrit värien avulla. Tämä mahdollisuus nopeutti testausta huomattavasti, koska esimerkiksi yhdelle puulevylle sijoitettiin yhteensä 44 kpl testikuvia. Merkkkaus toteutettiin neljänä kymmenen kuvan sarjana tehoarvojen mukaan ja lopuksi aihoiden oikeaan reunaan suoritettiin DPI:n testaus. Väreiksi valittiin tarkoituksella vain kymmenen mahdollisimman selkeää väriä. Näin toteutettuna sekaannusten ja ohjelmointivirheiden lukumäärä saatiin mahdollisimman pieneksi. Kuviossa 12. on havainnollinen esimerkki värien käytöstä ohjelmoinnissa.

Yhden testausaihion valmiiksi merkkaaminen vaati aikaa noin 4 tuntia sisältäen ohjelmoinnin, merkklauslaserin puhdistuksen ennen työn aloitusta ja testausaihion (puu) puolenvaihdon. Puhdistus on tärkeää erityisesti laitteen peilien osalta, jotta testituloksista saataisiin mahdollisimman vertailukelpoisia. Taulukossa 5. on esitetty yhden aihion merkkkausajoja. Esimerkiksi P = 100 % tarkoittaa kymmenen kuvan merkkausta nopeuksilla 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100 %.

TAULUKKO 5. Esimerkki merkkkausajoista yhtä aihiota kohti

| Puu(Leppä) | Aika |
|------------|-----------|
| P=100 % | 29min 4s |
| P=75 % | 28min 59s |
| P=50 % | 28min58s |
| P=25 % | 28min58s |



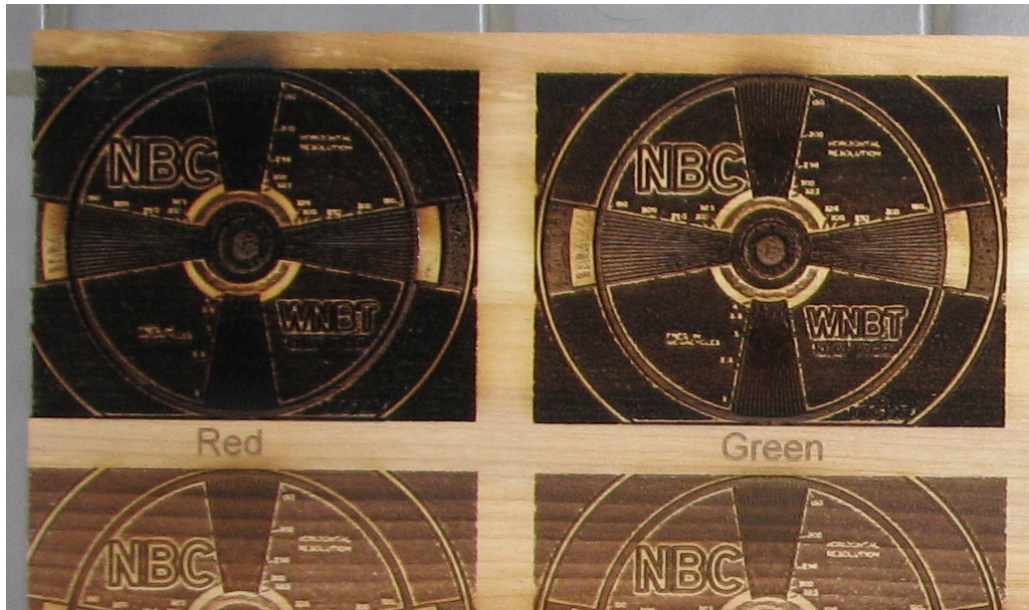
KUVIO 13. Mallikuva värien käytöstä ohjelmoinnissa

