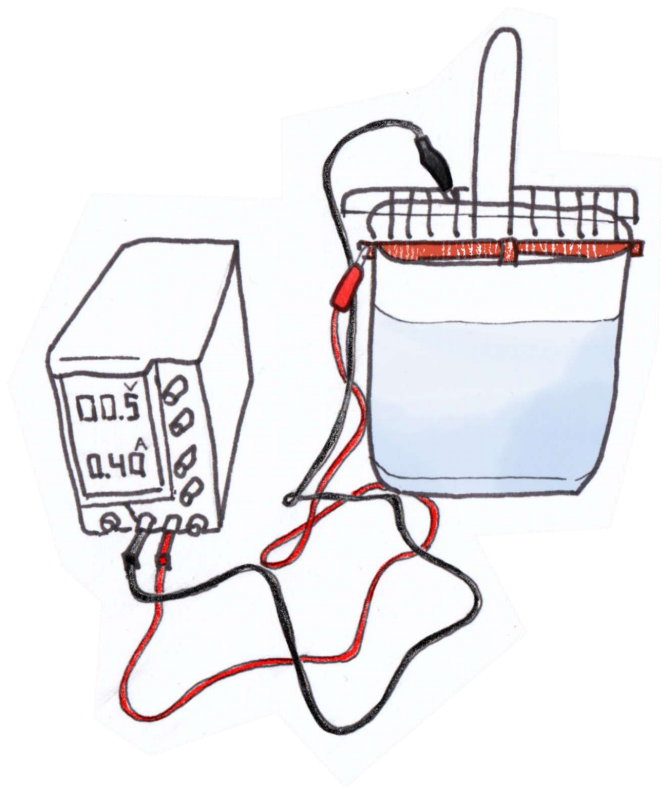


# **VOOLUSÖÖVITUSE JUHEND**



# VOOLUSÖÖVITUSE JUHEND

Alternatiiv sügavtrüki kasutatavale  
traditsioonilisele happega söövitusele

Kristiina Avel

Juhendi koostamisel on kasutatud Kasutatud allikates (lk 36) välja toodud autorite materjale ning autori isiklikke kogemusi voolusöövitusega.

Koostas Kristiina Avel

Illustreeris Kristiina Avel

Kujundas Kristiina Avel

# SISUKORD

<b>SISSEJUHATUS</b>	<b>1</b>
<b>SÖÖVITUSTEHNİKATE TUTVUSTUS</b>	<b>3</b>
Traditsioonilised söövitustahused	5
Voolusöövituse ajalugu	6
<b>ELEKTROLÜÜDI JA VOOLUSÖÖVITUSE ALUSED</b>	<b>9</b>
Voolusöövituse eelised	10
Voolusöövituse puudused	12
Voolusöövituse ettevaatusabinõud	13
Võrdlustabel	14
<b>VOOLUSÖÖVITUSE PROTSESS</b>	<b>15</b>
Töövahendid	15
Vool ja pinge	16
Vasksulfaat ja tsinksulfaat	17
Plaadi ettevalmistamine söövituseks	19
Plaadi puhastamine õlidest ja rasvadest	20
Lakid ja krundid	20
Testimine	22
Mikropunktikesed – alternatiiv traditsioonilisele akvatintale	23
Krunditud plaadile joonistamine	25
Plaadi pesemine ja ohutu utiliseerimine	25
<b>NÄIDIS TÖÖKÄIK VASKPLAADIGA</b>	<b>27</b>
<b>VOOLUSÖÖVITUSE TÖÖNÄITEID</b>	<b>29</b>
<b>KASULIKKE LINKE</b>	<b>33</b>
<b>KASUTATUD ALLIKAD</b>	<b>36</b>

## SISSEJUHATUS

Olen tutvunud graafika tehnikatega Iisaku Kunstide Koolis, Tartu Kunstikoolis ja Eesti Kunstiakadeemias (EKA). Viimases õppisin graafika erialal, kus tutvusin kõikide estampgraafika tehnikatega traditsioonilisi võtteid kasutades. Keskkonnale ja tervisele ohtlikke aineid on neis tehnikates kasutusel tänapäevani, näiteks tugevad happed, lahustid ja kampoli tolm. Keskkonnast ja tervisest hoolivalt ning tulevikule mõeldes hakkasin ringi vaatama ja avastama erinevaid ohutumaid alternatiive sügavtrükitehnikates. Sealjuures on mind sellele teele juhatanud endine EKA graafika-meister Ott Jeaser, kes tõi kooli sügavtrüki töökotta voolusöövituse vahendid ja julgustas neid kasutama. Sellest inspireerituna on kõik mu õpinguaegsed sügavtrükiplaadid just voolusöövituse läbi viidud. Ka tänasel päeval kasutan kodustes tingimustes voolusöövitust oma töödes.

EKA õpingute ajast on olnud ka suur soov koostada eestikeelne voolusöövituse juhend, mida saavad kasutada kõik, kes soovivad oma praktikas alustada sügavtrükitehnikate keskkonna- ja tervisesõbralikumaks muutmist. Juhendit saavad kasutada ka graafika eriala tudengid, kellel on soov jätkata peale kooli lõpetamist sügavtrükitehnikatega oma stuudios või kodus ning teha seda sõltumatult, soodsalt ja kättesaadavate vahenditega.

Palju selgitavat ja graafika maailma laiendavat infot, mida ka juhendi koostamisel aluseks võtan, on erinevates võõrkeeltes kättesaadavad nii raamatute, veebilehtede, kui ka blogide näol. Esimestena tehnika kohta uurima hakates jäi silma veebileht *Nontoxic Printmaking & Printed Art* (nontoxicprint.com), Alfonso Crujera käsiraamat voolusöövitusest *Electroetching handbook: A safe, non-toxic approach* (Crujera, 2018), Mark Graveri mittetoksiline, paljude illustratsioonidega ja samas modernne lähenemine graafikale *Non-toxic Printmaking* (Graver, 2011) ning põhjalike selgitusega ning lihtsasti kättesaadav Cedric Greeni käsiraamat *Green Prints* (Green, 2013).

Kuna infot ja käsitlusi on mitmeid, siis olen antud juhendi koostanud oma praktika baasil, meeles pidades, et kõik alustamiseks vajaminevad vahendid oleksid lihtsasti kättesaadavad.

Juhend on mõeldud täiskasvanud graafika taustaga inimestele, nagu graafika meistrid, graafikud ja kunstiõpetajad. Juhendit saavad kasutada peale kursust kõik, kes soovivad oma praktikas alustada sügavtrükitehnika keskkonna- ja tervisesõbralikumaks muutmist ning ka graafika eriala tudengid, kellel on soov jätkata peale kooli lõpetamist sügavtrükitehnikatega oma stuudios või kodus ning teha seda sõltumatult, soodsalt ja kättesaadavate vahenditega. Samuti on see mõeldud huvikoolidele, kes soovivad õpetada söövitust vajavaid sügavtrükitehnikaid, kuid ei ole saanud seda teha ruumi puuduse, erivahendite ja ventilatsiooni puudumise, mürgisuse ning rahanappuse tõttu. Õppevahend ei ole mõeldud õpilastele iseseisvaks kasutamiseks ilma kursust läbimata.

**Juhendi eesmärgiks** on õppida tundma turvalisemat alternatiivi happega söövitamisele - voolusöövitust - ja peale praktikat saavad õppijad juhendi abil iseseisvalt oma töös voolusöövitust kasutada.

### **Juhendi läbinu:**

- kirjeldab ja määrab erinevaid söövitustehnikaid;
- mõistab voolusöövituse ajalugu;
- mõistab elektrolüüsi ja selle kasutamise võimalusi;
- mõistab voolusöövituse eeliseid ja puuduseid;
- oskab voolusöövitust iseseisvalt ohutult läbi viia;
- on saanud üle hirmust elektri kasutamise ees söövitamisel sest kasutatakse **väga madalat voolu**. Võrdluseks üks patarei annab välja 1,5V ja voolusöövituses kasutatakse tavaliselt 0,5- 1.0V.

Käesolevat juhendit saab kasutada õppetöö läbiviimisel kontakttunnis.

*„Võib-olla siiski, kui kaalutakse üleminekut traditsioonilisest mittetoksilisele, ohutumale praktikale, peaks küsimus olema mitte kumb on parem, vaid see, kas teie kunst on surma väärt.“* (Graver, 2011, lk 118)

Põnevat avastamist ja katsetamist soovides

*Kristiina Avel*

2023

## SÖÖVITUSTEHNİKATE TUTVUSTUS

Sügavtrükk jaguneb söövitust mittenõudvateks tehnikateks nagu gravüür, kuivnõel ja metsotinto ning söövitust nõudvateks tehnikateks nagu ofort, akvatinta ja pehmelakk. Sügavtrükk on vastand kõrgrükkile. Joonistus on lõigatud või söövitatud plaadile. Plaadipinnas olevad süvendid – jooned, punktikesed ja krobelsus, mis moodustavad joonistuse – täidetakse trükkivärviga, tasane plaadipind aga puhastatakse üleliigsest värvist. Trükitakse selline plaat niiskele paberile ja tugeva surve all sügavtrükipressi abil. Plaadipinna süvendites asuv värv jääb trükkimisel paberile, puhastatud plaadipind aga jätab paberi valgeks. Paberile jäävad ka reljeefsed pinnad ning sügavtrükkile iseloomulik plaadiäärte ehk fasetti jooned. Selles peatükis on kirjeldatud söövitust nõudvaid tehnikaid.

**Ofort** on sügavtrükkitehnika, kus värvi kinni hoidev ja trükkiv joon söövitatakse metalli sisse traditsiooniliselt happega. Kasutatakse vaske, tsinki ja ka terasest plaate. Enne söövitamist plaat vajadusel lihvitakse (Bøegh, 2007), puhastatakse rasvadest, kaetakse krundiga, sellele joonistatakse nõela abil soovitud pilt ning seejärel söövitatakse. Söövituvad nõelaga joonistatud alad. Kruunt pestakse näiteks tärpentiniga maha ja plaat on valmis trükkimiseks (Okas & Kangilaski, 1965). Ofordi puhul on väljendusvahendiks **jooned ja punktid**.

