

Kõrgem Kunstikool Pallas

Nahadisaini osakond

Geelide kasutamise võimalused paberi konserveerimises

Eesti Rahva Muuseumi graafikakogu tööde näitel

Lõputöö

Kristiina Moosel

Juhendajad:

Konservaator Silli Peedusk

Metoodik Eve Keedus, MSc

Tartu 2019

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1 GEELID KONSERVEERIMISES	5
2 GEELIDE KASUTAMINE PABERI KONSERVEERIMISES	8
2.1 Agar, agaros ja gellankumm	10
2.2 Geelide valmistamine.....	12
3 KATSETUSED GEELIDEGA.....	15
3.1 Geelide mõju paberi happesusele.....	16
3.2 Geelide mõju voolujoonte eemaldamisel.....	18
3.3 Teipide ja paikade eemaldamine geelidega	22
4 PRAKTILISED KONSERVEERIMISTÖÖD	26
5 ERIALASTE TERMINITE SELETUSED	29
KOKKUVÕTE	30
SUMMARY	32
KASUTATUD KIRJANDUS	34
LISA 1	37
LISA 2	45
LISA 3	55
LISA 4	64

SISSEJUHATUS

Viimastel aastakümnetel on konserveerimises üha enam tähelepanu pööratud meetodikatele, mille abil saaks kahjustunud objekte töödelda võimalikult riskivabalt. Ennekõike tähendab see igasuguste toksiliste lahuste piiramist ning asendamist nn rohelise keemiaga, mis on ohutu nii esemetele, konservaatoritele kui keskkonnale. Samuti on eelistatud töötlused, mille kulgu ja tulemusi konservaatorid saavad kontrollida.

Mitmesuguste geelisüsteemide kasutamine konserveerimises on just üks sellistest võimalustest, mida erinevate valdkondade konservaatorid üha enam oma töös kasutavad. Ka Eesti konservaatorite hulgas on geelid juba aastaid teada-tuntud, seda ennekõike maali ja skulptuuri konserveerimises. Puidu, tekstiili ja paberi valdkonnas on geelide kasutus jäänud juhuslikumaks ning senini piirdunud rohkem katsetuste ning üksikute proovidega.

Eesti Rahva Muuseumi konserveerimisosakonnas on samuti hakatud geelide kasutusvõimalustele rohkem tähelepanu pöörama, ning ollakse huvitatud meetodikate välja töötamisest, mida kasutada ennekõike paberi ja tekstiili puhul. ERM-i graafikakogu korrastamiseelsest seisundiuuringust selgus, et kogus on palju selliste kahjustustega töid, mille konserveerimiseks võiksid just geelid sobida. See saigi aluseks minu lõputööle, mille eesmärgiks on tutvuda paberi konserveerimises kasutatavate geelimeetodikatega, neid praktiliselt katsetada, analüüsida ning leida kõige sobivamad lahendused, mida ERM-i graafikakogu konserveerimisel edaspidi võiks kasutada.

Lõputöö esimestes osades annan ülevaate geelidest ja nende kasutamisest konserveerimises. Põhjalikumalt peatun paberi konserveerimises levinud kolmel geelil (agar-agar, agaros ja gellankumm) ning nende kasutamise meetodikatel. Toon välja need kahjustused, mille korral geelid on paberi puhul eriti põhjendatud ning tutvustan nende kasutamise tehnikaid.

Saadud teoreetilisi teadmisi püüan seejärel ise praktiliselt läbi proovida. Neid enda poolt tehtud katsetusi käsitlengi oma töö teises osas. Kirjeldan erinevate geelide valmistamist, nende omadusi ning kasutamist erinevate kahjustuste puhul. Võrdlen enda poolt saadud

tulemusi kirjanduses esitatuga ning annan omapoolse hinnangu kasutatud geelidele ja nendega teostatud töötlustele. Ühtlasi püüan tulemuste põhjal leida sobivaimad geelisüsteemid ERM-i graafika (ja üldse pabermaterjalide) konserveerimiseks.

Töö neljas osa on seotud praktilise konserveerimisega. Selleks valisin välja kolm erinevate kahjustustega graafilist lehte, mille töötluses on võimalik geele kasutada. Lisaks geelitöötlusele vajavad tööd ka puhastamist ja parandamist. Kõik konserveeritud graafilised lehed saavad endale ka nõuetele vastavad säilitusümbrised.

Minu töö põhineb erinevatel kirjalikel allikmaterjalidel. Eesti keeles on geelide kohta kirjandust vähe. Näidetena toon välja omaltpoolt kasutatud Egle Mikko ERM-i konservaatoritele koostatud väikese juhendi ja Heiki Timotheus “Orgaanilised polümeerid.” Eestikeelsetest artiklitest leidub veel geelide kasutamise kohta infot Renovaatumis “Katariina II kipsbüsti konserveerimine,” Niguliste kiriku kodulehel “Kannatusaltari konserveerimine” ja Tartu Kõrgema Kunstikooli 2018 aastal lõpetanud maali osakonna tudengi Kristel-Kai Kooskora lõputöös “Ikooni “Maarja kultus” konserveerimine.” Peamised materjalid on siiski ingliskeelsed. Neist üks põhjalikumaid on artiklite kogumik „Gels in the Conservation of Art.“ Geelide kasutamisest paberi konserveerimises olen lähtunud ennekõike artiklite kogumikust “Gels in the Conservation of Art” ja e-ajakirjast “Microchemical Journal” ning Heiki Timotheusi koostatud õpikust kõrgkoolidele “Orgaanilised polümeerid.”

Usun, et minu lõputöös läbi viidud geelikatsetused ja välja pakutud meetodikad võiksid olla huvi pakuvad mitte üksnes ERM-i konservaatoritele, vaid laiemale auditooriumile.

1. GEELID KONSERVEERIMISES

Geelide kasutamine konserveerimisel on maailmale tuntud juba aastakümnete. Nende populaarsuse kasv tuleb nende mitmekülgsest ja efektiivsusest (Bertasa *et al* 2017: 11-17). Eestis on tegu veel pigem uudse meetodikaga, kuid ka siin on märgata huvi tõusu, mille kinnituseks on 2019. aasta sügisel toimuv suur geelide tutvustuspäev konserveerimiskeskuses Kanut.

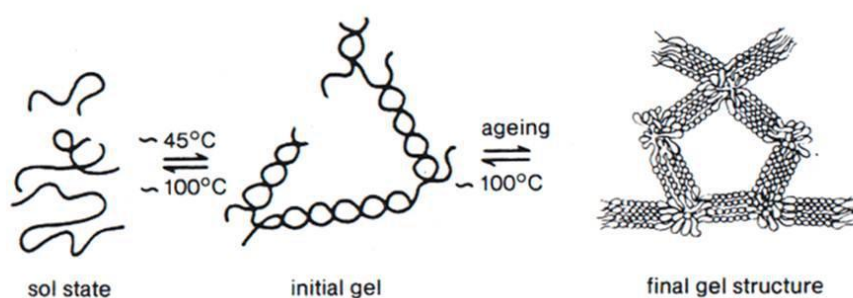
Geele hakati konserveerimisel kasutama tema omaduse pärast tagada konservaatorile suurem kontroll teoste konserveerimise üle. Ameeriklased Richard Wolbers ja Chris Stavroudis olid ühed esimestest, kes 1980. aastal tutvustasid USAs looduslikest või sünteetilisest polümeeridest valmistatud geele. Tänapäevaks on Wolbersist kujunenud rahvusvaheliselt tuntud geeli uurija, kes on välja töötanud erinevaid meetodikaid geelide kasutamiseks konserveerimises ning on selles vallas väga hinnatud koolitaja ning töötubade korraldaja. (Hawkes 2013)

Konserveerimises leiavad geelid rakendust paljude erinevate materjalide puhul. Esmalt hakati geele kasutama maalide konserveerimisel. Kuigi esimesed katsetused sel alal ei olnud 100% efektiivsed, oli geelide kasutamise välja arendamine konservaatoritele suureks sammuks parema kontrolli võimalusega konserveerimise suunas. Maalide konserveerimisel saavutatud positiivsed tulemused innustasid katsetama geele ka skulptuuride, metalli, puidu, tekstiili ning paberi puhul. Geelide edu seisneb nende mitmekülgses mõjus ning kasutamise võimalustes. Geelidega on võimalik töödelda väga delikaatseid materjale ning objekte, sealjuures on nende kasutamine lihtne ning turvaline. (Angelova *et al* 2017: 19-27, 209-217)

Geeli omadused paiknevad vedela ja tahke oleku vahepeal. Geel võib olla nii pehme ja painduv, kui ka tahke ja jäik. Geelide erilised omadused tulenevad nende kolme-dimensioonilisest võrkstruktuurist, kus molekulide vahel esinevad füüsilised ja/või keemilised sidemed. Olenevalt kolloidlahuse keskkonnast sisaldavad geelid suure hulga vett, orgaanilist vedelikku või õhku. (Järv *et al* 2012) Geel koosneb omavahel ühendatud pikkadest polümeerahelatest, mis muudavad ta vee, orgaaniliste lahuste või segude abil paisutatud struktureeritud puhastussüsteemideks. Geelide kasutamise eeliseks on piiratud

vedeliku eritus teose pinnal, mis muudab vedelike poolt tekitatava kahju restaureeritavale objektile minimaalseks. (Angelova *et al* 2017: 11-17)

Geelidele on võimalik vajadusel lisada ka kemikaale. Kemikaalide kasutamine geelides on konserveerimises ohutum nii teosele, konservaatorile kui ka keskkonnale, kuna kemikaalid jäävad geeli ja neid kulub vähem, kui traditsioonilisi meetmeid kasutades. Geelid võimaldavad konservaatoril vähem kasutada lenduvaid lahusteid, kuna vedelikuna lahusti aurustuks kiiresti ja seda kuluks rohkem kui siis, kui lahusti geelina valmistada. Erinevate temperatuuride korral muutub geeli füüsikaline ilme – kuumutades on geel vedelas olekus, maha jahtudes võtab geel tahke oleku. Samuti taluvad geelid mitmeid kuumutamise-jahutamise tsükleid, kuna nende üles sulatamisel ja taas maha jahutamisel moodustub peaaegu sama tugev geel kui see esialgu oli. (Angelova *et al* 2017: 19-27)



Joonis 1. Geelide termopööratavus (Sandiego [WWW])

Eriti tõhusaks peetakse polüsahhariidseid ehk agar-agar geele (Angelova *et al* 2017: 11-17). Agar-agareid kasutatakse paberi, tekstiili, puidu, kipsi, kivi ja metallide konserveerimise juures. Erinevate materjalide konserveerimisel tuleb geeli valmistamisel kindlasti arvestada konkreetse materjali omadustega. Vedelat või poolvedelat geeli saab kasutada vaid mittepoorsete materjalide puhul, näiteks kips või kivi. Vastasel juhul seob toatemperatuurini jahtunud geel ennast pinnaga nii tugevalt, et geeli pinnalt eemaldamine on väga keeruline kui mitte võimatu. Agar-agarite eelised teiste ainete ees on tema tahke olek. Väga poorsete ja imavate materjalide konserveerimisel peaks kasutama just tahket geeli. Samuti tuleks erinevate kahjustuste korral valida õige geeli kontsentratsioon. (Angelova *et al* 2017: 19-27)

Geel kui puhastusvahend kujutab endast niisutussüsteemi, mis mustust endasse imab. Töö põhimõte seisneb geeli omaduses teose pinda niisutada ja selle abil lahti sulatada teosel olev

vees lahustuv mustus. Kuna peale vee loovutamist on geeli molekulide vahel vaba ruumi, toimub difusioon ja mustus liigub sinna asemele. (Angelova *et al* 2017: 19-27)

Geelide väljatöötamine on olnud pikk kuid edukas protsess. Nende kasutamine hõlbustab ja kiirendab erinevate valdkondade konservaatorite tööd ning tänu geelide erinevatele füüsikalistele ja keemilistele omadustele on nende kasutusala väga laialdased.

2. GEELIDE KASUTAMINE PABERI KONSERVEERIMISES

Paberi konserveerimises on tahkete geelide kasutamine hõlbustanud paljuski konserveerimise tööd. Neist on abi mitmete oluliste paberi konserveerimises kasutatavate töötluste juures. Paberi töötlemine vees põhjustab paberi kiudude paisumist mistõttu on teda kerge vigastada ja deformeerida. Geeli töötluste tulemusel me ei mõjuta paberi pinna struktuursust ega morfoloogiat. Geeli abil saab eemaldada varasemaid parandusi ja liimi jääke, töödelda voolujooni, vabaneda aja jooksul paberisse kogunenud vees lahustuvatest vananemisjääkidest ning parandada paberi pH-d turvalisemalt. Geelidesse on võimalik vajadusel lisada erinevate toimeainetega kemikaale, mis suurendavad nende kasutamise võimalusi ning efektiivsust veelgi. Tahke geeli objektile asetamine ja sealt eemaldamine on kiire ja lihtne ning tänu nende läbipaistvusele on võimalik geeli mõjumist teosel jälgida ja vajadusel geel koheselt eemaldada (Angelova *et al* 2017: 42-50).

Geeliga puhastamisel toimuvad difusioon ja osmoos – aine ioonid liiguvad suurema kontsentratsiooniga keskkonnast madalama kontsentratsiooniga keskkonda, kuni kahe keskkonna osmootsed rõhud on võrdsed. Kui lähteainete segunemine ehk ühe aine molekulide tungimine teise aine molekulide vahele on liiga intensiivne, võib see põhjustada pinna pragunemist, kuna struktuur on tihedam ja puudub ruum kuhu lahustunud aine mahutada (Angelova *et al* 2017: 11-17). Kirjanduses on mainitud, et tahkete geelide kasutamisega ei jää peale protseduuri paberile geeli jääke. Samuti on nende poolt läbitud testi tulemustena geelide kasutamine olnud edukam paberi puhastamises aastatega sinna kogunenud jääkainetest, kui seda oli veega puhastamise korral (Basoli *et al* 2014: 205-211).