6.1 Matriisin muokkaus

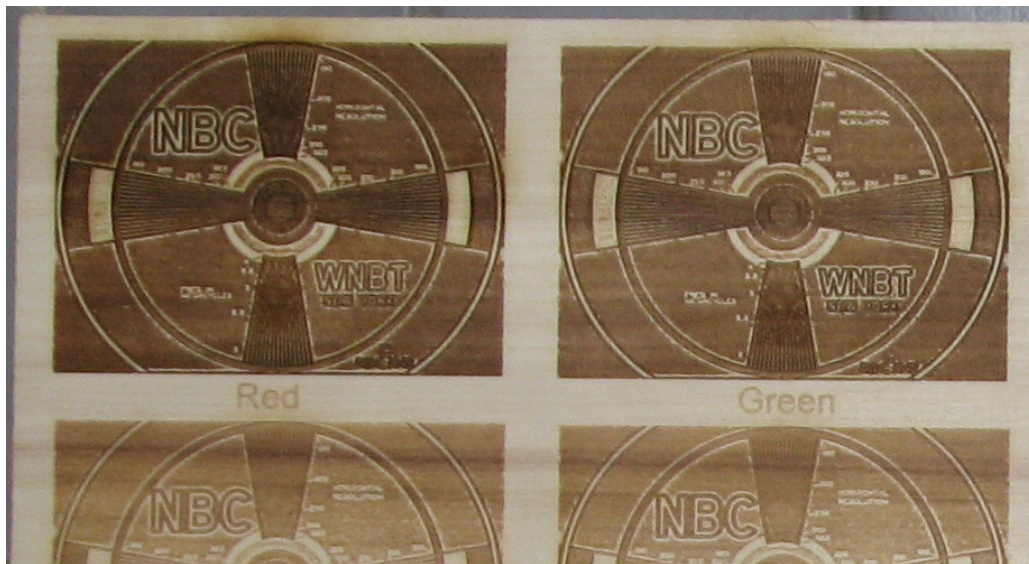
Testauksen edetessä tuli nopeasti selväksi ettei puulevyjä kannata merkata suurella teho- ja pienellä nopeusarvolla (KUVIO 14). Ensimmäisen puulevyn merkkauksen jälkeen testausmatriisia muutettiin jättämällä kaksi hitainta nopeusarvoa pois ja tarkentamalla loppupäätä. Uusi tarkennettu testausmatriisi on taulukon 6. mukainen. Näin menetellen ensimmäisistä kuvioista saatiin hieman selkeämpiä (KUVIO15.)

TAULUKKO 6. Korjattu testausmatriisi

| Vakiotehoilla P = 25%, 50%, 75%, 100% | |
|---|--------|
| Puu1 | Nopeus |
| | 30 % |
| | 40 % |
| | 50 % |
| | 60 % |
| | 70 % |
| | 80 % |
| | 85 % |
| | 90 % |
| | 95 % |
| | 100 % |



KUVIO 14. Alkuperäinen testausmatriisi



KUVIO 15. Korjattu testausmatriisi

Tärkein testattava materiaali oli musta kiillotettu kivi ja kontrastiominaisuuksien ollessa hyvät tässä materiaalissa, testasin lopuksi DPI:n vaikutusta kuvan laatuun. Parhaaksi osoittautui 300DPI, jolla on merkattu kuviossa 16. näkyvä suurin maisemakuva. Pienemmät kuvat merkattiin eri resoluutioilla ja näistä valittiin paras, jota käytettiin suuren kuvan tekemiseen. Liian tarkkaa resoluutiota käytettäessä, esimerkiksi 1200DPI, kuvasta tulee epäselvä. Pienistä kuvista alimmainen on merkattu 1200DPI:llä.