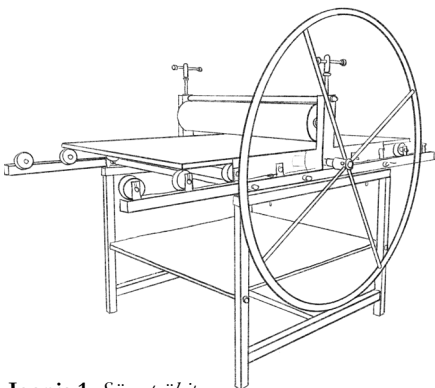
**Akvatinta** tehnika väljendusvahendiks on **erineva tumedusastmega pinnad**. Traditsioonilisel viisil tuleb Okase ja Kangilaski (1965) sõnul nende saavutamiseks plaadi pind muuta söövitamise abil krobelseks. Selleks on erinevaid võimalusi, kuid kõige tüüpilisem on eelnevalt rasvadest puhastatud ja poleeritud plaat asetatud tolmutuskasti. Tolmutuskastis on kampsolipulber, mis on raputamise käigus kastis lendlema hakanud. Suuremad tükid põrutatakse käega kasti seintelt, eriti laest, alla. Seejärel avatakse luuk ja pannakse plaat kasti, ettevalmistatud poolega ülespoole ja jäetakse mõneks minutiks suletud luugiga seisma. Kampolitoolm laskub aeglaselt ja ühtlaselt plaadile. Tegevust võib korrata vastavalt soovitud tulemusele. Piisava tolmu kihiga kaetud plaat võetakse ettevatlikult välja, hoitakse horisontaalasendis, vältides igasugust õhuliikumist ning asetatak-

se spetsiaalsele soojenduspliidile. Kuumenedes hakkavad tolmuterad sulama ja moodustuvad läbipaistvad piisakesed. Mida kauem plaati pliidil hoida, seda suuremad piisad tekivad. Liiga vähe hoides aga ei jää need piisavalt tugevalt kinni ja võivad söövitades maha tulla. Peale eeltööd näeb töökaik ette nii, et kõigepealt kaetakse kattelakiga kinni pildil valgeks jäävad kohad ja söövitatakse pisut. Seejärel võetakse plaat happest, pestakse, kuivatatakse ning kaetakse lakiga kinni need kohad, mis peavad jääma helehalliks (eelmine lakikiht on ka veel peal). Nii korratakse söövitamist ja katmist, kuni soovitud toonide skaala on saavutatud. Akvatintat kasutatakse tihti koos kuivnõela, ofordi või pehmelaki kontuurjoonistustega, mis tehakse enne plaadi kampoliga katmist (Okas & Kangilaski, 1965).

**Pehmelakk** sarnaneb pliatsijoonistusele kuna antud tehnika puhul kasutatakse nõela asemel pliatsit või kriiti, millega kantakse joonistus paberi abil plaadile. Samuti sobib vask- või tsinkplaat. Metallplaat kaetakse pehme või lausa pastataolise kergelt kleepuva krundiga ja seejärel pannakse krunditud metallile karedam õhuke paber, millel võib olla kerge eeljoonistus. Paberi kaks serva keeratakse paberi alla ja pliatsiga joonistatakse lõplik joonistus paberile. Joonistuskohal hakkab krunt paberi külge ja saab kasutada ka erinevat surve tugevust. Paber võetakse ära ja plaat söövitatakse. Söövituvad need kohad, mis on joonistamise ajal paberi külge jäänud. Peale söövitust tehakse tõmmis (Okas & Kangilaski, 1965).

Sügavtrükitehnikate puhul kasutatav **sügavtrükipaber** on spetsiifiliste omadustega. Trükipressi poolt kokku surutud paber trükitab korrektselt ainult siis, kui paber tungib plaadi joonte vahele. Seepärast peab paber olema väga elastne, ühtlane ja vastupidav. Paberi pind peab olema pehme, kuid see ei tohi olla viimistletud ja eelkõige ei tohi olla kaetud.

Trükipaberit valides peab trükkija valima vastavalt reljeefile, mida ta vajab vastavalt kasutatavale trükiplaadile. Paksem plaat ja laiemad sügavad söövitatud jooned vajavad tugevamat ja paksemat paberit, peente detailidega õhem ofordiplaat vajab aga pehmemat ja õhemat paberit (Polymetaal, s.a.).



Joonis 1. Sügavtrükipress

## TRADITSIOONILISED SÖÖVITUSLAHUSED

Antud peatükis on kirjeldatud mitmeid traditsioonilisi söövituslahuseid ja kuidas neid kasutatakse.

**Lämmastikhape** ( $\text{HNO}_3$ ) on ebameeldiva lõhnaga värvitu vedelik, millel on tugev ja kiire söövitav toime. Happe kasutamisel tuleb jälgida, et hape valatakse vette, mitte vastupidi. Valades vett happesse, tõuseb happe temperatuur ja hape võib nõust välja paiskuda, söövitades riideid ja tekitades põletushaavu. Samuti eraldub hapetega töötamisel nendest mürgiseid gaase. Mürgiste gaaside vältimiseks on oluline, et tööruumis oleks tugev ventilatsioon ja vastav tõmbekapp. Ka söövitatavate joonte sees tekib gaasimulle, mis takistavad mulli alust osa söövitumast ja seetõttu tuleb vedelikku tihti liigutada. Happe hulka vees mõõdetakse areomeetriga, kuid sellel on mõtet ainult värske happelahuse koostamisel, sest söövitamisel happes lahustuvad metallisoolad muudavad selle erikaalu järjest suuremaks, kuna aga söövitav toime aina väheneb (Okas & Kangilaski, 1965).

**Raudkloriid** ( $\text{FeCl}_3$ ) on raua ja kloori keemiline ühend. Raudkloriidi eelistatakse tihti hapetele, kuna see ei tekita söövitamisel kahjulikke gaase. Ka ei söövita see nahka, mistõttu võib söövituslahusest plaadi paljaste kätega välja võtta. Söövitusprotsess toimub pikkamööda. Raudkloriid muudab söövitatava metalli tumedaks sest tema söövitav toime jätab metallile puru, mida tuleb söövituskäigus pidevalt eemaldada. Ka alus muutub aja jooksul läbipaistmatuks, mis tekitab raskusi söövitusprotsessi jälgimisel (Okas & Kangilaski, 1965).

Kasutatakse ka erinevatest hapetest koostatud lahused, mis annavad erinevaid tulemusi. Näiteks nn hollandi lahus, mis koosneb kontsentreeritud soolhapest, kaaliumkloraadist ja veest. Erinevad happegaasid ei riku ainult tervist vaid ka samas ruumis asuvaid metallesemeid, põhjustades nende korrosiooni (Okas & Kangilaski, 1965).



Joonis 2. Pudelikid

## VOOLUSÖÖVITUSE AJALUGU

Selles peatükis on kirjeldatud lühidalt voolusöövituse avastamist, selle kasutamist ja kuidas see jõudis graafikuteni läbi keskkonna ja tervist säästvate praktikate otsimise.

1791. aastal märkas itaalia teadlane **Luigi Galvani**, et surnud konna jalg võpatas kahe omavahel ühendatud erinevast metallist eseme vastu puutumisel. Ta arvas, et seda põhjustab konna tekitatud elekter ega saanud aru, et elekter tekkis metallide ning konna närvides ja lihastes leiduvate keemiliste ühendite ehk kemikaalide vahel toimuvast keemilisest reaktsioonist (Ardley, 1994). Galvani avastusega tegeles edasi itaalia füüsik **Alessandro Volta**. Ta ehitas 1800. aastal seadme, mis suutis pidevalt elektrit toota. „Volta sammast“ koosnes üksteise peale laotud vask-, tsink- ja paberketastest. Paber oli niisutatud soola või nõrga happega. Happe ja metallide vahel tekkiv keemiline reaktsioon annab elektrivoolu. Volta oli ehitanud maailma esimese elektripatarei (Ardley, 1994). 1834. aastal postuleeris **Michael Faraday** oma elektrolüüsi seadused ja kehtestas teadusliku aluse erinevate metallide järjestamiseks nende "elektroodipotentsiaali" järgi (Green, 2013). Kiiresti järgnesid uued edukad katsed ja avastused. **Smee** ja **Daniell** täiustasid Volta sammast, kasutades väävelhappesse asetatud tsinkplaati ja vasksulfaati pandud vaskplaati. Saksa füüsik ja insener **Moritz Hermann von Jacobi** leiutas galvanoplastika, mille käigus reprodutseeriti vahast või kipsist valmistatud medalid elektrolüütilises lahuses, mis oli ühendatud galvaanilise patareiga. Ta avaldas "*Die Galvanoplastik*" 1840. aastal (Crujera, 2018).

Crujera (2018) kirjutab veel, et umbes samal ajal asetas inglane **Thomas Spencer** elektrolüütiliste protsessidega eksperimenteerides elektrolüütidesse mingi lakiga kaetud vaskplaadi ja ühendas selle seejärel aku positiivse poolusega (klemmiga). Jällegi juhuslikult, nagu Galvani, avastas ta, et negatiivse poolusega ühendatud plaadile ladestub metall, samas kui positiivse poolusega ühendatud plaat erodeerub. See pakkus välja idee, kuidas elektrolüüsi abil plaati söövitada. 1840. aastal said Thomas Spencer ja **John Wilson** patendi „*Engraving Metals by Voltaic Electricity*“. **Voolusöövituse oli sündinud**. Spencer jätkas galvanismi ja trükiplaatide voolusöövituse uurimist. Selle tehnika praktilist kasulikkust tunnistati ka kui kiiret meetodit, millega saab reprodutseerida medaleid ja muid esemeid. See protsess sai tuntuks kui galvanoplastika (*electrotyping*).

Galvanoplastikat (*electrotyping*) kasutatakse laialdaselt trükiplaatide loomiseks, metallesemete katmiseks, lauahõbeda kaunistamiseks ja söögiriistade märgistamiseks. 1852. aastal dokumenteeris ja kirjeldas **Charles V Walker** kõiki praegu teadaolevaid protsesse oma raamatus *Electrotype Manipulation*, mis läbis 1859. aastaks 29 väljaannet ja avaldati ka USA-s. II osa sisaldas üksikasjalikke kirjeldusi patenteeritud protsessist, mida nimetatakse voolusöövitusena (*electro-etching*). Terminit "galvanotehnika" (*galvanography*) kasutati selleks, et eristada galvanoplastika (*electrotyping*) protsessi graafilist kasutamist tööstuslikust kasutusest või tähelao tähtede valmistamisest (Green, 2013).

Graafikaga seotud elektrolüüsi eksperimendid jätkusid kogu 19. sajandi teises pooles kuni 20. sajandini välja, nii Euroopas kui Ameerika Ühendriikides. Teadmata põhjustel ei levinud see tehnika kunstnike seas vaid võeti üle tööstuses, kus seda arendati ning kasutati ära äriilistel eesmärkidel ja seda tänase päevani. Näiteks kaetakse metalle galvaniseerimise teel, et seda kaitsta roostetamise eest (Crujera, 2018).

20. sajandi keskpaigani on väga vähe infot elektrolüüsi kasutamise kohta kunstis. 60ndatel, **Stanley W. Hayter**, Pariisi kuulsast kunstikoolist ja ateljeest Atelier 17, mainib protsessi, mille käigus metall sadestub "elektrolüütiliselt" metallplaadile kantud krundile tõmmatud joontes (Thomas Spenceri leiutatud). Siiski hakkasid graafikud selle meetodi kohta põhjalikumaid töid avaldama alles kahekümnenda sajandi lõpus, 80ndate lõpus ja 90ndate alguses (Crujera, 2018).

USA ajakirjas *Leonardo* avaldasid Kanadalased **Nik Semenov** ja **Christine Christos** artikli *Using dry toners in intaglio and electro-etching of metal plates*, milles kirjeldati uuringu tulemusi voolusöövitusel (Semenov ja Christos, 1991). Nad juhtisid tähelepanu ebatervislikele tingimustele, mis valitsevad kunstikoolide ja ülikoolide söövitusetöökodades, ning näitasid mitmeid mittetoksilisi alternatiive, sealhulgas voolusöövitusel. Viimase puhul kasutasid nad söövitatavale plaadile teistsugust metallist katoodi ja suhteliselt kõrgeid pingeid, vahemikus 2-6 volti (Crujera, 2018).

