

Kõrgem Kunstikool Pallas

Maaliosakond

**Lõuendmaalide „Naise pea“ ja „Poisipea“
dokumenteering ja konserveering**

Bakalaureusetöö

Hele-Riin Juhkama

Juhendajad: Nele Ambos, MA

Professor Kurmo Kõnsa, PhD

Tartu 2025

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1. TEOSTE SEISUND ENNE KONSERVEERIMIST	6
1.1 Maal „Naise pea“	6
1.2 Maal „Poisipea“	13
2. UURINGUD.....	17
2.1 Pinnauuringud ning fotodokumentatsioon.....	18
2.1.1 Mikroskoopiline vaatlus.....	19
2.1.2 Külgvalgusfotograafia.....	22
2.1.3 Tagantvalgusfotograafia	25
2.1.4 Ultraviolettfotograafia.....	27
2.1.5 Infrapunafotograafia.....	30
2.1.6 Multispektraalfotograafia	31
2.1.7 Valevärvifotograafia	33
2.1.8 Fotogramm-meetria.....	35
2.1.9 Laserskaneerimine.....	43
2.2 Materjaliuuringud	44
2.2.1 Lõuendianalüüs	44
2.2.1.1 Lõuendi struktuur	46
2.2.1.2 Kiu tüübi määramine	49
2.2.2. Krundi- ja värviuuringud.....	53
2.2.2.1 Kraklee	54
2.2.2.2 Ristlõike uuringud	58
2.2.2.3 Reaktiivid	59

2.2.2.4 Pigmentiuuringud SEM-EDS'iga	62
2.2.2.5 Sideaine uuringud ATR-FT-IR spektromeetrilisel meetodil	64
3. UURINGUTE KOKKUVÕTE.....	67
4. KONSERVEERIMINE.....	71
KOKKUVÕTE	76
SUMMARY	78
KASUTATUD KIRJANDUS	80
LISAD.....	84
Lisa 1. Proovitükkide asukohad.....	84
Lisa 2. SEM-EDS spektrid.....	86
Lisa 3. ATR-FT-IR spektrid.....	91
Lisa 4. Maali „Naise pea“ konserveerimispass	93
Lisa 5. Maali „Poisipea“ konserveerimispass	123

SISSEJUHATUS

Kultuuripärandil on oluline roll meie ajaloolise mälu säilitamisel ning identiteedi kujundamisel. Iga kunstiteos, olgu see maal, skulptuur või arhitektuurielement, kannab endas ajastule omaseid materjale, tehnikaid, lisaks sümbolistlikke, ajaloolisi, esteetilisi jt väärtusi, olles ammendamatu infoallikas. Materjalide vananemine ning seeläbi muutumine on orgaaniline ajaline protsess, mistõttu on objektide järgnevatele põlvetele pärandamiseks oluline aeglustada vananemist. Selleks, et teost saaks säilitada, konserveerida või restaureerida, tuleb esmalt hinnata teose hetkelist seisundit ehk objekt dokumenteerida. Dokumenteerimine salvestab teose tehnilise seisukorra ning konserveerimise käigu koos kasutatud materjalidega.

Kultuuripärandi dokumenteerimisel on oluline valida meetodid vastavalt objekti omadustele ja dokumenteerimise eesmärkidele. Samuti on oluline, et saadud tulemused oleksid korratavad. Dokumenteerimine on jätkuv protsess, mille käigus kogutav teave aitab kaasa kultuuripärandi kui terviku säilitamisele. Nii on ka käesoleva töö eesmärgiks anda panus dokumenteerimise võimalustesse, pakkudes süsteemseid meetodeid kahe konkreetse maali näitel.

Maalide „Poisid pea“ ja „Naise pea“ uuringute eesmärk oli kasutada erinevaid dokumenteerimismeetodeid, et saada ülevaade teose loomiseks kasutatud materjalidest, kunstniku käekirjast ning toetada edasist konserveerimisprotsessi. Töös oli suunitluseks eelistada kergemini kättesaadavaid ning vähem invasiivseid meetodeid. Dokumenteerimisprotsessis kasutasin mitmeid mittedestruktiivseid pinnauuringute meetodeid, sealjuures keskendusin peamiselt erinevatele pildindusmeetoditele ning mikroskoopilisele vaatlusele. Mikroskoopiline vaatlus toimus nii nähtava, UV- kui infrapunavalguse käes. Multispektraalfotograafias keskendusin ultraviolet- ja infrapunafotograafiale, et uurida varjatud kihtide ja hilisemate muudatuste olemasolu ning materjalide kasutust. Erinevatest pildindusmeetoditest kasutasin veel nähtava, kül- ja tagantvalguse fotograafiat, väreärvvifotograafiat, fotogramm-meetriat ning 3D laserskaneerimist, mis andsid detailse ülevaate pinnatekstuuridest ja kahjustustest. Materjalide uurimiseks viisin läbi lõuendi ning värvikihi stratigraafilise analüüsi, mille käigus võtsin teosest vajalikke proove destruktiiivselt. Sideaine määramiseks sooritasin ristlõigetega värviteste, mille tulemusi hiljem kontrollisin

ATR-FT-IR spektroskoopia meetodil. Valevärvifotograafia tulemuste kontrollimiseks ning täiendava teabe saamiseks analüüsisin proove ka SEM-EDS'iga. Töö lõpeb maalide konserveerimisega, toetudes uuringutest saadud informatsioonile.

Lõputöö keskmes olevate maalide „Poisi pea“ ja „Naise pea“ autorluse ning loomisaja kohta usaldusväärsed andmed puuduvad, mistõttu nende taustalugu ei ole hetkel võimalik üheselt kindlaks teha. Kuigi teosed kuuluvad Tartu Kunstimuuseumi kogusse, on nende autorlus ja loomise aeg täpsete andmete puudumise tõttu ebaselge. Lõputöö esimeses peatükis on lühidalt käsitletud päritolu tuvastamise katseid, ent töö põhifookus on suunatud teoste kui materiaalse kultuuripärandi objektide tehnilisele dokumenteerimisele ja konserveerimisele. Süsteemne dokumenteerimisprotsess loob aluse ka edasiseks uurimiseks, mis võib tulevikus aidata kaasa teoste autorluse ja loomisperioodi täpsemale määratlemisele.

Sügava tänu avaldan oma juhendajatele Nele Ambosele ja Kurmo Konsale asjatundliku juhendamise ja toetuse eest töö valmimise protsessis. Eriline tänu kuulub Meeli-Heli Lepnale suure abi eest fotogramm-meetria läbiviimisel, samuti Signe Vahurile aja panustamise eest ATR-FT-IR analüüside teostamisel ja tulemuste tõlgendamisel ning Tartu Ülikooli geoloogia osakonnale võimaluse eest kasutada SEM-EDS'i. Tänan Rasmus Kristofer Randlat valevärvifotograafia teostamise ja Mari-Triin Kirsi kiuproovide eest, lisaks Kai Samarüütlit ja Natalja Gordejevat koostöö eest multispektraalfotograafia katsetamisel. Suur tänu läheb ka Tartu Kunstimuuseumile võimaluse eest maale uurida ja konserveerida ning Ago Teedemale abistamise eest tööde monteerimisel ümbrisraami. Lisaks olen tänulik Kadri Asmerile arutelu eest maali tekkeloo teemal.

1. TEOSTE SEISUND ENNE KONSERVEERIMIST

Lõputöö raames uurisin kahte maali:

1. „Naise pea“ – Rudolf Moeller (oletatavasti)
2. „Poi si pea“ – autor teadmata

1.1 Maal „Naise pea“

Maalil (Foto 1.1; Foto 1.2) suurusena 43,6 × 35,9 cm on kujutatud sulgedega kiivris noore naise portreed monokroomsel taustal, pea on (keha otse või isegi veidi vasakule) $\frac{3}{4}$ pöördes paremale. Maalil kujutatud helepruunilate lokkis juustega naine kannab tumesinist uuringukokkiivrit, mis on kaunistatud valgete sulgedega. Keha ehib tumesinine avara dekolteega rinnarüü, mille alt paistab valge särk. Turvise ning peakatte põhjal võib spekuloida, et maalil on kujutatud Vana-Kreeka sõja- ja tarkusejumalannat Pallas Athenat. Maali visuaalse vaatluse põhjal näib, et varasemaid konserveerimistööd sooritatud ei ole. Võttes arvesse esinevaid kahjustusi, loen museaalide seisundi hindamise mudeli järgi maali üldseisundi halvaks (Foto 1.3; Foto 1.4).¹

Teose on Tartu Kunstimuuseumi deposiitkogusse andnud V. Tassa² 10. aprillil 1973. aastal.³ Tartu Kunstimuuseumi põhikogusse on maal üle antud 29. detsembril 1999.⁴ Maali autorlus on nii tulmeraamatus kui kunstikogu juurdekasvu aktides omistatud Rudolf Moellerile, kuid teose valmimisaasta pole teada.⁵ Kuna kõnealune autor pole laiemalt tuntud ja täpne dateering puudub, on keeruline kindlaks teha, missugune Rudolf Moeller võiks olla maali autor.⁶ Visuaalne analüüs viitab, et teos võiks pärineda 19. sajandi lõpust või 20. sajandi algusest, kuid

¹ Konsa, K. (2024). Museaalide seisundi hindamise mudel. Muinsuskaitseamet.

² Tegemist on tõenäoliselt Vanda Tassaga (1891–1986) – kunstnik Aleksander Tassa (1882–1955) abikaasa.

³ Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971– 05.11.1974.

⁴ Tulmeraamat VIII; Kunstikogu juurdekasvu aktid 1999.

⁵ Samas.

⁶ Kõige tuntum nimekaim on 20. sajandi esimese poole saksa kunstnik Rudolf Moeller (1881–1967). R. Moeller õppis aastatel 1905–1907 Berliini Kuninglikus Kunstikoolis ning kuulus aastatel 1919–1931 avangardistlikku kunstirühmitusse November. Tema loominguline tegevus oli takistatud natsionaalsotsialistliku režiimi poolt. Tema aktiivne tegutsemisaeg on tõenäoliselt liiga hiline, et seda siduda maali „Naise pea“ valmimisajaga. Lisaks ei ühti tema teadaolev maalilaad kõnealuse teose stiiliga. URL (02.05.25) <https://nahumgallery.com/en-eu/collections/rudolf-moeller>.

seda ei õnnestunud kinnitada. Samas on teost deponeerides autoriks aga märgitud hoopis Reinhold (Wilhelm) von Möller, millele hiljem on alla lisatud ka võimalik autorluse kuuluvus Otto (Friedrich Theodor) von Möllerile.⁷ Nii Reinhold von Möller (1847 Sõmerpalu mõis Võrumaal – 1918 Tartu) kui Otto von Möller (1812 Kroonlinn – 1874 Peterburi) on Eestis laiemalt tuntud baltisaksa päritolu maalikunstnikud, kelle tegutsemisaastad ühtivad maali võimaliku valmimisajaga.⁸ Võttes arvesse kunstnike tegutsemisaastaid, -piirkonda ning maalilaadi, võib arvata, et autoriks on suurema tõenäosusega Otto või Reinhold von Möller. Reinhold von Mölleri kasuks räägib fakt, et ta on tugevalt seotud Tartuga. Aastatel 1867–1870 õppis ta Tartu Ülikoolis zooloogiat, kuid jätkas oma õpinguid juba Müncheni kunstiakadeemias. Pärast arvukaid reise Lääne-Euroopas, Lähis-Idas ja Põhja-Aafrikas, suundus ta 1892. aastal tagasi Tartusse, millest alates panustas aktiivselt siinsesse kunstiellu.⁹ Kuigi tema loomingust on kättesaadav vaid väike osa, pühendus ta eelkõige maastikumaalidele ning portreesid leiab tema tööde hulgast põgusamalt. Otto von Möller veetis oma nooruspõlve ja elu lõpuperioodi peamiselt Eestis, kuid kunstniku viljakam tegevusperiood möödus eelkõige Peterburis ja Itaalias. Peterburis õppis ta Keiserlikus Kunstiakadeemias ning täiendas end hiljem Itaalias, kus ta puutus kokku mitmete tolle aja silmapaistvate kultuuritegelastega, sealhulgas vene kirjaniku Nikolai Gogoliga.¹⁰ Just Gogolist 1840. aastatel loodud portreede kaudu saavutas Otto von Möller suurima tuntuse.¹¹ Oma elu lõpuperioodil naasis ta kodumaale, veetes suved Saaremaal tema perekonnale kuuluv Kaali mõisas. Kunstniku töid on säilinud hulgaliselt, millest suure osa moodustavad ka portreed.¹² Portreede hulgast ning käekirja sarnasusest tulenevalt võiks olla loogilisem maali „Naise pea“ kuuluvus just Otto von Möllerile, kuid tema maalitehnika näib

⁷ Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971– 05.11.1974.

⁸ Laane, M. (2013). Andekuse geen baltisaksa ja eesti suguvõsades. Tallinn: Varrak. lk 34.

⁹ Ruusmaa, A. (2017. 22. aprill). Maalikunstnik Reinhold von Möller 170. – Võrumaa Teataja, nr 46, lk 4, URL (03.05.25) <https://dea.digar.ee/?a=d&d=vorumaateataja20170422.2.8.2&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA----->.

¹⁰ Pant, G. (1986. 6. detsember). Naeratavast Gogolist, selle autorist ja Saaremaast. – Kommunismiehitaja : EKP Kingissepa Rajoonikomitee ja Kingissepa Rajooni Rahvasaadikute Nõukogu häälekandja, nr. 144, lk 3, URL (25.05.25) <https://dea.digar.ee/?a=d&d=kommunismiehitaja19861206&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA----->.

¹¹ Markina, L. (2012). An Artist with Wonderful Talent and Comfortable Means... – *Tretyakov Gallery Magazine*, No. 4, URL (25.05.25) <https://www.tretykovgallerymagazine.com/articles/4-2012-37/artist-wonderful-talent-and-comfortable-means>.

¹² Pant, G. (1986. 6. detsember). lk 3.

olevat kõrgemal tasemel, kui kõnealuse maali puhul. Kuigi spekulatsioonid võivad üht ja teistpidi, jääb maali autori otsing kindla tulemuseta.

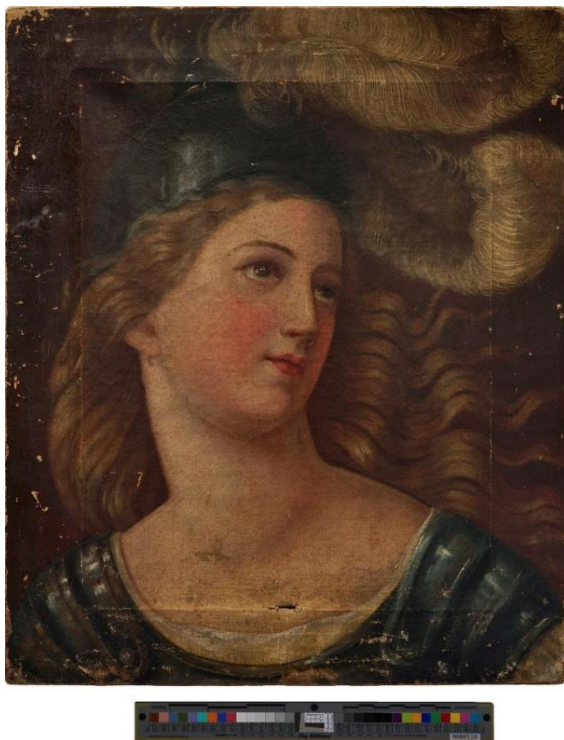


Foto 1.1. Maali „Naise pea“ esikülg.



Foto 1.2. Maali „Naise pea“ tagakülg.

Alusraam ja kinnitus

Maal on sepanaelte abil pingutatud algupärasele puidust kiilalusraamile. Sepanaelad asuvad teineteisest keskmiselt 4,2 cm kaugusel. Alusraam on kergelt kõverdunud ning puidul on näha mehaanilisi vigastusi ning putukate ekskrementide jälgi. Alusraami tagakülje alumisele osale on musta markeriga märgitud Tartu Kunstimuuseumi kogunumber¹³ „TKM 3596 M“ ning kinnitatud valge silt Tartu Kunstimuuseumi ajutiselt hoiulevõtmise märgiga „TKM aj. 61/4-73“.¹⁴ Alusraami tagakülje ülemisele osale on kirjutatud punasega (kriidiga?) „10“ ning hariliku pliiatsiga Tartu Kunstimuuseumi tulmeraamatu number „TR 15968“.¹⁵ Õhukese alusraami (1,5 × 4,9 cm)

¹³ Tähistab teose arvelevõtmise järjekorranumbrit muuseumi maalikogus.

¹⁴ Tähistab teose akti- ja järjekorra numbrit ning aastat.

¹⁵ Tähistab teose järjekorranumbrit muuseumi kollektsioonis.

välisservades puuduvad lõuendit õhus hoidvad äärekõrgendused, millest tulenevalt on alusraami sisekülgede ääred põhjustanud lõuendi ja maalikihi kahjustumise. Esiküljel on selgelt näha maalikihti murdnud alusraami sisekülje jälg. Alusraami sisenurkades on kiilude alla kogunenud mustus ning ämblikuvõrgud. Alusraami tagakülje ülemiste nurkade juures on hilisemalt kinnitatud kruvidega 2 metallplaati, mille positsioneerimiseks on harilikuga märgitud jooned. Tegemist on statsionaarsete kinnitustega, mis on lisatud Tartu Kunstimuseumi poolt, et teost oleks võimalik riputada. Maalil puudub ümbrisraam.

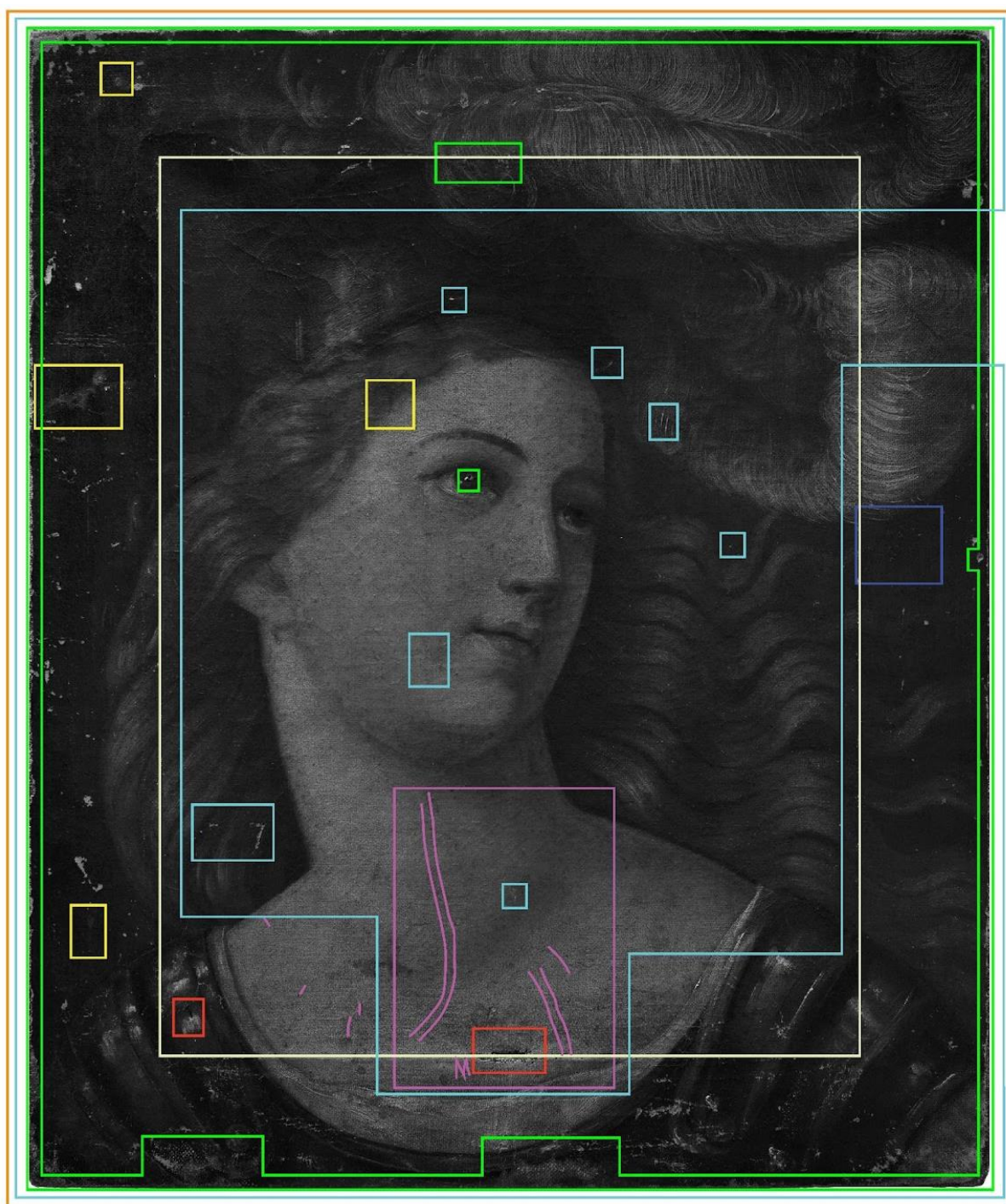
Lõuend

Alusraamile on algupäraste naeltega pingutatud tihe ja peenekoeline ühes tükis lõuend. Maalialuse lõngade paksus nii koe- kui lõimesuunal on varieeruv. Maali alumises osas esineb kaks väiksemat lõuendi rebendit, millest suurem ($0,4 \times 2$ cm) on horisontaalne ning väiksem ($0,5 \times 0,1$ cm) vertikaalne. Horisontaalne rebend asub alusraami sisekülje alumisel joone kohal. Väiksem vertikaalne rebend paikneb keskjoonest vasakul, alusraami sisekülje joonest seespool naise rüül. Maali tagakülg on toppideta, kuid väga määrdunud. Lisaks tugevale settinud mustusele leiduvad varieeruva suurusega plekid ja oreoolid. Lõuendi alumises ja ülemises servas alusraami sisekülgede juures on näha voolujooni, mis on tõenäoliselt tekkinud niiskuse imbumisel mööda lõuendit. See võib viidata mustuse liikumisele alusraamilt.

Krundi- ja värvikiht

Lõuend on kaetud väga õhukese krundi- ja maalikihiga, mistõttu on nähtav ka lõuendi tekstuur. Krundi- ja värvikiht on stabiilne ning on üldjoones lõuendiga hästi seotud. Maalipind on väga määrdunud, sh esineb ebamääraseid tuhmunud laike. Teose paremal serval on näha putukate ekskrementide, vasakul pool aga valkjat hämu. Näo-, kaela- ja õlapiirkonnas on märgata ümmargusi pruune laike. Maalipinnal esineb mehaanilisi vigastusi (st kriimustusi eelkõige figuuri kaela ja dekoltee osas), eri suurusega värvi- ning krundikadusid. Kõige rohkem kahjustusi paikneb maali äärtes, eriti maali alumises osas. Enamike värvikadude näol on tõenäoliselt tegemist mehaaniliste vigastustega, kuna värvi ja krundi vaheline nakkuvus on hea. Kaelal ning dekolteel ilmnevad kriimustused paistavad olevat tekkinud ajal, mil värvikiht oli veel märg – süvendisse on valgunud värvi. Alusraami äärekõrgenduse puudumise tõttu on

aja jooksul tekkinud maalile alusraami sisekülje jooned, mis on samuti põhjustanud lõuendi rebenemise ning värvi- ja krundikadusid. Kogu teost katab krakleevõrgustik, mis on kõige ulatuslikum maali keskosas, kuid esineb ka äärealadel (Vt Kraklee). Vaatluse põhjal näib, et teosel tõenäoliselt puudub kaitsev lakikiht (Vt Uuringud).



- | | | | |
|--|---|--|--|
| Tuhmunud laik | Kraklee | Krundi- ja värvikadu | Kriimud |
| Lõuendirebend | Ekskrementid | Värvikadu | Murdejoon |

Foto 1.3. Maali “Naise pea” esikülje kahjustuste kaart. Väiksemaid värvikadusid leidub lisaks ka maali keskosas. Kriimudest on välja toodud suuremad, väiksemaid kriime leidub lisaks veel lilla kastiga märgitud alas.

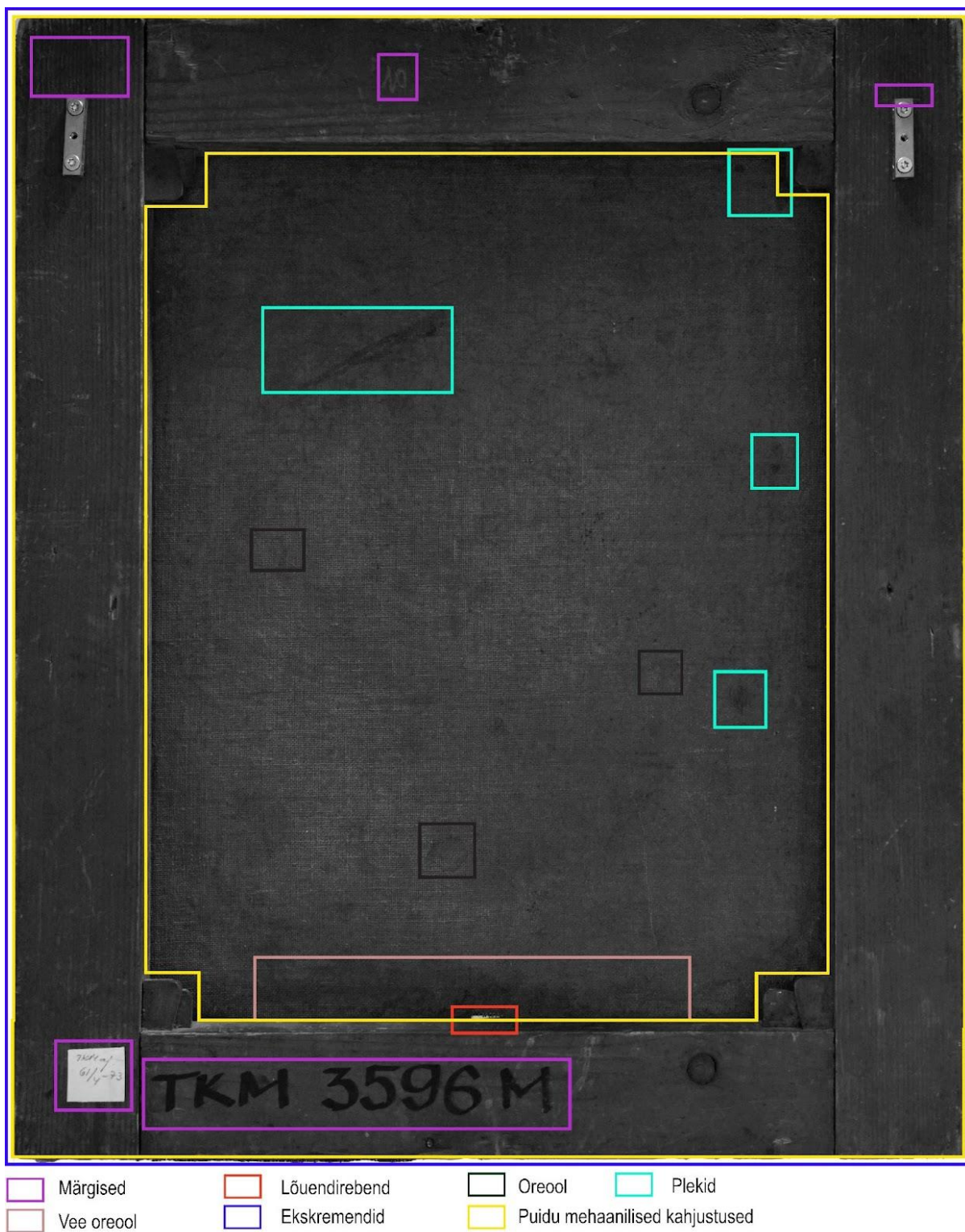


Foto 1.4. Maali “Naise pea” tagakülje kahjustuste kaart. Märgitud on suuremad plekid ning oreoolid, millele lisanduvad ka väiksemad plekid ning üldine tugev mustus.

1.2 Maal „Poisi pea“

Maalil (Foto 1.5; Foto 1.6) suurusega 45,5 × 32,3 cm on kujutatud noore poisi rindportreed monokroomsel taustal, pea ¼ pöördes vasakule (keha pööratud paremale). Teos on maalitud tumedas rohekas-hallikas koloriidis. Maalil kujutatud poiss on riietatud halli kuube, mille alt paistab punakas-pruun pluus. Poisi tumedate silmade pilk on suunatud kaugusesse. Maali ühtlane taust ning range poos tekitavad staatilise mulje. Visuaalsed märgid varasemast konserveerimistöödest puuduvad. Museaalide seisundi hindamise juhendi järgi on objektil esinevate kahjustuse põhjal selle üldseisund halb (Foto 1.7; Foto 1.8).¹⁶

Teos on Tartu Kunstimuuseumile üle antud 22. juulil 1968. aastal.¹⁷ Maali annetas toonasele Tartu Riiklikule Kunstimuuseumile Olga Tehver.¹⁸ Lõuendile maalitud õlimaali veered on ära lõigatud, teos on ilma alus- ja ümbrisraamita ning selle autor on tuvastamata. Kunstniku nime ei ole kirjas tulmeraamatus ega maalil, sh puudub signatuur.

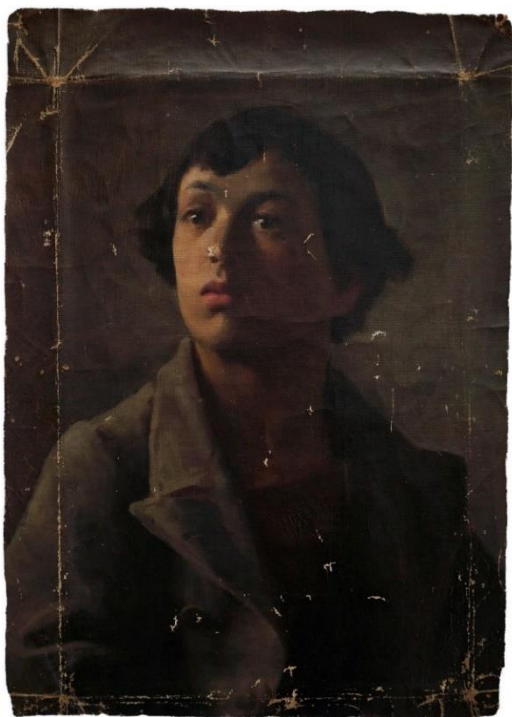


Foto 1.5. Maali „Poisi pea“ esikülg.



Foto 1.6. Maali „Poisi pea“ tagakülg.

¹⁶ Kõnsa, K. (2024). Museaalide seisundi hindamise mudel. Muinsuskaitseamet.

¹⁷ Tulmeraamat IV.

¹⁸ Põhikogu juurdekasvu aktid 1969.

Lõuend

Lõuend on ühtlase, kuid hõreda koega ning ühes tükis. Maali tagakülg on laineline, topiline ja kergelt määrdunud. Eelkõige lõuendi ülemises paremas nurgas esineb eri suuruses pruune plekke. Üle pinna on märgata putukate ekskrementide. Samuti on näha lõuendi pingutamise (enne maalimist) tingitud horisontaallõngade lainetust. Lõuendi äärtes osas esineb rohkelt väikseid auke, millest võib järeldada, et töö on olnud väiksema alusraami peal. Kuna kõik augud ei paikne eeldatavale varasemale alusraamile loogiliselt, võivad mõned neist olla tekkinud ka mehaanilise vigastuse teel. Teose ääred on teadmata põhjustel lõigatud ning autori või varasema omaniku poolt ära keeratud. Üleval vasemas nurgas on valgel sildil hariliku pliiatsiga märgitud Tartu Kunstimuuseumi tulmeraamatu etikett „TR 8052“. Ülemise poole keskmises osas on numbriline märge „8“ ning alumises osas grafiidiga (?) kirjutatud Tartu Kunstimuuseumi kogunumber „TKM 1418 M“. Lisaks on alumises vasakus nurgas märgata valgega tehtud tähis, mille sisu ei olnud võimalik tuvastada.

Krundi- ja värvikiht

Lõuendit katab väga õhuke krundi- ja värvikiht, mis on üldiselt lõuendiga hästi seotud. Õhukestest kihtidest tingituna kumab läbi ka lõuendi tekstuur – eriti tausta ning näo piirkonnas. Maalipind on kergelt määrdunud. Maalil esineb nii värvi- kui krundikadusid ning krakleed. Värvikadusid on märgata nii maali äärtes kui keskosas. Kõige ulatuslikumad krundi- ja värvikaod esinevad voltimisjoontel ning nurkades, sest töö on olnud pingutatud väiksemale alusraamile. Krakleevõrgustik ulatub üle kogu maali pinna. Märgata on horisontaalset krakleed eriti just kaela ja lõuapiirkonnas (Vt Kraklee). Värvikihi peale on lakk kantud vaba käega, mistõttu lakikihi paksus on varieeruv (Vt Uuringud).

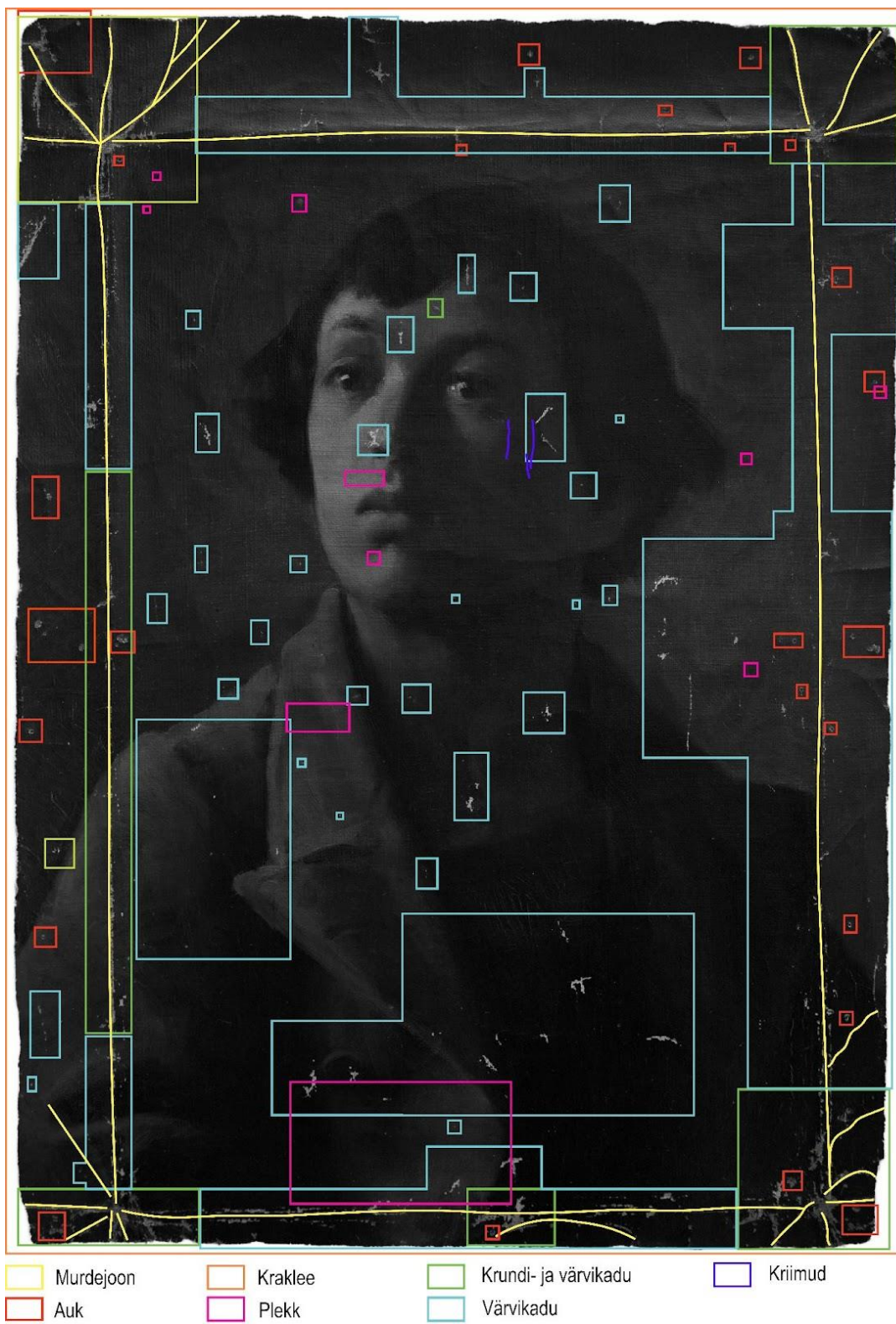


Foto 1.7. Maali "Poisipea" esikülje kahjustuste kaart.

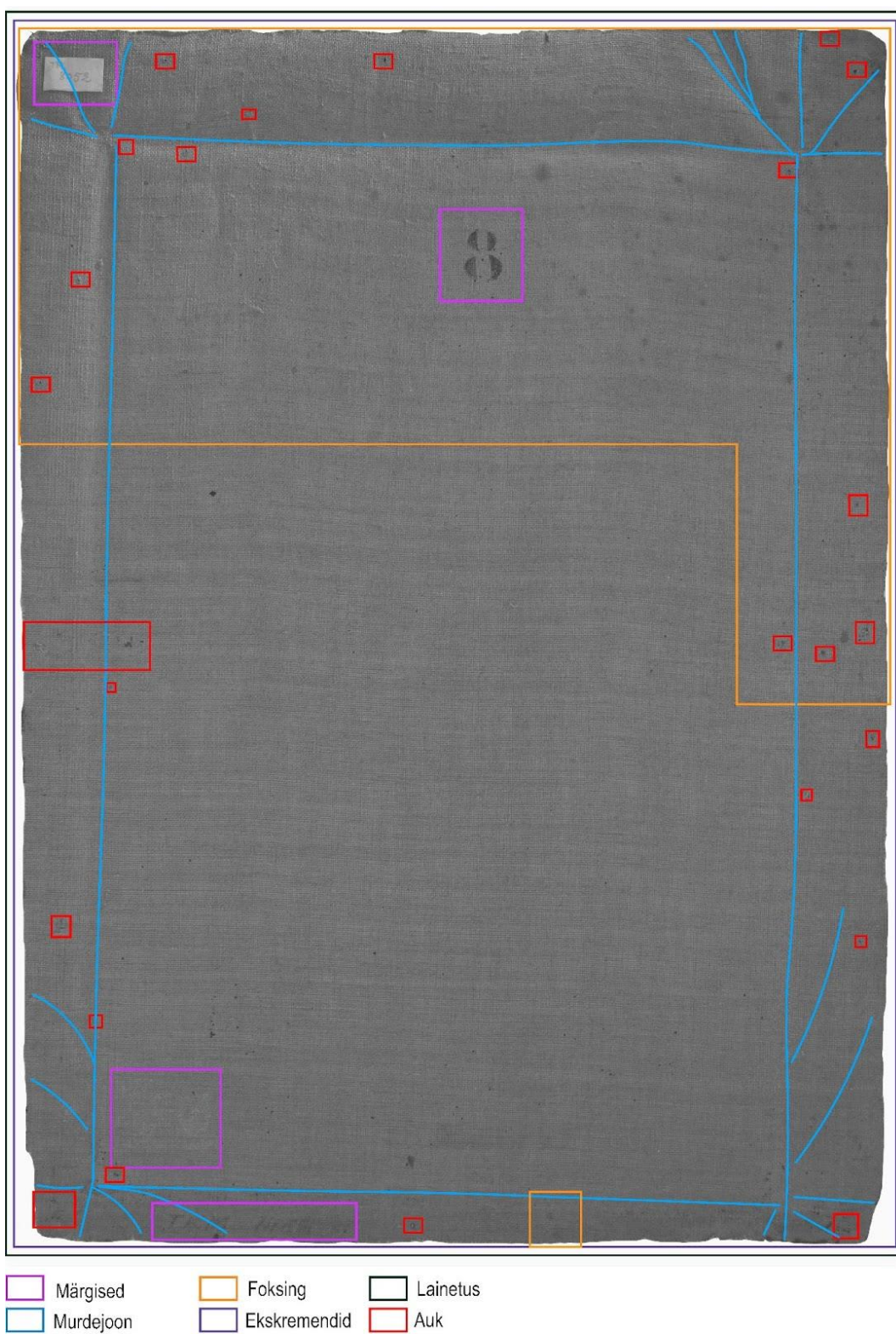


Foto 1.8. Maali "Põisi pea" tagakülje kahjustuste kaart.

2. UURINGUD

Teoste materjalide ajaloo uurimine on distsipliin, mida nimetatakse tehniliseks kunstiajalooks. See suhteliselt noor uurimisvaldkond hõlmab kunstiajaloolasi, konservaatoreid ja teadlasi, ulatudes ka teiste teadusharudeni.¹⁹ Alates 19. sajandist on kasvanud huvi kunstnike maalitehnika vastu.²⁰ 1930ndatel tõi teaduslike uurimismeetodite areng kaasa uusi analüütilisi vahendeid, mille abil hinnata kunstiteose materjalide koostist ja lagunemisprotsesse, viies uute konserveerimismeetoditeni. Infotehnoloogia areng on toonud kaasa pildinduse ja instrumentaaluuringute laialdasema kasutamise, võimaldades dokumenteerida erinevaid objekte, materjale ning nende seisukorda. Selline areng aitab konservaatritel täpsemalt hinnata kunstiteose hetkeseisundit, võttes arvesse objekti ajalugu, materjalide vananemist, kasutatud tehnikaid ning varasemaid konserveerimistöid.²¹

Uuringutes eelistasin eelkõige meetodeid, mis ei hõlma keerulisi keemilise analüüsi, eesmärgiga teada saada, kui ulatuslikku teavet on võimalik koguda levinumate ja kättesaadavamate vahenditega. Oluline oli jäädvustada maalide visuaalne seisukord ja teostamiseks kasutatud materjalid, luues seeläbi ka põhjalik kaardistus erinevatest kahjustustest ning pakkudes väärtuslikku teavet edasisteks konserveerimistegevusteks. Maalide dokumenteerimiseks kasutasin järgmisi meetodeid: mikro- ja makroskoopiline vaatlus nähtavas (sh kül- ja tagantvalgus), infrapuna- ning ultravioletvalguses, multispektraalfotograafia ultraviolet- ja infrapunavalguses, valemärvifotograafia, lõuendianalüüs, fotogramm-meetria, laser-skaneerimine ning maalikihtide ristlõike- ja histokeemiline analüüs. Valemärvifotograafia ja värvitestide tulemuste kontrollimiseks analüüsisin proove ka skaneeriva elektronmikroskoobiga koos energiadiispersiivse spektromeetriga (*SEM-EDS*) ning ATR-FT-IR spektroskoopia abil.

¹⁹ Hermens, E. (2012). Technical art history: the synergy of art, conservation and science. In: *Art History and Visual Studies in Europe: Transnational Discourses and National Frameworks*. Locher, T. et al. Leiden: Brill. p 151.

²⁰ MacBeth, R. (2012). The Technical examination and documentation of easel paintings. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. (2012). London: Routledge. p. 291.

²¹ Hermens, E. (2012). p 151.

2.1 Pinnauuringud ning fotodokumentatsioon

Fotograafiline dokumenteerimine võeti konserveerimises esmakordselt kasutusele 19. sajandi keskpaigas, kindla koha omandas see aga 20. sajandi keskpaigaks. See tulenes fotograafiatehnika ja filmi töötlemise lihtsustumise arengust.²² Fotodokumentatsioon on üks põhilisi maali tehnilise uurimise viise, millest on arenenud välja ka teised pildindamise tehnikad.²³ Lisaks tava-, lähi-, makro- ning mikrovaatele hõlmab fotodokumentatsioon ka teistel lainepikkustel tehtud fotosid: ultraviolet, infrapuna ning röntgen.²⁴ Nimetatud meetodid võimaldavad uurida erinevaid maalikihi tasandeid maalikiht destruktiivselt proove võtmata.²⁵ Kui UV-kiirgusel põhinev pildistamine annab eelkõige infot pinnakihtide kohta, võimaldavad infrapunafotograafia ja röntgenkiirgusel põhinevad tehnikad uurida ka maali süvakihte.

Kuigi maali peetakse tihti kahemõõtmeliseks objektiks, on füüsilisel kunstiteosel alati ka kolmas mõõde. Samuti mõjutavad ka värvi- ja lakikihid ning kunstniku käekiri maalipinna topograafiat, andes teosele kolmemõõtmelise olemuse. Nendest asjaoludest tulenevalt annab 3D-mudeli loomine terviklikumat ja täiendavat teavet teose maalitehnilise teostuse osas.²⁶ 3D dokumenteerimisel konverteeritakse laser-skaneerimise või fotogramm-meetria käigus füüsiline objekt punktpilveks, millest omakorda luuakse digitaalne 3D-mudel. 3D-dokumenteerimise eelisteks on selle praktilisus ja kättesaadavus, võimaldades objektide terviklikku ning täpses mõõtkavas digiteerimist. Lisaks on võimalik korduvate mõõdistuste käigus lisada dokumentatsioonile ajatelg, märkides muutusi ajas ja keskkonnas.²⁷

²² Nicolaus, K. (1999). *The Restoration of Paintings*. Cologne: Könemann. p 377.

²³ MacBeth, R. (2012). pp. 291-292.

²⁴ Nicolaus, K. (1999). p 377.

²⁵ Kallas, M. & Hiiop, H. (2012). „Simsoni & Deliila“ lugu tehnilise kunstiajaloo aspektist – Rmt: *Eesti Kunstimuuseumi toimetised: Tehniline kunstiajalugu*. Tallinn: Eesti Kunstimuuseum. lk 137.

²⁶ Elkhuisen, W. S. et al (2019). Comparison of Three 3D Scanning Techniques for Paintings, as Applied to Vermeer's „Girl with a Pearl Earring“. Vol. 7, No. 1. p 1.

²⁷ Uueni, A. et al (2016). Loodusteaduste abil maalikihtide vahele. Pildindusmeetodite kasutamine pärandi dokumenteerimise. Rmt: *Rode altar lähivaates*. Hiiop, H. & Kurisoo, M. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. lk 72-73.

2.1.1 Mikroskoopiline vaatlus

Mikroskoopiline analüüs võimaldab saada väärtuslikku informatsiooni maalikihi pinnastruktuuri kohta, sealhulgas pinnakihtides toimunud muutuste (nt määrdumise ja tumenemise) ning kraklee iseloomu kohta (nt paksuse ja sügavuse). Samuti võimaldab see mikrotasandil uurida erinevaid kahjustusi, rebendeid, pintslilööke, värvikihi paksust ja stabiilsust, lõuendi struktuuri, pigmenditerade jaotumist, mustuse tüüpi jne. Mikroskoopiliseks vaatluseks kasutasin portatiivset Dino- Lite 5MP Edge AM7115MZT (koos N3C-O otsikuga) digitaalset mikroskoopi.