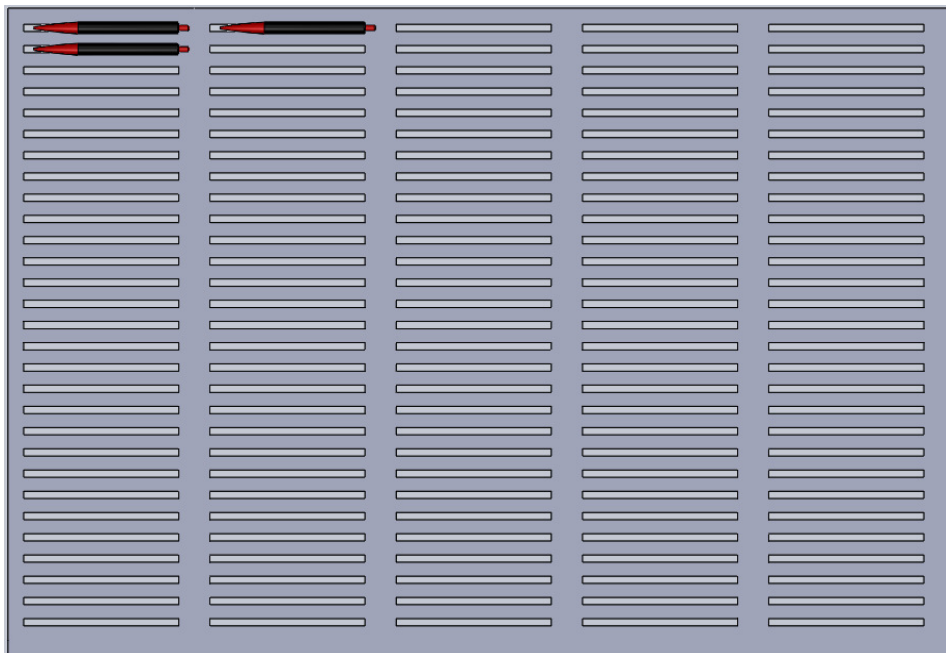


KUVIO 16. DPI:n vertailua

7 KEHITYSIDEAT

7.1 Sapluunat

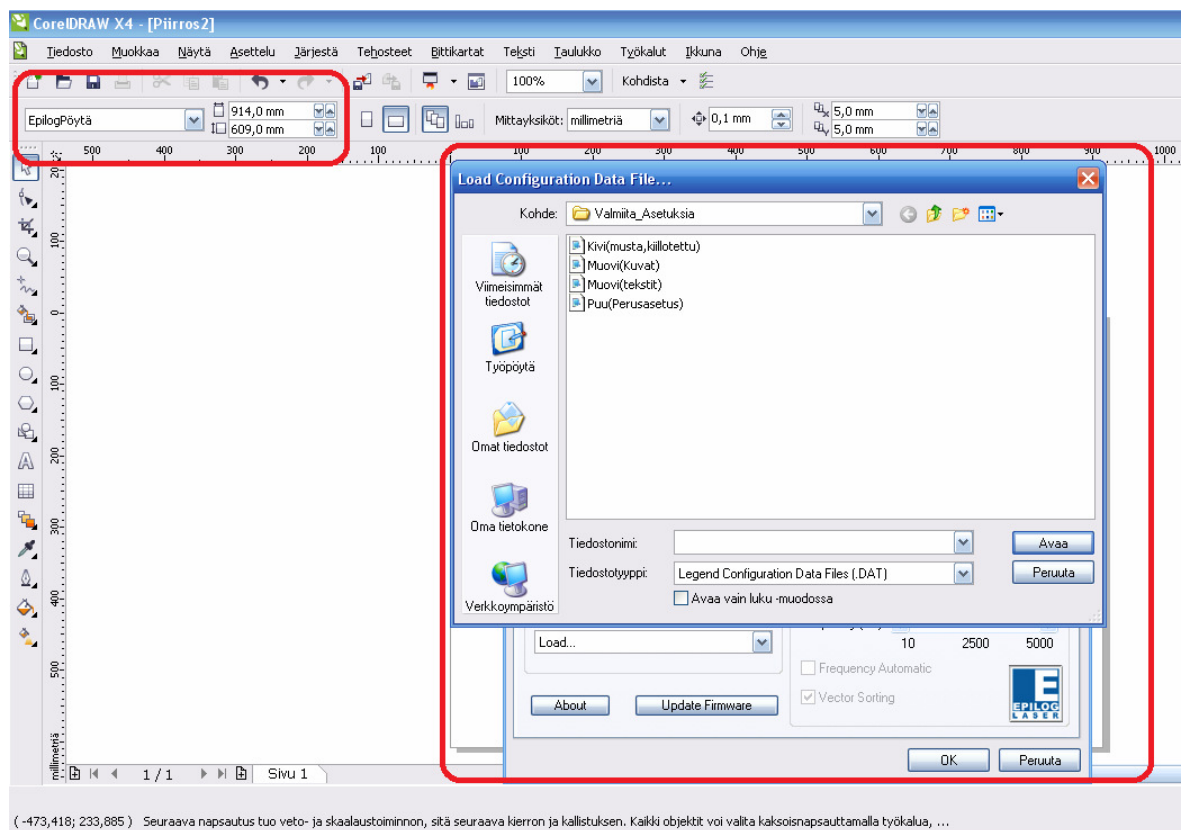
Pienten esineiden, kuten esimerkiksi kynien, merkkauksessa ongelman aiheuttaa merkattavan kohteen asemoiminen merkkauslaserin työpöydälle. Myös mahdollinen kohteen liikahtaminen kesken merkkauksen aiheuttaa ongelmia. Valmiita sapluunoita on helppo tehdä esimerkiksi viisi millimetriä paksusta muovilevystä, jota voidaan leikata laitteella ilman ongelmia (KUVIO 17.)