Paberi konserveerimises on laialt levinud metüülselluloos, millest on võimalik valmistada viskooset geeli ja mida samuti mitmete eelpool nimetatud töötluste puhul kasutada saab. Viskoosse geeli kasutamise suurimaks probleemiks on tema jääkide eemaldamine materjali pinnalt peale töötlust. Jääkide eemaldamisel on väga kerge materjali pinda kahjustada, sest paberi niiskumisel paberi kiud paisuvad muutes paberi pehmeks ja

hapraks. Tahkete geelide kasutamisel taolised probleemid puuduvad. (Angelova *et al* 2017: 42-50)

Paberi puhul kasutatakse eelnevalt vormitud geeli, kuna pooltahke geel võib end liiga tugevalt paberi pinnaga siduda. (Angelova *et al* 2017: 19-27) Asetades tahke geeli paberi pinnale ja sellele omakorda raskuse, võtab geel vormi isegi kõige väiksemate reljeefide järgi, moodustades geelile peegelpildi objekti pinnast (nt. graafikatehnika trükijälg, paberi pinna fraktuur jms). See näitab, et kuigi geel on teatud määral elastne, ei kaota ta oma jäikust ja ei imbu paberi sisse, mille tõttu ei pea pinda geeliga töötlemise järgselt puhastama. (Mikko 2018)

Geelide võime objekti pinda puhastada tuleb kontaktist eseme pinnaga samal ajal kui ta vett loovutab ja endasse mustust vastu võtab. Geeliga teoselt mustuse eemaldamisel liiguvad mustuse osakesed geeli mõningase ooteaja jooksul. Geel vabastab aeglaselt ja ühtlaselt vett teosele, mille tulemusel vees lahustuvad osakesed (hüdrolüüsil ja oksüdatsioonil moodustunud vees lahustuvad laguained) eralduvad ja segunevad paberisse imendunud veega. Kuna geeli struktuuri vahel on vaba ruumi, liiguvad lahustunud ained difusiooni ja kapillaarjõudude toimele geeli – sealt kus on rohkem, sinna kus on vähem. Kapillaarsus võimaldab veel tungida substraati ja absorbeerida lahustuvaid aineid geeli. Protsessi kiirused sõltuvad geeli tihedusest, osakeste suurusest, temperatuurist ja lisanditest. Näiteks suhkur, glütseriin ja alkohol vähendavad ning karbamiid suurendab agar-agar geelide läbitavust. Liiga intensiivne ainete liikumine võib põhjustada puhastatava pinna pragunemist. Suur tasakaalude erinevus on ohtlik. Geeli kontsentratsiooni suurenemisel igasuguste mõõtmega osakeste difusioonikiirus väheneb, kuna pooride mõõtmed vähenevad. (Angelova *et al* 2017: 19-27; Difusioon [WWW])

Ka tahkete geelide kasutamisega võivad kaasned teinekord probleemid. Kirjandusest leiab viiteid sellele, et madalama protsendiga geelid märgavad paberit liiga tugevasti, ning lokaalse töötamise korral tekivad geeli ümber uued voolujooned. Voolujoonte tekkele aitab suuresti kaasa pinna osaline märgumine, mille käigus vesi mustuse märgunud ala servadesse tõukab. Kindlasti tuleb meeles pidada, et kuigi tahke geel eritab vett teosele minimaalselt, on kokkupuude teose ja veega olemas. Väga veetundlike materjalide geeliga töötlemine on küll turvalisem kui teost vesivannis puhastada, kuigi risk eksisteerib ka siin. Seega tuleb ka geelidega eriti veetundlike materjalide konserveerimisel olla tähelepanelik teose käitumise

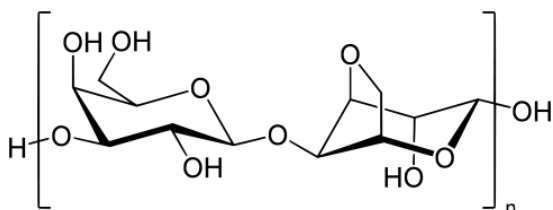
suhtes ja soovitatavalt kasutada kõrgema kontsentratsiooniga geele. Samuti on kirjanduses leitud, et geelide kasutamine kahepoolse kompressi meetodil (geel-teos-geel) on abiks konserveerimisele eriti haprate materjalide puhul. (Angelova *et al* 2017: 19-27, 113-115)

Varasemad parandused paberitel ja nende eemaldamisest jäänud liimiplekid on konservaatoritele üldtuntud probleemiks. Kuigi paranduste eemaldamine on erinevatel viisidel võimalik, on väga raske, kui mitte võimatu, liimiplekkidest vabaneda. Liimide paremaks lahustamiseks saab geeli lisada sobivat lahustit, milleks võib olla atsetoon, metanool, etanool, 2-propanool, ksüleen ja erinevad ensüümid. Geel peaks olema sama suur kui paik/teip. Suurema geeli kasutamisel võivad paberile tekkida voolujooned. Väiksema geeli korral ei pruugi paik/teip aluspinnalt ühtlaselt eemalduda. Protseduuri käigus liim lahustub ja paik/teip eemaldub paberilt. Samuti on võimalik eemaldada paberi pinnale jäänud liimi jäägid. Kuid mingi osa liimainet jääb siiski paberi kiududesse ning selle täielikuks eemaldamiseks ei ole veel leitud sobilikku lahendust. (Jayme; Angelova *et al* 2017: 126-127)

2.1. Agar-agar, agaros ja gellankumm

Tahketest geelidest kasutatakse paberi konserveerimises kõige enam agar-agarit/agaros ja gellankummi. Need on looduslikud polüsahhariidid. (Conservation Wiki 2017 [WWW]) Agar-agarit, kui looduslikku polümeeri, tuntakse ka loodusliku söötmesöödana ja toidu paksendajana. Agar-agari kaks põhilist koostisosa on agaros ja agaropektiin. (Angelova *et al* 2017: 11-17) Agar-agar on vees lahustuv polüsahhariid, mis saadakse *Geliidiumi*, *Gracilaria* ja *Sphaerococcus euchema* tüüpi vetikatest. Nende koostised võivad erineda sõltuvalt vetikate töötlemisviisist, mis mõjutab geeli keemilist koostist ning omadusi. Erinevael agaritel on ka erinev tahkumistemperatuur. Agar-agar moodustab hüdrofiilse ja termopöörduva tahke geeli pärast kuumutamist ja uuesti jahutamist. Ruumitemperatuuril on agar-agar lahustumatu, kuid üle 85 °C lahustub – kaksheeliksids lasevad üksteisest lahti. Jahtudes taas alla 43 °C moodustub kaksikheeliksitest 3D võrgustik. Agar-agar geel on efektiivne, selektiivne ja kergesti eemaldatav. Erinevatel kontsentratsioonidel on tal erinev puhastustulemus. Geelist töötamise käigus väljuv veekogus väheneb agar-agar geeli kontsentratsiooni suurenedes. Kõrgemal kontsentratsioonil on agar-agar geel rabedam ja

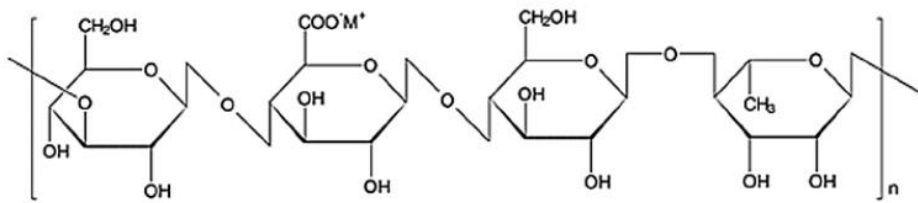
soojendamise-jahutamise tsüklil pikem. Agar-agari geelide sobiv kontsentratsioon paberi konserveerimisel on 1-5%, sõltuvalt protseduurist ja paberi omadustest. Agar-agar geel valmistatud puhta veega on ioonne ja juhtivus geeli kontsentratsiooni kasvades suureneb. (Angelova *et al* 2017: 19-27; Bertasa *et al* 2018: 306-314) Tardunud agar-agar geel on õrnalt kollaka tooniga ning teda on kerge teosele tõsta ja sealt eemaldada. (Vt. Joonis 2.)



Joonis 2. Agar-agari ja agarooosi struktuurvalem (VikiPeedia [WWW])

Agarooos on lineaarne polümeer, mis koosneb vahelduvate β -D-galaktoosi ja 3,6-anhüdro-L-galaktoosi osakestest, mis ühenduvad güloksiidsidemete abil. (Angelova *et al* 2017: 11-17) Agarooosil on hea vee kinnipidamine ja ta ei jäta endast pinnale jääke. Miinuseks on tema rabedus. Suurema pindalaga agarooosi geel võib tõstes kergelt rebeneda. (Angelova *et al* 2017: 87-91) Agarooos muutub tardumisel läbipaistvaks geeliks.

Itaalia ICPAL (Central Institute for the Restoration and Conservation of Archival and Library Patrimony) konservatorid tutvustasid gellankummi Põhja-Ameerika konservatorite kogukonnale esmakordselt 2010 aastal. Gellankumm on kõrge molekulaarmassiga polüsahhariid, mida saadakse *Sphingomonas elodea* tüüpi vetikatest. Gellankumm on madala või kõrge atsüüliga. Madalama atsüüliga gellankumm on konserveerimises enam kasutatud. (Conservation Wiki 2017 [WWW]; Maheux 2015: 69-79) Uuringud on näidanud, et agar-agar ja agarooos teose pinnale jääkaineid ei jäta, küll aga võib gellankumm neid jätta. (Angelova *et al* 2017: 42-50) Gellankumm märgab paberit aeglasemalt ja vähem kui agar-agar ja agarooos ning tardunud geel on läbipaistev, mille tõttu on gellankummiga tööprotsessi läbiviimisel konservatoril töö üle suurem kontroll (Maheux 2015: 69-79). Küll aga hakkab suurema pindalaga gellankummi tõstmisel geel kergemini lagunema. Samal ajal agar-agari ja agarooosi 50/50 segu geeli on mugav käes hoida, teosele tõsta ja seda vajadusel ümber paigutada. (Vt. Joonis 3.)



Joonis 3. Madala atsüüülisaldusega gellankummi struktuurvalem (ResearchGate [WWW])

2.2. Geelide valmistamine

Kirjanduses on välja toodud kaks peamist geelide valmistamise meetodikat. Esimesel juhul toimub geelide valmistamine vesivannis soojendades, teisel kasutatakse geeli valmistamiseks mikrolaineahjus soojendamist. (Mikko 2018) Kuna esimest varianti oli varasemalt ERM-is töötanud Vincent Dion proovinud ja oli teada, et see võtab palju aega, siis otsustasin valmistada geelid mikrolaineahjus. Kuna see toimis probleemideta, siis jäin kogu töö vältel selle meetodika juurde.

Itaalia konservatorid katsetasid tahke agar-agar geeli omadusi. Oma uuringus „Thermo-reversible rigid agar hydrogels: their properties and action cleaning“ on nad lahti seletanud agar-agar geeli valmistamise retsepti. 2-4 g agar-agari pulbrit on segatud 100 ml demineraliseeritud veega. Seejärel kuumutasid nad segu mikrolaineahjus keemiseni, aeg-ajalt geeli segades. Geelil lasti 30-60 sekundit keeda, et geeli tahked osakesed lahustuksid täielikult. Peale geeli kuumutamist töid artikli autorid välja kaks võimalikku edasist töö käiku. Esimese võimalusena tuleb segu soovitud paksusega lameda põhjaga anumasse valada ja lasta sellel toatemperatuurini jahtuda. Teiseks võimaluseks oleks lasta segul jahtuda kuni moodustub pool-tahke pasta ja seejärel kiiresti pintsliga teosele kanda. (Angelova *et al* 2017: 19-27)

Konserveerimises kasutatava madala atsüüüliga gellankummi retsept erineb osaliselt agar-agari ja agarooosi retseptist. Geeli valmistamiseks lisati gellankummi pulbri ja vee segule 0,4 g / l kaltsiumatsetaadi (kaltsium äädikhappe sool) $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ lahust. Ained omavahel läbi segatud, asetati geeli segu mikrolaine ahju 600 W juures peaaegu minutiks. Kui geel hakkas

keema ja muutus läbipaistvaks, lõpetati kuumutamine ja kallati geel Petri tassi jahtuma toatemperatuurini. (Angelova *et al* 2017: 42-50; Basoli *et al* 2014: 205.211)

Geelide valmistamiseks on vaja teha korralik ettevalmistus. Esmalt tuleb välja arvutada vajalik geeli kogus. Valatud geeli pindala võiks olla vähemalt 1,5 cm igast küljest suurem kui teose pindala, geeli paksus mugavama töötlemise juures algab alates kolmest millimeetrist kuni kaheksa millimeetrini. Mida paksem on geel, seda mugavam on teda tõsta. Geeli paksus aga ei mängi rolli geeli toimele, seega ei ole mõtet valada liiga paksu geeli. Vajalikku kogust silmas pidades tuleb valida sobiva suurusega sileda pinnaga alus, kuhu geel valada. Vajaliku geeli koguse välja arvutamiseks võib kasutada valemit $XYZ\% / 100$, kus X on teose pikkus + 3 cm, Y on teose laius + 3 cm, Z on soovitud geeli paksus ja % on soovitud geeli kontsentratsioon. Antud valemiga leiab vajaliku geelipulbri doseerimise koguse. Geeli enda koguse saab valemiosast XYZ, kust vee koguse leiab $(XYZ) - (XYZ\% / 100)$. Väiksema geeli koguse valamiseks piisab Petri tassist, suurema geeli puhul tuleks sileda pinnaga alusele (nt klaasile või soovitatavalt inertsist kuuma taluvast materjalist alusele) sättida piirded (nt pleksiklaasist 5-8 mm paksused ribad) arvestades soovitud geeli pindalaga. Piirded toestasin tihedalt raskustega. Suurema geeli koguse valmistamisel lasin geelil jahtuda enne alusele valamist, kuna vastasel juhul võib pind muunduda või pragunema hakata. (Mikko 2018)

Puhta agar-agari ja agarooši geeli valmistamiseks lisan geeli pulbrile vett. Gellankummi puhul segasin veega kokku kaltsiumatsetaadi suhtes 0,4 g / l. Geeli valmistamisel kasutasin deioniseeritud vett. Tarvikutest on vaja mõõduklaasi, segamispulka või lusikat, kraadiklaasi ja kaalu. Geeli mikrolaineahjus valmistamiseks mõõduklaasis tuleb jälgida, et anum oleks valmistatud polüpropeen plastikust (PP tähisega) või klaasist. Enne mikrolaineahju asetamist segasin geeli pulbri veega läbi. Et geel üle topsi serva ei keeks, peatasin iga natukese aja tagant kuumutamise ja segasin geeli segamispulgaga. Segu kuumutatakse kuni geel on läbipaistev. Agar-agari ja gellankummi korral piisab ühest kuumutamise-jahutamise protsessist, agarooši korral tuleks aga teostada kahekordne kuumutamise-jahutamise protsess. Kahe protsessi vahepeal agarooši geeli jahutamiseks asetasin katseklaasi sellest suuremasse külma veega täidetud kaussi või potti. (Mikko 2018) Kui on vaja geelile lisada aineid, mis ei talu kõrget temperatuuri (100 °C), siis 75% vee kogusest tuleks kasutada geeli valmistamiseks ja 25% jätta temperatuuritundlike ainete lahustamiseks. Kui geel on

jahtunud 45-50 °C juurde, tuleb lahus geeliga omavahel ohutult kokku segada. (Angelova *et al* 2017: 19-27)

Erinevatest allikatest võis lugeda, et agar-agar geele ei saa korduvalt kasutada ja pikema aja jooksul säilitada. Väidetavalt säilib geel 1-2 nädalat, peale mida võib geel hakata hallitama (Mikko 2018: Maheux 2015: 69-79). Oma tööde puhul õnnestus mul agar-agar ja agarooos geele siiski nii korduvalt kasutada kui ka pikalt säilitada.

Katsetuste läbiviimiseks alustasin väiksemate geelide valmistamisega ja lõpetasin umbes A3 suuruseliste geelide valamisega. Peale igat katsetust asetasin kasutatud geelid kolmeks tunniks kuni mitmeks päevaks deioniseeritud vette puhastuma. Vett vahetades oli näha geelil kollasuse vähenemist ja vee kollakaks värvumist, mis näitas, et vees leotades geelid vabanesid endasse imendunud mustusest.

Kuna oli näha, et geelid vees puhastuvad ning ei hakka hallitama, kasutasin suuremate geelide valmistamiseks ära varem tarvitatud väiksemaid geeli tükke. Kõigepealt kaalusin ära olemasolevad geelid ning arutasin välja kui palju on vaja uut geeli juurde valmistada. Kui uus geel sai valmis, sulatasin vanad geeli tükid mikrolaineahjus üles. Seejärel segasin mõlemad üles sulatatud geelid kokku. Viisin töid geelidega läbi viie kuu jooksul ja ei pidanud selle aja jooksul minema viskama ühtegi agar-agar ja agarooosi geeli. Samuti ei hakanud ükski geel sel ajal hallitama.