Maali „Naise pea“ mikroskoopilised vaatlused paljastasid esmalt maali katva tugeva mustuse ning selle ladestumise nii pintslilöökide kui lõuendi tekstuuri tõttu tekkinud süvenditesse (Foto 2.5). Lisaks üleüldisele mustusele leidis ka putukate ekskrementide ning tuhmunud laiike. Samuti tuleb õhukesest maalikihist tingituna esile lõuendi faktuur. Kuigi teos tundub esmapilgul maalitud sujuva pinnana, võimaldab selle analüüs mikrotasandil paremini mõista kunstniku tegelikku maalitehnikat. Näiteks tuleb esile pintslilöökide struktuur ja nüansid naise nahapinnal. Samuti on võimalik hinnata erinevate pigmenditerade jaotumist värvis – nahapinnal on selgelt eristatav ebaühtlase suurusega valgete, punaste ning tumedate pigmenditerade vahetõrked (Foto 2.5). Mikroskoopiline vaatlus võimaldab saada teavet kraklee erinevate tüüpide ning sügavuse kohta (Vt Kraklee). Kuigi värvikiht on kahjustuste piirkonnas rohkem irdunud, on kihid üldiselt maali küljes tugevalt kinni (Foto 2.1)

Teose taust on maalitud õhukeste kihtidena, mistõttu on nii makro- kui mikroskoopiliselt nähtav lõuendi faktuur (Foto 2.54). Figuur, eriti kuub, on aga edasi antud pastossemate ja mänglevamate pintslitõmmetega. Mikroskoobi abil on võimalik täpsemalt jälgida erinevate kihtide maalitehnikat — näiteks näo varjupoole õhuke värvikiht erineb selgelt nina või silmade piirkonnas kasutatud paksemast maalilahendusest, andes aimu kunstniku pintslitehnikast (Foto 2.6). Delikaatsed pintslitõmbed, nagu ülahuulel kasutatud erkpunane joon, ilmnevad just mikroskoopilisel vaatlusel (Foto 2.3). Kuna kogu maalipinda katab tihe krakleevõrgustik, mis pole palja silmaga terviklikult nähtav, võimaldab mikroskoopiline vaade saada detailsema ja informatiivsema ülevaate (Vt Kraklee). Samuti oli võimalik mikroskoobiga märgata maali pinda katvaid väikseid plekke, mida tavavaatlusel märgata ei olnud (Foto 1.7). Maali kihtidevaheline

adhesioon näib mikroskoopilisel vaatlusel tugev, välja arvatud kahjustuste piirkonnas (Foto 2.2). Samuti on võimalik mikroskoobiga paremini hinnata, kas maalile tekitatud augud on kahjustanud vaid maalikihti või ka lõuendit (Foto 2.4).



Foto 2.1. Lähivaade maali „Naise pea“ lõuendist ning krundi- ja värvikaost.

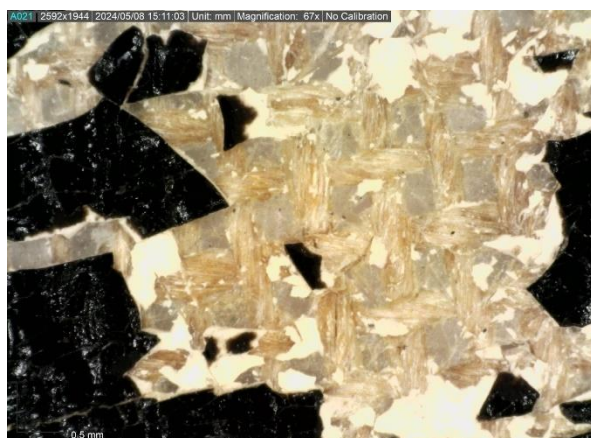


Foto 2.2. Lähivaade maali „Poi si pea“ lõuendist ning krundi- ja värvikaost.



Foto 2.3. Lähivaade maali „Poi si pea“ figuuri ülahuule pintslitõmbest.

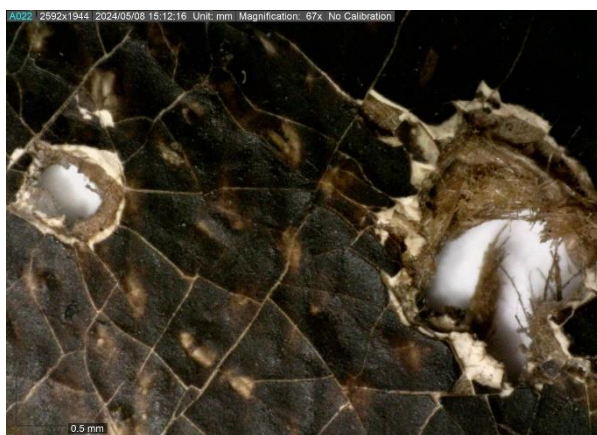


Foto 2.4. Lähivaade maalil „Poi si pea“ leiduvatest aukudest.



Foto 2.5. Lähivaade maali „Naise pea“
figuuri suunurgast. Märgata on pigmenditerade
jaotumist, mustust mustust ning krakleed.



Foto 2.6. Lähivaade maali „Poisipea“ figuuri silma
maalimiseks kasutatud tehnikast.

2.1.2 Külgvalgusfotograafia

Külgvalguse meetodit
(*Tangential/Raking light*)

kasutatakse peamiselt maali
seisukorra ja kunstniku maalitehnika
hindamiseks. Madala nurga alt
langev tugev piiratud valgusvihk
toob esile maalipinna topograafia,
paljastades pinnastruktuuri,
tekstuurid, lõhed, deformatsioonid ja
retušeeringud, mis muidu võivad
jääda märkamatuks (Foto 2.8).

Külgvalguse tehnikat rakendatakse
näiteks mehaaniliste vigastuste,

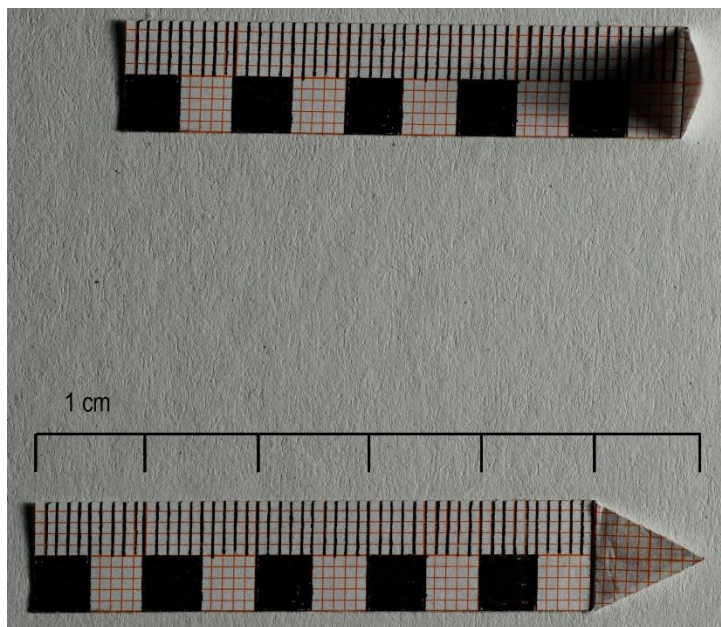


Foto 2.7. Külgvalguse mõõteindikaator.

kraklee, värvi adhesiooni ja maalimisviisi, sh värvi füüsikaliste omaduste (nt paksus, tekstuur) identifitseerimiseks.²⁸ Maalide pildistamisel kasutasin külgvalguse indikaatorit, kus 1 cm kõrguse paberist noole vari langeb 90° nurga all 5 cm pikkusele skaalale (Foto 2.7). Indikaator aitab fotol paremini mõista pildistamise ajal olnud valgustingimusi. Sellest tulenevalt on võimalik ka konserveerimise järgselt taastada sarnased tingimused, et hinnata toimunud muutusi ja konserveerimise mõju teosele.

²⁸ MacBeth, R. (2012). p. 292.



Foto 2.8. Maali „Poisipea“ pildistamine külvalgusega.

Külvalgusfotograafia rakendamine maalile „Naise pea“ rõhutas negatiivsesse vormi vajunud keskmist maaliosa ning tõi tugevamalt esile lõuendi kahjustused, mis olid tingitud maali alusraami äärekõrgenduste puudumisest (Foto 2.10; Foto 2.11). Eriti oluline oli külvalgust kasutades jäädvustada lõuendi rebendite reljeef. Samuti tuli topograafilisemalt esile maali pinnal esinev krakleevõrgustik. Krundi- ja värvikiht on kunstniku poolt peale kantud õhukese kihina, mistõttu



Foto 2.9. Kriimud naise kaelal külvalguses koos mõõteindikaatoriga.

külvalguse kasutamisel värvipinna kõrgusemuutusi oluliselt esile ei tule. Reljeefsemalt on aga näha kiivri sulestiku ning krundi- ja värvikadude sügavust, mille kohaselt saab aimata maalikihtide paksust. Samuti tulevad selgemini esile kriimud naise kaelal (Foto 2.9).

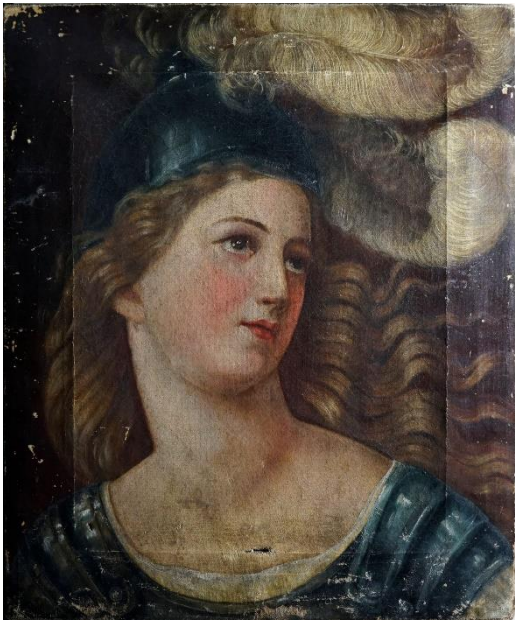


Foto 2.10. Maali „Naise pea“ esikülg külgvalguses.



Foto 2.11. Maali „Naise pea“ tagakülg külgvalguses.

Maali „Poisipähe“ külkvalguses vaadeldes tuli tugevalt esile lõuendi deformatsioonide ulatus ning lõuendi voltimisest tekkinud kahjustused (Foto 2.12; Foto 2.13). Samuti oli paremini näha maalipinnal esinevate kriimude sügavust, eriti kriimude topograafiat vasemalt põsel. Kuigi pintslilööke on maalipinnal näha, on teos siiski maalitud piisavalt õhukese värvikihi, mistõttu meetod värvitopograafia erisusi tugeval määral ei rõhuta. Paremini tulevad esile reljeefsemad pintslilöögid pluusil. Küll aga toob madala nurga alt langev valgus selgesti esile õhukesest maalikihist tingituna nähtavaloleva lõuendi struktuuri. Külkvalgus annab hulganisti lisainformatsiooni, mis esmapilgul võib jääda märkamata. Meetod on eriti kasulik reljeefsema pinnastruktuuriga, eriti *impasto* tehnikas teostatud maalide vaatlemisel, kuna toob nähtavale kunstniku pintslilööke tehnika.



Foto 2.12. Maali „Poisi pea“ esikülg külvalguses.



Foto 2.13. Maali „Poisi pea“ tagakülg külvalguses.

2.1.3 Tagantvalgusfotograafia

Maali tagantvalgusega (*Transmitted light*) vaadeldes saame väärtuslikku teavet teose struktuuriliste erinevuste kohta. Meetod võimaldab hinnata nii maali seisukorda kui ka maalitehnika eripära. Eriti hästi tulevad esile erinevaid kahjustused, sealhulgas rebendid ja krakleevõrgustik, mis on rohkem läbivalgustatud ning paistavad seetõttu heledamana. Samuti aitab tagantvalgus tuvastada varasemaid konserveerimistõid, mis ilmnevad tumedamate ja tihedamate aladena. Lisaks võib see meetod mõnel juhul paljastada alusjooniseid, pakkudes sügavamat arusaama maali loomise protsessist.²⁹

Tagantvalgus ei läbinud maali „Naise pea“ lõuendit selle suure tiheduse tõttu. Esile tulid aga aukude ning rebendite ulatus, mistõttu on võimalik hinnata lõuendi ning maalikihi kahjustusi ning ebaühtlust (Foto 2.14; Foto 2.15). Märkamata ei jää särav valguslaik naise silmas, mis on põhjustatud valguse läbipääsemisest krundi- ja värvikahjustuse tõttu.

²⁹ MacBeth, R. (2012). pp. 293-294.

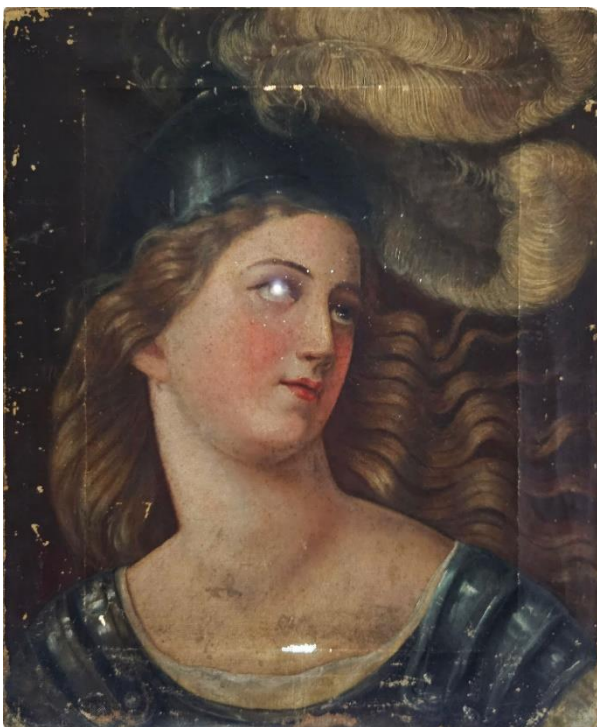


Foto 2.14. Maali „Naise pea“ esikülg tagantvalguses.



Foto 2.15. Maali „Naise pea“ tagakülg tagantvalguses.

Teos „Poisipea“ on maalitud õhukese kihina väikese tihedusega lõuendile. Sellest tulenevalt toob tagantvalgus esile nii erinevad kahjustused kui ka värvikihtide paksuse (Foto 2.17). Eriti hästi joonistub välja krakleemuster ning õhuke maalimistehnika näo, kaela ja tausta aladel (Foto 2.16). Samas on selgelt eristatavad ka piirkonnad, kus värvi on kantud paksemalt. Näiteks on krae piirkonnas selgelt näha tumehallid alad, mis on loodud pastoosete ja tekstuurseste pintslilöökidega. See meetod sobib eriti hästi lõuendite, mille katvusprotsent on madal ja värv kantud õhukeste kihtidena, uurimiseks. Tagantvalgus toob esile erinevad kahjustused, mis võivad palja silmaga märkamatuks jääda, ning aitab paremini mõista krakelüüri mustrit ja värvikihtide pealekandmistehnikat.

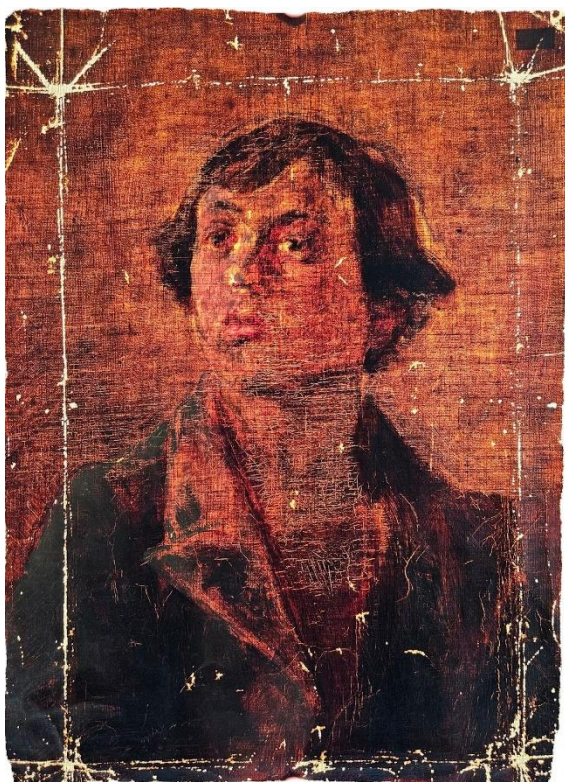


Foto 2.16. Maali „Poisipea“ esikülj tagantvalguses.

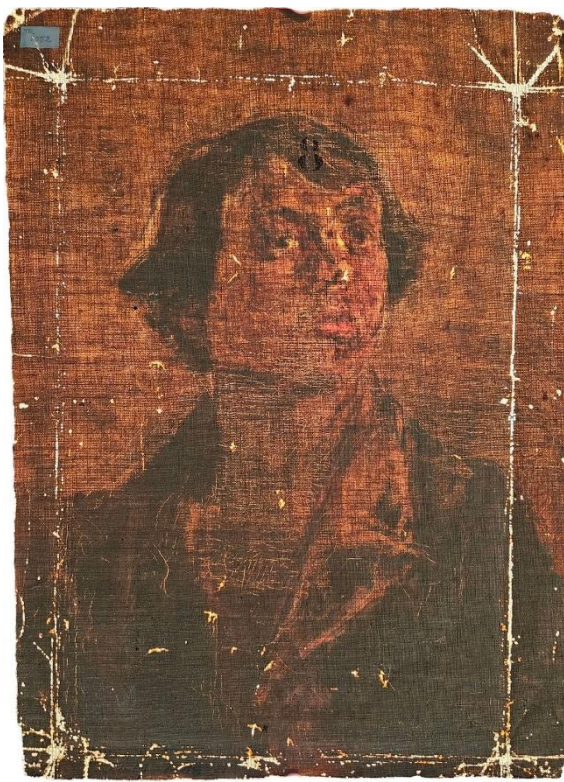


Foto 2.17. Maali „Poisipea“ tagakülj tagantvalguses.

2.1.4 Ultraviolettfotograafia

Maalide vaatlemine UV-valgusega on üks levinumaid maalipinna mitteinvasiivseid uurimismeetodeid. Ultraviolettkiirgust kasutatakse enamjaolt vanade lakkide, retušeeringute ning maali seisukorra tuvastamiseks. Lisaks on võimalik saada ka infot kasutatud materjalide kohta sõltuvalt nende keemilisest koostisest. Näiteks võimaldab UV-valguse kasutamine identifitseerida eri koostise ja vanusega lakke. Vanad lakid tüüpiliselt fluorestseeruvad rohekas-kollakalt, samal ajal kaasaegsed sünteetilised lakid aga helenduvad piimvalgest kuni lillaka toonini.³⁰ Samuti on meetod hea viis varasemate retušeeringute tuvastamiseks nende tumelilla tooni tõttu UV-valguses. Kuigi tegemist ei ole esmase meetodiga, saab luminesseerumist kasutada ka kindlate pigmentide olemasolu arvamiseks.³¹ Näiteks helendub tsinkvalge

³⁰ Uueni, A. et al. (2016). lk 76.

³¹ Pelagotti, A. et al (2005). A study of UV fluorescent emission of painting material. p 2.

kollakasrohekalt, ultramariin ja koobaltpigmentid aga säravsiniselt. Tihti sõltub luminesents lisaks pigmentidele ka sideainest.³² Näiteks luminesceerub kaadmiumkollane kummiaraabikus või freskos punaselt, tempera või õli puhul aga kollaselt.³³ Madala või olematu luminesentsiga on näiteks pigmentid, mis sisaldavad vaske (Cu), mangaani (Mn) ja titaani (Ti) – sienna, põletatud sienna, umbra, põletatud umbra, asuriit, malahhiit, verdigris (*vaseroheline*) ja titaanvalge.³⁴ Lisaks on nõrga fluorestsentsiga ka ookrid, luumust, preisi sinine, viridiaan (*kroomhüdroksoidroheline*) ja pliivalge.³⁵ Töös käsitletud maalide puhul teostasin UV-valguse uuringu UV-lambi ning digitaalse mikroskoobiga Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga) UV-režiimil.

Maali „Naise pea“ uurimiseks kasutatud UV-lamp selgeid erisusi esile ei toonud, mistõttu oli keeruline arvata, kas maal on lakitud või mitte (Foto 2.19). Küll aga tõi UV-valgus esile esmalt märkamatuks jäänud varasema retušeeringu naise lõua piirkonnas. UV-valguses muutus retušeering tumelillaks ning nähtava valguse käes paistis silma ookri tooni retušeering. (Foto 2.18). Kui UV-lambiga teabe saamine oli keerukas, siis

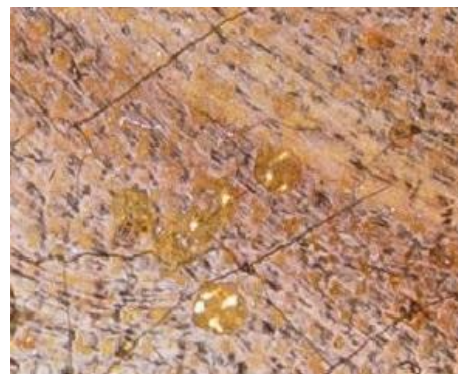


Foto 2.18. Retušeeringud naise lõua juures.

UV-režiimil digitaalse mikroskoobiga maalipinda vaadeldes oli aga märgata teatud piirkondade luminesceerumist (Foto 2.20). Eriti märgatavaks osutusid rüü kindlate alade helerohakas toon. Toonide võrdlemisel tavavalguses tundus neil aladel olevat sarnane soojem alatoon, millest tulenevalt võid arvata, et tegemist on kindla pigmentiga. Samuti oli märgata taustatooni pintslitõmmete ergastumist ning kiivri sulestiku heledamate triipude aktiveerumist. Näo piirkonnas erinevus esile ei tulnud. Tulemus oli raskesti tuvastatav, mistõttu võib tegemist olla asjaoluga, et maalipind on kaetud tugeva mustusega. See võib see takistada UV-kiirguse

³² Pelagotti, A. et al. (2005). p 8.

³³ Cosentino, A. (2015). Effects Of Different Binders On Technical Photography And Infrared Reflectography of 54 Historical Pigments, Vol. 6, No. 1. p 292.

³⁴ Pelagotti, A. et al. (2005). p 7.

³⁵ Rie, R. (1982). Fluorescence of Paint and Varnish Layers (Part I). In: *Studies in Conservation*, Vol. 27, No. 1. p. 3.

jõudmist värvikihini, millest tulenevalt ei ole võimalik saada teavet. Lisaks võib olla ka tegemist pigmentidega, mille puhul tugevat luminesseerumist ei toimu.



Foto 2.19. Maali „Naise pea“ esikülj UV-valguses.

Foto: Nele Ambos.

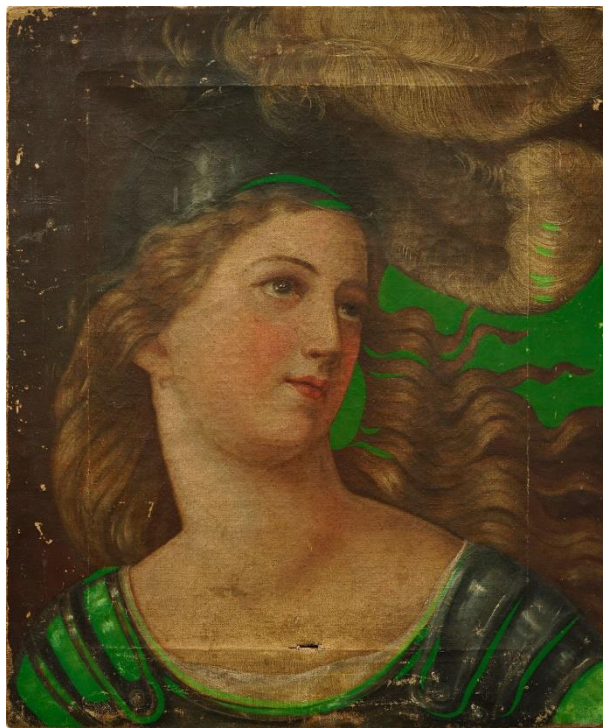


Foto 2.20. UV-valgusega mikroskoobi vaatlusel maalil luminesseerunud piirkonnad.



Maali „Poisi pea“ puhul tuleb eelkõige nähtavale lakk, mis on kantud peale vaba käega. Esile tulevad ka rohekas-kollakad piirkonnad juuste, krae ning silmade piirkonnas ning erk roosa täpp huulel. Samuti on näha eredamaid sinakaid toone näo vasakul küljel nina ja huule ümbruses ning näo paremal piirjoonel (Foto 2.21). Kuna lakk luminesseerub sinakalt, võib tegemist olla hoopis sünteetilise lakiga. Kuna sünteetilised lakid võeti kasutusele alates 1930. aastatest, võib maal olla

Foto 2.21. Maali „Poisi pea“ esikülj UV-valguses.

Foto: Nele Ambos.

valminud hoopis 20. sajandil.³⁶ Ebaühtlaselt kantud laki olemasolu võib segada pigmentidele omase fluorestsentsi kui ka fosforestsentsi tuvastamist. Varasemaid retušeerimisi ning ülemaalinguid UV-valguse uuringul ei tuvastanud.

2.1.5 Infrapunafotograafia

Lähi-infrapuna fotograafia võimaldab tuvastada maalikihi all peituvaid ettevalmistusjooniseid ja märgiseid, andes aimu kunstniku tööprotsessist. Meetod toimib juhul, kui kunstnik on kasutanud alusjoonise loomiseks pliiatsit, sütt või tinti, kuna infrapunakiirgus toob esile süsiniku.³⁷ Infrapunauuringud teostasin digitaalse mikroskoobiga Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga). Alusjoonise otsimiseks on hea teost esmalt vaadelda infrapunakiirgusega digitaalse mikroskoobiga. Vastavalt leiule saab otsustada, kas professionaalse infrapunafoto tegemine on vajalik.

Maali „Naise pea“ infrapunavalguses vaadeldes leidsin mitmest kohast grafiidi jälgi. Kõige sagedasem oli leida maali paremal pool juuste osas, markeerides ilmselt naise lokke (Foto 2.22). Vasakult poolt leidsin grafiidi jälje, mis ei ühtinud maali lõpptulemusega ning viitab, et algne idee võis olla tulemusest erinev. Samuti leidsin kaks märget, mis asusid naise lõua piirkonnas ning kõrva juures. Neid jooni oli näha ka tavavalguses ning näisid olevat maalikihi peal, mistõttu võib eeldada, et märkmed on lisatud pärast maali valmimist.



Foto 2.22. Maalil „Naise pea“ kujutatud naise lokke markeeriv süsiniku jälg.

Maalil „Poisi pea“ digitaalse mikroskoobiga süsiniku jälgi ei tuvastanud. See võib olla tingitud alusjoonise puudumisest või süsinikku mittesisaldava vahendi kasutamisest. Näiteks tehakse alusjooniseid ka kriidiga.

³⁶ Van den Burg, J. M., & Seymour, K. (2022). *Varnishing and Inpainting/Retouching. Paintings Conservation*. Cultural Heritage Agency of the Netherlands. p 29.

³⁷ Uueni, A. et al. (2016). lk 75.

2.1.6 Multispektraalfotograafia

Lisaks mikroskoopilisele infrapunauuringule ning maalide vaatlusele UV-lambi all viidi Tartu Ülikooli Raamatukogus läbi multispektraaluuringud (*MSI*), mida sealse süsteemiga maalil varem katsetatud ei olnud (Foto 2.23). Multispektraalfotograafiat 16 eri spektri lainelas viisid läbi Kai Samarüütel ning Natalja Gordejeva, kelle abivalmidus väärib esiletoomist. Spektritest kasutatakse konserveerimises vaid uuringuid UV ning IP lainepikkustel. Pildistamiseks kasutasime Phase One iXG 100MP Wide Spectrum kaamerat, Schneider Kreuznach RS 72 mm lääts, LED valgusteid Equipoise Imaging, EurekaLight 2001, tarkvara Phase One Rainbow MSI 2.2.2.12, L3Harris ENVI 5.6.1.

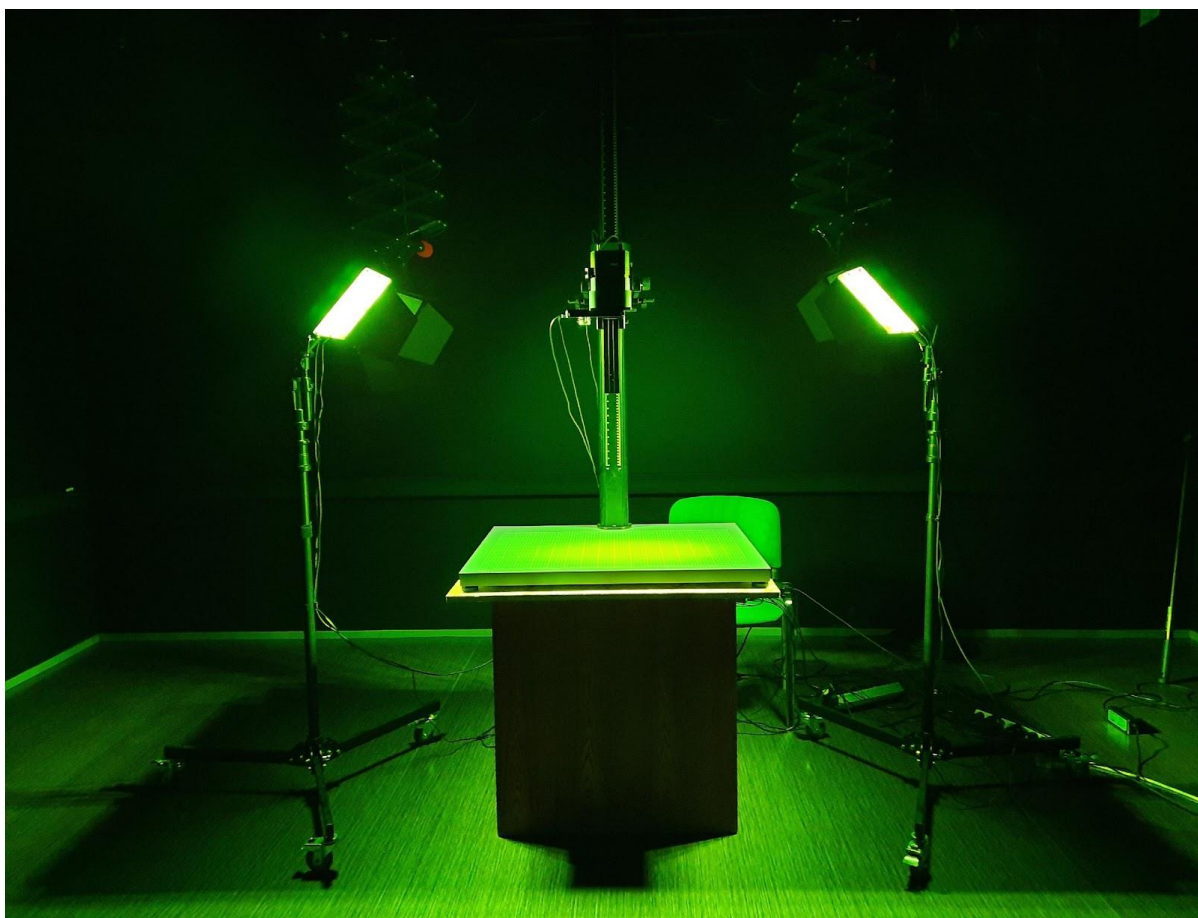


Foto 2.23. Multispektraalfotograafia Tartu Ülikooli Raamatukogus.

Ultravioletvalgus

UV-valguses tehtud pildid asusid lainepikkustel 365 nm ning 385 nm. Saadud fotod ei andnud meile vajalikku informatsiooni, kuna tõenäoliselt on kaamera või programm seadistatud teistsugustele vajadustele. Meetodit kasutatakse eelkõige pabermaterjalilt silmale nähtamatute märgete lugemiseks ning maalil katsetati tehnikat Tartu Ülikooli Raamatukogus esimest korda. Sellest tulenevalt on ilmselt vaja saada meetodiga rohkem kogemust. Saadud kujutis oli must-valge ning teavet laki ja pigmentide kohta ei olnud võimalik välja lugeda. Õrnalt võis aimata maalile „Poisid pea“ kantud laki piiri (Foto 2.24).

Infrapunavalgus

Infrapunavalguses tehti fotod lainepikkustel 730 nm, 850 nm ja 940 nm. Teose „Naise pea“ puhul oli oluline mikroskoobiga saadud tulemuste põhjal näha terviklikku infrapunafotot, et saada aimu alusjoonise ulatusest. Eri lainepikkustel saadud fotodel on näha samuti lokke markeerivad süsinikujälgi (Foto 2.25). Küll aga on konkreetse maali ja aparatuuri seadistuse tõttu teabe väljalugemine üsna keerukas, kui ei ole ees infot, mille põhjal jälgi otsida. Maali „Poisid pea“ puhul sai kinnitust mikroskoobiga eelnevalt infrapunavalguses vaatluse alusel tehtud järeldus, et maalil ettevalmistusjoonis puudub.

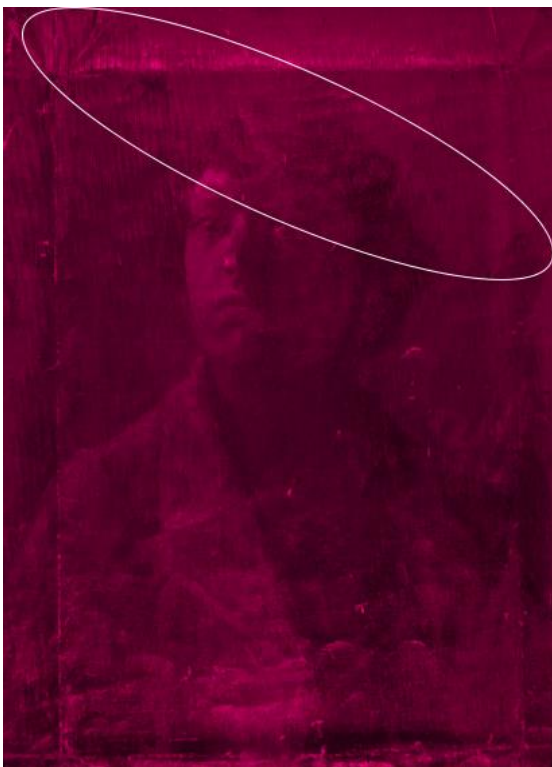


Foto 2.24. Multispektraalfotograafia abil teostatud UV-foto maalist „Poisipea“. Valgega on tähistatud laki piir. Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva.



Foto 2.25. Multispektraalfotograafia abil teostatud IF-foto maalist „Naisipea“. Valgega on tähistatud alusjoonise leiud. Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva

2.1.7 Valevärvifotograafia

Infrapunafotograafiast on välja aretatud ka valemvärvifotograafia, mis aitab IP-valguses tuvastada pigmente. Meetod põhineb asjaolul, et nähtavas valguses sarnased pigmendid peegeldavad IP-valgust erinevalt. Tulemuse saavutamiseks tuleb objekti pildistada täpselt samast kohast nähtavas ja infrapunavalguses ning seejärel kaks fotot omavahel kombineerida. Tekkinud toonide põhjal on võimalik tuvastada erinevaid pigmente, kasutades rahvusvahelist referentstabelit. Näiteks muutuvad smalt ja indigo tavavalguses nähtavast sinisest hoopis erkroosaks, preisi sinine aga mustaks.³⁸ Kuigi täpse tulemuse saavutamiseks oleks oluline teha fotod ideaalselt samast kohast, kasutasin siinkohal juba varasemalt tehtud fotosid. Fotode ühildamise ja selgituste eest panustas enda tänuväärset aega Rasmus Kristofer Randla.

³⁸ Randla, R-K. (2025). Mis on valemvärv?. Rmt: *Venuse Triumf*. Hiiop, H. et al. (2025). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia. lk 87.

Mõlemal valevärvifotol on selgelt näha nii naise kui poisi nahatooni muutumine rohekaks, mis viitab suure tõenäosusega ookri kasutamisele (Foto 2.26; Foto 2.27). Maalis „Naise pea“ on eriti silmatorkav punaka tooni muutumine rohekas-kollaseks põskedel, laubal ja huultel, samasugune efekt ilmneb maali „Poi si pea“ figuuri roosakatel huultel. Selline toonimuutus valevärvifotol vihjab sellele, et punakates detailides on kasutatud kinaveri. Samuti osutab “Naise pea” tumepunase tausta muutumine valevärvifotol rohekaks sellele, et kasutatud pigmendid võivad olla näiteks kinaver (muutub kollakaks) ja luumust (muutub sinakaks). Kuna nahatoonil tundub kõige tõenäolisem valik olevat kinaver, on tõenäoline, et sama punast pigmenti kasutati ka taustal. Huvitaval kombel ei muutnud valevärvifotograafias värvi naise sinine kiiver ning turvis. Kuna enamik siniseid pigmente, näiteks ultramariin, koobaltsinine, indigo ja smalt, muutuvad punaseks, võib kõnealuse maali puhul olla kasutatud näiteks preisi sinist, mis üldiselt muutub valevärvifotol sinakas-mustaks. Maali „Poi si pea“ tausta punane valevärvifoto toon on tõenäoliselt tekkinud kahe pildi ebatäpse kattumise anomaaliast, mitte ei peegelda kindlaid pigmente.

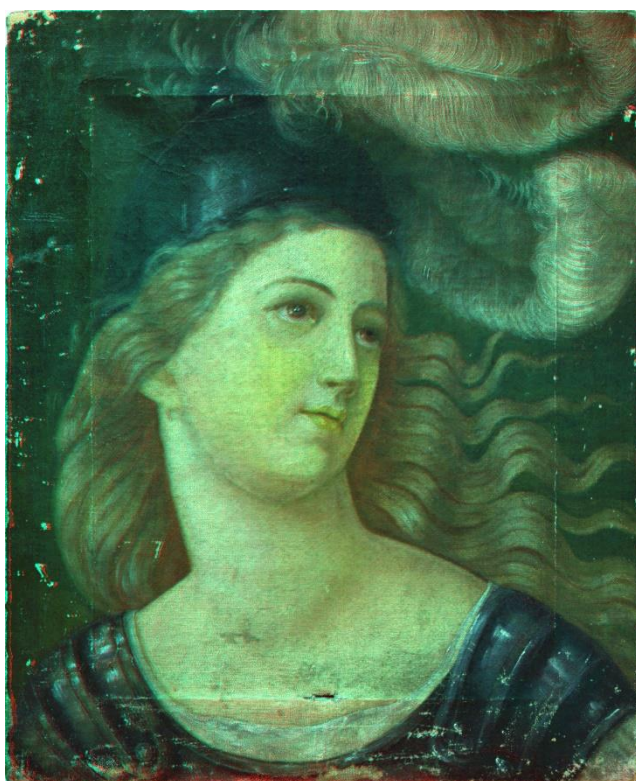


Foto 2.26. Valevärvifotograafia maalist „Naise pea“.
Foto: Rasmus Kristofer Randla.



Foto 2.27. Valevärvifotograafia maalist „Poi si pea“.
Foto: Rasmus Kristofer Randla.

2.1.8 Fotogramm-meetria

Fotogramm-meetria on meetod, mis võimaldab luua objektist kolmemõõtmelise mudeli. Protsess põhineb erinevate nurkade all tehtud kõrgkvaliteedilistel fotodel ning nende töötlemisel spetsiaalse tarkvaraga.³⁹ Siinkohal on oluline, et fotode omavaheline kattuvus on piisav. Fotogramm-meetria eeliseks teoste dokumenteerimisel on väga täpsete ja visuaalselt realistlike tulemuste saavutamine, mille käigus talletuvad teose pinnafaktuuri ka kõige väiksemaid erisused. See võimaldab luua detailseid ja täpseid 3D-mudeleid olenemata objekti suurusest või tüübist.⁴⁰ Fotogramm-meetria eeliseks on ka võimalus objektide käitumist/vananemist pikemaajaliselt võrrelda. Fotogramm-meetrit kasutasin mõlema maali 3D-mudeli loomiseks. Maalidest fotogramm-meetria meetodil loodud 3D-mudelid tegi Meeli-Heli Lepna, kellel on meetodiga varasemalt juba kogemusi ning kelle panustatud töötunnid on äärmiselt tänuväärsed.⁴¹

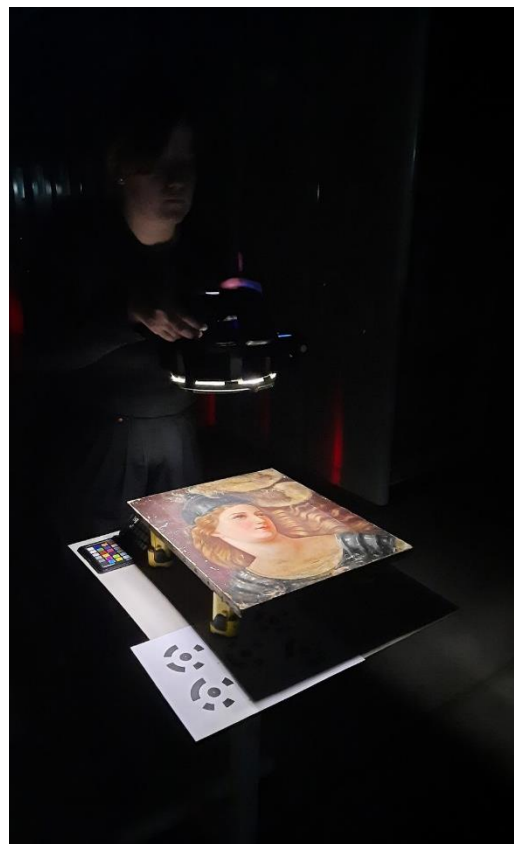


Foto 2.28. Objekti pildistamine ERM'is. Pildil Meeli-Heli Lepna.

Maalide pildistamine toimus Eesti Rahva Muuseumis Tartu Kunstimuuseumi kogudes (Foto 2.28). Pildistamiseks kasutasime 3Di/Hades Geodeesia firma Sony $\alpha 7r2$ hübriidkaamerat koos Samyang AF 35 mm f/2.8 objektiiviga. Kaamerale lisasime spetsiaalse Hoya ringpolariseeriva filtri, et eemaldada maali läige ning AR400 ringvälgu, millel oli ees ringpolariseeriv filter. Fotogramm-meetria abil täpses mõõtkavas 3D-objekti loomiseks on vajalik kasutada

³⁹ Guery, J. et al (2017). Photogrammetry. In: *Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage*. Bentkowska-Kafel, A. & MacDonald, L. Yorkshire: Arc Humanities Press. p 229.

⁴⁰ Uueni, A. et al. (2016). lk 73.

⁴¹ Lepna, M-H. (2024). Fotogramm-meetria rakendamine museaalide konserveerimisel ja dokumenteerimisel. Kõrgem Kunstikool Pallas mööblioskond. Tartu. [Bakalaureusetöö].

spetsiaalseid markereid. Tegemist on mõõdetavate punktidega, mis paigutatakse pildistamisel objekti lähedusse. Maalide jäädvustamisel kasutasime Agisoft Metashape tarkvaraga ühilduvaid kodeeritud markereid, et programm suudaks maalid õigesse mõõtkavasse asetada. Maale pildistasime erinevate nurkade alt nii esi- kui tagaküljelt nii, et fotodel oleks piisavalt kattuvaid alasid (Foto 2.29). Maali „Naise pea“ esiküljest sai tehtud 512 pilti ning tagaküljest 331 fotot. Maali „Poisid pea“ esiküljest tegime 230 pilti ning tagumisest poolest 279 fotot. Andmete töötlemiseks ning 3D-mudeli loomiseks kasutasime Agisoft Metashape Pro 2.1.1 tarkvara Windowsile. Pro versioon võimaldab mudeli markerite abil täpsesse mõõtkavasse asetada.

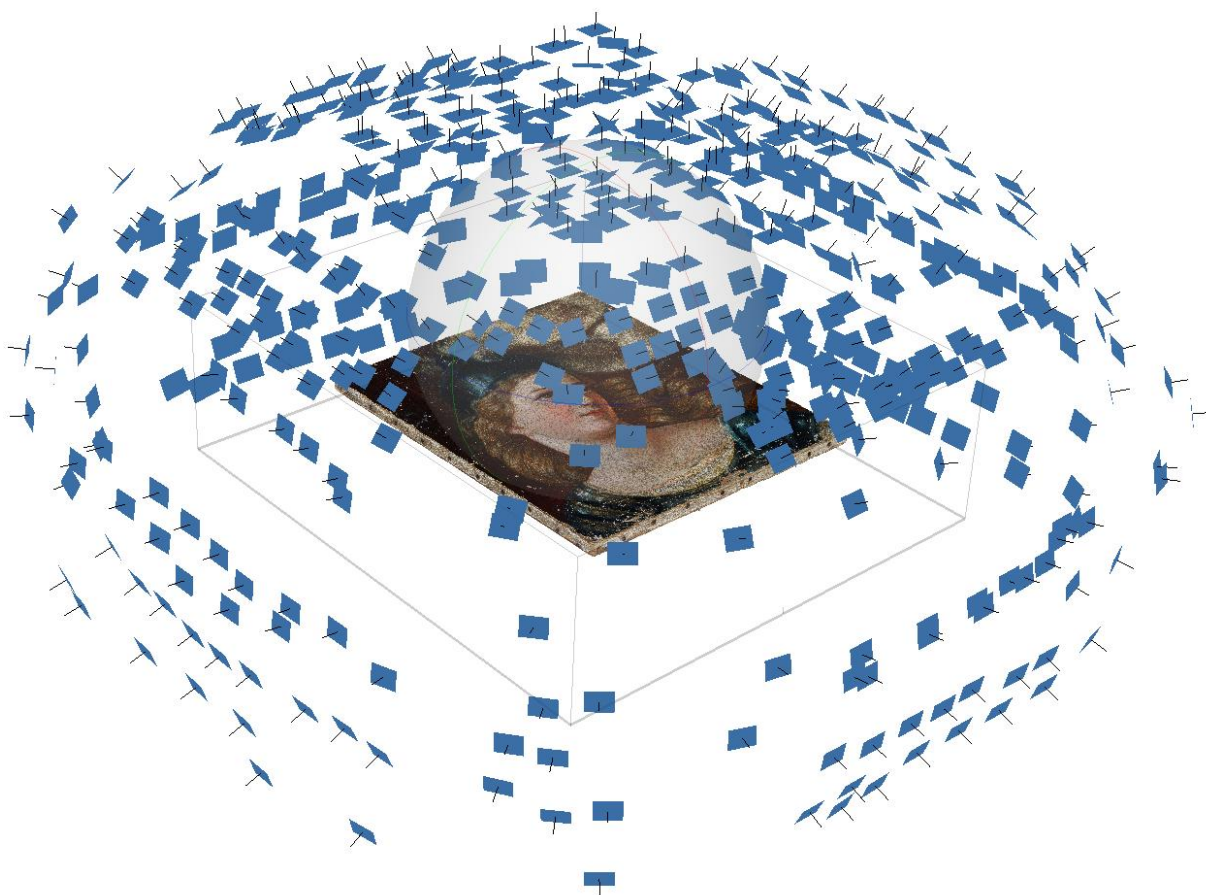


Foto 2.29. Kaamera asukohad maalil „Naise pea“ programmis Agisoft Metashape. Foto: Meeli-Heli Lepna.

Fotogramm-meetriaga abil 3D-mudelite loomisel ei olnud võimalik maalide füüsilise seisukorra tõttu luua mõlemast maalist korrektselt ühtset 3D-mudelit, mistõttu maalide esi- ja tagaküljed on esitatud kõrvutiasetseva vaatenä. ^{42,43} Kuigi maali „Naise pea“ esi- ja tagakülge oleks tehniliselt saanud programmis ühildada, ei olnud see otstarbekas lõtvunud lõuendi keskosa vormi muutuse tõttu sõltuvalt tema asendist/pildistamissuunast. Maali esiküljelt pildistades tekkis lõuendi langemisel alusraamilt ühtepidi negatiivne vorm, maali ümberkeeramisel aga vastupidine vorm. Sellest tulenevalt muutus tervikmodeli loomine keerukuse seisukohalt ebapraktiliseks. Sarnane olukord tekkis ka maali "Poisi pea" puhul, kus lõuendil olevate voltide ja murdejoonte esinemine takistas pildistatud poolte ühildamist programmis.

Loodud 3D mudelid annavad tervikliku ülevaate maalide erinevatest kahjustustest. Just terviklik ja detailne kahjustuste, seisundi ja maalitehnika jäädvustamine on kirjeldatud meetodi puhul peamine. Mudelitel joonistusid välja maalide väiksemadki kahjustused, mida isegi palja silmaga esialgu märgata ei olnud. Mõlema maali puhul joonistus rõhutatult välja kraklee muster. Eriti silmatorkav oli maali „Poisi pea“ näo ja kaela piirkonnas olev krakelüür. Maali tavavalguses vaadeldes ei tulnud kraklee nii terviklikult esile, kui sellise detailse 3D-mudeli puhul (Foto 2.30; Foto 2.31). See võimaldab krakleed liigitada ning analüüsida lihtsamalt ja põhjalikumalt. Samuti tulevad esile tekstuursemad pintsli tõmbed, mida tavafotolt näha ei ole. Kuigi mõlema maali puhul oli tegemist üsna õhukeste värvikihtidega, oli maali „Poisi pea“ kolmemõõtmelise mudeli puhul võimalik eristada pastosemaid värvilööke. Eriti kasulik oleks meetod maalide puhul, kus on kasutatud *impasto* tehnikat. See annaks maalide kolmemõõtmelisele jäädvustamisele tugeva lisandväärtuse. Tervikliku dokumentatsiooni saavutamiseks võimaldab fotogramm-meetiline 3D-mudel sellele otse lisada erinevaid interaktiivseid markereid, näiteks tähistada varasemaid retušeeringuid ja hilisemaid parandusi. Maali seisundi jäädvustamine sellisel detailsusel muudab lihtsamaks ka objekti kahjustuste kulu hindamise ajas, kuna uuringut saab korrata ja tulemusi võrrelda.