KUVIO 17. Esimerkki sapluunasta, piirretty SolidWorks - ohjelmistolla

7.2 Valmiit asetukset

Valmiit asetukset on helppo tallentaa tietokoneelle ja näin ollen niiden käyttö nopeuttaa laitteen käyttöä. Työskentely alue eli pöydän koko on tallennettu valmiiksi nimellä ”EpilogPöytä”, jolloin ei tarvitse kirjoittaa pöydän kokoa manuaalisesti aina ennen työn aloitusta. Nykyinen malli, jossa joudutaan aina ensin kokeilemaan parametrit ennen varsinaista merkkausta kohdemateriaalille, on hidas ja tehoton tapa työskennellä. Valmiit asetukset on helppo ottaa käyttöön ja ne helpottavat ennen kaikkea ensikertalaisten työskentelyä merkklauslaserilla (KUVIO 18.)



KUVIO 18. Valmiit asetukset

8 POHDINTA

Työn tärkeimmiksi tavoitteiksi asetettiin yhdessä työelämäohjaajan kanssa parametrien etsiminen eri materiaaleille, pikakäyttöohjeiden laadinta sekä kehitysideoita lasermerkkuslaitteen käytön tehostamiseen. Lisäksi yhtenä aiheena oli absorboituminen, jota käytettäessä olisi teoriassa mahdollista saada kuvio esimerkiksi paksun, kirkkaan muovikuution sisään. Tämä jäi kuitenkin pois lopullisesta työstä ajanpuutteen vuoksi.

Aiheen rajaus oli muuten onnistunut ja tärkeimmät ominaisuudet löydettiin sekä tavoitteet saavutettiin. Karkea aikataulus ja työn järjestelmällinen toteutus auttoivat työn tekemisessä. Käyttöohjekirjoihin tutustuminen ennen varsinaisen kokeilun ja testauksen aloitusta auttoi ymmärtämään merkkuslaserin toimintaperiaatteen sekä työskentelytavat ja mahdollisuudet.

Testaustapahtuma sujui jouhevasti ennen aloitusta valmiiksi mietityllä kaavalla. Kokeiltavien parametrien, ohjelmointisuunnitelman ja materiaaliainhioiden ollessa valmiiksi mietittynä ennen varsinaisia testejä, parametrien hakemisessa ei ilmennyt juurikaan odottamattomia yllätyksiä. Ainoan muutoksen testaustapahtumaan aiheutti ensimmäisen puulevyn merkkauksen jälkeen tehty testausmatriisin muutos, josta selvittiin pienellä ohjelmointi- muutoksella.

Kehitysehdotuksiin ideoita toivat muutamat käytännönläheiset päivät, joissa jo aikaisemmin työssä mainittu kynien merkkuseline sekä valmiit asetukset tulivat tärkeimpinä esille. Seuratessani jo aikaisemmin merkkuslaseria käyttäneiden henkilöiden työskentelyä laitteen parissa, nämä ehdotukset tulivat väkisinkin mieleen.