Küll aga tekkis probleeme gellankummi säilitamisega. Üritades gellankummi puhastada deioniseeritud veega täidetud vannis, hakkas geel sulama ja muutus pehmeks pudruks ning rohkem teda enam kasutada ei saanud.

3. KATSETUSED GEELIDEGA

Katsetused viisin läbi kolme enam paberi konserveerimises levinud geelimumodustajaga – agar-agar, agaros ja gellankumm. Katsete eesmärgiks oli praktiliselt üle kontrollida kirjandusest loetud meetodid. Kuna soovin leida sobivaimad variandid ERM-i graafikakogu konserveerimiseks, siis pakkusid ka huvi geelidega kaasnevad probleemid, millele kirjanduses viidati (nt liigne märgumine, uute voolujoonte tekkimine.)

Kasutasin oma töös järgmisi tooteid:

- Bioatlas “Atlas Agarose Ultra Pure“
- LIMA 25 “Agar-agar”
- Deffner&Johann “Agar-Agar”
- Deffner&Johann “Gellan Gum” (madala atsüüliga.)

Katsetused sooritasin esialgu makulatuurpaberi peal, et ebaõnnestumiste korral mitte graafikakogu töid kahjustada.

Kasutades erineva kontsentratsiooniga geele, teostasid katsed geelide mõju kohta paberi pH-le ja voolujoonte eemaldamisele. Samuti katsetasin geelide mõju sellele lisatud lahustega teipide eemaldamisel. Tegin kindlaks kui pikka toimeaega üks või teine geel parima tulemuse saavutamiseks vajab.

Teoste märgtöötlus on tihtipeale üks tähtsamatest protsessidest teose konserveerimisel. Traditsiooniliste meetmete kasutamisel on aga oht veetundlike tintide ja pigmentide laiali voolamisel. Kirjanduses viidati, et geelide kasutamine paberi töötlemisel ei põhjusta tintide laiali valgumist. Katsetused erinevate templitega kiriapaberil näitasid, et muutust tõesti ei toimu. Geelil oli küll näha templitelt sinna kandunud tindi jäljed, kuid templid ise olid muutumatud. (Mazzuca *et al* 2016: 32-41)

Kahel ERM-i väikesel graafilisel lehel olid verso poolel samuti templid, mis geeli töötlemise käigus laiali ei valgunud. Küll aga olid tindid imendunud läbi paberi teose recto poolele, sest tegemist oli pehme ja koheva struktuuriga paberiga. Siit järeldus, et tintide ja templite olemasolul tuleks kindlasti arvestada erinevate paberi struktuuri omadustega ning geelidega

töötlemisel siiski olla ettevaatlik ja vajadusel templid ning tindid kinnitada. (Mazzuca *et al* 2016: 32-41)

Enne katsetustega alustamist kuivpuhastasin töödeldavad lehed. Geelid valmistasin 5 mm paksused. Seejärel asetasin töödeldava lehe alla kile. Lehe peale asetasin geeli, mille omakorda katsin kilega, et geeli kuivamist vältida, ning sellele asetasin kerge raskuse. Raskuse eesmärgiks oli tagada geeli ja teose täielik ja ühtlane kontakt, mis mõjutab geeli toimimist.

3.1. Geelide mõju paberi happesusele

pH on negatiivne logaritmi vesilahuse vesinikioonide kontsentratsioonist. pH skaala arvuline väärtus näitab, kas lahus on happeline, aluseline või neutraalne. Happelise lahuse pH on madalam kui 7, samas aluselise lahuse pH on kõrgem 7st. pH 7 puhul on tegu neutraalse lahusega. (VikiPeedia 2019 [WWW]) Paber muutub happelisemaks temasse ajaga talletunud mustuse tõttu, mis tekitab paberis keemilisi ühendeid. Konserveerimisel tuleks teose pH saada võimalikult neutraalseks. Üldjuhul ollakse rahul tulemusega pH 6-7. Paber on mittehomoogeenne materjal, mistõttu võivad mõõtmistulemused lehe piires olla väga erinevad. pH parandamiseks tuleks paberit märgtöödelda, mis vees laguneva mustuse paberist välja peseb, või viia paberisse puhveraineid, mis happelised ühendid neutraliseerib. Mitmeid teoseid aga ei ole võimalik vees pesta, kuna nendele talletatud info võib paberil liikuma hakata ja/või kaduda. Geelide kasutamise eeliseks on vee liikumine risti läbi teose, mis tõttu ei ole info võimalik laiali joosta. (Angelova *et al* 2017: 113-115; Hindhaugh 1990: 17-22) Artiklis kirjutatakse geeliga ja vesivannis teose pesemise võrdlustest. Välja on toodud, et paberi veega pesemine eemaldab paberilt liimistuse, mille tõttu paberi struktuur nõrgeneb. Tulemused näitasid, et destilleeritud vees pestud lehel eemaldus palju rohkem paberi liimistust kui geeliga pestud lehelt, seega geeliga pestud leht jäi peale töötlust tugevam ja ei vajanud taaskordset liimistust. (Botti *et al* 2014: 61-67)

Sooritasin katsed erinevate kontsentratsioonidega geelidega erinevate mõjuaegade jooksul. Katse eesmärgiks oli näha, millise kontsentratsiooniga geel ja kui pika aja jooksul paberi pH-d kõige paremini parandab.

Geelide mõju võrdlemiseks paberi pH parandamisel valmistasin erinevaid geele erinevate protsentidega 5 tükki, iga tükk suurusega 2x3cm. Hoidsin igit tükki lehel vastavalt 5, 15, 30, 45 ja 60 minutit. Enne katsetusi mõõtsin lehe pH-d umbes 2 cm kauguselt lehe päisest, tulemuseks sain 4,8. Raskustena kasutasin liivakotte, mis kaalusid ligikaudu 300 g. Enne katsetega alustamist mõõtsin deioniseeritud vee pH, tulemuseks sain pH 6,8. pH mõõtmised teostasin vastavalt ERM-i pH mõõtmise metoodikale. (Dion 2018)

Katsete sooritamiseks valmistasin 2,5% ja 4% agar-agari, agarooši ja gellankummi geele. Gellankummi kasutamisel tuleks valmistada geeli rohkem kui arvutuste põhjal vaja läheb, sest seda jääb rohkem anuma külge, kui agar-agari ja agarooši korral. Kuna plaanis oli võrrelda paberi pH muutumist erinevate aegade tagant, siis sai igit geeli iga protsentuaalsusega tehtud viis tükki. Kõik geelid asetasin lehtedele samaaegselt, eemaldades iga kindla ajavahemiku tagant üks igit geeli sordist. Iga geeli asukoha määramiseks, asetasin lehele kile ja märkisin lehtede ja geelide asukohad ning kontsentratsioonid. Kui kõik geelid olid paberilt eemaldatud, mõõtsin iga geeli mõjualalt pH. Vastused on märgitud järgnevas tabelis (vt. Tabel 1.)

	2,5% agar-agar	4% agar-agar	2,5% agarooš	4% agarooš	2,5% gellan- kumm	4% gellan- kumm
5 min	5,0	5,2	4,7	4,4	6,0	4,8
15 min	5,1	4,9	5,3	4,6	6,1	5,7
30 min	5,7	5,4	4,6	5,4	6,2	5,7
45 min	5,6	5,4	4,4	5,2	6,4	5,9
60 min	5,5	3,9	4,8	5,7	6,2	6,2

Tabel 1. Happesuse testid.

Esimeste tulemustena selgus, et paber niiskub agar-agari ja agarooši geelide alt laiaulatuslikult aga gellankummi alt vaid geeliga kaetud pinnalt. Selline toime viitab gellankummi kasutamisel võimalusele läbi viia lehel lokaalset puhastamist ilma uute voolujoonte tekkimise võimaluseta. Kollaseks hakkasid värvuma geelid, mis olid olnud lehel vähemalt pool tundi.

3.2. Geelide mõju voolujoonte eemaldamisel

Katsetuse eesmärgiks oli välja selgitada milline geel millise kontsentratsiooniga on kõige tõhusam voolujoonte eemaldamisel. Väikese piirkonna geeliga puhastamisel on suureks probleemiks uue voolujoone tekkimine. Voolujooni tekitab vedeliku liikumine mööda paberi kiude horisontaalses suunas. Vedelik lükkab märgunud piirkonnast mustuse märja ja kuiva ala piirdele, mille tulemusena tekib lehele kokku lükatud mustusest tumedam joon. Kirjanduses on mainitud, et uute voolujoonte ärahoidmiseks tuleb läbi viia mitu protseduuri tugevama kontsentratsiooniga geelidega ja iga protseduuri vahel niiskunud ala koheselt kuivatada (Huges, Sullivan 2016: 30-41).

Katsetuse esimesel poolel kasutasin makulatuurist saadud “Jane Eyre” voolujoontega kaetud kuid pigem puhtamaid poognalehti ja vanema eestikeelse piibli voolujoontega makulatuurist pärit määrdunumaid poognalehti. Enne geeliga töötlemist mõõtsin “Jane Eyre” ja piibli lehtedel, agar-agari geelil ja deioniseeritud veel pH-d. Piibli lehel sain tulemuseks pH 4,8, Jane Eyrel pH 5,4, agar-agar geelil pH 7,2 ja deioniseeritud vee pH tuli 6,8. Katsetuseks valmistasin 2%, 4% ja 5% agar-agari ning 4% agarooši geeli, neist kõik 5mm paksused.

Esmalt valmistasin 2% agar-agari geelid ja asetasin need lehtedele. Paari minuti möödudes oli näha lehtede niiskumist ka väljaspool geeli piire. 10 minuti möödudes eemaldasid geelid lehtedelt ja asetasin lehed filterpaberite vahele kuivama. Geelidel oli näha tugevaid voolujoonte plekke – osa mustusest olid geelid siiski endasse tõmmanud. Peale kuivamist oli mõlemal lehel näha uusi voolujooni – geelid olid lükanud mustuse niiskunud piirkondade servadesse.

Teisel korral valmistasin 4% agar-agari geelid ning katse toimus samadel lehtedel kuid teistes piirkondades. Katse kestis kokku 10 minutit. 2 minuti möödudes oli näha, et paberid olid niiskunud kaugemale geelide piiridest, mille tõttu vahetasin raskused kergemate vastu. 10 minuti möödudes eemaldasid geelid ja asetasin lehed filterpaberite vahele kuivama. Lehtedel oli näha uusi voolujooni märgunud ala servades väljaspool geeli piire ning samuti geelidel.

Kolmandal korral valmistasin 5% agar-agari geelid. Geelid asetasin samadele lehtedele uutesse kohtadesse. 10 minuti möödudes eemaldasid geelid ja asetasin lehed filterpaberite

vahele kuivama. Uued voolujooned tekkisid lehtede tagumistele külgedele seega pöörasin lehed ümber, ning asetasin samad geelid lehtede teistele pooltele. Järgneva 10 minuti pärast eemaldas geelid ja asetasin lehed filterpaberite vahele kuivama. 5% geeli puhul mõjub paremini pikem toimeaeg ning voolujooned jäid heledamad.

Neljanda katse jaoks valmistasin 4% agarooši geelid ning asetasin uutele lehtedele. 20 minuti pärast eemaldas geelid ning asetasin lehed filterpaberite vahele kuivama. Piibli lehelt eemaldatud geel oli tõmbunud tugevalt kollaseks, “Jane Eyre” oma oli aga jäänud veel pigem läbipaistvaks. “Jane Eyre” lehel tehtud katse puhul, ei olnud geel saanud kontakti terve pinnaga, kuid geeli ala servadest oli leht palju valgem kui enne. Piibli lehe puhul oli voolujoon tugevalt helenenud ning uusi voolujooni näha ainult endise voolujoone ja geeli servadest (vt. Tabel 2.)

TOIMEAEG	2% agar-agar	4% agar-agar
2 min	Niiskumine levinud geelist kaugemale	Niiskumine levinud geelist kaugemale
10 min	Tugevad uued ja vanad voolujooned Geel õrnalt kollane	Uued voolujooned Vanemad voolujooned osaliselt kandunud geelile
20 min	-	-
	5% agar-agar	4% agarooš
2 min	Niiskumine piirdub geeli servadega	-
10 min	Voolujooned tõmbunud lehe teisele küljele Geelid lehe teisele poolele	-
20 min	Voolujooned heledamad	Geelid tõmbunud tugevalt kollaseks Uued voolujooned õrnalt nähtavad Vanad voolujooned palju heledamad

Tabel 2. Agar-agari ja agarooši toime ajaline võrdlus erineva kontsentratsiooni juures.

Kuna eelnevalt on paber niiskunud geeli servadest kaugemale, siis katsetasin lehtede immutamist White Spiritiga geeli piiretel. Katse eesmärgiks oli teada saada, kas White Spiritiga geeli piirete niisutamisel on võimalik teostada lokaalset puhastamist ilma uute voolujoonte tekkimiseta. Esmalt katsetasin lehe servades White Spiriti mõju – kas aine jätab lehele plekke. Peale kuivamist jäi leht puhtaks ja sain alustada katsetusega. Selleks valmistasin 4% agar-agari geeli ja asetasin selle lehele. 10 minuti möödudes eemaldas geeli ja asetasin lehe filterpaberite vahele kuivama. White Spiritiga immutatud alal ei jäänud uusi voolujooni, kuid geel ei tõmmanud paberist sama palju mustust kui seda varasemalt tegi, kuna White Spirit oli imunud lehes laiali ja tõrjunud geeli toimet.

Järgnevalt mõõtsin piibli lehe pH-d. Puhastatud kohal oli pH tõusnud 4,8-lt 6,0-le. Võrreldes lehe pH enne ja pärast on näha, et geel parandab lehe pH-d märgatavalt. Kui aga enne puhastamist võttis lehel veetilga imendumine aega, siis puhastatud kohas imes paber vee kiiresti endasse, mis näitab, et geeli kasutamine võib eemaldada ka lehe liimistust.

Kuna varasematel katsetustel ei lõppenud ükski katse ilma voolujoonteta, siis tegin ühe katsetuse lisaks. Seekord otsustasin lehte eelnevalt kahepoolse *sympatexi* vahel niisutada. Leht niiskus *sympatexi* vahel kokku kaks tundi. Eelniisutatud paberile tegin katsetust 2,5% agarooši geeliga (vt. Tabel 3.)

Aeg	Tulemus
20 min	Geel on paberit rohkem niisutanud Voolujooni ei ole märgata Geeli alune pind on heledam
50 min	Geel muutunud tugevalt kollaseks ja seetõttu uue vastu välja vahetatud
1h 10 min	Geel tundub puhas
1h 40 min	Katsetus lõpetatud Leht filterpaberite vahele kuivama
Kokkuvõte	Uusi voolujooni ei ole Algsed voolujooned eksisteerivad, kuid on palju heledamad

Tabel 3. Voolujoonte eemaldamine eelniisutatud paberilt 2,5% agarooši geeli abil.