⁴² NIRA link maali „Naise pea“ loodud 3D mudelile. Parool: PallasMaalid
<https://3dinformation.nira.app/g/Zmc2MHIsSrOOy1h5U8q5Ug>

⁴³

NIRA link maali „Poisi pea“ loodud 3D-mudelile. Parool: PallasMaalid
https://3dinformation.nira.app/g/Ep45C1_XSj6dYLFN_TW7IA



Foto 2.30. Suurendus maali „Poisi pea“ 3D-mudelist. Esile tulevad kraklee kaelal ning näol ja pintslilöögid krael.
3D-mudeli autor: Meeli-Heli Lepna.

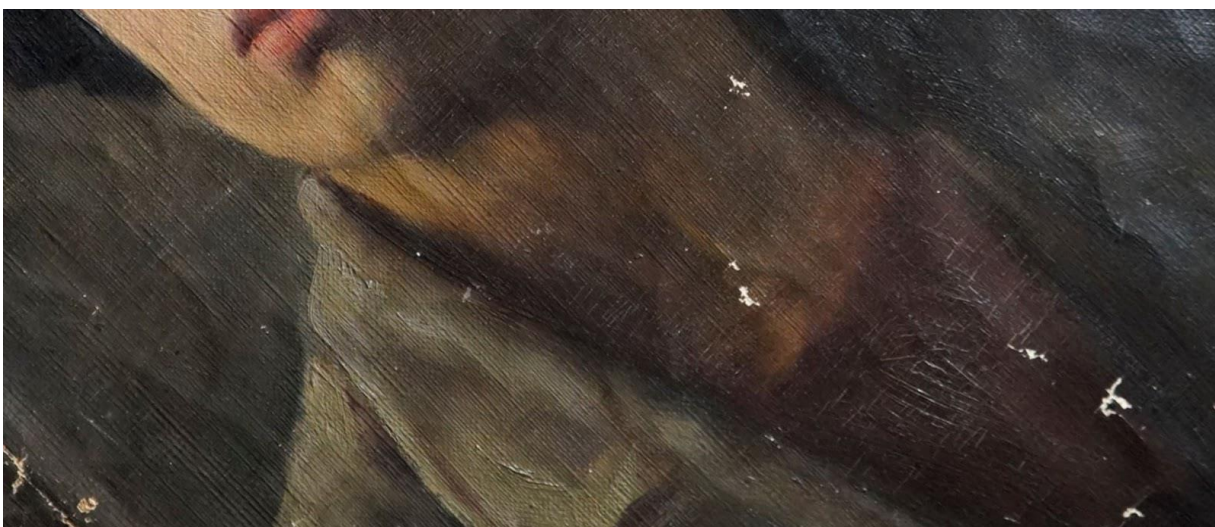


Foto 2.31. Suurendus maali „Poisi pea“ külgvalguses tehtud fotost.

Lisaks 3D-mudelile lõime Agisoft tarkvaras maalidest ka reljeefse pinnamudeli ehk DEM'i (*digital elevation model*). See värviskaalaga kujutis visualiseerib dokumenteeritud objekti geomeetria kõrguserinevusi projitseerimistasandi suhtes, aidates hinnata objekti füüsilisi kahjustusi.⁴⁴ Paraku ei osutunud maalidest loodud kõrgusmudel täielikult korrektseks, kuna maalide alla asetatud kergelt paindes papp moonutas tegelikke kõrgusi. Küll aga saab loodud

⁴⁴ Higuera, M. (2022). Digital Elevation Models for the assessment in the diagnosis process of Cultural Heritage. Abstract.

kõrgusmodelite abil aimu meetodi potentsiaalset. Kuigi mõõdetud kõrguseid ei saa pidada absoluutseks tõeks, illustreerib maali „Naise pea“ kõrgusmodel hästi lõuendi kerget kortsustumist ja keskosa sissevajumist (Foto 2.32). Maali „Poisi pea“ kõrgusmodel rõhutab tõenäoliselt varasemast käitlemisest ning hoiutingimustest põhjustatud lõuendi tugevat kortsuvust, samuti äärte voltimisjooni ning nurkade kahjustusi (Foto 2.33). Meetodit on hea kasutada ka enne ja pärast konserveerimist, et võrrelda kortsude ning kõrguserinevuste ühtlustumist ja lõuendi ühtlast pingutamist.

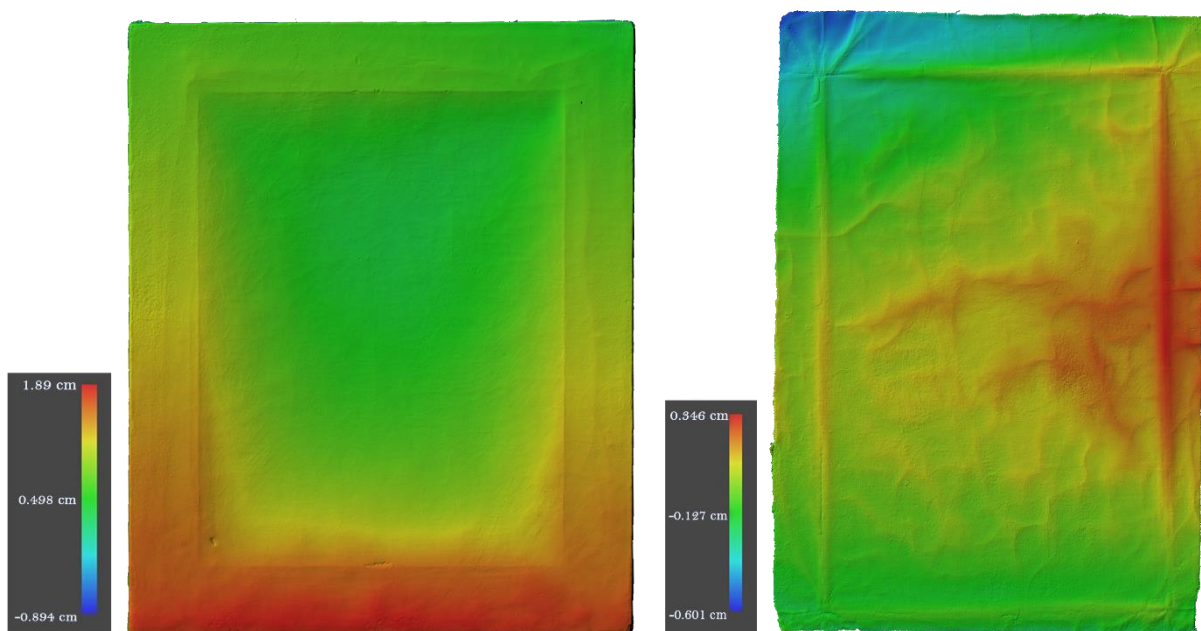


Foto 2.32–2.33. DEM mudelid maalist „Naise pea“ (vasakul) ja „Poisi pea“ (paremal). Foto: Meeli-Heli Lepna.

Programmis on võimalik fotodest luua ka kombineeritud pilt ehk ortomosaiik, mis on tehtud originaalpiltide sujuva ühendamise teel polügonidest. Pindade ebasobivuse korral on võimalik mosaiigis olevaid fotosid vahetada. Fotod projitseeritakse objekti pinnale ja teisendatakse valitud projektsioonile. Lõpptulemuseks saadakse kõrge resolutsiooniga foto. Loodud ortofotod on suure detailsusega, mis võimaldavad märgata ka kõige väiksemaid lõuendi- ja maalikihi kahjustusi. Ortofoto teeb lihtsamaks ka krakelüüri mustri, mustuse ning pintslilöövide tervikliku hindamise. Nii 3D-mudeli kui ka ortomosaiigi puhul on võimalik eelnevalt tehtud fotosid töödelda vastavalt sellele, missugust lõpptulemust soovitakse. Siinkohal tegin otsuse rõhutada just kahjustusi, sealhulgas eriti krakleed (Foto 2.34–2.37). Sellest tulenevalt töödeldi

pilte tunduvalt kontrastsemaks, mistõttu ei vasta ka toonid täielikult tegelikkusele.

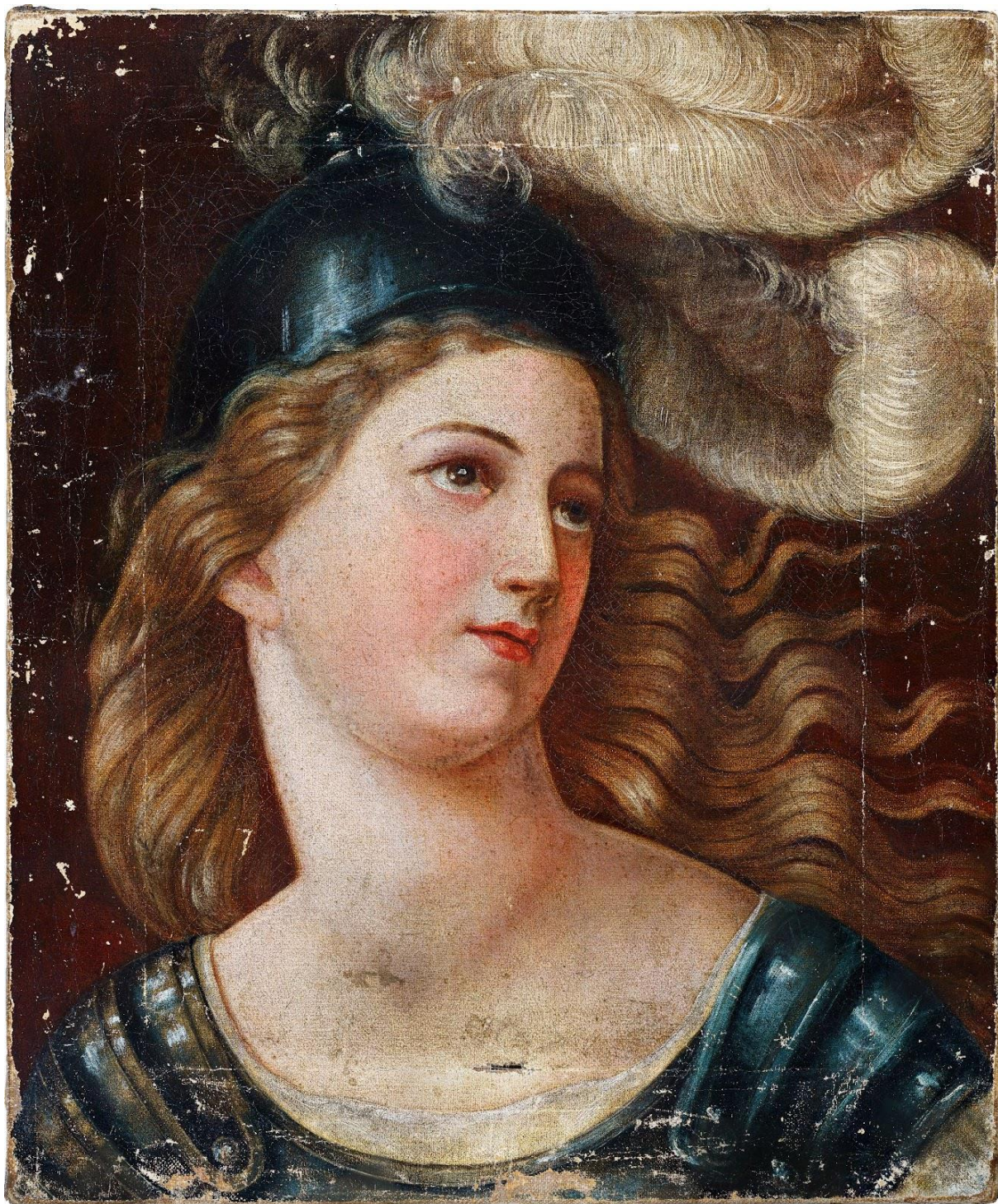


Foto 2.34. Maali „Naise pea“ ortofoto. Ortomosaiiki moodustavaid fotosid töödeldi eelnevalt vastavalt sellele, kuidas kahjustused kõige paremini esile tulid. Seetõttu ei vasta toonid täielikult tegelikkusele. Foto: Meeli-Heli Lepna.

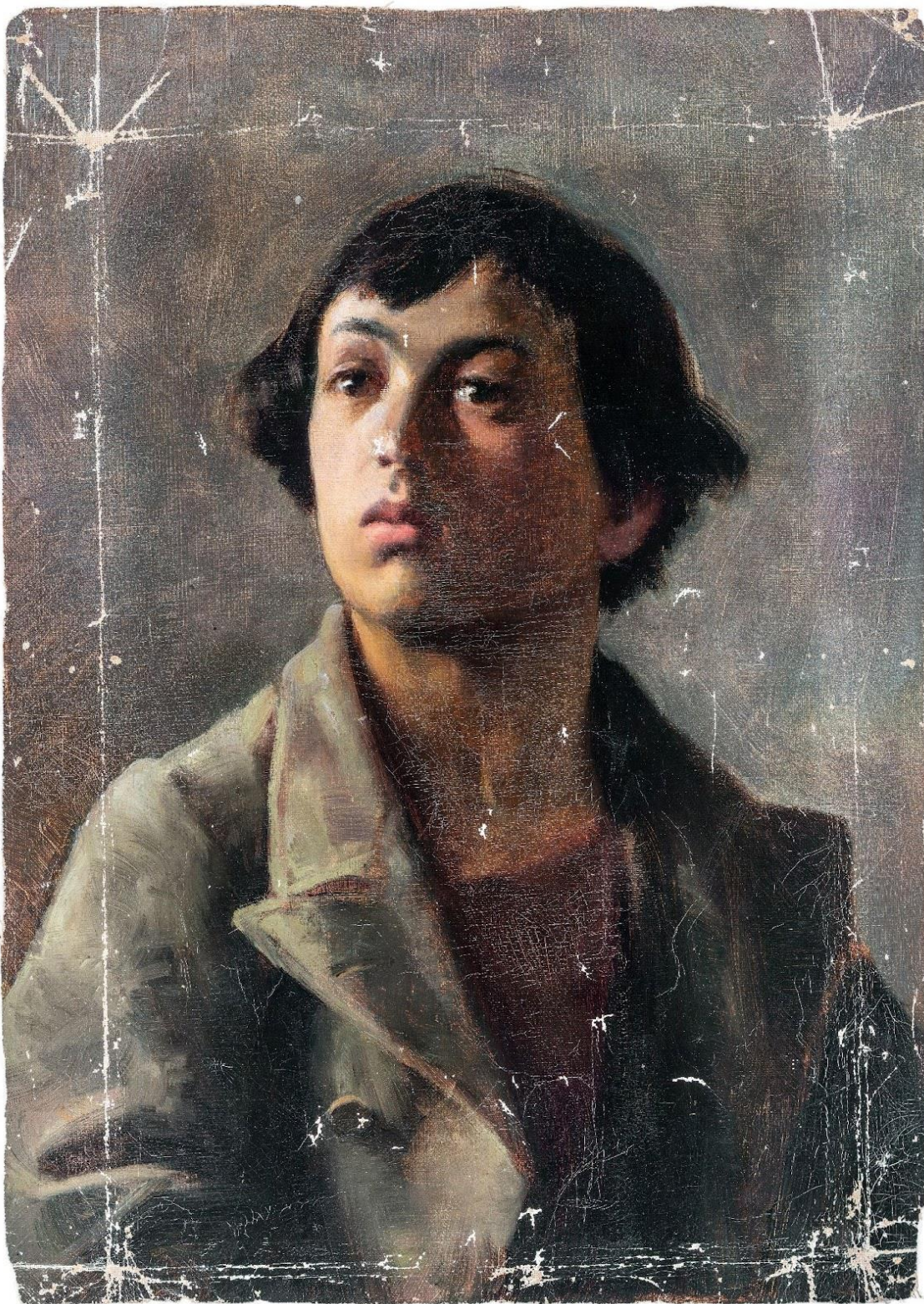


Foto 2.35. Maali „Pois pea“ ortofoto. Ortomosaiiki moodustavaid fotosid töödeldi eelnevalt vastavalt sellele, kuidas kahjustused kõige paremini esile tulid. Seetõttu ei vasta toonid täielikult tegelikkusele. Foto: Meeli-Heli Lepna.

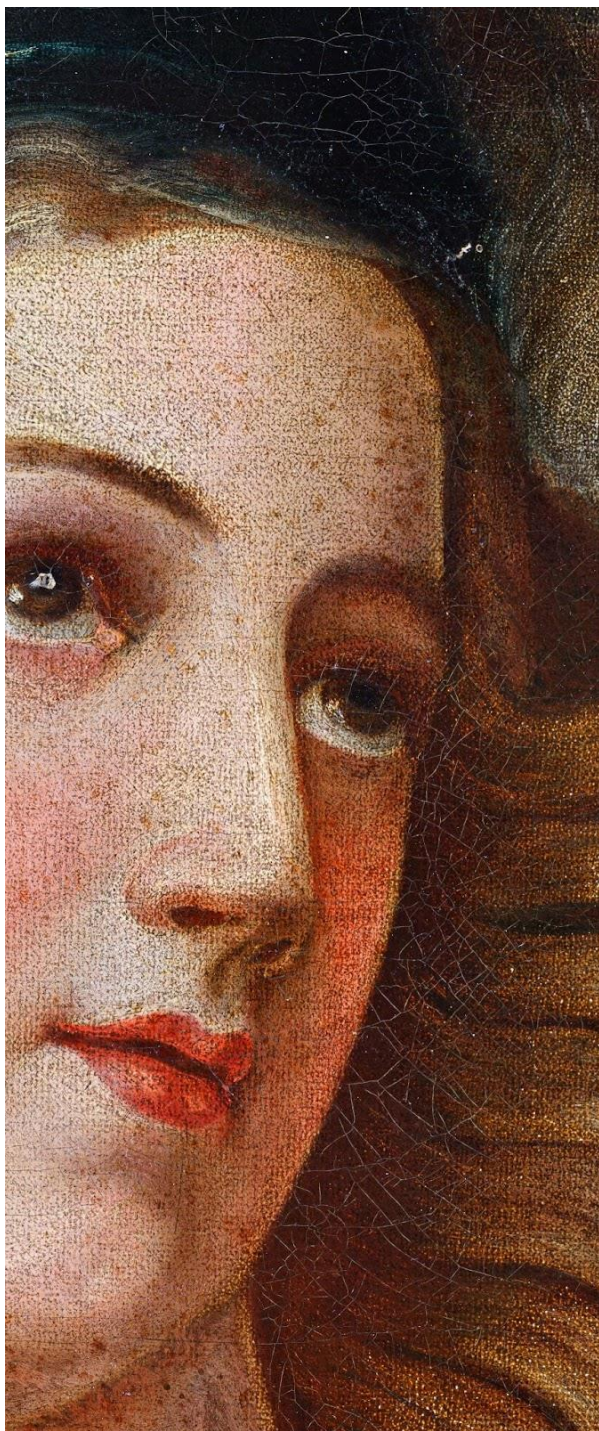


Foto 2.36. Suurendus „Naise pea“ ortofotost.
Ortofoto autor: Meeli-Heli Lepna.

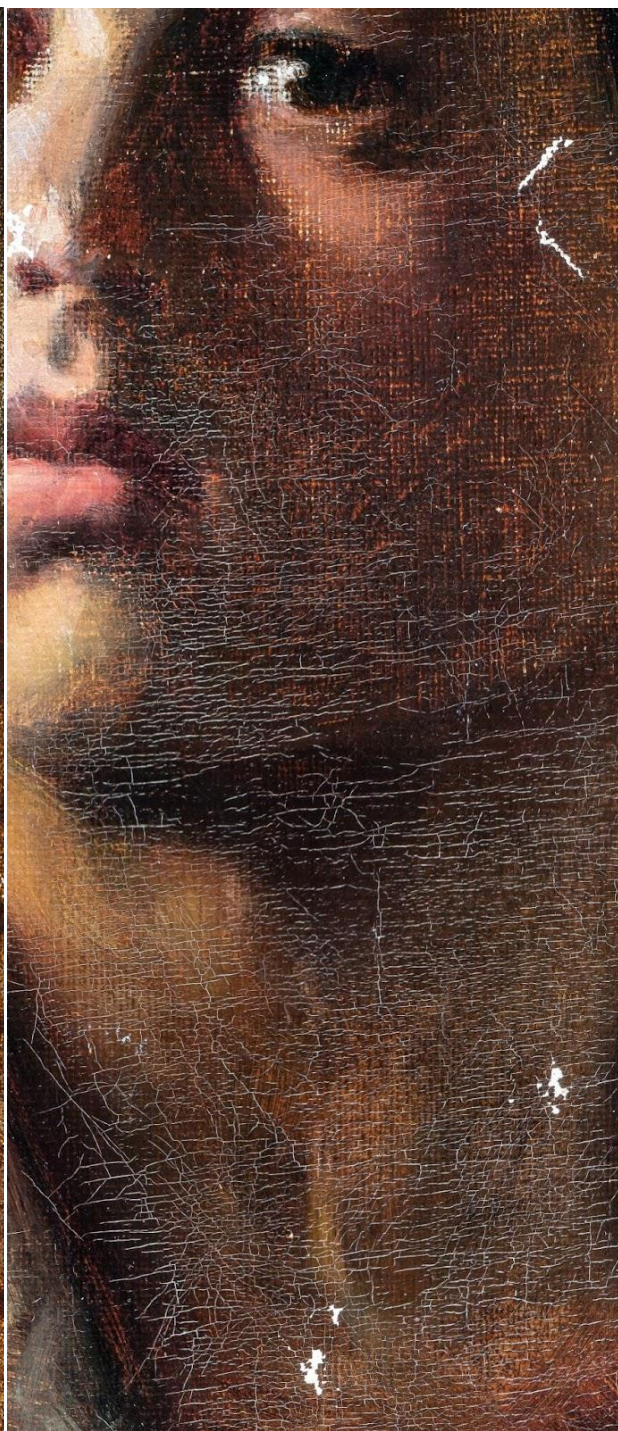


Foto 2.37. Suurendus „Pois pea“ ortofotost.
Ortofoto autor: Meeli-Heli Lepna.

2.1.9 Laserskaneerimine

Laserskaneerimine teostati Kõrgem Kunstikool Pallase skulptuuriosakonna Shining 3D Einstar käsiskänneriga (Foto 2.38). Käsiskänneri puhul on tegu kiire ja mugava 3D-mudeli loomisega, mida saab suurepäraselt kasutada erinevate objektide digiteerimiseks. Laserskaneerimine on tugevalt sõltuvuses materjali omadustest ning keskkondlikest tingimustest.⁴⁵ Näiteks on keeruline skaneerida läikivaid, tumedaid, monokroomseid ja peegelduvaid objekte.⁴⁶ Käesolevas töös uuritud maalide skaneerimine osutus problemaatiliseks. Kuigi objekti



Foto 2.38. Maali „Poisipea“ laser-skaneerimise protsess. Foto: Nele Ambos.



Foto 2.39. Maali „Poisipea“ skaneeritud kujutis.

täiemahuline skaneerimine õnnestus, oli katsetuste käigus saadud kujutiste puhul tugevalt märgata ebatäpsusi ning informatsiooni kadu tänu läikivale maalipinnale või lakikihtidele (Foto 2.39). Detailsusaste ei paranenud ka parameetrite ega valgusallika muutmisel. Katsetatud sai skaneerimist pimedas ruumis, kasutades vaid skanneri enda sisseehitatud valgust. Selle mittetoimimisel prooviti valgusallikate liigutamist erinevate nurka alla, mis samuti

⁴⁵ Rahaman, H. (2021). Photogrammetry: What, How, and Where. In: *Virtual Heritage: A Guide*. Champion, E.M. London: Ubiquity Press. p 26.

⁴⁶ Kejing He, C. S.-H. (2022). 3D Surface reconstruction of transparent objects using laser scanning with LTFtF method. Rmt: Optics and Lasers in Engineering Vol. 148, No. 4.

ei andnud soovitud tulemust. Käesolevas lõputöös oli oluline võimalikult detailselt jäädvustada maalide hetke seisund ning kahjustused. Võrreldes fotogramm-meetria oli saadud mudel vähem detailne ning maalipinna erisused ei tulnud piisavalt esile, et hinnata kahjustuste ulatust. Olenevalt eesmärgist, näib fotogramm-meetria just kahjustuste ja maalipinna dokumenteerimise seisukohalt olevat lõuendmaali puhul parem viis kui laserskaneerimine, andes detailsema ning teravama 3D-mudeli.

2.2 Materjaliuuringud

Teoste loomiseks kasutatud materjalide tuvastamine pakub meile teavet kunstniku käekirja ning maalide seisukorra kohta. Töös uurisin erinevate meetoditega maali ülesehituse erinevaid kihte: lõuend, liimistus, krunt, värv ja lakk.

2.2.1 Lõuendianalüüs

Lõuendianalüüs on maali dokumenteerimise ning tehnoloogilise uuringu oluline osa. Tekstiili kasutamine maalimisalusena ulatub juba antiik-Egiptusesse, kuid orgaanilise koostise tõttu on säilinud vaid vähesed 15. sajandi eelsed lõuendmaalid.⁴⁷ 16. sajandil hakati lõuendit üha enam eelistama, asendades järk-järgult puidust maalikandjaid. 18. sajandiks sai lõuend peamiseks maalialuseks Euroopas.⁴⁸

Lõuend on valdavalt valmistatud taimsetest kiududest, mis koosnevad põhiliselt tselluloosist. Orgaanilise polümeerina allub ta kergesti vananemisprotsessidele, kaotades mehaanilise tugevuse, elastsuse ja muutudes rabedaks.⁴⁹ Lõuendi kahjustuste peamised põhjused on seotud tselluloosi lagunemise, nõuetele mittevastava hoiustamise ning vandalismiga. Tselluloosi peamiseks puudusteks on selle oksüdeerumine, fotokeemiline lagunemine, tundlikkus õhus leiduvate hapete, mehaanilise stressi ja konserveerimise suhtes, hügroskoopsus ning mikroorganismidele soodsa elukeskkonna pakkumine.⁵⁰ Lõuendi seisukorda ja tugevust

⁴⁷ Folch, M. O. (2011). Non-destructive condition assessment of painting canvases using NIR spectrometry. Barcelona. [PhD thesis]. p 11.

⁴⁸ Nicolaus, K. (1999). p 80.

⁴⁹ Folch, M. O. (2011). p3.

⁵⁰ Nicolaus, K. (1999). p 82.

mõjutavad ka kiu tüüp ja siduse (*weave*) geomeetria.⁵¹ Lääne tahvelmaalide lõuendid olid peamiselt tehtud lina-, kanepi- või puuvillakiududest. Näiteks on puuvilla kiud tema spiraalse struktuuri tõttu linast elastsemad kuid linakiud jällegi tugevamad.⁵² Puuvill on ka hügrokoopne, mistõttu on puuvillalõuend alim kokkutõmbumisele.⁵³ Siduse struktuur mängib olulist rolli lõuendi seisukorra hindamisel, andes infot selle potentsiaalsete füüsikaliste ja kvalitatiivsete omaduste kohta. Näiteks on toimse sidusega kangas tugevam, venivam ja rebenemiskindlam kui labase sidusega.⁵⁴ Kunstnikud on valinud siduseid kas ajalooliste eeskujude järgimiseks või soovitud pinnaefekti saavutamiseks. Saadud muster kandub edasi nii krunti kui ka värvikihtidesse, mõjutades maali lõpptekstuuri. Samuti võivad kiu tüüp ja sidus mõjutada kraklee morfoloogiat.⁵⁵ Levinuim on liht/labane sidus (*plain/tabby weave*), kuid on kasutatud ka keerukamaid variante nagu toimne (*twill weave*) ja kalasaba (*herringbone weave*) muster. Lisaks geomeetria on oluline koe ja lõime tihedus, mis mõjutab lõuendi kokkutõmbumist.⁵⁶ Lõuendi omaduste praktiline määramine on keeruline, kuna neid mõjutavad lisaks materjalile ka väliskeskkond ja kasutusajalugu. Näiteks võivad lõuendite seisundit oluliselt muuta eelnev pingutamine, konserveerimine ja varasemad hoiutingimused.⁵⁷ Lõuendikiu tuvastamine on oluline etapp teose vanuse, päritolu ning tehnika tuvastamiseks. Lisaks eelnevale aitab kiu tüübi tuvastamine valida konserveerimiseks vajalikud meetodid ja vahendid. Kõige laialdasemalt kasutatav vahend kiu identifitseerimiseks on valgus- ja polarisatsioonimikroskoop, mille abil saab vaadelda kiu morfoloogiat ja optilisi omadusi.⁵⁸ Kuna näiteks lina ja kanepi eristamine on tihti mikroskoobi all keeruline, leidub erinevaid teste nende omavaheliseks eristamiseks. Käesolevas töös uuriti lõendkiudu lisaks valgus- ja polarisatsioonimikroskoobile veel kuivamistestiga (*Drying-twist test*), floroglütsiini reaktiivini ning Herzog testiga (*Red plate test*).

⁵¹ Young, C. (2012). History of Fabric supports. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. London: Routledge. p 120.

⁵² Young, C. (2012). p 117.

⁵³ Folch, M. O. (2011). p 17.

⁵⁴ Begum, S. & Milašius, R. (2022). Factors of Weave Estimation and the Effect of Weave Structure on Fabric Properties: A Review. *Fibers*. 10. p 2.

⁵⁵ Van den Burg, J. M., & Seymour, K. (2023). *Consolidation of Paint and Ground. Paintings Conservation*. Cultural Heritage Agency of the Netherlands. p 21.

⁵⁶ Young, C. (2012). pp 119-120.

⁵⁷ Young, C. (2012). p 117.

⁵⁸ Mayer, D.D. (2012). pp 318-319.

2.2.1.1 Lõuendi struktuur

Lõuendi lõngade laiuste mõõtmisel võtsin aluseks mõõtkavaga digitaalsed fotod, millelt vaatlesin ruudukujulist 4 cm² ja 1 cm² suurust ala (Foto 2.40; Foto 2.41). Pildistamiseks kasutasin külvalgustusega Delta Optical SZ-630T stereomikroskoopi ja Sony ILCE-7M2 kaamerat. Lõngade keskmiste paksuse mõõtmiseks nii koe (20 lõnga) kui lõime (20 lõnga) suunal kasutasin Adobe Photoshopi funktsiooni. Samuti kalkuleerisin koe- ja lõimelõnga protsentuaalse paksuste variatsiooni. Lõuendi omaduste hindamiseks arvutasin välja lõuendi katvusprotsendi, elimineerides matemaatiliselt vaba ruumi individuaalsete lõngade vahel.⁵⁹

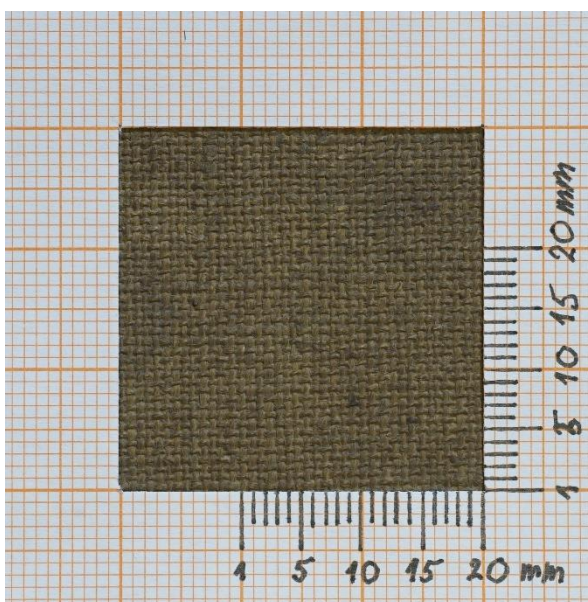


Foto 2.40. Maali „Naise pea“ lõuend 9 cm² alal.

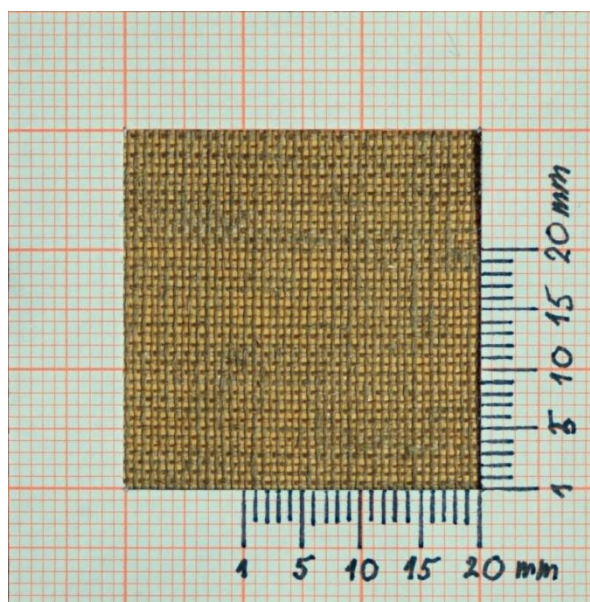


Foto 2.41. Maali „Poi si pea“ lõuend 9 cm² alal.

Protsentuaalse paksuste variatsiooni arvutamiseks kasutatud valem:⁶⁰

$$V_{\text{weft/warp}} [\%] = (\text{max. paksus} - \text{min. paksus}) / \text{keskmine paksus} \times 100$$

Katvusprotsendi leidmiseks kasutasin järgmiseid valemeid:⁶¹

$$A_{\text{weft/warp}} [\%] = \text{lõnga tihedus} \times \text{omavaheline kaugus} \times \text{keskmine paksus} / \text{ala mm}^2$$

$$A_{\text{total}} [\%] = A_{\text{warp}} + A_{\text{weft}} - (A_{\text{warp}} \times A_{\text{weft}}) / 100$$

⁵⁹ Demuth, P. (2024). Weave Structure Analysis: The protocol. *Tear closure workshop*. [slaidid].

⁶⁰ Demuth, P. (2024).

⁶¹ Demuth, P. (2024).

Maal „Naise pea“

Tiheda koega lõuend suurusega 46,6 × 38,9 cm (koos ääristega) on ühes tükis, labase sidusega (*plain weave*) ning koosneb peenetest koe- ja lõimelõngadest. Lõuendi ühel ruutsentimeetril on 13 horisontaallõnga (*kude*) ning 14 vertikaallõnga (*lõim*) (Foto 2.43; Foto 2.44). Koe ja lõime eristamine ilma kangaservata on keeruline, kuid üldiselt on lõimelõngal märgata tugevamat lainelisust võrreldes koelõngaga (Foto 2.42).⁶² Nii koe- kui lõimelõng on kedratud linakiust (vt Kiu tüübi määramine). Lõuendi lõnga keskmine paksus on horisontaalsuunas 0,55 mm ja vertikaalsuunas 0,44 mm. Lõnga paksuse variatsioon horisontaalsuunal on 78,7 % ning vertikaalsuunal 50,9 %. Horisontaallõnga katvus kogupinnast on 71,5% ja vertikaallõnga katvus 62,7%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 89,4%.



Foto 2.42. Maali „Naise pea“ lõuendi lõimelõng (vasakul) ja koelõng (paremal).

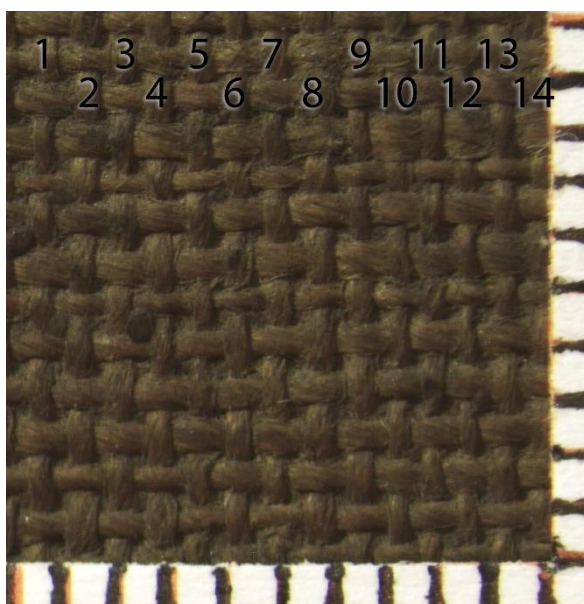


Foto 2.43. Maali „Naise pea“ lõuendi vertikaallõngade loend 1 cm² suurusel alal.

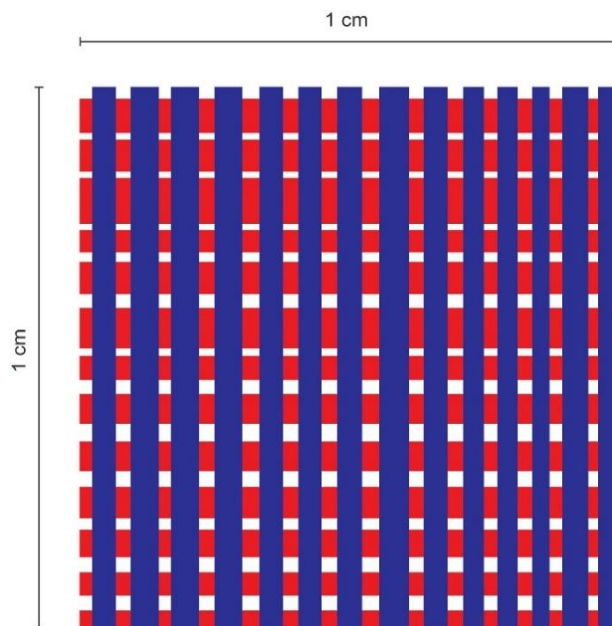


Foto 2.44. Maali „Naise pea“ lõuendi 1 cm² suurusel ala mudel. Mudeli koostamisel võtsin aluseks lõngade keskmise paksuse ja katvuse. Demuth (2024) järgi

⁶² Demuth, P. (2024).

Maali „Pois pea“

Hõredalt kootud lõuend suurusega 45,5 × 32,3 cm on ühes tükis, labase sidusega ning koosneb peenetest koe- ja lõimelõngadest. Lõuendi ühel ruutsentimeetril on 13 horisontaallõnga ning 15 vertikaallõnga (Foto 2.46; Foto 2.47. Koe- ja lõimelõng ei ole eristavad kangaserva ning lõngade lainetuse erinevuse puudumise tõttu (Foto 2.45).

Nii koe- kui lõimelõng on tehtud linakiust (vt Kiu tüübi määramine). Lõuendi lõnga keskmine paksus on horisontaalsuunas 0,33 mm ja vertikaalsuunas 0,29 mm.

Lõnga paksuse variatsioon horisontaalsuunal on 67,15% ning vertikaalsuunal 94,2%. Horisontaallõngade katvus kogupinnast on 42,9% ja vertikaallõngade katvus 43,5%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 67,7%.



Foto 2.45. Maali „Pois pea“ lõuendi horisontaallõng (vasakul) ja vertikaallõng (paremal).

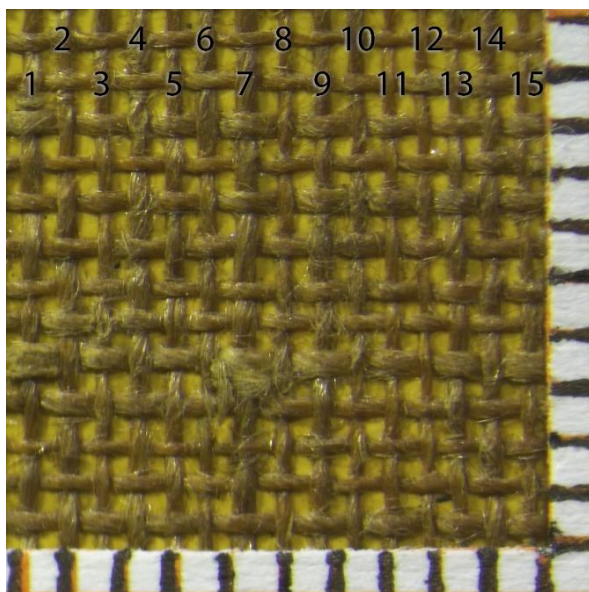


Foto 2.46. Maali „Pois pea“ lõuendi vertikaallõngade loend 1 cm² suurusel alal.

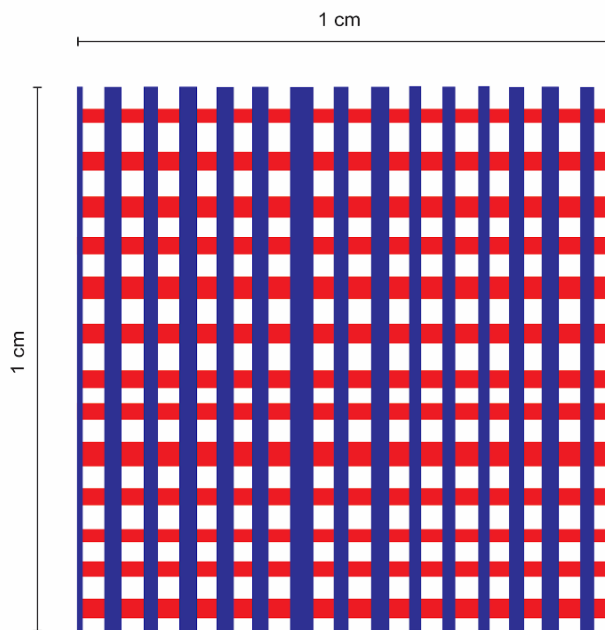


Foto 2.47. Maali „Pois pea“ lõuendi 1 cm² suurusel ala mudel. Mudeli koostamisel võtsin aluseks lõngade keskmise paksuse ja katvuse. Demuth (2024) järgi

2.2.1.2 Kiu tüübi määramine

Lõuendkiudude proovid võtsin mõlema maali puhul teose servadest, kus lõuendi eelneva kahjustuse tõttu olid lõngad juba sidusest lahti. Kiudude mikroskoopiliseks vaatluseks valmistasin preparaadid. Selleks eraldasın skalpelli ning siluri abil lõngast peenemad kiud, mis asetasin alusklaasile. Kiule tilgutasin peale destilleeritud vett, millele omakorda asetasin teise klaasi. Proovi morfoloogia ja optiliste omaduste uuringud teostasın polarisatsioonimikroskoobiga LEICA DM2500M ning LEICA DM2500P, kasutades 20-100x suurendust. Enne käsitletava kahe maali lõuendi kiudude vaatlemist tutvusin etalonproovidega (näidised kanepist, linast, puuvillast jne), et teha selgeks erinevate kiu tüüpide morfoloogia ja käitumine nii läbivas kui polariseerivas valguses. Kiudude tuvastamiseks on mitu erinevat meetodit, millest käsitlen nelja.

Morfoloogiline vaatlus läbivas ja polariseerivas valguses

Ajalooliselt on lõuendmaterjalina enim kasutatud lina ja kanepit, mida on aga morfoloogiliselt keeruline eristada. Lina tunneb ära selle sileda pealispinna ning kiu pinnal asetsevate ristisuunaliste, X- või Y-kujuliste sõlmekeste järgi. Piki kiu telge kulgeb linale iseloomulik kiu südamik ehk luumen. Kanepi kiudu ja lina saab eristada esimese suurema luumeni ning õhemate rakuseinade järgi. Sarnselt linaga, on ka kanepikiu pinnal märgata sõlmekesi. Kanepit ja lina saab eristada ka ristlõike järgi. Kanepil on hulknurga-kujuline ristlõike, mille nurgad on ümarad. Linakiud on paksude rakuseinte ning hulknurkse ristlõikega, kuid nurgad on teravad.⁶³ Ristlõikeid käesolevas töös ei uurinud.

Mõlema maali lõuendi kiudude uurimisel polarisatsioonimikroskoobi all täheldasin iseloomulikke X-kujulisi sõlmekesi (Foto 2.48; Foto 2.49). Luumeni paksuse määramine oli aga keeruline: mõnel juhul viitab see kanepi, teistel juhtudel aga lina kiule. Kanepi ja lina eristamine mikroskoopiliste tunnuste põhjal on tuntud probleem, mistõttu on kiu liigi täpseks määramiseks vajalik täiendavate analüüside teostamine.

⁶³ Palmus, T. (2010). Lõuendmaterjalide valideerimine. Tallinna Tehnikaülikooli tekstiilitehnoloogia õppetool. Tallinn. [Magistritöö]. lk 18, 22.



Foto 2.48. Maali „Naise pea“ lõuendi kiud polariseerivas valguses.

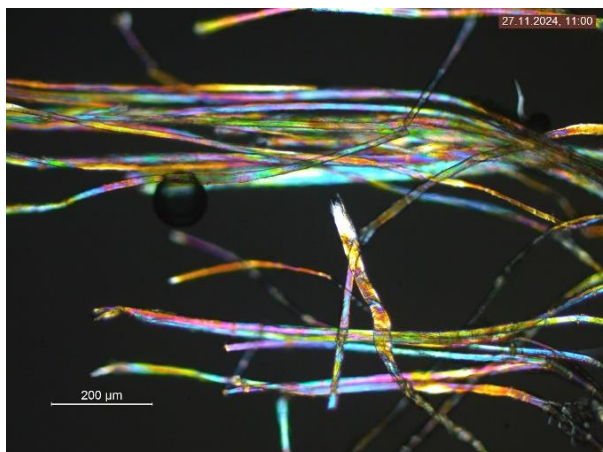


Foto 2.49. Maali „Poi si pea“ lõuendi kiud polariseerivas valguses.

Herzog test

Nagu eelnevalt mainitud, on lõuendi kiu tüüpidest enim kasutatud kanepit ja lina omavahel makro- ja mikroskoopiliselt eristada keeruline. Sellest tulenevalt on kiu tüübi määramisel oluliseks näitajaks kiu keerd ehk fibrilliline orientatsioon. Mikrokiud on ümber kiu telje keerdunud päri- või vastupäeva ehk kiud saab omada kas S- või Z-keeret. Lina ja nõgese kiud on keerdunud päripäeva ehk omavad S-keeret, kuid kanepil ja džuudil on Z-keere. Kiu orientatsiooni on võimalik tuvastada Herzog testiga (*red plate test*). Proovi vaadeldakse polariseerisatsioonimikroskoobi polariseerivas valguses ristniikolites ning kiud viiakse kustunud asendisse.⁶⁴ Seejärel sisestatakse kompensator (*red plate*). Keerates eelnevalt kustunud kiud paralleelseks analüsaatori võnkesuunaga, muutub S-keermega kiud oranžikaks ning Z-keermega kiud siniseks (*Michel-Levy birefringence chart*).⁶⁵ Enne maalide lõuendkiudude analüüsimist, katsetasin Herzog testi etalonproovide puhul. Mõlema maali

⁶⁴ Kustumine (*extinction*) toimub siis, kui anisotroopne materjal muutub polarisatsioonimikroskoobi ristniikoliteis tumedaks. See juhtub, kui proovi optiline telg on joondunud polariseeritud valguse vibratsioonitasandiga, mistõttu ei toimu valguse kaksikmurdumist. Kustumine kordub aluslaua pööramisel iga 90 kraadi tagant. URL (04.03.25) <https://evidentscientific.com/en/microscope-resource/knowledge-hub/techniques/polarized/configuration>.

⁶⁵ Lukešová, H. et al. (2017). Identifying plant fibre textiles from Norwegian Merovingian Period and Viking Age graves: The Late Iron Age Collection of the University Museum of Bergen, *Journal of Archaeological Science: Reports*. Vol 13. p 283.

lõuendkiud muutusid testi sooritamisel oranžikas-punaseks, mis viitab S-keermele ning kooskõlas teiste meetoditega linakiule nii koe- kui lõimesuunas (Foto 2.50; Foto 2.51).