1989. aastal ühendasid USA-s graafik **Marion Behr** ja orgaanilise keemia doktor **Omri Behr**, kes olid mures happesöövitusel protsessist põhjustatud tervise- ja keskkonnakahjustuste pärast, oma teadmised ja kogemused. Nad alustasid katseid elektrolüüsiga, mis põhinesid Schwuchowi ja Johnstoni 1912. aasta Ameerika patendil, mis käsitles pooltoonis plaatide

valmistamist elektrolüütilise protsessi abil. Marion ja Omri Behr uurisid ja töötasid välja tõhusa meetodi elektrolüüsiga söövitamiseks ning patenteerisid 1992. aastal oma elektrolüütilise seadme, mida tuntakse nime all *Electroetch System* (Crujera, 2018).

Samal aastal avaldasid Behrid ajakirjas *Journal of Print World* artikli *Environmentally Safe Etching*. Seejärel avaldasid nad 1990. aastate jooksul artikleid, õpetasid seminare ning tegid oma kogemused ja järeldused kättesaadavaks oma veebilehel (Crujera, 2018).

Umbes samal ajal arendati Rootsis Helsingborgis Öle Larsen Atelje's ka elektrolüütilisi protsesse. 1987. aastal hakkas **Peter Sjöblom** katsetama elektrolüütilise söövitusega. See oli tingitud sellest, et ta luges ühes vanas graafikat käsitlevas raamatus lühikest lõiku, milles kirjeldati elektrolüütilist tehnikat, mille abil saab vaskplaatidel teha monotüübist mitu koopiat. Võttes aluseks 19. sajandi praktikad ja avastused, töötas ta lisaks elektrolüüsi abil tehtavale söövitusele välja ka Kobelli, Walkeri ja Herkomeri omaga väga sarnase tehnika, mida ta nimetas *Polytypi*. Praktikas on see protsess praktiliselt sama, mida seni nimetati galvanograafiaks (Crujera, 2018).

1990. aastate keskel kasutas **Cedric Green** oma veebilehte, et anda teada oma alustamisest 1989. aastal ja hilisematest kogemustest kaasaegse elektrolüütilise söövitusprotsessiga. Ta lõi termini *Galv-Etch*, kasutades juurt "*galv*", et eristada oma meetodeid nendest, mis kasutasid juurt "*electro*", kuid see on sisuliselt sama tehnika, mida Behrs nimetab *Electro Etchiks* (voolusöövituseks). Green töötas välja ka teisi elektrolüütilisi rakendusi, mida ta nimetab *Galv-on*, *Galv-plating*, *Bordeaux Etch*. 2004. aastal avaldas ta raamatu *Green Prints*, tuues elektrolüütilised tehnikad kaasaegsete, mittetoksiliste söövitustehnikatena esiplaanile ja laiendades oluliselt kunstivormi võimalusi. Väljavõtted raamatust *Green Prints* on tõlgitud ja avaldatud hispaania keeles raamatus *El grabado no tóxico: nuevos procedimientos y materiales*, toimetaja Eva Figueras, Barcelona ülikool, 2004 (Crujera, 2018).



Joonis 3. Test trüükiplaat

## ELEKTROLÜÜDI JA VOOLUSÖÖVITUSE ALUSED

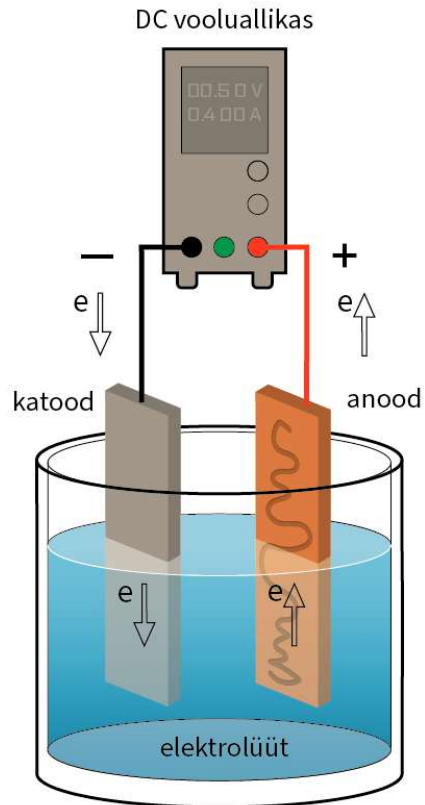
Selles peatükis saab ülevaate elektrolüüsist, voolusöövituse eelistest ja puudustest, mille Alfonso Crujera on oma raamatus väga hästi kokku võtnud ning tabelina on välja toodud Cedric Greeni poolt kokku võetud traditsiooniliste meetodite ohud ja alternatiivid neile.

Voolusöövitus toimub, kui panna kaks samast metallist plaati paralleelselt, ilma, et need omavahel kokku puutuks, soolalahusesse, mis on valitud metalli elektrit juhtiv lahus. Seejärel ühendatakse plaadid alalisvoolu toiteallikaga, näiteks labori toiteploki ja vool liigub läbi lahuse (elektrolüüdi) ühelt plaadilt teisele (Crujera, 2012).

Elektrolüüt sisaldab positiivseid metalliioone ja negatiivseid sulfaatioone. Voolu all tõmbuvad elektrolüüdi positiivsed ja negatiiv-

sed ioonid vastupidise polaarsusega plaadile. Positiivsed metalliioonid kinnituvad katoodi külge ja negatiivsed sulfaatioonid meelitatakse anoodi paljaste alade külge (vt joonis 4) ja reageerivad metalli pinnaga seda oksüdeerides ja erodeerides. Selle protsessi tulemusena saadakse metallis värvi kandvad süvendid, mis on võrreldavad happesöövitusega; kuid mõningate väga kasulike erinevustega (Crujera, 2012).

Plaat, mida söövitada, kinnitatakse anoodi (+) külge ja asetatakse paaki,



Joonis 4. Elektrolüüs (Allikad: nontoxicprint.com)

paralleelselt katoodi (-) külge kinnitatud plaadiga, nende vahele jääb 6-10 cm. Samal ajal kui positiivsed metallioonid muutuvad katoodi juures tahkeks metalliks, eraldub anoodist võrdne kogus metalli, seega hoiab elektrolüüt oma algset kontsentratsiooni (Crujera, 2012).

## **VOOLUSÖÖVITUSE EELISED**

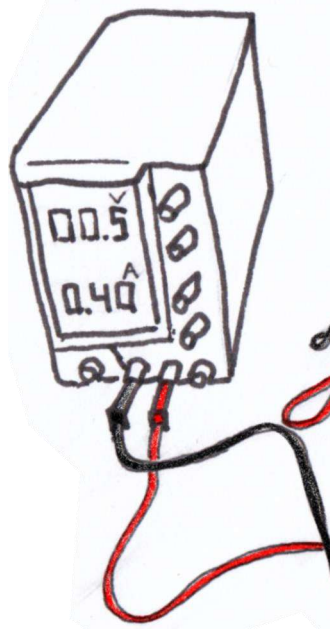
Voolusöövituse eelised Crujera (2018) järgi on sellised:

- ⇒ Samade seadmetega saab söövitada vaske, tsinki ja terast. Peab vaid vahetama elektrolüüdi ja katoodivõre vastava metalli jaoks.
- ⇒ Elektrosöövitus tekitab hästi määratletud, teravaid jooni, mis on paremad kui tavalisel söövitusel, tänu elektrolüüsi ainulaadsele efektile, mis seisneb selles, et söövitust toimub risti plaadi pinna suhtes. Protsess ei söövita krundi alt ega löhu nende servi, mistõttu on jooned väga puhtad ka ristviirutuse puhul (jooned ei sulandu järkjärguliselt kokku). Söövitatud joonte põhjas tekib kergelt krobeline pind, mis hoiab väga hästi trükivärvi, ka kõige laiemate joonte puhul.
- ⇒ Elektriga söövitamine ei tekita toksilisi gaase.
- ⇒ Kui parasjagu ei söövita, siis elektrolüütiline lahus anumal on passiivne, ei erita gaase ega teki mingeid keemilisi reaktsioone.
- ⇒ Elektrosöövitus ei tekita gaasimulle, mis takistavad söövitumist; ehk ei ole vaja valvata ja gaasimullikesi eemaldada, nagu hapetega söövitamisel seda tehakse. Näikaua kui plaat on söövituses, saab tegeleda järgmiste plaatidega.
- ⇒ Elektrosöövitus ei tekita metallijääke, mis kogunevad joontesse ja peatavad söövituse. Sel põhjusel ei pea elektrolüütilist lahust filtreerima, kui tahetakse neid hoiustada.
- ⇒ Elektrolüütilised lahused ei nõrgene järjestikuste söövitustega ja seetõttu on söövitusaegu lihtsam arvutada. Samuti ei pea pidevalt vahetama söövitit, mis on rahaline kokkuhoid. See on vastupidine happega söövitamisele, kus pärast happelahuse kasutamist kaotab see oma tugevuse ja muutub iga järgneva kasutusega nõrgemaks, kuni see ammendub. Elektrolüüs kõrvaldab selle probleemi täieli-

kult. Crujera kasutab sama elektrolüütilist lahust, millega ta 2011. aastal tööd alustas

- ⇒ Kasutades elektrolüütilises lahuses sama kontsentratsiooni, sama aega ja sama pinget, on võimalik saada ühtlast (samasugust) söövitust. Kui on mitu samade mõõtmetega plaati ja söövitada nendel ühesuguseid alasid sama valemiga (st elektrolüüdi ühtlane kontsentratsioon, aeg, pinge), saab kõigil plaatidel ühesugused tulemused.
- ⇒ Krundiga katmata ala söövitamisel tekib poorne struktuur, mis hoiab trükivärvi. Seda kutsutakse *electrotint*, mis oma olemuselt on sarnane akvatintaga, kuid mille puhul ei kasutata asfaldi- või kampolitolmu, mõlemat peetakse üsna mürgiseks.
- ⇒ Söövitustöökojas saab säästa tõmbekapi investeeringult, mis on vajalik graafikakunstniku kaitsmiseks traditsioonilisel happega söövitamisel tekkivate kahjulike aurude eest.
- ⇒ Erinevalt happevanni kasutamisest, millest tuleb plaadid välja võtta kohe pärast söövituse lõppu, peatub söövitus elektrolüütilise vanni puhul, kui lülitada vool välja. Plaadid võivad jääda lühikeseks ajaks vee alla, kui elektrolüütiline seade on välja lülitatud, sest korrosioon joontes ei jätku. Kui jätta pikemaks ajaks, võib elektrolüüt tungida kontaktriiba ja plaadi vahele, põhjustades plaadi vajumist anuma põhja või krundi eemaldumist (Crujera, 2018).

