

TALLINNA PÜHA VAIMU KIRIKU ALTARIRETAABLI UURINGUD JA KONSERVEERIMINE 2022 VAHEARUANNE



Koostajad: Kristina Aas, Hilikka Hiiop, Mia Maria Rohumaa; Andres Uueni, Signe
Vahur

2022

SISUKORD

1. Sissejuhatus. Hilikka Hiiop
2. Konserveerimistöõde aruanne. Kristina Aas
3. Instrumentaalanalüüside aruanne. Signe Vahur, Hilikka Hiiop, Hannes Vinnal, Kristina Aas
4. Pildindusuuringute aruanne. Andres Uueni
5. Arhiivimaterjalide aruanne. Mia-Maria Rohumaa



1. SISSEJUHATUS

Alljärgnev aruanne koondab 2022.aastal Bernt Notke altraitaabluga tehtud konserveerimistöde (SA Eesti Vabaõhumuuseumi konserveerimis- ja digiteerimiskeskuses “Kanut”) ning läbi viidud uuringute (Eesti Kunstiakadeemia, Archaeovision OÜ, Tartu Ülikool) materjale.

2022.aastal läbi viidud tööd:

- Maarja skulptuuri konserveerimine ja uuringud (instrumentaalanalüüsid, pildindusuuringud)
- Retaabli korpuse lisauuringud (instrumentaalanalüüsid, pildindusuuringud)
- Arhiivimaterjalide koondamine (peamiselt ajalooliste fotode koondamine)
- Veebiarendus

MAARJA SKULPTUURI KONSERVEERIMINE on lõpetatud ning skulptuur on paigaldatud tagasi retaablisse (22.12.2022). Vt selle kohta: <https://notke.eu/2022/12/24/jouluks-koju/>

Skulptuuri eemaldamine andis võimaluse viia läbi ka põhjalikumad uuringud. Kokku teostati Maarja skulptuuril 15 XRF mõõtmist ning 8 instrumentaalanalüüsi (stereomikroskoop, ATR-FT-IR spektromeetria ja SEM-EDS).

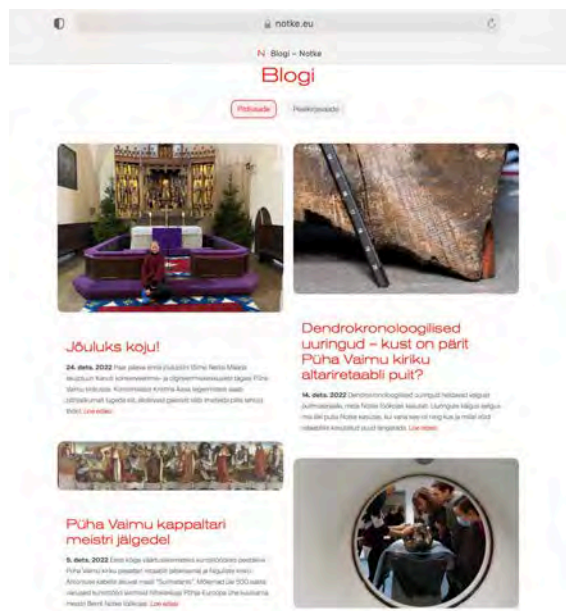
Pildindusuuringutest viidi läbi skulptuuri fotogrammeetriline 3D mõõdistamine nii enne konserveerimist, konserveerimise käigus kui pärast tööde lõpetamist.

Skulptuuri eemaldamine korpusest võimaldas läbi viia ka kompuutertomograafilised uuringud, mis andsid väga paljulubavat informatsiooni skulptuuri sisestruktuurist. Lisaks oli tegemist esmakordse koostööga Eesti Kohtuekspertiisi Instituudiga ning esimese puitskulptuuriga Eestis, mida sellisel viisil uuriti.

RETAABLI KORPUSE LISAUURINGUTEL keskenduti huvipakkuvatele detailidele, mis tekitasid kas küsimusi või intriigi 2021.aastal läbi viidud nõ massuuringute käigus. Näiteks instrumentaalanalüüside fookuses olid korpuse erinevatest aegadest pärinevad ülemaalingukihid; lähi-infrapuna fotograafia keskmes oli retaabli tagakülg. Lisaks mudeldati ja fotografeeriti need retaabli osad, millele pääses ligi tänu Maarja skulptuuri eemaldamisele (skulptuuri taust ning troon, millel ta asetseb).

ARHIIVIMATERJALIDE läbi töötamine on veel protsessis. Tänapäevaks on suur osa erinevate arhiivide mahukamaid ajaloolisi pildimaterjalide kollektsioone läbi vaadatud ning koondatud (kokku u 500 foto). Jätkub töö väiksemate kollektsioonide ja üksikfotode koondamisega. Osaliselt on fotod digiteeritud, aga palju on ka digiteerimata materjale (nt Linnaarhiivi fotokogu), mida plaanitakse järgmises etapis ka digiteerida. Fotod on esitatud aruandes pisipildidena, kuid 2023.aastal on need plaanis teha kättesaadavaks Notke veebilehel.

VEEBIARENATUS. 2022. aastal avasime ka Notke veebirakenduse (notke.eu), mille esimeses etapis täitub seda blogipostitustena. Blogi hoiab avalikkust kursis uurijate ning konservatorite tegevusega ja koondab spetsialistide artikleid.



Ekraanivaated notke veebist (notke.eu)

2023. aastal on veebiarenduse kese arhiivimooduli välja arendamisel, kuhu koondatakse märksõnastatult maksimaalne hulk retaabluga seotud ajaloolisi fotomaterjale ning kirjalikke allikaid (aruanded, artiklid jmt).

2. KONSERVEERIMISTÖÖDE ARUANNE

Koostanud: Kristina Aas, SA Eesti Vabaõhumuuseumi konserveerimis- ja digiteerimiskeskus Kanut



Konserveerimisülesanne: Taastada skulptuuri eksponeeritavus ning avada originaalkihistus ehk 15. sajand.

Konserveerimiskava koostades seati üheks eesmärgiks 1625. aasta temperavärvidega teostatud ülemaalingu dokumenteerimine. See tähendab, et ülemaalingud proovitakse eemaldada võimalusel kiht-kihilt.

Konserveerimiskava:

1. Lahtiste kihtide kinnitamine, profülaktilise kleebise eemaldamine
2. Sekundaarsete värvikihtide eemaldamine kiht-kihilt
3. Sinistel pindadel ainult pinnapuhastus, kuna alumine originaalne sinine värvikiht on niivõrd habras, et seda ei saa ilma suurte kadudeta välja puhastada
4. Kullatise puhastamine
5. Kullatise ühtlustamine minimaalse toneeringu ning õhukese lakikihiga

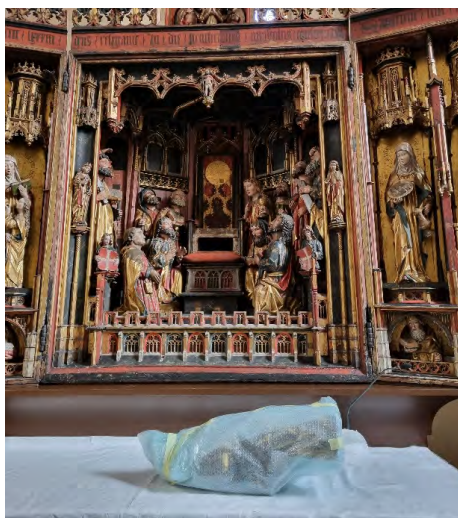
Enne konserveerimist



Pärast konserveerimist



Skulptuur eemaldati 23.03.2022 altarikorpusest ning transporditi Kanutisse (foto 1). Skulptuuri hoiustati spetsiaalses kliimakastis, et vältida temperatuuri- ja niiskustaseme muutustest tekkida võivaid kahjustusi (foto 2).



1. Maarja on transpordiks pakendatud.



2. Maarja Kanutis spetsiaalses kliimakastis.

Lahtiste kihtide kinnitamine, profülaktilise kleebise eemaldamine

Skulptuuri vasakul küljel asuvad ulatuslikud ilmselt nõukogudeaegsed profülaktilised kleebised (foto 3) eemaldati destilleeritud veega kergelt niisutades. Kleebiste all asuvate kihtide omavaheline side oli väga hea. Üleüldiselt on erinevate kihtide omavaheline side väga hea. Esines ainult üksikuid minimaalseid krundikihi irdumisi. Lokaalsed lahtised kohad kinnitati akrüüllimiga Medium für Konsolidierung Lascaux.



3. Profülaktilised kleebised skulptuuri vasakul küljel.

Värvikihtide eemaldamine

Skulptuuri näolt, pearätilt ning kätelt eemaldati sekundaarsed värvikihid (19. ja 17. sajand) mehaaniliselt skalpelliga valgusmikroskoobi mitmekordse suurenduse all (foto 4).



4. Sekundaarsete värvikihtide eemaldamiseks kasutati skalpelli.

Nägu

Näolt eemaldati sekundaarsed värvikihid kiht-kihilt, et dokumenteerida 1625. aasta temperavärvidega teostatud ülemaaling (fotod 5–7).



5. 19. sajandi õlivärvi kiht.

6. 17. sajandi temperakiht.

7. 15. sajandi temperakiht.

Tööde käigus ilmnes, et 17. sajandil originaalkihile kantud temperakihti on võimalik paksu ja ebaühtlase õlivärvikihi alt peaaegu täies ulatuses välja puhastada. Esinevad mitmed kaod, kuid tervikpilt on täiesti loetav. Võrreldes originaaliga on uue maalikihi peale kandmisega kadunud detailsus, ent 17. sajandi ülemaaling siiski järgib teatud määral originaali, mida ei saa enam öelda 19. sajandi robustselt teostatud ülemaalingu kohta. Kulmukaar järgib

originaalkulmukaart, silmavärv on sinisest hallikamaks muutunud, huulevärv heledam ning põsed on endiselt roosad.

17. sajandi värvikihi põhjalikule dokumenteerimisele järgnes ajaloolise ülemaalingu eemaldamine, et avada skulptuuri originaalkihistus. Eemaldamise poolt rääkisid mitu argumenti. Esiteks konserveerimise kontseptisoon – avada 15. sajandi kiht, nagu seda oli tehtud varasemate tööde käigus (1980ndatel) altaris paiknevatel skulptuuridel. Teiseks oli 17. sajandi maalikihi side alumise kihiga piirkonniti äärmiselt halb. Kahe värvikihi vahele oli jäetud ebaühtlane ja piirkonniti väga paks laki- ja mustusekiht, mis kahe värvikihi vahelise kontaktpinna katkestas. Selle tulemusel tekkisid 19. sajandi kihi eemaldamise käigus 17. sajandi värvikihti mitmed kaod, kuna peamine kiht haaras alumise kihi endaga kaasa.

Eelnevalt mainitud ebaühtlane laki- ja mustusekiht raskendas ka algse värvikihi väljapuhastamist. Pärast küllaltki kergesti eemalduva 17. sajandi värvikihi alt jäi originaalile mitmes piirkonnas ebaühtlane ja kolletunud lakikiht. Kuna originaalpind ise on niivõrd delikaatne ning seda katva paatinakihi eemaldamine tunduks meelevaldne, ei tulnud lahustite kasutamine kõne alla. Seetõttu tuli ka lakikihti mehaaniliselt skalpelliga eemaldada/õhendada.

Valge pearätt ja sinine rüü

Valgelt pearätilt eemaldati ainult pealmine 19. sajandi õlivärvi kiht, kuna mitmes piirkonnas tehtud sondaažid näitasid, et 15. sajandi originaalkiht on väga halvasti säilinud. Seega on nähtaval 17. sajandi värvikiht (foto 8). Valgete värvikihtide toonivahe on minimaalne.



8. Roosaga on tähistatud 17. sajandi värvikiht.

Sekundaarsete värvikihtide eemaldamisel ilmnes, et algselt on ka pearätt olnud kullatud (fotod 9 ja 10), originaalis on kreemjasvalge olnud ainult lõuaalune salli-osa.



9. Originaal kullatisekiht sekundaarsete kihtide all.



10. Kollasega on tähistatud algselt kullatud pearäti osa.

Vaatajale mitterahuldavalt pindadelt sekundaarseid värvikihte ei eemaldatud, vaid teostati ainult pinnapuhastus 5% triammooniumtsitraadi vesilahusega, järelpuhastus teostati destilleeritud veega. Kihtide mitte-eemaldamise tingis asjaolu, et nendele piirkondadele puudus mikroskoobiga ligipääs.

Samadel põhjustel ei eemaldatud sekundaarseid värvikihte ka rüü muudelt valgetelt osadelt (varruka valged otsad ja rüü all-äär), vaid teostati ainult pinnapuhastus.

Rüü sinise osa sekundaarseid kihte pole võimalik eemaldada, kuna originaalkiht on niivõrd habras. Sinistel aladel teostati ainult pinnapuhastus.

Järgmisel lehel (foto 11) on tähistatud alad, kus sekundaarseid värvikihte ei eemaldatud, vaid teostati ainult pinnapuhastus 5% triammooniumtsitraadi vesilahusega, järelpuhastus tehti destilleeritud veega.



11. Rohelisega on tähistatud alad, kus teostati ainult pinnapuhastus, sekundaarseid värvikihte ei eemaldatud.

Käed

Maarja kätel on väga ulatuslikud puidukaod. Murdunud kohtadelt on näha, et sõrmed on olnud käelaba külge kinnitatud traadi abil. Säilinud on ainult parema käe väike sõrm (ilma kattekihtideta) ning vasaku käe põial, ülejäänud on sekundaarsed viimistluseta parandused, millel esineb omakorda puidukadusid (fotod 12 ja 13).



12. Parem käsi.



13. Vasak käsi.

Võrreldes näoga oli kätel 19. sajandi värvikiht tunduvalt paksem ning väga tugevalt alumise värvikihiga seotud. Sellel põhjusel polnud võimalik värvikihte kiht-kihilt eemaldada, vaid pealmine kiht haaras kohe alumise endaga kaasa. Ka kihtide eemaldamine oli märgatavamalt keerukam ning aeganõudvam.

Vaatajale mittenähtavatelt pindadelt sekundaarseid värvikihte ei eemaldatud, vaid teostati ainult pinnapuhastus 5% triammooniumtsitraadi vesilahusega, järelpuhastus teostati destilleeritud veega (foto 14).



14. Kihid Maarja paremal käel.

Puhastamise käigus tuli välja tore leid, Maarja käelabadele on maalitud sinakas toonis veresooned (foto 15).



15. Sinakad veresooned Maarja vasakul käelabal.

Pärast sekundaarsete värvikihtide eemaldamist tekkis uus probleem. Sekundaarsed sõrmeperandused kerkisid säraval kullatise taustal häirivalt esile ning murdunud sõrmeotsad mõjusid eriti groteskselt (fotod 16 ja 17).



16. Määratud taustal pole murdunud sõrmed väga märatavad.



17. Puhastatud kullatisel on murdunud sõrmed väga märgatavad.

Sekundaarsed puiduparandused otsustati õhukese laseeriva toneeringuga viia originaal-
toonile. Toneerimiseks kasutati Maimeri Restauro värve (fotod 18–20 järgmisel lehel).



18. Käed enne konserveerimistöid.



19. Puhastatud kullatisel on murdunud sõrmed väga märgatavad.



20. Toneeritud sõrmed.

Kullatis

Kullatist kattev väga paks ja ebaühtlane laki- ning mustusekiht eemaldati geeli kompresside abil. 2% Kelcogel – dest.vesi, Gellan Gum „LT100“ High Acyl, milles lahustitena kasutati bensüülalkoholi ning atsetooni. Tulenevalt lakikihi paksusest hoiti geelitükki (u 2x3 cm) pinnal 30 sekundit kuni 1 minut, vajadusel kompressi korrati. Järelepuhastus teostati vatitampooni ning bensüülalkoholi ning atsetooni 1:1 seguga.

Skulptuuri keskosas asuva krundikihti kraabitud taimemotiividega ornamendi (brokaatkullatise) puhastamiseks kasutati teritatud bambuspulga abi. Esmalt geeliga pehmendatud lakikiht nokiti uretest pulga abil välja (foto 21).



21. Brokaatkullatise puhastamine.

Sama meetodit kasutati ka kullatud rüü äärelle mustiratta ja punslitega kantud ornamendiriba puhastamiseks (foto 22).



22. Mustiratta ja punsliga tehtud ornamendi riba.

Kullatise ulatuslikud krundikaod on mingil hetkel paksu ookritooni värvikihiga üle võõbatud, mitmes kohas ulatub värv üle kao ka kullatisele (foto 23). Värv eemaldati geeli kompresside ning skalpelli abil. Geel muutis paksu värvikihi pehmeks ning seejärel eemaldati jäägid skalpelli abil (foto 24).



23. Ookritooni värv krundikaol.



24. Ookritooni värv on eemaldatud ja kullatisekaod toneeritud.

Kullatise kaod kaeti laseerivate akvarelli toneeringutega ainult nendel aladel, kus see oli ühtse terviku saavutamiseks hädavajalik (fotod 25 ja 26 järgmisel lehel).



25. Kullatis enne toneeringuid.



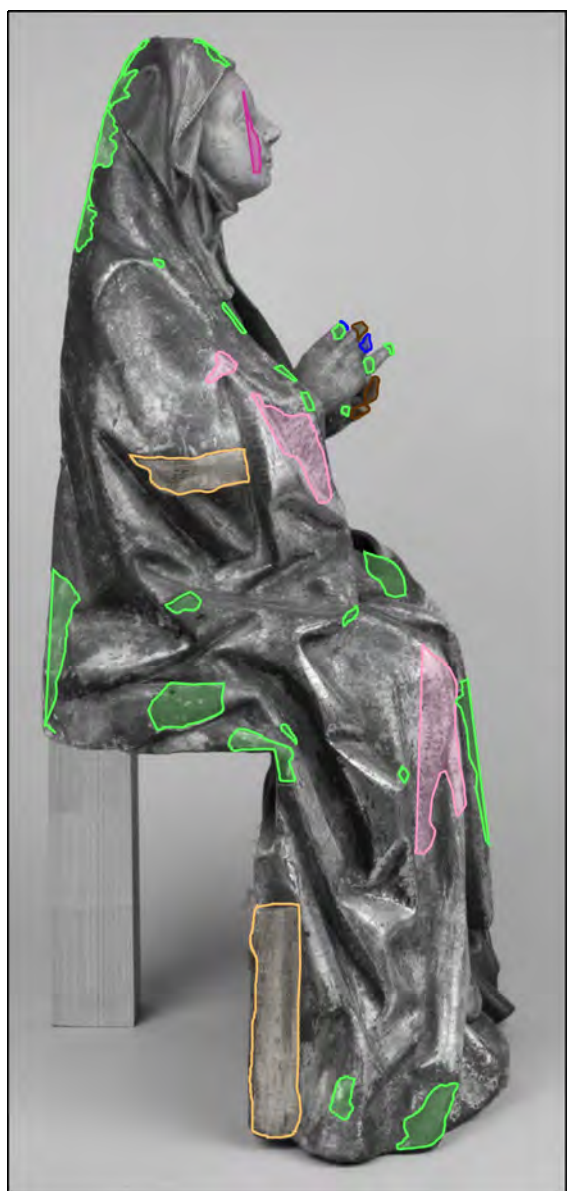
26. Kullatis pärast toneeringuid.

Lakkimine

Kullatis kaeti õhukese lakikihiga. Lakk valmistati Paraloid B-72 kontsentraadist (1 osa Paraloid B72 ja 3 osa ksüleeni, mõõta mahuga, mitte kaaluga). Valmis lahuse saamiseks lisati 1 osa kontsentraadile 5 osa atsetooni ja 5 osa ksüleeni. Lakk kanti peale sukaga (foto 27). Lakikiht ühtlustas puhastatud kullatise pinna ning sidus akvarelli-toneeringud originaaliga ühtseks tervikuks.









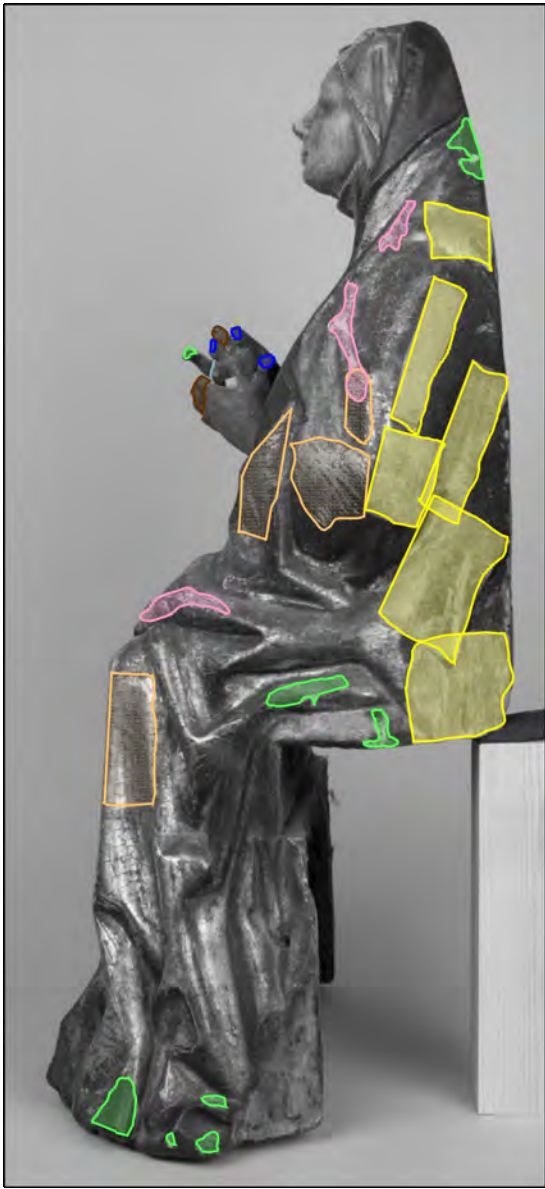
27. Maarja lakkimine.



Proovid








NOTKE

-  **puidu kadu / loss of timber**
-  **sekundaarsed detailid / secondary details**
-  **varasemad sondaazid**
-  **krundikadu**
-  **varasemad puhastusproovid**
-  **kullatis tugevalt kulunud**



Kahjustuste kaardistus vasak külj







NOTKE

	ühendus lahti / open joints
	puidu kadu / loss of timber
	kleebis / emergency fixation
	sekundaarsed detailid / secondary details
	krundikadu
	varasemad puhastusproovid
	kullatis tugevalt kulunud



22pc002_av2_bc.jpg

NOTKE

	puidu kadu / loss of timber
	sekundaarsed detailid / secondary details
	varasemad sondaazid
	krundikadu
	varasemad puhastusproovid
	kullatis tugevalt kulunud



EESTI VABAÕHUMUUSEUM

**KONSERVEERIMIS- JA
DIGITEERIMISKESKUS KANUT**

KPV

**Kunstimälestise
Konserveerimistöõde aruanne**

Mälestise nimetus: Figuur „Maarja troonil“, pärineb mälestiselt: kappaltar, B. Notke, 1483
(puit, polükroomia, õli, tempera)

Reg nr: 1290

Address: Pühavaimu 2, 10123, Tallinn, Eesti (mälestise aadress)

Tellijaja: EELK Tallinna Püha Vaimu kogudus

Töö teostaja: SA Eesti Vabaõhumuuseum, 90012585, Vabaõhumuuseumi tee 12, Tallinn,
13521 Tallinn, Harjumaa, Eesti.