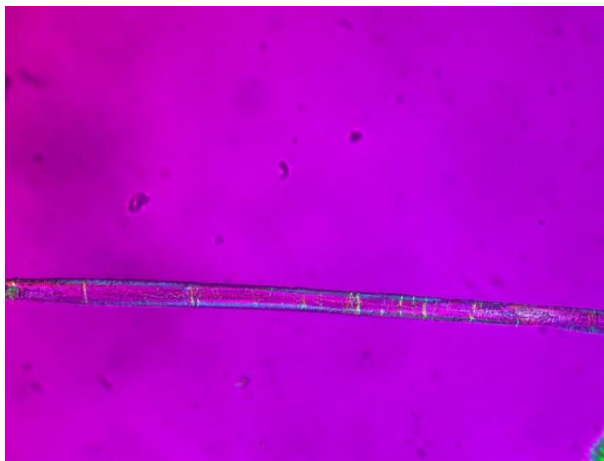


Foto 2.50. Maali „Naise pea“ lõuendkiududega sooritatud Herzog test - linakiud on horionstaalses asendis sinine.

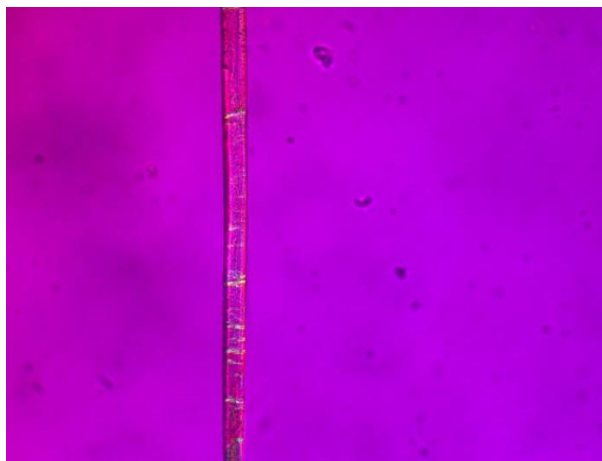


Foto 2.51. Maali „Naise pea“ lõuendkiududega sooritatud Herzog test - linakiud on vertikaalses asendis punane.

Kuivatustest (*Drying-twist test*)

Kuigi kanepit ja lina on keeruline eristada, on võimalik tuvastada mikrofibrilli keerdumise suund ümber kiu telje. Nagu eelnevalt kirjeldatud, saab sellest tulenevalt kiudusid liigitada S-või Z-tüüpi kiududeks. Kuivamistesti sooritatakse kiu märgamisega, mille järgselt hakkavad mikrofibrillid kuivamisprotsessis lahti keerduma. Testi on võimalik sooritada kiul, mis on vähemalt 2 cm pikk. Kiud märjatakse ning hoitakse ühest otsast, samal ajal kui teist otsa kuivatatakse. Kuivamistesti käigus keerdub S-keermega kiud päripäeva, kuid Z-keere avaldub vastupidise keerdumisena. Testi positiivseks küljeks on asjaolu, et seda saab modifitseerida ka vastavalt väiksematele kiududele ning on võimalik sooritada ka ilma kiudu lõuendi küljest eemaldamata.⁶⁶ Test sooritati mõlema maali lõuendite kiududel. Nii maali „Naise pea“ lõuendi kiuproovid kui ka maali „Poisi pea“ vertikaalkiud keerdusid päripäeva, mis viitab S-tüüpi kiule. Maali „Poisi pea“ horisontaalsuunalise lõnga kiuproovid keerdumist ei näidanud. Test ei ole alati üheselt mõistetav ning usaldusväärne, kuna kiudude keerdumist alati ei toimu. Samuti tuleb

⁶⁶ Mayer, D.D. (2012). Identification of textile fibres found in common painting support. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. (2012). London: Routledge. p 325.

testi korduvalt korrata isegi kiu keerdumise puhul, kuna test võib anda mõningal juhul vale tulemust.

Floroglütsiini test

Kiudude tuvastamiseks on võimalik kasutada ka keemiliselt aktiivseid reaktiive, mille kasutamisel tekivad eri kiududes kindlad värvid/reaktsioonid. Reaktiivid rõhutavad nii kiu morfoloogiat kui tselluloosi ja ligniini sisaldust. Floroglütsiini etaloonis ja hüdrokloriidhappes kasutatakse ligniini sisalduse määramiseks. Ligniini värvub punaseks, kuid materjalid, mis ligniini ei sisalda, ei värvu. Näiteks värvuvad mittepleegitatud lina ja kanep heleroosaks, džuuat aga punaseks. Puuvill ja pleegitatud lina ja kanep ei värvu.⁶⁷ Käesolevas töös prooviti värvikatset esmalt erinevalt töödeldud lina, kanepi ja nõgese peal (Foto 2.52). Proovikiududega varustas mind tekstiilikunstnik ning Kõrgem Kunstikool Pallase lektor Mari-Triin Kirs. Proovikiudude peal sooritatud värvitest tulemusi ei andnud. Tegemist võib olla asjaoluga, et töötlemisel on suur osa ligniinist kadunud ning selle kontsentratsioonid on värvitestiks vajalikust väiksemad. Värvikatset korraldi ka maalilõuendi kiudude peal, kuid tulemus ei erinenud. Testi järgi võib tegemist olla puuvilla või pleegitatud lina või kanepiga. Samas võivad ka ligniini sisaldused olla liiga väikesed värvitesti toimimiseks.

Sarnase histokeemilise uuringu meetodina on levinud ka värvumiskatse Herzbergi reaktiiviga, tuvastades lisaks ligniinile ka tselluloosi. Spetsiaalset värvireaktiivi saab kasutada kiudude morfoloogia rõhutamiseks ja ligniini ning tselluloosi sisalduse määramiseks. Reaktiivi abil värvuvad eri kiud eri värvi. See on tingitud reaktiivi erinevast adsorptsioonist, olenevalt kiu ligniinisaldusest.⁶⁸ Kõrge tselluloosi sisaldusega kiud värvuvad testil punaseks, kõrge ligniini sisaldusega kiud aga kollaseks.⁶⁹ Näiteks värvuvad kõrge tselluloosi sisalduse tõttu puuvill ja kanep punaseks. Testi kõnealuses töös ei kasutatud ajalise piirangu tõttu.

⁶⁷ Mayer, D.D. (2012). p 324.

⁶⁸ Li, T. & Shi, J-L. (2013). Technical Investigation of 15th and 19th Century Chinese Paper Currencies: Fiber Use and Pigment Identification. Journal of Raman Spectroscopy. Vol 44, 6. p. 893.

⁶⁹ Mayer, D.D. (2012). p 324.

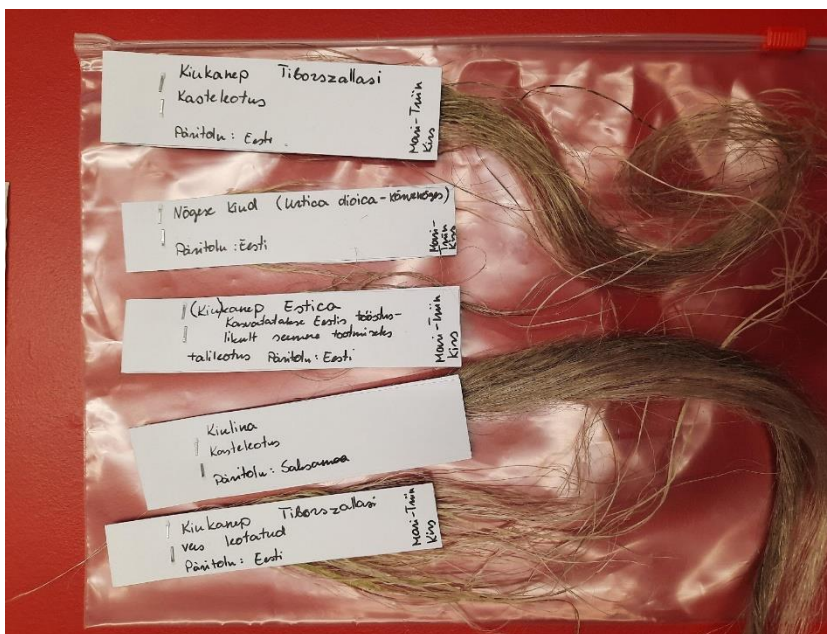


Foto 2.52. Kiud värvitesti katsetamiseks.

2.2.2. Krundi- ja värviuuringud

Krundi- ja värvikihi uurimiseks võtsin maalilt mikroproovid, et selgemalt eristada maalikihi stratigraafilist struktuuri, teha selgeks ettevalmistus- ja värvikihtide arv, kasutatud pigmendid ning sideaine. Kuna käesoleva töö eesmärgiks oli erinevate dokumenteerimis- ja uuringuviisidega tutvumine, võtsin proove minimaalselt, et mitte maali liigselt kahjustada. Mõlema maali puhul moodustasid stratigraafilise uuringute valimi kaks proovi (N_P_1; N_P_2; P_P_3; P_P_4), mis olid võetud rebendite ja kadude piirkondadest, kus kihid olid juba kahjustunud ja madala adhesiooniga (Lisa 1). Kogutud krundi- ja värvikihi proovidest tegin ristlõikeklotsid, mida uurisin mikrostratigraafiliseks teabeks polarisatsioonimikroskoobiga Leica DM2500M. Sideaine määramiseks kasutasin histokeemilist värvitesti meetodit ning ATR-FT-IR spektroskoopiat. Värvitesti protsessi mikroskoopiliseks vaatluseks kasutasin Olympus BX53M mikroskoopi, mis andis tunduvalt detailsema ja informatiivsema pildi ristlõigetest kui esialgne proovide uuring mikroskoobiga Leica DM2500M. Keemilis-mineraloogilised analüüsid teostas Tartu Ülikooli Geoloogia osakonna skaneeriva elektronmikroskoobi (SEM) ZEISS EVO 15MA koos Oxford Aztec MAX80 energiadispersiivse spektromeetriga (EDS).

2.2.2.1 Kraklee

Krakleeks ehk krakelüüriks nimetatakse mõrade süsteemi, mis tekib aja jooksul maali pinnale. Kuigi krakelüüri olemasolu oli märgatud, dokumenteeritud ja uuritud juba 19. sajandist, võttis mõiste „krakelüür“ (*craquelure*) kasutusele George L. Stout alles 1970ndatel.⁷⁰ Kraklee dokumentatsioon ning uurimine võib anda teavet maali säilivusastmest ning eelnevast konserveerimisest. Samuti on krakelüüri jäädvustamine oluline selle edaspidise käitumise ja süvenemise monitooringu kohapealt. Kuigi kraklee on oluline element hindamaks kunstiteose autentsust, võivad keskkondlikud ning füüsilised mõjud viia maali süveneva lagunemiseni. Sellest tulenevalt on oluline uurida kraklee tekkepõhjuseid.⁷¹ Kraklee kujunemine sõltub teose loomiseks kasutatud materjalidest, maalimisviisist, lõuendi pingutumisastmest, mehaanilistest vigastustest, konserveerimistehnikast ning keskkonnast, kus maali on selle loomisest saadik hoitud. Isegi kui maal ei ole otseselt mõjutatud välistest mehaanilistest jõududest, põhjustavad temperatuur ja niiskus muutusi maali dimensioonides, mis omakorda tekitab sisemisi pingeid hügrokoopsetes materjalides, eelkõige lõuendis ning liimistuskihis. Need pinged mõjutavad ka vähem niiskustundlikke materjale nagu õlikrunt ning -värv.⁷² Krakelüüri varasemal uurimisel on tuvastatud mitut tüüpi pragusid, eelkõige kuivamis- ja vananemiskrakleed, mis omakorda jagunevad spetsiifilisteks alamtüüpideks, peegeldades kõiki faktoreid, mis maali on mõjutanud.⁷³ Erinevat tüüpi pragude mustreid ei ole võimalik alati eristada, samuti võivad tekkepõhjused olla varieeruvad. Kraklee dokumenteerimine ja uurimine võimaldab arvata selle tekke põhjustanud asjaolud ning hinnata maali stabiilsust edaspidi. Kuivamispraod tekivad eelkõige kuivamis- ja/või oksüdeerumisprotsessi käigus, olles mõjutatud keemilistest ja füüsikalistest teguritest. Kuivamiskraklee teke ongi eelkõige seotud maalimistehnika tagajärgedega, olles lisaks mõjutatud pigmendi tüübist, terasuurusest, õlist ja krundist. Kuivamismõrad on tavaliselt üle 1 mm paksused, paljastades alusmaalingu või krundi,

⁷⁰ Bucklow, S. (2012). The classification of craquelure patterns. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. London: Routledge. p 285.

⁷¹ Bury, M. & Bratasz, Ł. (2014). Development of Craquelure Patterns in Painting Canvas. *Heritage Science*. Vol. 12, No. 375. p 1.

⁷² Hackney, S. (2020). On canvas. Preserving the Structure of Paintings. Los Angeles: Getty Publications. p 159.

⁷³ Nicolaus, K. (1999). p 165.

kuid krunti ei läbista.⁷⁴ Kuivamiskraklee profiilil on sageli näha kumeraid servasid, erinevalt täisnurksetest vananemisprao servadest.⁷⁵

Vananemispraod ilmnevad kuivanud, täielikult oksüdeerunud ja polümeriseerunud värvikihis. Mitteelastsesse värvikihti tekkinud vähem kui 1 mm laiused mõrad on üldiselt mõjutatud välistest mehaanilistest teguritest, seotud vananemisega ning võivad ulatuda läbi kõikide kihtide lõuendini. Samuti võivad vananemispraod jälgida juba olemasolevaid kuivamispragude jooni.⁷⁶ Vananemispraod võivad olla sõltuvad ka lõuendi mustrist, järgides näiteks jämedakoelise lõuendi lõnga. Vananemispragude keerukus tuleneb selle tekitanud arvukatest teguritest, sealhulgas maali eksponeerimis- ja säilitustingimustest, konserveerimisprotseduuride ajaloost, kihistruktuurist ning pigmendi ja sideaine koosmõjust.⁷⁷

Maali „Naise pea“ krakelüüri paikenemist ning paksusi arvestades on tõenäoliselt tegemist suhtelise õhuniiskuse kõikumisest põhjustatud vananemiskrakleega (Foto 2.34). Kuigi on ka näha laugemate servadega pragusid, mis ei ole krunti läbistanud, on mõrad liiga peened, et neid kategoriseerida kuivamiskraklee alla. Märgata on kraklee tugevat joondumist alusraami siseservade järgi, mis on tingitud äärekõrgenduste puudumisest. Kuigi rõhutatud prao tekkimine võib olla tingitud suhtelise õhuniiskuse kõikumisest, võib põhjus paikneda hoopis maali hoidmises horisontaalses asendis või toetamises vastu seina. Kui maali hoitakse horisontaalses asendis, langeb lõuend alusraami siseservalt ning põhjustab maalipinna



Foto 2.53. Vaade maali „Naise pea“ krakleele.
Ortofoto: Meeli-Heli Lepna.

⁷⁴ Nicolaus, K. (1999). p 165.

⁷⁵ Bucklow, S. (2012). p 287.

⁷⁶ Nicolaus, K. (1999). p 178.

⁷⁷ Bucklow, S. (2012). p 288.

murdumise.⁷⁸ Alusraami murdekraklee maalil aitab tuvastada ka algupärase alusraami olemasolu, ühtides alusraami siseservaga.⁷⁹ Kuigi alusraami kohal on selgelt näha kraklee vähenemist ja maalipinna ühtsust, on siiski märgata alusraami äärtega paralleelseid pikki pragusid. Krakelüüri vähene esinemine alusraami kohal võib olla tingitud asjaolust, et alusraam käitub kui puhver, millest tulenevalt päevane niiskuse kõikumine ei mõjuta lõuendit ja liimistust nii tugevalt.⁸⁰ Järsult tihedamaks muutub võrgustik maali keskosas, kus puhverdavat alusraami lõuendi taga ei ole ning lõuendi pingestate on langenud (Foto 2.53). Samas on otsene kontakt alusraami ja lõuendi vahel ka problemaatiline, põhjustades viimaste mõõtmete erinevat reageerimist suhtelisele õhuniiskusele. Suhtelise õhuniiskuse tõustes alusraam paisub, samal ajal aga lõuend võib mingitel tingimustel kokku tõmbuda ning liimistus paisuda.⁸¹ Üldiselt aga tõmbub lõuend kokku madala suhtelise õhuniiskuse juures.⁸² Lisaks on ka märgata kontsentrist (ühest keskmest arenev) ringjat krakleed naise kiivril ja kõrval, mille puhul võib tegemist olla mehaanilise löögi või tugeva survega isoleeritud alale maali esiplaanil.⁸³

Maali „Poi si pea“ puhul on täheldatav kraklee esinemine murde- ja painutuskohdades, mis on tõenäoliselt tekkinud käitlemise ja hoiustamise käigus. Äärte voltimisjooned viitavad, et töö on mingil hetkel suurema alusraami pealt ära lõigatud ning pingutatud väiksemalt alusraamile (Foto 2.55; Foto 2.56). Lisaks on kogu teose pinnal, eriti ülaosas ning näo ja kaela piirkonnas (Foto 2.35; Foto 2.37), märgatav tihe ja ühtlane krakleevõrgustik. Kuigi kraklee vertikaalsete ja horisontaalsete joonte nurgad teineteise suhtes erinevates piirkondades muutuvad, on roheka taustavärvi puhul märgata näiteks ruudustikku meenutavad



Foto 2.54. Maali „Poi si pea“ lõuendi faktuuri järgiv kraklee.

⁷⁸ Michalski, S. (1991). Paintings: Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration. - Art in transit: Studies in the transport of paintings. Ed. Mecklenburg, M.F. Washington: National Gallery of Art., p 236.

⁷⁹ Nicolaus, K. (1999). p 180.

⁸⁰ Michalski, S. (1991). p. 235

⁸¹ Idelson, A. I. (2009). About the choice of tension for canvas paintings. CeRoArt, No. 4. URL (05.05.25) <http://ceroart.revues.org/index1269.html>.

⁸² Hackney, S. (2020). p 159.

⁸³ Hackney, S. (2020). pp 164-165.

krakleevõrgustikku (*grid-like craquelure*). Tegemist on ühe kõige levinuma kraklee mustriga, mis kujuneb välja vananede elastsuse kaotanud kihtide mehaaniliste pingete mõjul. Esmalt tekivad primaarsed, suhtelist sirged praod, millele hiljem lisanduvad sekundaarsed, kindla nurga all ristuvad mõrad, moodustades iseloomuliku võrgustiku.⁸⁴ Kaela ja näo piirkonnas tuleb esile ka horisontaalne kraklee muster. Esineb ka pragude võrgustik, mis näib järgivat lõuendi faktuuri ning on tõenäoliselt seotud lõuendi mehaaniliste omaduste ja käitumisega (Foto 2.54). Leidub ka piirkondi, kus kraklee puudub, näiteks paremal pool juustes.

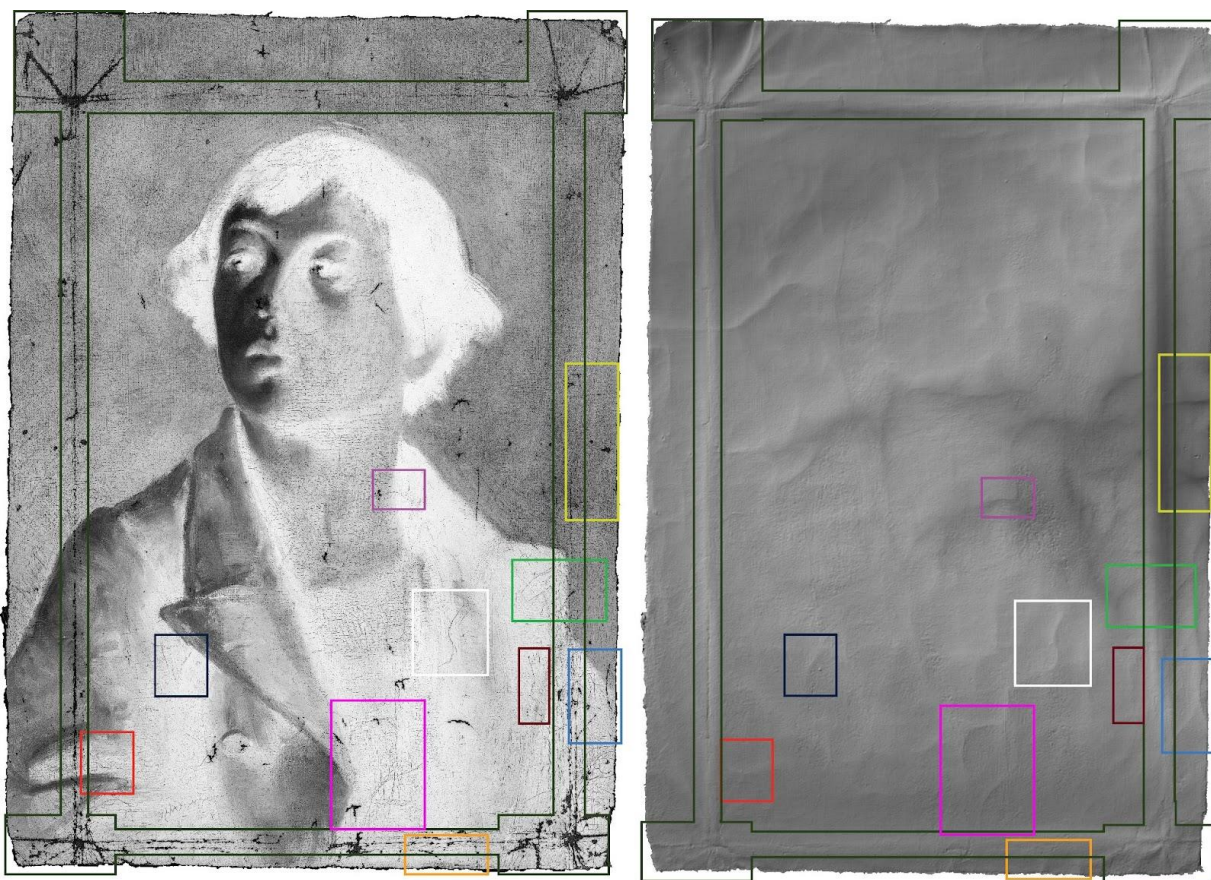


Foto 2.55–2.56. Maali „Poisi pea“ käitlemisest ja voltimisest tingitud kraklee kõrvutamine ortofotol ja kõrgusmodelil. Ortofoto ja DEM'i autor: Meeli-Heli Lepna.

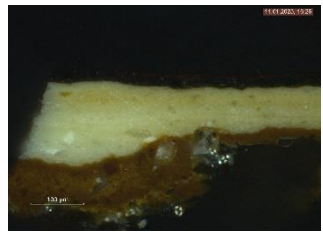
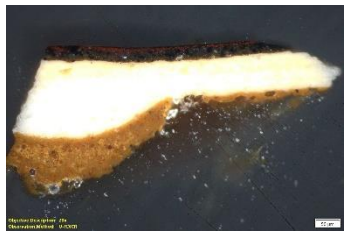
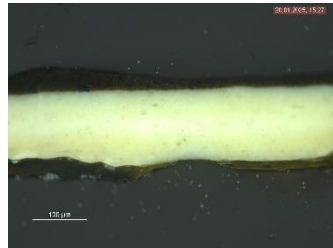
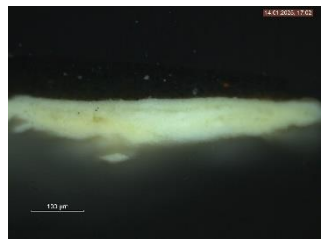
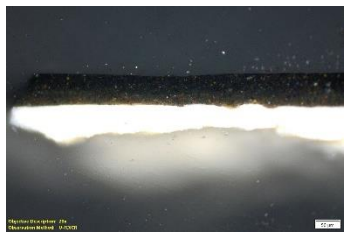
⁸⁴ Nicolaus, K. (1999). p 179

2.2.2.2 Ristlõike uuringud

Ristlõikeanalüüsi kasutatakse maali kihilise struktuuri keemiliste ja morfoloogiliste omaduste tuvastamiseks. Tegemist on destruktiivse tehnikaga, kuid proovi tükid võivad olla väga väikesed. Maalide kiht-kihilise ülesehituse ning struktuuri uurimiseks viisin läbi proovi ristlõike mikroskoopiline vaatluse (Tabel 2.1).

Maalilt „Naise pea“ võetud proovidest tegin kaks mikrolihvi. Kuna proovid võtsin rebendite servadest, osutus proov N_P_1 kahjustunud krundiprooviks. Proovi N_P_2 stratigraafilise analüüs näitas, et maal on tehtud vähemalt kahele heledale krundikihtile, mida katavad kaks õhukest värvikihti. Värvikihtides on näha pigmenditerade jaotumist. Alumine värvikiht on tume, milles on eristatavad kollakad ning tumedad pigmenditerad. Pealne värvikiht on tumepunane. Mikroskoobiga vaadeldes säravad vastu eri suurusega punased terad, mille vahelt on märgata ka kollakat pigmenti. Kuna Leica DM2500M mikroskoop ei andnud piisavalt detailset pilti ning värvikihid olid tumedad, oli keeruline saada täielikku ülevaadet pigmenditerade värvustest ning jaotusest. Pärast värvikihi ja -uuringuid oli võimalus kasutada ka Eesti Kunstiakadeemia Olympus BX53M mikroskoopi, millega tulid selgelt ja teravalt esile alumise värvikihi valdavalt mustad varieeruva suurusega pigmenditerad, mille vahelt paistis ka punakaid ja kollakaid terasid. Ülemise värvikihi moodustasid eelkõige väikesed punased pigmenditerad, mille vahelt oli märgata ka kollaseid ja musti terasid.

Maali „Poi si pea“ maalikihi ristlõigete P_P_3 ja P_P_4 puhul on krundikihi peal näha vaid ühte värvikihti. Värvikihtides on märgata kollakaid, sinakaid, musti ning punakaid pigmenditerasid. Sarnaselt eelmise prooviga, jäi ka siinkohal värvikihi tumeduse ning pildi vähese informatiivsuse tõttu täielik teave saamata. Lakikiht kummagi proovi puhul ei ilmne. Kuna lakk on maalile kantud ebaühtlaselt, siis tõenäoliselt on proovitükid võetud kohast, kus lakk on puudulik. Olympus BX53M mikroskoobiga tulid hiljem tunduvalt detailsemalt ja lausalisemalt esile proovide P_P_3 ja P_P_4 tumesinised, kollased, mustad, rohelised ja maatooni pigmenditerad. Ristlõigete teravus oleks olnud oluline ka hilisemaks pigmendianalüüsiks SEM-EDS'iga, et kõrvutada terade keemilist koostist pigmentide värviga.

Proovi nr	Leica DM2500M	Olympus BX53M	Olympus BX53M
Proov N_P_2			
Proov P_P_3			
Proov P_P_4			

Tabel 2.1. Ristlõiked N_P_2, P_P_3 ja P_P_4. Esimeses veerus on fotod, mille baasilt teostasin edasised uuringud. Teises ja kolmandas veerus on pärast uuringuid tehtud kvaliteetsemad fotod, mille põhjal tulevad detailsemalt esile pigmentide värvid ja jaotumine. Esimese kahe veeru fotode jaoks on kasutatud 20x suurendust, kolmanda veeru jaoks 50x suurendust.

2.2.2.3 Reaktiivid

Sideaine määramiseks katsetasin Sudan Black B ja fuksiini (Acid Fuchsin) reaktiive. Fuksiini abil on võimalik ristlõikest määrata proteiini, sealhulgas loomseid liime ja temperat. Fuksiiniga reageerinud proov värvub loomsete liimide olemasolu korral tumepunaseks ning munakollase ja -valge puhul heleroosaks. Sudan Black B reaktiiviga saab sideainest identifitseerida eelkõige

õli, värvides viimase siniseks.⁸⁵ Värvumisel tuleb pöörata tähelepanu selle homogeensusele. Värvitestide sooritamiseks tuli esmalt valmistada värvilahused. Värvitestide sooritamisel olid abiks Varje Õunapuu ja Mariam Sagaradze.

Fuksiin

Fuksiini 1% lahuse tegemiseks kaalusin 0,5 g fuksiini ning lahustasin selle 50 ml destilleeritud vees, mille järgselt tuli lahust segada nii kaua, kuni osakesed on lahustunud ning seejärel filtreerida. Värvitesti sooritamiseks tuli kanda 1 tilk fuksiini proovitüki ristlõikele, seejärel oodata 10 minutit ning pesta IMS'i (*Industrial Methylated Spirits*) ja destilleeritud vee 1:1 lahusega. Fuksiini värvitest tõi tugevalt esile proovi P_P_3 loomse liimi kihi, kuid krundi- ega värvikihis muutusi ei toimunud (Tabel 2.2). Proovi P_P_4 kihtides erinevust esile ei tulnud (Tabel 2.2). Huvitaval kombel on fuksiini test uhtunud mingid elemendid proovi N_P_2 värvikihtidest ära, mistõttu värvikihid kaotasid enda tumeduse ning intensiivsuse. Kui proovi alumine pruunikas kiht sai algsest arvatud liimikihi alla, siis fuksiin loomset liimi kihis ei tuvastanud (Tabel 2.2).

Sudan Black B

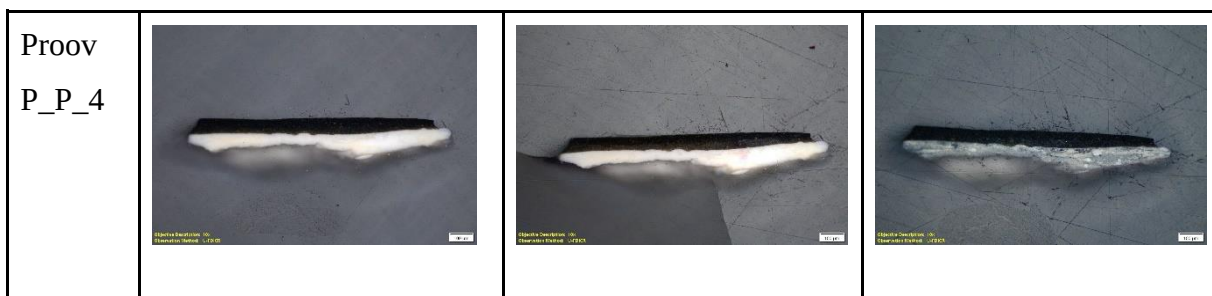
Lahuse tegemiseks lisasin 0,15 g Sudan Black B värvainet 30 ml etanoolile (96,3%). Pärast lahuse segamist lisasin aeglaselt lahusele 40 ml destilleeritud vett. Lahus pidi seisma paar päeva enne kasutamist ning tuli seejärel filtreerida. Värvitest kinnitas, et mõlema maali puhul on sideaineks õli (Tabel 2.2). Teose „Naise pea“ proovi N_P_4 reaktsioon Sudan Black B'ga tõi esile kolm või isegi neli krundikihti (Tabel 2.2). Siinkohal on keeruline kindlalt väita õli-baasil krundi olemasolu, kuna sinine värv on tekkinud laiguti. Kindlamalt võib arvata esimese krundikihi õli sideaine alla, kuid keskmistel krundikihtidel on värvi jaotumine kaootilisem. Huvitav on aga asjaolu, et varasemalt arvatud krundikihtide all olevas pruunis liimistuskihis on tegemist hoopis õli sideaine baasil teralise kihiga. See tähelepanek viitab võimalusele, et liimistuskihti pole üldse kasutatud ning lõuend on enne krundimist hoopis õlitatud. Teiseks võimaluseks õli imbumine õlikrundist alumistesse kihtidesse. Lõuendit visuaalselt vaadates on

⁸⁵ Sandu, I., C., A. et al (2012). Cross-Section and Staining-Based Techniques for Investigating Organic Materials in Painted and Polychrome Works of Art: A Review. *Microscopy and Microanalysis*. Vol. 18, No. 4. p 865.

näha, et lõuend on tumekollakas, mistõttu võib spekulatsioon paika pidada. Samas võib pruunika teralise kihi puhul olla tegemist ka vabrikukrundiga. Vabrikukrundid võisid olla eksperimentaalsed ning retsepte leidus väga palju erinevaid, mõned neist vastupidavamad ja kvaliteetsemad kui teised.

Test tõi maali „Poisi pea“ proovi P_P_3 krundikihis esile kihistumise, mida varasemalt märgata ei olnud. Kui eelnevalt mikroskoobiga proovi vaadeldes tundus krunt homogeenne, siis värvitestis selgus, et maalil on kolm krundikihti, millest ülemised kaks on õli baasil krundid, kuid alumisel õli ei tuvastunud (Tabel 2.2). Kuigi mitme krundikihi olemasolu ei ole üllatav, siis huvitav on asjaolu, et alumine kiht võib olla pealmistest erineva sideaine ja koostisega. Maalilt „Poisi pea“ võetud proovi P_P_4 värvumine kinnitas samuti õlikrundi olemasolu. Küll aga tõi värvaine esile võimaliku värvi kihistumise. Kui esmalt tundus, et proovil on vaid üks värvikiht, võib tegelikult tegemist olla isegi kahe kihiga (Tabel 2.2). Kuna aga pigmentide jaotumise näol ei ole selgelt näha kahe kihi erinevust, võib heterogeensust põhjustada ka pintslitõmmete erinevus.

Proovi nr	Enne värvitesti	Fuksiin	Sudan Black B
Proov N_P_2			
Proov P_P_3			



Tabel 2.2. Fuksiini ja Sudan Black B värvitestid proovidel N_P_2, P_P_3 ja P_P_4. Proovi N_P_2 pildistamiseks on kasutatud 20x suurendust, proovide P_P_3 ja P_P_4 puhul 10x suurendust.

2.2.2.4 Pigmentiuuringud SEM-EDS'iga.

Pigmentide, täiteainete ning krundi koostise kohta detailsema info saamiseks ning valemvärvifotograafia tulemuste kontrollimiseks kasutasin Tartu Ülikooli ZEISS EVO 15MA skaneerivat elektronmikroskoopi (SEM) koos Oxford Aztec MAX80 energiadispersiivse spektromeetriga (EDS). Skaneeriv elektronmikroskoop suunab proovile fokuseeritud elektronkiire, millega skaneerib proovi pinda. SEM võimaldab saada teavet proovi pinnatopograafia kohta. Kuna värviuuringute teostamiseks on oluline saada informatsiooni proovi keemilise koostise kohta, kasutasin proovi analüüsimiseks tagasihajunud elektroni detektorit (BSD). Tagasihajunud elektronide detektoriga saadud kujutisel (*back-scattered electron image* - BSE) on näha heledamate ja tumedamate terade vaheldumist, mis sõltub elektronkiirega pommitava materjali keskmisest aatommassist. Heledamad alad on kõrgema aatommassiga kui tumedamad alad. Sellest tulenevalt näeme näiteks Pb- või Hg-rikkaid terasid säravvalgena. Proove analüüsiti madalvaakumis, mistõttu puudus vajadus neid eelnevalt juhtiva materjaliga katta. Saadud EDS spektrid registreeriti ning töödeldi programmiga Aztec. Keemilise koostise analüüsi jaoks kasutasin eelnevalt uuritud ristlõikeid. Ristlõiked proovidega N_P_2, P_P_3 ja P_P_4 kinnitati alusele vaseteibiga, et suurendada juhtivust ning vähendada elektrostaatilist laengut.

SEM-EDS uuringud Maali „Naise pea“ proovist N_P_2 kinnitavad, et maali tumepunane taust koosneb krundikihist ning kahest värvikihist. Krundiks on pliikrunt, millele on täiteaineks lisatud silikaate. Alumise tumeda värvikihi pigmentidest tuvastasin eelkõige luumusta $[C+Ca_3(PO_4)_2]$, kuid ka kinaveri (HgS), pliivalget $[2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2]$, ookrit ($\alpha\text{-FeOOH}$,

silikaadid/ Fe_2O_3 , silikaadid) ning täiteainena silikaate ja kaltsiumkarbonaati (CaCO_3). Ülemisest värvikihist tuvastasin rohkelt kinaveri, pliivalget, ookrit, luumusta, silikaatseid täiteaineid ning kaltsiumkarbonaati (Lisa 2). Lisaks on spektrites märgata kaltsiumi kõrval ka magneesiumi, mistõttu võib täiteaineks olla ka dolomiit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].

Teose „Poisi pea“ rohekashalli tausta proovitükk P_P_3 kooseb krundikihist ning ühest värvikihist. Krundikihiks on suhtelist puhas pliikrunt, millele on lisatud ka veidi baariumsulfaati (BaSO_4). Pigmentidest tuvastasin kinaveri (HgS), kaadmiumkollast (CdS), luumusta [$\text{C}+\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$], ultramariini ($3\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 2\text{Na}_2\text{S}$), koobaltsinist ($\text{CoO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), punast ookrit (Fe_2O_3 , silikaadid), pliivalget [$2\text{PbCO}_3\cdot\text{Pb}(\text{OH})_2$], täiteainena silikaate ja kaltsiumkarbonaati (CaCO_3) (Lisa 2). Mg lisandist tingituna võib tegemist olla samuti dolomiidiga [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].

Kuigi maali „Poisi pea“ proovist P_P_4 puhul ei olnud mikroskoopilisel vaatlusel värvi kihiline struktuur selgelt eristatav, näitas SEM-EDS analüüs, et proovil esineb tegelikult kaks eristatavat värvikihti. „Poisi pea“ proov P_P_4 on võetud poisi kuuelt, piirkonnast, kus üldine toon näib olevat tumepunakas (peaaegu must). Krundi koostis on sama nagu proovi P_P_3 puhul. Värvikihi pigmentidest tuvastasin kinaveri, kaadmiumkollase, luumusta, ultramariini, ookri, koobaltsinise, pliivalge ning täiteainetest kaltsiumkarbonaadi, silikaate ning baariumsulfaadi (Lisa 2). SEM-EDS puhul on võimalik valitud piirkonnast proovil teha ka elementide kaardistus (*mapping*), millega selgus värvikihtide eristuvus. Kuigi mõningaid pigmente esineb mõlemas kihis, oli märgata ka teatavat erinevust. Näiteks selgus, et ultramariin, baariumsulfaat, luumust ja kaadmiumkollane esinevad eelkõige ülemises kihis, koobaltsinine aga vaid alumises. Lisaks oli pliivalge signaal tugevam alumises kihis. Samuti leidsin terasid, mis sisaldasid kõrges koguses arseeni ja vaske. Ajalooliselt on kasutatud mitmeid arseeni sisaldavaid pigmente, sealhulgas smaragdrohelist [$3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2\cdot\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$] ja auripigmenti (Ag_2S_3).⁸⁶ Mikroskoobiga tehtud eelnevate piltide ebatäpsuse tõttu oli keeruline tuvastada, kas tera on roheline või kollane. Hilisemal mikroskoobiga vaatlemisel selgus, et proov on elektronkiire liiga tugeva intensiivsuse tõttu kahjustunud, mistõttu ei olnud terade toone enam võimalik tuvastada

⁸⁶ https://sisu.ut.ee/wp-content/uploads/sites/285/pigments_table.pdf (25.02.25).

(Foto 2.57). Enne SEM-EDS analüüse on oluline pilidistada proove võimalikult kvaliteetse mikroskoobiga, kus on võimalik eristada võimalikult hästi terade värve.

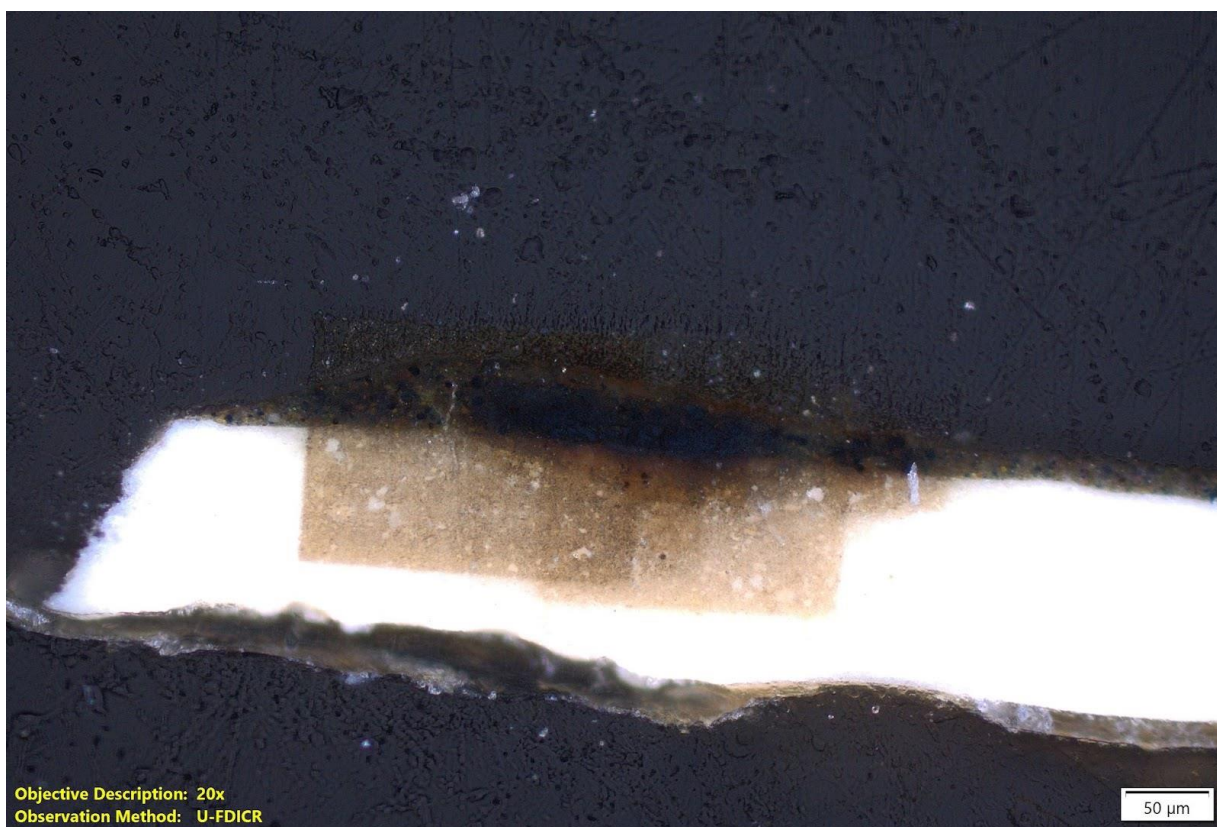


Foto 2.57. SEM-EDS liiga tugeva kiire tõttu kahjustunud proov P_P_3.

2.2.2.5 Sideaine uuringud ATR-FT-IR spektromeetrilisel meetodil

ATR-FT-IR spektroskoopia puhul on tegemist infrapunaspetspektroskoopiaga, mis põhineb molekulides neeldunud infrapunase kiirguse intensiivsuse mõõtmisel. ATR-FT-IR spektroskoopia kaudu on võimalik saada teavet värvi komponentide kohta. Näiteks on võimalik eristada looduslikku ja sünteetilist lakki või liimi.⁸⁷ ATR-FT-IR spektrite registreerimiseks kasutasime Tartu Ülikooli teemantkristalliga Smart Orbit ATR-mikroanalüsaatorit, mis on paigaldatud Nicolet 6700 FT-IR spektromeetrile. Tegemist on kontaktmeetodiga, mille puhul proovitükk asetatakse ATR-kristallile, surutakse pressotsikuga vastu kristalli ning

⁸⁷ Vahur, S. et al (2016). Täppisteadused kunsti uurimise teenistuses. Keemiliste analüüside kasutamine kunstiteoste uurimises. Rmt: *Rode altar lähivaates*. Hiiop, H. & Kurisoo, M. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. lk 99-100.

registreeritakse IR spekter. Tulemuste analüüsimiseks kasutasime Thermo Fisher Scientific Inc. OMNIC 9 tarkvara. ATR-FT-IR spektromeetri kasutamisel ning tulemuste interpreteerimisel oli suureks abiks Tartu Ülikooli Keemia Instituudi analüütilise ja füüsikalise keemia kaasprofessor Signe Vahur.

ATR-FT-IR analüüside jaoks võtsin mõlemalt teoselt täiendavalt ühe proovitüki (N_P_6; P_P_5). Enne ATR-FT-IR spektroskoopia analüüside tegemist uurisin ning pildistasin võetud proovitükke Olympus SZX7 ringvalgustusega optilise mikroskoobi ja Leica M165 FC külvalgustusega stereomikroskoobiga (Foto 2.58; Foto 2.59).

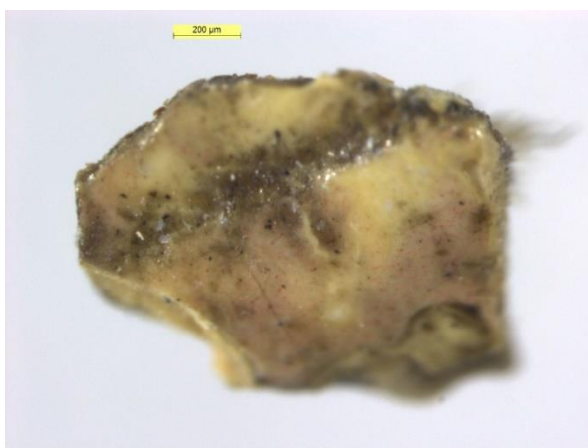


Foto 2.58. Maali „Naise pea“ figuuri nahatooni proov N_P_6.



Foto 2.59. Maali „Poisi pea“ figuuri kuue proov P_P_5.

Maali „Naise pea“ värvitüki N_P_6 analüüs näitas, et sideaineks on kasutatud õli (Lisa 3). Samuti tuvastasime spektroskoopia abil proteiinijääke, vaha, silikaate ning kaltsiumkarbonaati. Proteiinide esinemise põhjus ei ole täielikult selge. Tõenäoliselt ei pärine see lõuendi liimistuskihist, kuna signaal ei tule piisavalt sügavalt proovist. Võimalikeks allikateks on kas krundikiht või varasem konserveerimistöö. Kaltsiumkarbonaati ning silikaate on tõenäoliselt lisatud täiteainena. Lisaks tuvastati värviproovi spektritelt ka vaha olemasolu. Ajalooliselt on õlivärvile lisatud vaike, lakke ning vahasid, et parandada elastsust, sidusust ja voolavust.⁸⁸ Arvestades, et maalil on õlimaalil kohta suhteliselt matt pind, võib oletada, et maali

⁸⁸ Vahur, S. (2025). Värvide keemia (II osa). LOKT.06.027 Ajalooliste objektide keemia. lk 4. [Slaidid].

matistamiseks on lisatud lakile vaha (nt mesilasvaha). Pinnakatte madala läike tõttu oli visuaalselt keeruline määrata, kas teos on lakitud või mitte.

Maali „Poisi pea“ proovi P_P_5 spektromeetriline analüüs näitas, et värvi sideainena on kasutatud suhteliselt puhast õli, millele on täiteaineks lisatud veidi kaltsiumkarbonaati ning silikaate (Lisa 3). Kooskõlas SEM-EDS tulemustega viitab kaltsiumfosfaadi esinemine luumusta kasutamisele värvi koostises. Spekter näitas sarnaselt SEM-EDS'ga ka pliivalge olemasolu, mis on ajalooliselt üks enim kasutatud valgeid pigmente. Lisaks registreeriti sarnaselt eelmise prooviga ka proteiinide signaal. Arvestades, et proov pärineb maali murdejoonelt, on kõige tõenäolisem, et seda piirkonda on varasemate konserveerimistööde käigus töödeldud loomse liimiga. See võib selgitada ka varasemat volditud äärte nüüdset sirget iseloomu. Krundilt registreeritud spektrid kinnitasid SEM-EDS käigus saadud tulemusi, et maali krunt koosneb õlist, baariumsulfaadist ning pliivalgest.