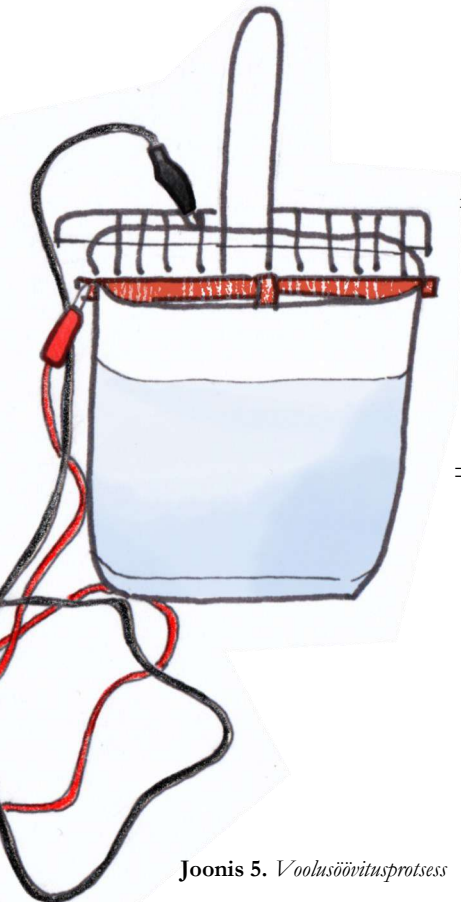
Lisaks toob Crujera (2018) veel välja, et voolusöövitus on väga odav viis söövituseks ja selleks on kaks põhjust. Nimelt söövitati stabiilsus, see ei ammendu ja vajab asendamist ainult kui see peaks aurustuma (pikalt katmata seistes või väga sooja ilmaga). Teiseks kasutab see väga vähe elektrit, nagu lambipirn. Näiteks  $0,5 \text{ V} \times 1,5 \text{ A} = 0,75 \text{ W}$ . See on oluliselt vähem, kui tõmbekapi elektrikasutus, või muud traditsioonilised elektroonilised vahendid. Boonuseks saab taaskasutada materjale. Näiteks annab vana vaskplaati anoodina kasutades galvaniseerida teisi plaate.



## VOOLUSÖÖVITUSE PUUDUSED

Crujera (2018) on välja toonud voolusöövituse puudused:

- ⇒ Vajadus kaitsta end kummikinnaste ja tolmumaskiga, et mitte sisse hingata **lahustamata** sulfaadipulbrit ning vältida vedeliku kokkupuudet naha ja silmadega.
- ⇒ Servaepekt, kalduvus söövitada üksikuid jooni intensiivsemalt kui neid, mis on üksteisele lähemal või ristviirutatud. Tehnika söövitab ka plaadi servas olevaid piirkondi tugevamini kui keskel. Samuti toimib elektrolüütiline toime suurema intensiivsusega laiade joonte servades ja suurte lahtiste söövituste piirkondades *stop-out* servades (suur katmata ala, kus on üksikud krunditud kohad). Katoodivõre kasutamine elektrolüütilises seadmes aitab aga üldiselt paljude nende puuduste puhul (Crujera, 2018). Green (2013) soovib kasutada söövitatavast plaadist pisut väiksemat katoodivõret ja hoida neid üksteise suhtes keskel.



- ⇒ Asjaolu, et see ei kasuta kampoli- ega asfalditolmu, piirab võimalust saavutada tasane, ühtlane toon erineva intensiivsusega nagu traditsioonilise akvatinta puhul, mida on kasutatud mitu sajandit (Crujera, 2018). Samas on ka sellele juba leitud lahendusi (vt lk 23).
- ⇒ Crujera (2018) toob veel välja, et mõnede graafikakunstnike jaoks võib olla elektri kasutamine söövitamiseks hirmutav, kuna see tundub ohtlik. Kirjeldatud pingete ja voolude vahemik kujutab endast siiski väikest elektriohtu, mida üldiste ettevaatusabinõude järgimine veelgi minimeerib - tuleb hoida elektrilistest komponentidest eemal, kui voolusöövitusseadet kasutatakse.

Joonis 5. Voolusöövitusprotsess

## VOOLUSÖÖVITUSE ETTEVAATUSABINÕUD

Voolusöövitusega ohutuks kasutamiseks on oluline järgida teatavaid ettevaatusabinõusid, mille on Crujera (2012) nimekirjana välja toonud:

### PEA MEELES:

- ⇒ Vältida sulfaatide sissehingamist nende kristalliseerunud või pulbrilisel kujul.
- ⇒ Vältida sulfaatide otsest kokkupuudet naha ja silmadega.
- ⇒ Pulbriliste sulfaatide käsitsemisel elektrolüüdi valmistamisel kanda tolmumaski ja kummikindaid, kuni sulfaat on täielikult vees lahustatud.
- ⇒ Kasutada veekindlaid kindaid, kui käed peavad kokku puutuma elektrolüütiliste lahustega.
- ⇒ Kasutada kaitseprille, et kaitsta silmi elektrolüüdi pritsmete eest.
- ⇒ Kui nahk või käed puutuvad kogemata lahusega kokku, peske neid põhjalikult veega.
- ⇒ Kui elektrolüüt satub silma, loputada neid rohke veega ja pöörduge vajadusel arsti poole.
- ⇒ Elektrolüüdi hoiustamiseks kasutada plastpudeleid (plastkorgiga), mis on hästi märgistatud ja mis on laste eest kaitstud kohas.
- ⇒ Kasutada trükiplaadi metallile sobivat elektrolüüti.
- ⇒ Kontrollida, et kõik elektriühendused on enne vooluvõrgu sisselülitamist õigesti tehtud.
- ⇒ Pidada meeles, et elektri puhul on **punane klemm positiivne pool (+)** ja **must klemm negatiivne pool (-)**.
- ⇒ Kui plaat on söövitamiseks valmis, asetage see ENNE elektrolüüdi nõusse, seejärel ühendada klemmid ja lülitada sisse toiteallikas.
- ⇒ Jälgida toiteallika näidikuid, et pinget jääks soovitud vahemikku.
- ⇒ Enne plaadi välja võtmist lülitada toiteallikas välja.
- ⇒ Söövitatakse madala pingega (0,5 V - 1,0 V).
- ⇒ TÄHELE PANNA, et 10 volti juures moodustavad ioonid katoodil vesiniku ja anoodil hapniku, mis koos on plahvatusohtlik kombinatsioon. Vältida nende gaaside tekkimist, hoides madalat pinget.
- ⇒ Kasutada madalat pinget ja madalat lahuse kontsentratsiooni. Suur kontsentratsioon elektrolüütilises lahuses koos kõrge pingega - näiteks umbes 6 volti - võib tekitada hapniku moodustumist anoodil, mis aeglustab söövitust.

TRADITSIOONILISED MEETODID	KAHJULIKUD MÕJUD JA OHUD	ALTERNATIIVSED MEE-TODID
<p><b>VASKPLAATIDE SÖÖVITAMINE:</b> lämmastikhape, vesinikkloriidhape, hollandi lahus, raudkloriid. Tsinkplaatide söövitamine: lämmastikhape, raudkloriid.</p>	<p>Lämmastikdioksiidi mürgistus, silmade, kopsude ja nina limaskesta kahjustused, nahakahjustused.</p>	<p>Elektrolüütiline protsess ehk voolusöövitamine: galvaniseerimine (<i>galv-etch</i> ja <i>galv-on</i> söövitamiseks). Bordeaux söövituse elektrokeemiline lahus tsink-, alumiinium- ja terasplaatidele.</p>
<p><b>KÕVA JA PEHME KRUNTING KATELAKK:</b> tärpentini, asfaldi, kampoli ja pigi põhised krundid; tärpentini põhised vahad ja määrde</p>	<p>Limaskesta ärritus, iiveldus, peavalu, kuumutamisel tekkivad toksilised või kantserogeensed aarud, kesknärvisüsteemi depressioon.</p>	<p>Kattelakk ja krunt: kõrgrüüv, mis kantakse plaadile pehme valtsi abil - pärast kuivamist kõvakrundina - enne kuivamist vedelkrundina. <i>Teised alternatiivid (vt lk 16).</i></p>
<p><b>AKVATINTA:</b> kampol, asfaldipulber</p>	<p>Kampolitolmu allergia, toksilised kampoliaarud, kantserogeensed asfaldi aarud. Peavalu, naha- ja silma ärritused.</p>	<p>Fractint, soola akvatinta-kruntimine kõrgrüüviga, rüüvressi abil valmistatud reljeef (tolmutuskasti ei ole vaja). Reservaaži pehmeks krundiks rüüv.</p>
<p><b>VAHEKATMISED:</b> metanoolil (metüülbensüün) põhinev lakk.</p>	<p>Metanool - peavalu, naha ja silmade ärritus</p>	<p>Etanooli (etüülalkoholi) baasil lakk: šellakihelbed, mis on lahustatud tehnilises piirituses. Akrüüllakk.</p>
<p><b>LAKI VÕI KRUNDI EEMALDAMINE PLAADILT:</b> metanool, tärpentin, tööstusbensüün (lakibensüün, tärpentini asendaja).</p>	<p>Metanool - peavalu, naha ja silmade ärritus, limaskesta ärritus, kesknärvisüsteemi depressioon, nahakahjustus; võimalik neerukahjustus.</p>	<p>Etanool: etüülalkohol laki, värvibaasil krundi või <i>fraktint'i</i> eemaldamiseks. Taimeõlide baasil lahusti (VCA) või toiduõli rüüv värviga. Ökoloogiline "lakibensüün asendaja" (taimeõli ester), äädikas kuivanud rüüv värviga.</p>
<p><b>TRÜKIPLAATIDELT VÄRVI EEMALDAMINE JA TÖÖRIIS-TADE PUHASTAMINE:</b> tärpentin, tööstusbensüün (lakibensüün).</p>	<p>Tärpentin ja tööstusbensüün - Limaskesta ärritus, kesknärvisüsteemi depressioon, nahakahjustus; võimalik neerukahjustus.</p>	<p>Taimeõlide baasil lahusti (VCA) või toiduõli - millele järgneb majapidamises kasutatav õrn pesuvahend. Etanool kuivanud värviga. Atsetoon või pesusoodalahus kõvastunud värviga puhul.</p>

## VOOLUSÖÖVITUSE PROTSESS



Joonis 6. Labori toiteplokk, vasksulfaat, grillrest ehk katoodivõre ja kanister

### TÖÖVAHENDID:

**Vertikaalne nõu** – alati tuleb kasutada plastikust (PVC, PP) nõud, mitte kunagi metallist! Alustada võib väikeste plaatide ja improviseeritud anumatega, näiteks mõni suurem kanister, millel on ülemine osa ära lõigatud (Crujera, 2012). Saab kasutada ka mõnda kitsast plastikust prügikasti või säilitusnõud. Pigem tugevamast materjalist, muidu vajub laiaks. Green soovib kasutada kraaniga nõud, et vajadusel lihtsamalt elektrolüüti filtreerida (2013) või hoiustamiseks pudelisse valada.

**Toiteallikas** – vaja läheb toiteallikat, mis varustab alalisvoolu (DC) vähemalt 3 kuni 5 amprit, varustatud digitaalsete näidikute ja võimsuse sätimise võimalusega, näiteks **labori toiteplokk** (vt joonis 6, 7, 8). See toiteallikas tagab pideva voolu ja turvalisema kontrolli protsessi üle, eriti neile, kes on algajad ja kellel pole varasemaid teadmisi voolusöövitusest (Crujera, 2012). Saab näiteks Oomipoest, hinnad algavad 119 eurost.

**Katoodivõre** – elektrolüütilise protsessi toimumiseks tuleb metallist plaat asetada paaki ja ühendada (-) katoodiga ning asetada teine samast metallist plaat paralleelselt teise ette, vahega 6-10 cm, mis on ühendatud (+) anoodiga. Anoodile kinnitatud plaat on see, mida söövitatakse. Protsessi lihtsustamiseks võib katoodplaadi asemel kasutada anuma suhtes sobiva mõõduga roostevabast terasest resti, näiteks grillrest (vt joonis 6). Erinevate metallide söövitamisel tasub kasutada erinevat resti,

ehk siis kui on söövitatud vaske, ja nüüd tahta terast söövitada, siis tuleb rest välja vahetada (Crujera, 2012).