Reg nr. E 778/2014

Töö koostaja:

Tallinn 2022

SA EESTI VABAÕHUMUUSEUM

Konserveerimis- ja digiteerimiskeskus Kanut

Registrikood 90012585

KMKR EE101690995 / TP kood 011324 / Arvete info tel +372 654 9123

Pikk tänav 2, 10123 Tallinn, Eesti Vabariik

tel +372 644 6915 / kanut@evm.ee / kanut.evm.ee

Konserveerimistööde aruanne

Kanuti reg nr.:	22PC002 (akt nr 8-24/31)
Kanuti reg kuupäev:	22.03.2022
Tähtaeg:	

Omaniku/valdaja info (täidab Kanutis kuraator tellija info põhjal)

Objekt:	figuur „Maarja troonil“
Autor, koolkond, töökoda:	Bernt Notke töökoda
Dateering:	Altarikapp valmis 1483

Materjal:	Puit, tempera, kullatis			
Tehnika:	Puitpolükroomia			
Mõõtmed(mm):	kõrgus: mm	laius: mm	sügavus:	diameeter:
	übermõõt:			

Legend:	
----------------	--

Ajalooline õiend:	
--------------------------	--


Andmed varasemate restaureerimiste kohta:	Varasemate restaureerimistööde käigus pole skulptuuri puhastatud ega hilisemaid värvikihte eemaldatud. Kahes kohas asuvad (ilmselt nõukogudeaegsed) profülaktilised kleebised lubavad oletada, et skulptuuri kattekihte on kinnitatud. Kullatise erinevates piirkondades on teostatud puhastusproovid, nii mehaaniliselt kui ka lahustitega. Skulptuuri paremal näopoolel on piklik sondaž, millelt on võimalik selgelt eristada 3 värvikihti.
--	--

Omanik / valdaja:	EELK Tallinna Püha Vaimu kogudus
Omaniku inv. nr.:	
Objekti püsilink MuIs'is:	

Vorm 1b

Kanuti reg nr.:	22PC002 (akt nr 8-24/31)
------------------------	--------------------------

Konserveerimisinfo (täidab konservaator)

Objekti olemus:	skulptuur	
Objekt:	figuur „Maarja troonil“	
Dateering:	15. sajand Altarikapp valmis 1483	
Autori v. töökoja märgistus, signatuur:	Bernt Notke töökoda	

(foto pärast conserveerimist)

Materjal:	Puit, tempera, õlivärvid, kullatis			
Tehnika:	Puitpolükroomia			
Mõõtmed:	Kõrgus: u80 cm	Laius: u40 cm	Sügavus: u30 cm	Diameeter:
Muu info mõõtmete kohta:				

Konservaator:	K.Aas
----------------------	-------

Tööd alustatud:	12.04.2022
Tööd lõpetatud:	21.12.2022
Tagastatud omanikule:	22.12.2022

Tööde kokkuvõte:	Lahtised kihid kinnitati, sekundaarsed värvikihid eemaldati ning kullatis puhastati. Suured kullatisekaod toneeriti laseerivalt akvarellvärvidega, et ebaühtlast pinda ühtlustada. Kullatise taustal teravalt esile tulevad tumedad sõrmekõndid viidi laseeriva toneeringuga rohkem nahatooni. Kullatis kaeti õhukese kaitsva ja ühtlustava lakikihiga.
Soovitused conserveeritud objekti säilitamiseks ja kasutamiseks (eksponeerimiseks, transpordiks, käsitsemiseks jms)	Puhastamiseks ei tohi kasutada vee või mõne muu ainega niisutatud lappi, selle asemel võib kasutada kas pehmet pintslit või tolmuharja.

Aruande kinnitamise kuupäev:	
Osakonna juhataja:	

Objekti kirjeldus ja seisund enne konserveerimist

Kanuti reg nr.	22PC002 (akt nr 8-24/31)
----------------	--------------------------


Aruande lisas on eraldi välja toodud seisundi ja kahjustuste täpne kaardistus.

Kirjeldatav struktuur: tervik/osa(d)	Ülesehitus	Seisund
Puit	Tamm	<p>Hea, esineb üksikuid pragusid ja lõhesid, mis ulatuvad läbi krundi- ja viimistluskihtide.</p> <p>Maarja kätel on ulatuslikud puidukaod. Murdunud kohtadelt on näha, et sõrmed on olnud käelaba külge kinnitatud traadi abil. Säilinud on ainult parema käe väike sõrm (ilma kattedekihtideta, fotol märgitud punasega) ning vasaku käe põial (koos kattedekihtidega), ülejäänud on sekundaarsed viimistluseta parandused, millel esineb omakorda puidukadusid.</p> <p>Skulptuuri allääre keskosas on puidukadu.</p>
Krundikiht	Liimi-kriidi krunt	<p>Krundikihi side alusega väga hea. Üksikutes kohtades krundikiht minimaal väikeste aladena aluselt lahti.</p> <p>Ulatuslikumad krundikihi kaod asuvad kullatisel.</p> <p>Krundikihi kadudele, otse puidule on kantud ilmselt õlivärvidega paks ookritooni kiht, mis katab piirkonniti ka originaal värvi- ja kullatise kihte.</p>
Värvikihid	Inkarnaat on 2 korda üle värvitud. 17. sajandil temperavärvidega, mis järgib originaalvärvilahendust ning 19. sajandil õlivärvidega, mis ei lähtu enam algsest värvilahendusest.	Enne ülemaalinguid ei ole kattedekihte ja mustust eemaldatud, sellel põhjusel on piirkonniti värvikihtide vaheline side väga halb.




	<p>Valged rüü-osad on 2 korda üle värvitud. 17. ning 19. sajandil.</p> <p>Sinised rüü-osad on 19. sajandil üle värvitud.</p>	<p>Pealmist ehk 19. sajandi värvikihti katab äärmiselt paks mustuse- ning tolmukiht.</p>
Kullatis	<p>Vesikullatis</p> <p>Mööda rüü äärt jookseb mustriratta ja punsli abil krundikihti kantud ornamendi riba.</p> <p>Kullatise keskmisel osal on krundikihti sisse kraabitud sik-sak taustal taimemotiivid – brokaatkullatis.</p>	<p>Kullatis on piirkonniti tugevalt hõõrdunud, eriti skulptuuri põlvedel ja õlgadel. Skulptuuri vasakul küljel on mehaaniliselt (ilmselt skalpelliga) kullatiselt kattekihi eemaldamise äärmiselt robustsed jäljed.</p> <p>Varasemad puhastusproovid asuvad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rüü ülaosas vasaku poole mustrilisel osal - paremapoolsel käisel - rüü parempoolsel alumisel osal.
Lakikiht	<p>Lakikiht on selgelt nähtav ainult kullatisel.</p>	<p>Lakikiht on äärmiselt tumenenud ning ebahütlane. Sellele on kinnitunud paks mustuse- ja tolmukiht.</p>


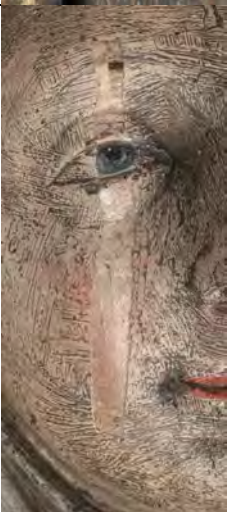
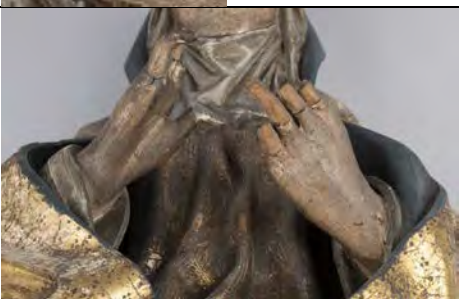

Konservaator: K. Aas





Fotod enne konserveerimist:



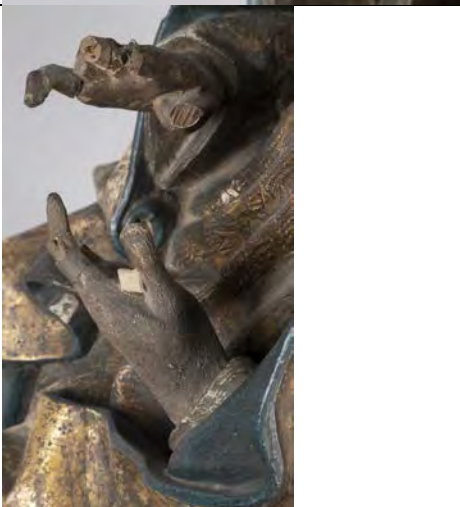
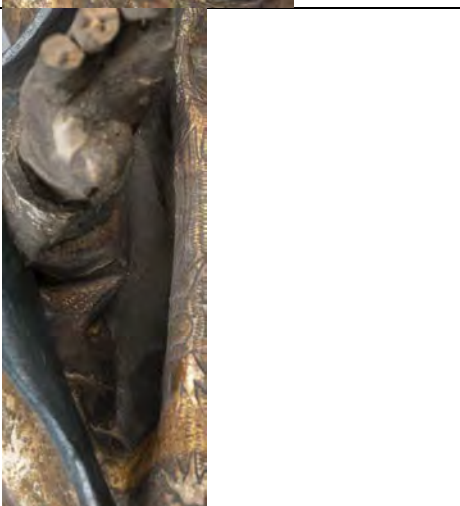
Digitaalne kujutis	faili nimi	kirjeldus
	22PC002_av_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid.


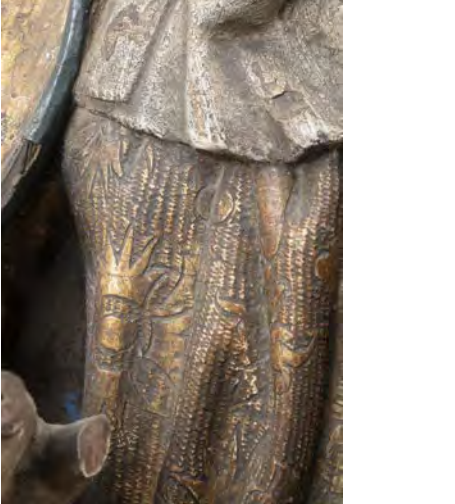
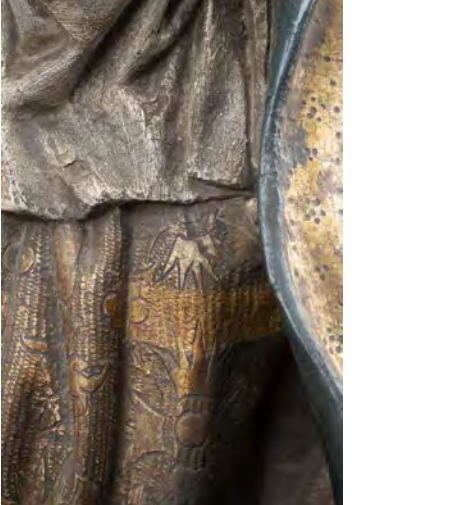
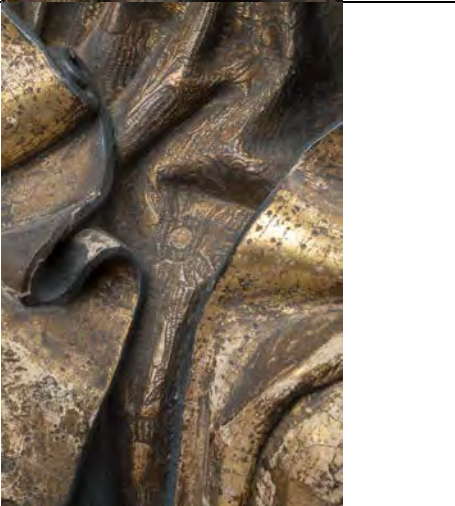
		22PC002_av2_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid.
		22PC002_bt_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Altvaade
		22PC002_dt01_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Detailvaade ülemisest osast.
		22PC002_dt02_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Detail näost, kus on näha paremal näopolele asuvat sondaaži.




	22PC002_dt03_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Külgsvaade paremalt.
	22PC002_dt04_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Külgsvaade vasakult.
	22PC002_dt05_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Vaade näole alt.

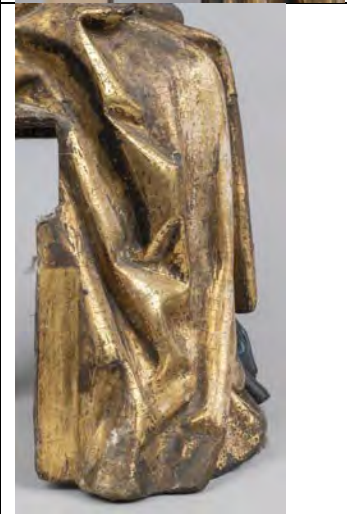
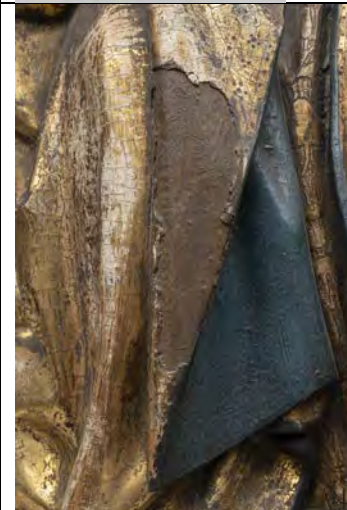
	<p>22PC002_dt06_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Vaade näole ülevalt. Suur värvi- ja krundikihi kadu valgel pearättil.</p>
	<p>22PC002_dt07_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Detail-vaade parempoolsel näo-osal olevale sondažile.</p>
	<p>22PC002_dt08_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Vaade skulptuuri kätele.</p>
	<p>22PC002_dt09_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Parempoolne käsi.</p>





		22PC002_dt10_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Vasakpoolne käsi.
		22PC002_dt11_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Parempoolne käsi.
		22PC002_dt12_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Käed pealtvaates.
		22PC002_dt13_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Vasakpoolne käsi.





	22PC002_dt14_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Parempoolne käsi.
	22PC002_dt15_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Parempoolne käsi.
	22PC002_dt16_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Käed pealtvaates.
	22PC002_dt17_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Vasakpoolne käsi.

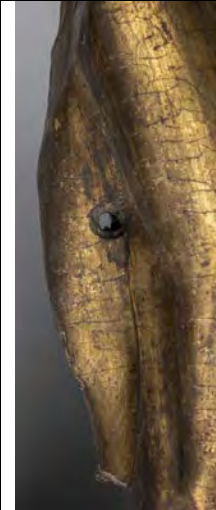
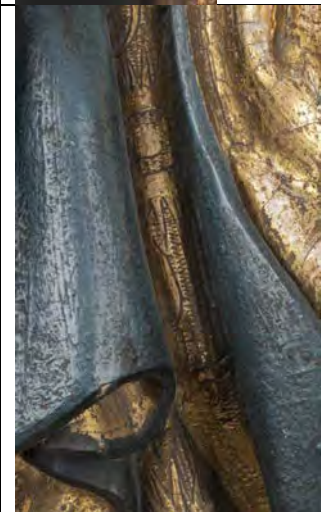
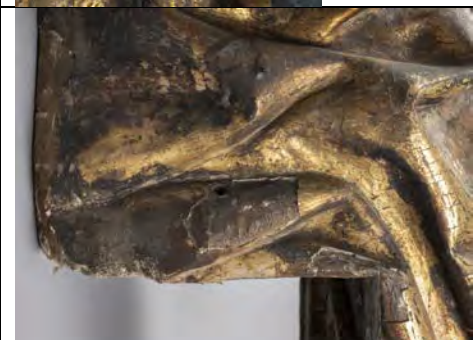

	<p>22PC002_dt18_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Skulptuuri keskosa. Brokaat-kullatise vasaku poole ülaosas on näha varasemat puhastusproovi.</p>
	<p>22PC002_dt19_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Brokaat-kullatis.</p>
	<p>22PC002_dt20_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Brokaat-kullatise vasaku poole ülaosas on näha varasemat puhastusproovi.</p>
	<p>22PC002_dt21_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Brokaat-kullatis.</p>


		22PC002_dt22_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Skulptuuri parempoolne õla-osa.
		22PC002_dt23_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid.
		22PC002_dt24_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Parempoolne ülaosa.

		22PC002_dt25_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Parempoolne külg.
		22PC002_dt26_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Parempoolse külje alaosa. Varasem puhastusproov kullatisel.
		22PC002_dt27_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Ulatuslik krundikihi kadu parempoolse põlve alaosal. Krundikaole otse puidule on kantud paks ookritooni õlivärvikiht, mis kohati ulatub üle kao servade kullatisele.

		22PC002_dt28_bc	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Skulptuuri allosa. Krundikao kohal on näha lõuendit.</p>
		22PC002_dt29_bc	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Parempoolsel varrukal asuv varasem puhastusproov kullatisel.</p>
		22PC002_dt30_bc	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Vasakpoolne õlg. Ilmselt nõukogudeaegsed profülaktilised kleebised.</p>
		22PC002_dt31_bc	<p>Skulptuur enne konserveerimistõid. Vasakpoolne õlg. Ilmselt nõukogudeaegsed profülaktilised kleebised. Kullatisel on näha ilmselt skalpelliga tehtud vaod.</p>

	<p>22PC002_dt32_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistöid. Vasakpoolne külg. Ilmselt nõukogudeaegsed profülaktilised kleebised.</p>
	<p>22PC002_dt33_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistöid. Keskosa otsevaates.</p>
	<p>22PC002_dt34_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistöid. Allosa otsevaates.</p>
	<p>22PC002_dt35_bc</p>	<p>Skulptuur enne konserveerimistöid. Mööda kullatud rüü-äärt jooksev mustiratta ja punslitega tehtud ornamendi riba.</p>

		22PC002_dt36_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Puitu läbiv auk skulptuuri parempoolsel küljel.
		22PC002_dt37_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid.
		22PC002_dt38_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Krundikaod parempoolsel küljel. Krundikaole otse puidule on kantud paks ookritooni õlivärvikiht, mis kohati ulatub üle kao servade kullatisele.
		22PC002_dt39_bc	Skulptuur enne konserveerimistõid. Ülaosa tagant vaates.

	22PC002_dt40_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Keskosa tagant vaates.
	22PC002_dt41_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Allosa tagant vaates.
	22PC002_dt42_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Krundikadu skulptuuri tagumisel parempoolsel küljel.
	22PC002_lh_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Parem külg.

		22PC002_rh_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Vasak külg.
		22PC002_rv_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Tagant vaade.
		22PC002_tp_bc	Skulptuur enne konserveerimistöid. Pealt vaade.

Konserveerimistöõde kava

Kanuti reg nr.	22PC002 (akt nr 8-24/31)
-----------------------	--------------------------

Konserveerimisülesanne:	<p>Taastada skulptuuri eksponeeritavus ning avada originaalkihistus ehk 15. sajand.</p> <p>Konserveerimiskava koostades seati üheks eesmärgiks 1625. aasta temperavärvidega teostatud ülemaalingu dokumenteerimine. See tähendab, et ülemaalingud proovitakse eemaldada võimalusel kiht-kihilt.</p>
Konserveerimiskava:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lahtiste kihtide kinnitamine, profülaktiliste kleebiste eemaldamine 2. Sekundaarsete kihtide eemaldamine kiht-kihilt 3. Sinistel pindadel ainult pinnapuhastus, kuna alumine originaalne sinine värvikiht on niivõrd pude, et seda ei saa ilma suurte kadudeta välja puhastada 4. Kullatise puhastamine 5. Kullatise ühtlustamine minimaalse toneeringu ning õhukese lakikihiga

Muudatused konserveerimise käigus:	<p>Valge pearätil eemaldati ainult palmine ehk 19. sajandi õlivärvikiht, kuna originaalkiht ei ole hästi säilinud. Värvikihi eemaldamisel selgus, et praegune valge pearätt on algselt olnud hoopis kuldne, ainult kaela kattev rätt ei ole olnud kullatud. Kuna värvikihti polnud võimalik ilma kullatist kahjustamata eemaldada, siis seetõttu kullatist välja ei puhastatud.</p> <p>Käiste ja rüü alumise ääre valgel ribal tehti ainult pinnapuhastus, kuna nendele aladele oli väga raske mikroskoobiga ligi pääseda, et ülemaalinguid kiht-kihilt eemaldada.</p> <p>Pärast kullatise puhastamist tulid skulptuuri kätel olevad tumedad sekundaarsed sõrmekõndid heledal taustal häirivalt esile. Sellel põhjusel otsustati need laserivalt nahatooni toneerida.</p>
---	---

Konserveerimistöõde kirjeldus



Kanuti reg nr.	22PC002 (akt nr 8-24/31)
----------------	--------------------------






Jrk. Nr.	Tööde kirjeldus	Kasutatud materjalid; töövahendid, retseptid, firmad
1.	Skulptuuri seisundi täpne kaardistamine ning uuringute teostamine	<ul style="list-style-type: none"> - mikrolihvide ristlõigete tegemine - 3D - XRF - röntgen
2.	Sekundaarsete ülemaalingute eemaldamine inkarnaadilt kiht-kihilt	Skalpell, mikroskoop
3.	Siniste ja valgete rüü-äärte pinnapuhastus	5% triammooniumtsitraadi vesilahus (OÜ Kemasol), dest. vesi
4.	Kullatise puhastamine	2% Kelcogel – dest.vesi, Gellan Gum „LT100“ High Acyl, bensüülalkohol, atsetoon
5.	Lahtiste kihtide kinnitamine	Medium für Konsolidierung Lascaux (Kremer-Pigmente, Saksamaa), etanool
6.	Parema käe väikese sõrme kinnitamine	polümeerliim Titebond Liquid Hide Glue
7.	Kullatise toneerimine	Winsor&Newton-i Professional akvarellisari (AS Vunder)
8.	Sõrmekõntide toneerimine	Maimeri Restauro värvid (Kremer-Pigmente, Saksamaa), Artists' White Spirit (Winsor&Newton, AS





		Vunder)
9.	Kullatise katmine õhukese lakikihiga	<p>Paraloid B-72 kontsentraat</p> <p>1 osa Paraloid B72 ja 3 osa ksüleeni</p> <p>Mõõta mahuga, mitte kaaluga.</p> <p>Valmis lahus:</p> <p>1 osa kontsentraati, 5 osa atsetooni ja 5 osa ksüleeni</p>





Konservaator: K. Aas


Fotod konserveerimise käigus ja pärast konserveerimist

Kujutis	Faili nimi	Kirjeldus
	22PC002_dt01_cp	Pool 19. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.
	22PC002_dt02_cp	Pool 19. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.