Eelneva kuue katse tulemusena on näha, et puhastamise eesmärgil toimib kõige paremini 4% agarooši geel. Kuna aga 4% geel on teistest kuivem, siis tuleks geeli hoida tööl kauem. Töid teostades märkas, et määrdunud paberi peal väikeses piirkonnas geeli kasutamine tekitab kindlalt uusi voolujooni - mõnikord suuremaid, mõnikord väiksemaid. Küll aga ei tekkinud voolujooni kasutades ühepoolset objekti niisutamist *sympatexi* kompressis. *Sympatex* niisutas lehte ühtlaselt, seega ei tekkinud lehele märja ja kuiva piire, mis moodustaksid voolujoone. Pidades silmas fakti, et terve pinna niisutamisega voolujooni ei teki, on teiseks positiivseks lahendiks teosest suurema geeli kasutamine, mis samuti niisutab seda ühtlaselt. Küll aga ei töötanud White Spiritiga paberi pinna niisutamine geeli servadelt. Uusi voolujooni küll ei tekkinud, kuid kuna White Spirit on hüdrofoobne aine ja imendus paberis laiali nagu iga teine vedelik, siis ei saanud geel ka White Spiritiga kaetud pinnast mustust endasse tõmmata.

Katsetuste teisel poolel konserveerisin parimate võimalike lahenditega ERM-i graafikakogu teoseid erinevate voolujoontega. Peatükis LISA 2 on osad katsetena konserveeritud tööd fotodena välja toodud. Katsete esimesest poolest leitud lahendustega

teostas in katse tervet lehte katva 4% agar-agar + agaros 1:1 geeliga. Valisin sellise geelisegu, kuna agar-agari valmistamine on kergem ja tööaeg on kiirem, agarosi geel on aga vastupidavam. Leidsin, et nende kahe geeli kooslus sobis väga hästi protseduuride läbiviimiseks. Teosed said 3-4 tunnise geeli töötusega puhtad ja voolujooned osaliselt või täielikult kaotatud.

Varasematest katsetest selgus, et voolujoonte eemaldamiseks sobivad kõige paremini 3-5% geelid. Gellankummi testide läbiviimiseks valmistasin seega 4% ja 5% gellankummi geeli. Testi käigus võrdlesin geelide mõju aega 15, 30, 45 ja 60 minuti jooksul. Katsetused viisin läbi makulatuurist pärit piibli lehel (vt. Tabel 4.)

Gellankumm	4%	5%
15 min	Geel kollakas Voolujoon õrnalt alles Leht tugevalt märgunud Tekkis uus voolujoon	Geel õrnalt kollane Vähe märgunud Algne voolujoon eksisteerib Õrn uus voolujoon
30 min	Geel kollakas Märgunud geeli lähedalt Voolujoon õrnalt alles Tekkis uus õrn voolujoon	Geel kollane Märgas vähe Geel õrnalt kollane Uut voolujoont näha ei ole
45 min	Geel tugevalt kollane Märgunud vähe Algne voolujoon eksisteerib	Geel kollane Algne voolujoon heledam Tekkisid uued voolujooned
60 min	Geel kollane Märgunud vähe Voolujoon vaevu märgata Tekkis uus tugev voolujoon	Geel tugevalt kollane Märgas vähe Algne voolujoon peaaegu kadunud Tekkis õrnalt uus voolujoon

Tabel 4. Gellankummi geeli mõju erinevate aegade jooksul.

Peale katsetusi said lehed asetatud filterpaberite alla kuivama. Katsetest võib järeldada et kuigi gellankummi geel puhastab teost tugevamalt kui seda tegid agar-agar ja agaros, on siiski voolujooned peale protseduuri osaliselt märgatavad ja samuti tekkisid väljaspool geeli uued voolujooned. Nagu agarosi ja agar-agari puhulgi, tuleks ka gellankummi geel konserveerimisel valmistada 4%. 5% geel jääks liiga kuivaks protseduuride läbiviimiseks ja võtaks liialt aega mõjumiseks.

3.3. Teipide ja paikade eemaldamine geelidega

Mitmel ERM-i graafikakogu töö tagumisel poolel on märgata varasemalt liimitud teipe ja paberpaikasid. Teipide ja ebasobivate paikade olemasolu on üks suurimaid probleeme paberi konserveerimisel. Kuna mitmed varasemalt kasutatud liimid toimivad vananedes paberile ohtlikult, on hea teibid ja paigad pabrilt eemaldada. Samas õnnestub see ilma paberi pinda kahjustamata harva. Nende eemaldamiseks on katsetatud erinevate kemikaalide (eeter, toluen jms.) abi. Kuid kuna teibid ja paigad on väga erinevad nii materjalilt kui ka kasutatud liimi osas, pole üht kõigile sobivat lahendust leitud.

Ka geelide puhul võib leida kirjandusest viiteid, et nad alati kõikide teipide puhul ei anna ideaalset tulemust (Baglioni *et al* 2014: 361-371). Kuna ERM-i graafikakogul oli kasutatud paberteipe ja paberpaikasid, siis oli minu katsetuste eesmärgiks keskenduda ennekõike just seda tüüpi teipidele.

Katsete käigus soovisin välja selgitada parima võimaliku lahenduse teipide ja paikade eemaldamiseks geelide abil teosele võimalikult vähe kahju tekitades. Testi käigus jälgisin, kas liimid on vees lahustuvad.

Teipide ja paikade eemaldamiseks viisin läbi katsed agar-agari ja agarosiga ERM-i graafikakogu töid konserveerides. Enne katsetusi kuivpuhastasin kõik teosed. Katses kasutasin järgmisi töid: K1869-18, K2289, K2288, K2178, K1152, K2182. Teipide ja paikade eemaldamisel vormisin geelid teipidest või paikadest natukene väiksemaks. Peale töötlust asetasin teosed filterpaberite vahel raskuste alla kuivama.

Esimesed valmistatud geelid said kuumana valatud otse pleksiklaasile. Sellest tingituna aga muutus geeli pH madalamaks ja seega alandas ka konserveeritud teose pH-d. Saades aru, et kuuma geeli ja pleksiklaasi kokkupuutel geeli pH alaneb, vahetasin pleksiklaasi tavalise klaasi vastu välja. Kordasin sama katset. Teisel korral pH muutust ei toimunud ning suutsin ka teose pH-d taas tõsta.

Järgmiste katsetustena konserveerisin teosed K1869-18, K2289, K2288, K2178, K1152, K2259, K2182 Teosel oli vaja eemaldada teibid ja hiljem teipide eemaldamisest tekkinud voolujooned. Peale geelidega töötlosti parandasin rebendid (*vt. Tabel 5 – Tabel 9.*)

K1869-18	TEIBID		VOOLUJONED
Geel	2% agar-agar	Geel I	4% agar-agar 2x3 cm geeli tükid
5 min	Paber teibi all niiskunud Teibid eemalduvad kergelt	10 min	Uued voolujooned kaugemal Algsed voolujooned alles
Jäägid	Voolujooned Teibi liimaine	30 min	Uued voolujooned kaugemal Algsed voolujooned alles
Puhastus	Deioniseeritud vees niisutatud vatitups	Geel II	3% agar-agar Tervet lehte kattev geel
		30 min	Uued voolujooned kadunud Algne voolujoon heledam

Tabel 5. Teipide ja voolujoonte eemaldamine teoselt K1869-18.

K2289	TEIBID		VOOLUJONED
Geel	3% agar-agar	Geel I	4% agar-agar Väikesed tükid
5 min	Kalkapaberist teibid eemalduvad kergelt. Pabermaterjalist teibid vajavad veel töötlust.	5 min	Teos üleni niiskunud
10 minu	Eemalduvad ka pabermaterjalist teibid	10 min	Filterpaber imes teosest kollasust Filterpaberi vahetus
Jäägid	Teibi liimaine Liimiplekid Teipide kiud	15 min	Algsed voolujooned kadunud Tekkisid uued voolujooned
Puhastus	Deioniseeritud vees niisutatud vatitups	Geel II	3% agar-agar Teosest natuke suurem geel
		30 min	Geel tugevalt kollakas Uued voolujooned kadunud Liimiplekid alles
		Geel III	4% agar-agar Väikesed tükid
		5 min	Vedelik imbunud teosesse laialdaselt Lisatud filterpaber teose alla
		10 min	Kollasus kandunud filterpaberisse Filterpaber välja vahetatud
		15 min	Filterpaber taas kollasust imanud Esimesed voolujooned kadunud Uued voolujooned märgunud ala servades, vaja suuremat geeli terve lehe katmiseks Liimiplekid alles
		Geel IV	3% agar-agar Tervet lehte kattev geel
		30 min	Uued voolujooned kadunud Imendunud palju kollasust Liimiplekid alles
		Geel V	4% agar-agar + 2 g ksüleeni

			Väikesed tükid
		15 min	Viimased teibikiud eemaldunud Liimiplekid alles
		1h	Leht heledam Liimiplekid endiselt alles, kuid heledamad

Tabel 6. Teipide ja voolujoonte eemaldamine teoselt K228.

K2288	TEIBID	K2178	TEIBID
Geel	4% agar-agar	Geel	5% agar-agar
5 min	Eemaldub osaliselt Hoiab veel 5 minutit	5 min	Teibid ei ole avanenud
10 min	Eemaldub kergelt	10 min	Teibid eemaldusid
Jäägid	Teibid eemaldunud Õrnad liimijäljed	Jäägid	Voolujooned Liimijäljed

Tabel 7. Teipide eemaldamine teostelt K2288 ja K2178.

K1152	TEIBID		VOOLUJOOINED
Geel	4% agar-agar + 2 g ksüleeni	Geel	4% agar-agar
10 min	Geelid eemaldusid teoselt	30 min	Teos tundub puhtam Voolujooned ja teibi plekid kadunud Kaks musta täppi
Puhastus	Deioniseeritud vees niisutatud vatitupsuga	60 min	Mustad täpid alles Leht puhas Geelid pessu
Jäägid	Õrnad voolujooned	Peale kuivamist	Verso poolel olnud tempel on tulnud recto poolele Vajab pleegitamist

Tabel 8. Teipide ja voolujoonte eemaldamine teoselt K1152

K2182	TEIBID	K2182	TEIBID
Geel	4% agar-agar + 2 g ksüleeni	Geel	4% agar-agar + 2 g ksüleeni
10 min	Paksemad teibid osaliselt eemaldunud	10 min	Teibid eemaldusid Uued voolujooned
30 min	Teibid eemaldusid	Puhastus	Deioniseeritud vees niisutatud vatitupsuga
Puhastus	Deioniseeritud vees niisutatud vatitupsuga		

Tabel 9. Teipide eemaldamine teostelt K2259 ja K2182.

Katsetest selgus, et kuigi mõned teibid on vees lahustuvad ja eemalduvad agar-agari geeliga, on ERM-i kogus ka teoseid, mille teibiliim ei tulnud vees kergelt maha. Nende teipide eemaldamiseks kasutasin ksüleeni lisandiga agar-agar geeli, mille abil eemaldusid ka vees mitte lahustuva liimiga teibid. Kuna aga ksüleen on toksiline, siis soovitan esialgu proovida teipe eemaldada puhta agar-agari geeliga. Katsetustest on näha, et kuigi tööluse tulemusena õnnestus liim paberite pinnalt eemaldada, jäävad siiski teipidest alles plekid ja

nende täielik eemaldamine ei õnnestunud. Samuti tekkisid teostele teipide eemaldamisel voolujooned, kuid neist oli võimalik vabaneda terve teose töötlemisel puhta agar-agar geeliga.

Kuna geelide kasutamine paberi konserveerimises on ERM-is uudne meetodika, otsustas ERM-i arhivaar-koguhoidja Ange Nimeta valmistada antud teemat käsitleva video. Valmistasin videos 4% agarooosi geeli ja konserveerisin sellega teost K1804. Tegu oli kahele aluspaberile liimitud väikese graafilise lehega. Konserveerimistöö eesmärgiks oli eemaldada geeli abil säilitamise seisukohast ebasobivad aluspaberid ning valmistada graafilisele lehele uus alus. Samuti valmistasin uue säilitusümbrise. Töölt eemaldatud vanad aluspaberid säilitatakse pärgamentümbrikus ja on samuti mappi lisatud. Videoklippi on võimalik vaadata ERM-i blogist blog.erm.ee.

4. PRAKTILISED KONSERVEERIMISTÖÖD

ERM-i kunstikogu korrastamisega on tegeletud juba pikemat aega. Varasematel aastatel on üle vaadatud maalid ning kogusse kuuluvad pildiraamid. Samuti on teostatud skulptuuride puhastamist.

Graafika, joonistuste ja muu nn kunstiga paberil hakati süstemaatiliselt tegelema alates 2019. aastast. Eelnenud seisundiuringust selgus, et kogu peamisteks probleemideks olid tööde tolmusused ning ebasobivad säilitusümbrised. Tõsisematest kahjustustest esines teipe, voolujooni, paberi vananemisest tekkinud kollasust ning mehaanilisi kahjustusi (rebendid, kaod, murded jms).

Kuna erialases kirjanduses soovitatakse üha enam teipide, voolujoonte ja kollasuse töötlemiseks kasutada geele, tekkis idee antud lõputöö raames uurida paberi konserveerimises kasutatavaid geele ning leida nende seast sobivaimad lahendused ERM-i kunstikogu korrastamiseks.

Lõputöö praktilise osana konserveerisin täielikult kolm ERM-i litograafiat, mille hulka kuulusid “Veeremäng” K3101, “Von Esseni portree” K1239 ja “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” K2282. Antud tööd said valitud põhjusel, et neil esines nii teipe, paberi kollasust kui ka voolujooni. Samuti erinesid kõik tööd üksteisest kasutatud paberite poolest, mis andis võimaluse näha, kas ka geelide mõju nende puhul kujuneb erinevaks.

“Veeremäng” on õhukesele paberile trükitud litograafia suurusega 27x44 cm, mis on taustatud samasuurele paksemale aluspaberile. Teose autor on Theodor Gehlhaar.

Teos oli enne konserveerimist kolletunud, recto ja verso poolt katsid tugevad voolujooned, teose verso poolel olid mitmed suuremad ja väiksemad paberparandused, mille ümber oli näha tumedaid liimijälgi. Servades esines üksikuid rebendeid ning ülemisse serva verso poolele oli liimitud siidipaber, mis kattis ühtlasi ka teose recto poolt.

Konserveerimise käigus eemaldasin varasema siidipaberi, teostasin kuivpuhastust, pH uuringu, märgtöötluste geelidega ning eemaldasin geelide abil ka paigad, parandasin rebendid ja valmistasin uue arhiivipüsivast materjalist ümbrise edaspidiseks säilitamiseks.

“Von Esseni Portree” on õhukesele paberile teostatud litograafia suurusega 32x40 cm, mis on pressitud paksemale paberile suurusega 40,5x50,5 cm. Portreele on lisatud von Esseni allkiri. Teos valmis 1856 aastal. Autor on siiani teadmata. Litograafial on kujutatud Heinrich Magnus Wilhelm von Essenit (1769-1869), kes oli tuntud baltisaksa poliitik ja hiljem Liivimaa tsiviilkuberner (VikiPeedia 2018 [WWW]).

Teos oli enne konserveerimist tugevalt kolletunud, recto ja verso poolt katsid mitmed voolujooned, teose servades olid hulgaliselt rebendeid ja paberi kadusid. Konserveerimiseks viisin läbi kuivpuhastuse, teostasin erinevad uuringud (pH mõõtmine, tindi uuring), märgtöötuse geelidega, parandasin rebendid, täitsin paberikaod ja valmistasin uue arhiivipüsivast materjalist ümbrise edaspidiseks säilitamiseks.

“Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” on värviline litograafia, mis võrreldes eelnevate töödega on trükitud veidi paksemale sügavtrüki paberile mõõtudega 35x45,5cm. Töö on omakorda dubleeritud paksemale paberile suurusega 37x50 cm. Teos on valminud 1860. aastal. Teose autoriks on Louis Höflinger. Litograafial on kujutatud kohta, kus 1869. aastal toimus Eesti esimene üldlaulupidu. (Tartu Ülikooli Raamatukogu digikogu [WWW]) Sama litograafiat on ERM-i kogus veel kolm eksemplari, kuid need on nime all „Vaade Tartule Ressorce’i aiast“ (K1339, K1480 ja K1482.)