**Elektrolüüt** – on elektrit juhtiv soolalahus. Kasutatav elektrolüüdi tüüp peab olema sama, mis söövitav metall. Tavalise lauasoola ehk naatriumkloriidi lahusega see ei tööta. Neid sulfaate saab tööstuskemikaalide müüjatelt. Soovitav on kasutada puhast sulfaati, mis ei sisalda lisandeid, mis võivad põhjustada tundmatuid jäätmeid ja soovimatuid tagajärgi utiliseerimisel. Kui osta sulfaati aianduskauplustest, peab olema väga ettevaatlik, et seda ei oleks segatud teiste ainetega, näiteks fungitsiididega jms, kuna tekkiv elektrolüüt ei pruugi töötada. Kuna elektrolüüdilahused ei muutu kasutusel siis ei pea neid pidevalt vahetama ja seetõttu on parim kasutada maksimaalse puhtusastmega sulfaate (Crujera, 2012).

VASKSULFAAT ( $\text{Cu SO}_4$ ) vasest plaatide jaoks

TSINKSULFAAT ( $\text{Zn SO}_4$ ) tsingist plaatide jaoks

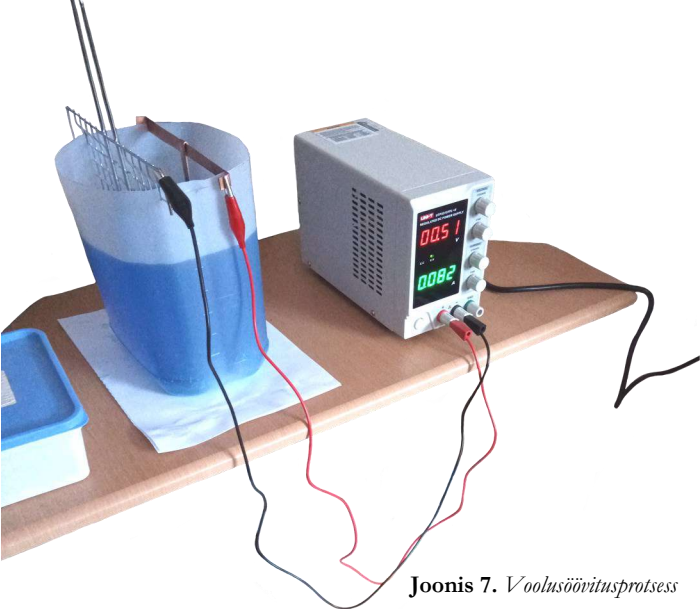
RAUDSULFAAT ( $\text{Fe SO}_4$ ) rauast ja terasest plaatidele

## VOOL JA PINGE

Voolusöövitamisel tekkivate joonte sügavus on proportsionaalne söövitamise aja ja elektrolüüdilahuse kaudu liikuva elektrivoolu suurusega (sügavus  $\propto$  vool  $\times$  aeg). Järelikult saab voolu suurendades vähendada söövitamise aega. On oluline mõista, et vooluhulk sõltub sellest, kui palju on kruntimata metalli pinda. Katmata metallipind on krunditud plaadile nõelaga tehtud jooned ehk siis joonistus, või avatud metallist alad mikropunktikeste tekitamiseks (nö akvatinta) (Crujera, 2012).

Elektrivool on otseselt proportsionaalne toiteallikale seatud pingega: pinge suurendamine suurendab voolu. Pinget mõõdetakse voltides ja voolutugevust amprites. Voolava vooluhulga suurus on seotud ülalkirjeldatud katmata metalli kogusega. Kui pinge on liiga kõrge, võivad tekkida soovimatud mõjud. Kuni konkreetse voolusöövitamise süsteemiga pole kogemusi saadud, on parem kasutada pigem aeglast kui kiiremat söövitust (Crujera, 2012).

Mis tahes ülaltoodud metallide ja kontsentratsioonide korral kasutatakse tavaliselt väga madalat pinget **0,5 V**. Väikeste plaatide puhul on vastav



Joonis 7. Voolusöövitusprotsess

vool umbes 0,4 A, millega pärast 15-minutilist elektrolüüsi tekib piisav joon, et mingi jälg trükkides näha oleks. Sügavamate joonte saamiseks tuleb plaati söövitada kuni 60 minutit (Crujera, 2012).

Crujera (2018) soovib teha üksikute ja ristuvate joonte astmelise söövitusse spikri. 15-minutiliste intervallidega

lasta plaadil söövitada ja igakord lisada üks rida üksikute ja ristuvate joontega. Ja nii kuni 120 minutini välja. See on hea abiline nägemaks kui palju aega on vaja mingi joone tekitamiseks, kas on vaja tugevat intensiivset joont või peenikest ja õrna. Igal korral, kui plaat lahusest välja võtta, tuleb seda loputada plastikanumas, kus on tükike terasvilla. Peale seda saab plaati kraani all loputada, kuid tuleb olla ettevaatlik, et krunt maha ei tuleks voolava vee all (vaata lk 26).

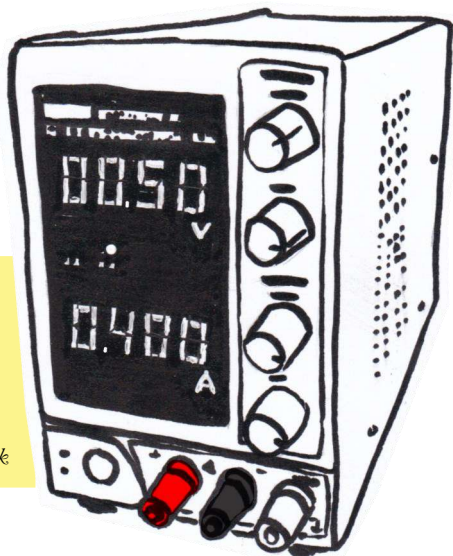
Söövitada saab ka pingega 1,0 V. Kuid meeles tuleb pidada, et parem on hoida madalat pinget (voolu): kõrgemate väärtuste kasutamine võib põhjustada laki/krundi eraldumist plaadilt (Crujera, 2012).

## VASKSULFAAT JA TSINKSULFAAT

Vasksulfaat ja tsinksulfaat on soolad, mida tavaliselt tarnitakse kristallidena või purustatakse mõnikord jämedateks

**HOIATUS:** 10 V korral moodustub anoodil hapnik ja katoosil vesinik ning need gaasid koos on plahvatusohtlik kombinatsioon!

Joonis 8. Labori toiteplokk



teradeks. Nende kristallide või pulbrite käsitlemisel peab vältima tolmu sissehingamist ja materjali otsest kokkupuudet nahaga. Kaitsta tuleb end tolmumaski ja kummikinnastega. Kui soolad on vees lahustunud, pole enam ainete sissehingamise ohtu. Lahused on ohutud, sest need ei eralda kahjulikke gaase. Süüski peab vältima elektrolüüdilahuste nahale sattumist ja ettevaatlik tuleb olla plaate lahusest välja võttes, et see ei pritsiks silma; tasub kasutada prille (Crujera, 2012). Vasksulfaati saab ehitus- ja aianduspoodidest või Hea Maja Poest, müüakse 100g pakkidena, maksab alla 3 euro.

- ⇒ Elektrolüüdi lahused tuleb valmistada neutraalse pH veega, et elektrolüüdi keemia oleks tasakaalustatum (Crujera, 2012).
- ⇒ Soolade lahjendamiseks vees tuleb kasutada puupulka, mitte kunagi metallist eset (Crujera, 2012)!
- ⇒ Enne paagi täitmist valmistada elektrolüüt ette plastikust mahutis - siis saab vajadusel seda filtreerida (Crujera, 2012).
- ⇒ Sulfaatsooli tuleb lisada jaokaupa leigesse vette, segada ettevaatlikult, lasta mõni minut seista ja seejärel veel lisada sulfaati. Segada, kuni kristallid on täielikult lahustunud (Crujera, 2012).
- ⇒ Kontsentratsiooni mõõdetakse soolakogust liitri vee kohta (Crujera, 2012), (vt tabel 2).
- ⇒ Lahuse temperatuur on väga oluline. Elektrolüüdilahust tuleks hoida allpool 32°C, et vältida elektrolüüdi sattumist krundi või kattelaki alla (Crujera, 2012).

Elektrolüüdi lahused, mida ei kasutata, võib jätta anumasse. Vältimaks lahuse saastumist või aurustumist sooja ilmaga, tuleb anum katta. Väikeste koguste puhul saab lahuseid hoida ka korgiga plastpudelites, infosildiga, mis näitab sulfaatide kontsentratsiooni, kuupäeva jms (Crujera, 2012).



**Joonis 9.** Vasksulfaadi plastpudelisse leigesse vette kallamine plastikust leetri abil

### **Elektrolüüt VASKPLAATIDE söövitamiseks:**

Kontsentratsioon:

Nõrk: 160 g **vasksulfaati** 1 liitri vee kohta

Keskmine: 200 g **vasksulfaati** 1 liitri vee kohta

Tugev: 250 g **vasksulfaati** 1 liitri vee kohta

### **Elektrolüüt TSINKPLAATIDE söövitamiseks:**

Kontsentratsioon

Nõrk: 160 g **tsinksulfaati** 1 liitri vee kohta

Keskmine: 300 g **tsinksulfaati** 1 liitri vee kohta

Tugev: 500 g **tsinksulfaati** 1 liitri vee kohta

### **Elektrolüüt TERASPLAATIDE söövitamiseks:**

Kontsentratsioon

Keskmine: 200g **raudsulfaati** 1liitri vee kohta

Tugev: 250 g **raudsulfaati** 1liitri vee kohta

**Tabel 2.** *Elektrolüüdidlahuste retseptid alustamiseks. Allikas: nontoxicprint.com/electroetching*

### **PLAADI ETTEVALMISTAMINE SÖÖVITAMISEKS**

**Kontaktriba** – esimesena peab valmistama "kontaktriba", mis juhib söövitatavasse plaati voolu. Lõigata tuleb samast metallist riba, mida söövitama hakatakse; see peaks olema 1 mm paks, 15 mm lai ja umbes 120 mm pikk. Seejärel tuleb võtta tükk pakkimiseks mõeldud kileteipi (või näiteks raamatukaante kaitsmiseks mõeldud isekleepuv kile või vinüülteip) mis on plaadist veidi suurem. Asetada plaadi tagaküljele kontaktriba ja katta mõlemad kileteibiga: see aitab kontaktriba kinnitada plaadile ja samal ajal kaitsta plaadi tagakülge elektrolüütilise korrosiooni

eest (vaata lk 27). Seejärel lõigata ära üleliigne teip plaadi äärtest ning väänata kontaktriba ülemine osa väikeseks konksuks, millega saab plaati mahutis rippuma panna. Ka kontaktriba lahuses oleva osa ümber tuleb panna teipi, et see ei korrodeeruks (Crujera, 2018).

## **PLAADI PUHASTAMINE ÖLIDEST JA RASVADEST**

Enne krundi või kaitselaki peale kandmist peab plaadi põhjalikult rasvadest puhastama. See on väga oluline samm, sest igasugune puhastamata ala või kogemata tekkinud näpujalg jääb peale söövitust näha. Voolusöövitus on selles osas palju tundlikum, kui happega söövitus. Puhastamiseks on mitmeid variante, näiteks saab kasutada keskkonnasõbralikku nõudepesuvahendit ja pärast seda puhta puuvillase riidest lapiga, vähese kriidipulbri ja veeseguga ringjate liigutustega plaati nõ poleerida, kuni sellele vett peale lastes vesi ühtlaselt peale jääb, siis on rasvavaba (Crujera, 2012). Mida rohkem poleerida, seda siledam pind jääb. Peale hoolikat loputamist ei tohi plaadipinda enam näppudega katsuda ning see tuleb fooniga ära kuivatada. See viis on autori poolt enim kasutatud.