	<p>22PC002_dt03_cp</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt04_cp</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt05_cp</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt07_cp</p>	<p>17. sajandi värvikiht. Sondaažil on näha originaalkihti ehk 15. sajandi värvikihti.</p>
	<p>22PC002_dt01_cp2</p>	<p>19. sajandi värvikiht on näolt eemaldatud.</p>

	<p>22PC002_dt02_cp2</p>	<p>19. sajandi värvikiht on näolt eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt03_cp2</p>	<p>19. sajandi värvikiht on näolt eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt04_cp2</p>	<p>Maha pudenenud värvikihi alt on näha pearäti kullatist.</p>
	<p>22PC002_dt05_cp2</p>	<p>Maha pudenenud värvikihi alt on näha pearäti kullatist.</p>
	<p>22PC002_dt01_cp3</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>





	<p>22PC002_dt02_cp3</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt03_cp3</p>	<p>15. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt04_cp3</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt04_must_cp3</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>





	<p>22PC002_dt01_B_cp4</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt01_cp4</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt02_cp4</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt02B_cp4</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt03_cp4</p>	<p>15. sajandi värvikiht.</p>

	<p>22PC002_dt04_cp4</p>	<p>17. sajandi värvikiht.</p>
	<p>22PC002_dt07_cp4</p>	<p>Pool 17. sajandi ülemaalingust on eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt08_cp4</p>	<p>Vasakult käelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt13_cp4</p>	<p>Vasakult käelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud. Sinakat tooni veresooned.</p>
	<p>22PC002_dt01_B_cp5</p>	<p>17. sajandi värvikihi eemaldamine.</p>

	22PC002_dt01_cp5	17. sajandi värvikihi eemaldamine.
	22PC002_dt02_cp5	17. sajandi värvikihi eemaldamine.
	22PC002_dt02B_cp5	17. sajandi värvikihi eemaldamine.
	22PC002_dt04_cp5	17. sajandi värvikihi eemaldamine.

	<p>22PC002_dt42_ac</p>	<p>17. sajandi värvikihi eemaldamine.</p>
	<p>22PC002_dt43_ac</p>	<p>17. sajandi värvikihi eemaldamine.</p>
	<p>22PC002_dt08_cp6</p>	<p>Kätelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt13_cp6</p>	<p>Kätelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_dt14_cp6</p>	<p>Kätelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud.</p>






	<p>22PC002_dt18_cp6</p>	<p>Kätelt on sekundaarsed värvikihid eemaldatud.</p>
	<p>22PC002_av_cp7</p>	<p>Kullatis pärast tumenenud ja määrdunud kattekihi eemaldamist.</p>
	<p>22PC002_lh_cp7</p>	<p>Kullatis pärast tumenenud ja määrdunud kattekihi eemaldamist.</p>
	<p>22PC002_rh_cp7</p>	<p>Kullatis pärast tumenenud ja määrdunud kattekihi eemaldamist.</p>

	<p>22PC002_01_ac</p>	
	<p>22PC002_02_ac</p>	
	<p>22PC002_03_ac</p>	
	<p>22PC002_04_ac</p>	

	<p>22PC002_05_ac</p>	
	<p>22PC002_av_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_av2_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_bt_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt01_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt02_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt02B_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt03_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt03_must_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt04_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt04_must_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt05_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt07_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt08_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt13_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt14_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt18_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt21_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt22_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt24_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt25_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt26_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt28_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt30_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt32_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt33_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt34_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt39_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>

	<p>22PC002_dt41_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_dt43_ac2</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_lh_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>
	<p>22PC002_rh_ac</p>	<p>Skulptuur pärast konserveerimistöid.</p>



22PC002_rv_ac

Skulptuur pärast konserveerimistoid.

Uuringud, testid

Kanuti reg nr.	
----------------	--

Analüütilised vaatlused ja testid:

Jrk. Nr.	Analüüsitava materjal v. struktuur	Meetodi kirjeldus	Tulemus
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Koostas:

Teostatud / Ei teostatud (jooni alla vajalik)

Ristlõiked, mikroskoobi preparaadid:

Meetodi kirjeldus:	
Skeemid:	

Jrk. Nr.	Kujutis	Proovi nr.	Proovi kirjeldus
1.			

Koostas:

Teostatud / ei teostatud

Instrumentaaluuringud : UV-, IP-, Röntgen –uuringud; spektroskoopia jms (uuringute põhjal täidab konservaator)

Eesmärk:	<i>Kirjeldus</i>	
Meetod:	<i>Kirjedus</i>	
Tehnilised parameetrid:		
Uuritav materjal:		
Uuringu teostaja	<i>firma/ teostaja /</i>	
Uuringu tulemus	<i>Kirjeldus/ teostaja aruanne (Lisad)</i>	
Lisa 1		
Lisa 2		
Kujutis:	<i>Faili nr</i>	<i>Tulemus/kirjeldus</i>

Koostas:

Täiendused ja viited

Kanuti reg nr.	
----------------	--

viited puuduvad /viidete olemasolul tekst "viited puuduvad" kustutada/

Jrk. Nr.	Varasemad konserveerimistöõde aruanded:
1.	
2.	

viited puuduvad /viidete olemasolul rida kustutada/




Jrk. Nr.	Kasutatud teave:
1.	
2.	

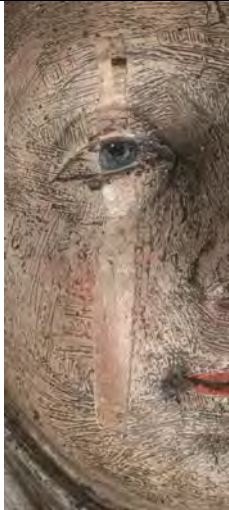

Pildiarhiiv





Kanuti reg nr.	EK-2015-191 L-6
----------------	-----------------


Jrk.nr.	Digitaalkujutis enne töötlemist (ET)	Faili nimi
1.		22PC002_av_bc
2.		22PC002_av2_bc
3.		22PC002_bt_bc

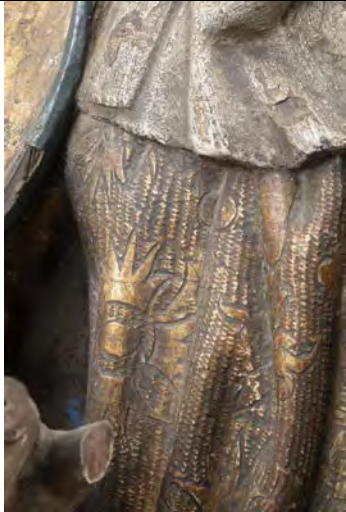


4.			22PC002_dt01_bc
5.			22PC002_dt02_bc
6.			22PC002_dt03_bc


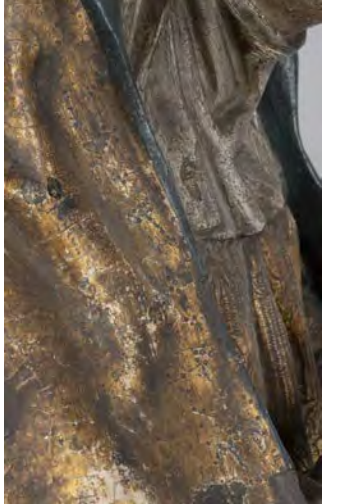
7.			22PC002_dt04_bc
8.			22PC002_dt05_bc
9.			22PC002_dt06_bc

10.			22PC002_dt07_bc
11.			22PC002_dt08_bc
12.			22PC002_dt09_bc
13.			22PC002_dt10_bc





14.		22PC002_dt11_bc
15.		22PC002_dt12_bc
16.		22PC002_dt13_bc
17.		22PC002_dt14_bc
18.		22PC002_dt15_bc

19.			22PC002_dt16_bc
20.			22PC002_dt17_bc
21.			22PC002_dt18_bc

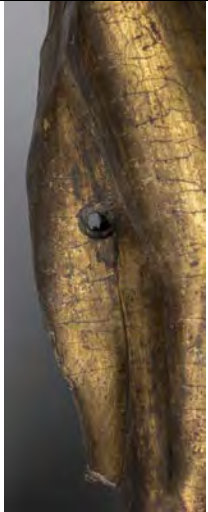
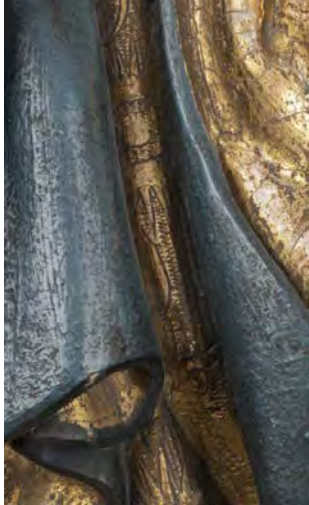


22.			22PC002_dt19_bc
23.			22PC002_dt20_bc
24.			22PC002_dt21_bc




25.			22PC002_dt22_bc
26.			22PC002_dt23_bc
27.			22PC002_dt24_bc




28.			22PC002_dt25_bc
29.			22PC002_dt26_bc
30.			22PC002_dt27_bc


31.			22PC002_dt28_bc
32.			22PC002_dt29_bc
33.			22PC002_dt30_bc
34.			22PC002_dt31_bc





35.			22PC002_dt32_bc
36.			22PC002_dt33_bc
37.			22PC002_dt34_bc
38.			22PC002_dt35_bc





39.		22PC002_dt36_bc
40.		22PC002_dt37_bc
41.		22PC002_dt38_bc
42.		22PC002_dt39_bc


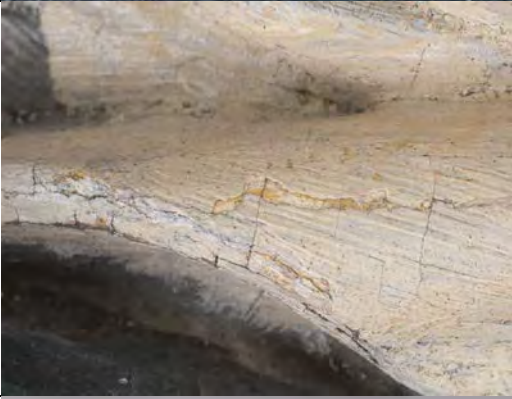


43.			22PC002_dt40_bc
44.			22PC002_dt41_bc
45.			22PC002_dt42_bc
46.			22PC002_lh_bc




47.			22PC002_rh_bc
48.			22PC002_rv_bc
49.			22PC002_tp_bc





Jrk.nr.	Digitaalkujutis töötlemise käigus (TK)	Faili nimi
1.		22PC002_dt01_cp





2.			22PC002_dt02_cp
3.			22PC002_dt03_cp
4.			22PC002_dt04_cp
5.			22PC002_dt05_cp





6.			22PC002_dt07_cp
7.			22PC002_dt01_cp2
8.			22PC002_dt02_cp2
9.			22PC002_dt03_cp2




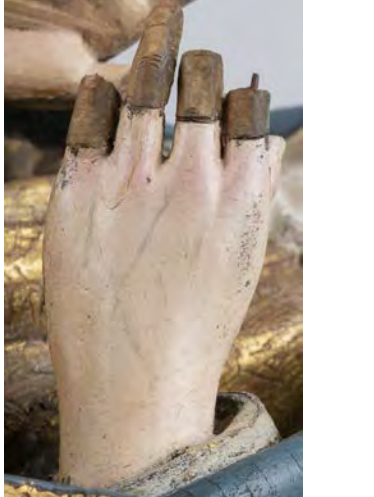
10.			22PC002_dt04_cp2
11.			22PC002_dt05_cp2
12.			22PC002_dt01_cp3
13.			22PC002_dt02_cp3





14.			22PC002_dt03_cp3
15.			22PC002_dt04_cp3
16.			22PC002_dt04_must_cp3

17.			22PC002_dt01_B_cp4
18.			22PC002_dt01_cp4
19.			22PC002_dt02_cp4
20.			22PC002_dt02B_cp4



21.		22PC002_dt03_cp4
22.		22PC002_dt04_cp4
23.		22PC002_dt07_cp4
24.		22PC002_dt08_cp4

25.			22PC002_dt13_cp4
26.			22PC002_dt01_B_cp5
27.			22PC002_dt01_cp5
28.			22PC002_dt02_cp5

29.			22PC002_dt02B_cp5
30.			22PC002_dt04_cp5
31.			22PC002_dt08_cp6
32.			22PC002_dt13_cp6

33.			22PC002_dt14_cp6
34.			22PC002_dt18_cp6
35.			22PC002_av_cp7
36.			22PC002_lh_cp7

37.		22PC002_rh_cp7
-----	---	----------------

Jrk.nr.	Digitaalkujutis pärast töötlemist (PT)	Faili nimi
1.		22PC002_dt42_ac
2.		22PC002_dt43_ac

3.



22PC002_01_ac

4.



22PC002_02_ac

5.



22PC002_03_ac

6.



22PC002_04_ac

7.





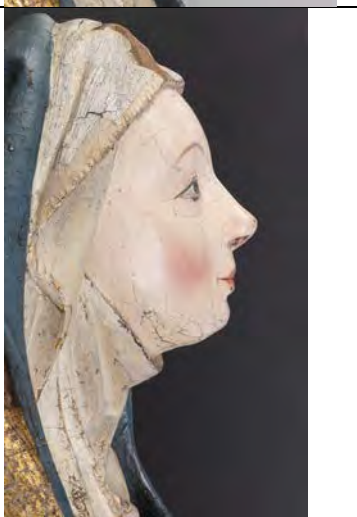
22PC002_05_ac


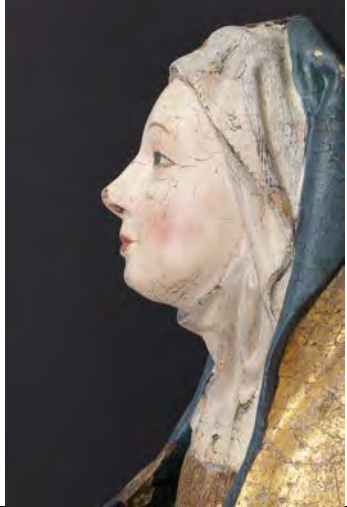

8.











22PC002_av_ac

9.			22PC002_av2_ac
10.			22PC002_bt_ac
11.			22PC002_dt01_ac
12.			22PC002_dt02_ac





13.			22PC002_dt02B_ac
14.			22PC002_dt03_ac
15.			22PC002_dt03_must_ac

16.			22PC002_dt04_ac
17.			22PC002_dt04_must_ac
18.			22PC002_dt05_ac

19.		22PC002_dt07_ac
20.		22PC002_dt08_ac
21.		22PC002_dt13_ac
22.		22PC002_dt14_ac

23.			22PC002_dt18_ac
24.			22PC002_dt21_ac
25.			22PC002_dt22_ac
26.			22PC002_dt24_ac

27.			22PC002_dt25_ac
28.			22PC002_dt26_ac
29.			22PC002_dt28_ac

30.		22PC002_dt30_ac
31.		22PC002_dt32_ac
32.		22PC002_dt33_ac
33.		22PC002_dt34_ac

34.		22PC002_dt39_ac
35.		22PC002_dt41_ac
36.		22PC002_dt43_ac2
37.		22PC002_lh_ac

38.			22PC002_rh_ac
39.			22PC002_rv_ac

Lisad:

Uuringutega seotud kujutised:

Jrk. Nr	Digitaalkujutis	Faili nimi
1.		
2.		

Fotod skeemidest joonistest

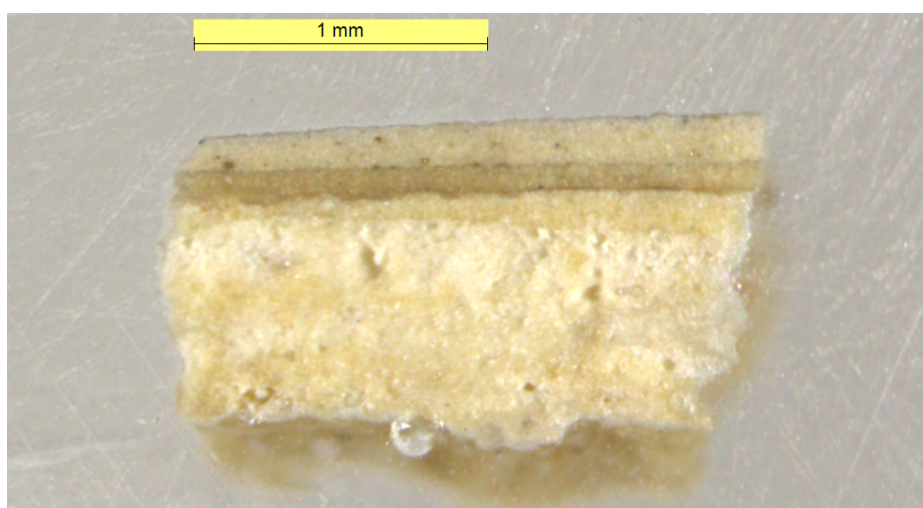
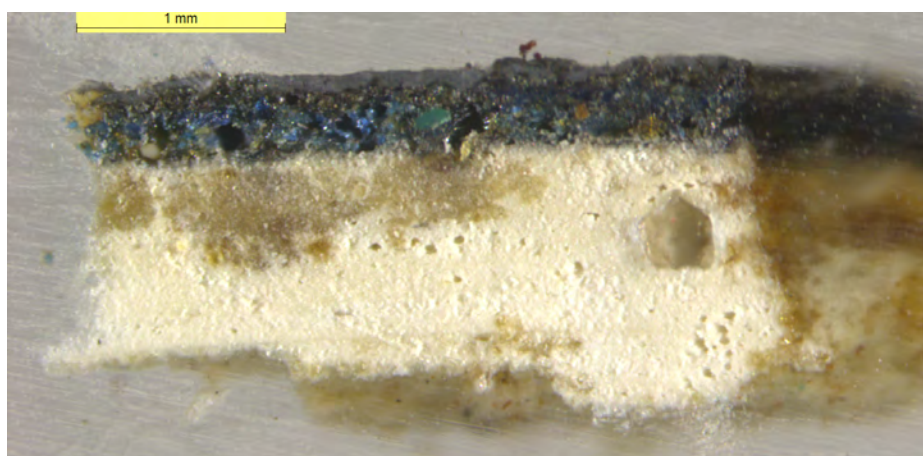
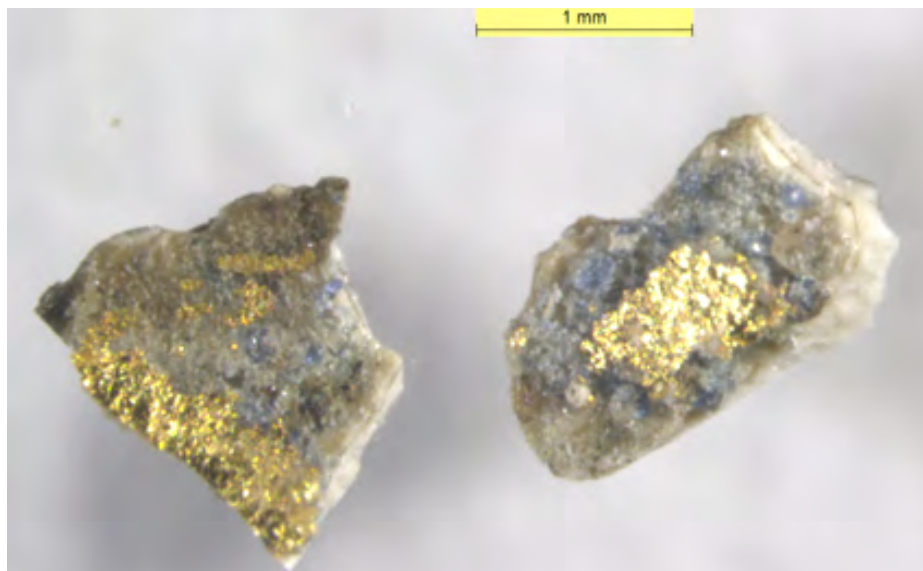
Jrk. Nr	Kujutised	Failinimi
1.		

Helifailid, videofailid, jms

Jrk. Nr	Failinimi või link	Faili formaat
1.		

3. INSTRUMENTAALANALÜÜSIDE ARUANNE

Koostanud: Signe Vahur (Tartu Ülikool), Hannes Vinnal, Hilikka Hiip (Eesti Kunstiakadeemia); Kristina Aas, (SA Eesti Vabaõhumuuseumi konserveerimis- ja digiteerimiskeskuses "Kanut")



Notke Püha Vaimu retaabel. Maarja skulptuur.
XRF-ANALÜÜSIDE KAARDISTUS



Notke Püha Vaimu retaabel. Maarja skulptuur.
XRF-ANALÜÜSIDE KAARDISTUS



Notke Püha Vaimu retaabel. Maarja skulptuur.
XRF-ANALÜÜSIDE KAARDISTUS



Notke Püha Vaimu retaabel. Maarja skulptuur.

XRF-ANALÜÜSIDE TULEMUSED

ID N°	OBJEKT	DETAIL	VÄRV	OLETATAVAD PIGMENDID									
				INSTRUMENT	Pb	Hg	Au	Ag	Zn	Cu	Fe		
705	Maarja	rüü	kuldne		-	-	0,891	-	-	0,006	0,013	0,25	
706	Maarja	rüü	kuldne		0,03	-	0,167	-	-	0,004	0,004	0,09	
707	Maarja	alusrüü	sinine	NOTKE 3-8	6,5	0,011	-	-	-	0,017	0,782	0,37	
708	Maarja	käsi	inkarnaat		49,5	-	-	-	-	0,019	0,102	0,23	
709	Maarja	pearätt	valge	NOTKE 3-4	53,2	-	-	-	-	0,016	0,051	0,12	
710	Maarja	nägu	inkarnaat	NOTKE 3-2	58,7	-	-	-	-	-	0,070	0,17	
711	Maarja	nägu	inkarnaat	NOTKE 3-5	8,3	0,136	-	-	-	-	-	0,06	
712	Maarja	nägu (põsk)	inkarnaat	NOTKE 3-7 / 3-6	7,4	0,207	-	-	-	-	-	0,03	
713	Maarja	nägu (põsk)	inkarnaat		41,8	0,489	-	-	-	-	-	0,07	
714	Maarja	huul	punane	NOTKE 3-1 / 3-3	32,9	13,7	-	-	-	0,048	-	0,18	
715	Maarja	silim	sinine		6,7	0,079	-	-	-	0,004	0,239	0,12	
716	Maarja	rüü	kuldne		-	-	0,215	-	-	0,002	-	0,11	
717	Maarja	rüü	kuldne		0,004	0,003	0,055	-	-	0,003	-	0,28	
718	Maarja	rüü	kuldne		0,08	0,004	0,37	-	-	0,005	0,01	0,71	
719	Maarja	rüü	kuldne		0,11	-	0,048	-	-	-	-	0,07	

Notke Püha Vaimu retaabel. Maarja skulptuur. INSTRUMENTAALANALÜÜSIDE KAARDISTUS



NOTKE 3-1 15. ja 17. saj huul

NOTKE 3-2 nahk

NOTKE 3-3 17. saj huul

NOTKE 3-4 valge rätt (17.saj, all 15.saj kuldne rätt)

NOTKE 3-5 kõik kihid, st 15.saj, 17.saj, 19.saj

NOTKE 3-6 nahk

NOTKE 3-7 roosa põsk

NOTKE 3-8 sinine

Notke Püha Vaimu retaabel. Korpus. INSTRUMENTAALANALÜÜSIDE KAARDISTUS

07.11.2022

Tallinna Pühavaimu Bernt Notke retaabel. Musta marmoreeringu mõistatus



Proove võeti nn musta marmoreeringu aladelt retaabli peavaate arhitektuursetelt osadel. Kas must marmoreering kuulub altari algse viimistluse juurde või pärineb see hilisematest (1625, 1815) ülevärvimistest?

1. PROOV Notke 2-1

Asukoht: kao servast mustalt marmoreeritud pinnalt

Uurimisküsimus: kihid; kas krundi ja musta marmoreeringu vahel joonistub välja eraldi pliivalge-kriidi värvikiht?