Teos oli enne konserveerimist tugevalt kolletunud, recto ja verso poolt katsid mitmed tugevamad ja nõrgemad voolujooned ning teose servades olid üksikud rebendid. Konserveerimiseks viisin läbi kuivpuhastuse, teostasin pH uuringud, märgtöötuse geelidega, parandasin rebendid ja valmistasin uue arhiivipüsivast materjalist ümbrise edaspidiseks säilitamiseks.

Lähtudes teostatud katsete tulemustest, kasutasin geelitöötlusteks sobivaimaid meetodeid: 4% agar-agar + agaros 1:1 geel (teose täissuurusest 1,5 cm igast küljest suurem), pikema ajaline ja korduv töötus ning eelniisutamine. Kõigist teostest tehti enne ja pärast konserveerimistöid ERM-i fotolaboris pildid. Tööde käigus teostasin vajalikud uuringud. Konserveerimistöode eesmärgiks oli objektide seisundi stabiliseerimine ning edaspidine säilimise ja eksponeeritavuse tagamine. Kõikidele töödele valmistasin arhiivipüsivatest materjalidest uued säilitusümbrised.

Edaspidiseks säilitamiseks ISO standardite kohaselt tuleks teoste hoiustamisel, eksponeerimisel ja transportimisel hoida temperatuur +14-20 °C vahel ja suhteline õhuniiskus 45-55% juures. REED (1994) standardite kohaselt tööde hoiustamisel, eksponeerimisel ja transportimisel on maksimaalne valgustuse tase 50 lx ja lubatav maksimaalne aastane ekspositsiooniaeg lukstundides 96 000 lxh. (Konsa 2017)

Teostatud tööde põhjalikud protokollid on toodud lõputöös LISA 1-3.

5. ERIALASTE TERMINITE SELETUSED

- Atsüülrühmaks ehk alkanooülrühmaks nimetatakse rühma $RC(=O)^+$, kus R on alküülrühm kas funktsionaalrühmana või molekuli osana üksiksideme kaudu seotud karbonüülrühmaga $C=O$. Madala atsüüლისaldusega gellan saadakse gellankummi töötlemisel leelisega.
- Voolujoon on pleki piirkond, mille värvus on intensiivselt väljendunud. Tekke põhjusteks võib lugeda kontakti vedelikuga või paberi koostist (materjalis leidub vedelike korral lahustuvaid ühendeid.) (Jēkabsons *et al* 2013)
- Recto pool on teose esimene pool, näopool.
- Verso pool on teose tagumine pool.
- Hollytex on vastupidav polüesterkangast abimaterjal, mis ei kleepu.
- Sympatex on materjal, millega on võimalik teost niisutada aeglaselt kuid ühtlaselt, asetades selle märjale vildile, sellele teose ja katta kõik kilega kinni.
- White Spirit e lakibensiin peamiselt alkaanidest koosnev orgaaniline lahusti.
- Deioniseeritud vesi - deioniseeritud on vesi mille elektrijuhtivus on alla $2 \mu S/m$ ja lahustunud ainete hulk ei ületa 1 mg/l . Deioniseeritud vesi saadakse vee läbimisega läbi rida ionivahetusvaiku filtreid, mis eemaldavad efektiivselt ioonsed komponendid, asendades need H^+ ja OH^- ionidega

KOKKUVÕTE

Viimastel aastakümnetel on konserveerimises üha enam tähelepanu pööratud meetodikatele, mille abil saaks kahjustunud objekte töödelda võimalikult riskivabalt. Geelide kasutamine on väga loodus-, keskkonna- ja tervise sõbralik ning tema läbipaistvuse tõttu on konservaatoril võimalik pidevalt tööprotsessi jälgida. Kirjanduses on olnud palju juttu geelide erinevatest tööprotsessidest. Selles töös keskendusin ma geeliga paberteose puhastamisele ja teipide eemaldamisele.

Ka Eesti Rahva Muuseumi konservaatorite seas on viimastel aastatel tekkinud huvi geelide kasutamise vastu. Kuna ERM-i kunstikogu on suur ja vajab korrastamist, soovitakse leida kergelt ja aega kokku hoidvat viisi tööde konserveerimiseks. Antud lõputöö raames viisin läbi katsetused, mille abil soovisin leida sobivaimad meetodikad ERM-i graafikakogu konserveerimiseks geelidega teipide ja voolujoonte eemaldamisel. Katsetuste tulemusena selgus, et paberi konserveerimisel teipide ja/või voolujoonte eemaldamiseks ning paberi puhastamiseks vees lahustuvatest laguproduktidest on mugavaimaks geeliks agar-agar ja agarooši 1:1 geelide segu 4% kontsentratsioonini juures. Kuna ERM-i graafikakogu tööd senini on kõik olnud vähemal või rohkemal määral määrdunud, tekitades lokaalse geelidega töötluse korral paberile uusi voolujooni, oli vaja teosed täies mahus puhastada. Parimaks meetodikaks, mida ka praktilise osa läbiviimisel kasutasin, leidsin kogupinna puhastamiseks ja teipide eemaldamiseks agar-agar + agarooši 1:1 4% geeli kasutamise ühepoolse *sympatexi* peal mitme protseduuri vältel. Lokaalselt plekkide eemaldamiseks sobib paremini aga kõrge kontsentratsiooniga gellankummi geel. Antud meetodika on mõeldud ERM-i kunstikogu konserveerimiseks. Kuna aga erinevad paberid käituvad konserveerimisel erinevalt, peab konservaator eelnevalt tegema materjaliga testid, tuvastamaks parima kasutatava materjali ja geeli koostõla. Katsetuste käigus lükkasin ümber väite kirjandusest, et geelid säilivad vaid 1-2 nädalat. Nimelt leotades agar-agar ja agarooši geele peale teose puhastamist deioniseritud vees, puhastab see geeli endasse imetud mustusest ja säilitab geeli pikemalt. Teise avastusena saan välja tuua kile ja pleksiklaasi omadused anda kuumale geelile happelisi osakesi. Seega tuleb enne kile või pleksiklaasi kasutamist lasta geelil jahtuda või valida geeli vormiks kuumakindel anum.

Katsete tulemustest lähtudes konserveerisin kolm litograafiat: “Veeremäng” ERM K3101, “Von Esseni portree” ERM K1239 ja “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” ERM K2282. Varasemast seisundiuringust on selgunud, et kogu peamisteks probleemideks olid tööde tolmusus ning ebasobivad säilitusümbrised. Tõsisematest kahjustustest esines teipe, voolujooni, paberi vananemisest tekkinud kollasust ning mehaanilisi kahjustusi (rebendid, kaod, murded jms). Kõik kolm teost said eelnevalt ERM-i fotolaboris üles pildistatud. Töid alustasin kuivpuhastusest ning seejärel teostasin neile pH uuringud. Konserveerimiste eesmärgiks oli objektide seisundi stabiliseerimine, tööde vaatlus mikroskoobi all ning edaspidine säilimise ja eksponeeritavuse tagamine. Peale konserveerimist viidi teosed uutes arhiivipüsivates ümbristes tagasi ERM-i hoidlasse.

SUMMARY

In recent decades, methods with which to process damaged objects with the least risks in conservation has got more interest. Using gels is very nature- and environment-friendly and healthy, and because of the transparency of a gel, it is easy for the conservator to keep an eye on the work process. The different work processes of gels have been discussed a lot in literature. In this thesis, I focused on cleaning a paper piece and removing the tape with gel.

Using gels has got more interest also among Estonian National Museum's (ERM) conservators. As ERM has a huge collection of art and it needs to be arranged, there is a need to find an easy and time-saving way to conserve the works. In this thesis I carried out experiments to find the methods which best fit for the conservation of ERM's graphics collection to remove tape and tidelines with gel. As the results it occurred that for the conservation of paper to remove tape and/or tideline and to clean the paper, the best combination for a gel is agar-agar and agarose 1:1 ratio at 4% concentration. As all the graphics collections of ERM have all so far been more or less dirty causing new tidelines to appear on the paper with processing with a localised gel, it was necessary to re-clean the pieces again. The best method to clean the whole surface and remove the tape, which was also used in the empirical part of this thesis, I found was using agar-agar + agarose 1:1 4% on one-sided *sympatex* throughout several procedures. To remove localised smudges, however, it is better to use high concentration gellan gum gel. The given method is meant for the conservation of ERM's art collection. As though different papers react during conservation in different ways, conservator has to prior test the materials to determine the best accordance of material and gel. During my testing I proved false the claim from literature that gels are valid for use only for 1-2 weeks. In fact, soaking agar-agar and agarose based gels in de-ionised water after cleaning the piece of art, it cleans the gel of the dirt that it sucked in and prolongs the shelf life of the gel. My second discovery was that plastic film and Plexiglas give hot gel acidic particles. Thus, prior to using plastic film or Plexiglas, one must let gel to cool down or choose a heat-resistant container.

Based on the outcomes, I conserved three lithographies: "Veeremäng" ERM K3101, "Von Esseni portree" ERM K1239 and "Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt" ERM K2282.

From prior condition studies it has occurred that the main issues of the collection were the dust and unsuitable conservation cases. From more serious damages there were tapes, tidelines, yellowness caused by the aging of the paper and mechanical damages (tears, missing pieces, folding lines etc.). All three pieces of art were photographed prior to processing in a photo-lab. The purpose of the conservation was to stabilise the condition of the artworks, to observe of the artworks under a microscope and to assert the prolongation of the shelf life and showcasing in the future. After the conservation, the artworks were taken back to the repository at ERM in appropriate casing.

KASUTATUD KIRJANDUS

- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Thermo-reversible rigid agar hydrogels: their properties and action in cleaning. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 19-27.
- A. Huges, M. Sullivan (2016). Targeted cleaning for Works on Paper: Rigid Polysaccharide Gels and Conductivity in Aqueous Solutions. *The Book and Paper Group Annual*, no 35, pp. 30-41.
- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Rigid polysaccharide gels for paper conservation: a residue study. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 42-50.
- C. Mazzuca, L. Micheli, A. & G. Palleschi. (2016). Development of a diagnostic and cleaning tool for paper artworks: a case of study. *Microchemical Journal*, no 126, pp. 32-41.
- Conservation Wiki*. Allikas: A Collaborative Knowledge Resource – Gels: <https://www.conservation-wiki.com/wiki/Gels> (14.10.2017).
- Dion. V. (2018). Mettler Toledo Seven Compact Instrument Usage Guide. Juhised ERM-i valdustes.
- F. Basoli, M. Carbone, E. Cervelli, S. Iannuccelli, C. Mazzuca, L. Micheli, A. Palleschi, S. Sotgiu. (2014). Gellan hydrogel as a powerful tool in paper cleaning process: A detailed study. *Journal of Colloid and Interface Science*, no 416, pp. 205-211.
- Hawkes, R. Gel Media in Aqueous Cleaning Methods on Paper: A lecture by Professor Richard Wolbers. Allikas: The Book & Paper Gathering [WWW] <https://thebookandpapergathering.org/2013/11/08/gel-media-in-aqueous-cleaning-methods-on-paper-a-lecture-by-professor-richard-wolbers-university-of-delaware-presented-at-the-wellcome-institute-london-june-19th-2013/>
- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (1990). A pH Survey of an Acidic Textblock. *The Paper Conservator*, no 14, pp. 17-22.
- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Solvent gel versus solvent poultice: evaluating two techniques for the removal of pressure sensitive tape stains from paper. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publication Ltd. pp. 126-127.
- J. Järv, O. Loog, H. Timotheus. (2012). *Orgaanilised Poliimeerid*. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Jayne, Vallieres. *Gellan gum: Investigating Applications as a Solvent Gel*. Queen's University: Art Conservation Program. [Master of Art Conservation Program].

- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Challenges of a virgin water-sensitive surface: designing a cast agar gel cleaning system for Patrick Heron's Still-life against the Sea. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 87-91.
- Konsa, K. (2017). *Artefaktide säilitamine*. Tartu: TÜ Kirjastus.
- L. Botti, A. Casoli, S. Iannuccelli, S. De Iasio, C. Isca, L. Residori, D. Ruggiero, S. Sotgiu. (2014). Analytical evaluation, by GC/MS, of gelatine removal from ancient papers induced by wet cleaning: A comparison between immersion treatment and application of rigid Gellan gum gel. *Microchemical Journal*, no 117, pp. 61-67.
- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). A study of commercial agar gels as cleaning materials. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 11-17.
- M. Bertasa, C. Canevali, D. Capitani, T. Poli, N. Proietti, C. Riedo, A. Sansonetti, D. Scalarone, V. Di Tullio. (2018). A study of non-bounded/bounded water and water mobility in different agar gels. *Microchemical Journal*, no 139, pp. 306-314.
- M. Jēkabsons, E. Keedus, J. Lehtaru, T. Nurmslu, K. Pihkva, O. Plotņikova, M. Sprūdža, I. Šteingolde, I. Teplouhova, K. Teral, R. Tiidor. (2013). *Arhiivimaterjalide kahjustuste atlas*. Tartu: Rahvusarhiiv.
- A. F. Maheux. (2015). Cross-Disciplinary Uses of Gellan Gum in Conservation. *The Book and Paper Group Annual*, no 34, pp. 69-79.
- E. Mikko. (2018). Agar ja gellan geel, geelidega puhastamine. Kokkuvõtte geelikoostisest ERM-i konserveerimise osakonnas 12.03.2018. Kokkuvõtte ERM-i valdustes.
- D. Miller. Hydrogels as an agricultural solution [WWW]
<https://www.youtube.com/watch?v=bTRNSH8e9LE>
- P. Baglioni, D. Berti, M. Bonini, E. Carretti, L. Dei, E. Fratini, R. Giorgi. (2014). Micelle, microemulsions, and gels for the conservation of cultural heritage. *Advances in Colloid and Interface Science*, no 205, pp. 361-371.
- Madala atsüülisisaldusega gellan geeli valem. [WWW]
https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-gellan-gum-A-high-acyl-gellan-gum-B-low-acyl-gellan_fig1_264503720
- L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Local cleaning of tidelines on paper using rigid gels: the influence of pH and conductivity. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 113-115.
- Geelide termopööratavus. [WWW]
<http://home.sandiego.edu/~josephprovost/AGAROSE%20GELS.pdf>

L. V. Angelova, B. Ormsby, J. H. Townsend, R. Wolbers. (2017). Gels: evolution in practice. In: *Gels In The Conservation Of Art*. London: Archetype Publications Ltd. pp. 209-217.

Louis Höflinger. [WWW]
<http://utlib.ut.ee/kogud/bskunst/senff/097.htm>

Agari ja Agarooosi keemiline valem. [WWW]
https://et.wikipedia.org/wiki/Fail:Agarose_polymere.svg

Magnus von Essen (1796-1869). [WWW]
[https://et.wikipedia.org/wiki/Magnus_von_Essen_\(1796%E2%80%931869\)](https://et.wikipedia.org/wiki/Magnus_von_Essen_(1796%E2%80%931869))
(6.10.2018).

Difusioon. [WWW]
https://et.wikipedia.org/wiki/Difusioon#Keemiline_difusioon (15.04.2019).

Vesinikeksponent. [WWW]
<https://et.wikipedia.org/wiki/Vesinikeksponent> (8.03.2019).