Crujera soovib kasutada alternatiivina ka äädika ja soola segu. Seejärel pestakse plaati veega ja kuivatatakse kõigepealt paberi või lapiga, seejärel kuumale õhuga, kuni plaat on täielikult rasvavaba (2012).

Samuti võib plaati puhastada, kasutades teelusikatäit sidrunhapet ja teelusikatäit söögisoodat ( $\text{NaHCO}_3$ ), mis on segatud vähese veega (nn Maestro Sergio de Osio meetod) ja hõõrutakse riidega plaadile, kuni plaat on rasvavaba; pesta veega ja kuivatada nagu ülalpool kirjas. See on oluline, muidu plaadile jäänud rasvane koht ei söövitu ja krunt ei pruugi peale jääda või tuleb söövituste vahepeal pesemisega maha (Crujera, 2012).

## **LAKID JA KRUNDID**

Plaati saab katta ükskõik millise laki või krundiga, võttes arvesse, et elektrolüüs söövitab tugevalt kõikjalt, kust pole piisavalt hästi kaitstud. Kasutada saab ka õlipõhist sügavtrüki värvi, mis on lahjendatud vähese õliga ja mõne tilga koobaltkuivatiga ja kantakse seejärel valtsiga plaadile. Enne plaadi elektrolüütilisse vanni viimist tuleb veenduda, et krunt on plaadil täielikult kuivanud – selleks võib kasutada fooni või soojendusplaati. Joonistada võib nii märjale kui kuivale plaadile, kuid enamasti

kasutatakse kuiva krundiga plaati (Crujera, 2012).

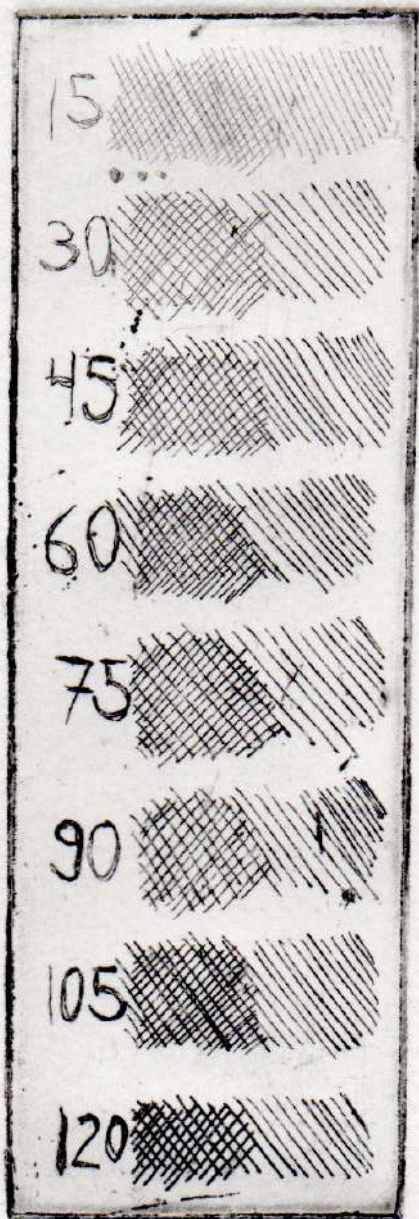
- ⇒ Valmistoodetest on olemas BIG krunt (*Baldwin's Ink Ground*), mis laseb teha detailset joonist, on mitmekülgne, traditsioonilise tunnetusega, mida kasutavad paljud graafikud. Ettevaatlikult kasutades mittemürgine, ei tohi kuumutada (Kiekeben, 2021).
- ⇒ Väga õhuke linaõlibaasil pehme valtsiga plaadile kantud must trükivärvi kiht on Greeni (2013) sõnul mitmekülgne alternatiiv. Seda saab kasutada pehmelakis, kui lasta vähem kuivada ning päikese käes või soojas kuivanult on see hea ofordis. Kuivanud värv tuleb plaadilt maha pool tundi õunaäädika vannis hoides.
- ⇒ Lascaux Hard Resist (ja teised valikud antud firmalt Lascaux) on akrüülibaasil, lahustivaba, mitmekülgne, keskkonnasõbralik ja ökonoomne toode.
- ⇒ Akrüül põrandaviimistlus tooted, mida saab segada tumedamaks tegemiseks tuššiga, kuid nendega tuleb ka olla ettevaatlik, võivad sisaldada peidetud kemikaale, nagu glükooleeter (*glycol ether*) (Kiekeben, 2021). Graafikud, nagu Henrik Bøegh või Alfonso Crujera, on seda edukalt kasutanud. Tuleb plaadilt maha pesusoodavannis (1 osa soodat, 3 osa sooja vett) või tsitruse baasil pesuvahendiga.
- ⇒ Traditsiooniline kruntlakk, ent toksiline, on Charbonnel Lamour ja Charbonnel Ultraflex.

Voolusöövitamise suurepärane külg on see, et on võimalik katsetada igasuguste lakkidega, akrüülil ja õlil põhinevate lakkidega või vahadega. Rakendada saab kõiki tavalisi sügavtrüki tehnikaid. Plaatidel on võimalik kasutada ka ülekandeid ja fotopolümeerilehti (Crujera, 2012). Rõhutatakse, et plaat tuleb ülimalt hoolega puhastada ning hoolega katta krundiga, sest iga kogemata jäänud rasvane ala, näpujälg või kriips võib hakata trükkima. Kiekeben soovitab akrüüli baasil kruntide puhul ühtlasemaks söövituseks plaat peeneteralise lihvpaberi või terasvillaga lihvida, et imepeen krobelisus aitaks akrüülil paremini kinnituda ja vältida selle lõhenemist (2021). Keith Howard soovitab kasutada akrüüli baasil krundi puhul selle plaadile valamist, mitte pintseldamist. Hea krundikihi võib saada ka pihustiga või laia lapiku švamm-pintsliga õhukeste kihtide peale kandmisega (Kiekeben, 2012).

## TESTIMINE

Alustuseks on hea valitud seadetega teha testplaat. Katta plaat krundiga. Joonistada esimene ristviirutusega pildike (vt joonis 4), kirjutada peegelpildis juurde nr 120, mis tähistab 120 minutit söövitamist. Seejärel plaat välja võtta, loputada, teha järgmine ristviirutusega pildike, juurde kirjutada 105 ja nümmoodi jätkata. Selline plaat on hea abivahend järgmiste söövituste tegemiseks, et vaadata, kui kaua samade seadetega (lahuse kontsentratsioon, aeg, pinge) plaati söövituses hoida.

Kui on vaja midagi muuta, siis Alfonso Crujera soovitatav söövitamist täiendavalt testida, kasutades erinevaid elektrolüüdi kontsentratsioone (vt tabel 2); muuta pinget aga ohututes piirides; söövitamise kestuse aega muuta; katoodivõre ja söövitatava plaadi kaugust üksteisest.



**Joonis 10.** 15-minutiliste intervallidega söövitatus vaseplaadil, 200 g vaseksulfaati 1 liitri vee kohta

## MIKROPUNKTIKESED - ALTERNATIIV TRADITSIOONILISELE AKVATINTALE

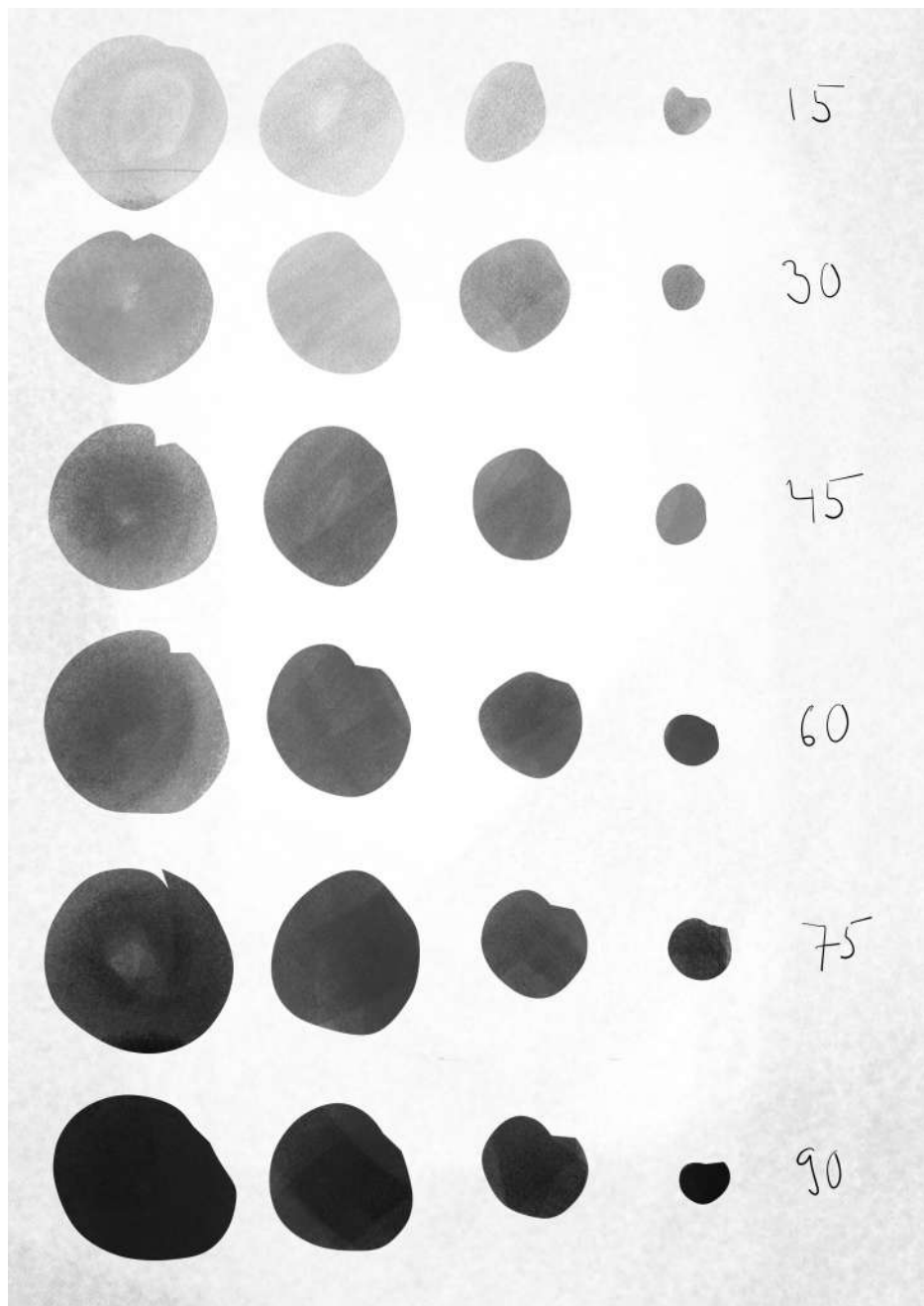
Selliste pinnatoonide saamiseks nagu akvatinta puhul (vt joonis 11), peab lihtsalt jätma metallile katmata alad. Elektrolüüs tekitab krobeline pinna, mis hoiab trükivärvi nagu akvatinta. Erinevate toonide (kontrastide) hulk sõltub kasutatud metallide struktuurist ja kvaliteedist. Kui tahta intensiivsete toonide jaoks sügavaid krobelisi alasid, on kõige parem söövitada 15-minutiliste intervallidega, vahepeal plaati loputades, lastes sellel enne uuesti söövitusse panemist täielikult kuivada, kuni on saavutatud soovitud tulemus. Selline meetod annab intensiivsemaid toone, kui üks 60–90-minutiline pidev söövitamine (Crujera, 2012).