2. PROOV Notke 2-2

Asukoht: valge krunt ja valge värvikiht?

Uurimisküsimus: kas krundi peal joonistub välja eraldi valge värvikiht (pliivalge)?



3. PROOV Notke 2-3

Asukoht: krunt ja valge värvikiht

Uurimisküsimus: kas krundikihi peal joonistub välja valge värvikiht (pliivalge)



4. PROOV Notke 2-4

Asukoht: must marmoreering kollatise lähedal (sillega on näha musta all sinist)

Uurimisküsimus: kihid; must marmoreering on sinise (asuriidi) peal?



5. PROOV Notke 2-5

Asukoht: proov on võetud roostes
naelapea pealt - algsed viimistluskihid
ei pruugi olla säilinud

Uurimisküsimus: kõik kihid



6. PROOV Notke 2-6

Asukoht: must marmoreering valgel

Uurimisküsimus: kas musta ja krundikihi vahel
on veel kihte (pliivalge värvi kiht)?





Analüüsitunnistus

Analysis certificate

Tunnistuse nr ja kuupäev: Certificate No and Date:	L1-011-22, 28.12.2022
Tellimuse nr ja kuupäev: Order No and Date:	Teadus- ja arendusprojekti (LLTKT22515) lepingu nr. 11-18/GY/805-2; 17.11.2022 (tellimuse nr 1-057-22)
Tellija: Customer:	Eesti Kunstiakadeemia, Põhja puiestee 7, 10412 Tallinn, Eesti. Kontakt: Hilkka Hiiop (hilkka.hiiop@artun.ee)
Objekt: Sample:	Notke altarijetaabli korpusest ja Maarja skulptuurilt võetud 14 värviproovi.
Töö sisu: Content of the Work:	Bernt Notke Püha Vaimu altarijetaabli korpuse ja Maarja skulptuuri materjaliuuringud
Kasutatud mõõtevahendid ja materjalid: Instruments and materials used:	Nicolet 6700 FT-IR spektromeeter koos Smart Orbit ATR seadmega ja Nicolet iN10 MX FT-IR mikroskoop (ATR-FT-IR analüüs); Zeiss Evo15MA elektronmikroskoop ja Oxford X-MAX EDS seade (SEM-EDS analüüs).
Katsete lühikirjeldus: Experiments:	IR spektrid registreeriti ATR kristallile ja SEM-EDS spektrid C-kilealusele asetatud proovidest. Põhjalikumalt on katsetustest kirjutatud punktis 2.
Põhijäreldused: Main conclusions:	Põhijäreldused on toodud punktis 4.
Proov(id) toodud: Sampling Date:	07.11.2022
Analüüsi(de) teostamise ajavahemik: Date of Analysis:	16.11.2022 – 28.12.2022
Akrediteeritus: Accreditation:	Kasutatud analüüsimetoodika ei kuulu akrediteerimisalasse.

Allkirjad (allkirjastatud digitaalselt):
Signatures:

K. Herodes
Katsekoja juhataja
Head of Testing Centre

S. Vahur
Koostaja(d)
Compiled by

Dokument koosneb analüüsitunnistusest ja –
tulemuste kokkuvõttest 46 lehel ning on välja antud
ühes (1) allkirjastatud digitaalselt.

The document consists of a Calibration Certificate with
a Summary of Results on 46 pages in one (1) signed
digitally.

1 Analüüsitavad proovid

Käesoleva teadus- ja arendustöö projekti eesmärgiks on teha kindlaks Bernt Notke poolt loodud 15. saj pärit altariretaabli korpusel ja Maarja skulptuuril kasutatud materjalide keemiline koostis erinevate instrumentaaltehnikatega. Uuringute oodatud lõpptulemuseks on parem arusaam, milliseid 15. saj pärit originaalmaterjale kasutati retaabli korpusel ning Maarja skulptuuri valmistamisel, ning milliseid materjale on kasutatud hilisemates ülemaalingutes.

Materjalide keemilise koostise tuvastamiseks võeti tellija poolt erinevatest kohtadest 14 tillukest proovitükikest. Lisas 1 on toodud korpusele ja Lisas 2 Maarja skulptuurilt võetud proovide asukohad.

Korpusele võeti 6 analüüsitavat proovi nn musta marmoreeringu aladelt retaabli peavaate arhitektuursetelt osadel. Kõigi korpusele võetud proovide üldine uurimisküsimus on järgmine:

- Kas must marmoreering kuulub altari algse viimistluse juurde või pärineb see hilisematest (1625, 1815) ülevärvimistest?

Maarja skulptuurilt võeti samuti 8 värviproovi näolt, peakattelt ja rüült. Kõigi võetud proovide üldine uurimisküsimus on järgmine:

- Mis on originaalse maalingukihi ja 1625. a Pawel Blome poolt teostatud ülemaalingukihi keemilised koostised?

Tabelis 1 on toodud täpsemalt analüüstitava proovi number, asukoht ja iga proovi kohta eraldi püstitatud uurimisküsimused.

Tabel 1. Analüüsitavate proovide kirjeldused ja nende uurimisküsimused.

Proovi nr	Proovi asukoht	Uurimisküsimused
KORPUS		
Notke 2-1	Kao servast mustalt marmoreeritud pinnalt	Värvikihtide järjestuse tuvastamine. Kas krundi ja musta marmoreeringu vahel joonistub välja eraldi pliivalge-kriidi värvikiht?
Notke 2-2 (kotil Notke 1-2)	Heledalt samba detaililt	Kas alumise krundi peal joonistub välja eraldi valge värvikiht (pliivalge?)?
Notke 2-3	Heledalt samba detaililt	Kas alumise krundi peal joonistub välja eraldi valge värvikiht (pliivalge?)?
Notke 2-4	Mustalt marmoreeritud pinnalt kullatise lähedalt	Värvikihtide järjestuse tuvastamine. Kas must marmoreering on sinise kihi (sisaldab asuriiti?) peal?
Notke 2-5	Mustalt marmoreeritud pinnalt roostes naelapea pealt	Kõikide kihtide keemilise koostise tuvastamine
Notke 2-6	Must marmoreering valgel (proovi Notke 2-3 lähedalt)	Kas musta ja krundikihi vahel on veel kihte (pliivalge?)?
MAARJA SKULPTUURILT		
Notke 3-1	Huulelt	Mitmehiline proov – tuvastada 15. ja 17. saj kasutatud materjalide keemiline koostis.
Notke 3-2	Laubalt	Ihutooni keemilise koostise tuvastamine
Notke 3-3	Huulelt	Proovitükk võetud huulelt teisest kohast. Tuvastada 17. saj kasutatud materjali keemiline koostis.
Notke 3-4	Valgelt rätilt	Mitmehiline proov – tuvastada 15. saj (kuldne ?) ja 17. saj kasutatud materjalide keemiline koostis.
Notke 3-5	Laubalt	Kõikide kihtide (15. saj, 17. saj, 19. saj) keemilise koostise tuvastamine
Notke 3-6	Paremtal põselt	Ihutooni kindlakstegemine
Notke 3-7	Paremtal põselt	Roosalt põsesarnalt võetud materjali koostise tuvastamine
Notke 3-8	Siniselt mantli servalt	Sinise värvi keemilise koostise tuvastamine

2 Kasutatavad analüüsimeetodid

2.1 Stereomikroskoop

Analüüsitavaid proovitükke uuriti ja pildistati Leica M165 FC optilise stereomikroskoobiga.

2.2 ATR-FT-IR spektroskoopiline analüüs

Uuringud teostati kahe seadmega: ATR-FT-IR spektromeetri ja ATR-FT-IR mikrospektromeetriga.

ATR-FT-IR spektromeeter

ATR-FT-IR spektrid registreeriti kasutades teemantkristalliga Smart Orbit ATR-mikroanalüsaatorit, mis on paigaldatud Nicolet 6700 FT-IR spektromeetrile. FT-IR spektromeetril on DLaTGS detektor, Vectra Aluminum interferomeeter ja optiliseks materjaliks CsI. FT-IR spektromeetri kaitsmiseks õhuniiskuse eest puhutakse pidevalt läbi spektromeetri kuiva õhku. ATR-FT-IR spektri registreerimiseks võeti mikroskoobi all skalpelli otsaga proovi, asetati see ATR kristallile ja suruti pressiotsikuga tugevasti vastu kristalli pinda ning seejärel registreeriti IR spekter.

Kasutatud spektromeetri parameetreid: mõõtepiirkond 225-4000 cm^{-1} , lahutusvõime 4 cm^{-1} , keskmistatavate spektrite arv: 256, apodisatsioon: Happ-Genzel. Spektromeetrit juhiti ja spektreid töödeldi Thermo Electron's OMNIC programmis.

ATR-FT-IR mikrospektromeeter

Analüüsid teostati veel FT-IR mikrospektromeetriga kasutades Ge ATR otsikut. Mõõtmisteks kasutati Nicolet iN10 MX integreeritud FT-IR mikroskoopi, millega on võimalik teha analüüse ülikõrge lokaalsusega ja üliväikestelt proovidelt. Proov asetati metallist plaadile, mis paigaldati FT-IR mikroskoobi alla. Pildi funktsiooni abil valiti proovil sobiv analüüsikoht ja ATR otsikuga registreeriti sealt ATR-FT-IR spekter.

Kasutatud parameetrid: mõõtepiirkond 550-4000 cm^{-1} , lahutusvõime 4 cm^{-1} , keskmistatavate spektrite arv: 64. FT-IR mikroskoopi juhiti ja spektreid töödeldi Thermo Electron's OMNIC PICTA programmis.

2.3 SEM-EDS

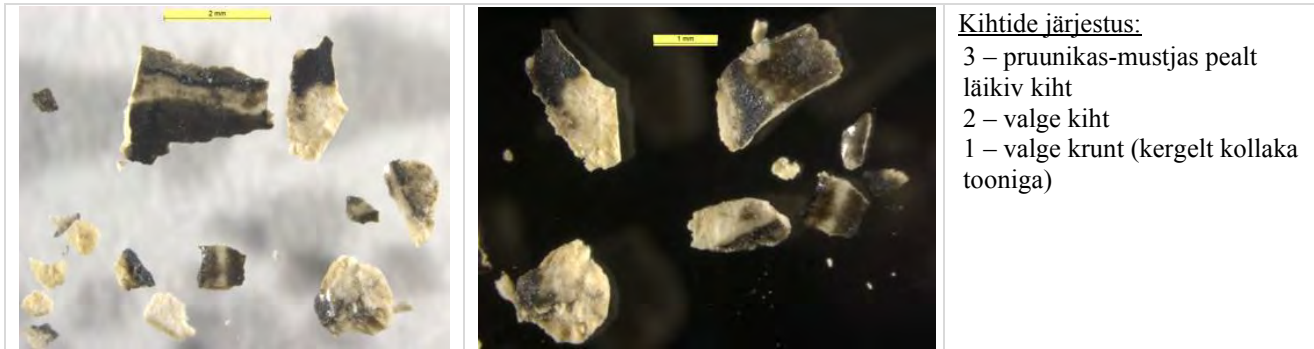
Analüüsid teostati Zeiss EVO MA15 elektronmikroskoobiga (SEM), mis on ühendatud Oxford X-MAX energiadiispersiivse spektromeetriga (EDS). Pildistamiseks kasutati tagasihajunud elektronide detektorit (BSD). Proove analüüsiti madalvaakumis, mistõttu puudus vajadus neid eelnevalt juhtiva materjaliga katta. Mõõtmiseks pandi värviproov süsinikkilealusele. Mõõtmispinge oli 20 keV ning spektreid töödeldi programmiga Aztec.

3 Analüüsitulemused

Proovide uuringute tulemused on koondatud tabelitesse ja nende all on toodud proovide paremad ja informatiivsemad ATR-FT-IR spektromeetri, ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS spektrid.

3.1 Notke 2-1. Korpuse mustalt marmoreeritud pinnalt

Uuringud optilise mikroskoobiga

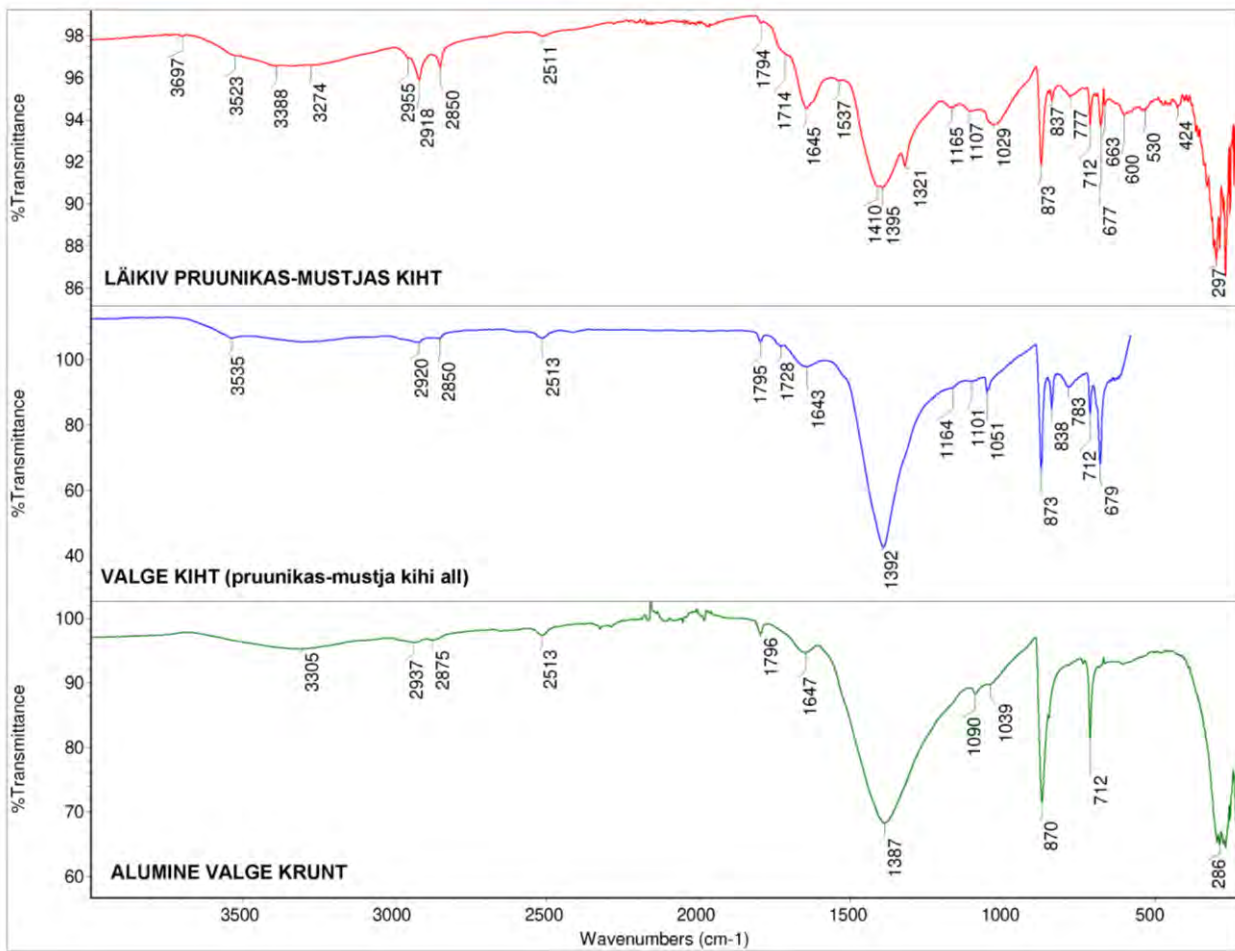


Kihtide järjestus:

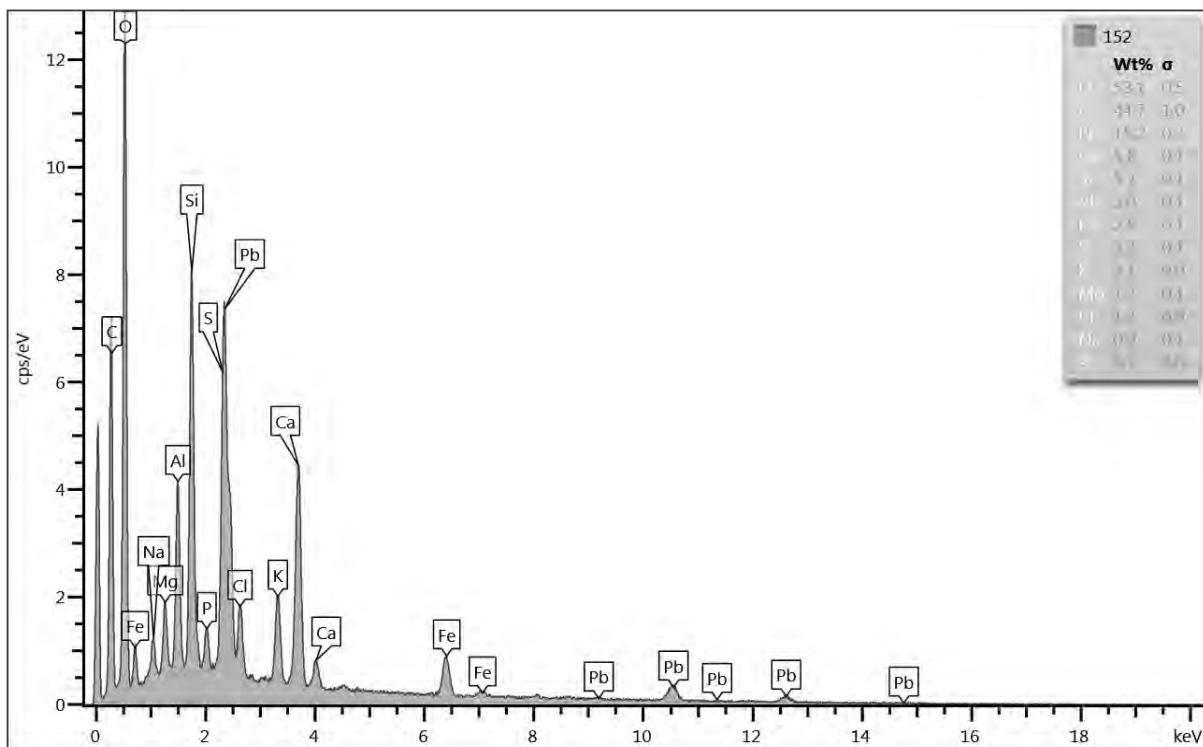
- 3 – pruunikas-mustjas pealt läikiv kiht
- 2 – valge kiht
- 1 – valge krunt (kergelt kollaka tooniga)

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

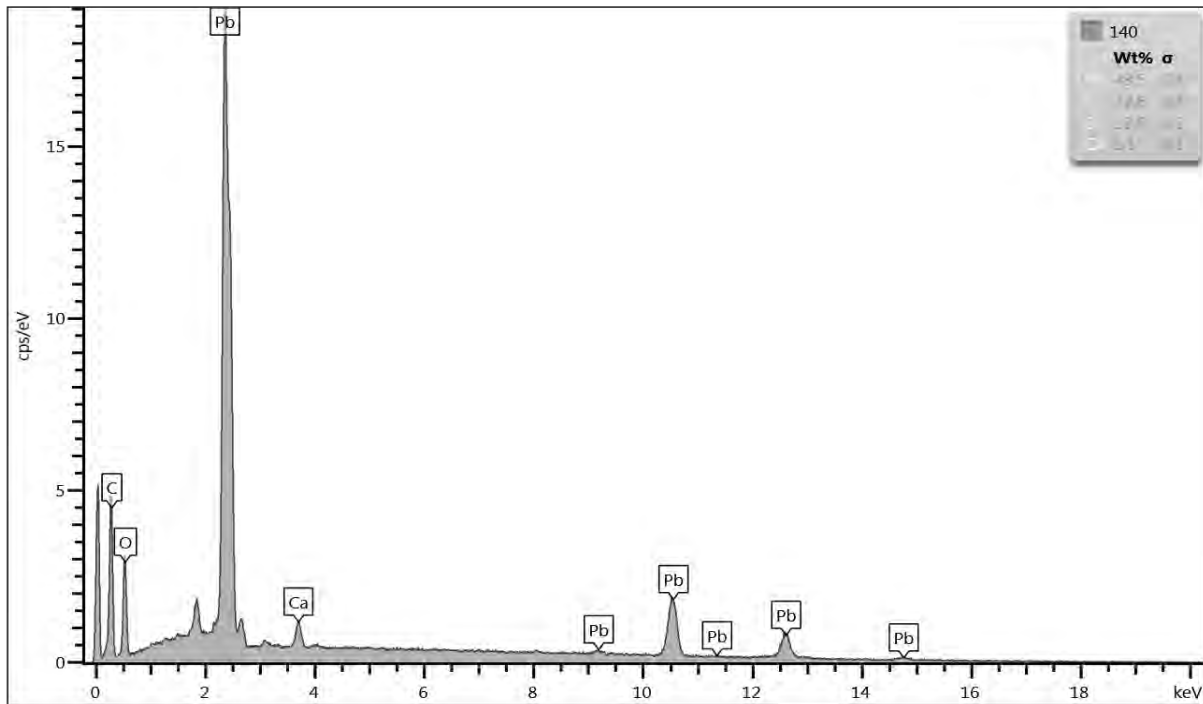
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
3 – PRUUNIKAS-MUSTJAS LÄIKIV KIIHT (esimene IR spekter Joonisel 1, EDS spekter Joonisel 2)		
Pigmendid, täiteained, lisandid	Pliivalge: neeldumine vahemikus 1430-1370, 837, 777, 677 Silikaadid: 3697, 1029, 530, 424 Kaltsiumkarbonaat: 2511, 1794, vahemikus 1430-1370, 873, 712, ~297 Kips (võib olla): 3523, ~3388, vahemikus 1200-1000, 663, 600	Pruun ooker: Fe, Al, Si, O, Mg Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Kips: Ca, S, O Mingi fosfaat (võib olla kaltsiumfosfaat): Ca, P, O Proovis esinevad lisandid: Na, K
Sideaine(d)	Estri-tüüpi aine (nt õli, vaha): 2955, 2918, 2850, 1714, 1165 Võib olla mingi oksalaat (nt kaltsiumoksalaat): 1645, 1321; ja/või valguline aine (nt loomne liim): 1645, 1537	
Pruunikas-mustjas kiht sisaldab anorgaanilistest ainetest pliivalget ($2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$), kriiti ($CaCO_3$), kipsi ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ja mingit silikaate sisaldavat materjali. Silikaadid võivad kuuluda mingi ookri (nt pruuni ookri ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ +savi)) koostisse. Musta värvitooni saamiseks võidi lisada sütt või ka luumusta ($C+Ca_3(PO_4)_3$). Proov võib sisaldada sideainena õli (estri-tüüpi aine) ja vaha lisandit (vihjab 2955-2850 cm ⁻¹ vahemikus olevate piikide iseloomulik kuju). Lisaks tuvastati IR spektris valgulisele ainele ja mingile oksalaadile (võib olla kaltsiumoksalaat) iseloomulikke neeldumisi. Sideainete täpsemaks tuvastamiseks tuleks uuringuid teha veel mõne teise meetodiga (nt pürolüüser-GC-MS).		
2 - VALGE KIIHT (teine IR spekter Joonisel 1, EDS spekter Joonisel 3)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, 1051, 838, 783, 679	Pliivalge (jäljed): Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Täiteaine, lisand	Kaltsiumkarbonaat: 2513, 1795, vahemikus 1430-1370, 873, 712	
Sideaine	Estri-tüüpi aine jäljed: 2920, 2850, 1728, 1164, 1101 Valgulise aine jäljed (võib olla): 1643	
ATR-FT-IR mikrospektromeetriga teostati analüüse mitmest erinevast kohast – nii pruunikas-mustja materjali vahel olevalt valgelt alalt kui ka sinakasmustja materjali kõrvalt valgelt alalt. Analüüsid näitavad, et valge kiht sisaldab pliivalget ja kaltsiumkarbonaati (tõenäoliselt kriit). Sideaineks võib olla mingi estri-tüüpi aine, nt õli. Lisaks on IR spektris veel valgulisele ainele vihjav neeldumine (1643 cm ⁻¹), mis võib kuuluda nii loomse liimi kui ka tempera sideaine koostisse.		
1 - VALGE KRUNT (kergelt kollakas toon) (kolmas IR spekter Joonisel 1, EDS spekter Joonisel 4)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1387, 870, 712, ~286 Silikaadid: vahemik 1100-1000	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Pliivalge (jäljed): Pb, C, O
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3305, 2937, 2875, 1647	
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga 1647 cm ⁻¹ neeldumine vihjab valgulisele ainele (nt loomne liim).		