3. UURINGUTE KOKKUVÕTE

Üheks kõige paremaks meetodiks maali seisukorra hindamiseks ning jäädvustamiseks osutus fotogramm-meetria, mille abil sai koostada ka ortofoto ning kõrgusmudeli (*DEM*). Meetod võimaldab mitte ainult objekti hetkeolukorra detailset jäädvustamist, vaid loob ka tugeva aluse pikaajaliseks monitooringuks ja seisundianalüüsiks. Samas tuleb arvestada, et meetodi kasutuselevõtt nõuab kogemust, tehnilist teadlikkust ja läbimõeldud planeerimist, sh sobivate valguslahenduste, seadmete ja tarkvara kasutamist. Ehkki praktikas võivad esineda teatavad takistused – näiteks objekti füüsilised omadused või andmete töötlemisel tekkivad moonutused – ei vähenda need fotogramm-meetria potentsiaali kui väärtuslikku meetodit kunstiteoste seisundiuuringutes. Eriti kasulik oli fotogramm-meetria käigus loodud 3D-mudel ja ortofoto kahjustuste ja kraklee hindamisel. Kuigi krakleed saab detailsemalt uurida ka mikroskoobiga, loob fotogramm-meetria terviklikult detailse tulemuse, millest tulenevalt on lihtsam pakkuda ülevaatlikku hinnangut. Samuti annab kõrgusmudel ülevaate lõuendi deformatsioonidest ning pakub hea võimaluse tulemusi korrata näiteks pärast konserveerimist, et näha, kas lõuend on pingul ning murdejooned leebemad. Lihtsama lahendusena on võimalik lõuendi ja kahjustuste topograafiat hinnata külgvalguse abil. Külgvalguse indikaator on hea vahend valgustingimuste taasloomisel, et konserveerimisjärgselt hinnata muutusi seisukorras. Võrdluseks fotogramm-meetria katsetasin töös ka maalide laser-skaneerimist. Laser-skaneerimine võimaldab väga kiirelt ja lihtsalt luua teostest 3D-mudeleid. Kuigi tegemist on ajasäästliku protsessiga, osutus maalide läikiv ja tume pind keeruliseks omaduseks, mistõttu mudelid tulid ebapiisava teravuse ja detailsusega. Kuna käesoleva töö eesmärk oli jäädvustada kahjustusi ja detaile maali seisukorra hindamiseks, konserveerimiseks ning edasiseks monitoorimiseks, ei vastanud laserskaneerimise tulemused nõutavale kvaliteedile. Siiski sõltub meetodi sobivus loodavate mudelite kasutusotstarbest.

Kuigi fotogramm-meetria pakub detailselt rikast teavet maali ja selle kahjustuste kohta, ei anna ta aga kogu vajalikku informatsiooni. Näiteks pakkus maalide konserveerimistöödeks olulist teavet UV-fotograafia, mille käigus õnnestus tuvastada maali „Pois pea“ ebatavaline, vaba käega kantud lakikiht. Erinevalt tüüpilisest ühtlasest lakikihist viitab selline laki pealekandmisviis kunstniku isikupärasele käekirjale, mistõttu on oluline lakk konserveerimisel

säilitada mitte eemaldada. Samuti viitas lakikihi sinakas fluorestsents sellele, et tegemist võib olla sünteetilise materjaliga, mistõttu võib teos pärineda 19. sajandi asemel hoopis 20. sajandist. UV-valgus pakkus avastusi ka maali „Naise pea“ puhul, tuues välja varasemad retušeerinud, millele tavavalguses koheselt tähelepanu ei läinud.

Maali valmimisprotsessi aitab mõista selle vaatlemine infrapunavalguses, mis võimaldab esile tuua grafiidi, söe või tindiga tehtud alusjoonistusi. Kuna professionaalse infrapunafoto tegemine ei ole alati kergesti kättesaadav, pakub infrapunakiirgusega digitaalne mikroskoop head võimalust alusjooniste otsimiseks ja tuvastamiseks. Leitud detailide põhjal saab hinnata, kas kogu maali ulatuses infrapunafoto tegemine on põhjendatud. Kunstniku maalimisprotsessi järgi saab otsida ka digitaalse mikroskoobiga, mis on praktiline viis pintslilöökidest, aga ka kahjustuste, kraklee, mustuse ning erinevate tekstuuride avastamiseks, pakkudes lisaks kunstniku käekirjale teavet ka konserveerimistöödeks.

Valevärvifotograafia osutus lihtsaks ja kiireks visuaalseks meetodiks pigmentide esmaseks tuvastamiseks. Selle suurimaks eeliseks on võime eristada visuaalselt sarnaseid, kuid koostiselt erinevaid pigmente, mis tavavalguses võivad tunduda identsed. Meetod aitab tõhusalt välja tuua huvipakkuvad piirkonnad, võimaldades paremini valida alasid, kust detailsemateks uuringuteks proove võtta. Valevärvifotograafia ei võimalda pigmentide täpse keemilise koostise määramist ning tulemused võivad olla eksitavad, kui neid kasutada ilma täiendavate analüüsides. Seetõttu sobib see meetod hästi esmaseks uuringuetapiks, mida tuleks toetada täpsemate laboratoorsete tehnikatega, siinkohal SEM-EDS'iga. Mõningad valevärvifotograafia põhjal pakutud pigmendid olid kooskõlas SEM-EDS analüüsides, näiteks maali „Naise pea“ taustas kasutatud kinaver ja luumust. Loogiline tundub seetõttu ka kinaveri pakutud kasutus põskedel ning huultel. Kuna SEM-EDS näitas maali „Poisi pea“ taustas ning kuuel samuti kinaveri kasutust, võib arvata, et ka huultel on suure tõenäosusega kasutatud kinaveri. Kuigi valevärvifotograafia ei andnud kõikide piirkondade kohta üheselt mõistetavaid vastuseid, ei olnud siinkohal sobilik võtta proove huvipakkumatelt aladelt. Proovid võeti vaid meetodi katsetamiseks juba kahjustunud alade piirkonnast. Kuigi pigmentide kohta saab teavet ka UV-valgusest tingitud luminesentsi abil, on valevärvifotograafia täpsem ning selgem ja tulemus ei ole niivõrd sõltuvuses sideainest. Küll aga on kõige kasumlikuma tulemuse saamiseks võimalus neid

kombineerida. Lõputöös käsitletavate maalide puhul ei olnud UV-fotograafia abil võimalik pigmentide kohta teavet saada maali „Naise pea“ katva paksu mustuse ning maali „Poisi pea“ ebaühtlase ja tugevalt fluorestseeruva lakikihi tõttu. Sellest tulenevalt ei olnud võimalik tulemusi kõrvutada.

Lõuendi kiudude analüüsimiseks on mitmeid erinevaid meetodeid, kuid mitte kõik neist ei osutunud võrdselt usaldusväärseks ega andnud selgeid tulemusi. Näiteks ei andnud floroglütsiin uuritud proovide puhul selget tulemust ning kuivatustest ei pakkunud üheselt tõlgendatavat informatsiooni. Viimaste puhul tuleks usaldusväärse järelduse tegemiseks testi korrata mitmete erinevate kiududega. See omakorda eeldab suurema hulga materjali võtmist, mis ei ole alati teostatav ega soovitatav, eriti väärtuslike või tundlike objektide puhul. Kõige usaldusväärsemaks osutus Herzog test, mis andis kõikide kiudude puhul samasuguse tulemuse, kuid meetodit on oluline kombineerida morfoloogilise vaatlusega, kuna test annab vastuse vaid kiu keerme kohta.

Värvitestide tulemused andsid väärtuslikku teavet maali kihilise struktuuri ning kihtide vaheliste erinevuste kohta, mida ei olnud alati võimalik mikroskoopia abil määrata. Kuigi testideks vajalike lahuste tegemine on mõne reaktiivi puhul ajakulukas ning tulemused ei ole alati üheselt tõlgendatavad, on siiski üldiselt tegemist kiire ja lihtsa viisiga liimide ja sideaine määramiseks. Vastavalt saadud tulemustele ja vajadusele on hiljem võimalik tulemusi kontrollida või täpsustada ATR-FT-IR'ga ja SEM-EDS'ga. Spektroskoopia abil oli võimalus lisaks õlidele ja proteiinidele tuvastada värvikihis ka näiteks vaha sisaldust. Lähtuvalt ajalisest piirangust, sooritasin kõnealuses töös SEM-EDS mõõtmised enne värviteste. Kuna SEM-EDS mõõtmiste suunamisel lähtuti üksnes optilise mikroskoobi vaatlustest, jäi osa potentsiaalselt olulistest andmetest tähelepanuta. Värvitestide tulemused tõid näiteks esile krundikihtide ootamatu heterogeensuse, millele oleks saanud SEM-EDS abil täpsemalt keskenduda. Sama kehtib ka õlibaasil pruunikale kihile proovi N_P_2 puhul, mille koostist oleks hilisemalt SEM-EDS'iga saanud kontrollida. Sellest lähtuvalt võib väita, et ideaalis tuleks värvitestid viia läbi enne SEM-EDS analüüsi. Värvitestid pakuvad esmast, kuid olulist teavet proovide struktuuri ja koostise kohta, mis võimaldab SEM-EDS mõõtmisi paremini suunata ning keskenduda kindlatele kihistustele või komponentidele. Samas tuleb arvestada, et mõned värvitestides kasutatavad

reagendid võivad mõjutada proovi seisukorda. Näiteks täheldati fuksiinitesti kasutamisel teose „Naise pea“ proovi N_P_2 puhul värvikihi pleekimist ning tõenäolist elementide ärakandumist, mis võib omakorda moonutada hilisema SEM-EDS analüüsi tulemusi. Samuti on võimalik, et reaktiivid jätavad proovi keemilisi jääke, mis võivad mõjutada mõõtmiste täpsust. Kuigi värvitestide eelnev kasutamine võib märkimisväärselt suurendada SEM-EDS analüüside informatiivset väärtust, kuid see eeldab hoolikat metoodilist kaalutlust. Üheks võimalikuks lahenduseks oleks värvitestide läbiviimine eraldi proovidega, mida ei kasutata edasistes SEM-EDS uuringutes, tagamaks mõlema meetodi maksimaalse usaldusväärsuse.

Uuringuid oleks soovitatav korrata ka pärast konserveerimist, et näha, kui edukas on konserveerimine olnud. Eelkõige võiks keskenduda pildindusmeetoditele, mis aitavad dokumenteerida ja võrrelda maali seisukorra muutumist ajas. Fotogramm-meetriat oleks soovitatav korrata konserveerimisejärgselt, et jäädvustada maali hetkeline seisund ning monitoorida selle muutusi edaspidi. Samuti oleks kõrge detailsusega ortofotolt näha konserveerimise tulemuslikkust ning kraklee edaspidist süvenemist. Külgvalguse ja kõrgusmudeliga (*DEM*) saab kontrollida, kui edukalt toimis maali sirutamine ning jälgida deformatsioonide kulgu tulevikus. Maali „Poisid pea“ puhul tõi UV-valgus esile kunstniku käekirja peegeldava ebaühtlase lakikihi, mida konserveerimisel otsustati säilitada. Pärast konserveerimist oleks oluline kontrollida konserveerimise tulemuslikkust ning lakikihi säilimist.

4. KONSERVEERIMINE

Käesolevas lõputöös esitan konserveerimise etapid kokkuvõtliku lühikirjeldusena. Konserveerimispassid on toodud Lisades (Lisa 4; Lisa 5).

Maal „Naise pea“ (Foto 4.1; Foto 4.3)

Konserveerimistöode esimene etapp hõlmas maali tagakülje kuivpuhastust tolmuimeja ja tahmakummiga. Pärast kuivpuhastust eemaldasın alusraami ja kiilud. Kuna maali tagakülğ oli kaetud väga tugeva mustusega, eemaldasın mustuse skalpelli (tera nr 10) abil mehaaniliselt. Kiilud ja alusraami tagakülje puhastasın kombineeritult etanooli, tahmakummi, skalpelli ja liivapaberiga. Järgmiseks valmistasin alusraamile äärekõrgendused, mille liimisin jänesenahaliimi (20%) abil alusraamile ja kinnitasın täiendavalt naeltega. Naelapead katsın akrüülvaiguga Paraloid B72 etanoolis (10%). Rebendite parandamiseks kasutasın BEVA-kilet [BEVA® 371 (25µ)] ning parafilli (Parafil RT20) ning nurkade toestamiseks ja äärte tugevdamiseks ning dubleerimiseks BEVA-kilet (65 ja 25µ), parafilli ja sünteetilist lõuendit (Lascaux P110 polüester). Maali esikülje esmaseks õrnpuhastuseks kasutasın dest.vett ning Blitz-Fix svammi. Profülaktilise kleebise (suitsupaber) kinnitasın kalaliimiga (3%), mida kuumutasın läbi filterpaberi triikrauaga. Seejärel niisutasın maali tagakülge ning panin maali pressi alla. Pärast ööpäeva raskuse all hoidmist, eemaldasın kleebised Blitz-Fix svammi ja dest.vee abil. Maali pingutasın tagasi algupärasele raamile lõuenditangidega, esmalt ajutiste klambritega, mille hiljem asendasın uute vasest naeltega. Algupärased naelad olid roostetanud ja murdusid väljatõmbamisel, mistõttu ei saanud neid puhastada ja taaskasutada. Kuna maalipind oli kaetud väga tugeva mustusega, oli keeruline leida puhastamiseks sobivat meetodit. Puhastusmeetodid käitusid vastavalt asukohale ja värvile väga erinevalt, mistõttu sai tehtud mitmeid lokaalseid katsetusi. Lõpuks osutus figuuri nahapinnal kõige sobivamaks segu 1:3 atsetoonist (25ml) ja tolueenist (75ml). Tausta, rüü, kiivri ja sulestiku puhastasın apolaarse nanolahustiga, juuksed polaarse nanolahustiga. Hiljem tegin terve maalipinna taaspuhastuse nii polaarse kui apolaarse nanolahustiga. Vajadusel kasutasın ka *Evolon®CR* tükke, mis olid leotatud triammooniumtsitraadis (3%), apolaarses või polaares nanolahustis. Pärast maalipinna märgpuhastust, sooritasın vahelakkimise. Maalilaki valmistasin Laropal A81 graanulitest (40 g

Laropal A81 graanuleid, 200 ml Stoddard solventi, 40 ml isopropanooli, Tinuvin geeli, mis annab lakisegule UV-kaitse), mille vahelakkimise jaoks lahustasin 1:1 Stoddard solvendiga. Seejärel kruntisin kaod kalaliimi (3%) ja kriidiga. Maalid retušeerisin esmalt akvarellidega. Pärast retušeerimist lakkisin maali uuesti lahjendatud lakiga. Seejärel retušeerisin vajalikud piirkonnad lisaks ka Gamblini konserveerimisvärvidega ning lakkisin maali. Kiilalusraami pingutasin algupäraste kiilude abil. Kiilud kinnitasin kruvidega, et need pinge muutustega välja ei kukuks. Uue ümbrisraami siseküljele lõin naeltega puidust kõrgendused ning monteerisin töö ümbrisraami koos makrolonist kaitsematerjaliga, mille kinnitasin kruvide ja kinnitusplaatidega (Foto 4.2; Foto 4.4).

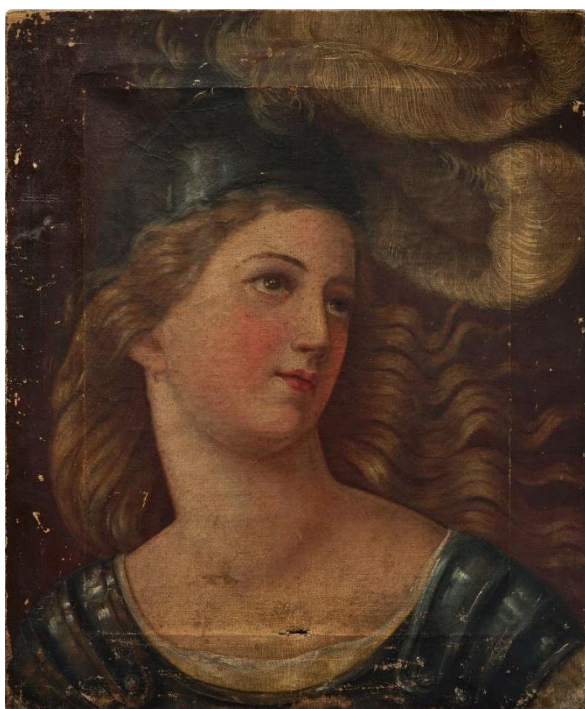


Foto 4.1. Maali „Naise pea“ esikülg (enne).



Foto 4.2. Konserveeritud maali „Naise pea“ esikülg (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.



Foto 4.3. Maali „Naise pea“ tagakülg (enne).



Foto 4.4. Maali „Naise pea“ tagakülg (pärast).

Maal „Poisi pea“ (Foto 4.5; Foto 4.7)

Esmalt teostasin maali tagakülje kuivpuhastuse tolmuimeja ja tahmakummiga, ekskremendid eemaldasid mehaaniliselt skalpelliga. Lõuendi augud parandasin õhukese BEVA-kile [BEVA® 371 (25µ)] ja parafilliga (Parafil RT20), äärste dubleerimiseks kasutasin paksemat BEVA-kilet (65µ) ja sünteetilist lõuendit (Lascaux P110 polüester). Murdejoonte sirutamiseks paigaldasid profülaktilise kleebise 3% kalaliimiga ning asetasin maali ööpäevaks pressi alla. Kuna lõuend ei sirgunud piisavalt, niisutasin maali tagakülge destilleeritud veega ning pressisin teost uuesti, millejärgselt eemaldasid kleebise dest.vee ja Blitz-Fix svammiga. Seejärel pingutasin maali uuele kiilalusraamile lõuenditangidega ning kinnitasin lõuendi klambritega. Maali esikülje esmase õrnapuhastuse tegin dest.vee ja Blitz-Fix svammiga. Kuna dest.vesi ei eemaldanud maalipinnalt plekke, teostasin ka sügavama puhastuse triammooniumtsitraadi 3% lahusega dest.vees. Ehkki visuaalselt ei paistnud maalipind tugevalt määrdunud, ilmses märgpuhastuse käigus märkimisväärne mustuse eemaldumine. Samas puhastus ei kahjustanud pigmenti ega ebaühtlast lakikihti. Pärast lahuse kasutamist puhastasin pinna destilleeritud veega, et

eemaldada triammooniumtsitraadi jäägid. Vahelakkimiseks kasutasin Laropal A81 graanulitest (40 g Laropal A81 graanuleid, 200 ml Stoddard solventi, 40 ml isopropanooli, Tinuvin geeli, mis annab lakisegule UV-kaitse) valmistatud lakki, mida omakorda lahjendasin 1:1 Stoddard solvendiga. Seejärel kruntisin kahjustatud alad kalaliimi (3%) ja kriidiga. Kadude piirkonnad retušeerisin akvarellidega ning sooritasin teise vahelakkimise. Seejärel retušeerisin vajalikud piirkonnad Gamblini konserveerimisvärvidega ning lakkisin maali. Uute kiilude abil pingutasin kiilalusraami ning kinnitasin kiilud kruvidega. Töö monteerimiseks lisasin ümbrisraami siseservadele puidust äärekõrgendused ning makrolonist kaitsematerjali, mille kinnitasin kinnitusplaatide ja kruvidega (Foto 4.6; Foto 4.8).

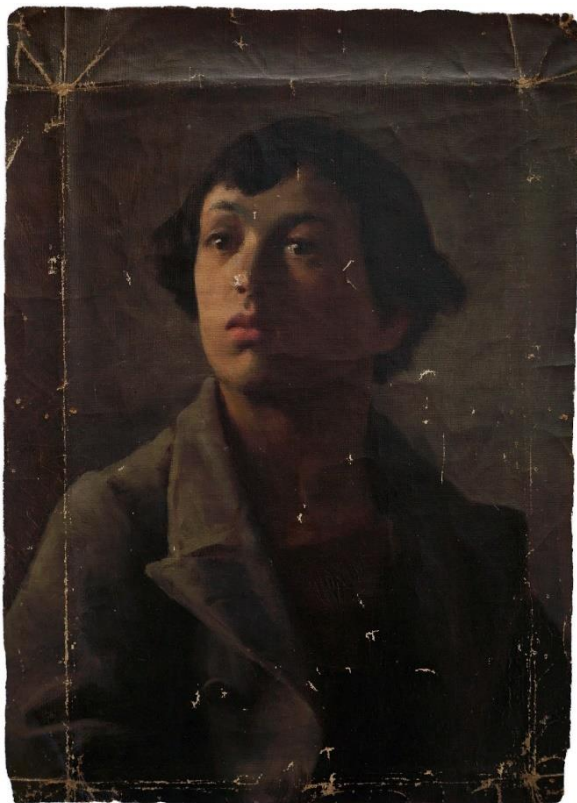


Foto 4.5. Maali „Poisi pea“ esikül (enne).



Foto 4.6. Konserveeritud maali „Poisi pea“ esikül (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.



Foto 4.7. Maali „Poisi pea“ tagakülg (enne).



Foto 4.8. Konserveeritud maali „Poisi pea“ tagakülg (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.

KOKKUVÕTE

Lõputöös keskendusin kahe maali „Naise pea“ ja „Poisid pea“ dokumenteerimisele ja konserveerimisele. Uuringu eesmärk oli koostada põhjalik ülevaade teoste materjalidest, tehnilisest teostusest ning seisukorrast, et toetada teadlikku ja põhjendatud konserveerimist. Töö keskendus peamiselt mitteinvasiivsetele ja lihtsamini kättesaadavatele dokumenteerimismeetoditele, sealhulgas oli rõhk peamiselt erinevatel pildindusmeetoditel ja mikroskoopiaal. Kasutasin nii traditsioonilisi fotograafilisi võtteid (nähtav, UV-, IP-, külge- ja tagantvalgus) kui ka kaasaegsemaid lähenemisi nagu valevärvifotograafia, fotogramm-meetria ja 3D laserskaneerimine. Täiendavateks materjaliuuringuteks rakendasin stratigraafilist analüüsi, lõuendianalüüsi, ATR-FT-IR spektroskoopiat ning SEM-EDS analüüsi. Kogutud andmete abil konserveerisin maalid.

Lõputöö tulemustest ilmnas, et kõige informatiivsemaks ja mitmekülgsemaks meetodiks maalide seisukorra hindamisel ning dokumenteerimisel osutus fotogramm-meetria, mis võimaldas koostada nii detailse ortofoto, digitaalse kõrgusmudeli (*DEM*) kui ka 3D-mudeli. See meetod pakkus kõige põhjalikumad ja visuaalselt arusaadavamad teavet kahjustuste, kraklede ning lõuendi deformatsioonide kohta, olles eriti tõhus pikaajalise monitooringu ja konserveerimisjärgse seisukorra hindamise seisukohalt. Võrreldes laser-skaneerimise tulemusel saadud 3D-mudeliga, mis jäi läikiva ja tumeda pinna tõttu ebatäpseks, oli fotogramm-meetria oluliselt kvaliteetsem ja detailsem.

Oluliseks täienduseks fotogramm-meetria osutus UV-fotograafia, mis aitas tuvastada lakikihtide eripärasid ja varasemaid parandusi. Infrapunavaatlus aitas tuvastada alusjoonistusi, andes teavet kunstniku tööetappide ja loomemeetodite kohta. Mõlemad meetodid andsid väärtuslikku teavet kunstniku töömeetoditest ja tööde ajaloolisest kontekstist.

Valevärvifotograafia osutus heaks esmaseks meetodiks pigmentide tuvastamiseks, kuid selle tulemused vajavad kinnitust täpsemate analüüsidega, nagu SEM-EDS. Pigmentide ja sideainete koostise määramisel on kasulik meetodite kombineerimine: värvitestid annavad esmase indikatsiooni, mille põhjal saab ATR-FT-IR spektroskoopiaga ja SEM-EDS'iga tulemusi kinnitada ning täpsustada. Töö näitas, et kuigi värvitestid on tõhusad suunavad tööriistad, eeldab

nende mõju proovide seisukorrale metoodilist ettevaatlikkust ja võimalusel eraldi proovide kasutamist.

Kokkuvõttes tõi töö esile, et parimaid tulemusi annab mitme täiendava meetodi kombineerimine, kusjuures iga meetod täidab oma rolli – alates üldisest seisundikaardist kuni materjalikoostise detailse määramiseni. Eelistatud olid mitteinvasiivsed ja kergemini kättesaadavad meetodid, mis tagasid võimalikult väikese sekkumise originaalteosesse. Selline lähenemine võimaldas luua usaldusväärse ja kordusanalüüsiks sobiva dokumentatsiooni, mis toetab nii käesolevat konserveerimist kui ka tulevasi uuringuid.

SUMMARY

This thesis focuses on the exploration of various documentation techniques by applying and testing different methods on two canvas paintings: “Woman’s Head” and “Boy’s Head”. The documentation of cultural heritage objects plays a crucial role in preserving our historical memory and cultural identity. As the aging and deterioration of materials are inevitable, slowing these processes is crucial to ensure their preservation for future generations. Before any conservation work can begin, thorough documentation is essential. It allows for the detailed recording of an object’s condition and materials, ensuring both long-term monitoring and the repeatability of future research.

The primary objective of this study was to evaluate the effectiveness of various documentation methods in gaining an understanding of the materials and painting techniques used by the artists. In addition, the information obtained offers a foundation for planning appropriate conservation treatments for the studied paintings. My focus was on exploring and evaluating different methods, emphasizing less invasive and more widely accessible techniques to ensure both effectiveness and practicality in the documentation process. During the documentation process I employed several non-destructive surface examination methods, focusing primarily on various imaging techniques and microscopic observation. Microscopic analysis was conducted under visible, ultraviolet (UV), and infrared (IR) light. In multispectral photography, I concentrated on UV- and IR-imaging to investigate the presence of hidden layers, later additions and material use. Among the different imaging techniques, I also used visible, raking and transmitted light photography, false-color imaging, photogrammetry, and 3D laser scanning, which provided a detailed overview of surface textures and damages. To study the materials, I carried out a stratigraphic analysis of the canvas and paint layers which involved taking necessary samples in a destructive manner. To identify binding media, I performed cross-section staining tests, the results of which were later verified using ATR-FT-IR spectroscopy. Additionally, to confirm the results of false-color imaging and obtain further information, I analyzed the samples using a scanning electron microscope (SEM). The gained information supported the conservation of both paintings.

Among the various documentation methods, photogrammetry proved to be the most versatile and informative as it enabled us to generate 3D-model, orthophoto and digital elevation model (*DEM*). Using the combination of those three visual models, it was possible to gain thorough, detailed and visually accessible insights into different damages, especially craquelure and support deformations. Hence, it is especially well-suited for assessing and monitoring the condition of a painting over time, as with the right experience, it is easily repeatable. Its repeatability and high level of detail made photogrammetry superior to 3D laser scanning, which was limited in accuracy due to the reflective and dark surfaces of the artworks.

UV photography served as a valuable tool for identifying varnish layers and evidence of prior conservation. Infrared photography, on the other hand, offered a view beneath the paint layers in a nondestructive manner, therefore giving us a peak about the artist's technique.

False-colour-photography proved to be a useful initial method for primary identification of used pigments, although its results required confirmation through more precise analytical techniques such as SEM-EDS. In determining the exact composition of pigments and binders, the combination of complementary methods proved particularly effective: colour tests provided a preliminary overview, which could then be verified and refined using ATR-FT-IR spectroscopy and SEM-EDS. This study demonstrated the effectiveness of colour testing, although their potential damage to samples calls for methodological caution and advises the usage of separate samples.

In conclusion, this thesis highlights the effectiveness of combining multiple methods, as every technique has its own unique role and benefit. The preference was given to less invasive and more accessible methods, therefore easing the repeatability of used techniques. In addition, repeating these methods after conservation treatments is also recommended to assess their effectiveness and to establish a reliable foundation for future condition monitoring.

KASUTATUD KIRJANDUS

Begum, S. & Milašius, R. (2022). Factors of Weave Estimation and the Effect of Weave Structure on Fabric Properties: A Review. *Fibers*. vol 10. DOI: [10.3390/fib10090074](https://doi.org/10.3390/fib10090074).

Bury, M. & Bratasz, Ł. (2014). Development of Craquelure Patterns in Painting Canvas. *Heritage Science*. Vol 12, No 375. DOI: [10.21203/rs.3.rs-4565146/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4565146/v1).

Bucklow, S. (2012). The classification of craquelure patterns. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. London: Routledge.

Cosentino, A. (2015). Effects Of Different Binders On Technica Photography And Infrared Reflectography of 54 Historical Pigments, Vol. 6, No. 1.

Demuth, P. (2024). Weave Structure Analysis: The protocol. *Tear closure workshop*. [slaidid].

Elkhuizen, W. S. et al. (2019). Comparison of three 3D scanning techniques for paintings, as applied to Vermeer's 'Girl with a Pearl Earring'. *Heritage Science*, Vol. 7, No. 1, Article 89. DOI: [10.1186/s40494-019-0331-5](https://doi.org/10.1186/s40494-019-0331-5).

Folch, M. (2011). Non-destructive condition assessment of painting canvases using NIR spectrometry. Universitat de Barcelona. Faculty of Fine Arts. [PhD thesis].

Hackney, S. (2020). *On canvas. Preserving the Structure of Paintings*. Los Angeles: Getty Publications.

Hermens, E. (2012). Technical art history: the synergy of art, conservation and science. In: *Art History and Visual Studies in Europe: Transnational Discourses and National Frameworks*. Locher, T. et al. Leiden: Brill. pp 151-165.

Higueras, M. (2022). Digital Elevation Models for the assessment in the diagnosis process of Cultural Heritage. Abstack.

Guery, J. et al (2017). Photogrammetry. In: *Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage*. Bentkowska-Kafel, A. & MacDonald, L. Yorkshire: Arc Humanities Press.

Idelson, A. I. (2009). About the choice of tension for canvas paintings. CeRoArt, No. 4.

<http://ceroart.revues.org/index1269.htm>

Kallas, M. & Hiiop, H. (2012). “Simsoni & Deliila” lugu tehnilise kunstiajaloo aspektist – Rmt: *Eesti Kunstimuuseumi toimetised: Tehniline kunstiajalugu*. Tallinn: Eesti Kunstimuuseum.

Kejing He, C. S.-H. (2022). 3D Surface reconstruction of transparent objects using laser scanning with LTFtF method. rmt: Optics and Lasers in Engineering Vol. 148, No. 4. DOI: [10.1016/j.optlaseng.2021.106774](https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2021.106774)

Konsa, K. (2024). Museaalide seisundi hindamise mudel. Muinsuskaitseamet.

Kunstikogu juurdekasvu aktid 1999.

Laane, M. (2013). *Andekuse geen baltisaksa ja eesti suguvõsades*. Tallinn: Varrak.

Lepna, M.-H. (2024). Fotogramm-meetria rakendamine museaalide konserveerimisel ja dokumenteerimisel. Kõrgem Kunstikool Pallas mööbliosakond. Tartu. [Bakalaureusetöö].

Li, T. & Shi, J.-L. (2013). Technical Investigation of 15th and 19th Century Chinese Paper Currencies: Fiber Use and Pigment Identification. Journal of Raman Spectroscopy. Vol 44, No 6. pp 892–898. DOI: [10.1002/jrs.4297](https://doi.org/10.1002/jrs.4297).

Lukešová, H. et al. (2017). Identifying plant fibre textiles from Norwegian Merovingian Period and Viking Age graves: The Late Iron Age Collection of the University Museum of Bergen, Journal of Archaeological Science: Reports. Vol 13. pp 281-285. DOI: [10.1016/j.jasrep.2017.03.051](https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.03.051).

MacBeth, R. (2012). The Technical examination and documentation of easel paintings. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. (2012). London: Routledge.

Markina, L. (2012). An Artist with Wonderful Talent and Comfortable Means... – *Tretyakov Gallery Magazine*, No. 4, URL (25.05.25) <https://www.tretykovgallerymagazine.com/articles/4-2012-37/artist-wonderful-talent-and-comfortable-means>.

Mayer, D.D. (2012). Identification of textile fibres found in common painting support. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. (2012). London: Routledge.

Michalski, S. (1991). Paintings: Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration. - *Art in transit: Studies in the transport of paintings*. Ed. Mecklenburg, M.F. Washington: National Gallery of Art.

Nicolaus, K. (1999). *The Restoration of Paintings*. Cologne: Könemann.

Palmus, T. (2010). Lõuendmaterjalide valideerimine. Tallinna Tehnikaülikooli tekstiilitehnoloogia õppetool. Tallinn. [Magistritöö].

Pant, G. (1986, 6. detsember). Naeratavast Gogolist, selle autorist ja Saaremaast. – *Kommunismiehitaja : EKP Kingissepa Rajoonikomitee ja Kingissepa Rajooni Rahvasaadikute Nõukogu häälekandja*, nr. 144, lk 3, URL (25.05.25) <https://dea.digar.ee/?a=d&d=kommunismiehitaja19861206&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA----->.

Pelagotti, A. et al (2005). A study of UV fluorescent emission of painting material.

Põhikogu juurdekasvu aktid 1969.

Rahaman, H. (2021). Photogrammetry: What, How, and Where. In: *Virtual Heritage: A Guide*. Champion, E.M. London: Ubiquity Press. pp 25-38. DOI: [10.5334/bck.d](https://doi.org/10.5334/bck.d).

Randla, R-K. (2025). Mis on valemvärv?. Rmt: *Venuse Triumf*. Hiiop, H. et al. (2025). Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia.

Rie, R. (1982). Fluorescence of Paint and Varnish Layers (Part I). In: *Studies in Conservation*, Vol. 27, No. 1.

Ruusmaa, A. (2017. 22.aprill). Maalikunstnik Reinhold von Möller 170. Wõrumaa Teataja, nr 46. URL (03.05.25) <https://dea.digar.ee/?a=d&d=vorumaaateataja20170422.2.8.2&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA----->.

Sandu, I., C., A. et al (2012). Cross-Section and Staining-Based Techniques for Investigating Organic Materials in Painted and Polychrome Works of Art: A Review. *Microscopy and Microanalysis*. Vol. 18, No. 4. DOI: [10.1017/S1431927612000554](https://doi.org/10.1017/S1431927612000554).

Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971– 05.11.1974.

Tulmeraamat VIII.

Tulmeraamat IV.

Uueni, A. et al. (2016). Loodusteaduste abil maalikihtide vahele. Pildindusmeetodite kasutamine pärandi dokumenteerimise. Rmt: *Rode altar lähivaates*. Hiiop, H. & Kurisoo, M. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.

Vahur, S. et al. (2016). Täppisteadused kunsti uurimise teenistuses. Keemiliste analüüside kasutamine kunstiteoste uurimises. Rmt: *Rode altar lähivaates*. Hiiop, H. & Kurisoo, M. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.

Vahur, S. (2025). Värvide keemia (II osa). LOKT.06.027 Ajalooliste objektide keemia. [Slaidid].

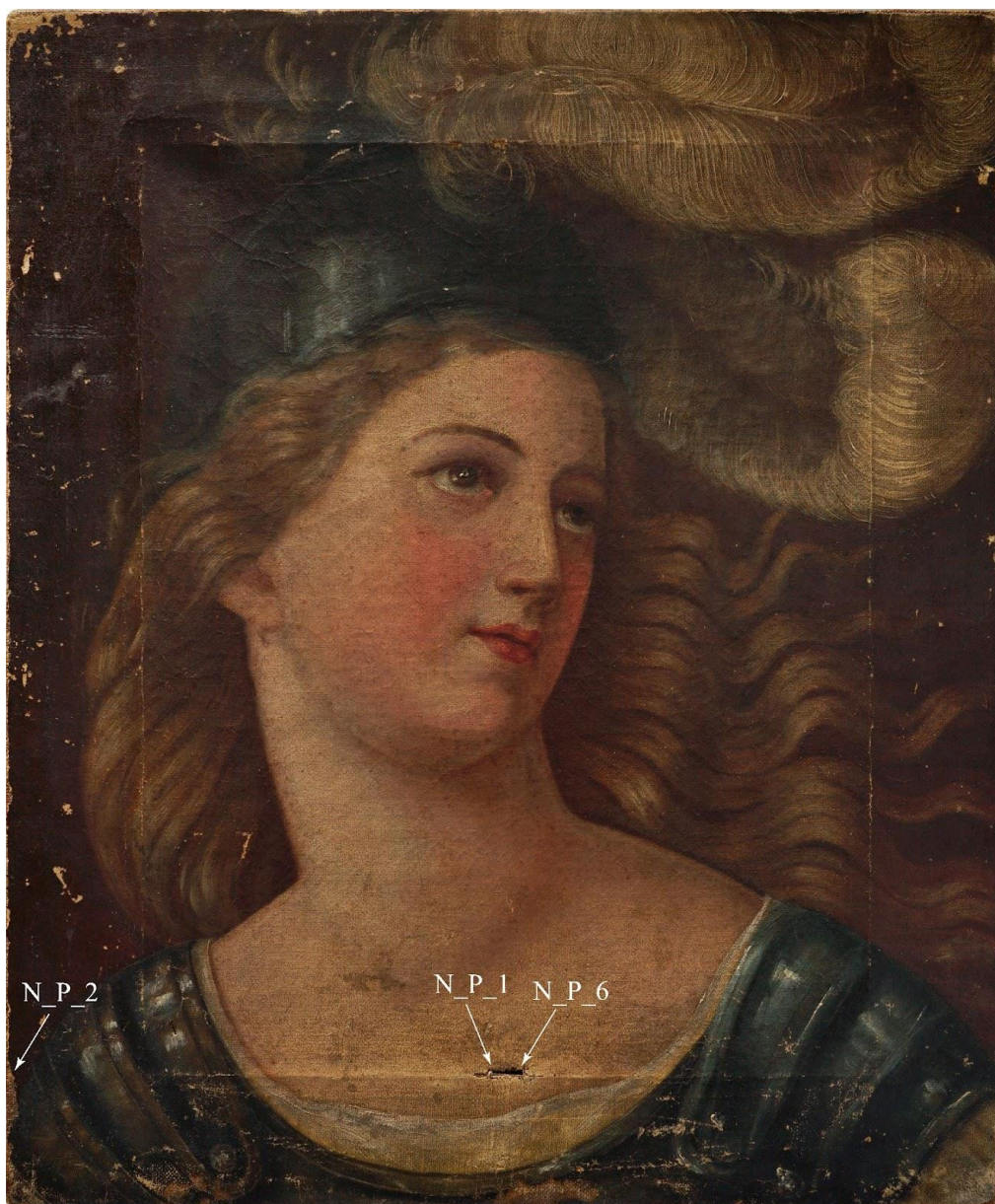
Van den Burg, J. M., & Seymour, K. (2023). *Consolidation of Paint and Ground*. Cultural Heritage Agency of the Netherlands

Van den Burg, J. M., & Seymour, K. (2022). *Varnishing and Inpainting/Retouching. Paintings conservation*. Cultural Heritage Agency of the Netherlands

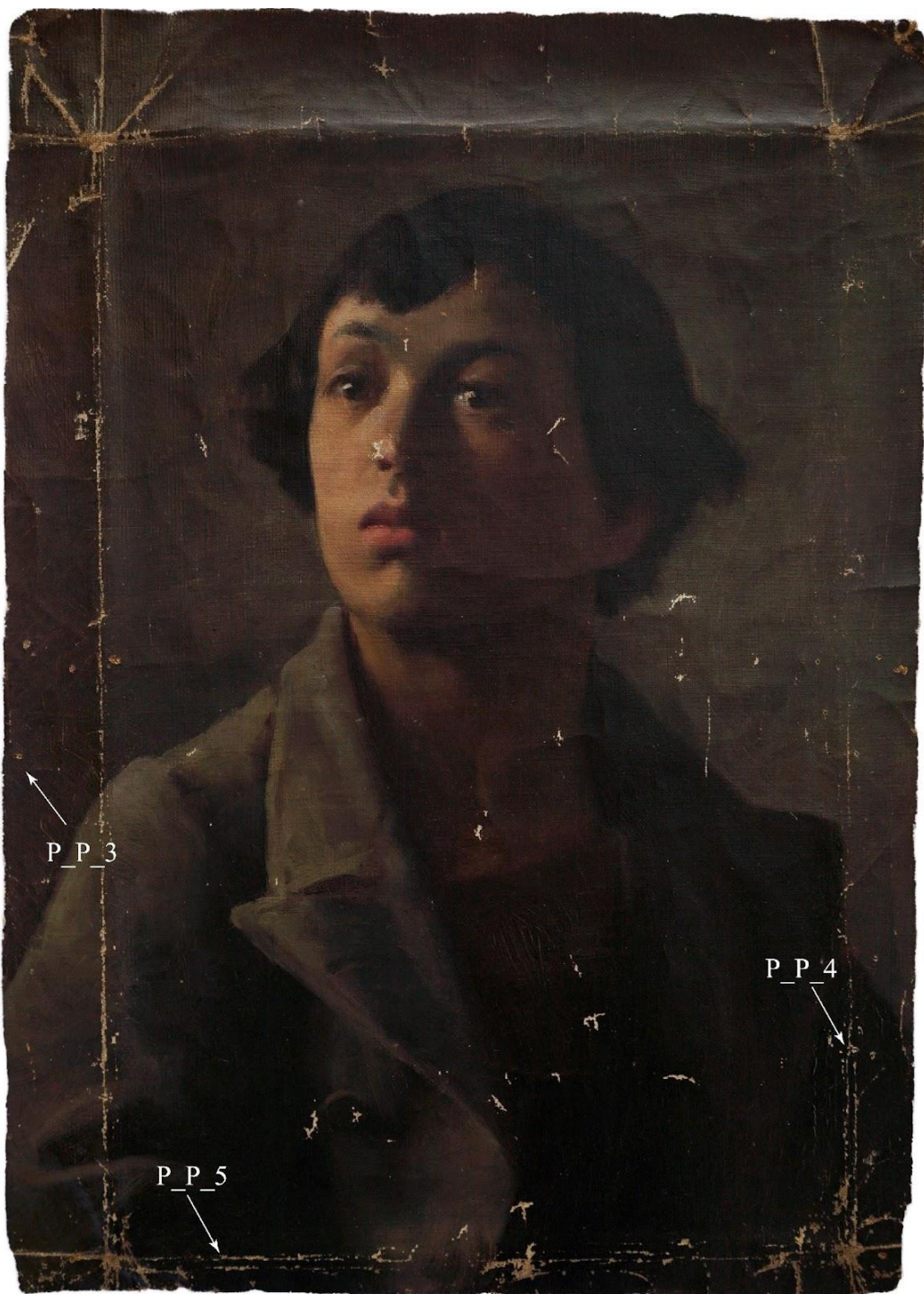
Young, C. (2012). History of Fabric supports. In: *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J., & Rushfield, R. (2012). London: Routledge.

LISAD

Lisa 1. Proovitükkide asukohad.

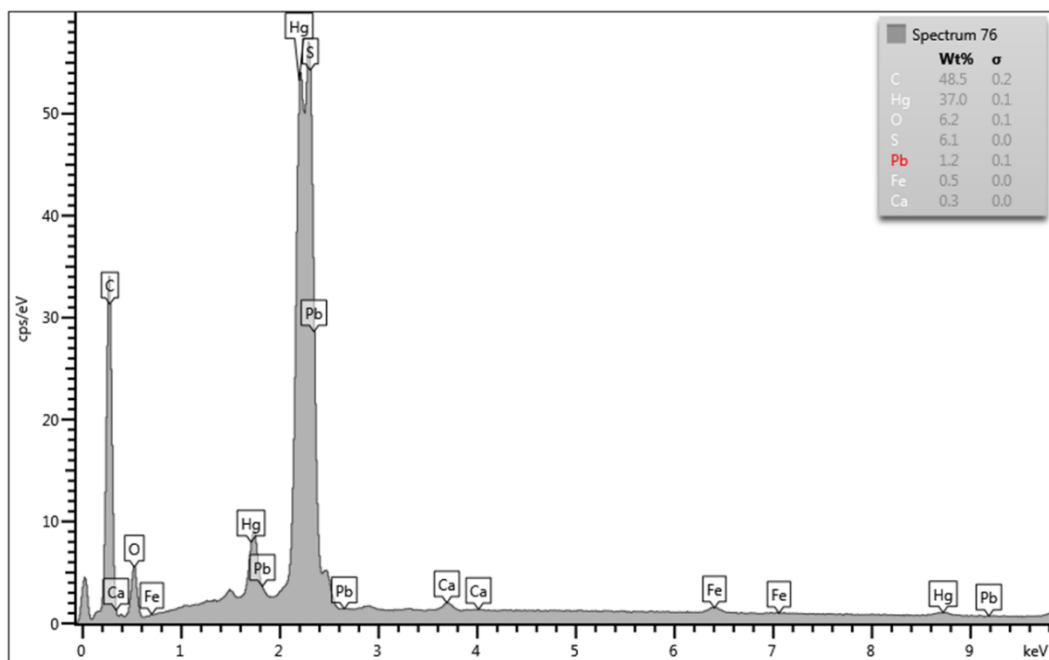


Joonis 8.1.1. Maalilt „Naise pea“ ristlõigete ning ATR-FT-IR spektroskoopia jaoks võetud proovide N_P_1; N_P_2; N_P_6 asukohad.

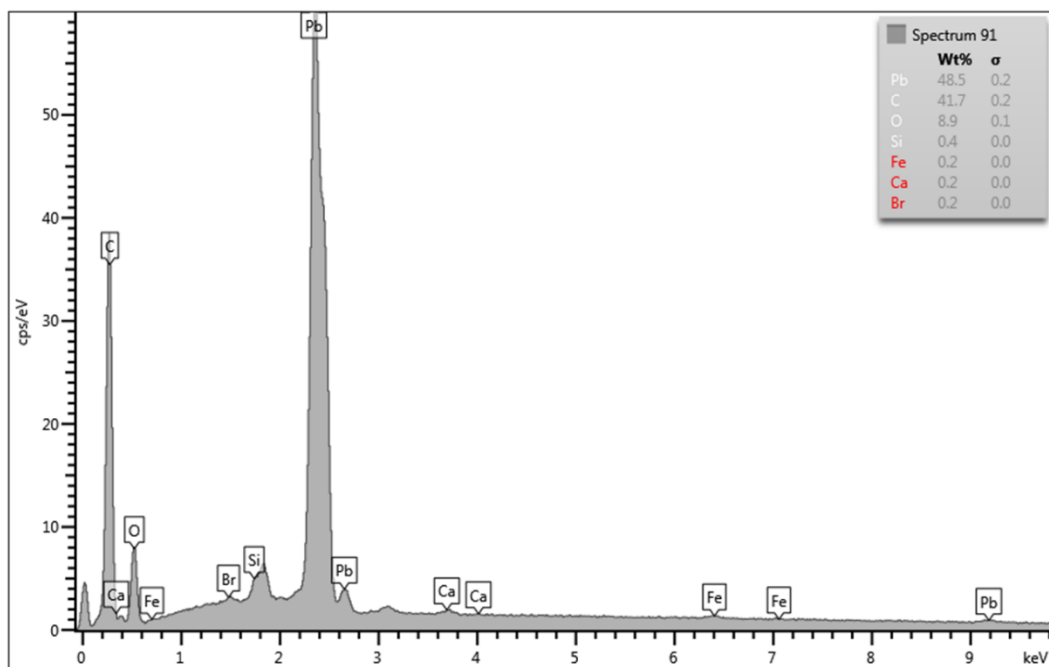


Joonis 8.1.2. Maalilt „Poisi pea“ ristlõigete ning ATR-FT-IR spektroskoopia jaoks võetud proovide P_P_3; P_P_4; P_P_5 asukohad.