Työ oli kaiken kaikkiaan opettavainen kokemus, josta on todennäköisesti hyötyä myöhemmässä työelämään siirtymisessä. Erityisesti laserlaitteiden teknisen tuntemuksen kehittyminen sekä työsuunnittelemisen taidon kartuttaminen oli arvokasta kokemusta. Teorian ja käytännön yhdistäminen teki tästä työstä mielenkiintoisen ja opettavaisen kokemuksen.

LÄHTEET

Moisio, T. 1989. Lasertyöstö 1986-1989. Helsinki:TEKES

Kulina, Peter; Richter, Kurt; Ringelhamn, Helmut & Weber, Horst. 1996. Lasertyöstö. Suomentaja Pollari, Pirkko Jyväskylän ammatillinen aikuiskoulutuskeskus, Keuruun aikuiskoulutusosasto.

Owner's manual for Epilog Legend 36EXT – Model 9000. 2008.

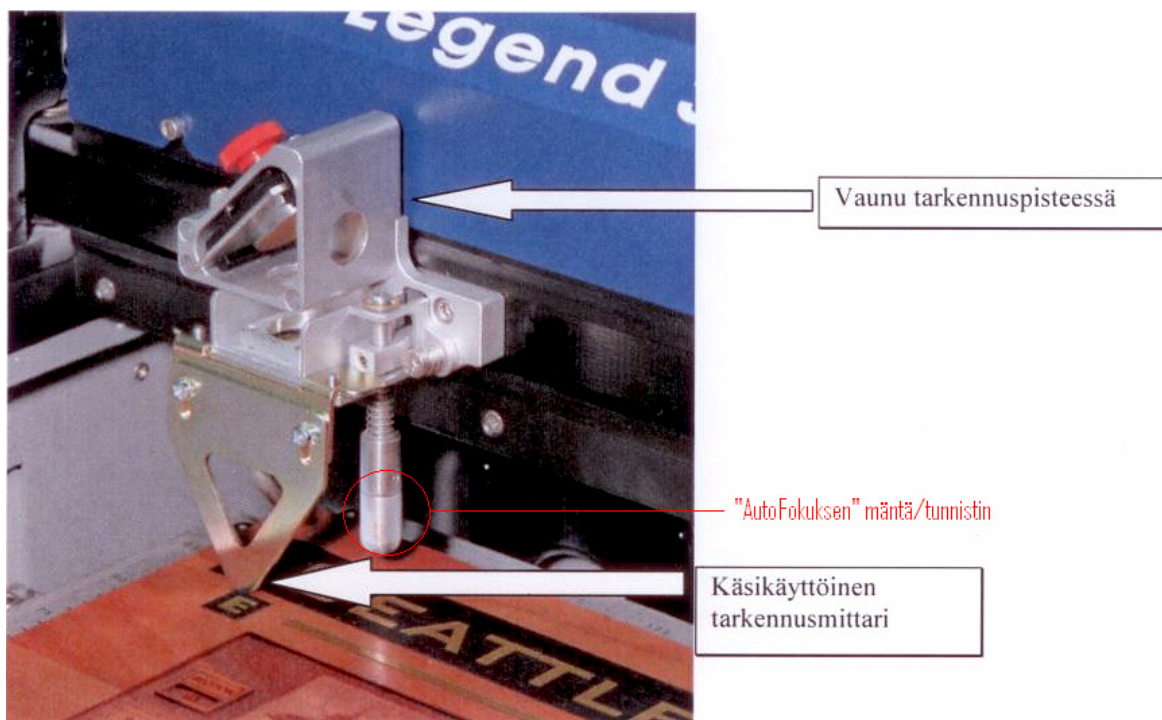
Lasermerkintä. 2003. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ketek.fi/lasertiedostot/Lasermerkinta.pdf>. Luettu 20.3.2010.