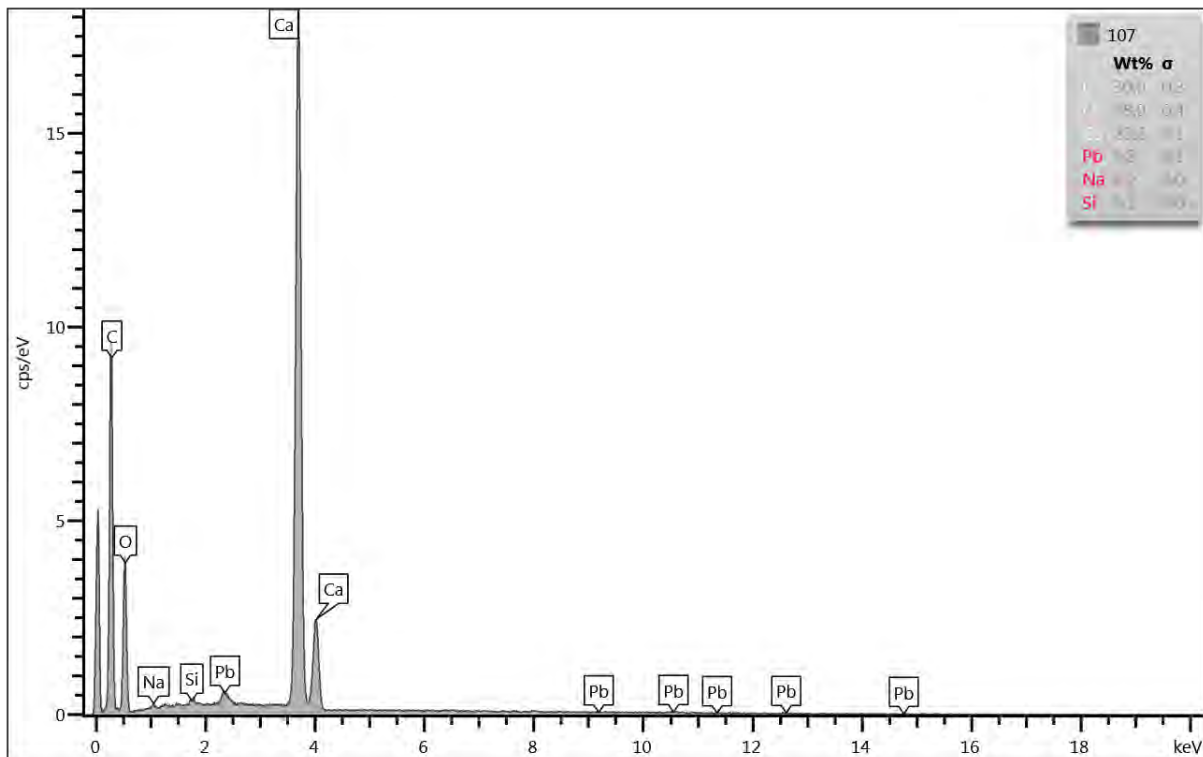
Joonis 1. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 2. Pealmise pruunikas mustja ala SEM-EDS spekter.



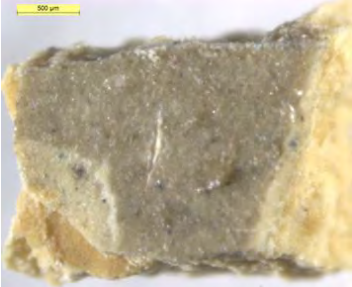



Joonis 3. Valge kihi SEM-EDS spekter (pealmise pruunikasmustja kihi all).



Joonis 4. Alumise valge krundi SEM-EDS spekter.

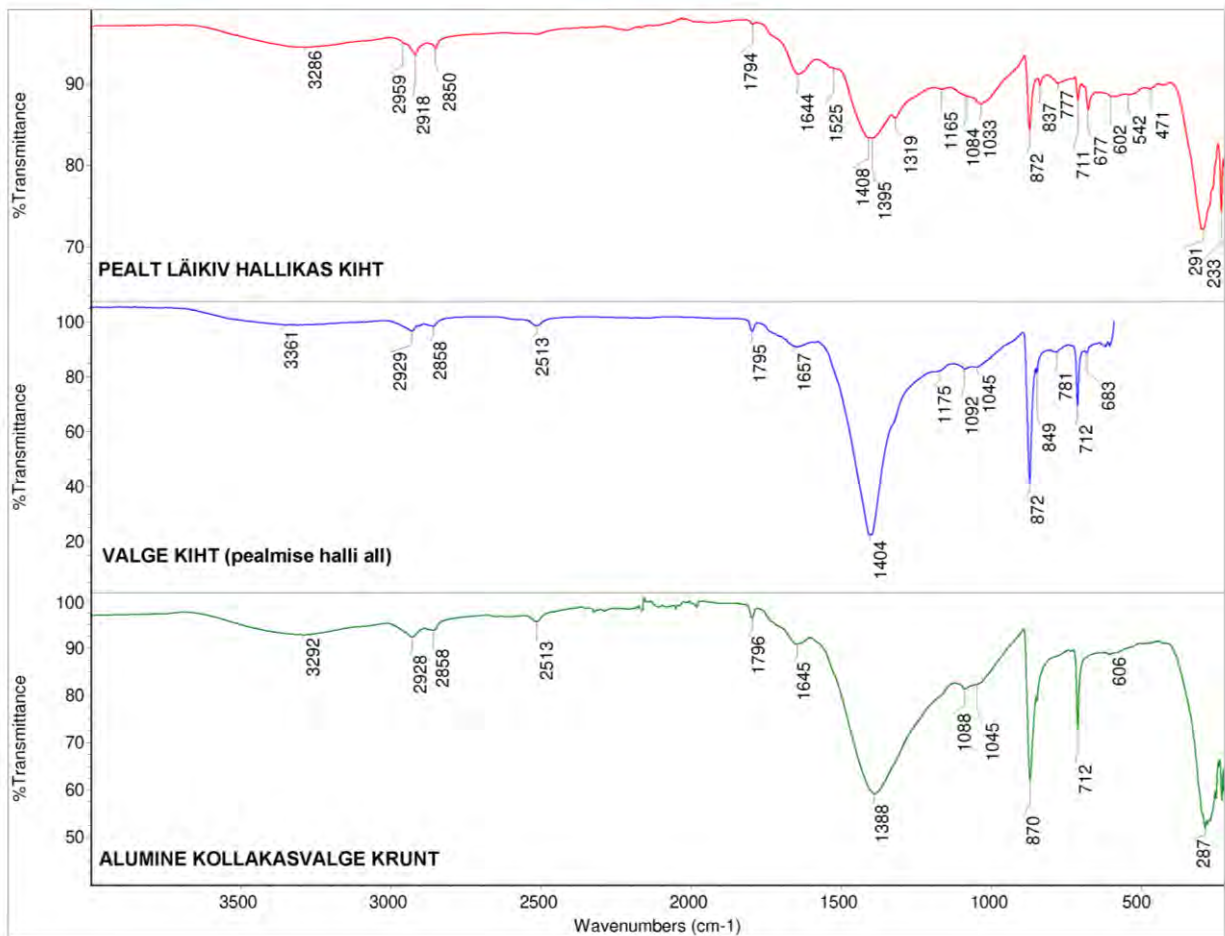
3.2 Notke 2-2. Korpuse heledalt samba detaililt

Uuringud optilise mikroskoobiga

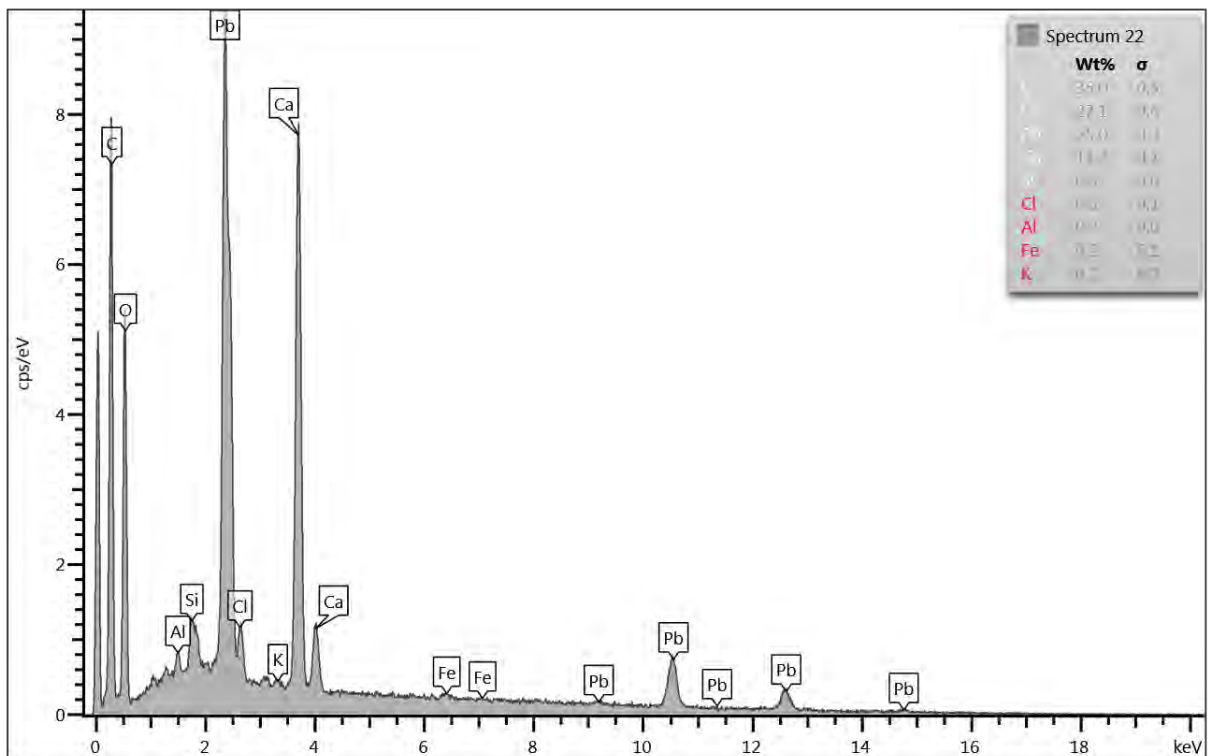
		<p><u>Kihtide järjestus:</u> 6 – hallikas pealt läikiv kiht (kerge pruunikas toon juures) 5 – valge kiht 4 – kollane kiht 3 – kollakasvalge (krundi)kiht 2 – valge kiht 1 – kollakasvalge paksem krunt; krundi all näha tumekollaka materjali (liimi?) jälgi</p>
<p>Tükk pealt poolt</p>	<p>Tükk alt poolt</p>	
		
<p>Mikrolihv ristlõike foto</p>	<p>Tükk lükatud risti</p>	

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

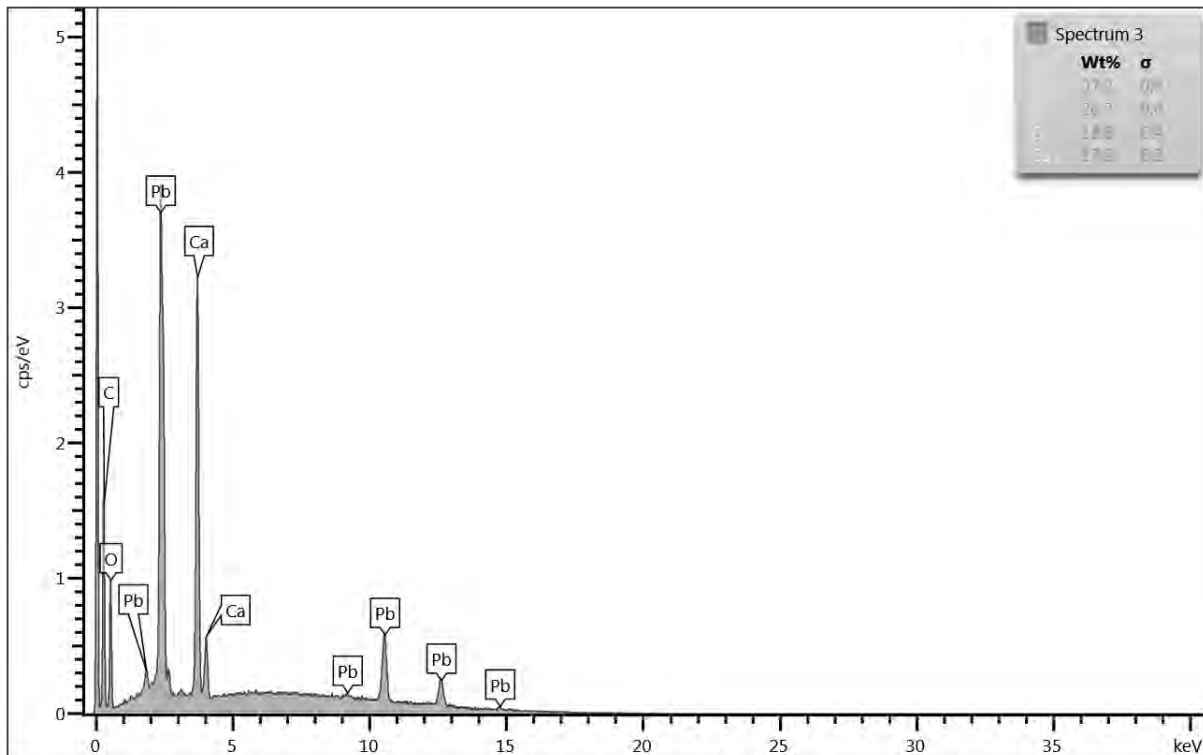
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
6 – PEALT LÄIKIV HALLIKAS KIHIT (esimene IR spekter Joonisel 5, EDS spekter Joonisel 6)		
Pigment	Pliivalge: vahemikus 1430-1370, 837, 777, 677	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteained	Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 542, 471 Kaltsiumkarbonaat: 1794, vahemikus 1430-1370, 872, 711, ~291 Kips (võib olla): vahemikus 1200-1000, ~677, 602	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Silikaadid: Al, Si, O, (Fe)
Sideaine(d)	Valguline aine (võib olla): vahemikus 3500-3000, 1644, 1525 Estri-tüüpi aine (nt vaha võib olla): 2959, 2918, 2850, 1165 Võib olla mingi oksalaat (nt kaltsiumoksalaat): 1644, 1319	
Pealne läikiv hallikas kiht sisaldab pliivalget, silikaate, kriit, võib olla kipsi ja sideainetena mingit valgulist ainet (nt loomset liimi või tempera sideainet). Lisaks tuvastati veel vaha ja võib olla ka mingi oksalaadi jälgi.		
5 - VALGE KIHIT (teine IR spekter Joonisel 5, EDS spekter Joonisel 7)		
Pigment,	Pliivalge: neeldumine vahemikus 1430-1370, 673	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1795, vahemikus 1430-1370, 872, 712 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 781	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3361, 2929, 2858, 1657	
Valge kiht sisaldab valdavalt kriiti, silikaate ja pliivalge jälgi. Sideaineks võib olla mingi valguline aine.		
1 – ALUMINE KOLLAKASVALGE KRUNT (kolmas IR spekter Joonisel 5)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1388, 870, 712, ~287 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 781	Ei saanud korralikult krunti mõõta.
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3292, 2928, 2858, 1645	
Tegemist on kriidikrundiga, millel on juures silikaatide lisand ning sideaineks on mingi valguline aine (nt loomne liim).		



Joonis 5. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 6. Pealmiselt hallikalt kihilt SEM-EDS spekter.



Joonis 7. Halli all olev valge kihi SEM-EDS spekter.

3.3 Notke 2-3. Korpuse heledalt samba detaililt

Uuringud optilise mikroskoobiga

<p>Tükk pealt poolt</p>	<p>Tükk alt poolt</p>	<p><u>Kihtide järjestus:</u> 3 – hallikas (sees mustad tükikesed) pealt läikiv kiht (kerge pruunikas toon juures) 2 – valge kiht 1 – kollakasvalge paksem krunt; krundi all näha tumekollaka läikiva materjali (liimi?) jälgi</p>
-------------------------	-----------------------	---

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
3 – PEALT LÄIKIV HALLIKAS KIHT (esimene IR spekter Joonisel 8, EDS spekter Joonisel 9)		
Pigment	Pliivalge: vahemikus 1430-1370, 837, 776, 677	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteained	Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 542, 434 Kaltsiumkarbonaat: 2515, 1795, vahemikus 1430-1370, 872, 711, ~297 Kips (võib olla): vahemikus 1200-1000, ~677, 598	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Silikaadid (mingi ooker): Al, Si, O, Mg, Fe Lisandid: Na, P, Cl (madala intensiivsusega)
Sideaine	Valguline aine (võib olla): vahemikus 3500-3000, 1637, 1525 Estri-tüüpi aine (nt vaha võib olla): 2957, 2920, 2850, 1169 Võib olla mingi oksalaat (nt kaltsiumoksalaat): 1637, 1319	

Pealne läikiv hallikas kiht sisaldab pliivalget, silikaate, kriit, võib olla kipsi ja sideainetena mingit valgulist ainet (nt loomset liimi või tempera sideainet). Lisaks tuvastati veel vaha ja võib olla ka mingi oksalaadi jälgi.

2 - VALGE KIHIT (teine IR spekter Joonisel 8, EDS spekter Joonisel 10)

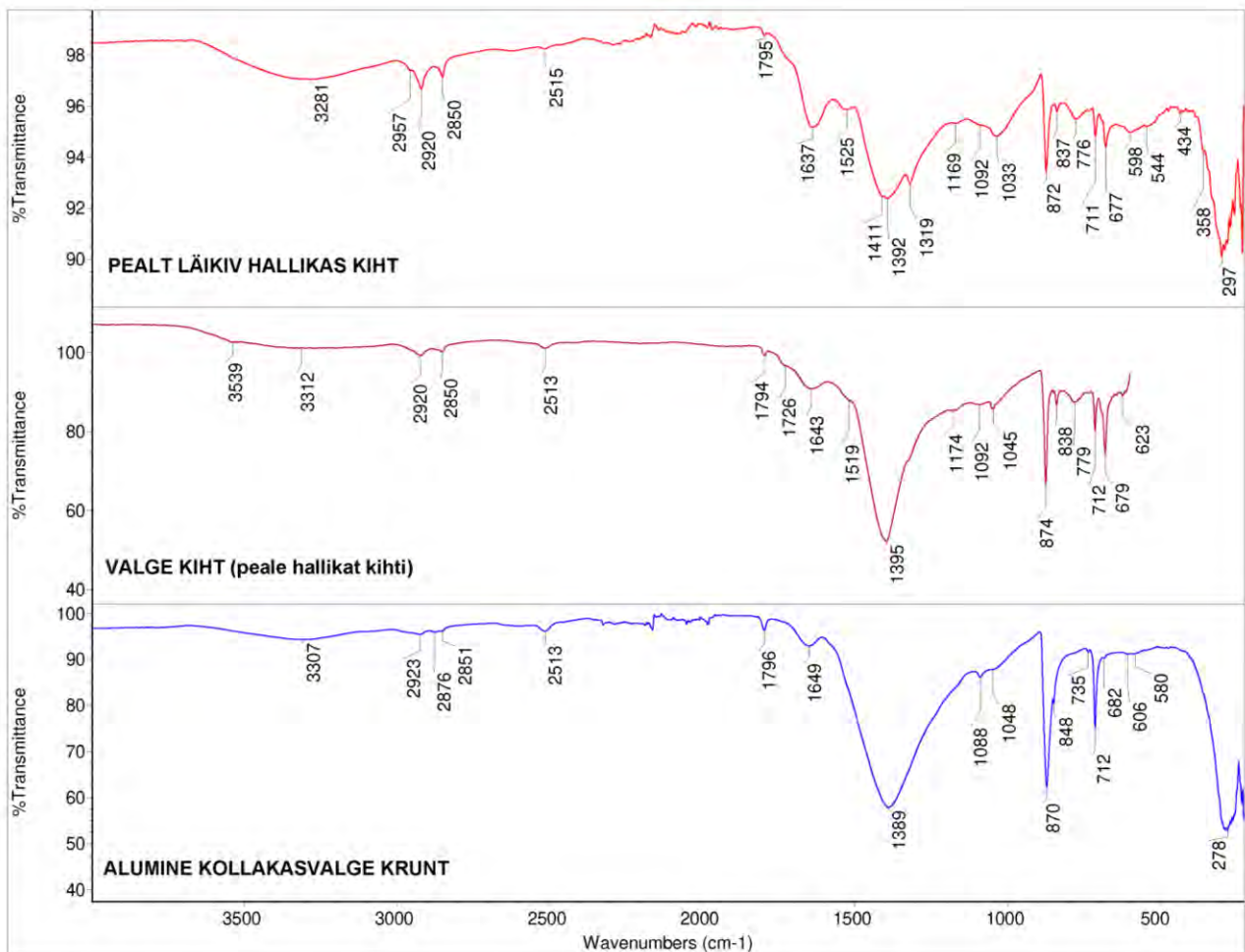
Pigment	Pliivalge: 3539, vahemikus 1430-1370, 1045, 838, 779, 679	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1794, vahemikus 1430-1370, 874, 712	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Sideaine	Estri-tüüpi aine (võib olla): 3312, 2920, 2850, 1726, 1174, 1092 Valguline aine (võib olla): 1643, ~1519	

Valge kiht sisaldab pliivalget, kriiti ja sideainena estri-tüüpi ainet (võib olla õli). Võib olla on veel valgulise aine jälgi.