Eesti Rahva Muuseum
 Konserveerimisosakond
 Muuseumi tee 2
 60532 Tartu
 EESTI

KONSERVEERIMISPASS nr. 1

OBJEKTI ÜLDANDMED

Nimetus:	"Veeremäng"
Tähis:	ERM K3101
Autor:	Theodor Gehlhaar
Materjal:	Paber
Tehnika:	Litograafia
Mõõtmed:	27x44 cm
Omanik/Objekti asukoht:	ERM
Tööd alustatud:	Aprill 2019
Töö lõpetatud:	Mai 2019

Konserveerimistöode eesmärk:

Objekti seisundi stabiliseerimine, edaspidine säilimise ja eksponeeritavuse tagamine.

Tööde kokkuvõte

Teos puhastatud ja verso poolelt teibid eemaldatud. Teipide all asunud rebendid said parandatud ja pisemad paberi kaod täidetud. Teosele valmistati uus arhiivipüsivast materjalist ümbris.

Soovitusi edaspidiseks säilitamiseks ja kasutamiseks

Hoiustada horisontaalselt arhiivipüsivate ümbriste vahel, siidipaber teose näopolel, ERM-i kunstikogus. Kaitsta valguse eest. Eksponeerimisel kasutada raami.

Säilitustingimused:

keskkonnategur	Nõue	Säilitustingimus kehtib
Temperatuur (°C)	+14-20°C (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Suhteline õhuniiskus (%)	45-55% (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Valgus (lx ; lxh)	50 lx; 96 000 lxh (REED 1994)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Vastutav konservaator:	Silli Peedosk	
Konservaatorid:	Kristiina Moosel	

OBJEKTI KIRJELDUS JA SEISUND**Objekti üldkirjeldus:**

Õhukesel paberil litograafia, mis taustatud paksemale paberile. Taustatud paberi verso küljele ülemisse serva liimitud õhuke siidipaber, mis ulatub üle serva ja katab terve recto poole teosest.

Objekti seisundi kirjeldus:

Teos määrdundud, recto ja verso poolel mitmed voolujooned. Teose servades rebendid ja üksikud pisemad paberi kaod. Verso poolel mitmed paberteibid, mis katavad vähemalt kolmandiku kogu pinnast. Teipe ümbritsevad tumedad liimiplekid.

OBJEKTI JA MATERJALI UURINGUD

Uuritav objekt/osa(d):	Teose verso pool
Uuringu nimetus:	pH mõõtmine enne ja pärast konserveerimist (pH-meeter Mettler Toledo 2209)
Uuringu teostamise aeg, koht:	18.04.2019 ERM

Uuringu kirjeldus:

Läbi viidud pH mõõtmise protseduurid töö verso poolelt paremast ja vasakust ülemisest nurgast enne ja pärast konserveerimistõid.

Uuringu tulemus:

Enne konserveerimist ülemisest vasakpoolses nurgas pH 8,9, ülemises parempoolses nurgas pH 6,1. Peale konserveerimist ülemises vasakpoolses nurgas pH 5,0 ja ülemises parempoolses nurgas pH 5,5.

KONSERVEERIMISTÖÖDE ÜLESANDED

Konserveerimiskava:

- Dokumenteerimine
- Teose fotografeerimine enne ja pärast conserveerimist
- Kuivpuhastus mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga
- pH kontroll enne ja pärast conserveerimistööd
- Teipide eemaldamine - gellankummi pulber, deioniseeritud vesi, kaltsiumatsetaat 0,4 g / l kohta
- Märktöötlus kohapeal valmistatud 4% agar-agar ja agarooosi 1:1 geelide seguga
- Parandused nisutärklise kliistri, pintsliga, loorpaberi ja paranduspaberiga
- Uute arhiivipüüvatest kartongist ümbriste valmistamine

Muudatused conserveerimiskavas:

Teipide jääkide lahti sulatamine soojas vesivannis. Vajalik liimistamine.

KONSERVEERIMISTÖÖDE KIRJELDUS

Teostatud tööd

Teostatud vajalikud graafika seisundi parandused edaspidiseks säilitamiseks ja eksponeerimiseks.

1. **Dokumenteerimine** - teose seisundi ja conserveerimistööde kirjeldamine conserveerimispassis
2. **Teose fotografeerimine enne ja pärast conserveerimist** - teostati ERM-i fotolaboris. Fotograaf Arp Karm.
3. **Kuivpuhastus** - edasiste töödega jätkamiseks tuli teos kuivpuhastada lahtisest mustusest mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga.
4. **pH testid** - enne ja pärast teose conserveerimist teostati testid, et näha kui palju on teosele teostatud protseduurid teose seisukorda parandanud. pH testi tulemused enne conserveerimist tulid pH 6,1 ja pH 8,9, pärast conserveerimist pH 5,0 ja pH 5,5.
5. **Paikade eemaldamine** - teose verso poolt katsid mitmed paigad, mis tuli eemaldada. Paikade eemaldamiseks kasutati 4% gellan geeli suurusega 27x44 cm. Geeli hoiti teosel 25 minutit, mille tulemusena sai enamus paikadest teoselt eemaldada. Mõnest paigast jäi pinnale õhuke kiht paigamaterjali, mida paberit vigastamata eemaldada ei õnnestunud.
6. **Märktöötlus** - teost katvate voolujoonte ja paikade jääkide eemaldamiseks oli vajalik teostada märktöötlus. Kuna geeliga teibid täielikult ei eemaldanud, pandi teos sooja vesivanni likku. Vannis vahetati vett kaks korda, mille tulemusena eemaldusid viimased teipide kihid ja eraldus teoselt palju kollasust. Kuna teos sai vannis pestud, siis ei olnud vajalik teostada pesu geelidega. Teos tõsteti *hollytexiga* veest välja ja asetati restile kuivama.

- 7. Liimistamine** - kuna teos sai vannis pestud ja viimased paikade jäägid lahti leotatud, siis tuli teos taas liimistada. Liimistamiseks kasutati 1,5% metüülselluloosi lahust ja liimistamispiintslit. Liimistamine toimus *hollytexil*.
- 8. Parandamine ja paberi kadude täitmine** - peale liimistamist parandati teosel rebendid ja täideti paberikad. Parandamiseks kasutati nisutärklise liimi ja loorpaberit (4 g/m²), kadude täitmiseks aga nisutärklise liimi ja paranduspabereid. Peale parandusi ja kadude täitmist asetati teos *hollytexide* ja viltide vahel paarikiloste raskuse alla kuivama.
- 9. Uute ümbriste valmistamine** - uued ümbrised valmistati arhiivipüsivast 220 g / m² alfatselluloosi kartongist (Hahnemühle, DIN-Norm 6738).

Kasutatud materjalid:

retsept/ materjali nimetus:	materjali kulu:
Gellan geel	24 g
Kaltsiumatsetaat	0,23 g
Deioniseeritud vesi	576 g
1,5% metüülselluloosi (Hea Maja Pood) lahus	u 2 g
Nisutärklise kliister (Hea Maja Pood)	u 2 g
Loorpaber 5g/cm ²	u 1 cm ²
Paranduspaber	u 2x3 cm ²
Arhiivipüsiv alfatselluloosi kartong 220 g / m ² (Hahnemühle)	75x64 cm ²

Kasutatud töövahendid:

Mikrofiibrist lapp, tahmakumm Wishab Sponge (Preservation Equipment Ltd.), tolmutpintsel, silur, pintsetid, liimipintsel, liimistamise pintsel, mõõduklaas, segamis pulk, kaal, mikrolaineahi, kile, soola/liiva kotid, filterpaber, *hollytex* (Preservation Equipment Ltd.), vildid (“Tuul ja Kodu”), raskused, pressimisplaadid, pH meeter (Mettler Toledo SevenCompact).

TÄIENDAV DOKUMENTATSIOON JA LISAD



Foto 1 “Veeremäng” recto poolelt enne konserveerimist koos verso poolele liimitud kattelhega.

Foto: Kristiina Moosel; Kristiina Mooseli erakogu



Foto 2 “Veeremäng” recto poolelt konserveerimise alguses, lisaleht on eemaldatud.

Foto: Arp Karm; ERM



Foto 3 "Veeremäng" enne konserveerimist verso poolelt
Foto: Arp Karm, ERM

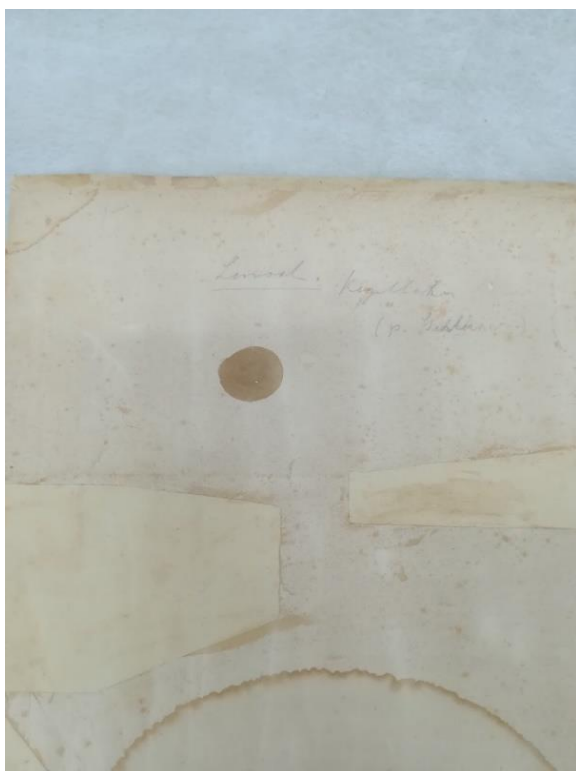


Foto 4 "Veeremäng" verso poolelt pH mõõtmine ülemisest vasakust servast
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Moosel erakogu

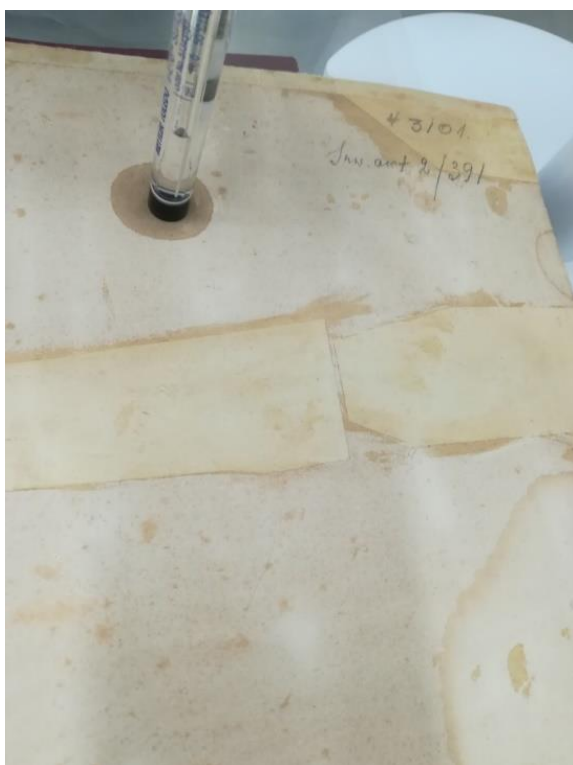


Foto 5 “Veeremäng” verso poolelt pH mõõtmine ülevalt parempoolsest nurgast
Foto: Kristiina Moosel; Kristiina Mooseli erakogu

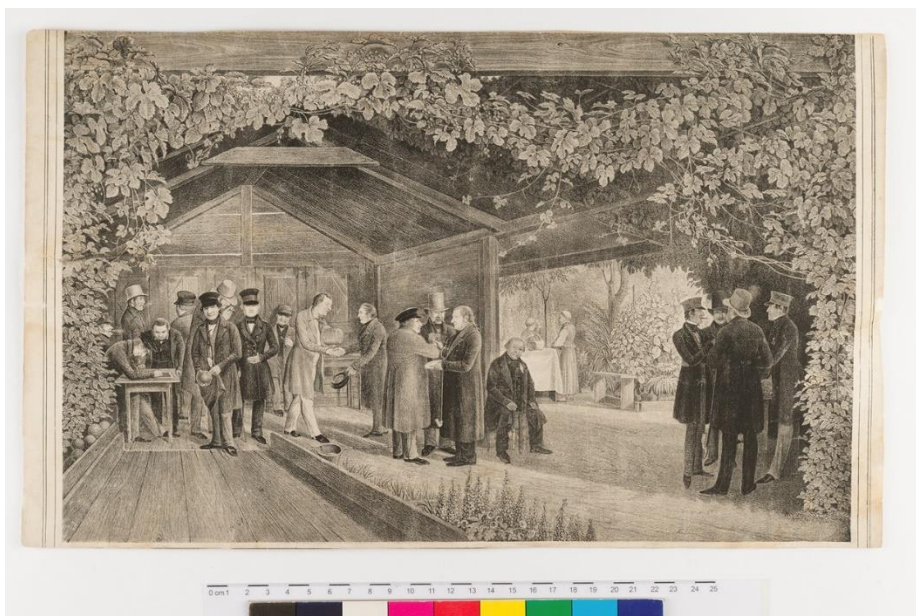


Foto 6 “Veeremäng” pärast konserveerimist, recto pool
Foto: Arp Karm; ERM

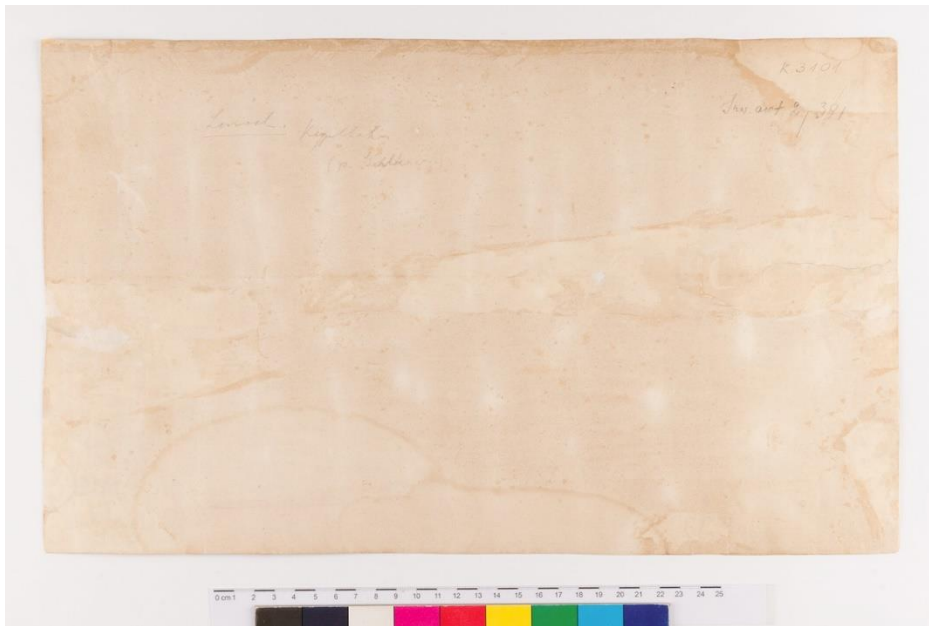


Foto 7 "Veeremäng" pärast konserveerimist, verso pool
Foto: Arp Karm; ERM



Eesti Rahva Muuseum
 Konserveerimisosakond
 Muuseumi tee 2
 60532 Tartu
 EESTI

KONSERVEERIMISSPASS nr. 2

OBJEKTI ÜLDANDMED

Nimetus:	“Von Esseni portree” 1856
Tähis:	ERM K1239
Autor:	(pole teada)
Materjal:	Paber
Tehnika:	Litograafia
Mõõtmed:	Litograafia 32x40 cm taustatud 40,5 x 50,5 cm paberile
Omanik/Objekti asukoht:	ERM
Tööd alustatud:	Aprill 2019
Töö lõpetatud:	Mai 2019

Konserveerimistööde eesmärk:

Objekti seisundi stabiliseerimine, edaspidine säilimise ja eksponeeritavuse tagamine.