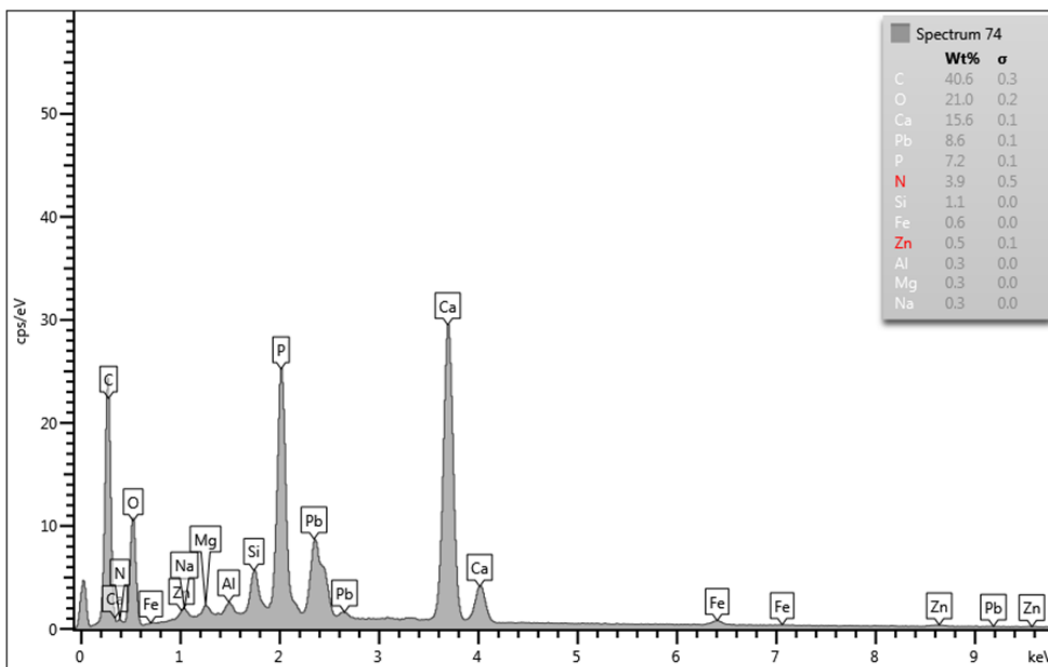
Lisa 2. SEM-EDS spektrid



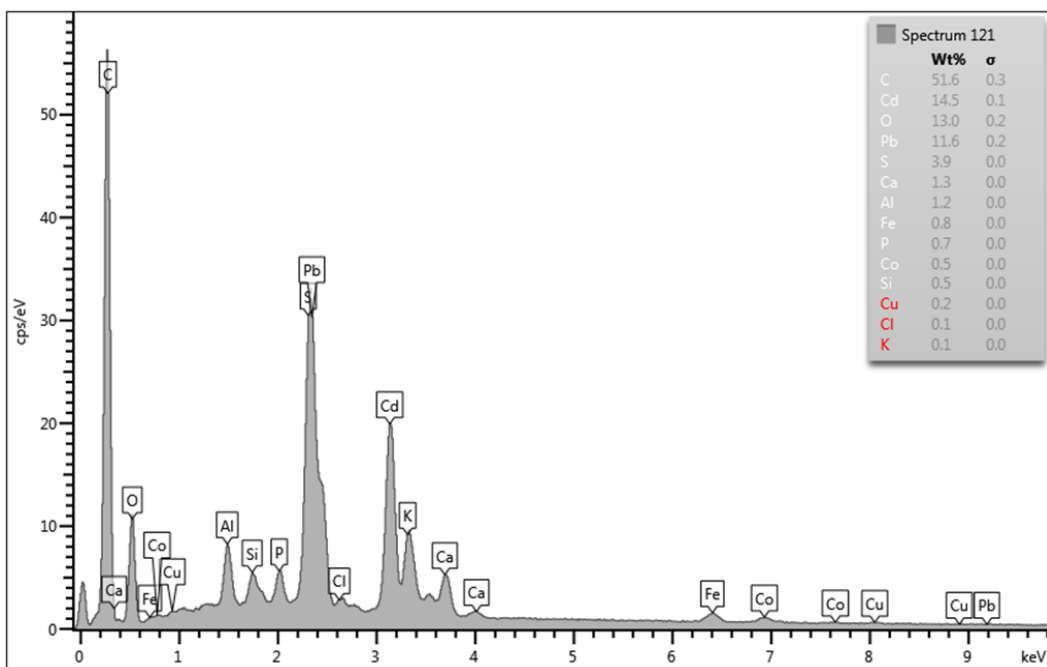
Joonis 8.2.1. Proovi N_P_2 kinaveri SEM-EDS spekter. Sisaldab ka pliivalget ja kaltsiumkarbonaati.



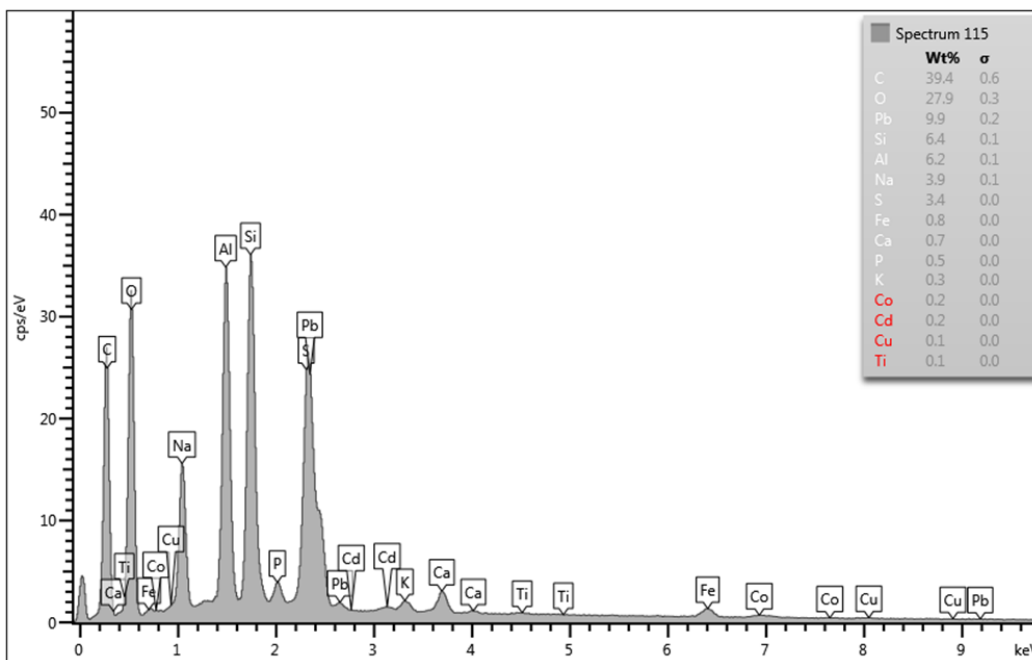
Joonis 8.2.2. Proovi N_P_2 pliivalge SEM-EDS spekter (krunt).



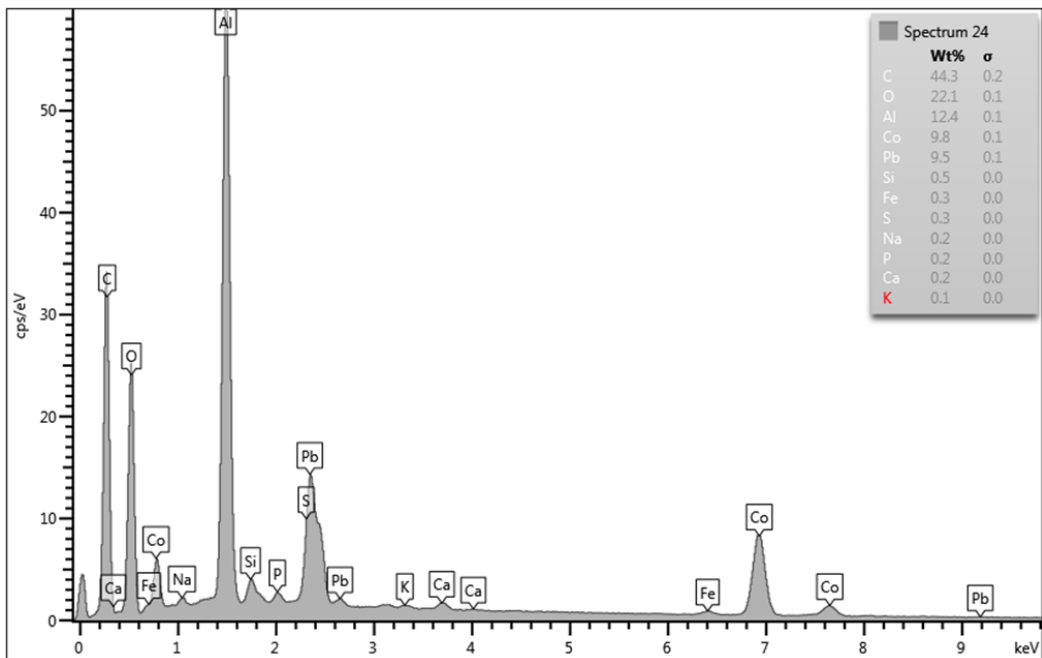
Joonis 8.2.3. Proovi N_P_2 luumusta SEM-EDS spekter. Sisaldab ka silikaatseid täiteaineid ja pliivalget.



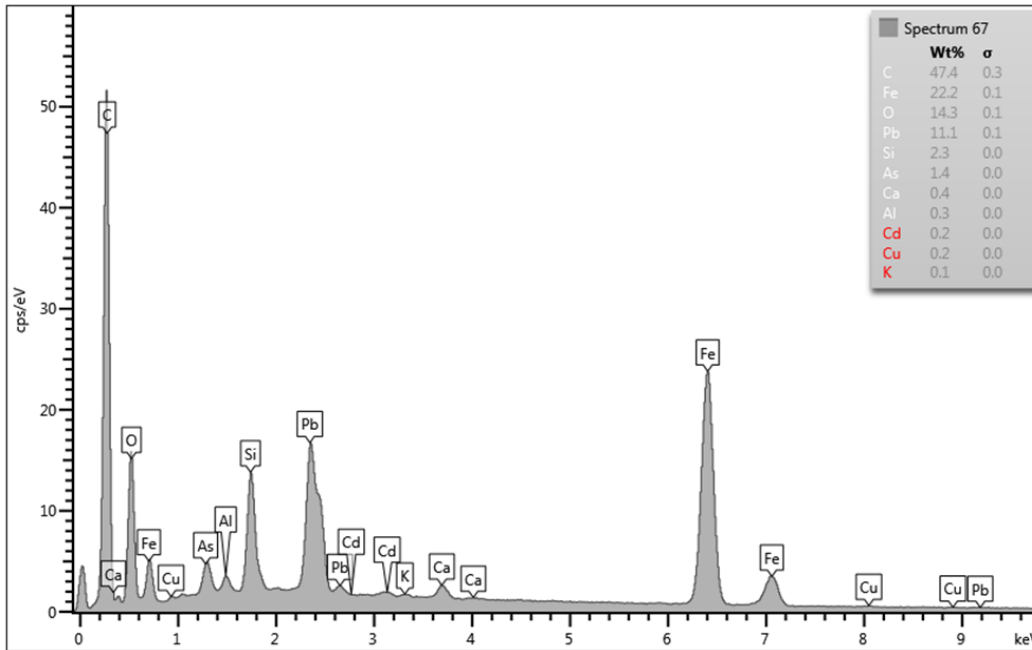
Joonis 8.2.4. Proovi P_P_3 kaadmiumkollase SEM-EDS spekter. Sisaldab ka silikaatseid täiteaineid, koobaltsinist, luumusta ja pliivalget.



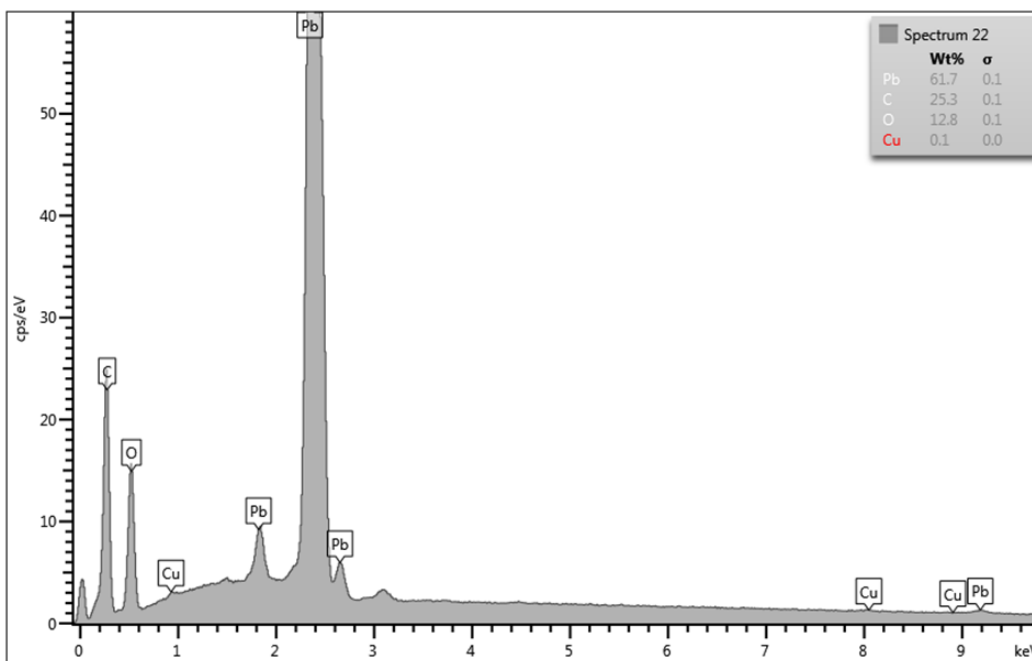
Joonis 8.2.5. Proovi P_P_3 ultramariini SEM-EDS spekter. Sisaldab ka silikaatseid täiteaineid, koobaltsinist, luumusta ja pliivalget.



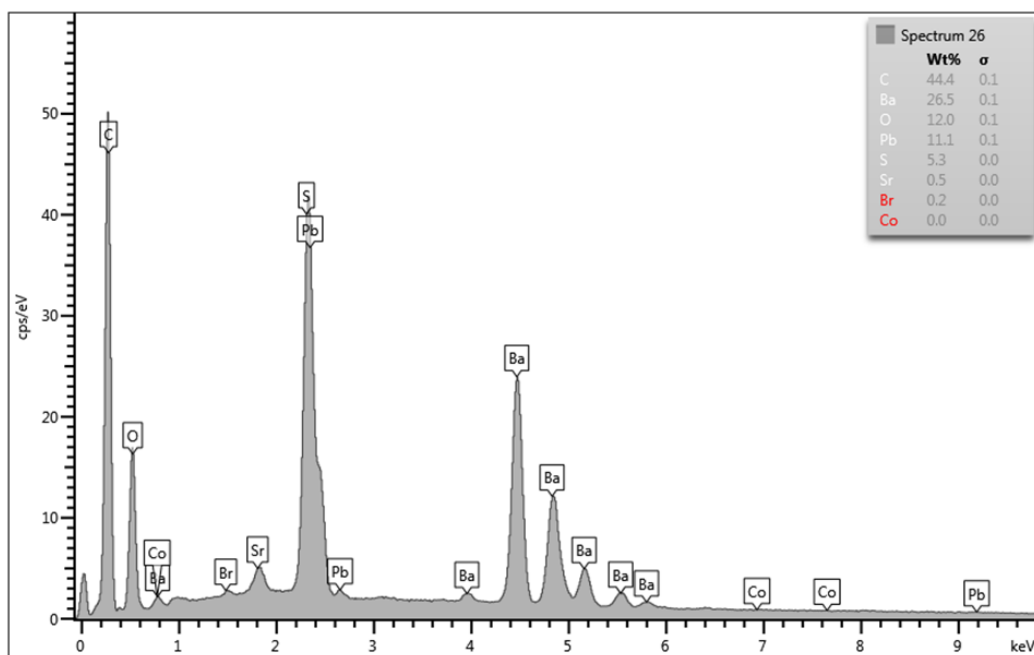
Joonis 8.2.6. Proovi P_P_3 koobaltsinise SEM-EDS spekter. Sisaldab ka silikaatseid täiteaineid, luumusta ja pliivalget.



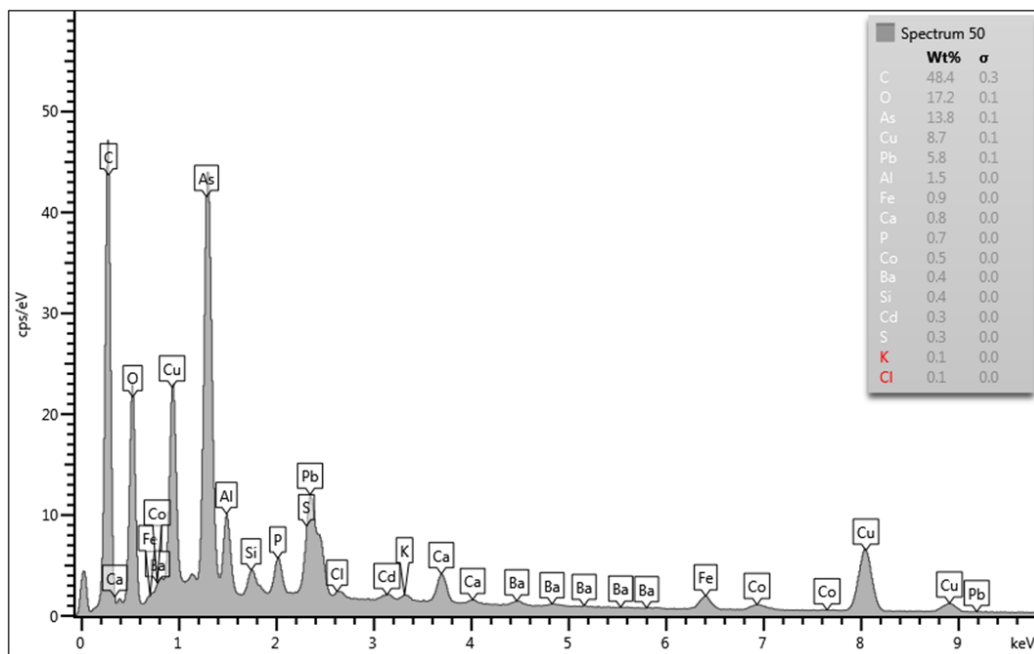
Joonis 8.2.7. Proovi P_P_3 ookeri SEM-EDS spekter. Sisaldab ka silikaatseid täiteaineid ja pliivalget.



Joonis 8.2.8. Proovi P_P_3 pliivalge SEM-EDS spekter (krunt).

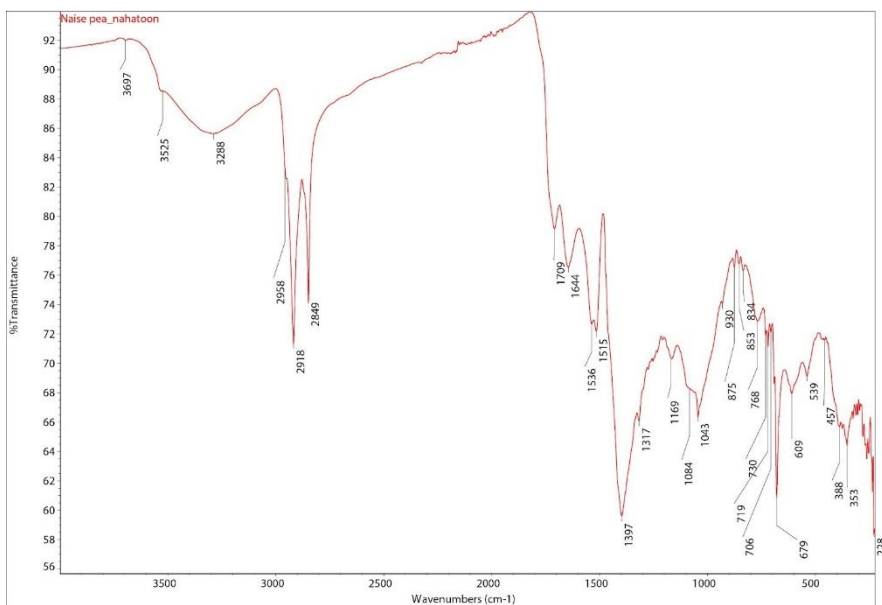


Joonis 8.2.9. Proovi P_P_3 baariumsulfaadi SEM-EDS spekter (krunt).

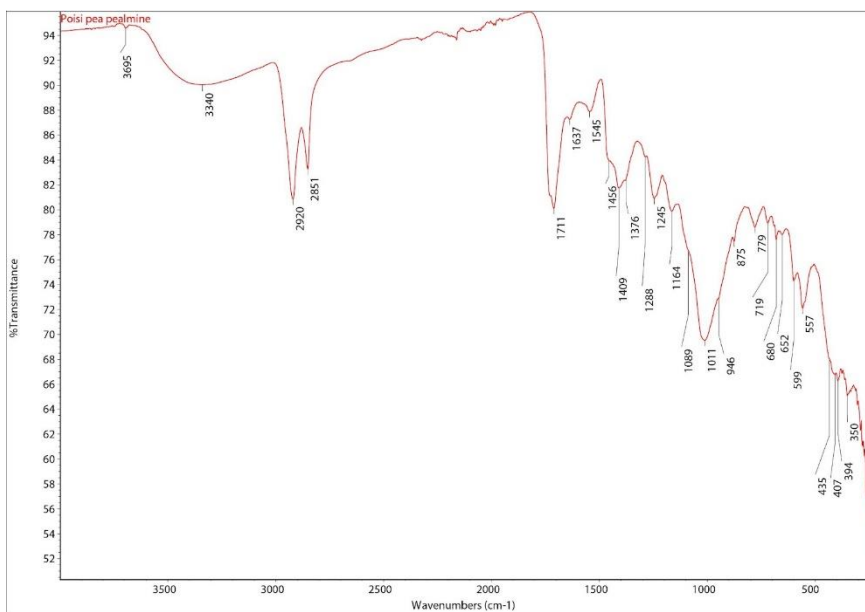


Joonis 8.2.10. Proovi P_P_4 smaragdrohelise/auripigmenti(?) SEM-EDS spekter. Sisaldab pliivalget, luumusta, kaltsiumkarbonaati, silikaatseid täiteaineid, koobaltsinist, kaadmiumkollast. baariumsulfaati.

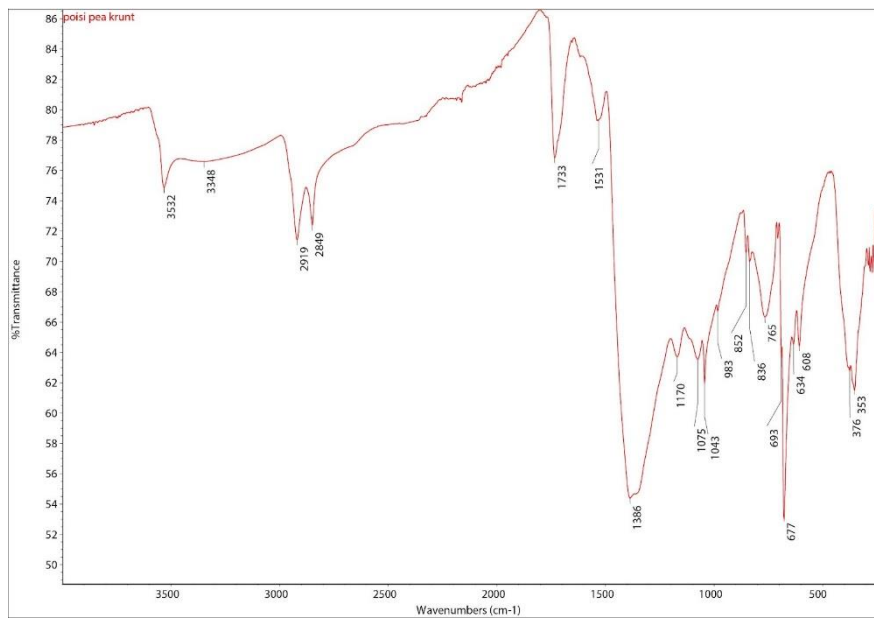
Lisa 3. ATR-FT-IR spektrid



Joonis 8.3.1. Maali „Naise pea“ figuuri nahatoonilt võetud värvikihi tüki N_P_6 ATR-FT-IR spekter.

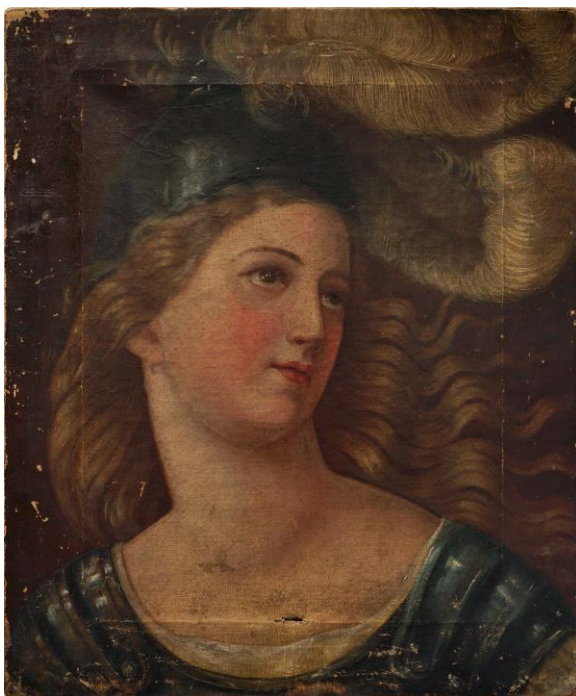


Joonis 8.3.2. Maali „Poi si pea“ figuuri kuult võetud proovitüki P_P_5 värvikihi ATR-FT-IR spekter.



Joonis 8.3.3 Maali „Pois pea“ proovitud P_P_5 krundikihi ATR-FT-IR spekter.

Lisa 4. Maali „Naise pea“ konserveerimispass



Mälestise nimetus	Maal „Naise pea“ (õli, lõuend)
Mälestise registrinumber	TKM TR 15968 M 3596
Mälestise asukoht (aadress)	Eesti Rahva Muuseum, Tartu Kunstimuuseumi kogu, Muuseumi tee 2, 60532, Tartu
Töö pealkiri	„Naise pea“
Töö teostaja (nimi, reg.kood, aadress, teg.loa nr., töö koostaja)	<u>Teostaja</u> : Hele-Riin Juhkama <u>Töö läbiviimise koht</u> : Tartu Kunstimuuseum <u>Juhendaja</u> : Nele Ambos
Töö koostamise aeg ja koht	09.03.25 – 22.05.25

KONSERVEERIMISTÖÖDE / RESTAUREERIMISTÖÖDE TEGEVUSKAVA

1. Objekti andmed

Nimetus	„Naise pea“
Autor	Rudolf Moeller/Reinhold von Möller/Otto von Möller (?)
Dateering	Puudub – 19.sajand?
Materjal	Õlivärv, lõuend, puidust alusraam
Tehnika	Õlivärv lõuendil
Mõõtmed	43,6 x 35.9 cm
Omanik	Tartu Kunstimuuseum SA
Tähis	TKM TR 15968 M 3596

2. Konserveerimistöode / Restaureerimistöode eesmärk

Tööde eesmärk (üldistav) lähtuvalt objekti seisundist ja objekti edasisest kasutusest.	Konserveerimistöode teostamine, et tagada objekti visuaalne tervik, eksponeerimiskõlblikkus ja säilimine.
Tööde teostamise aeg	09.03.24 – 22.05.25

3. Objekti iseloomustus

Kirjeldus, seisund Tegemist on õlimaaliga lõuendil. Maali autorlus on nii tulmeraamatus kui kunstikogu juurdekasvu aktides omistatud Rudolf Moellerile, kuid teose valmimisaasta pole teada (Tulmeraamat VIII; Kunstikogu juurdekasvu aktid 1999). Kuna kõnealune autor pole laiemalt tuntud ja täpne dateering puudub, on keeruline kindlaks teha, missugune Rudolf Moeller võiks olla maali autor. Visuaalne analüüs viitab, et teos võiks pärineda 19. sajandi lõpust või 20. sajandi algusest, kuid seda ei õnnestunud kinnitada. Samas on teost varasemalt deponeerides autoriks märgitud hoopis Reinhold (Wilhelm) von Möller, millele hiljem on alla lisatud ka võimalik autorluse kuuluvus Otto (Friedrich Theodor) von Möllerile [Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971– 05.11.1974]. Nii Reinhold von Möller (1847 Sõmerpalu mõis Võrumaal – 1918 Tartu) kui Otto von Möller (1812 Kroonlinn – 1874 Peterburi) on Eestis laiemalt tuntud baltisaksa päritolu maalikunstnikud, kelle tegutsemisaastad ühtivad maali võimaliku valmimisajaga. Reinhold von Mölleri kasuks räägib fakt, et ta on tugevalt seotud Tartuga. Kuigi tema loomingust on kättesaadav vaid väike osa, pühendus ta eelkõige maastikumaalidele ning portreesid leiab tema tööde hulgast põgusamalt. Otto von Mölleri töid on säilinud hulgaliselt, millest suure osa moodustavad ka portreed. Portreede hulgast ning käekirja sarnasusest tulenevalt võiks olla loogilisem maali „Naise pea“ kuuluvus just Otto von Möllerile, kuid tema maalitehnika näib olevat kõrgemal tasemel, kui kõnealuse maali puhul. Maali autori otsing jäi tulemusteta. Maalil on kujutatud sulgedega kiivris noore naise portreed. monokroomsel taustal, pea on (keha otse või isegi veidi vasakule) $\frac{3}{4}$ pöördes paremale. Maalil kujutatud helepruunikate lokkis juustega naine kannab tumesinist kiivrit, mis on kaunistatud valgete sulgedega. Keha ehib tumesinine avara dekolteega rinnarüü, mille alt paistab valge särk. Turvise ning peakatte põhjal võib spekulereida, et maalil on kujutatud Vana-Kreeka sõja- ja tarkusejumalannat Pallas Athenat. Teose on Tartu Kunstimuuseumis deposiitkogusse andnud V. Tassa 10. aprillil 1973. aastal. Tartu Kunstimuuseumi põhikogusse on maal üle antud 29. detsembril 1999. (Tulmeraamat VIII;
--

Kunstikogu juurdekasvu aktid 1999; Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971–05.11.1974).
Objekti seisund on halb [Kurmo, K. (2024). Museaalide seisundi hindamise mudel].
Autori või töökoja märgistus, signatuur
Puudub
Andmed varasemate konserveerimis-, restaureerimis- või remonttööde teostamise kohta
Visuaalselt näib, et teost ei ole enne konserveeritud. Vt Uuringud.
Kirjandus- ja arhiiviallikad
https://www.muis.ee/museaalview/1416615. Kunstikogu juurdekasvu aktid 1999. Laane, M. (2013). <i>Andekuse geen baltisaksa ja eesti suguvõsades</i>. Tallinn: Varrak. lk 34. Pant, G. (1986, 6. detsember). Naeratavast Gogolist, selle autorist ja Saaremaast. – <i>Kommunismiehitaja : EKP Kingissepa Rajoonikomitee ja Kingissepa Rajooni Rahvasaadikute Nõukogu häälekandja</i>, nr. 144, lk 3, URL (25.05.25) https://dea.digar.ee/?a=d&d=kommunismiehitaja19861206&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA-----. Ruusmaa, A. (2017. 22. aprill). Maalikunstnik Reinhold von Möller 170. – <i>Wõrumaa Teataja</i>, nr 46, lk 4, URL (03.05.25) https://dea.digar.ee/?a=d&d=vorumaaateataja20170422.2.8.2&e=-----et-25--1--txt-txIN%7ctxTI%7ctxAU%7ctxTA-----. Tulmeaktid ajutiseks säilitamiseks (depos.) 25.01.1971– 05.11.1974. Tulmeraamat VIII.

Muud pealdised, märgid, tekstid

Alusraami tagakülje
alumisel osal:

-Tartu

Kunstimuuseumi
kogunumber

musta markeriga

„TKM 3596 M“

-Tartu

Kunstimuuseumi

ajutiselt hoiule

võtmise etikett

„TKM aj. ⁶¹/4-73“.

Alusraami tagakülje
ülemisel osal

-Märke: punase
kriidiga (?) „10“.

-Tartu

Kunstimuuseumi

tulmeraamatu

number harilikuga

„TR15968“.

-Tartu

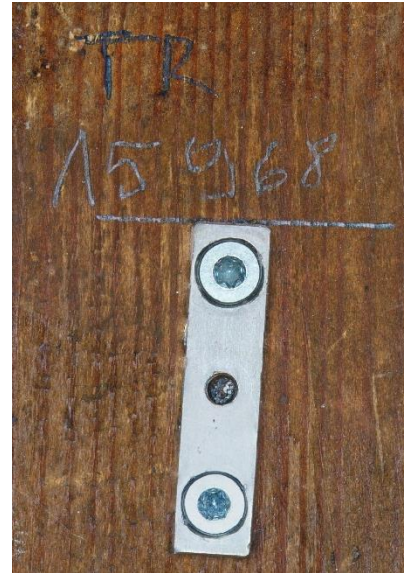
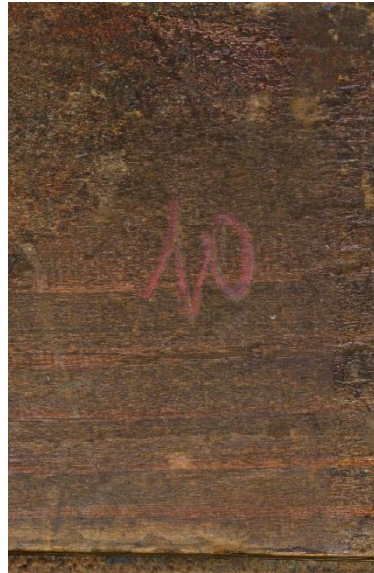
Kunstimuuseumi

lisatud

statsionaarsed

kinnitused teose

riputamiseks.



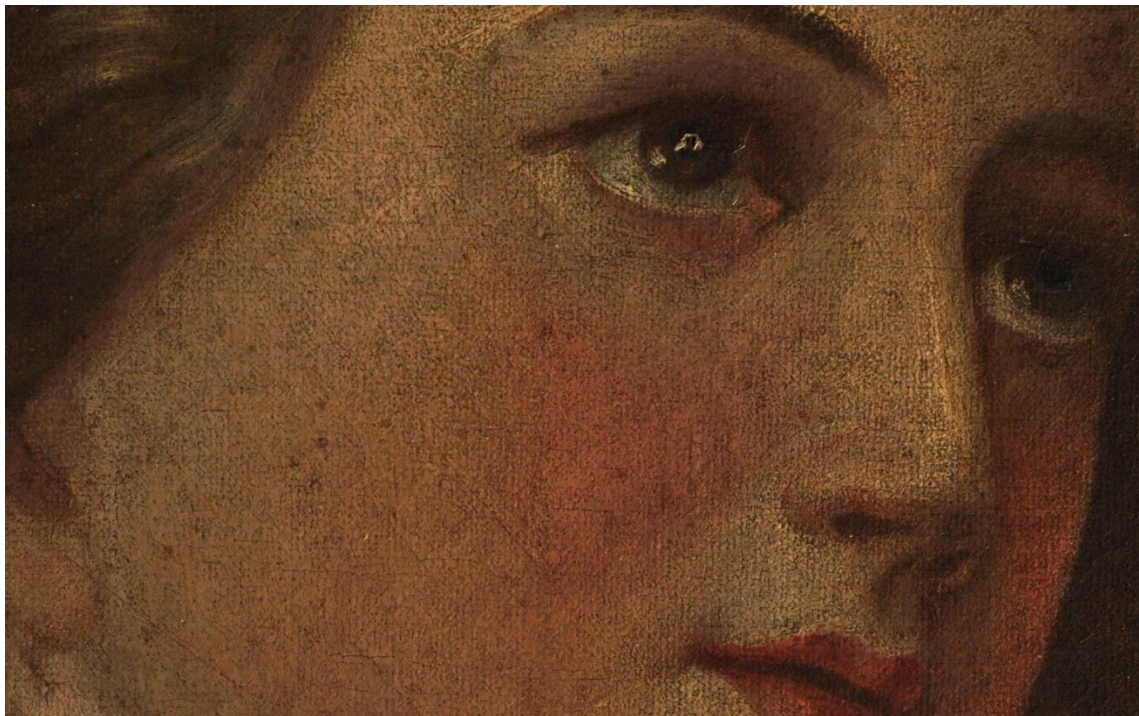
4. Objekti seisund enne konserveerimist / restaureerimist

Kirjeldatav struktuur	Ülesehitus (Vt Uuringud)	Seisund
Alusraam	Algupärane kiilalusraam. Lõuend on alusraamile kinnitatud algupäraste naeltega.	Kergelt kõverdunud. Väga märdunud. Mehaanilised kahjustused. Putukate ekskremendid. Naelad roostetanud.
Alusmaterjal	Linane peenekoeline, toppideta ja labase koega ühes tükis lõuend. 1 cm² suurusel alal on 13 horisontaallõnga (kude) ja 14 vertikaallõnga (lõim). Lõnga keskmine paksus horisontaalsuunas on 0,55 mm ja vertikaalsuunas 0,44 mm. Lõnga paksuste variatsioon horisontaalsuunas on 78,7% ja vertikaalsuunas 50,9%. Horisontaallõnga katvus kogupinnast on 71,5% ja vertikaallõnga katvus 62,7%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 89,4% mm.	Lõuend on väga märdunud. Esinevad eri suuruses plekid ja oreoolid. Lõuendi alumises ja ülemises servas on alusraami sisekülgede juures näha voolujooni. Tõenäoliselt on toimunud mustuse liikumine alusraamilt lõuendile. Lõuendil on 2 väiksemat rebendit, millest suurem (0,4 × 2 cm) on horisontaalne ning väiksem (0,5 × 0,1 cm) vertikaalne.
Krunt	Kolm–neli krundikihti. Õli-baasil pliikrunt. Täiteaine: silikaadid.	Krunt on stabiilne ja adhesioon lõuendi ning värvikihtidega hea. Krundikaod esinevad eelkõige maali äärtes, aga ka figuuri silmas ja alusraami siseserva kohale tekkinud murdejoonel.
Maalikihid	Sideaine: õli Leidub (ATR-FT-IR):	Adhesioon krundiga on hea. Maalipind on väga märdunud.

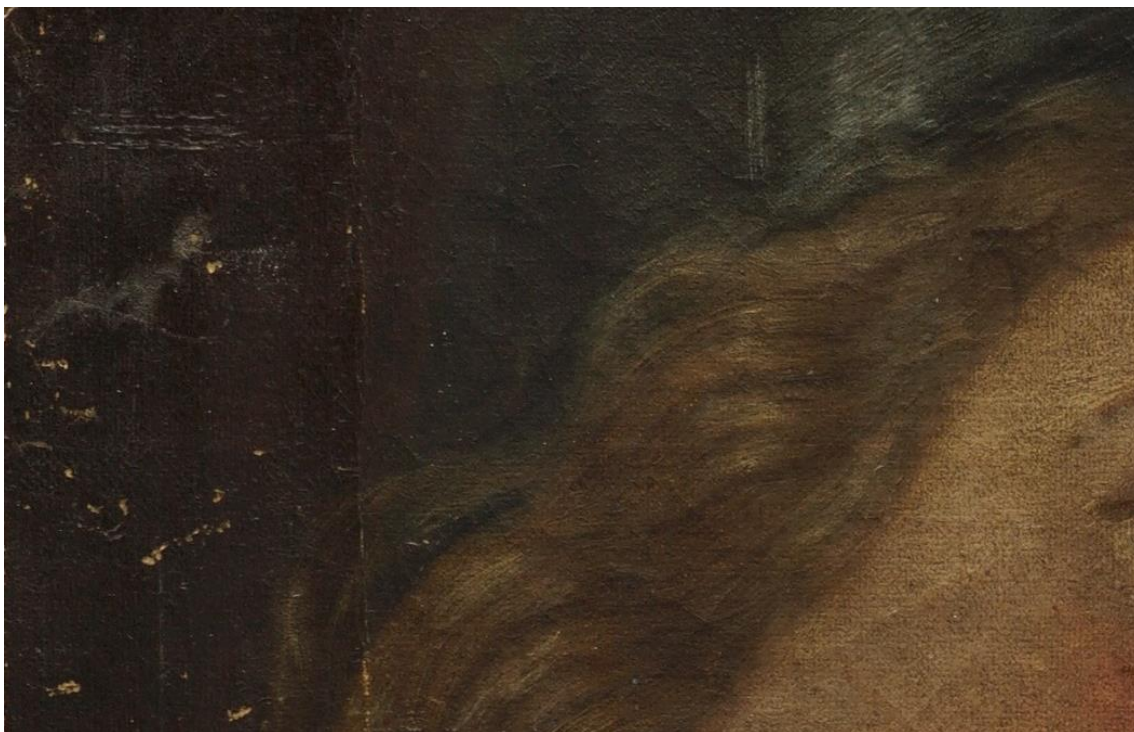
	Vaha – ilmselt kasutatud pinna matistamiseks (nt mesilasvaha). Proteiini – signaal võis tulla krundist või on teost varasemalt konserveeritud. Tumepunasel taustal 2 värvikihti (SEM-EDS): Alumine tume värvikiht: luumust (moodustas enamuse), kinaver, pliivalge, ooker. Ülemine punane värvikiht: kinaver (moodustas enamuse), pliivalge, ooker, luumust. Täiteained: silikaadid, CaCO₃.	Mehaanilised vigastused (kriimustused) kaelal. Värvikaod esinevad üle maalipinna, eelkõige maali äärtes ja maali alumises osas. Alusraami äärekõrgenduste puudumise tõttu on tekkinud maalile alusraami sisekülje jooned, mis on põhjustanud värvikadusid. Maalipinnal leidub tuhmunud plekke (eelkõige vasakul tausta piirkonnas) ja putukate ekskremeente (eelkõige paremal tausta piirkonnas). Leidub erinevat tüüpi krakleed.
Kattekihid	Lakikihi olemasolu kinnitamata, kuid oletatavasti on.	
Ümbrisraam	Puudub.	

Seisundi kirjeldus

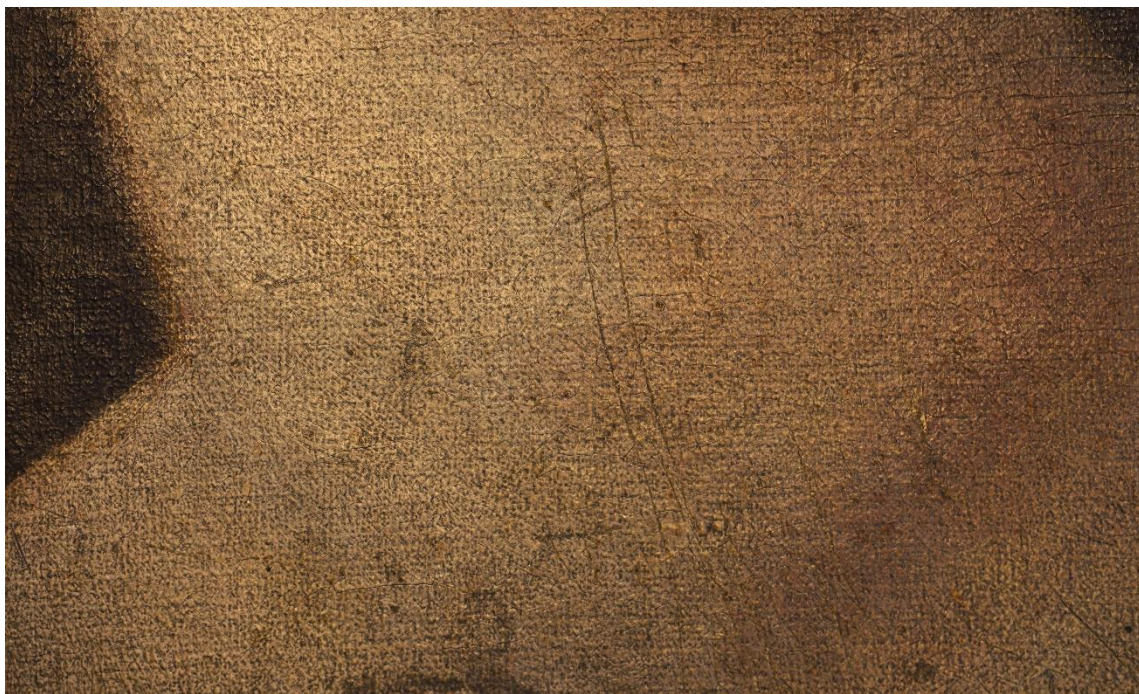
Maali esikülg on väga määrdunud. Lisaks üleüldisel tugevale mustusele, leidub maalipinnal ka pruune ümmargusi täppe ja ekskremeente.



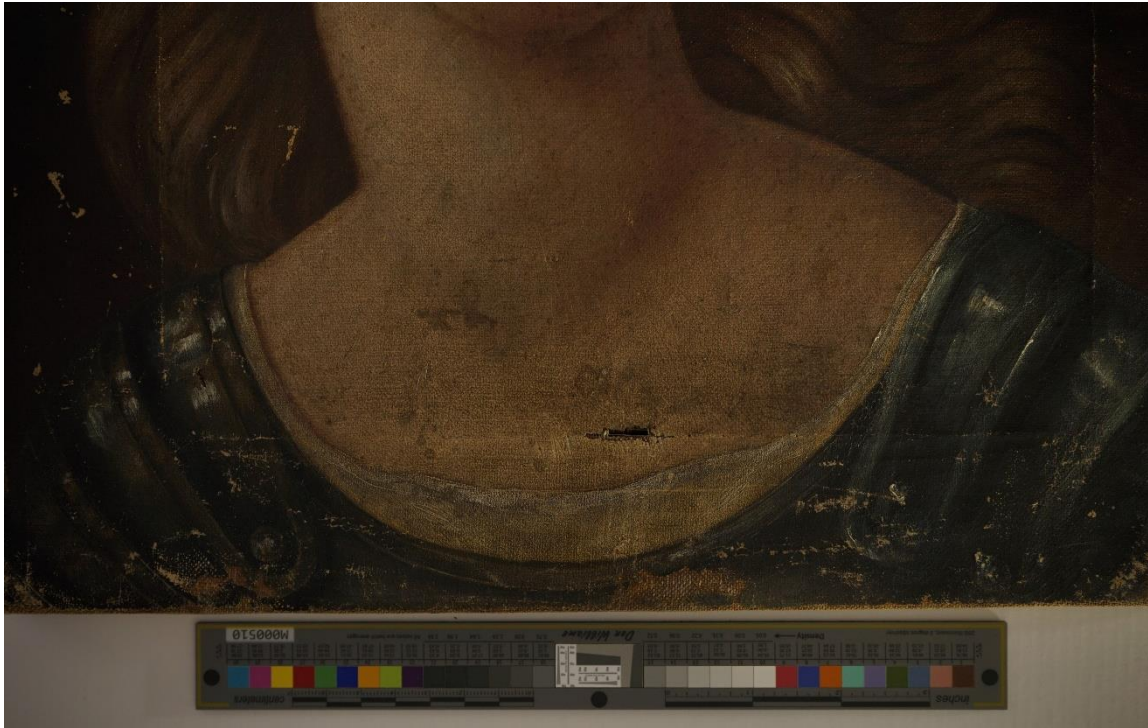
Maalipinnal on märgata erinevaid heledaid tundmatuid ja tuhmunud laiike.



Naise kaelaosas on näha kriime, mis tõenäoliselt tekkisid ajal, mil värv oli veel märg. Vagudes on näha valgunud värvi.



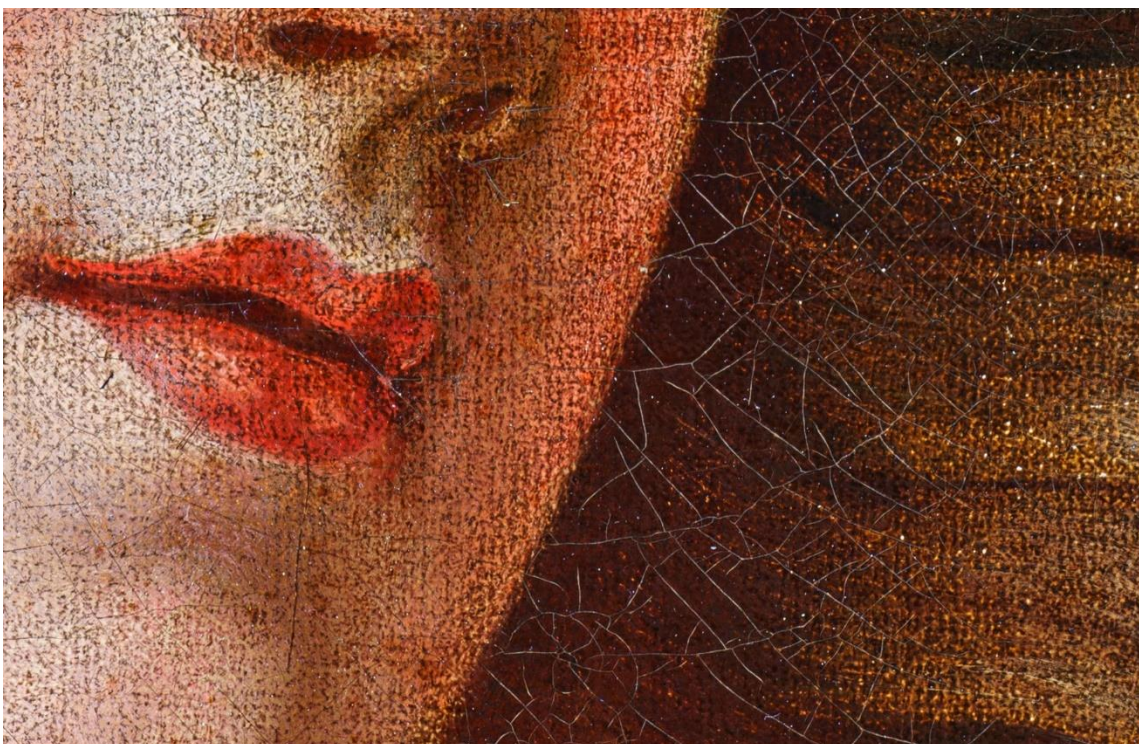
Esineb krundi- ja värvikadusid. Krundi- ja värvikaod on eelkõige maali ääreosas, eriti maali alumises osas. Mõningaid värvikadusid on näha ka maali keskosas – naise kaela, näo ja juuste piirkonnas. Alusraami äärekõrgenduse puudumise tõttu on aja jooksul tekkinud maalile alusraami jooned, mis on samuti põhjustanud lõuendi rebenemise ning värvi- ja krundikadusid. Üldiselt on värvi- ja krundikiht lõuendiga hästi seotud. Teose alumises osas leidub 2 väiksemat lõuendirebendit (0,4 x 2 cm; 0,5 x 0,1 cm).