Vase puhul tekitab avatud söövitamine mikropunktikesi, mille toonid ulatuvad kahvatuhallist tumedama ja intensiivsema toonini, väikese kontsentratsiooniga lahus ja madal pingeline. Näiteks 1,0 voldine pingeline ei tekitaks intensiivsemaid toone andvaid mikropunktikesi (Crujera, 2012).

On ka teine võimalus. Plaadile võib kanda valtsiga õhukesel kihil linaõli baasil sügavtrükivärvi (soovitatakse enne plaadile kandmist värvist valtsi ajalehel rullida, et eemaldada natuke värvi). Kui trükivärv plaadile kantakse, loob see väikestest värvipunktikestest pinna, mis katab kogu plaadi või väiksemad alad, kuhu see on kantud, nagu akvatinta. See meetod nõuab heade tulemuste saavutamiseks praktiseerimist (Crujera, 2012). Cedric Green on seda edasi arendanud selliselt, et värskelt ja võimalikult õhukeselt valtsiga plaadile kantud linaõli baasil sügavtrükivärvile raputatakse peeneks uhmerdatud soola peale. Plaadile pannakse peale puhas leht, vilt ja lastakse see läbi trükimasina. Sool pressib läbi värvi soolani ja tekitab peene mustrit. Seejärel tuleb see kuivama panna, peale kuivamist plaadilt sool maha raputada ning sooja veega vanni asetada, et sool saaks ära lahustuda. Edasi toimida nagu akvatintagi puhul (Green, 2013, lk 42).

Akvatinta alade tekitamiseks saab kasutada veel näiteks vaha ja litograafia pliitseid. Võib kasutada ka krundi ja laki pritsmeid. Mikropunktikesi saab tekitada ka tsinkimise (galvaniseerimise) teel - plaatide polaarsust muutes (Crujera, 2012).

Lisaks on Andrew Baldwin (2013) leidnud viisi, kuidas peene lihvpaberiga saab trükipressi jõul peeneteralise akvatinta (või ka pehmelaki, metsotinto) pinna, mis söövitamisel välja tuleb. Selleks tuleb krunditud



Joonis 11. Vaskplaadile tehtud akvatinta proovid 15-minutiliste intervallidega. Pilt on illustratiivne



**Joonis 12.** Vaskplaadile tehtud akvatinta, avatud söövitus. Esimesel pildil vabekatmisega plaat, millele on eelnevalt ofort tehtud. Teisel pildil söövitatud ja puhastatud plaat. Kolmandal pildil trükitud valmiskujutis

plaat, lihvpaperi krobeline pool plaadi peal, läbi trükipressi korduvalt lasta ja lõpuks söövitada. Seda protsessi tutvustab ta YouTube videos nime all „*Sandpaper Aquatint*“ (Baldwin, 2013).

## KRUNDITUD PLAADILE JOONISTAMINE

Plaadile saab kavandatud joonise kanda kopeerpaperi abil. Sellega peab olema piisavalt õrn, et krunti ei kriimustaks. Kusjuures parim on kavand joonistada kalkale või muule läbipaistvale paberile, et joonistus soovitud paigutusega plaadile saaks. Et paberid omavahel ei liiguks, võib need ükshaaval laua külge teibiga kinnitada. Ka plaadi enda alla võib rulli keeratud maalriteibi tükk panna, mida on pärast lihtne eemaldada.

Kopeeritud joonise saab üle joonistada erinevate nõeltega. Mugavamad on ümarama otsaga nõelad või peene otsaga tühi pastapliiats. Teravad nõelad ei liigu plaadil nii sujuvalt, samas annab nendega väga peeneid detaile joonistada. Tööriistu saab ise tekitada või kasutada erinevate pindade tekitamiseks ruletti, kive, oksa. Oluline on, et jooned peavad läbima krundikihti ja seda saab kontrollida plaati vastu valgust kallutades – kõik, mis helgib, see söövitub ja jääb trükkides näha.



**Joonis 13.** Graafika nõel

## PLAATIDE PESEMINE JA OHUTU UTILISEERIMINE

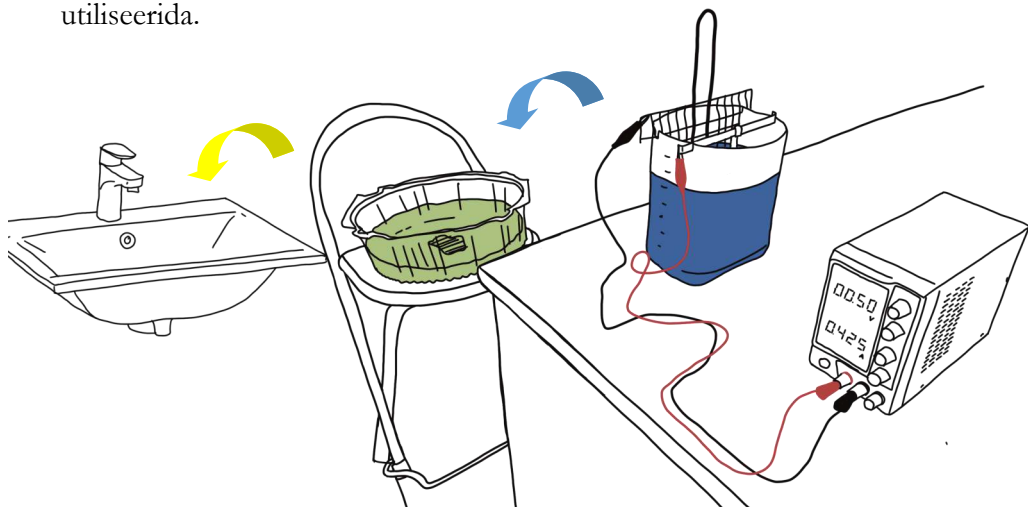
**Tsinksulfaadilahus** - Tsinksulfaadi lahusega söövitatavaid plaate võib pesta otse kraanikausis rohke veega, sest see ei ole kahjulik ega mõjuta

kanalisatsioonisüsteeme ega keskkonda (Behr ja Behr, 1993).

**Vasksulfaadilahus** - Ohutuskaardi järgi võib puhas sulfaadilahus olla väga mürgine veorganismidele, võib põhjustada pikaajalist vesikeskkonda kahjustavat toimet ja ei tohi seega töötlemata kujul kanalisatsiooni sattuda. Behrid (1993) soovitavad keskkonnale mõeldes vasksulfaadi lahusega söövitatud plaate loputada veega täidetud madalas anumades, milles on terasvilla tükk. Vaseioonid muutuvad kokkupuutel terasvillaga kiiresti ja lihtsasti vaseks (tahketeks metalliosakesteks).

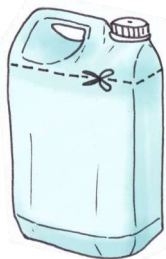
Kasutada tuleb lamedat plastikust anumad, kuhu söövitatud plaat mugavalt sisse mahub ja mis on piisavalt suur, et mahutada palju vett. Vette tuleb panna natuke puhast (ei tohi olla õline) rauapuru või õhuke terasvilla tükk (poleerimiseks kasutatav, mida saab osta mis tahes ehitustarvete poest). Sobivad ka raua ja alumiiniumi puru. Sellises vannis tuleb söövitusest tulnud plaati loputada, misjärel saab seda kraanikaugis veega pesta. Lahus anumades muutub helesinisest järk-järgult kollakaks ja just sellisena saab lahust filtreerida ja seejärel kanalisatsiooni kallata ning puru olmeprügisse visata (Behr ja Behr, 1993). Vedelikku saab kasutada mitu päeva. Lisaks soovib autor erinevaid sulfaadiseid töövahendeid selles loputada, enne kui kraanikaugis pesta.

Kuigi elektrolüüdi lahust saab kasutada lõputu arv kordi, siis vajadusel saab seda terasvilla meetodit kasutada, kui tervet elektrolüüdi lahust tahta utiliseerida.

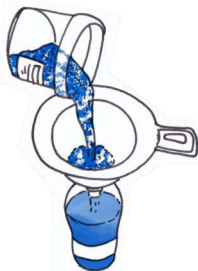


**Joonis 14.** Paremalt vasakule: vasksulfaadis söövitatud plaat loputada veega täidetud vannis, kus on terasvilla tükk, seejärel võib plaati kraani all loputada

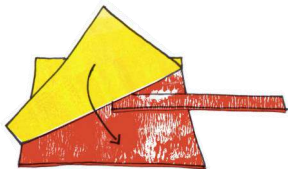
## NÄIDIS TÖÖKÄIK VASKPLAADIGA



**1** 5-liitriselt kanistrilt lõigata noaga ära ülemine osa, pesta puhtaks alumine osa.



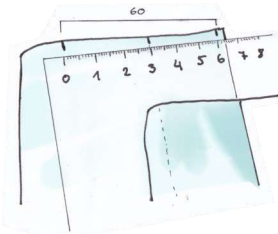
**4** Lahustada vasksulfaat plastpudelis leiges vees, et kanistrisse valades üleliigne sodi välja filtreerida.



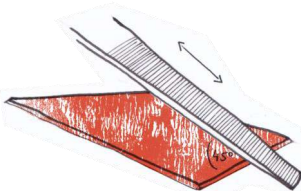
**7** Kontaktriba ja plaadi ühenduskoha võib lihvpaberiga üle tõmmata. Seejärel ühendada ja katta kogu tagumine osa iseliimuva kilega.



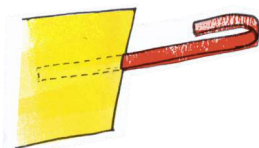
**10** Plaat ja selle servad hoolega niiske lapi ja kriidipulbriga puhastada õlidest ja poleerida.



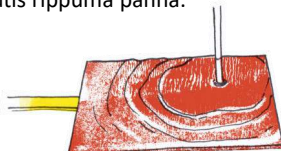
**2** Märkida kanistri kitsamale ülemisele äärelle 60 mm vahega ja 10 mm sügavusega kohad vaskriba ja katoodivõre jaoks.



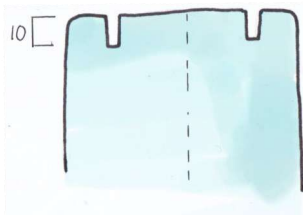
**5** Viilida vaskplaadi servad 45° kraadise nurga all.



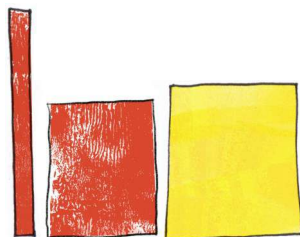
**8** Üleliigne teip ära lõigata. Kontaktriba ülemine serv väänata tangide abil konksuks, millega saab plaati mahutis rippuma panna.



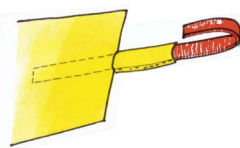
**11** Plaat pesta põhjalikult kriidist. Vesi peab jääma plaadile ühtlaselt pida-



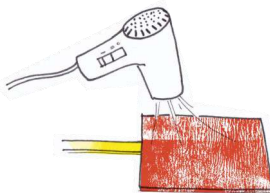
**3** Lõigata märgitud kohad noaga välja. Aukude vahe vastavalt valitud vaseriba ja katoodivõre paksusele.