Tööde kokkuvõte

Teos on puhastatud. Teostatud pH ning raudgallustindi testid ja uuringud mikroskoobi all. Voolujooni on töödeldud geeli abil. Paberi rebendid on parandatud ning paberikaod täidetud. Teosele on valmistatud uus arhiivipüsivast materjalist ümbris.

Soovitusi edaspidiseks säilitamiseks ja kasutamiseks

Hoiustada teost horisontaalselt arhiivipüsivate ümbriste vahel, siidipaber teose näopolele, ERM-i kunstikogus. Kaitsta valguse eest. Eksponeerimisel kasutada raami.

Säilitustingimused:

keskkonnategur	Nõue	Säilitustingimus kehtib
Temperatuur (°C)	+14-20°C (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Suhteline õhuniiskus (%)	45-55% (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Valgus (lx ; lxh)	50 lx; 96 000 lxh (REED 1994)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Vastutav konservaatore:	Silli Peedosk	
Konservaatoreid:	Kristiina Moosel	

OBJEKTI KIRJELDUS JA SEISUND**Objekti üldkirjeldus:**

Õhukesel paberil litograafia, mis on taustatud paksemale paberile.

Objekti seisundi kirjeldus:

Teos määrdundud, recto ja verso poolel tugevad voolujooned. Teose servades rebendid ja paberikaod.

OBJEKTI JA MATERJALI UURINGUD: pH mõõtmine

Uuritav objekt/osa(d):	Teose recto ja verso pool
Uuringu nimetus:	pH mõõtmine enne ja pärast konserveerimist (pH-meeter Mettler Toledo 2209)
Uuringu teostamise aeg, koht:	Aprill 2019 ERM

Uuringu kirjeldus:

pH mõõdetud teose recto poole vasakust alumisest nurgast ja verso poole vasaku serva keskelt enne ja pärast teose konserveerimistõid.

Uuringu tulemus:

Enne konserveerimist recto poole all vasakpoolses nurgas pH 6,6 ja verso poolel vasaku serva keskel oli pH 7,8. Peale konserveerimist recto poolel all vasakpoolses nurgas pH 5,2 ja verso poolel vasaku serva keskel pH 5,9.

OBJEKTI JA MATERJALI UURINGUD: raudgallustindi test

Uuritav objekt/osa(d):	Teose recto pool
Uuringu nimetus:	Raudgallustindi test
Uuringu teostamise aeg, koht:	Aprill 2019 Rahvusarhiiv Tartus

Uuringu kirjeldus:

Eesmärgiks tuvastada, kas teose recto poolele trükitud tint on raudgallustint või mitte. Uuringu sooritamiseks kasutati raud (II) indikaatori ribasid tekstil väikeses piirkonnas.

Uuringu tulemus:

Testid ei andnud tulemust - tegu ei ole raudgallustindiga. Ilmselt on tegemist seepiaga.

OBJEKTI JA MATERJALI UURINGUD: uuringud mikroskoobi all

Uuritav objekt/osa(d):	Teose recto pool
Uuringu nimetus:	Mikroskoobi uuringud
Uuringu teostamise aeg, koht:	Aprill 2019 ERM

Uuringu kirjeldus:

Uuringute eesmärgiks pinna struktuuri vaatlemine ja väikeses kirjas tekstide tuvastamine ning nende jäädvustamine. Uuringuks kasutatud Nikon SMZ 1270 9,45 kordse suurendusega.

Uuringu tulemus:

Kivi pinna struktuuri on teose pinnal näha. Väikeses kirjas tekstid mikroskoobi all loetavad (vt. Dokumentatsioon ja lisad.)

KONSERVEERIMISTÖÖDE ÜLESANDED**Konserveerimiskava:**

- Dokumenteerimine
- Teose fotografeerimine enne ja pärast konserveerimist
- Kuivpuhastus mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga
- Raudgallustindi test
- pH testid enne ja pärast konserveerimist
- Teose uurimine mikroskoobi all
- Märghpuhastus kohapeal valmistatud geelidega
- Parandamine ja paberikadude täitmine
- Uue arhiivipüsivast materjalist ümbrise valmistamine

KONSERVEERIMISTÖÖDE KIRJELDUS**Teostatud tööd**

Teostatud vajalikud graafika seisundi parandused edaspidiseks säilitamiseks ja eksponeerimiseks.

1. **Dokumenteerimine** - teose seisundi ja konserveerimistööde kirjeldamine konserveerimispassis

2. **Teose fotografeerimine enne ja pärast konserveerimist** - teostati ERM-i fotolaboris. Fotograaf Arp Karm.
3. **Kuivpuhastus** - edasiste töödega jätkamiseks tuli teos kuivpuhastada lahtisest mustusest mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga.
4. **Raudgallustindi test** - kuna teose esiküljel olev pealkiri tundus esialgu raudgallustindiga olevat kirjutatud, siis peeti vajalikuks seda kontrollida enne edasiseid protseduure. Testi tulemusena aga tehti kindlaks, et tegu ei ole raudgallustindiga. Ilmselt on tegemist seepiaga.
5. **pH testid** - enne ja pärast teose konserveerimist teostati pH testid, et näha kui palju on graafikale teostatud protseduurid teose seisukorda parandanud. pH testi tulemused enne konserveerimist tulid pH 6,6 ja pH 7,8, mis näitab et litograafial kasutatud paberid on juba algselt väga kvaliteetsed olnud. Pärast konserveerimist sain pH mõõte tulemusteks pH 5,2 ja pH 5,9.
6. **Teose uurimine mikroskoobi all** - litograafia uurimisel läbi mikroskoobi peaks paberil näha olema litokivipinna korniline muster. See fakt leidis mikroskoobi uuringutel ka kinnitust. Uuringutel tehtud mikroskoobi pilt lisati konserveerimispassi.
7. **Märgtöötlus** - teost katvate voolujoonte eemaldamiseks oli vajalik teostada märgtöötlus. Märgtöötlus toimus ühepoolse *sympatexi* peal ja kasutati kahte 4% agar-agari ja agaroozi 1:1 geeli mõõtudega 27x42,5 cm. Kokku hoiti geeli teosel kahel korral: 2 h ja 3 h. Protseuur sai teostatud *sympatexil*, et kindlustada teose ühtlane niiskumine, kuna mugavuse eesmärgil kasutati ühe suure geeli asemel kahte väiksemat geeli. Ühtlane niiskumine väldib teosele voolujoonte tekkimist, mis võib kaasneda töödeldava pinna katmisel mitme geeli tükiga. Peale töötlust asetati töö viltide vahele kuivama paarikiloste raskuste alla, hiljem vahetati vildid filterpaberite vastu.
8. **Parandamine ja paberi kadude täitmine** - peale märgtöötlust parandati teosel rebendid ja täideti paberikaod. Parandamiseks kasutati nisutärklise liimi ja loorpaberit (4 g/m²), kadude täitmiseks aga nisutärklise liimi ja käsitsi valatud paranduspabereid. Peale parandusi ja kadude täitmist asetati teos *hollytexide* ja filterpaberite vahel raskuse alla kuivama.
9. **Uute ümbriste valmistamine** - uued ümbrised valmistati arhiivipüsivast 120 g/ m² alfatselluloosi kartongist (Hahnemühle, DIN-Norm 6738).

Kasutatud materjalid:

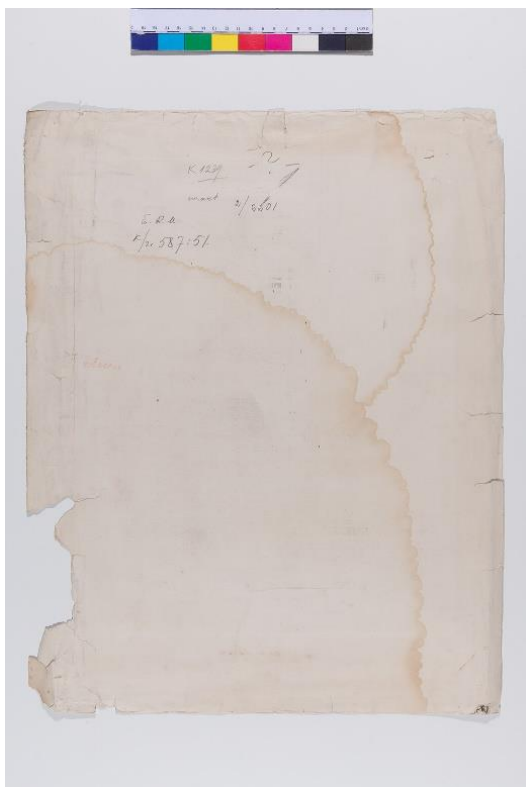
retsept/ materjali nimetus:	materjali kulu:
Agar-agar	20 g
Agarose	20 g
Deioniseeritud vesi	1216 ml
Nisutärklise kliister (Hea Maja Pood)	u 5 g
Loorpaber (4 g/m ²)	u 12x15 cm ²
Paranduspaber	u 12x15 cm ²
Arhiivipüsiv alfatelluloos kartong 220 g / m ² (Hahnemühle)	120,3x72,5 cm ²
Raud (II) testiriba	1x0,3 cm ²

Kasutatud töövahendid:

Mikrofiibrist lapp, tahmakumm Wishab Sponge (Preservation Equipment Ltd.), tolmu pintsel, silur, pintsetid, liimipitsel, kile, *sympatex*, *hollytex* (Preservation Equipment Ltd.), filterpaber (Maksing), vildid (“Tuul ja Kodu”), raskused, pressimisplaadid, pH meeter (Metler Toledo SevenCompact), mikroskoop, mikrolaineahi, mõõduklaasid, segamispulk.

TÄIENDAV DOKUMENTATSIOON JA LISAD

Foto 1 “Von Esseni portree” recto pool enne konserveerimist
Foto: Arp Karm; ERM



*Foto 2 "Von Esseni portree" verso pool enne konserveerimist
Foto: Arp Karm; ERM*



*Foto 3 Täpne asukoht pH mõõtmisel
Foto: Kristiina Moosel; Kristiina Mooseli erakogu*



Foto 4 pH mõõtmise protsess

Foto: Kristiina Moosel; Kristiina Mooseli era kogu



Foto 5 Geeli asetamine teosele sympatexi vahel.

Foto: Eve Keedus; Kristiina Mooseli era kogu

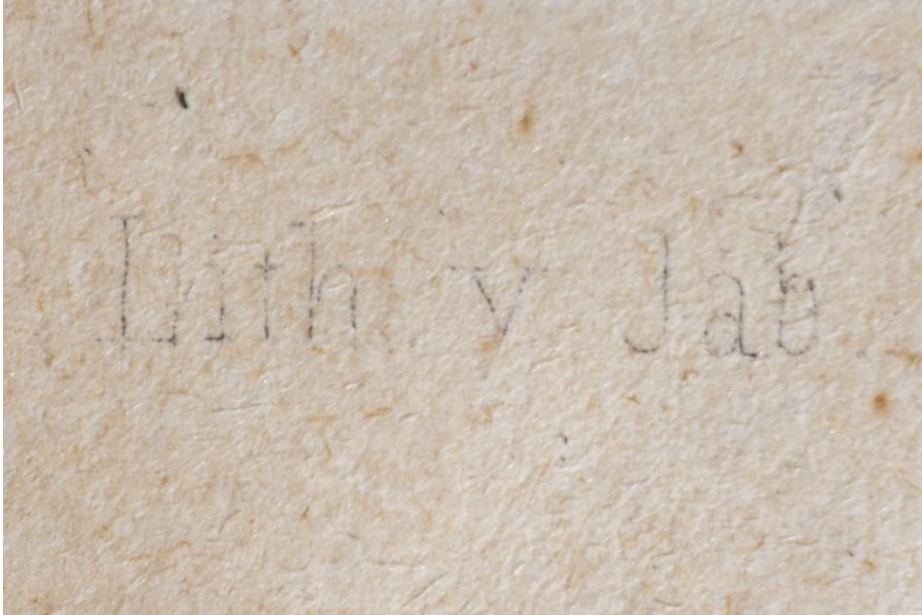


Foto 6 Mikroskoobi foto – väikeses kirjas tekst 1.

Foto: Eve Keedus; ERM

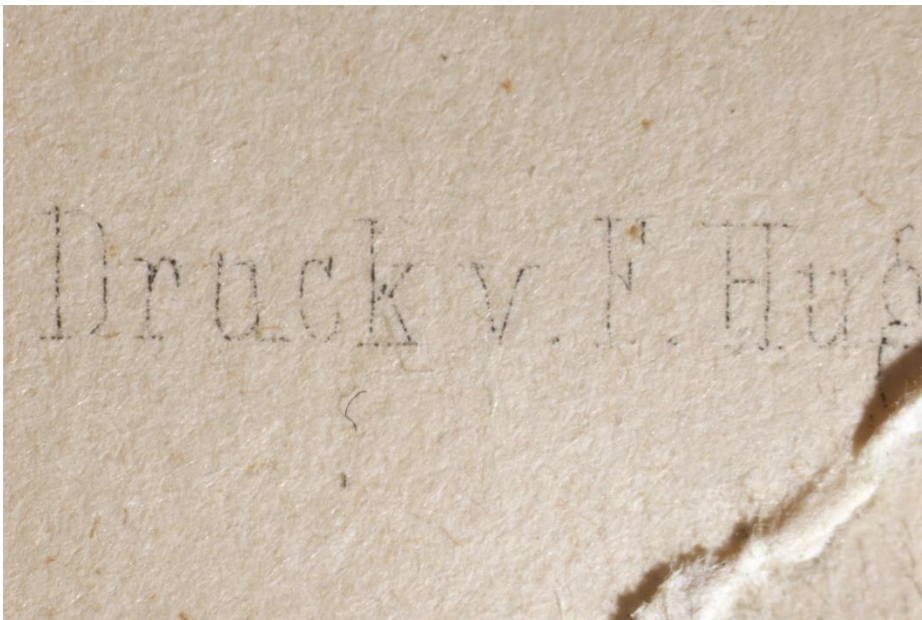


Foto 7 Mikroskoobi foto – väikeses kirjas tekst 2.