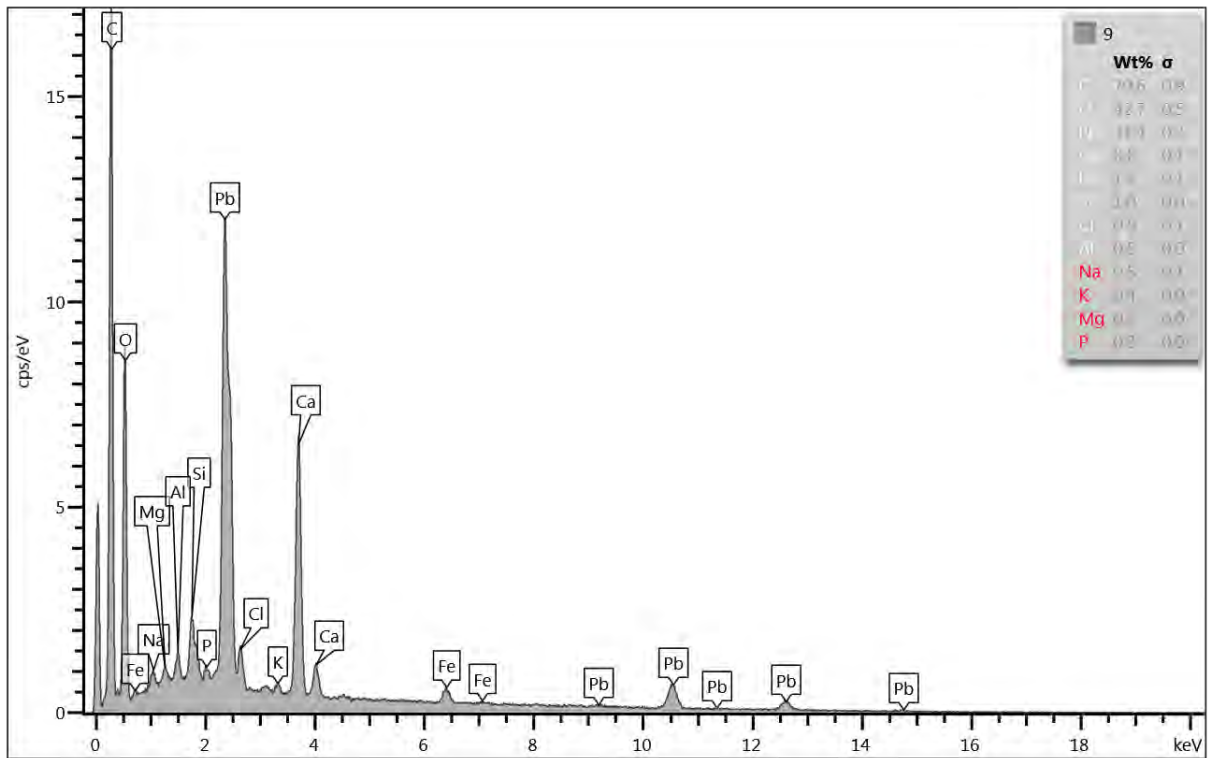
1 - ALUMINE KOLLAKASVALGE KRUNT (kolmas IR spekter Joonisel 8)

Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1388, 870, 712, ~278 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 781	Ei saanud korralikult krunti mõõta.
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3307, 2923-2851, 1649	

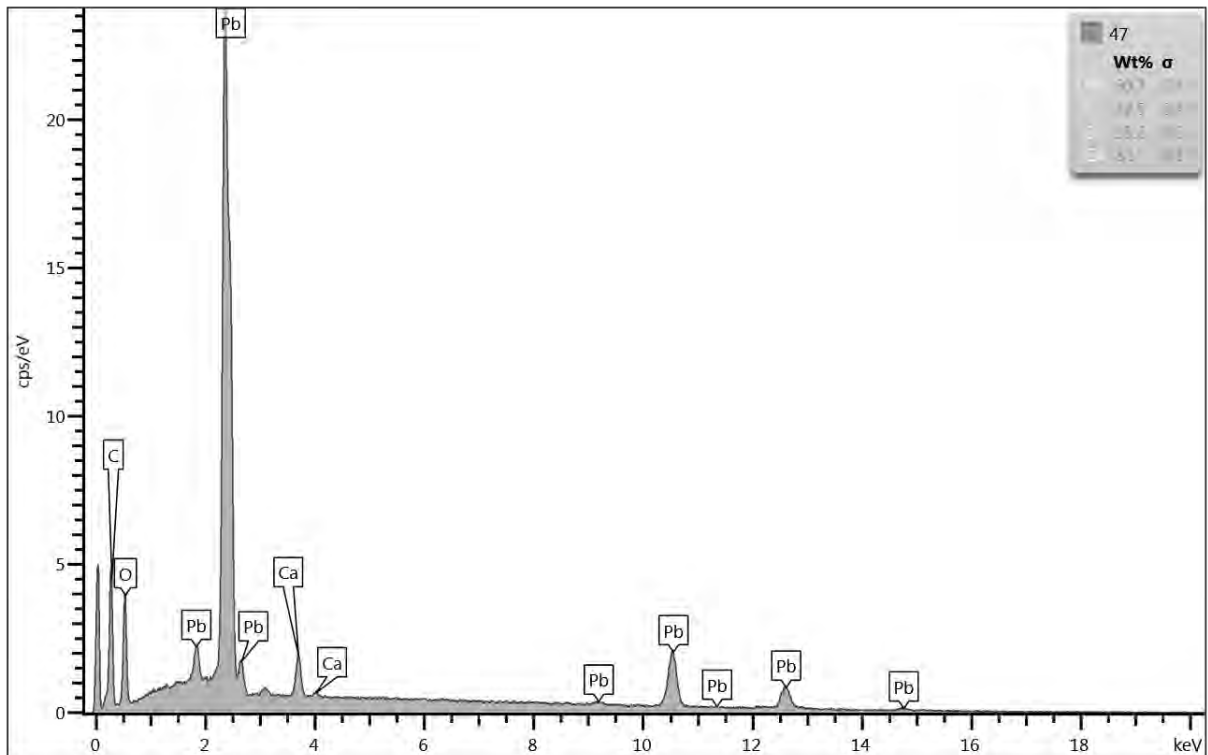
Tegemist on kriidikrundiga, millel on juures silikaatide lisand ning sideaineks on mingi valguline aine (nt loomne liim).



Joonis 8. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



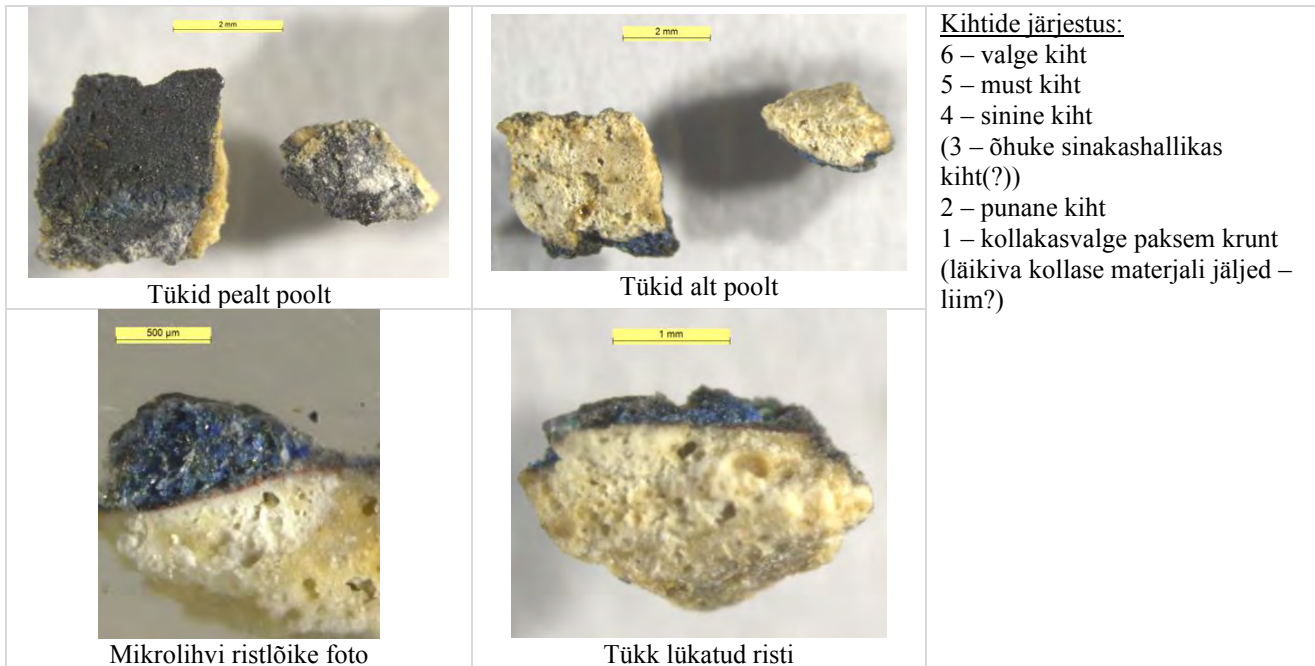
Joonis 9. Pealmise hallika kihi SEM-EDS spekter.



Joonis 10. Halli all oleva valge kihi SEM-EDS spekter.

3.4 Notke 2-4. Korpuse mustalt marmoreeritud pinnalt

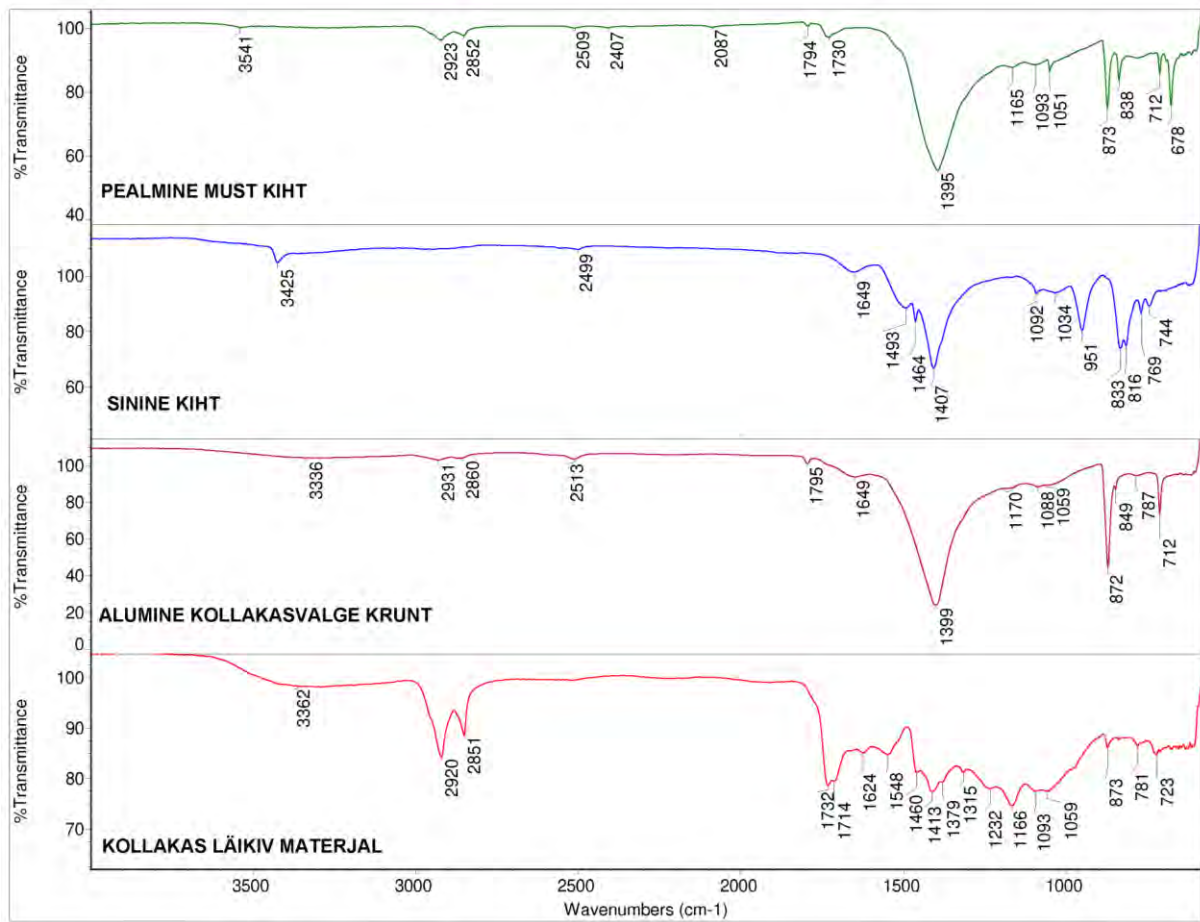
Uuringud optilise mikroskoobiga



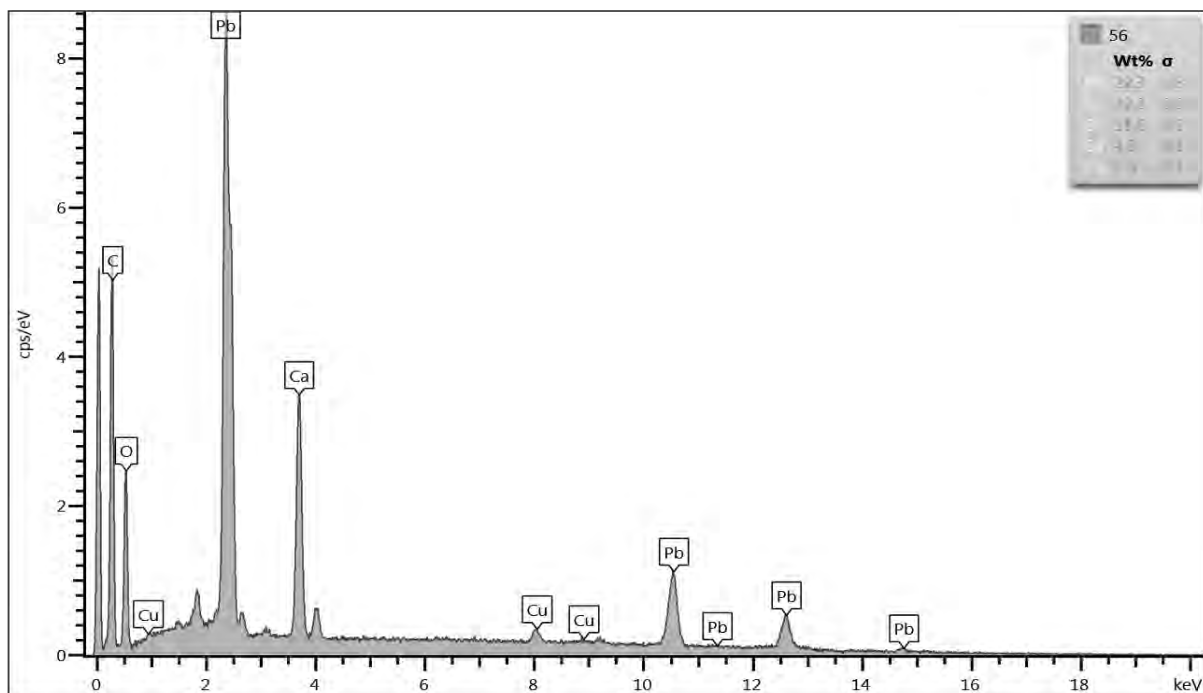
Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
5 – PEALMINE MUST KIHIT (esimene IR spekter Joonisel 11, EDS spekter Joonisel 12)		
Pigmentid	Pliivalge: 3541 vahemikus 1430-1370, 1051, 838, 678 Preisi sinine (võib olla): 2087	Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisand: Cu (tuleb asuriidist)
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: 2509, 1794, vahemikus 1430-1370, 873, 712	
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 2923, 2852, 1730, 1165, 1093	
Pealmine must kiht sisaldab pliivalget ja ka võib olla Preisi sinist (Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃). Täiteainena tuvastati kriit ja sideaineks on mingi estri-tüüpi aine, arvatavasti õli.		
4 - SININE KIHIT (teine IR spekter Joonisel 11, EDS spekter Joonisel 13)		
Pigment	Asuriit: 3425, 1493-744	Asuriit: Cu, C, O
Sideaine	Orgaanilisele ainele iseloomulik neeldumine: 1649	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisandid: Pb, Si, Mg (võivad tulla teistest kihtidest)
Sinine kiht sisaldab pigmendina asuriiti ja lisandina kaltsiumkarbonaati. Sideainet on keeruline selle IR spektri järgi tuvastada.		
2 – PUNANE KIHIT (EDS spekter Joonisel 14)		
Kiht oli liiga õhuke ja ei saanud mõõta.		Punane ooker (arvatavasti): Fe, Si, O Pliivalge ja/või plipunane: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisandid: N, Cu, P, Mg, Cl
Punane kiht sisaldab rauda-sisaldavat materjali (nt punast ookrit), lisanditena on veel juures kas pliivalge või pliipunane (Pb ₃ O ₄), kaltsiumkarbonaat ja silikaatsed lisandid.		
1 – ALUMINE KOLLAKASVALGE KRUNT (kolmas IR spekter Joonisel 11)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1795, 1399, 872, 712 Silikaadid: vahemik 1100-1000, 787	
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3336, 2931, 2860, 1649	
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga 1649 cm ⁻¹ neeldumine vihjab valgulisele ainele (nt loomne liim). Alumisel krundil ja ka mõnede värvikihtide juures on näha		

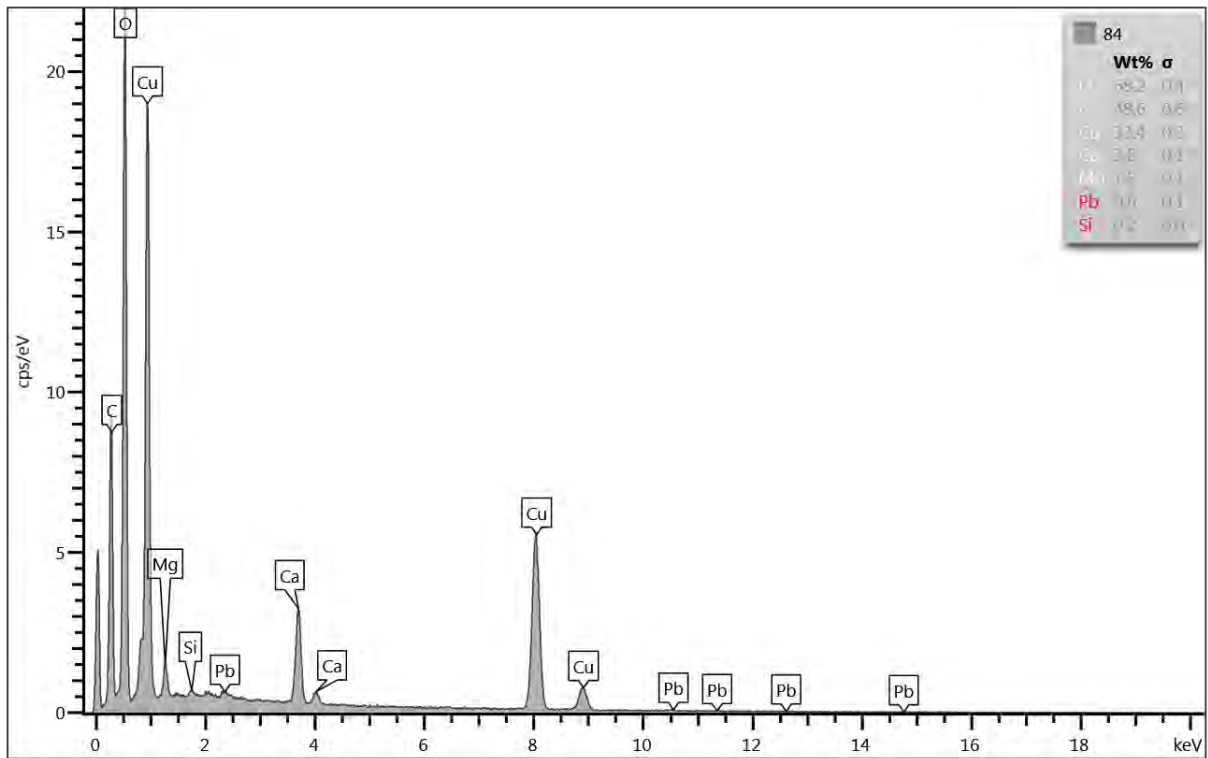
kollakat läikivat kihti. See materjal ka mõõdeti (vt Joonisel 11 alumist spektrit) ja tegemist on arvatavasti õli ja valgulise aine (loomne liim, tempera sideaine, jne) seguga.



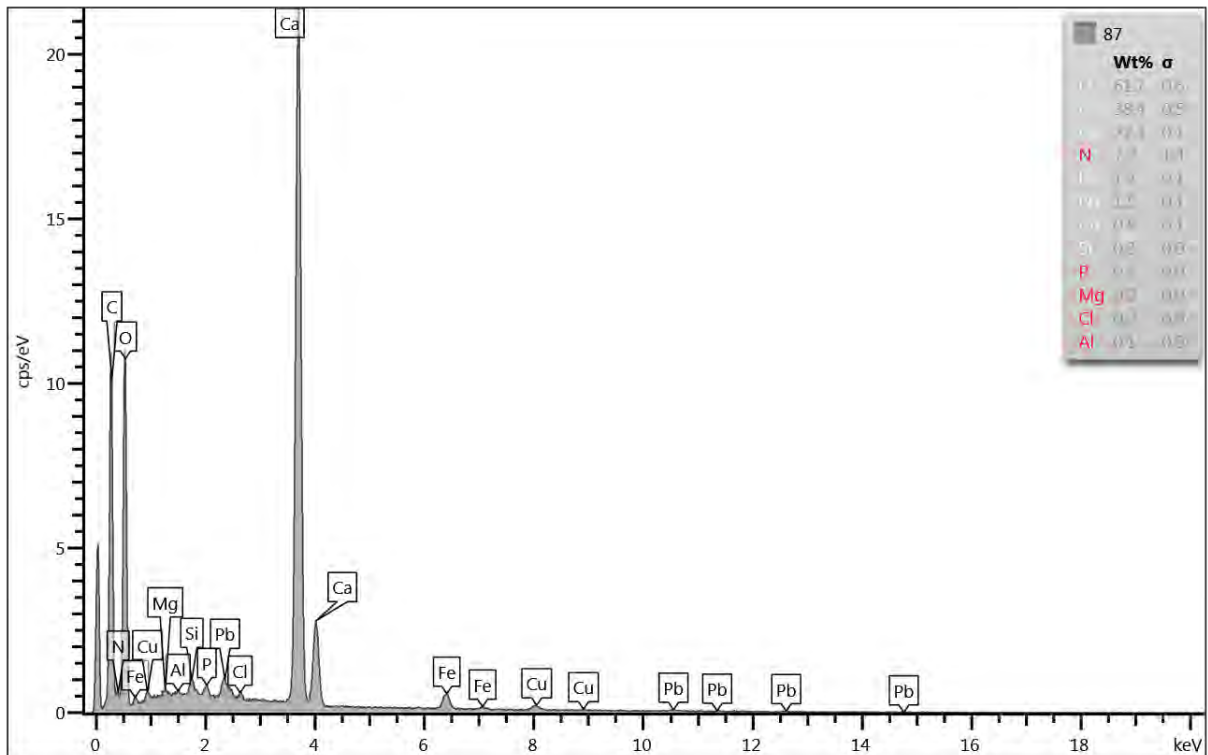
Joonis 11. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 12. SEM-EDS-i spekter mõõdeti mustjalt alalt (ruutmõõtmine).