Pikatulostus:

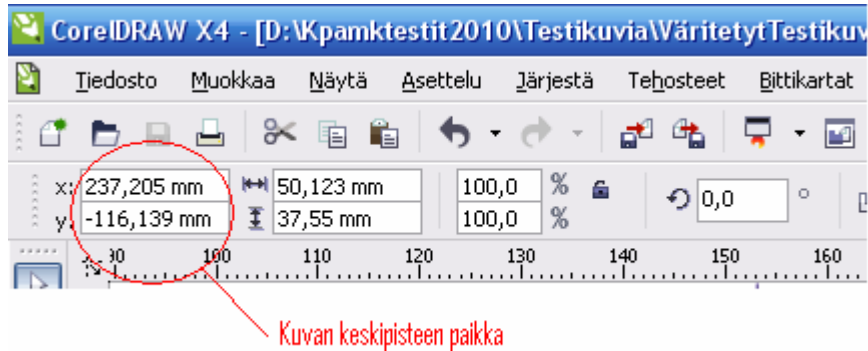
1. Käynnistä CorelDraw- ja PhotoGraph ohjelmat, tulostin, ilmanpuhallus ja imuri.
2. Avaa kuva PhotoGraph-ohjelmistolla
 - muokkaa koko ja tarkkuus sopivaksi (esim. 100x100mm ja 300DPI).
3. CorelDraw, uusi työkirja, valitse sivukooksi A4:sen tilalle "EpilogPöytä" vasemmasta ylänurkasta (tulostimen pöydän koko 914x609mm)
4. Avaa PhotoGraph-ohjelmalla käännetty kuva CorelDraw:lla: Tiedosto->Tuo->"omakuva1".
5. Paina **enter**. Kuva ilmestyy keskelle tulostusalueetta. Kun kuva on aktiivisena, paikka voidaan määrittää joko hiirellä liikuttelemalla tai antamalla X:n ja Y:n arvot yläreunassa oleviin lokeroihin. **Huom!** Älä muuta kuvan kokoa "venyttämällä". Tulostustyön laatu kärsii. Koko valitaan mieleiseksi vaiheessa 1.
6. Aseta materiaali(kivi, puu, jne) tulostus pöydälle. Koneen 0-piste on vasemmassa ylänurkassa. Tulostus paikka materiaaliin voidaan valita seuraavasti:

Paina tulostimen paneelista **X/Y**- ja **Enter**-näppäimiä. Tulostuspäätä voi nyt liikutella käsin. Paina **Pointer**- näppäintä. Punainen valo syttyy ja nyt voit liikuttaa tulostuspään haluamaasi kohtaan. Punainen valo näyttää tulostuspaikan keskipisteen.

Myös pöytä liikkuu nyt ylös ja alas merkklauslaserin nuolinäppäimillä (UP ja DOWN). Mikäli käytetään manuaalista tarkennusta, tässä kohtaa se kannattaa tehdä.



Kun haluttu kohta on valittu, lue tulostimen näytöltä keskipisteen koordinaatit (esim. X = 87,34 Y = 130,45). Tulostimen 0-piste on vasemmassa ylänurkassa, joten Y:n arvo on oikeasti **MIINUS**-merkkinen (-130,45).



Valitse CorelDraw:sta kuva aktiiviseksi, aseta arvot omille paikoilleen ja paina Enter. Kuva liikauttaa asetettuun kohtaan.