Foto: Eve Keedus; ERM

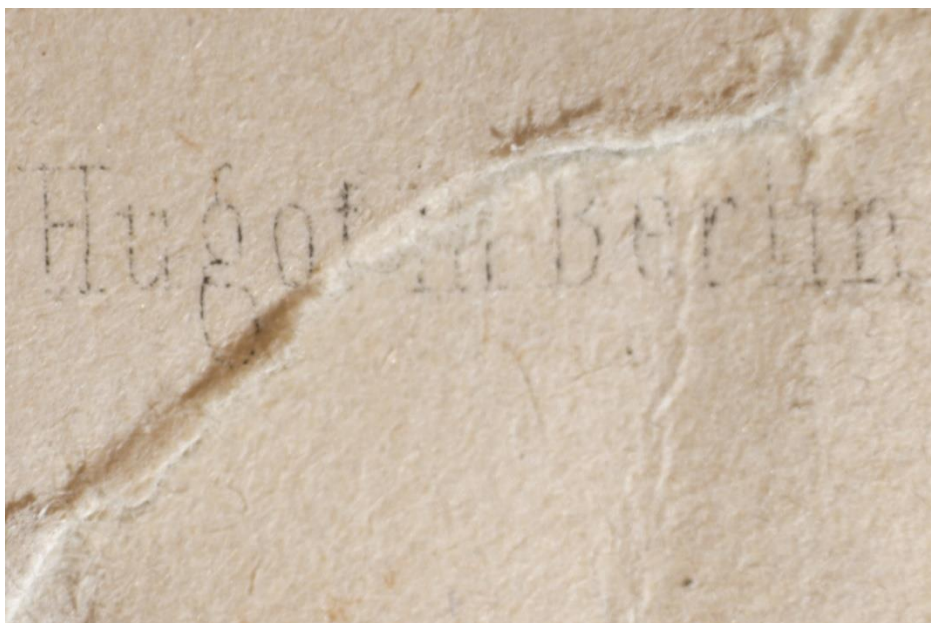


Foto 8 Mikroskoobi foto – väikeses kirjas tekst 3.
Foto: Eve Keedus; ERM

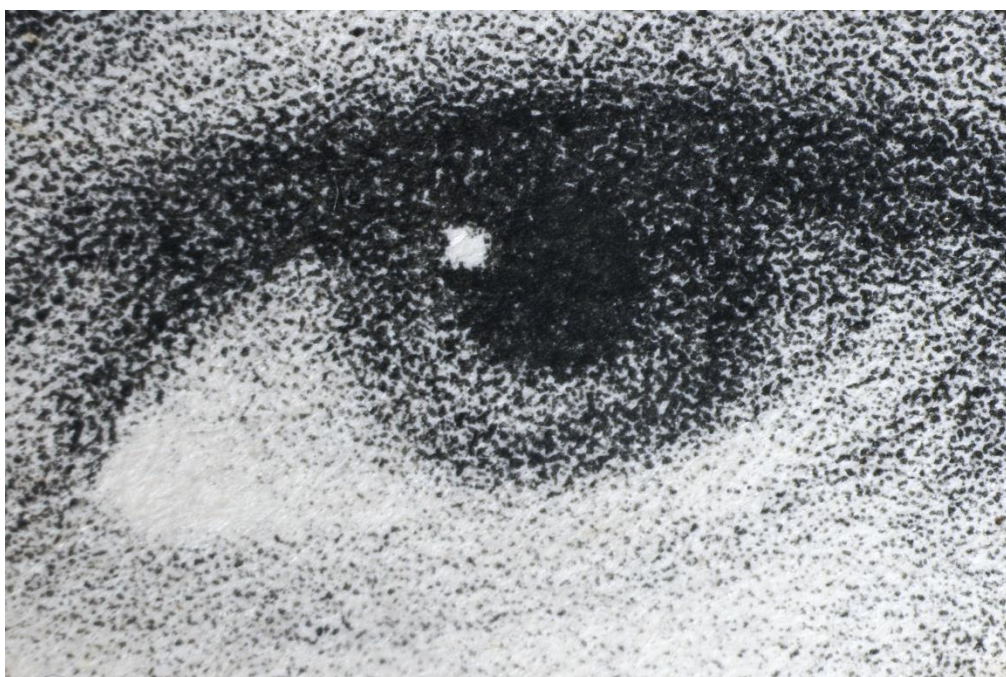


Foto 9 Mikroskoobi foto – litokivi pinna struktuur.
Foto: Eve Keedus; ERM



Foto 10 „Von Esseni portree“ pärast konserveerimist, recto pool.
Foto: Arp Karm; ERM

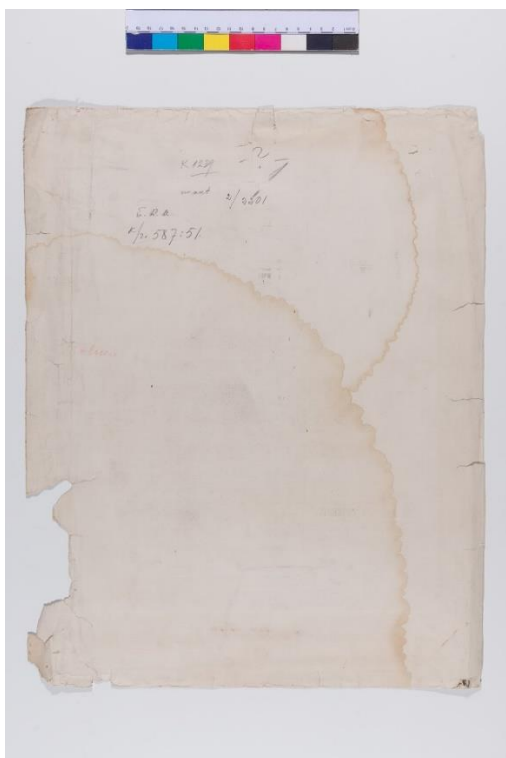


Foto 11 „Von Esseni portree“ peale konserveerimist, verso pool
Foto: Arp Karm; ERM



Eesti Rahva Muuseum
 Konserveerimisosakond
 Muuseumi tee 2
 60532 Tartu
 EESTI

KONSERVEERIMISPASS nr. 3

OBJEKTI ÜLDANDMED

Nimetus:	"Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt" 1832-1857
Tähis:	ERM K2282
Autor:	Louis Höflinger
Materjal:	Paber
Tehnika:	Litograafia
Mõõtmed:	Litograafia 31,4x45,5 cm taustatud 37x50 cm paberile
Omanik/Objekti asukoht:	ERM
Tööd alustatud:	Aprill 2019
Töö lõpetatud:	Mai 2019

Konserveerimistööde eesmärk:

Objekti seisundi stabiliseerimine, edaspidine säilimise ja eksponeeritavuse tagamine

Tööde kokkuvõte

Teos sai geelidega puhastatud, rebendid parandatud ja teostatud pH testid. Teosele valmistati uus arhiivipüsivast materjalist ümbris.

Soovitusi edaspidiseks säilitamiseks ja kasutamiseks

Hoiustada teost horisontaalselt arhiivipüsivate ümbriste vahel, siidipaber teose näopolele, ERM-i kunstikogus. Kaitsta valguse eest. Eksponeerimisel kasutada raami.

Säilitustingimused:

keskkonnategur	Nõue	Säilitustingimus kehtib
Temperatuur (°C)	+14-20°C (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Suhteline õhuniiskus (%)	45-55% (ISO)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Valgus (lx ; lxh)	50 lx; 96 000 lxh (REED 1994)	eksponeerimisel/ hoiustamisel/ transpordil
Vastutav konservaator:	Silli Peedosk	
Konservaatorid:	Kristiina Moosel	

OBJEKTI KIRJELDUS JA SEISUND**Objekti üldkirjeldus:**

Õhukesel paberil litograafia, mis on taustatud paksemale paberile.

Objekti seisundi kirjeldus:

Teos määratud, recto ja verso poolel tugevad voolujooned.

OBJEKTI JA MATERJALI UURINGUD

Uuritav objekt/osa(d):	Teose verso pool
Uuringu nimetus:	pH mõõtmine enne ja pärast konserveerimist
Uuringu teostamise aeg, koht:	Aprill 2019 ERM

Uuringu kirjeldus:

pH mõõdetud teose recto poolelt paremast ja vasakust ülemisest nurgast litograafia paberilt ja taustatud paberilt.

Uuringu tulemus:

Enne konserveerimist ülemisest vasakpoolses nurgas taustatud paberil pH 5,7, litograafia paberil pH 6,2. Ülemises parempoolses nurgas taustatud paberil pH 5,6, litograafia paberil pH 5,8. Peale konserveerimist ülemises vasakpoolses nurgas litograafia paberil pH 5,4, taustatud paberil pH 5,6, ning ülemises parempoolses nurgas litograafia paberil pH 6,6, taustatud paberil pH 7,6.

KONSERVEERIMISTÖÖDE ÜLESANDED**Konserveerimiskava:**

- Dokumenteerimine
- Teose fotografeerimine enne ja pärast konserveerimist

- Kuivpuhastus mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga
- pH testid enne ja pärast konserveerimistöid
- Märghpuhastus kohapeal valmistatud geelidega
- Parandamine
- Uute arhiivipüsivast kartongist ümbriste valmistamine

KONSERVEERIMISTÖÖDE KIRJELDUS

Teostatud töö

Teostatud vajalikud graafika seisundi parandused edaspidiseks säilitamiseks ja eksponeerimiseks.

1. **Dokumenteerimine** - teose seisundi ja konserveerimistöode kirjeldamine konserveerimispassis
2. **Teose fotografeerimine enne ja pärast konserveerimist** - teostati ERM-i fotolaboris. Fotograaf Berta Vossman.
3. **Kuivpuhastus** - edasiste töödega jätkamiseks tuli teos kuivpuhastada lahtisest mustusest mikrofiiberlapi, tahmakummi ja pintsliga.
4. **pH testid** - enne ja pärast teose konserveerimist teostati testid, et näha kui palju on teosele teostatud protseduurid teose seisukorda parandanud. pH testi tulemused enne konserveerimist tulid ülemises vasakpoolses nurgas taustatud paberil pH 5,7, litograafia paberil pH 6,2. Ülemises parempoolses nurgas taustatud paberil pH 5,6, litograafia paberil pH 5,8. Peale konserveerimist sain pH tulemusteks ülemises vasakpoolses nurgas litograafia paberil pH 5,4, taustatud paberil pH 5,6, ning ülemises parempoolses nurgas litograafia paberil pH 6,6, taustatud paberil pH 7,6.
5. **Märktöötlus** - teost katvate voolujoonte eemaldamiseks oli vajalik teostada märktöötlus. Märktöötlus toimus ühepoolse *sympatexi* peal ja kasutati kahte 4% agar-agar ja agarooši 1:1 geeli mõõtudega 40x26,5 cm. Kokku hoiti geeli teosel 2 korral: 3 h ja 3 h. Protseduur sai teostatud *sympatexil*, et kindlustada teose ühtlane niiskumine, kuna mugavuse eesmärgil kasutati ühe suure geeli asemel kahte väiksemat geeli. Ühtlane niiskumine väldib teosele voolujoonte tekkimist, mis võib kaasneda töödeldava pinna katmisel mitme geeli tükiga. Peale töötlust asetati töö viltide vahele kuivama paarikiloste raskuste alla, hiljem vahetati vildid filterpaberite vastu.
6. **Parandused** - Teose servades asetsenud üksikud rebendid said parandatud nisutärklise liimi ja loorpaberiga (4 g/cm²), mille järgselt asetati teos *hollytexide* ja filterpaberite vahel paarikiloste raskuse alla kuivama.
7. **Uute ümbriste valmistamine** - uued ümbrised valmistati arhiivipüsivast 120 g/ m² alfatselluloosi kartongist (Hahnemühle, DIN-Norm 6738).

Kasutatud materjalid:

retsept/ materjali nimetus:	materjali kulu:
Agar-agar	21,2 g
Agarose	21,2 g
Deioniseeritud vesi	1060 ml
Nisutärklise kliister (Hea Maja Pood)	u 5 g
Loorpaber (5g/m ²)	5x5 cm ²
Arhiivipüsiv alfatselluloos kartong 220g / m ² (Hahnemühle)	111x71 cm ²

Kasutatud töövahendid:

Mikrofiibrilapp, tahmakumm Wishab Sponge (Preservation Equipment Ltd.), tolmu pintsel, silur, pintsetid, liimipitsel, kile, *sympatex*, *hollytex* (Preservation Equipment Ltd.), filterpaber (Maksing), vildid (“Tuul ja Kodu”), raskused, pressimisplaadid, pH meeter (Metler Toledo SevenCompact), mikrolaineahi, mööduklaasid, segamispulk.

TÄIENDAV DOKUMENTATSIOON JA LISAD

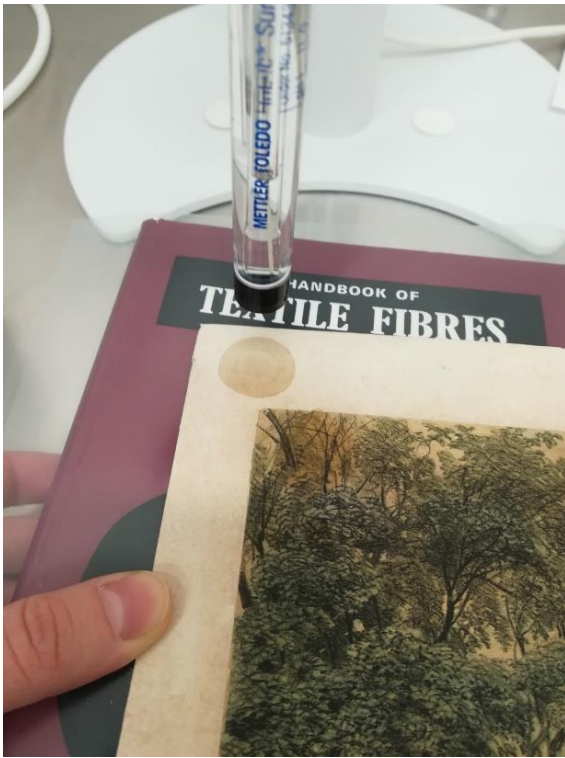
Foto 1 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” recto pool enne konserveerimist
Foto: Berta Vossman, ERM



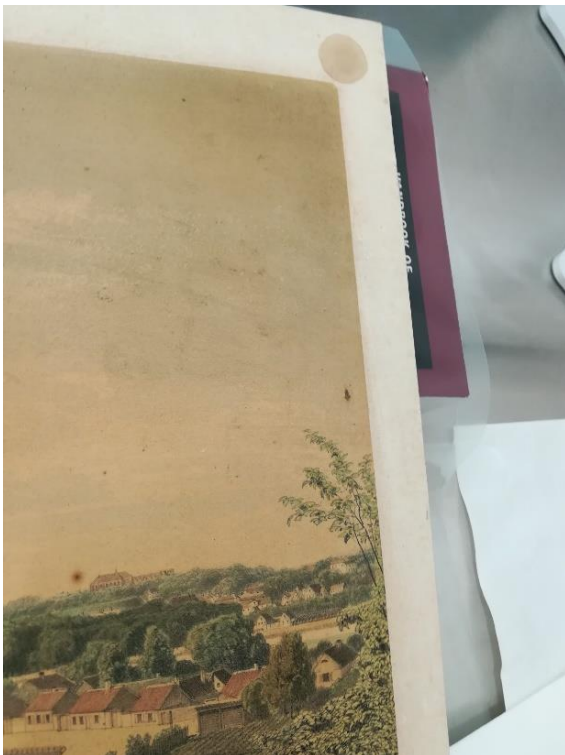
Foto 2 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” verso pool enne konserveerimist
Foto: Berta Vossman, ERM



Foto 3 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” pH mõõtmine
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu



*Foto 3 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” pH mõõtmine
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu.*



*Foto 5 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” pH mõõtmine
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu*



Foto 6 "Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt" pH mõõtmine
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu



Foto 7 "Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt" sympatexil
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu



Foto 8 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” peale esimest geelidega puhastust
Foto: Kristiina Moosel, Kristiina Mooseli erakogu



Foto 8 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” pärast konserveerimist
Foto: Arp Karm, ERM



Foto 8 “Vaade Tartule Meltsitiigi kohalt” peale esimest geelidega puhastust
Foto: Arp Karm, ERM

Peatükis LISA 4 on välja toodud proovitöödena kasutatud graafikad ERM-i asukoha märgiste järgi ja nende all töö “enne” ja “pärast” fotod. Fotod on tehtud konserveerimistööde ajal konservaatori Kristiina Moosel poolt.

- **K1869-3**



- **K1173**



- **K1958**



- **K2259**



- **K2288**