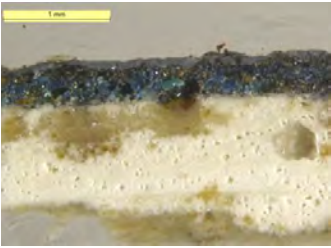
Joonis 13. Sinise kihi SEM-EDS spekter.



Joonis 14. Õhukese punase kihi SEM-EDS spekter.

3.5 Notke 2-5. Korpuse mustalt marmoreeritud pinnalt (roostes naelapealt)

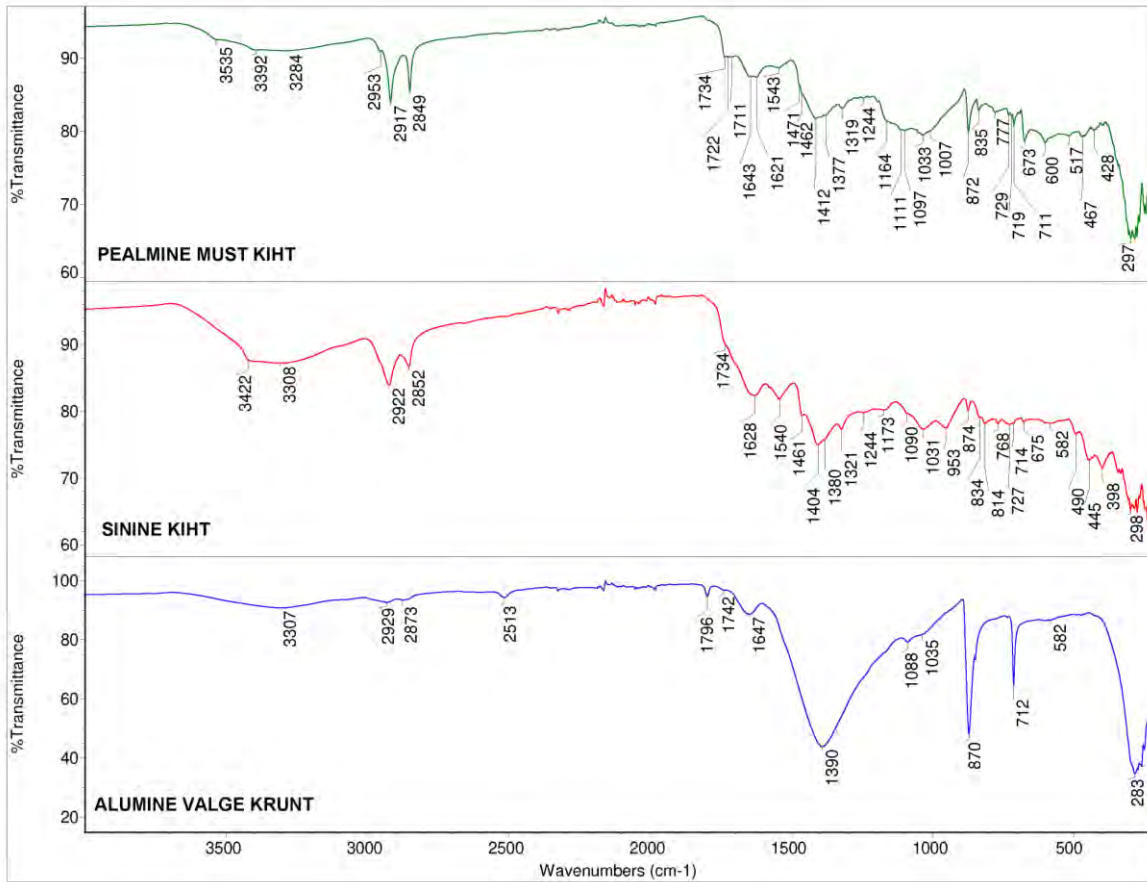
Uuringud optilise mikroskoobiga

		<p>Kihtide järjestus: 5 – pruunjasmust kiht 4 – sinine kiht (rohelistest teradega) 3 – valge paksem krunt (kollakad laigud sees) 2 – kollakas materjal (määrduvad valge krunt?) 1 – läikiv tumekollane materjal 0 – punane määrduvad materjal, roostes nael (juures pruunikas, hallikas materjal ja kiud)</p>
<p>Tükk pealt poolt</p>	<p>Tükk alt poolt</p>	
		
<p>Mikrolihvi ristlõike foto</p>		

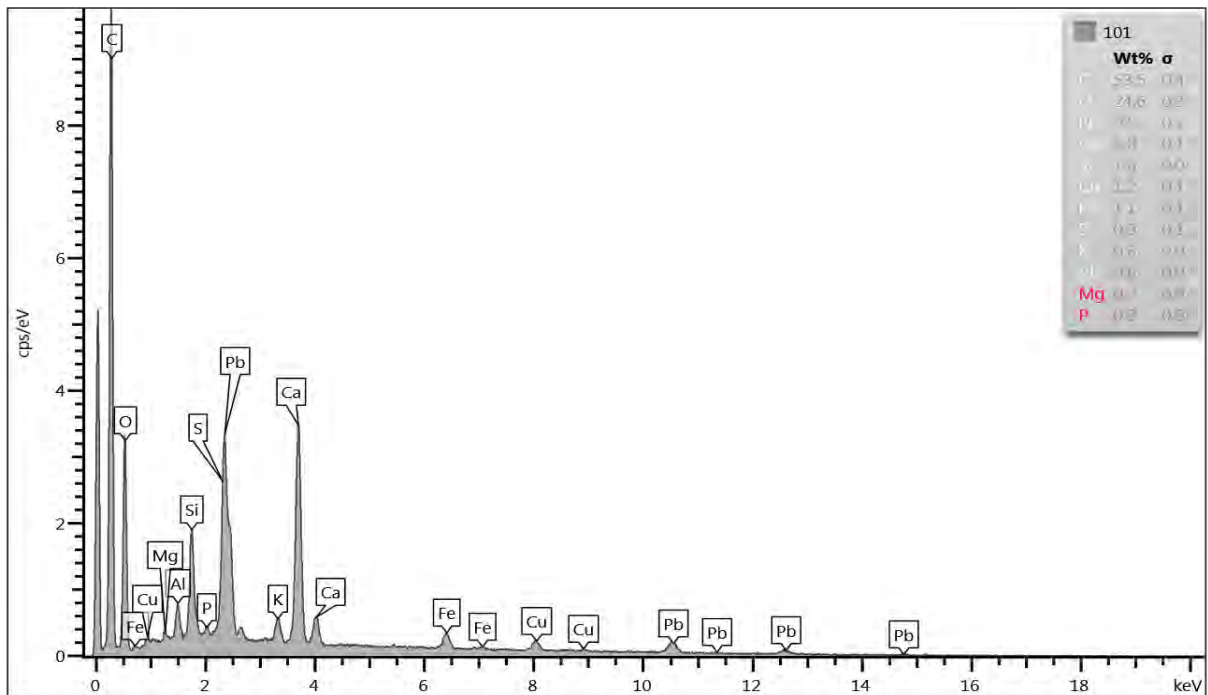
Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
5 – PEALMINE MUST KIHIT (esimene IR spekter Joonisel 15, EDS spektrid Joonistel 16 ja 17)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, 835, 777, 673	Fe-sisaldav materjal (võib olla mingi ooker): Fe, Si, Al, Mg Kips: Ca, S, O Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Smalt: Co, K, Si, O (Ni, As, Fe) Lisandid: vaadates teisi spektreid on mustas kihis veel Zn, P, Cl, jt
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 872, 711, ~297 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 517-428 Kips (võib olla): ~3392, 1621, vahemikus 1200-1000, ~673, 600	
Sideained	Estri-tüüpi aine (õli): vahemikus 3500-3000, 1722, 1711, 1377, 1319, 1244, 1164 Estri-tüüpi aine (vaha): vahemikus 3500-3000, 2953, 2917, 2849, 1734, 1471, 1462, 729, 719 Valguline aine: neeldumine vahemikus 3500-3000, 1643, 1543	
<p>Must kiht on pealt määrduvad. Must kiht sisaldab pliivalget, kriiti, silikaatseid aineid ja kipsi. SEM-EDS-iga tuvastati, et must kiht sisaldab mingit Fe-sisaldavat materjali (võib olla ooker) ja sellist sinist pigmenti nagu smalt (K₂O-SiO₂-CoO). IR spektri põhjal tuvastati valgulisele ainele (tegemist võib olla loomse liimi või tempera sideainega), õlile ja vahale iseloomulikud neeldumised. Tegemist võib olla mesilasvahaga (tunnuseks on lainearvude vahemikus 2917-2849 cm⁻¹ iseloomulik maksimumide kuju (sügav lõhe piikide vahel) ja dublettide esinemine lainearvudel 1471-1462 cm⁻¹ ja 729-719 cm⁻¹. Mesilasvaha ja õli olemasolu kinnitamiseks oleks vaja teha lisauuringuid mõne teise analüüsimeetodiga (nt pürolüüser-GC-MS).</p>		
4 - SININE KIHIT (teine IR spekter Joonisel 15, EDS spekter Joonisel 18)		
Pigmentid	Asuriit: 3422, 1461, ~1404, 953, 834, 814, 768, 490-398 Pliivalge (jäljed): vahemikus 1430-1370, 675	Asuriit: Cu, C, O Kaltsiumkarbonaat: Pb, C, O
Täiteained/ lisandid	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 874, 714, ~298 Silikaadid: 1031, 582	
Sideained	Valguline aine: vahemikus 3500-3000, 1628, 1540 Estri-tüüpi aine (jäljed): 2922, 2852, ~1734, 1164 - 1173, 727 Võib olla mingi oksalaat (nt kaltsiumoksalaat): 1645, 1321	
<p>Sinine kiht sisaldab asuriiti ja sideainena valgulist ainet. Lisanditena on proovis juures pliivalget, kaltsiumkarbonaati, silikaate ning mingi estri-tüüpi aine jälgi.</p>		
3 – VALGE PAKSEM KRUNT (kolmas IR spekter Joonisel 15)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1390, 870, 712, ~283 Silikaadid: vahemik 1100-1000, 582	

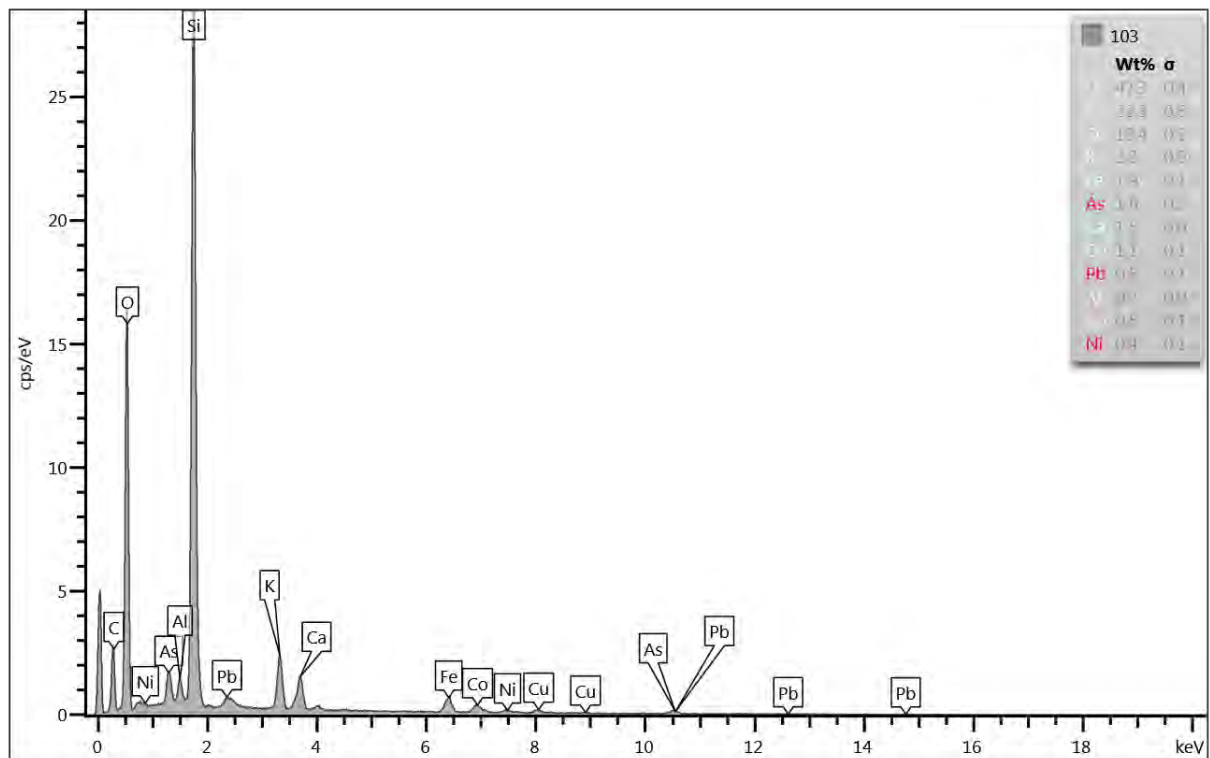
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3307, 2929, 2873, 1647
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga 1647 cm ⁻¹ neeldumine vihjab valgulisele ainele (nt loomne liim).	



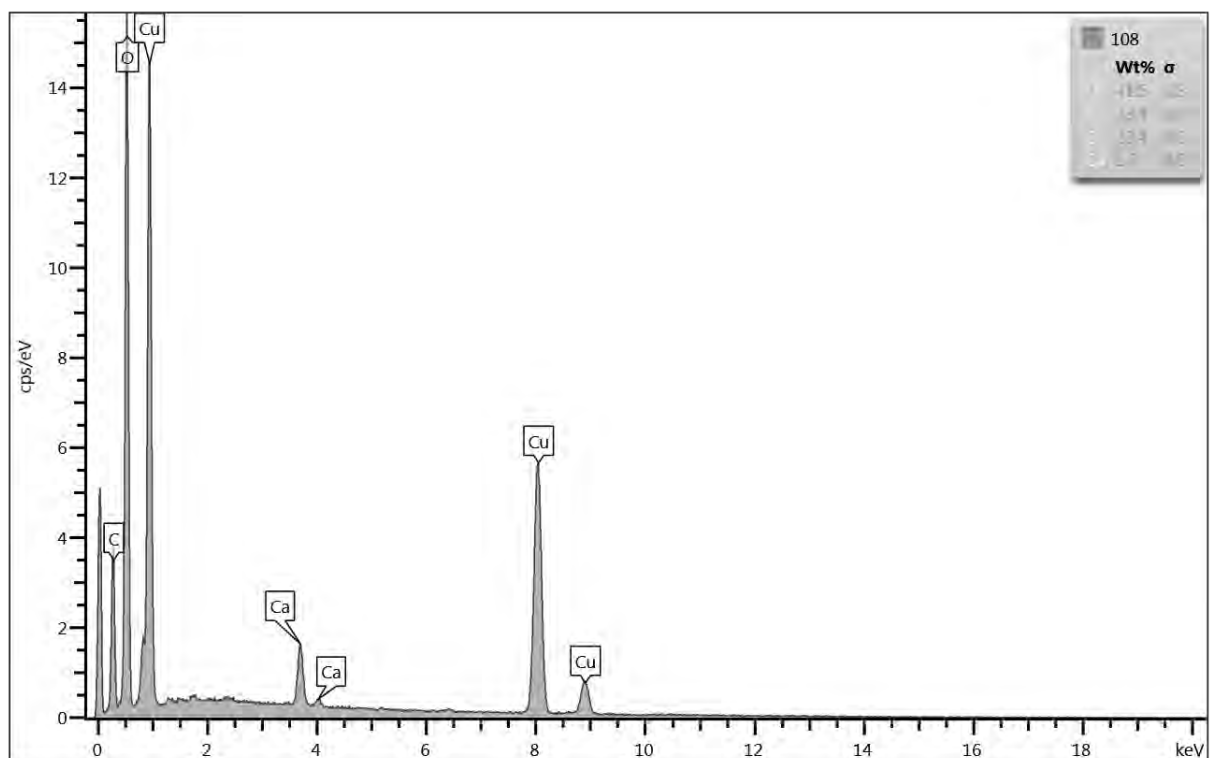
Joonis 15. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 16. Pealmise musta kihi SEM-EDS spekter.



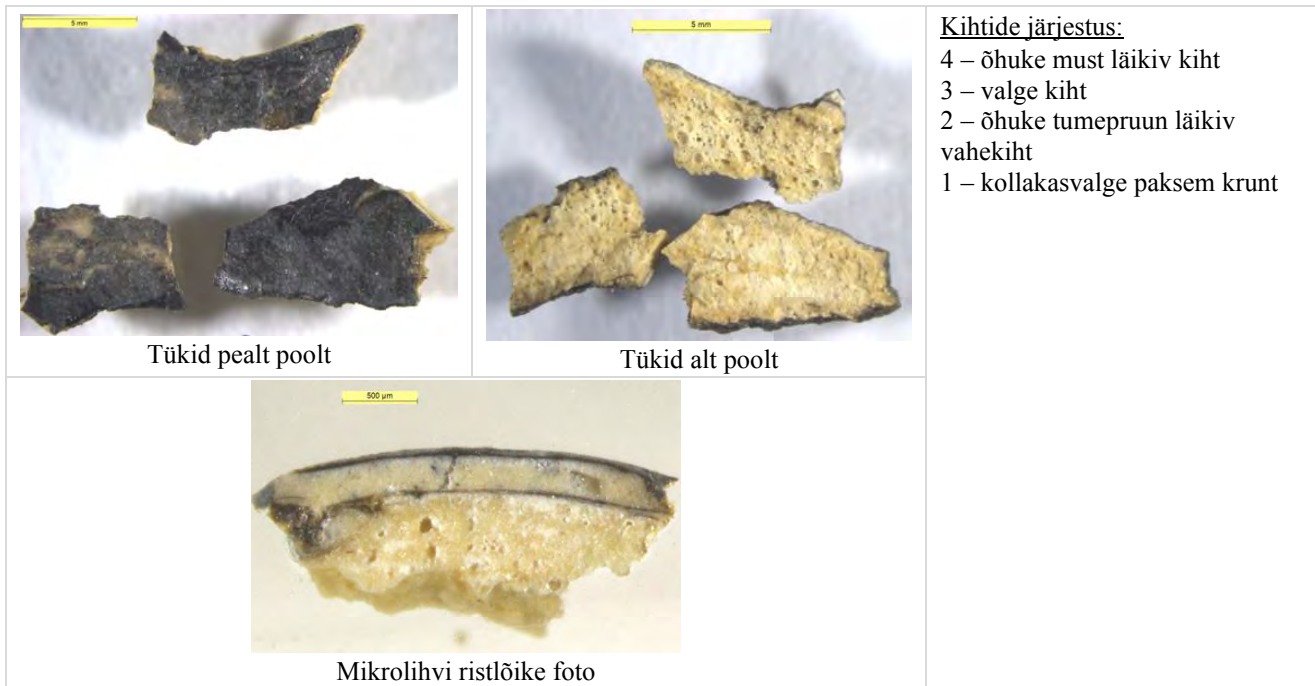
Joonis 17. Mustas kihis smalti SEM-EDS spekter.



Joonis 18. Sinise kihi SEM-EDS spekter.

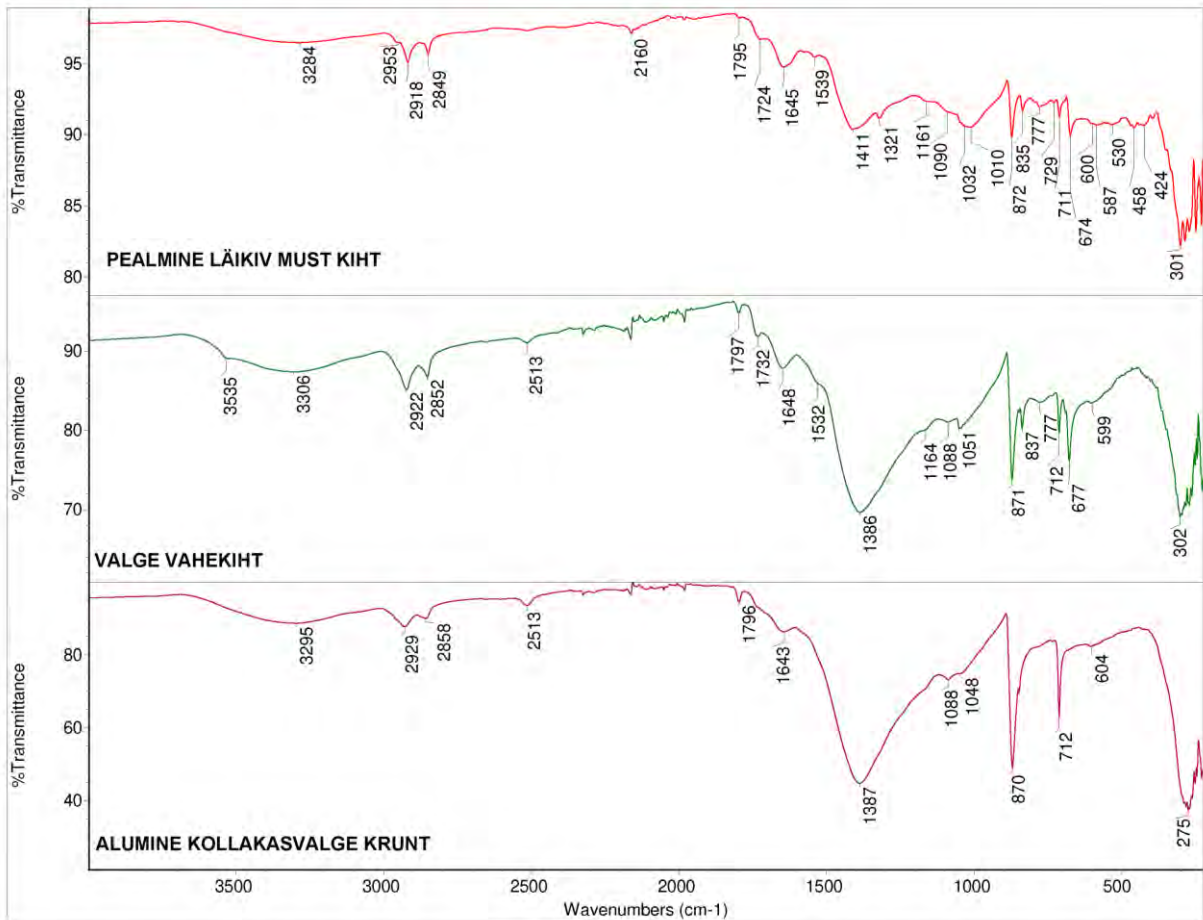
3.6 Notke 2-6. Korpuse must marmoreering valgel