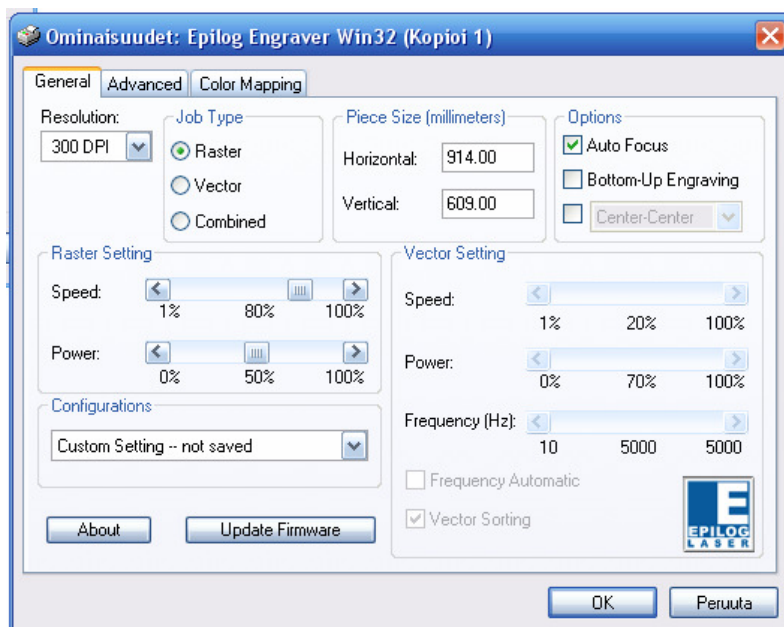
Tarkennus, manuaalisesti(erillisellä mittakappaleella) tai automaattisesti(AutoFocus päälle tulostusasetuksista). **Reset**-näppäimellä tulostuspää liikkuu takaisin 0-pisteeseen. Paina lopuksi **Pointer**-näppäintä, punainen valo sammuu.

HUOM! Mikäli käytetään AutoFocusta, tarkasta että materiaalin ja tulostuspään välissä on tarpeeksi tilaa. Näin vältetään tulostuspään/Autofocuksen männän törmääminen työkappaleeseen.

7. Tulostusasetukset

Tiedosto-> Tulosta-> Ominaisuudet tai suoraan Tiedosto-> Tulostusasetukset

Asetukset voi syöttää manuaalisesti tai käyttää valmiiksi tallennettuja kohdasta **Configurations**.



Job type: Raster = Kuva, Vector = Leikkaus

Piece Size: Materiaali aihion koko (yleensä käytetään pöydän kokoa, leveys 914 ja korkeus 609mm)

Options: Auto Fokus = Automaattinen tarkennus

Bottom-Up Engraving = Työstö alhaalta ylöspäin

Raster Setting(kuvan tulostus): Speed = nopeus, Power = teho

Vector Setting(leikkaus): Speed = nopeus, Power = teho, Frequency = taajuus eli laserpulssien lukumäärä yhden tuuman matkalla.

Frequency Automatic = 5000Hz

Vector Sorting: Järjestää vektorileikkausjakson uudelleen, vektorit leikkaavat sisältä ulospäin. Esimerkiksi jos pieni ympyrä isomman sisällä, pieni leikataan ensiksi.

8. Tiedosto-> Tulosta, tiedosto menee tulostimelle. Vastaanotetun tiedoston nimi näkyy tulostimen näytöllä.
9. Tulostimen vihreällä **Enter**- napilla tulostus käynnistyy.

PhotoGrav:

Kuvan muuntaminen CorelDraw ohjelmaan:

1. Avaa kuva
2. Valitse materiaali
3. Kuvan koko ja tarkkuus
4. Esikatselu/kuvan muokkaus
5. Viimeistely
6. Tallennus

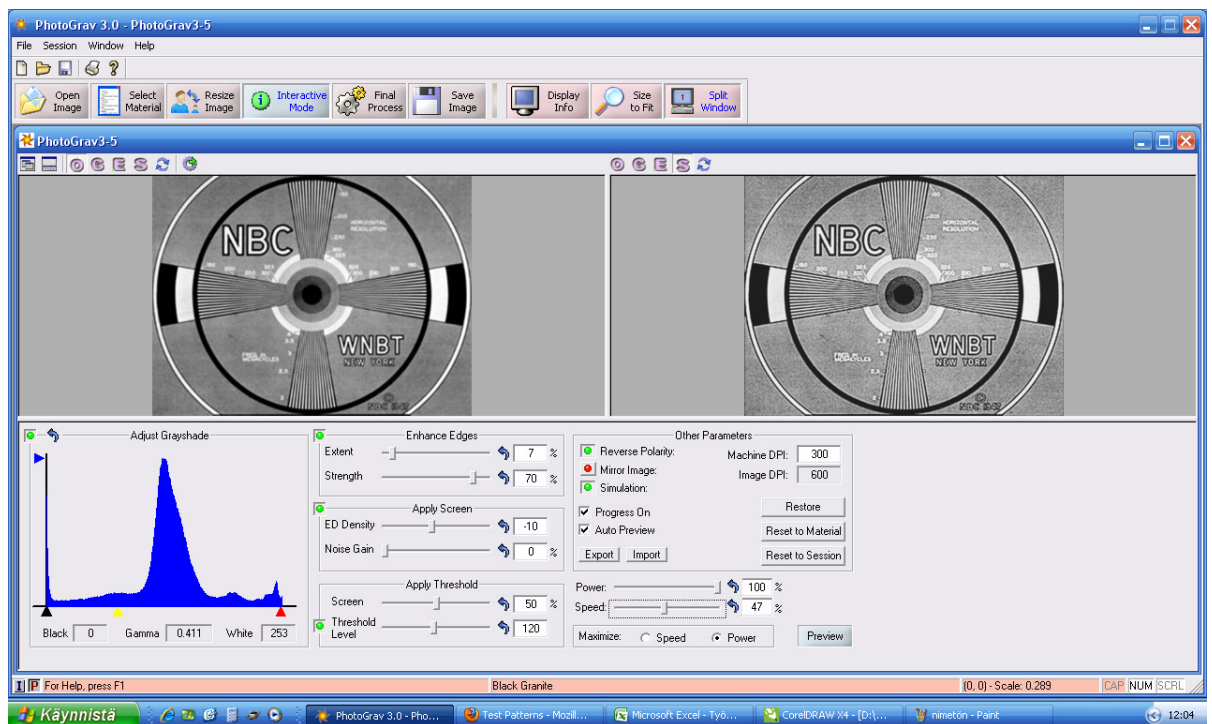
Display info: Näyttää kuvan tiedot(DPI, koko jne.)

Size to Fit: Sovittaa kuvan ikkunaan

Split Window: Näyttää alkuperäisen ja esikatselu kuvan

Interaktive Mode:

Tässä kuvaa voi muokata ja hienosäätää. Kaikki muutokset näkyvät esikatselussa. Useimmissa tapauksissa se on tarpeetonta, koska ohjelma on tehnyt sen jo valmiiksi. Kuva ei siis välttämättä parane käyttäjän tekemillä muutoksilla.



Vasemmalla alkuperäinen, oikealla esikatselu kuva eli Photograv-ohjelman näkemys valmiista työstä. **Split Window** painike käytössä. Lopuksi **Save Image** eli käännetyn kuvan tallennus.

Parametri taulukko

| Haapa | |
|--------------|----------|
| P | S |
| 100 | 80 |
| 75 | 80 |
| 50 | 70 |
| 25 | 60 |
| Suositus | |
| P50 S70 | |

| Kuusi | |
|--------------|----------|
| P | S |
| 100 | 90 |
| 75 | 80 |
| 50 | 80 |
| 25 | 50 |
| Suositus | |
| P50 S80 | |

| Mänty | |
|--------------|----------|
| P | S |
| 100 | 100 |
| 75 | 90 |
| 50 | 70 |
| 25 | 50 |
| Suositus | |
| P50 S70 | |

| Leppä | |
|--------------|----------|
| P | S |
| 100 | 100 |
| 75 | 80 |
| 50 | 80 |
| 25 | 60 |
| Suositus | |
| P50 S80 | |

| Kivi, musta | |
|--------------------|----------|
| P | S |
| 100 | 90 |
| 75 | 80 |
| 50 | 90 |
| 25 | 90 |
| Suositus | |
| P25 S90 | |

| Muovi | |
|--------------|----------|
| P | S |
| 100 | 80 |
| 75 | 80 |
| 50 | 80 |
| 25 | 50 |
| Suositus | |
| P50 S80 | |

Testatut parametrit, joilla saavutetaan hyvä tulos. Kauneus on katsojan silmissä, joten eri parametri vaihtoehtoja voi katsella valmiiksi tehdyistä vertailu tauluista.