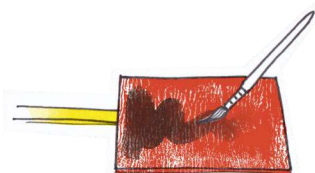
**6** Valmistada kontaktriba. Pildil: vasest kontaktriba, viilitud servadega vaskplaat ja iseliimuv kile (või kileteip).



**9** Kontaktriba kaitseks panna lahusesse ulatuva osa ümber kileteip.



**12** Plaat kuivatada fööniga.



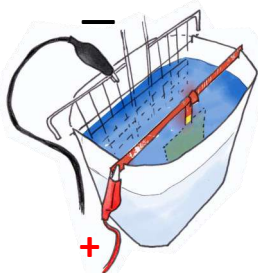
**13** Puhas ja kuiv plaat katta soovitud krundiga. Soovitatav on katsetada alternatiivseid krunte.



**14** Järgmisena joonistada plaadile pilt.



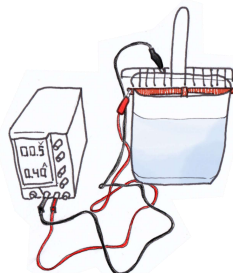
**15** Täida saadud nõu vasksulfaadi lahusega, kuid mitte servani. Söövitatav plaat peab olema üleni lahuses ja pildi kohaga vastakuti katoodivõreaga. Pidada meeles, et plaat ja katoodivõre peavad olema üksteisesuhtes kogu pinnaga paralleelsed ja neid ei tohi kallutada.



**16** Krokodillijuhtmete abil ühendada toiteallikaga.

**KATOOD** ehk katoodivõre on ühendatud **MUSTA** negatiivse poolusega (-)

**ANOOD** ehk söövitatava plaadini ulatuv kontaktriba peab ühendama **PUNASE** positiivse poolusega (+)

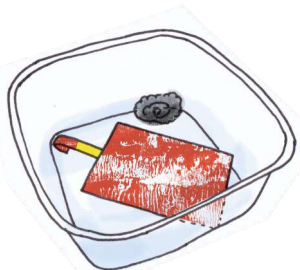


**17** Seejärel tuleb sisse lülitada toiteallikas, mis reguleerib voolu kontrol-litud pingega alates 0 voldist, kuni see jõuab **0,5 voldini**. On näha kuidas voolutugevus järk-järgult suureneb - see sõltub katmata metalli kogusest plaadil.

**Pinget hoida 0,5 V juures.**

**18** Kui soovitud aeg on möödas, tuleb toide välja lülitada, eemaldada plaat nõust ja seda veega loputada (vt punkt 18). Plaadil võib mingeid osi veel krundi või lakiga katta, või juurde joonistada ja uuesti söövitama panna, kuni vajalik tulemus on saavutatud.

Testplaadi puhul söövitatakse 15-minutiliste intervallidega (vt joonis 4).



**19** Vasksulfaadiga söövitatud vaskplaati on vaja peale lahusest väljavõtmist loputada plastknõus kus on piisavalt vett ning rasvata terasvilla tükk (mida kasutatakse nt poleerimiseks või lihvimiseks). Peale seda võib plaati kraanikaasis pesta.

**20** Valmis söövitatud joonistusega plaat tuleb puhastada krundist või lakist, misjärel saab sellele trükkivärvi kanda ja trükkima hakata.

## VOOLUSÖÖVITUSE TÖÖNÄITEID



Joonis 15. "Isa kassiga" ofort, 8x9cm, 2015. Kristiina Avel



Joonis 16 ja 17. "88ndate rock suvi" ofort, akvatinta, 10x15cm, 2023. Kristiina Avel



Joonis 18. *Ofort nr 3. 4x7,3cm, 2017. Kristina Avel*



Joonis 19. "Plabvatus" ofort, 6x10cm, 2017. Kaks tööd kümnesest seeriast. Kristiina Avel

## KASULIKKE LINKE

### VOOLUSÖÖVITUST KASUTAVAD KUNSTNIKUD

**Alfonso Crujera** (Hispaania) [www.en.crujera.com](http://www.en.crujera.com)

**Anita S. Hunt** (USA) [www.anitahunt.com](http://www.anitahunt.com)

**Cedric Green FRSA** (Prantsusmaa) [www.greenart.info](http://www.greenart.info)

**Friedhard Kiekeben** (USA) [friedhardkiekeben.com](http://friedhardkiekeben.com)

**Helen Tago** (Eesti) [helentago.com](http://helentago.com)

**Henrik Bøegh** (Taani) [www.GrafiskEksperimentarium.dk](http://www.GrafiskEksperimentarium.dk)

**Jason Scuilla** (USA) [www.jasonscuilla.com](http://www.jasonscuilla.com)

**Karen Cornelius** [www.karencornelius.com](http://www.karencornelius.com)

**Keith Howard** (Kanada) [www.nontoxicprint.com/  
thecontemporaryprintmaker.htm](http://www.nontoxicprint.com/thecontemporaryprintmaker.htm)

**Kristiina Avel** (Eesti) [www.kristiina.avel.ee](http://www.kristiina.avel.ee)

**Liz Chalfin** (USA) [www.lizchalfin.com](http://www.lizchalfin.com)

**Mark Graver** (Uus-Meremaa, Inglismaa) [www.markgraver.com](http://www.markgraver.com)

**Nik Semenoff** (Kanada) [www.ndiprintmaking.ca/page\\_id\\_2/](http://www.ndiprintmaking.ca/page_id_2/)

### MATERJALIDE TARNIJAD EESTIS

**Galerii-G** [www.galeriig.ee](http://www.galeriig.ee)

*Vaskplaadid, õlibaasil veega pestavad sügavtrükkivärvid Caligo Safe Wash, linaõlibaasil sügavtrükkivärv krundiks või ka trükkimiseks, sügavtrükipaber*

**Hea Maja Pood** [www.heamajapood.ee](http://www.heamajapood.ee)

*Kriit, vasksulfaat*

**Oomipood** [www.oomipood.ee](http://www.oomipood.ee)

*Labori toiteplok*

**Paberipood Zelluloos** [www.zelluloos.eu](http://www.zelluloos.eu)

*Sügavtrükipaber*

**Vunder, Skizze** [vunder.ee](http://vunder.ee)

*Sügavtrükivärvid Charbonnel Aqua Wash, meediumid, sügavtrükipaber*

## **EHITUSPOED, KODUTARVETE POED, KODU**

Terasvill, roostevabast terasest grillrest, 5-liitrine kanister või muus mõõ-  
dus, kuid kitsas ja kõrgem nõu, paksem kileteip või iseliimuv kattekile,  
lapikud peen- ja sametviilid, puhast kaltsu, plastikanum söövitusest tul-  
nud plaadi loputamiseks

## **MATERJALIDE TARNIJAD EUROOPAS**

**Grafisk Eksperimentarium** [www.GrafiskEksperimentarium.dk](http://www.GrafiskEksperimentarium.dk)

**Intaglio Printmaker** [www.intaglioprintmaker.com](http://www.intaglioprintmaker.com)

**Lascaux Colours & Restauro** [www.lascaux.ch](http://www.lascaux.ch)

**Polymetaal** [www.polymetaal.nl](http://www.polymetaal.nl)

**T.N Lawrence ja Son Ltd** [www.lawrence.co.uk](http://www.lawrence.co.uk)

TOODE	POOD	HIND 2023 I POOLE ARVESTUSEGA
Labori toiteplokk	Oomipood	Alates 119 €
Vasksulfaat	Hea Maja Pood	100g 3 €
Roostevabast terasest grillrest	Ehituspoed	Alates 6.99 €
5-liitrine kanister või muu nõu, säilitusämber, prügikast	Kodu, kodusisustus- ja ehituspoed, tuttav	Tasuta või alates 2,49 €
Plastpudel(id) sulfaadi lahustamiseks ja hoiumiseks	Toidupoed	Pakenditaara 0,10 €
Plastikust lehter	Erinevad poed	Alates 0,80 €
Korduvkasutatavad kummikindad	Ehitus-, kodutarvete- ja toidupoed	Alates 1 €
Kaitseprillid	Ehituspoed	Alates 1,99 €
Tolmumask	Ehituspoed	Alates 2,49 €
Vaskplaat	Galerii-G	10x10cm 3,80 € 10x15 cm 5 € jne
Kriit	Hea Maja Pood	1kg 2,50 €
Kileteip, pakketeip	Kontoritavete-, ehitus- ja pakendipoed	Alates 0,95 €
Nõel/ora joonistamiseks	Ise tehtud, muu sobiv ese või Galerii-G	Tasuta või alates 6 €
Lapik viil (samet raie)	Ehituspoed	Alates 7,28 €
Terasvill	Ehituspoed, Hansapost	Alates 4.60 €
Sügavtrükipaber	Zelluloosi paberipood	Alates 1,65 € üks leht
Sügavtrükivärv Caligo Safe Wash	Galerii-G	Alates 13 €
Sügavtrükivärvid Charbonnel Aqua Wash	Vunder/Skizze	Alates 23,70 € 150ml

## KASUTATUD ALLIKAD

- Ardley, N. (1994). *Liibientsüklopeedia. Täppisteadused*. Koolibri.
- Baldwin, A. (2013). *Sandpaper Aquatint* [video]. YouTube. <https://youtu.be/sAsJZLhh5Dk>
- Behr, O., & Behr, M. (1993). Etching and Tone Creation Using Low-Voltage Anodic Electrolysis. *Leonardo* 26(1), 51-55.
- Bøegh, H. (2007). *Handbook of Non-Toxic Intaglio* (2nd ed.). Forlaget Boegh.
- Bøegh, H. (s.a.). *NON-TOXIC intaglio*. [Video seeria]. <https://www.youtube.com/user/GrafiskEksp/videos>
- Crujera, A. (2012). Electro-Etching Made Easy. *Nontoxicprint*. <https://www.nontoxicprint.com/electroetching.htm>
- Crujera, A. (2018). *Electro-etching handbook: A safe, non-toxic approach*. Alfonso Vega Crujera.
- Crujera, A., & Perkin, B. (2014). The basis of electro-etching: a simplified explanation. *Nontoxicprint*. <https://www.nontoxicprint.com/electroetchbasics.htm>
- Graver, M. (2011). *Non-toxic Printmaking*. Herbert Press.
- Green FRSA, C. (2013). *Green Prints* (18th ed.). Ecotech Design.
- Kiekeben, F. (2012). Intaglio Manual, Acrylic Resist Etching. *Nontoxicprint*. <https://www.nontoxicprint.com/intagliomanual.htm#239871510>
- Kiekeben, F. (2021). Hard and Soft Ground Etching. *Nontoxicprint*. <https://www.nontoxicprint.com/hardandsftground.htm>
- Okas, E. & Kangilaski, O. (1965). *Sügavtrükitehnikad*. Kunst.
- Polymetaal. (s.a.). *Papers for different printmaking techniques*. [https://www.polymetaal.nl/contents/en-uk/d347\\_Difference-between-papers-for-intaglio-and-lithography.html](https://www.polymetaal.nl/contents/en-uk/d347_Difference-between-papers-for-intaglio-and-lithography.html)