Krundi- ja värvikadu figuuri silmas.



Üle pildipinna on kraklee. Esineb tugevamalt maali keskosas ning alusraami siseservade kohal.



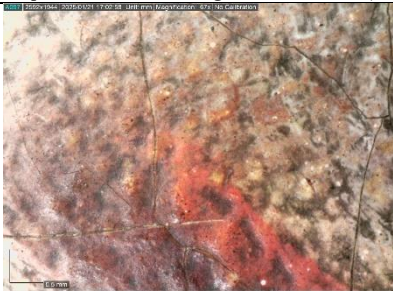
Linase lõuendi tagakülg on ühtlane, toppideta, kuid tugevalt määrdunud. Lisaks tugevalt settinud mustusele leiduvad varieeruva suurusega plekid ja oreoolid. Lõuendil voolujooned. Alusraamil leidub mehaanilisi kahjustusi ja ekskrementide jälgi.



Kokkuvõtlik hinnang
objekti seisundile

Objekti konserveerimine on vajalik teose visuaalse terviku, eksponeerimiskõlblikkuse ning edaspidise säilimise tagamiseks. Terviku saavutamiseks on vajalik alusraami siseservade kohale tekkinud murdejooned sirutada, äärised dubleerida, alusraamile lisada äärekõrgendused, teos pingutada uuesti alusraamile, kaod parandada ning lisada ümbrisraam.

5. Uuringud

Mikroskoopia – Digitaalne mikroskoop Dino- Lite 5MP Edge AM7115MZZ (koos N3C-O otsikuga)		
Tugeva mustuse koondumine pintslilöökide ja lõuendi faktuuri süvenditesse. Tuleb esile kunstniku maalitehnika (ühtlane maalipind ja tekstursemad pintslilöögid). Ebaühtlase suurusega valged, punased ja tumedad pigmenditerad. Kraklee eri tüübid ja sügavus. Kihtide hea adhesioon. Putukate ekskrementid.	 Foto 5.1. Lähivaade figuuri suunurgast. Suurendus 67x.	 Foto 5.2. Lähivaade putukate ekskrementidest. Suurendus 67x.
Külvalgusfotograafia – Tugev suunatud valgusallikas. Sony ILCE-7M2 kaamera.		
Külvalgus toob esile: Negatiivsesse vormi vajunud keskmise maaliosa. Murdejooned ja värvi- ning krundikaod, mis olid tingitud alusraami siseservadest äärekõrgenduste puudumise tõttu. Kraklee. Kriimud naise kaelal. Lõuendi faktuuri. Pintslilöökide kerge reljeefsuse.	 Foto 5.3. Maali esikülj külvalguses. Mõõteindikaator aitab jäädvustada valgustingimusi.	 Foto 5.4. Maali tagakülj külvalguses. Mõõteindikaator aitab jäädvustada valgustingimusi.

Tagantvalgusfotograafia – Valgusallikas. Sony ILCE-7M2 kaamera.

Tagantvalgusfotograafia tõi esile:

Värvi- ja krundikaod ja rebendid. Eriti paistab silma särav valguslaik naise silmas, mis on tingitud valguse läbipääsemisest krundi- ja värvikao tõttu.

Valgus ei läbinud üldist lõuendipinda selle tiheduse tõttu.



Foto 5.5. Maali esikülj tagantvalguses.



Foto 5.6. Maali tagakülj tagantvalguses.

Ultraviolettfotograafia – UV-lamp; digitaalne mikroskoop Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga) UV-režiimil.

Tugeva mustuse tõttu UV-lamp erisusi esile ei toonud, mistõttu ei saa kinnitada laki olemasolu.

UV-valgusega digitaalne mikroskoop tõi esile: Luminestseeruvad alad naise rüül, kiivril, sulestikul ning taustal. Varasemad retušeeringud naise lõua piirkonnas.



Foto 5.7. Maali esikülj UV-valguses. Foto: Nele Ambos.



Foto 5.8. UV-valgusega mikroskoobi vaatlusel maalil luminestseerunud piirkonnad.

Infrapunafotograafia – Digitaalne mikroskoop Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga) UV-režiimil.

Infrapunavalgus tõi esile:

Grafiidi jäljed, mis markeerivad naise juukseid.

Pärast maali valmimist lisatud süsiniku jäljed naise lõual ja kõrva juures.



Foto 5.9. Maalil kujutatud naise lokke markeeriv süsiniku jälg.

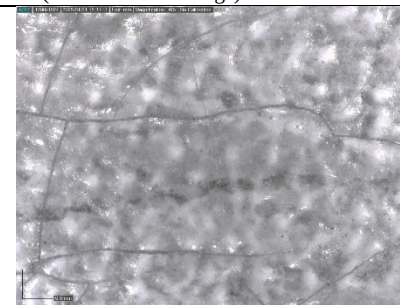


Foto 5.10. Maalil kujutatud naise lokke markeeriv süsiniku jälg.

Multispektraalfotograafia — Phase One iXG 100MP Wide Spectrum kaamera, Schneider Kreuznach RS 72 mm lääts, LED valgustid Equipoise Imaging, EurekaLight 2001, tarkvara Phase One Rainbow MSI 2.2.2.12, L3Harris ENVI 5.6.1.

Konserveerimises kasutatakse multispektraalfotograafiast infrapuna- ja UV-valgust.

Infrapunafoto:
Esile tulid lokke markeerivad süsiniku jäljed.

UV-foto:
UV-valgus teavet ei andnud, kuna TÜ Raamatukogu multispektraalfotograafia on kohandatud pabermaterjalidele, mitte maalidele.



Foto 5.11. Maali esiküljel IP-valguses. Valgega on tähistatud alusjoonise leiud.
Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva.



Foto 5.12. Maali esiküljel UV-valguses.
Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva.

Valevärvifotograafia — Infrapunafoto ja tavavalguses tehtud foto on ühildatud Adobe Photoshopis.

Valevärvifotograafia viitab, et pigmentidest on kasutatud:

Kinaveri: põskede, huulte ja lauba roosakas toon paistab valevärvifotograafias kollakas.

Ookrit: nahk muutus rohekaks, mis võib viidata ookri kasutusele.

Luumusta, kinaveri: tausta tumepunase tooni muutumine rohekaks võib viidata näiteks luumusta (paistab sinakas) ja kinaveri (paistab kollakas) kasutusele.

Preisisinist: turvise tumesinise/mustja tooni säilimine. Nt ultramariin, indigo jt sinised pigmendid muutuvad valevärvifotograafias punakas.



Foto 5.13. Maali esiküljel valevärvifotograafias.
Foto: Rasmus Kristofer Randla.

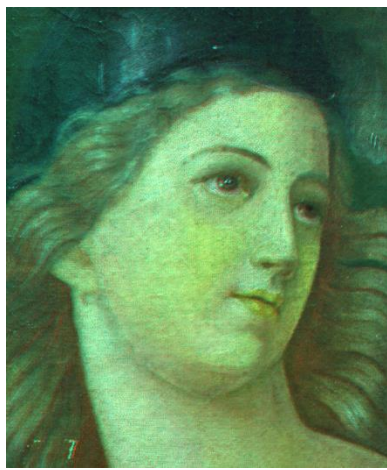


Foto 5.14. Suurendus maali esiküljest valevärvifotograafias. Algne foto: Rasmus Kristofer Randla.

Fotogramm-meetria – 3Di/Hades Geodeesia firma Sony $\alpha 7r2$ hübriidkaamerat koos Samyang AF 35 mm f/2.8 objektiiviga. Hoya ringpolariseerivfilter, AR400 ringvälk ringpolarissseriva filtriga. Agisoft Metashape 2.1.1 tarkvara.

Joonistus väga detailselt ja terviklikult välja:
 Kraklee.
 Kahjustused.
 Mustus.
 Maalitehnika.

DEM-kõrgusmodel tõi esile:
 Keskmise maaliosa
 sissevajumise.
 Alusraami siseservade
 murdejooned maalil.
 (DEM-mudeli kõrgused
 ei vasta tegelikkusele.
 Pildistamise ajal oli maali
 alla asetatud papp, mis oli
 kergelt paindes, moonutades
 tegelikke kõrgusi.)



Foto 5.15. Ortofoto. Foto: Meeli-Heli Lepna.

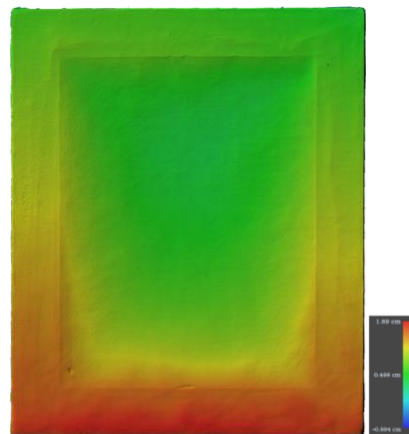


Foto 5.16. DEM-kõrgusmodel. Foto: Meeli-Heli Lepna.

Laser-skaneerimine – Shining 3D Einstar käsiskänner.

Läikiva ja tumeda pinna
 tõttu 3D-mudel
 ebaõnnestus:

Väike detailsus.

Informatsiooni kadu läikiva
 ja tumeda pinna tõttu.

Meetodi sobimatus vastavalt
 eesmärgile (kahjustuste
 detailne dokumenteerimine).



Foto 5.17. Skaneeritud kujutis.

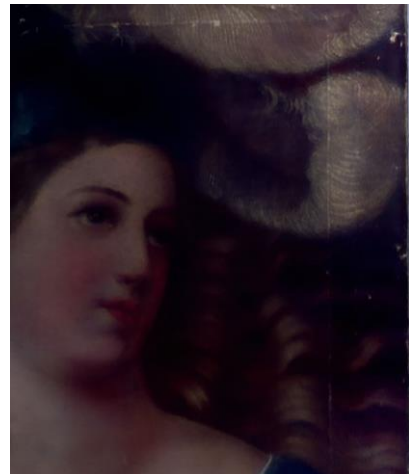
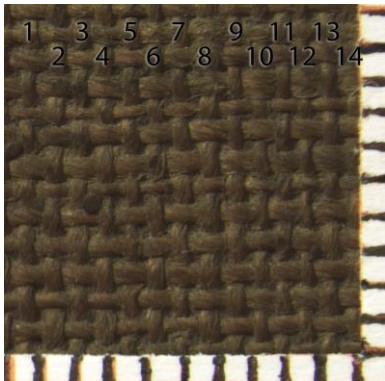
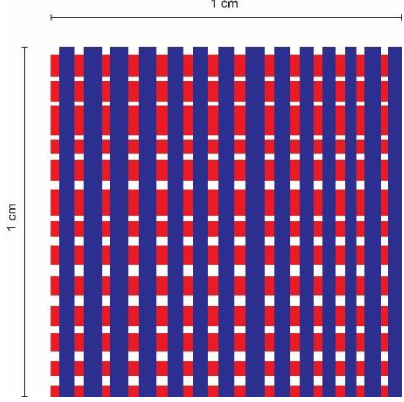
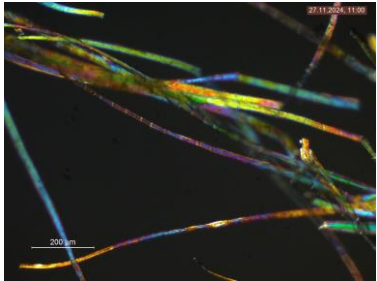
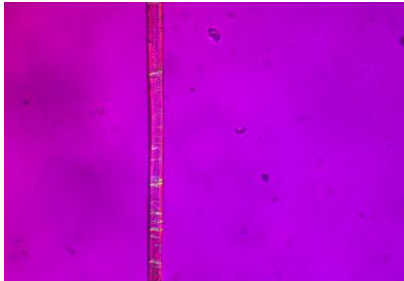
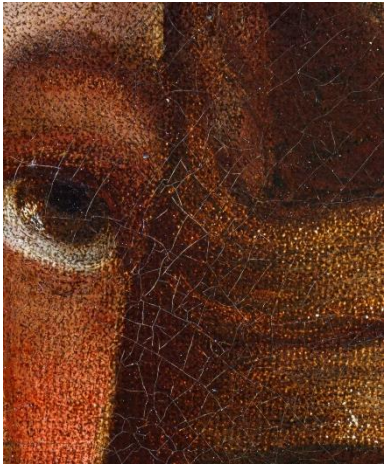
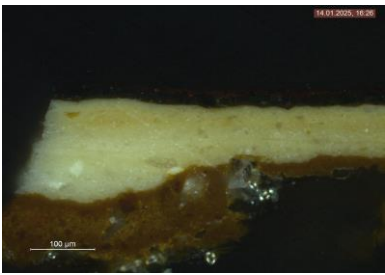
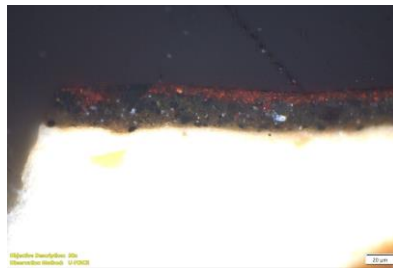


Foto 5.18. Lähivaade skaneeritud kujutisest.

Lõuendianalüüs – Stereomikroskoop delta Optical SZ-630T. Adobe Photoshop (lõngade paksuste mõõtmine).		
Keskmise tihedusega peenekoeline ühes tükis lõuend. Labane sidus. 1 cm² on 13 koelõnga(horisontaal) ja 14 lõimelõnga (vertikaal). Lõnga keskmine paksus horisontaalsuunas on 0,55 mm ja vertikaalsuunas 0,44 mm. Lõnga paksuse variatsioon horisontaalsuunal on 78,7% ja vertikaalsuunal 50,9 %. Horisontaallõnga katvus kogupinnast on 71,5% ja vertikaallõnga katvus 62,7%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 89,4%.	 Foto 5.19. Vertikaallõngade loend 1 cm² suurusel alal. Demuth (2024) järgi.	 Foto 5.20. Lõuendi 1 cm² suuruse ala mudel. Mudeli koostamisel võeti aluseks lõngade keskmine paksus ja katvus. Demuth (2024) järgi.
Kiu tüübi määramine – morfoloogiline vaatlus; herzog test; kuivatustest; floriglütseriini test. LEICA DM2500M; LEICA DM2500P.		
Floriglütseriini test tulemust ei andnud. Tegemist võib olla liiga väikse ligniinisalduse või väga töödeldud lina, kanepi või puuvilla kiuga. Morfoloogilise vaatluse põhjal on tegemist lina või kanepiga (X- ja Y-suunalised ristikesed ja luumeni iseloomulik paksus). Herzog testi ja kuivatustesti kohaselt on tegemist linaga (S-keere). Herzog testil muutusid kiud analüsaatori võnkesuunaga paralleelses asendis punaseks, viidates S-keermele.	 Foto 5.21. Lõuendi kiud polariseerivas valguses. Näha on X- ja Y-suunalisi ristikesi.	 Foto 5.22. Lõuendkiududega sooritatud Herzog test. Linakiud on vertikaalses asendis punane.

Kuivatustestil keerdusid nii koe- kui lõimekiud päripäeva ehk tegemist on S-keermega.		
Kraklee		
Tegemist on suhtelisest õhuniiskuse kõikumisest tingitud vananemiskrakleega. Kraklee joondub alusraami siseservade järgi. Tingitud äärekõrgenduste puudumisest. Kraklee väheneb alusraami kohal ning suureneb järsult maali keskosas. Märgata on kontsentrilist ringjat krakleed naise kiivril ja kõrval. Ilmselt tekkinud mehaanilise löögi või surve tõttu.	 Foto 5.23. Maali keskosa kattev kraklee. Suurendus ortofotost. Ortofoto: Meeli-Heli Lepna.	 Foto 5.24. Kontsentriline ringjas kraklee figuuri kiivril. Suurendus ortofotost. Ortofoto: Meeli-Heli Lepna.
Ristlõike uuringud – LEICA DM2500M; Olympus BX53M.		
Ristlõike uuringuteks võeti kaks proovi: N_P_1 (ei uuritud – osutus kahjustunud krundiprooviks) N_P_2 Ristlõike vaatlusel ilmnes: Vähemalt 2 või 3 krundikihti. 2 õhukest värvikihti: Alumine värvikiht tume (eristatavad sinakad ja kollakad pigmenditerad) Pealmine värvikiht tumepunane (eri suurusega punased pigmendterad, märgata ka kollakat pigmenti).	 Foto 5.25. Tausta krundi- ja värvikihi proovi ristlõige N_P_2. Näha on 3-4 krundikihti ning 2 värvikihti. Suurendus 20x.	 Foto 5.26. Tausta krundi- ja värvikihi proovi ristlõige N_P_2. Näha on alumist tumedat ning ülemist punast värvikihti. Suurendus 50x.

Reaktiivid – Olympus BX53M.

Proov N_P_2 (Pilt 14.1; Pilt 14.2):

Fuksiin (Pilt 14.3):
Proteiini ei tuvastanud.
Värvitest uhtus ülemisest punasest kihist elemendid ära.

Sudan Black B (Pilt 14.4):
Tõsi esile 3 või 4 krundikihti.
Esimese krundikihi puhul on kindlasti tegemist õlikrundiga, teiste krundikihtide puhul tulemus nii selge ei olnud, kuna värvumine on laiguline. Alumine pruun kiht ei näidanud proteiini, vaid õli, mistõttu võib tegemist olla näiteks vabrikukrundiga mitte liimistuskihiga.



Foto 5.27. Tausta krundi- ja värvikihi proovi N_P_2 ristlõike. Suurendus 20x.



Foto 5.29. Tausta krundi- ja värvikihi proovi N_P_2 ristlõike värvitest fuksiiniga. Proteiini esile ei tule. Värvitest uhtus värvikihtidest elemendid ära. Suurendus 20x.



Foto 5.28. Tausta krundi- ja värvikihi proovi N_P_2 ristlõike. Suurendus 20x.



Foto 5.30. Tausta krundi- ja värvikihi proovi N_P_2 ristlõike värvitest Sudan Black B' ga. Näha on õlisideainega värvikihti ning 3 või 4 krundikihti.

SEM-EDS – ZEISS EVO 15MA skaneeriv elektronmikroskoop koos Oxford Aztec MAX80 energiadispersiivse spektromeetriga.

Pliikrunt koos silikaatidega

Alumine tume värvikiht:
luumust (moodustas enamuse), kinaver, pliivalge, ooker, silikaadid, CaCO_3 .

Ülemine punane värvikiht:
kinaver (moodustas enamuse), pliivalge, ooker, luumust, silikaadid, kaltsiumkarbonaat.

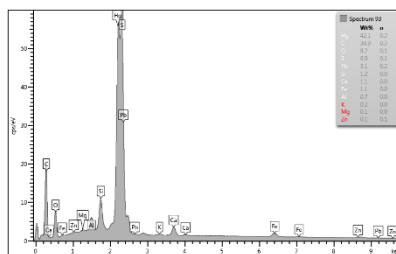


Foto 5.31. Proovi N_P_2 kinaveri (HgS) SEM-EDS spekter.

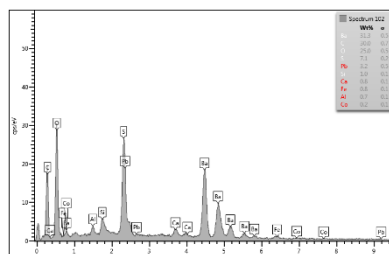


Foto 5.32. Proovi N_P_2 täiteaine BaSO_4 SEM-EDS spekter.

ATR-FT-IR – Teemantkristalliga Smart Orbit ATR-mikroanalüsaatorit, mis on paigaldatud Nicolet 6700 FT-IR spektromeetrile. Thermo Fisher Scientific Inc. OMNIC 9 tarkvara.

Värvikihist tuvastati:

Sideaine: õli

Proteiinijäägid (signaal tuli ilmselt krundikihist või varasemast konserveerimisest)

Vaha (tõenäoliselt kasutatud pinna või laki matistamiseks, nt mesilasvaha)

Täiteained: silikaadid, CaCO_3 .

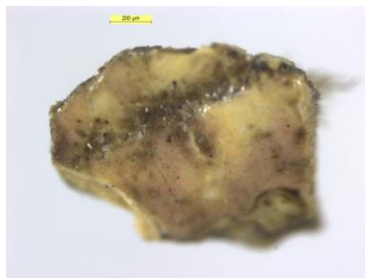


Foto 5.33. Figuuri nahalt pärinev proovitükk ATR-FT-IR analüüsi jaoks.

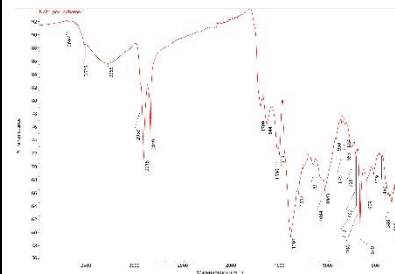
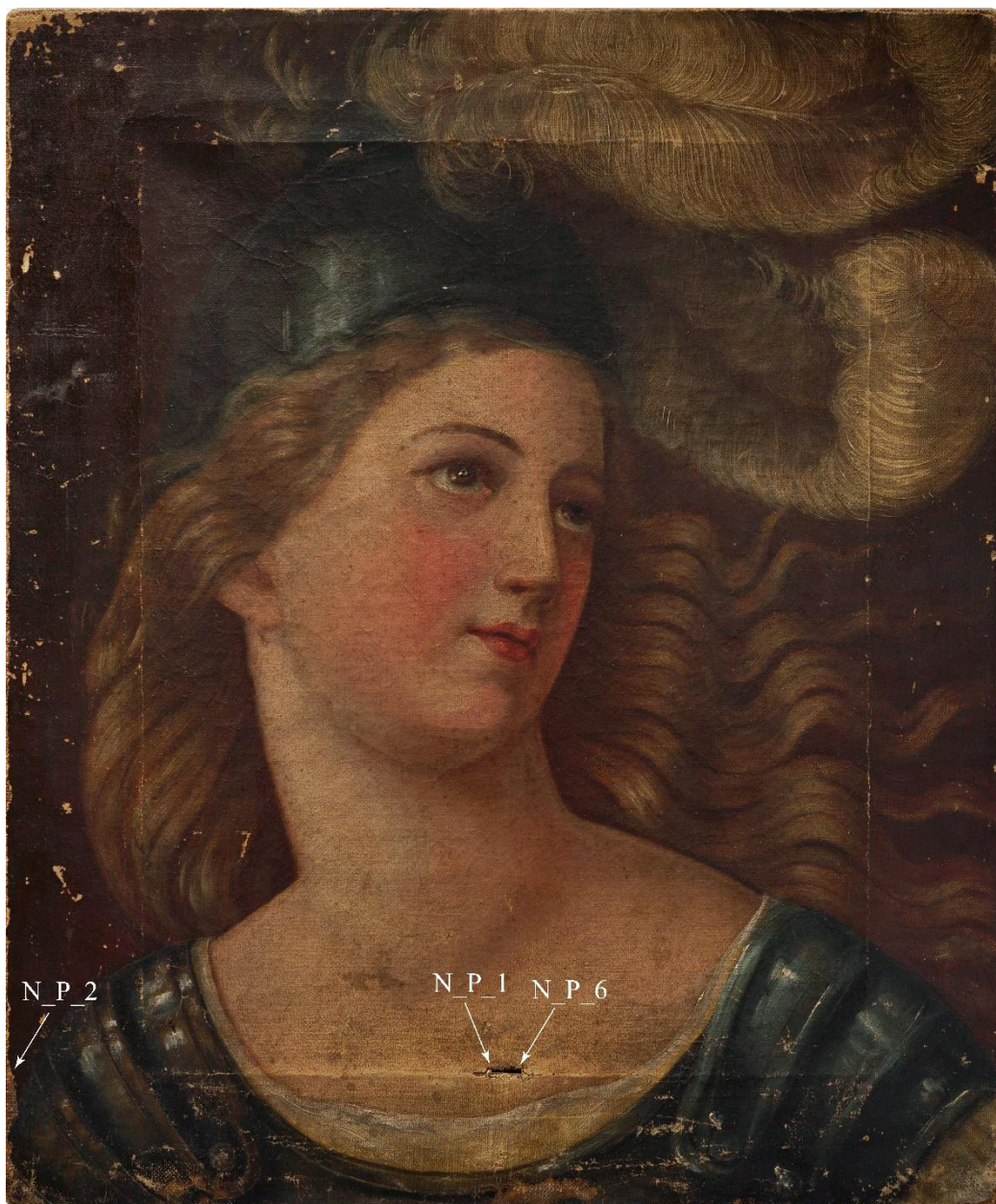


Foto 5.34. Figuuri nahalt pärineva proovitüki ATR-FT-IR spekter.

Proovitükkide asukohad.

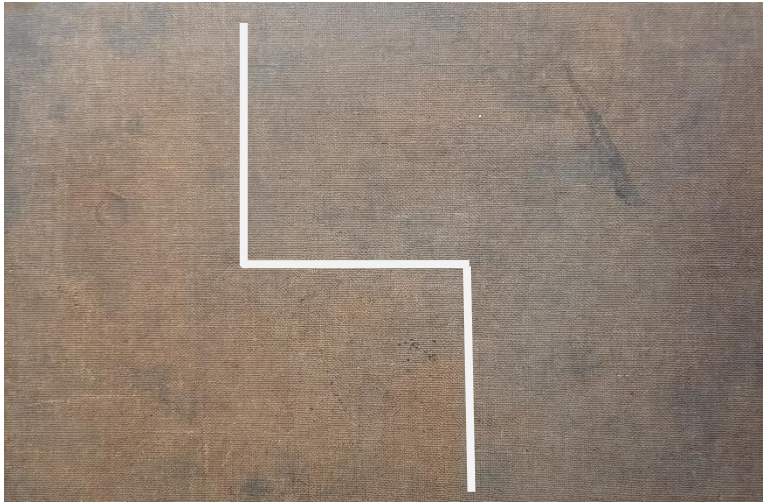


Joonis 5.1. Maalilt „Naise pea“ ristlõigete ning ATR-FT-IR spektroskoopia jaoks võetud proovide N_P_1; N_P_2; N_P_6 asukohad.

6. Konserveerimistöde /Restaureerimistöde kava

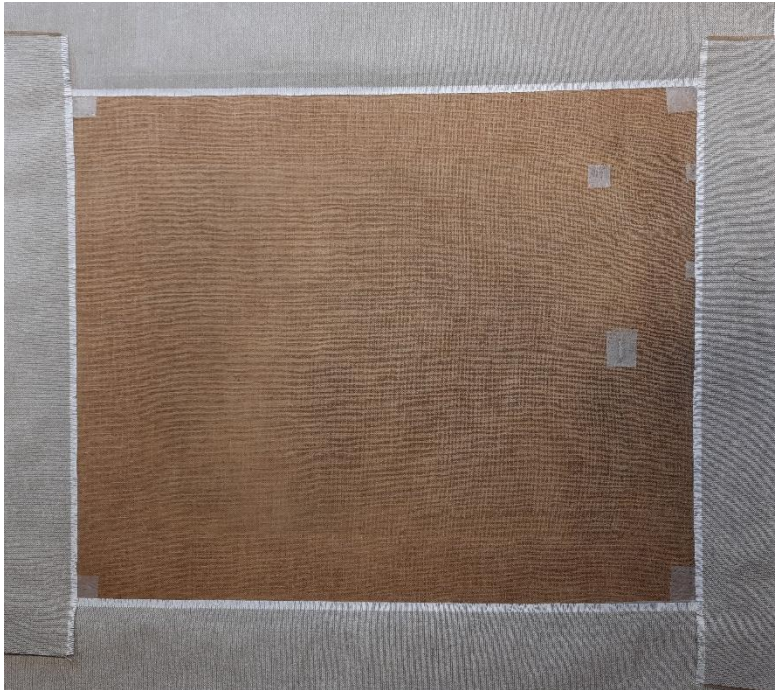
Tööde loetelu ja põhjendus
· Dokumenteerimine. · Tagakülje kuivpuhastamine mustusest ja tolmust. · Esiplaani esmane märgpuhastus mustuse eemaldamiseks. · Teose eemaldamine alusraamilt, et alusraamile lisada äärekõrgendused. · Alusraami, kiilude ja maali tagakülje puhastus · Värvikihtide profülaktiline kinnitamine (u 7-8 cm kauguseni maali äärest) ning pressimine, et takistada värvikihi pudenemist ning võimaldada objekti paremat käitlemist. · Lõuendirebendite parandused visuaalse terviku taastamiseks. · Alusraamile äärekõrgenduste lisamine, et lõuend oleks pärast pingutamist õhus, mitte ei käiks alusraami sisekülje vastu. · Lõuendile äärste dubleerimine, et lõuendit oleks võimalik pingutada. · Maali pingutamine kõrgendatud äärtega alusraamile, et teost saaks eksponeerida ja ka tulevikus pingutada. · Maalipinna sügavam märgpuhastus settinud mustusest, mille käigus eemaldatakse/õhendatakse vajadusel ka lakk. · Vahelakkimine, et edaspidine täitmine ja retušš oleks tulevikus vajadusel eemaldatav. · Kadude kruntimine, et luua tasane alus retušeeringle. · Retušeerimine maali esialgse ilme loomiseks. · Lakkimine maalipinna kaitsmiseks ja ühtlustamiseks.
Tööde teostamiseks vajalike ressursside planeering
Vajalikud vahendid: Destilleeritud vesi, tahmakumm, Blitz-fix svamm, vatt, tolmuimeja, skalpell, skalpelliterad, kalaliim, kriit, lõuend, BEVA-kile, triikraud, retuššvärvid, naelad, akvarellid, etanool, jänesenahaliim, lakk, haamer, suitsupaber jt

7. Konserveerimistöde /Restaureerimistöde kirjeldus

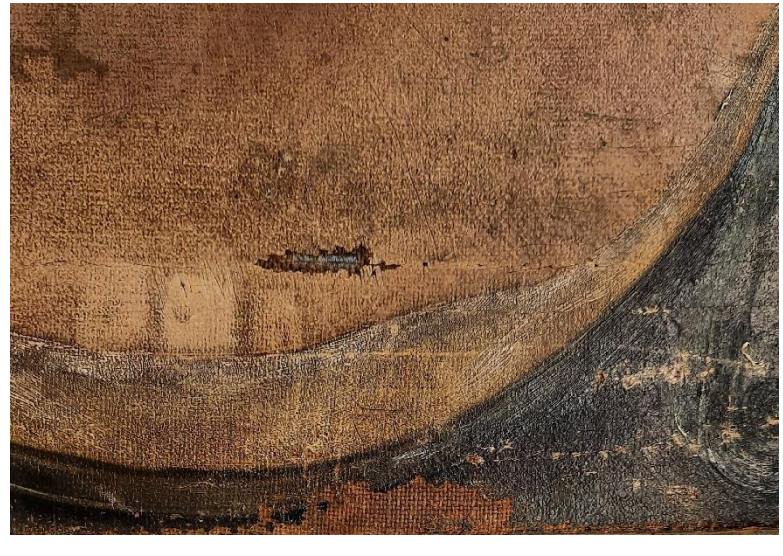
Tööetapid	Kasutatud materjalid	Ajakulu
Maal (55,5 h)		
Esialgne tagakülje kuivpuhastus	Esmalt eemaldati tolmuimejaga lahtine mustus. Katsetusi tehti erinevate kuivpuhastusmeetoditega: akapad, tahmakumm, jaapani pintsel, make-up sponge. Üldpuhastus sooritati tahmakummiga. Puhastusjäägid eemaldati tolmuimejaga. 	30 min
Naelte ja alusraami eemaldamine	Kruvikeeraja, tangid. 	30 min

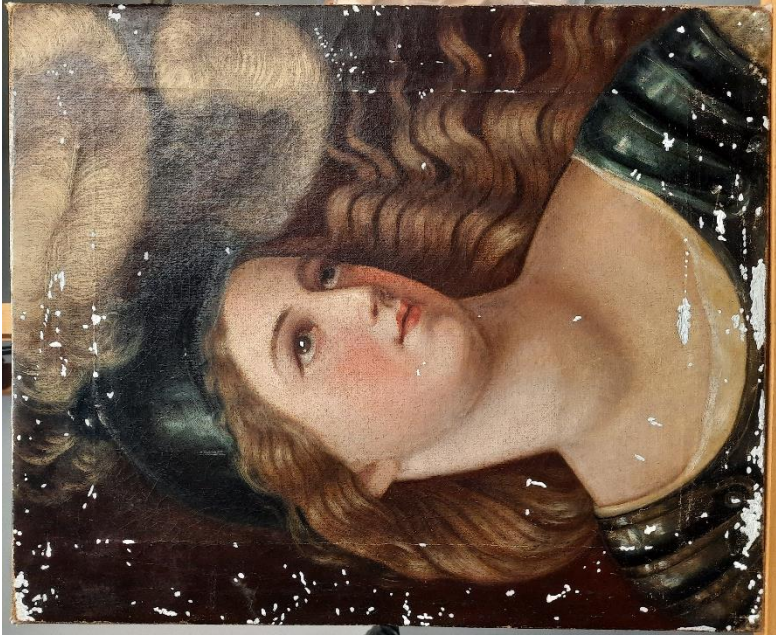
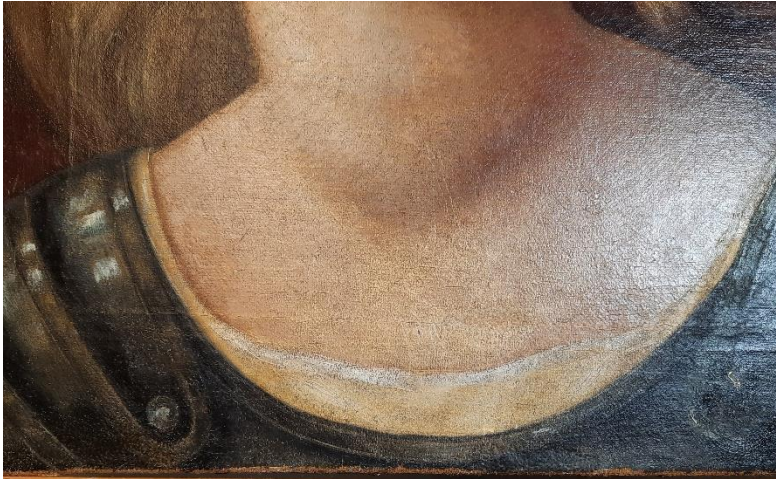
Kiilude eemaldamine	Tangid. Eemaldamisel tekkinud lahtine mustus eemaldati tolmuimejaga. 	20 min
1 kiilu parandamine	Jänesenahaliim (20%), pintsel, teip.	10 min
Lõuendi, alusraami ja kiilude puhastamine	Tolmuimeja, tahmakumm, etanool, skalpell teraga nr 10, liivapaber P180. 	3 h
Äärekõrgenduste valmistamine ning kinnitamine alusraami äärtesse	Joonlaud, saag, saagimisalus, puitliist (6 mm), liivapaber P120/P180, jänesenahaliim (20%), teip, pitskruvid. Maali lühemale küljele lisati äärekõrgendused kolmes osas, et oleks võimalik alusraami kiiludega suurendada.	4 h

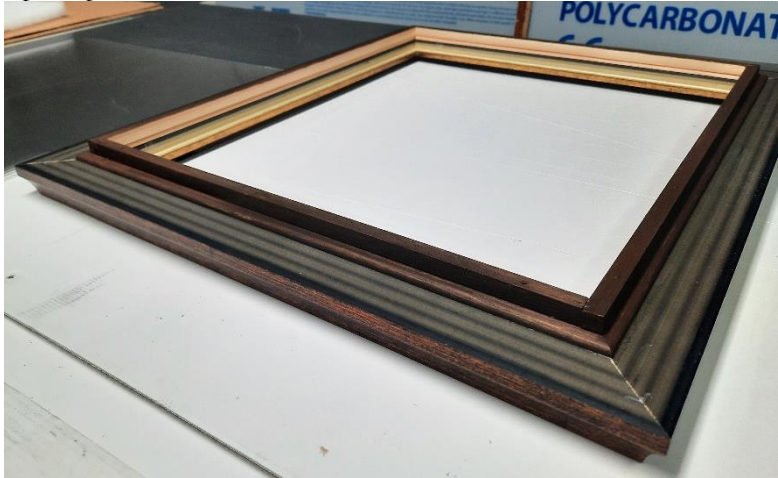
		
Tagakülje kuiv- ja märgpuhastuse katselapid	Prooviti erinevaid märgpuhastuse meetodeid: <i>Nanorestore Gel® Peggy 5</i> dest.vees/TAC 3%, süljeensüüm, dest.vesi. Geele hoiti pinnal vahemikus 30s–5min. Otsustati skalpelliga (tera nr 10) kuivpuhastuse kasuks, kuna mustus eemaldus kergemini. 	30 min

Täielik tagakülje kuivpuhastus	Tolmuimeja, tahmakumm, skalpell teraga nr 10. 	16 h
Rebendite parandamine ja ääraste dubleerimine	BEVA® 371 (25 ja 65 µ), parafil (Parafil RT20), triikraud, käärid, sünteetiline lõuend (Lascaux P110 polüester), joonlaud, raskus. 	4 h
Äärekõrgenduste kinnitamine naeltega (ühe	18 naela, haamer, pitskruvid, jänesenahaliim 20%, tangid. Naelapeade katmine: Paraloid B72 etanoolis (10%), pintsel.	35 min

äärekõrgenduse taasliimimine) ja naelapeade katmine		
Esmase esikülje õrnpuhastus	Blitz-Fix svamm, dest.vesi.	2 min
Profülaktilise kleebise panek, maali niisutamine, pressimine ja kleebise eemaldamine	Suitsupaber, kalaliim (3%), filterpaber, triikraud, dest.vesi, Blitz-Fix svamm, pintsel, raskus. 	30 min
Dubleeritud äärte uuesti kinnitamine	Triikraud, raskus.	15 min
Alusraamile pingutamine ja vormistamine	Klambripüstol, lõuenditangid, klambrid, naelad, haamer. Esialgu kinnitati pingutamisel lõuend klambritega, hiljem asendati uute naeltega – vanad naelad roostetasid ning murdusid.	4 h

		
Värvipinna puhastamine	Väga tugevalt kinnitunud paksu mustuse tõttu oli keeruline leida õiget meetodit. Puhastusmeetodid käitusid vastavalt asukohale ja värvile väga erinevalt, mistõttu sai tehtud mitmeid lokaalseid katsetusi. Katselapid: xylene, isopropanool, atsetoon, piiritus, tolupeen, <i>Nanorestore Gel® Peggy 5</i> triammooniumtsitraadis (3%), <i>Nanorestore Gel® Peggy 5</i> apolaarses ja polaarses nanolahustis. Geele hoiti maalipinnal vahemikus 30 sekundit kuni 5 minutit. Naha pind: lahus (atsetoon 25ml, tolupeen 75ml). Taust, rüü, kiiver, suled: Apolaarne nanolahusti. Juuksed: Polaarne nanolahusti. Hiljem terve pinna taaspuhastus nii polaarse kui apolaarse nanolahustiga. Vajadusel kasutati <i>Evolon® CR</i> tükke leotatud triammooniumtsitraadis (3%), apolaarses või polaarses nanolahustis. Vatiititud. 	5 h

Vahelakkimine	Lakk: 40 g Laropal A81 graanulid, 200 ml Stoddard solvent, 40 ml isopropanool, Tinuvin geel, mis annab lakisegule UV-kaitse. Lahjendamine Stoddard lahustis 1:1. Peale kandmine Evolon® CR mikrokiud lapiga.	2 min
Kruntimine	Kalaliim (3%), kriit, pliit, spaatel, pintsel. 	4 h
Retušeerimine täpamise tehnikas (<i>puntinato</i>)	Akvarellid, dest.vesi, Gamblini konserveerimisvärvid, isopropanool, pintsel. 	10 h

Lakkimine	Lakk: 40 g Laropal A81 graanulid, 200 ml Stoddard solvent, 40 ml isopropanool, Tinuvin geel, mis annab lakisegule UV-kaitse. Peale kandmine Evolon® CR mikrokiud lapiga.	10 min
Teose, maali tagakülje ja külgede kaitse ning ümbrisraami kokkumonteerimine.	Puit, naelad, haamer, klambripüstol, klambrid, saag, saagimisalus, liivapaber, akrüülvärvid, pintsel, teip, vaibanuga, <i>Makrolon®</i> , kinnitusplaadid, kruvid, akutrell, puur, riputusplaadid. 	2 h
Muudatused kavas:	Vahelakkimist tehti 2 korda - enne retušeerimist ning retušeerimiste vahepeal.	

8. Teostatud tööde tulemus.

Konserveerimise tulemusel on tagatud maali säilitamine ning eksponeerimiskõlblikkus. Maal on puhastatud, rebendid toestatud, äärised dubleeritud, lõuend algupärasele alusraamile uuesti pingutatud, varingud krunditud ja retušeeritud. Monteeritud uude ümbrisraami koos kaitsvate äärte ja tagakaitsega.

9. Juhend conserveeritud / restaureeritud / remonditud objekti säilitamiseks ja kasutamiseks.

Oluline on tagada maalide hoiustamiseks sobivad keskkonnatingimused. Soovitatav temperatuur jääb vahemikku +18 kuni +20 °C, kuid sobib ka madalam temperatuur, kui see ei lange alla +10 °C. Suhteline

õhuniiskus peaks jääma vahemikku 40–55%. Nii temperatuuri kui ka õhuniiskuse suured ja äkilised kõikumised ei ole lubatud – suhtelise õhuniiskuse kõikumine ei tohiks ületada 5% ööpäevas.

Valgustus peaks olema võimalikult nõrk. Maale tuleks hoiustada hämaras ning näitustel ei tohiks valgusintensiivsus ületada 250 luksit, soovituslik on kuni 200 luksit. Ultraviolettkiirguse mõju tuleks viia miinimumini ning valgusallikad ei tohi paikneda maali vahetus läheduses. Tolmu vältimiseks tuleks hoiustatavad maalid katta.

10. Illustratiivne materjal (fotod, skeemid, jne), joonised.

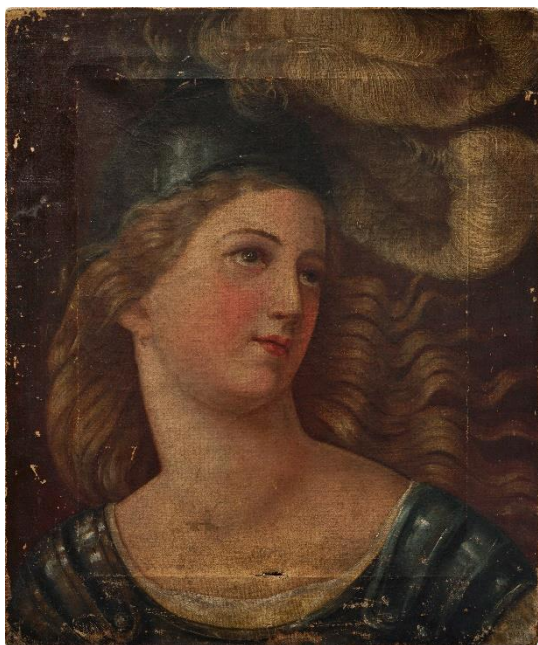


Foto 10.1 Maali esikülg (enne).

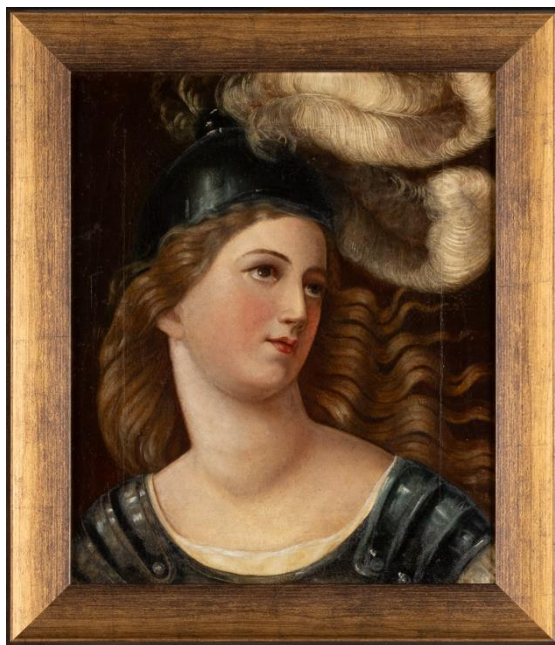


Foto 10.2 Konserveeritud maali esikülg (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.



Foto 10.3. Maali esikülg (enne).



Foto 10.4 Konserveeritud maali tagakülg (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.

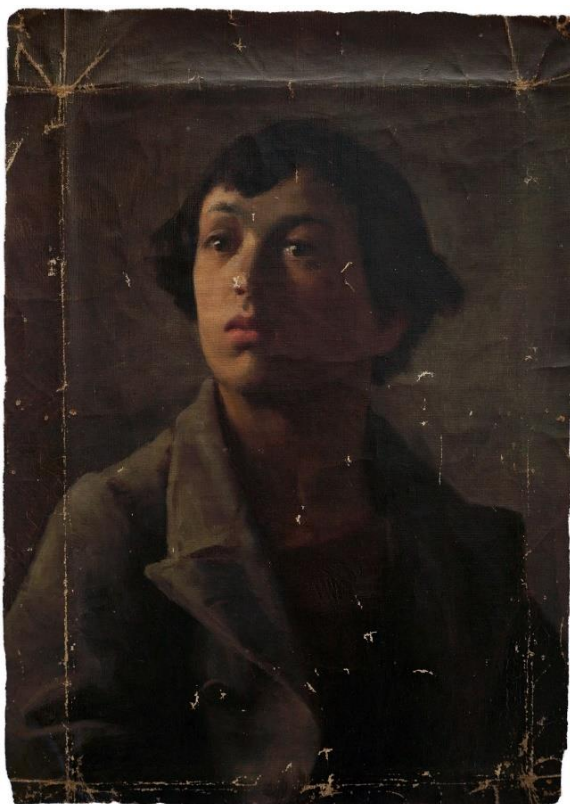
Tegevuskava / Aruande koostamise kuupäev

21.05.2025

Koostaja nimi ja allkiri

Hele-Riin Juhkama

Lisa 5. Maali „Poisi pea“ konserveerimispass



Mälestise nimetus	Maal „Poisi pea“ (õli, lõuend)
Mälestise registrinumber	TKM TR 8085 M 1418
Mälestise asukoht (aadress)	Eesti Rahva Muuseum, Tartu Kunstimuuseumi kogu, Muuseumi tee 2, 60532, Tartu
Töö pealkiri	„Poisi pea“
Töö teostaja (nimi, reg.kood, aadress, teg.loa nr., töö koostaja)	<u>Teostaja</u> : Hele-Riin Juhkama <u>Töö läbiviimise koht</u> : Tartu Kunstimuuseum <u>Juhendaja</u> : Nele Ambos
Töö koostamise aeg ja koht	09.03.25 – 22.05.25

KONSERVEERIMISTÖÖDE / RESTAUREERIMISTÖÖDE TEGEVUSKAVA

1. Objekti andmed

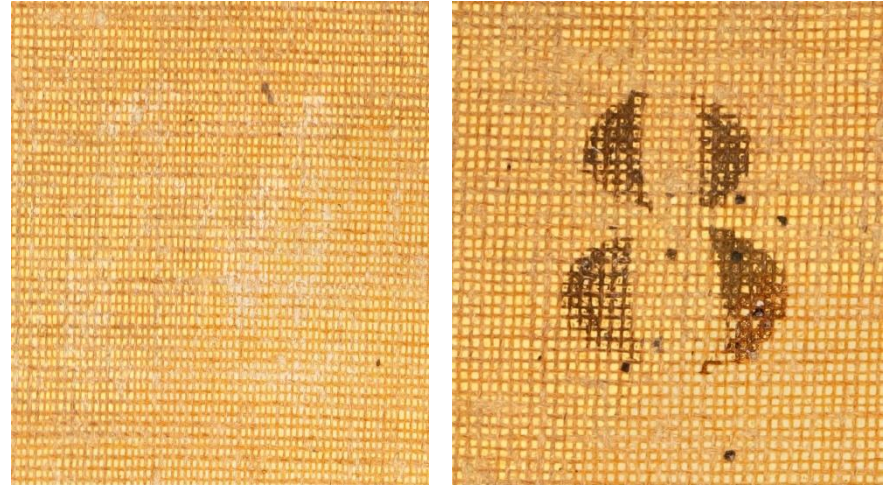
Nimetus	„Poisi pea“
Autor	Puudub
Dateering	Puudub (19./20. saj?)
Materjal	Õlivärv, lõuend
Tehnika	Õlivärv lõuendil
Mõõtmed	45,4 × 32,3 cm
Omanik	Tartu Kunstimuuseum SA
Tähis	TKM TR 8085 M 1418

2. Konserveerimistöode / Restaureerimistöode eesmärk

Tööde eesmärk (üldistav) lähtuvalt objekti seisundist ja objekti edasisest kasutusest.	Konserveerimistöode teostamine, et tagada objekti visuaalne tervik, säilimine ja eksponeerimiskõlblikkus.
Tööde teostamise aeg	09.03.25 – 22.05.25

3. Objekti iseloomustus

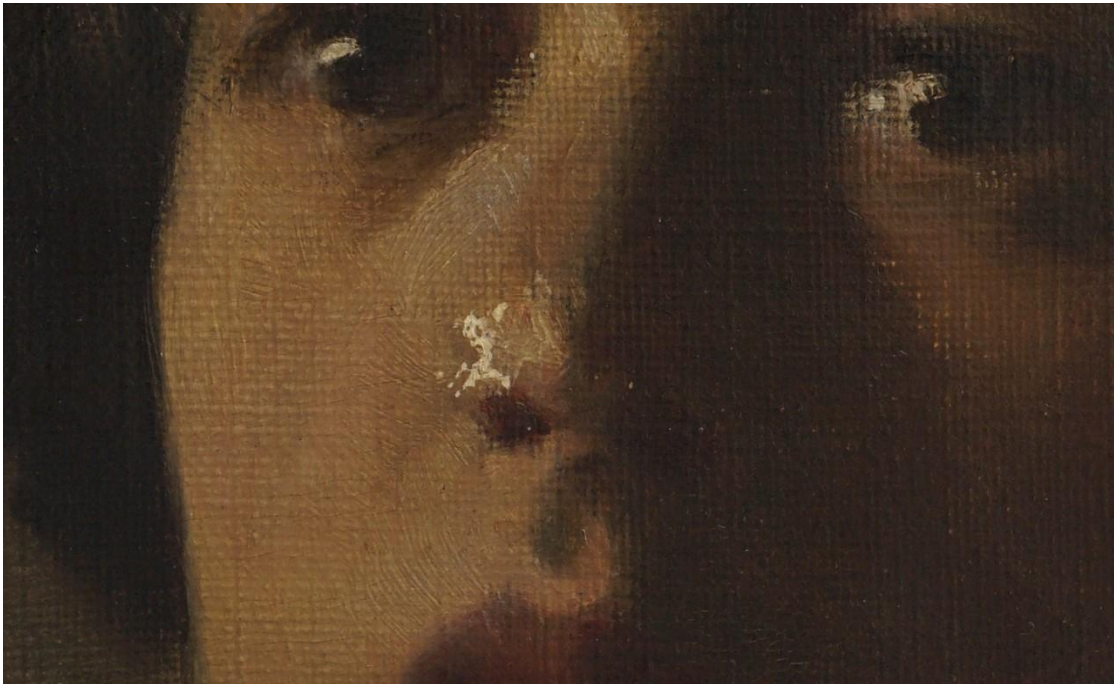
Kirjeldus, seisund	
Tegemist on õlimaaliga lõuendil, mille autor ei ole teada. Teos on Tartu Kunstimuuseumile üle antud 22. juuli 1968 (Tulmeraamat IV). Maali annetas toonasele Tartu Riiklikule Kunstimuuseumile Olga Tehver (Põhikogu juurdekasvu aktid 1969). Maalil on kujutatud noore poisi rindportreed, ¼ pöördes vasakule (keha pööratud paremale), pea püsti. Teos on maalitud tumedas rohekas-hallikas koloriidis. Maalil kujutatud poiss on rietatud halli kuube, mille alt paistab punakas-pruun pluus. Poisi tumedate silmade pilk on suunatud kaugusesse. Maali ühtlane taust ning range poos tekitavad staatilise mulje. Säilimus: veered on ära lõigatud, leidub värvikihi varisemisi ning teos on alusraamita. Objekti seisund on halb [Kurmo, K. (2024). Museaalide seisundi hindamise mudel].	
Autori või töökoja märgistus, signatuur	Puudub
Andmed varasemate konserveerimis-, restaureerimis- või remonttööde teostamise kohta	Esmasel visuaalsel vaatlusel näib, et varasemad konserveerimistööd puuduvad. (Vt Uuringud).
Kirjandus- ja arhiiviallikad	https://www.muis.ee/museaalview/1763880 Põhikogu juurdekasvu aktid 1969 Tulmeraamat IV

Muud pealdised, märgid, tekstid	
Lõuendi ülemises parempoolses osas: - Tartu Kunstimuuseumi tulmeraamatu etikett harilikuga valgel sildil „TR 8052“	
Lõuendi alumises vasakpoolses osas: - Tartu Kunstimuuseumi kogunumber grafiidiga (?) „TKM 1418 M“ - Valgega tehtud tähis, mille sisu ei olnud võimalik tuvastada	
Lõuendi ülemise poole keskosas: - Trükitud märged „8“.	

4. Objekti seisund enne konserveerimist / restaureerimist

Kirjeldatav struktuur	Ülesehitus (Vt Uuringud)	Seisund
Alusmaterjal	Linane ühtlase, peenekoelise kuid hõreda labase koega ühes tükis kergelt topiline lõuend. 1 cm² suurusel alal on 13 horisontaallõnga ja 15 vertikaallõnga. Koe- ja lõimelõng ei ole eristatavad. Lõnga keskmine paksus on horisontaalsuunas 0,33 mm ja vertikaalsuunas 0,29 mm. Lõnga paksuste variatsioon horisontaalsuunal on 57,15% ning vertikaalsuunal 94,2%. Horisontaallõnga katvus kogupinnast on 42,9% ja vertikaallõnga katvus 43,5%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 67,7%.	Lõuend on kergelt määrdunud, märgata on rohkelt käsitsemisest tingitud murdejooni. Ülemises paremas nurgas on eri suuruses pruunid plekid. Üle pinna esineb putukate ekskrementide. Lõuendi pingutamisel (enne maalimist) tingituna on tekkinud horisontaallõngade lainetus. Maali äärte osas on rohkelt väikseid auke – ilmselt on töö olnud väiksema alusraami peal. Teose ääred on ära lõigatud ning murtud.
Krunt	Kaks-kolm krundikihti. Ülemised kaks krundikihti on õli-baasil pliikrundid. Alumine krundikiht ei ole õli-baasil (vajab lisauuringuid). Täiteaine: Baariumsulfaat (BaSO₄).	Krunt on stabiilne ja adhesioon lõuendi ning värvikihtidega on hea. Krundikaod esinevad eelkõige maali äärte ja nurkade murdejoontel.
Maalikihid	Sideaine: õli Leidub proteiini (ATR-FT-IR), mis võib olla seotud varasema konserveerimise käigus murdejoonte sirutamisega.	Adhesioon krundiga on hea. Mehaanilised vigastused (kriimustused) paremal põsel. Värvikaod esinevad üle maalipinna, kuid eriti maali äärtes murdejoontel.

	Rohekaashallil taustal 1 värvikiht: Pigmendid (SEM-EDS): kinaver, kaadmiumkollane, ultramariin, koobaltsinine, luumust, pliivalge, ooker Täiteained: silikaadid, kaltsiumkarbonaat. Poisi kuuel (tume) 2 värvikihti: Pigmendid (SEM-EDS): kinaver, kaadmiumkollane, luumust, ultramariin, ooker, koobaltsinine, pliivalge, smaragdroheline/auripigment? Täiteained: kaltsiumkarbonaat, baariumsulfaat, silikaadid.	Üle maalipinna leidub väikseid plekke ja putukate ekskremente. Maalipind on kergelt määrdunud. Esineb käsitlemisest tingitud murdejooni. Leidub erinevat tüüpi krakleed.
Kattekihid	Vaba käega peale kantud ebaühtlane lakikiht või mõni muu viimistluskiht. UV-valguse käes paistab lakk sinakas, mistõttu võib arvata, et tegemist on sünteetilise lakiga (20. sajand).	
Alusraam	Puudub	
Ümbrisraam	Puudub	

Seisundi kirjeldus
Maali esikülg on kergelt määrdunud. 

Esineb krundi- ja värvikadusid. Krundi- ja värvikaod on eelkõige voltimisjoontel ning nurkades. Voltimisjäljed on põhjustatud maali äärte ärakeeramisest. Äärte voltimine on tõenäoliselt seotud sellega, et maal on olnud väiksema alusraami peal. Värvikadusid on näha ka maali keskosas, k.a näo- ja kaelaosas. Üldiselt on värvi- ja krundikiht lõuendiga hästi seotud.



Üle pildi pinna on näha erinevat tüüpi krakleed. Krakelüür esineb rohkem näo-, kaela- ja rinnapiirkonnas ning paremal all ääres. Silmatorkav on maali voltimisest ja käsitlemisest põhjustatud kraklee. Leidub ka horisontaalset, ruudustikku-meenutavat ning lõuendi faktuuri järgivat krakleed.

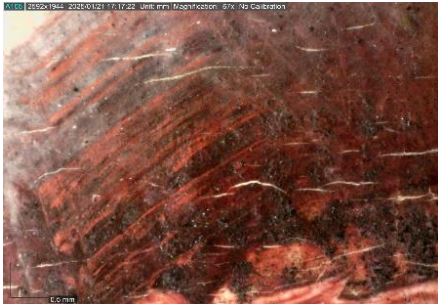
Lõuendi tagakülg on kergelt määrdunud, topiline ja laineline, sealhulgas on märgata käsitlemisest ja hoiustamisest tingitud murdejooni. Paremal üleval nurgas esineb eri suurustes pruune plekke. Üle lõuendi pinna on märgata putukate ekskrementide ja lõuendi pingutamise (enne maalimist) tingitud horisontaallõngade lainetust.

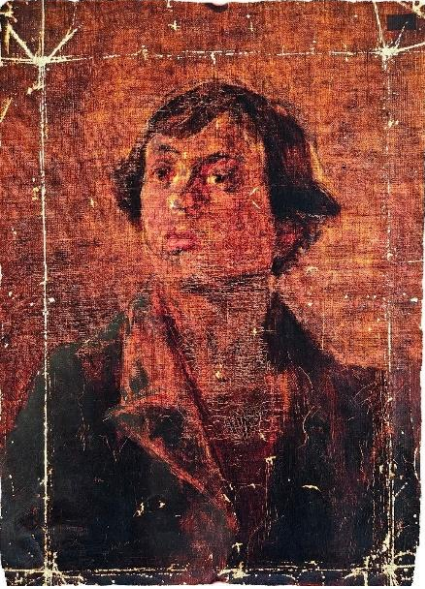
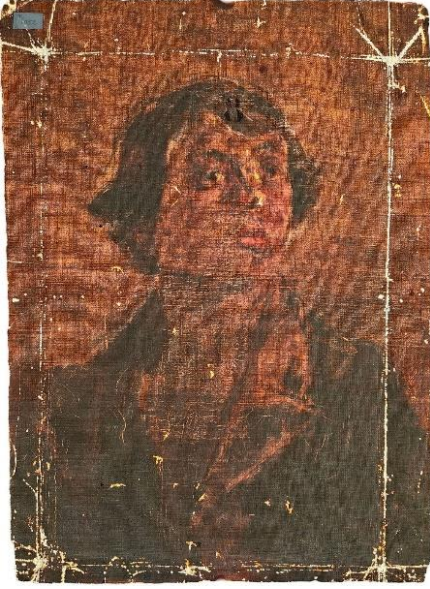


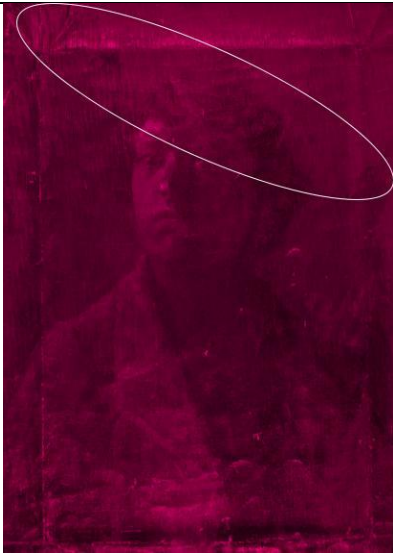
Kokkuvõtlik hinnang
objekti seisundile

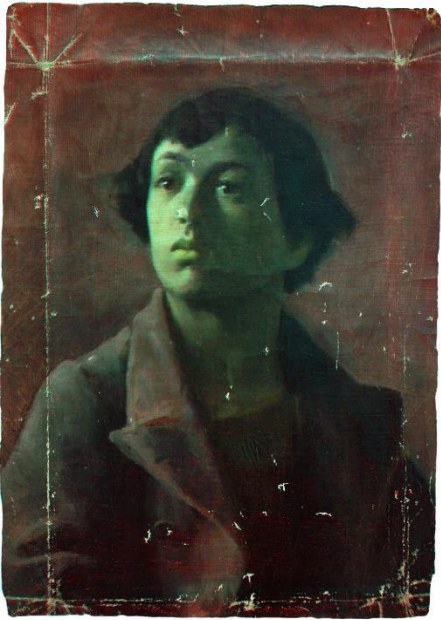
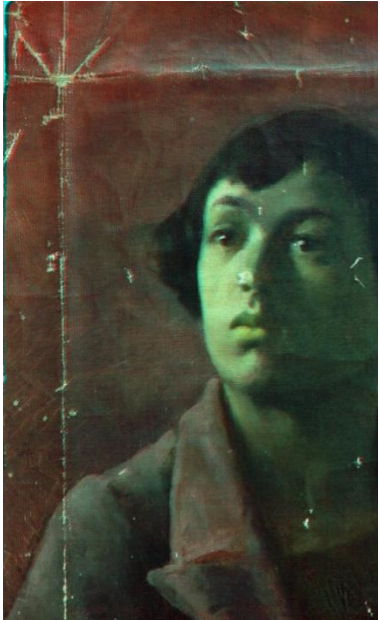
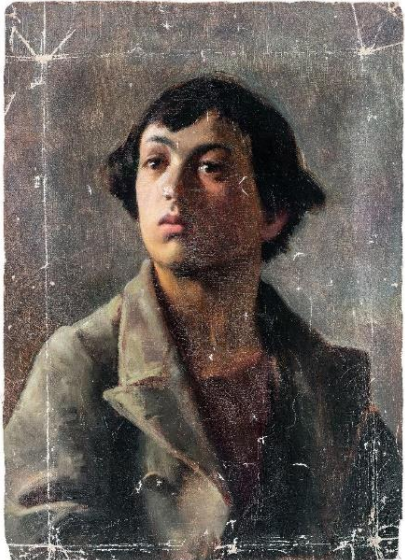
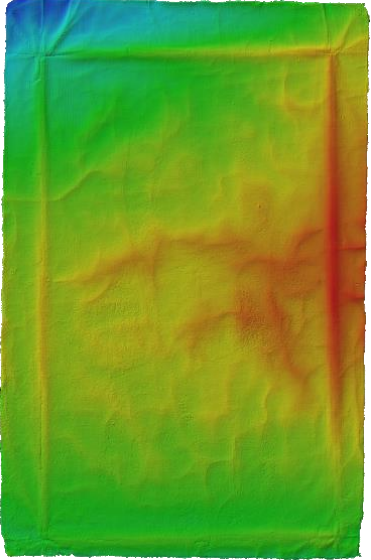
Objekti konserveerimine on vajalik teose visuaalse terviku saavutamiseks ning edaspidise säilimise tagamiseks. Hetkel ei ole võimalik teost eksponeerida, kuna puudub alusraam. Terviku saavutamiseks on vajalik murdekohad sirutada, äärised dubleerida, teos pingutada uuele alusraamile, kaod parandada ning lisada ümbrisraam.

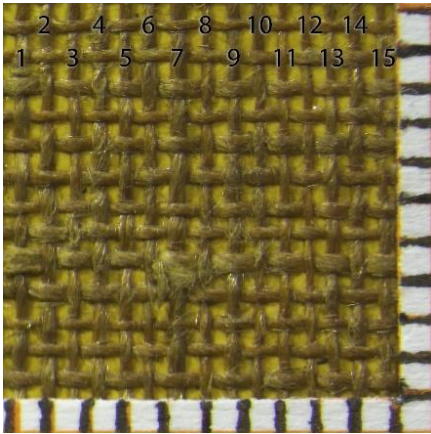
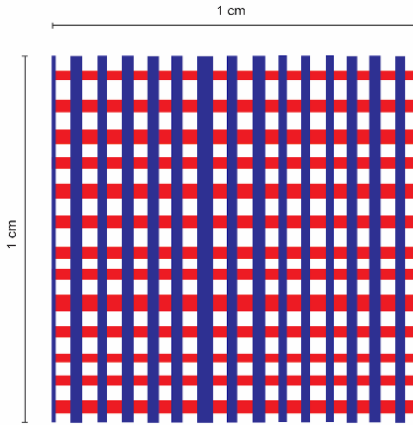
5. Uuringud:

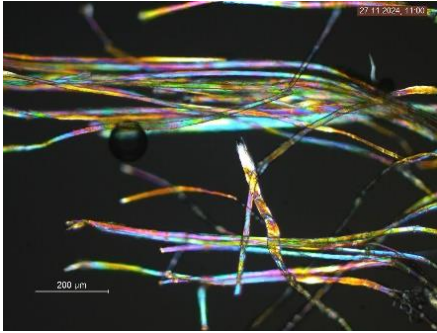
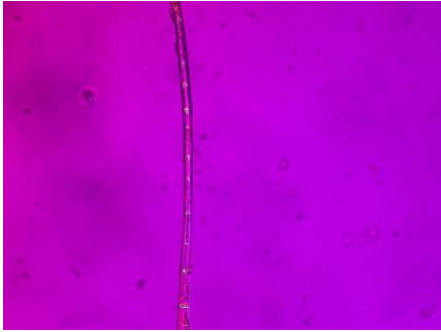
Mikroskoopia — Digitaalne mikroskoop Dino- Lite 5MP Edge AM7115MZZ (koos N3C-O otsikuga).		
Kerge mustusekiht. Tuleb esile kunstniku maalitehnika (õhemad ja paksemad pintsililöögid). Ebaühtlase suurusega pigmenditerad. Kraklee eri tüübid ja sügavus. Putukate ekskrementid. Kihtide hea adhesioon	 Foto 5.1. Lähivaade figuuri suunurgast. Suurendus 67x.	 Foto 5.2. Lähivaade putukate ekskrementidest. Suurendus 67x.
Külgsvalgusfotograafia — Tugev suunatud valgusallikas, Sony ILCE-7M2 kaamera.		
Külgsvalgus toob esile: Lõuendi voltimisest tekkinud kahjustused (maal on olnud väiksema alusraami peal). Lõuendi käsistsemisest tingitud murdejooned terve maali ulatuses. Kraklee. Kriimud figuuri põsel.	 Foto 5.3. Maali esikülgs külgsvalguses. Mõõteindikaator aitab jäädvustada valgustingimusi.	 Foto 5.4. Maali tagakülgs külgsvalguses. Mõõteindikaator aitab jäädvustada valgustingimusi.

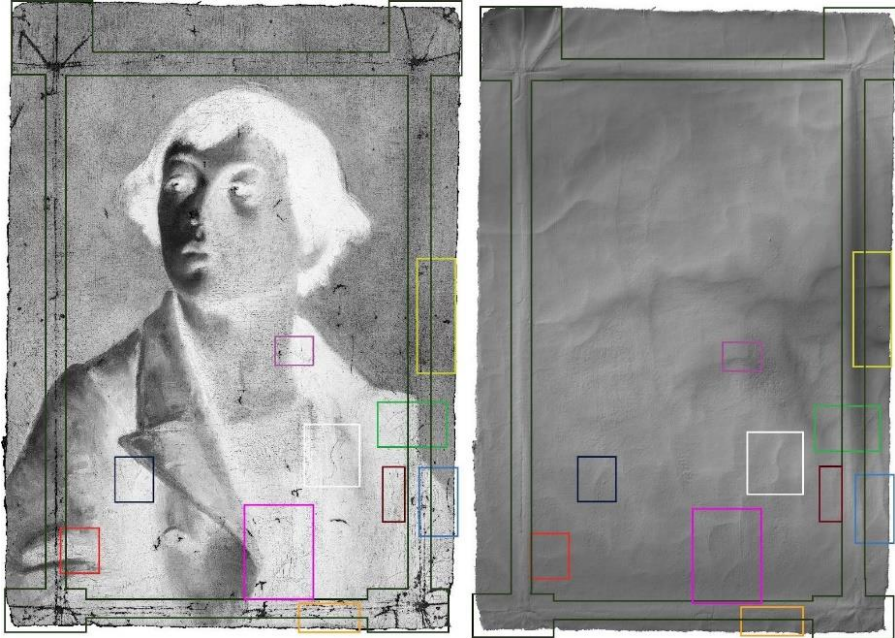
Pintslilöökide reljeefsuse. Lõuendi faktuuri.		
Tagantvalgusfotograafia — Valgusallikas. Sony ILCE-7M2 kaamera.		
Tagantvalgusfotograafia tõi esile: Erinevad kahjustused, mis võivad tavavalguses märkamatuks jääda. Kraklee tervikliku ulatuse, eriti kraklee tiheduse näol ja kaelal. Värvikihtide paksuse. Tausta, näo, kaela ja krae osas on märgata õhukest maalikihti. Seevastu aga juuksed, kuub ja pluus on maalitud pastossemalt.	 Foto 5.5. Maali esikülj tagantvalguses.	 Foto 5.6. Maali tagakülj tagantvalguses.
Ultraviolettfotograafia — UV-lamp; digitaalne mikroskoop Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga) UV-režiimil.		
UV-valgus tõi esile: Vaba käega peale kantud ebaühtlase laki. Kuna lakk luminestseerub sinakalt, võib olla tegemist sünteetilise lakiga. See viitaks, et maal pärineb 20. sajandist.		

Pigmentide luminesentsi. Näha on rohekas-kollakat helendumist juuste, krae ning silmade piirkonnas. Samuti erkroosat täppi huultel, eredamaid sinakaid toone näo vasakul küljel nina ja huule ümbruses ning näo paremal piirjoonel.	 Foto 5.7. Maali esikülj UV-valguses. Foto: Nele Ambos.	 Foto 5.8. Figuuri juuste kollakas-rohekas luminesents.
Infrapunafotograafia — Digitaalne mikroskoop Dino-Lite 5MP Edge AM4115T-JV (koos N3C-C otsikuga) UV-režiimil.		
Süsiniku jälgi maalil ei tuvastanud.		
Multispektraalfotograafia — Phase One iXG 100MP Wide Spectrum kaamera, Schneider Kreuznach RS 72 mm lääts, LED valgustid Equipoise Imaging, EurekaLight 2001, tarkvara Phase One Rainbow MSI 2.2.2.12, L3Harris ENVI 5.6.1.		
Konserveerimises kasutatakse multispektraalfotograafiast infrapuna- ja UV-valgust. Infrapunafoto: Süsiniku jälgi ei tuvastanud. UV-foto: UV-valgus olulist teavet ei andnud, kuna TÜ Raamatukogu multispektraalfotograafia on kohandatud pabermaterjalidele, mitte maalidele.	 Foto 5.9. Maali esikülj IP-valguses. Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva.	 Foto 5.10. Maali esikülj UV-valguses. Valgega on tähistatud laki piir. Foto: Kai Samarüütel, Natalja Gordejeva.

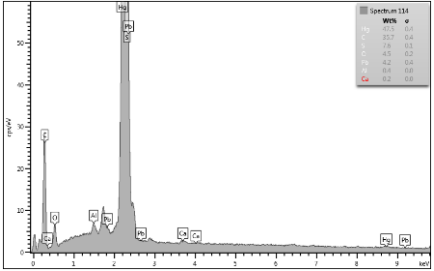
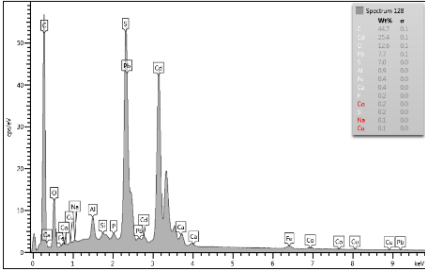
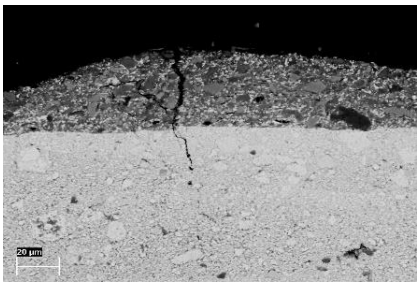
Aimata võib maalile kantud laki piiri (märgitud valgega).		
Valevärvifotograafia – Infrapunafoto ja tavavalguses tehtud foto on ühildatud Adobe Photoshopis.		
Valevärvifotograafia viitab, et pigmentidest on kasutatud: Kinaveri: huulte roosakas toon paistab valevärvifotograafias kollakas. Ookrit: nahk muutus rohekaks, mis võib viidata ookri kasutusele. Tausta punane toon on tõenäoliselt anomaalia ja ei vasta kindlale pigmendile.	 Foto 5.11. Maali esikülj valevärvifotograafias. Foto: Rasmus Kristofer Randla.	 Foto 5.12. Suurendus maali esiküljest valevärvifotograafias. Algne foto: Rasmus Kristofer Randla.
Fotogramm-meetria – 3Di/Hades Geodeesia firma Sony α7r2 hübriidkaamerat koos Samyang AF 35 mm f/2.8 objektiiviga. Hoya ringpolariseerivfilter, AR400 ringvälg ringpolarisseriva filtriga. Agisoft Metashape 2.1.1 tarkvara.		
Joonistus väga detailselt ja terviklikult välja: Kraklee. Kahjustused. Plekid. Maalitehnika. DEM-kõrgusmudel tõi esile: Käsitsemisest tingitud murdejooned. Lõuendi ärakeeramisest tingitud voltimisjooned.		

(DEM-mudeli kõrgused ei vasta tegelikkusele. Pildistamise ajal oli maali alla asetatud papp, mis oli kergelt paindes, moonutades tegelikke kõrgusi.)	Foto 5.13. Ortofoto. Foto: Meeli-Heli Lepna.	Foto 5.14. DEM-kõrgusmodel. Foto: Meeli-Heli Lepna.
Laser-skaneerimine — Shining 3D Einstar käsiskänner.		
Läikiva ja tumeda pinna tõttu 3D-mudel ebaõnnestus: Väike detailsusaste. Informatsiooni kadu läikiva ja tumeda pinna tõttu. Meetodi sobimatus vastavalt eesmärgile (kahjustuste detailne dokumenteerimine)	 Foto 5.15. Skaneeritud kujutis.	 Foto 5.16. Lähivaade skaneeritud kujutisest.
Lõuendianalüüs — Stereomikroskoop delta Optical SZ-630T. Adobe Photoshop (lõngade paksuste mõõtmine).		
Hõre peenkoeline ühes tükis lõuend. Labane sidus. 1 cm² on 13 horisontaallõnga ja 15 vertikaallõnga. Lõnga keskmine paksus horisontaalsuunas on 0,33 mm ja vertikaalsuunas 0,29 mm. Lõnga paksuse	 Foto 5.17. Vertikaallõngade loend 1 cm² suurusel alal. Demuth (2024) järgi.	 Foto 5.18. Lõuendi 1 cm² suure ala mudel. Mudeli koostamisel võeti aluseks lõngade keskmine paksus ja katvus. Demuth (2024) järgi.

variatsioon horisontaalsuunal on 67,15% ning vertikaalsuunal 94,2%. Horisontaallõnga katvus kogupinnast on 42,9% ja vertikaallõnga katvus 43,5%. Kogu lõuendi katvusprotsent on 67,7%.		
Kiu tüübi määramine — 4 meetodit: Morfoloogiline vaatlus; Herzog test; Kuivatustest; Fluoroglütsiini test. LEICA DM2500M; LEICA DM2500P.		
Fluoroglütsiini test tulemust ei andnud. Tegemist võib olla liiga väikse ligniinisalduse või väga töödeldud lina, kanepi või puuvilla kiuga. Morfoloogilise vaatluse põhjal on tegemist lina või kanepiga (X- ja Y-suunalised ristikesed ja luumeni iseloomulik paksus). Herzog testi ja kuivatustesti kohaselt on tegemist linaga (S-keere). Herzog testil muutusid kiud analüsaatori võnkesuunaga paralleelses asendis punaseks, viidates S-keermele. Kuivatustestil keerdusid vertikaalkiud	 Foto 5.19. Lõuendi kiud polariseerivas valguses. Näha on X- ja Y-suunalisi ristikesi.	 Foto 5.20. Lõuendkiududega sooritatud Herzog test. Linakiud on vertikaalses asendis punane.

päripäeva ehk tegemist on S-keermega. Horisontaalkiudude puhul test ei toiminud.		
Kraklee		
Kraklee esinemine: Murde- ja painutuskohdades. Tõenäoliselt tingitud käsitlemisest ja hoiustamisest Äärte voltimisjoontel. Ilmselt on töö mingil hetkel suurema alusraami pealt ära lõigatud ning pingutatud väiksemale alusraamile. Tihe, ühtlane krakleevõrgustik üle teose pinna, eriti näo ja kaela piirkonnas. Taustal on ruudustikku meenutav krakleevõrgustik (<i>grid-like</i>). Horisontaalse kraklee esinemine kaela ja näo piirkonnas. Lõuendi faktuuri järgiv kraklee.	 Foto 5.21–5.22. Käsitlemisest ja voltimisest tingitud kraklee kõrvutamine ortofotol ja DEM-kõrgusmodelil. DEM-mudeli ja ortofoto autor: Meeli-Heli Lepna.	
Ristlõike uuringud – LEICA DM2500M; Olympus BX53M. Vt Proovitükkide asukohad.		

Ristlõike uuringuteks võeti kaks proov: P_P_3 P_P_4 Ristlõigete vaatlusel ilmnes: Üks või kaks krundikihti. Üks värvikiht, kus on märgata kollakaid, sinakaid, musti ja punakaid pigmenditerasid Lakikihti ei ilmne. Ilmselt on proov võetud kohast, kus lakki ei ole selle ebaühtlase pealekandmise tõttu	 Foto 5.23. Tausta krundi- ja värvikihi proovi ristlõige P_P_3. Näha on 1 või 2 krundi- ning 1 värvikihti. Suurendus 20x.	 Foto 5.24. Figuri kuue tumeda ala proovi ristlõige P_P_4. Näha on 1 või 2 krundi- ning värvikihti. Suurendus 20x.
Reaktiivid – Värvitestid sooritati kahe erineva värvainega: Fuksiin (näitab proteiini olemasolu, värvub roosaks). Sudan Black B (näitab õli olemasolu, värvub siniseks). Olympus BX53M.		
Proov P_P_3 : 3 krundikihti. Proteiin – Liimistuskihhi tumeroosaks värvumine (Pilt 13.1). Õli – Ülemiste krundikihtide ja värvikihi siniseks värvumine (Pilt 13.2). Alumine krundikiht on erineva sideainega (vajab lisauuringuid). Proov P_P_4: Õli – 1 või 2 krundi- ja värvikihi siniseks värvumine (Pilt 13.4). Kuna vaatluse põhjal	 Foto 5.25. Tausta krundi- ja värvikihi proovi ristlõike P_P_3 värvitest fuksiiniga. Esile tuleb proteiini sisaldav liimistuskihhi. Suurendus 20x.  Foto 5.27. Figuri kuue tumeda ala krundi- ja värvikihi proovi ristlõike P_P_4 värvitest fuksiiniga. Proteiini esile ei tule. Suurendus 20x.	 Foto 5.26. Tausta krundi- ja värvikihi proovi ristlõike P_P_3 värvitest Sudan Black B'ga. Näha on õli sideainega värvikihti ning 3 krundikihti. Alumine krundikiht ei sisalda õli. Suurendus 20x.  Foto 5.28. Figuri kuue tumeda ala krundi- ja värvikihi proovi ristlõike P_P_4 värvitest Sudan Black B'ga. Näha on õli sideainega 1 või 2 värvi- ja krundikihti. Suurendus 20x.

pigmentide jaotumise erinevusi kahel kihil näha ei ole, võib olla tegemist ka pintsli tõmmete erinevusega.		
SEM-EDS – ZEISS EVO 15MA skaneeriv elektronmikroskoop koos Oxford Aztec MAX80 energiadispersiivse spektromeetriga.		
Proov P_P_3: Pliikrunt, baariumsulfaat (täiteaine). Pigmentid: kinaver, kaadmiumkollane, luumust, ultramariin, koobaltsinine, punane ooker, pliivalge. Täiteained: silikaadid, kaltsiumkarbonaat. Proov P_P_4: Pliikrunt, baariumsulfaat (täiteaine). Pigmentid: kaadmiumkollane, luumust, ultramariin, ooker, koobaltsinine, pliivalge. Täiteained: kaltsiumkarbonaat, silikaadid, baariumsulfaat. Selgus, et tegemist on 2 erineva värvikihiga: ultramariin, baariumsulfaat, luumust ja kaadmiumkollane esinevad pigem ülemises kihis, koobaltsinine ja pliivalge alumises.	 Foto 5.29. Proovi P_P_3 kinaveri (HgS) SEM-EDS spekter.  Foto 5.31. Proovi P_P_3 SEM-EDS elementide kaardistus.	 Foto 5.30. Proovi P_P_3 kaadmiumkollase (CdS) SEM-EDS spekter.  Foto 5.32. Proovi P_P_3 tagasihajunud elektronide detektoriga saadud kujutis (BSE). Heledamad alad on kõrgema aatommassiga.

ATR-FT-IR — Teemantkristalliga Smart Orbit ATR-mikroanalüsaatorit, mis on paigaldatud Nicolet 6700 FT-IR spektromeetrile. Thermo Fisher Scientific Inc. OMNIC 9 tarkvara. Vt Proovitükkide asukohad.

Krundikiht:
Sideaine: õli.
Täiteaine:
baariumsulfaat ja
pliivalge.

Värvikiht
Sideaine: õli.
Proteiin (ilmselt
loomne liim
varasema
konserveerimise
käigus
murdejoonte
sirutamisest) .
Pigmendid:
luumust, pliivalge.
Täiteained:
silikaadid,
kaltsiumkarbonaat.



Foto 5.33. Figuuri kuue tumedast alast pärinev proovitükk P_P_5 ATR-FT-IR analüüsi jaoks.

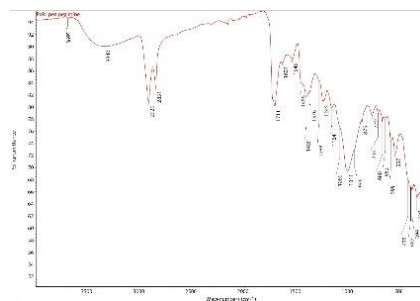
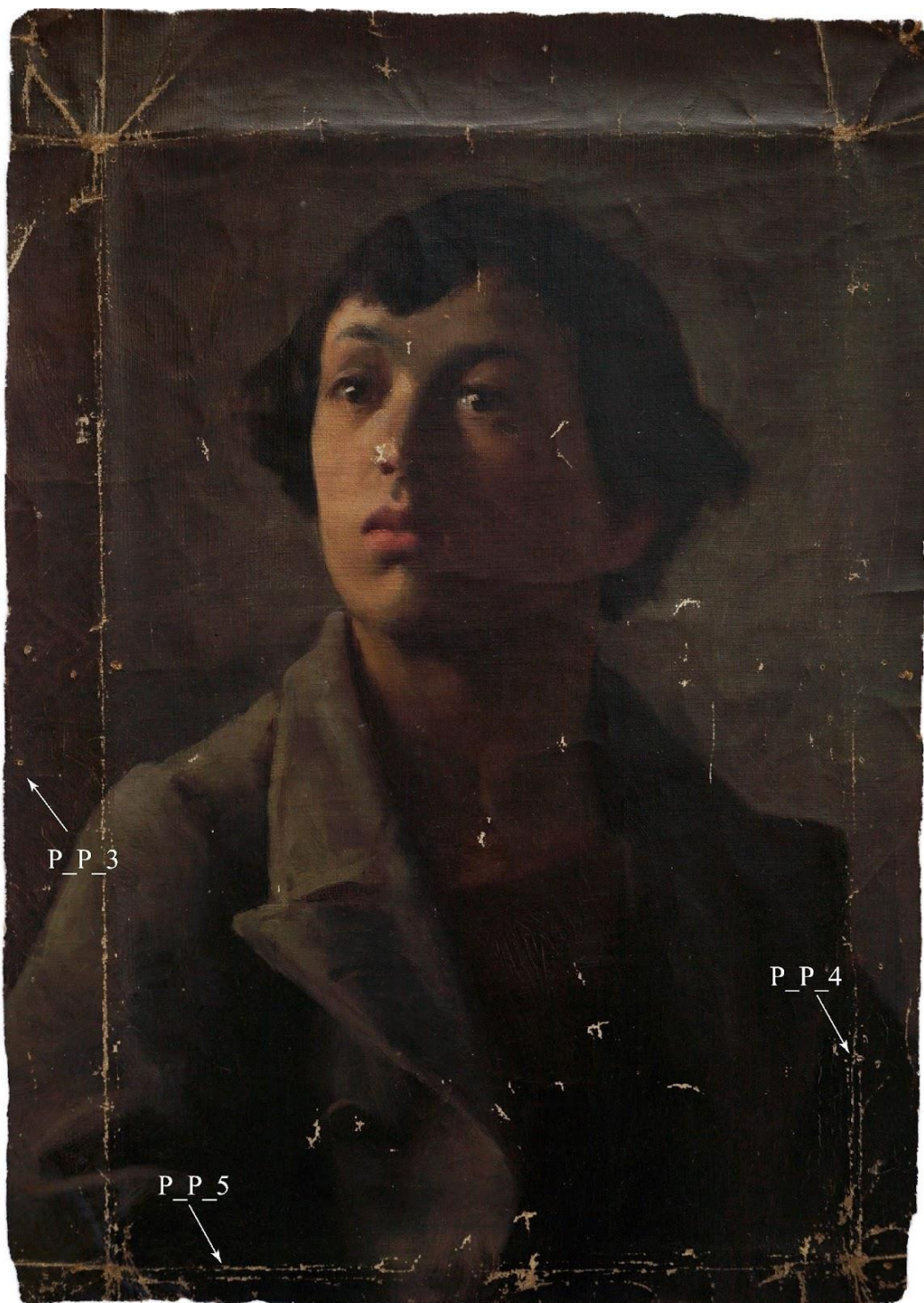


Foto 5.34. Figuuri kuue tumedast alast pärineva proovitüki P_P_5 ATR-FT-IR spekter.

Proovitükkide asukohad



Joonis 5.2. Maalilt „Poisie pea“ ristolõigete ning ATR-FT-IR spektroskoopia jaoks võetud proovide P_P_3; P_P_4; P_P_5 asukohad.

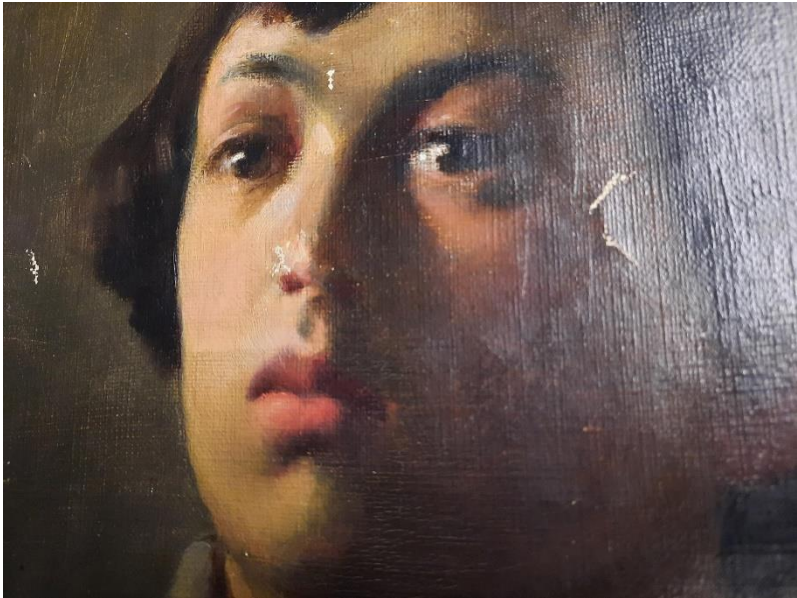
6. Konserveerimistöde /Restaureerimistöde kava

Tööde loetelu ja põhjendus.
· Dokumenteerimine. · Tagakülje kuivpuhastus mustusest ja tolmust. · Esikülje esmane märgpuhastus mustuse eemaldamiseks. · Maali värvikihtide profülaktiline kinnitamine ja pressimine, et takistada värvikihi pudenemist ning võimaldada objekti paremat käitlemist. Selle käigus sirutatakse ka murdejooned visuaalse terviku taastamiseks. · Lõuendirebendite parandused visuaalse terviku taastamiseks. · Äärste dubleerimine, et saaks teose alusraamile pingutada. · Maali pingutamine uuele kiilalusraamile, et teost saaks eksponeerida ning ka tulevikus pingutada. · Maalipinna sügavam märgpuhastus settinud mustusest. Vajadusel ka eemaldatakse/õhendatakse lakk. · Vajadusel vahelakkimine, et edaspidine täitmine ja retuš oleks tulevikus eemaldatav. · Kadude kruntimine, et luua tasane alus retušeeringule. · Retušeerimine maali esialgse ilme loomiseks. · Vajadusel lakkimine maalipinna kaitsmiseks.
Tööde teostamiseks vajalike ressursside planeering.
Vajalikud vahendid: Destilleeritud vesi, Blitz-Fix svamm, tahmakumm, vatt, tolmuimeja, skalpell, skalpelliterad, kalaliim, kriit, lõuend, BEVA-kile, triikraud, retušvärvid, naelad, akvarellid, etanool, haamer, lakk, suitsupaber jt.

7. Konserveerimistööde /Restaureerimistööde kirjeldus

Tööetapid	Kasutatud materjalid	Ajakul u
Maal (23,2h)		
Tagakülje kuivpuhastus	Esmalt eemaldati tolmuimejaga lahtine mustus. Katsetusi tehti erinevate kuivpuhastusmeetoditega: akapad, tahmakumm, jaapani pintsel, make-up sponge. Üldpuhastus sooritati tahmakummiga. Skalpelliga nr 10 eemaldati putukate ekskrementid. Puhastusjäätgid eemaldati tolmuimejaga.	30 min
Aukude parandamine ja ääraste dubleerimine	BEVA® 371 (25 ja 65 µ), parafil (Parafil RT20), triikraud, käärid, sünteetiline lõuend (Lascaux P110 polüester), joonlaud. 	3 h
Suitsupaberi kleepimine murdejoonele, niisutamine ja press ning eemaldamine	Kalaliim 3%, suitsupaber, triikraud, filterpaber, käärid, raskus. Suitsupaber eemaldati Blitz-Fix svammi ja dest.veega.	50 min

		
Uuele alusraamile pingutamine ja vormistamine	Klambripüstol, lõuenditangid, klambrid, alusraam. 	3 h
Esikülje esmane õrnpuhastus	Dest.vesi, Blitz-Fix svamm.	5 min
Esikülje sügavam puhastus	Kuna dest.vesi ei eemaldanud plekke maalipinnalt, sooritati sügavam puhastus triammooniumtsitraadiga (3%) dest.vees. Hiljem eemaldati jäägid dest.vee ja Blitz-Fix svammiga.	45 min

		
Vahelakkimine	Lakk: 40 g Laropal A81 graanulid, 200 ml Stoddard solvent, 40 ml isopropanool, Tinuvin geel, mis annab lakisegule UV-kaitse. Lahjendamine Stoddard lahustis 1:1. Peale kandmine Evolon® CR mikrokiud lapiga.	2 min
Kruntimine	Kalaliim (3%), kriit, spaatel, pintsel. 	3 h
Retušeerimine täpitamise tehnikas (<i>puntinato</i>)	Akvarell, dest.vesi, Gamblin konserveerimisvärvid, isopropanool, pintsel.	10 h

Lakkimine	Lakk: 40 g Laropal A81 graanulid, 200 ml Stoddard solvent, 40 ml isopropanool, Tinuvin geel, mis annab lakisegule UV-kaitse. Peale kandmine Evolon® CR mikrokiud lapiga.	2 min
Teose, maali tagakülje ja külgede kaitse ning ümbrisraami kokkumonteerimine	Puit, naelad, haamer, klambripüstol, klambrid, saag, saagimisalus, liivapaber, akrüülvärvid, pintsel, teip, vaibanuga, <i>Makrolon®</i> , kinnitusplaadid, kruvid, akutrell, puur, riputusplaadid. 	2 h
Muudatused kavas	Vahelakkimist tehti 2 korda - enne retušeerimist ning retušeerimiste vahepeal.	

8. Teostatud tööde tulemus.

Konserveerimise tulemusel on tagatud maali säilitamine ning eksponeerimiskõlblikkus. Maalipind on puhastatud, augud toestatud, äärised dubleeritud, maal uuele alusraamile pingutatud, varingud krunditud ja retušeeritud ning maal lakitud. Monteeritud uude ümbrisraami koos kaitsvate äärte ning tagakaitsega.

9. Juhend konserveeritud / restaureeritud objekti säilitamiseks ja kasutamiseks.

Oluline on tagada maalide hoiustamiseks sobivad keskkonnatingimused. Soovitatav temperatuur jääb vahemikku +18 kuni +20 °C, kuid sobib ka madalam temperatuur, kui see ei lange alla +10 °C. Suhteline õhuniiskus peaks jääma vahemikku 40–55%. Nii temperatuuri kui ka õhuniiskuse suured ja äkilised kõikumised ei ole lubatud – kõikumine ei tohiks ületada 5% ööpäevas. Valgustugevus peaks olema võimalikult madal. Maale tuleks hoiustada hämaras ning näitustel ei tohiks

valgusintensiivsus ületada 250 luksi, soovituslik on kuni 200 luksi. Ultraviolettkiirguse mõju tuleks viia miinimumini ning valgusallikad ei tohi paikneda maali vahetus läheduses. Tolmu vältimiseks tuleks hoiustatavad maalid katta.

10. Illustratiivne materjal.



Foto 10.1 Maali esikülg (enne).



Foto 10.2. Konserveeritud maali esikülg (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.



Foto 10.3. Maali esikül (enne).



Foto 10.4 Konserveeritud maali tagakül (pärast).

Foto autor: Kadriann Kukk.

Tegevuskava / Aruande koostamise kuupäev

21.05.2025

Koostaja nimi ja allkiri

Hele-Riin Juhkama