Uuringud optilise mikroskoobiga

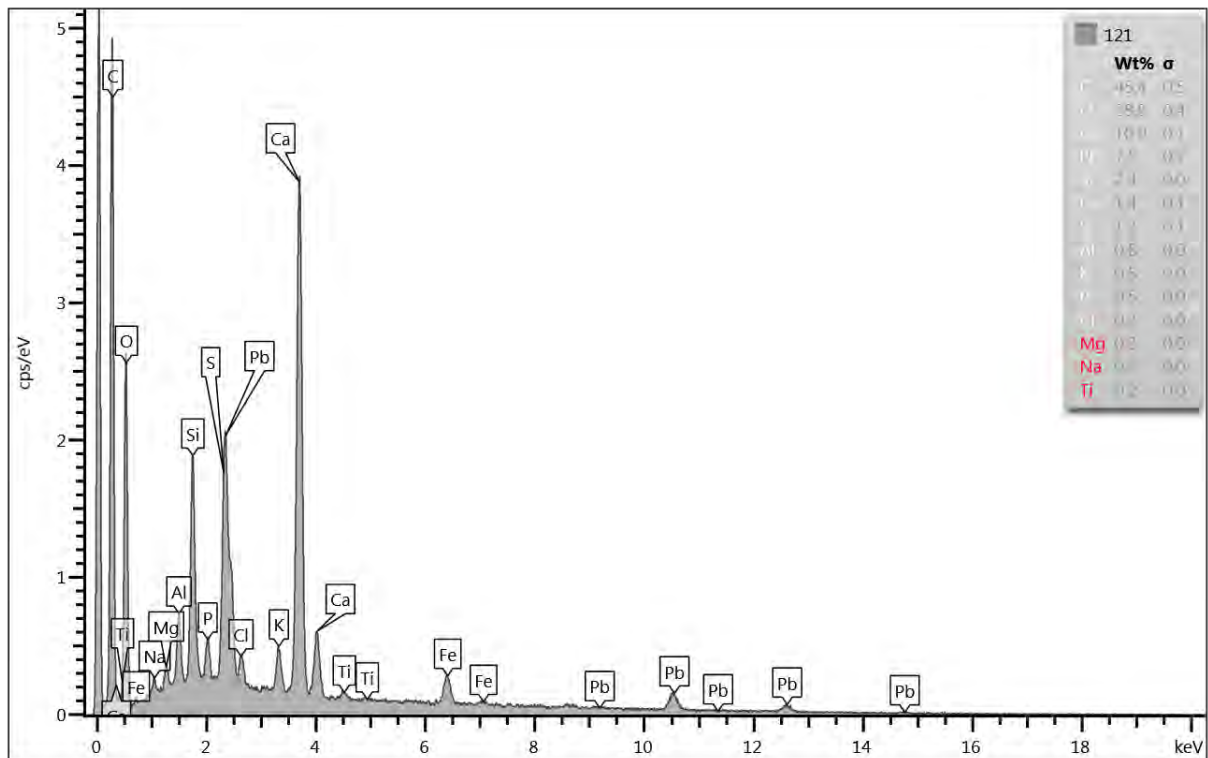


Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
4 – PEALMINE MUST KIIHT (esimene IR spekter Joonisel 19, EDS spektrid Joonistel 20 ja 21)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, 835, 777, 674	Fe-sisaldav materjal (võib olla mingi ooker): Fe, Si, Al, Mg Kips: Ca, S, O Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Smalt: Co, K, Si, O (Ni, As, Fe) Lisandid: vaadates teisi spektreid on mustas kihis veel Zn, P, Cl, Ti, Na
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: 1795, vahemikus 1430-1370, 872, 711, ~301 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 530-424	
Sideaine	Estri-tüüpi ained (nt õli, vaha): vahemikus 3500-3000, 2953-2849, 1724, 1321, 1161, 1090, 729 Valguline aine (võib olla): vahemikus 3500-3000, 1645, 1539	
Must kiht sisaldab pliivalget, kriiti, mingit Fe-sisaldavat materjali (võib olla mõnda ookerit), kipsi ja valgulisi aineid (tegemist võib olla loomse liimi või tempera sideainega). IR spektri põhjal tuvastati veel õlile ja vahale iseloomulikud neeldumised ning EDS spektri järgi smalti.		
3 - VALGE KIIHT (teine IR spekter Joonisel 19, EDS spekter Joonisel 22)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, ~1051, 837, 777, 677	Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1797, vahemikus 1430-1370, 871, 712, ~302 Silikaatide jäljed: 1100-1000	
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 2922, 2852, 1732, 1164 Valguline aine (võib olla): vahemikus 3500-3000, 1648, 1532	
Valge kiht sisaldab pliivalget, kriiti, silikaatide jälgi ja sideainena estri-tüüpi ainet (võib olla õli). Võib olla on veel valgulise aine jälgi.		
1 – ALUMINE KOLLAKASVALGE KRUNT (kolmas IR spekter Joonisel 19)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1387, 870, 712, ~275 Silikaadid: vahemik 1100-1000	
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3295, 2929, 2858, 1643	
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga 1643 cm ⁻¹ neeldumine vihjab valgulisele ainele (nt loomne liim).		



Joonis 19. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 20. Musta kihi SEM-EDS spekter.

3.7 Notke 3-1. Maarja skulptuuri huulelt

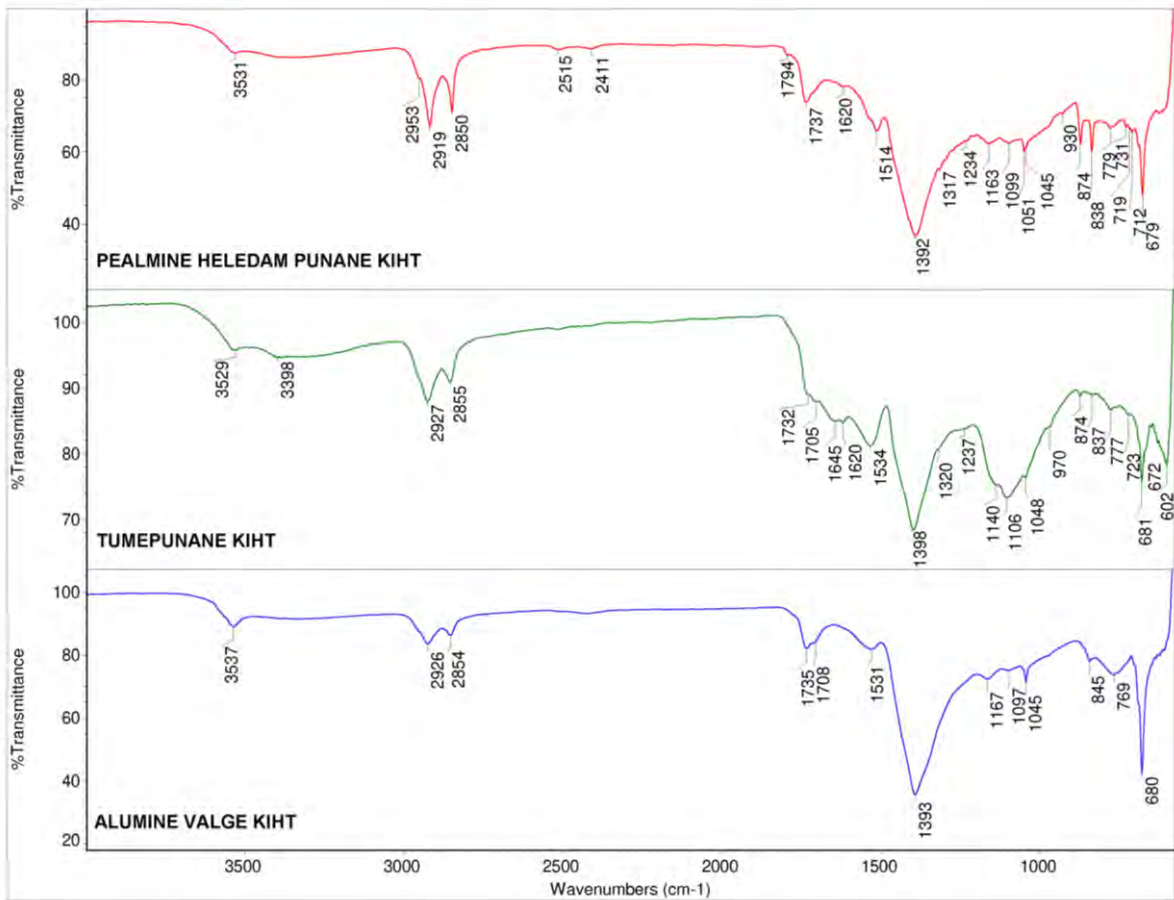
Uuringuteks saadi tillukesed proovikübemed ja see seadis kasutatavatele analüüsimeetoditele piirangud (analüüse ei saanud teha ATR-FT-IR spektromeetriga). Gripikott lõigati katki ja sealt võetud imepisiike tükike analüüsiti ainult ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS-iga.

Uuringud optilise mikroskoobiga

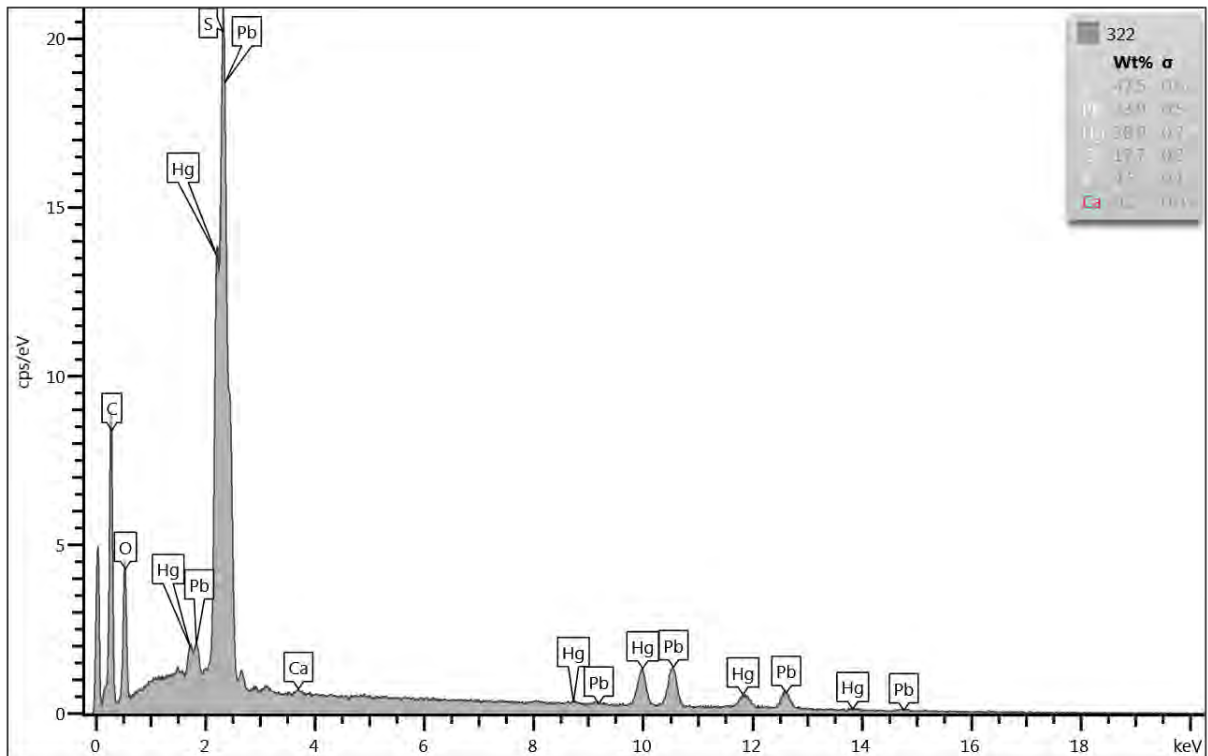
		<p><u>Kihtide järjestus:</u> 3 – heledam punane kiht 2 – tumepunane (purpurpunane) kiht 1 – valge kiht (kergelt kollaka tooniga)</p>
<p>Mikroskoobi pilt läbi gripikoti</p>		
	<p>Tükk pealt poolt</p>	
	<p>Tükk alt poolt</p>	

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

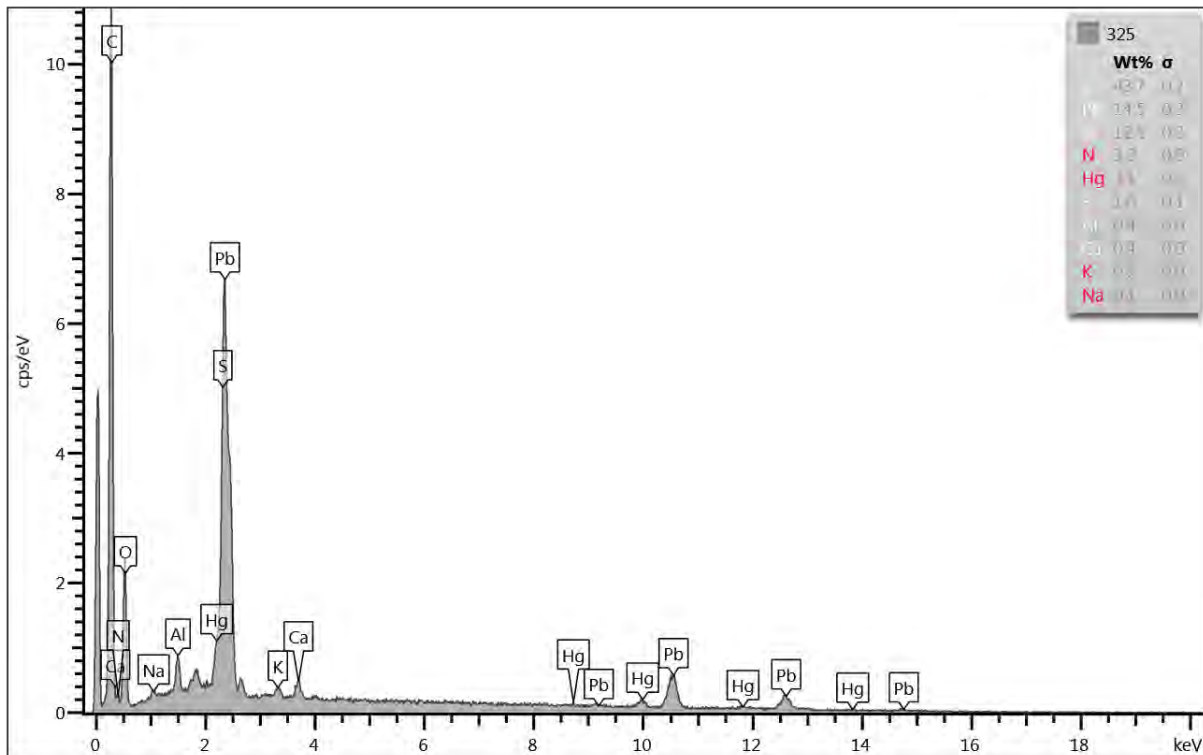
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
3 – HELEDAM PUNANE KIHIT (esimene IR spekter Joonisel 23, EDS spekter Joonisel 24)		
Pigmentid/ täiteained	Pliiivalge: 3531, vahemikus 1430-1370, 1045, 838, 779, 679 Kaltsiumkarbonaat: 2515, 1794, vahemikus 1430-1370, 874, 712	Kinaver: Hg, S Pliiivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Sideaine	Estri-tüüpi aine (nt õli, vaha): 2953, 2919, 2850, 1737, 1514, 1317-1051, 731, 719	
Heledam punane kiht sisaldab punase pigmentina kinaveri (HgS) ja lisaks veel pliivalget, ja kriiti. Sideaineks on mingi estri-tüüpi aine, arvatavasti õli. Lisaks tuvastati IR spektris vahale vihjavad neeldumisi (2955-2850 cm ⁻¹ vahemikus olevate piikide kuju ja 731 cm ⁻¹ ning 719 cm ⁻¹ neeldumiste esinemine).		
2 - TUMEPUNANE KIHIT (purpurpunane?) (teine IR spekter Joonisel 23, EDS spekter Joonisel 25)		
Pigment	Pliiivalge: vahemikus 1430-1370, 1048, 837, 777, 681 Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 874 Kips: 3529, ~3398, vahemikus 1200-1000, 672, ~602	Kinaver: Hg, S Pliiivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Sideaine	Estri-tüüpi aine (nt õli): 2927, 2855, 1732, 1705, ~1532, 1237, 723 Valguline aine (võib olla): 1645, ~1532	Lisandid: Al, Na, K, N, (Si)
Tumepunane kiht sisaldab punase pigmentina arvatavasti kinaveri, lisaks veel pliivalget, kriiti ja kipsi. Sideaineks võib olla õli ja juures võib olla valgulise aine (nt loomne liim) jälgi.		
1 - VALGE KIHIT (kergelt kollakas toon) (kolmas IR spekter Joonisel 23)		
Pigment	Pliiivalge: 3537, 1393, 1045, 845, 769, 680	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (õli): 2926, 2854, 1735, 1708, 1531, 1167, 1097	
Valge kiht sisaldab pliivalget ja sideainena arvatavasti õli.		



Joonis 23. Proovitüki erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 24. Heledama punase SEM-EDS spekter.



Joonis 25. Tumepunase kihi SEM-EDS spekter.

3.8 Notke 3-2. Maarja skulptuuri laubalt

Uuringuteks saadi imepisikesed proovikübemed ja see seadis kasutatavatele analüüsimeetoditele piirangud (analüüse ei saanud teha ATR-FT-IR spektromeetriga. Tillukesi tükikesed analüüsiti ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS-iga.

Uuringud optilise mikroskoobiga

		<p>Keeruline on aru saada, millised on tükide pealmised värvikihid ja millised alumised.</p>
<p>Tükid ühelt poolt</p>	<p>Tükid teiselt poolt</p>	<p><u>Oletatav kihtide järjestus:</u> 4 – läikiva pruunika materjali jäljed 3 – kergelt läikiv heleroosa kiht (või valge kiht üksikute tillukeste punaste teradega) 2 – õhuke pruun vahekiht 1 – kergelt läikiv heleroosa kiht (või valge kiht veidi suuremate punaste teradega)</p>

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
3 – HELEROOSA KIHIT (valges kihis tillukesed punased terad) (esimene IR spekter Joonisel 26, EDS spekter Joonisel 27)		
Pigment	Pliivalge: 3533, 1384, ~1051, 837, 779, 677	Kinaver: Hg, S
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 2928, 2856, 1729, 1712, 1167, 1103	Pliivalge: Pb, C, O Lisand: Ca

Töö teostajad:

Heleroosa kiht sisaldab pigmentidena kinaveri ja pliivalget ning sideainena arvatavasti õli. Lisaks oli IR spektris väga madala intensiivsusega kriidi neeldumine, mis viitab lisandile/ mustusele, mõnest teisest kihist. Heleroosal kihil pealmine läikiv pruunikas materjal (liim või lakk?) sisaldab lisaks pliipunasele (võib tuleneda roosast kihist) mingit valgulist ainet (nt loomne liim või tempera sideaine), estri-tüüpi ainet (võib olla õli), kaltsiumkarbonaati, võib olla ka silikaate ja tundmatut ainet, mis annab neeldumismaksimumi 2339 cm⁻¹ juures.

2 – ÕHUKE PRUUN VAHEKIHT (teine IR spekter Joonisel 26)

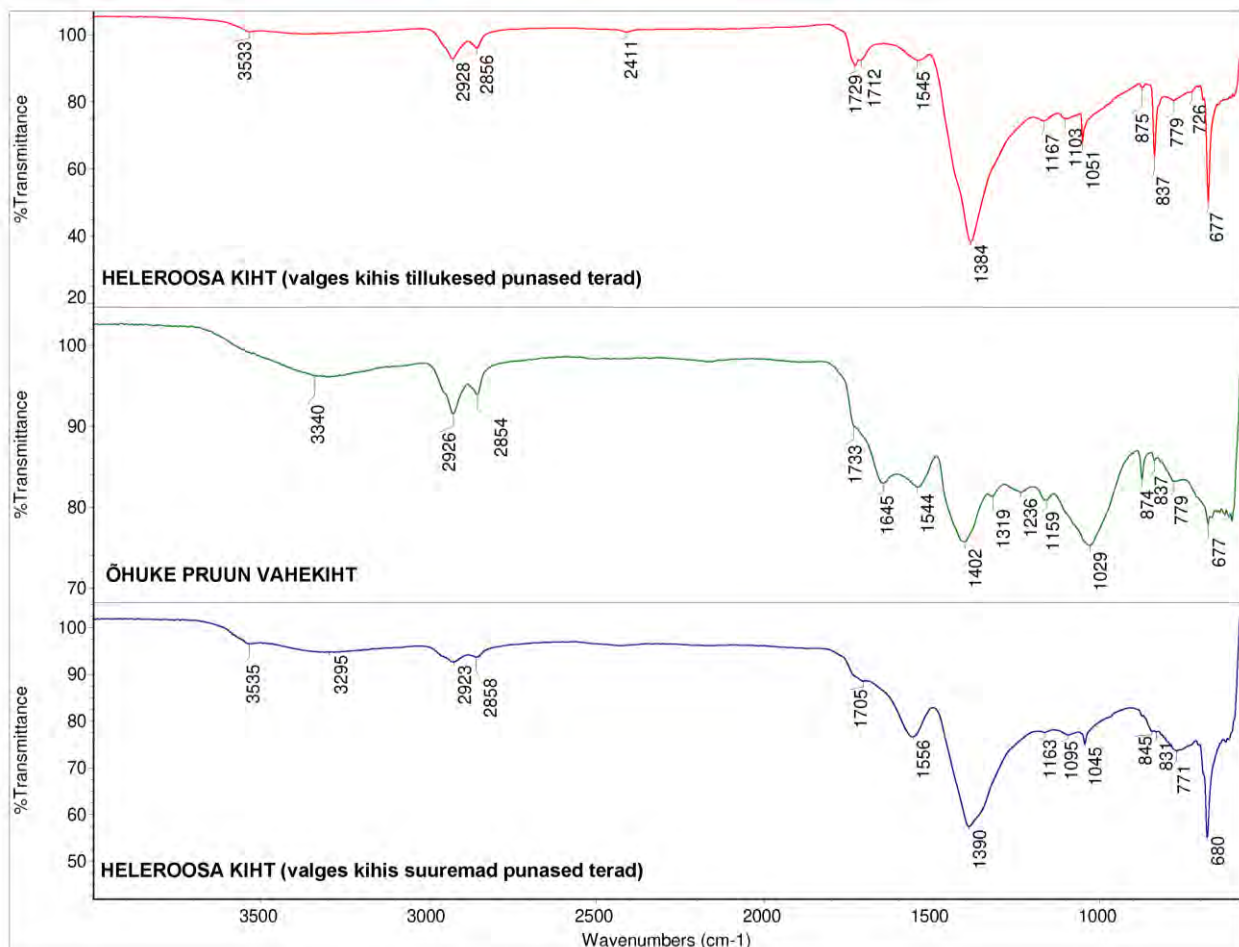
Pigment	Pliivalge: vahemikus 1430-1370, 837, 779, 677
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 874 Silikaadid (võib olla): vahemikus 1030-1000
Sideaine	Valguline aine: vahemikus 3500-3000, 1645, 1544 Estri-tüüpi aine (võib olla õli): vahemikus 3500-3000, 2926, 2854, 1733, 1319-1159

Õhuke läikiv pruun vahekiht sisaldab mingit estritüüpi ainet (võib olla õli), valgulist ainet (tegemist võib olla loomse liimi või tempera sideainega), pliivalge, kaltsiumkarbonaat ja võib olla silikaatseid aineid (mingi pruun ookri või umbra). Samas üsna intensiivsed neeldumised lainearvude vahemikus 3500-3000 cm⁻¹ (O-H neeldumine) ja 1100-1000 cm⁻¹ vahemikus võivad ka vihjata, et uuritav kiht võib sisaldada veel mingit süsivesikut (nt mesi, kummiaraabik jt polüsahhariidid). Selle selgitamiseks oleks vaja lisaproovi ja uuringud teostada teise analüüsimeetodiga.

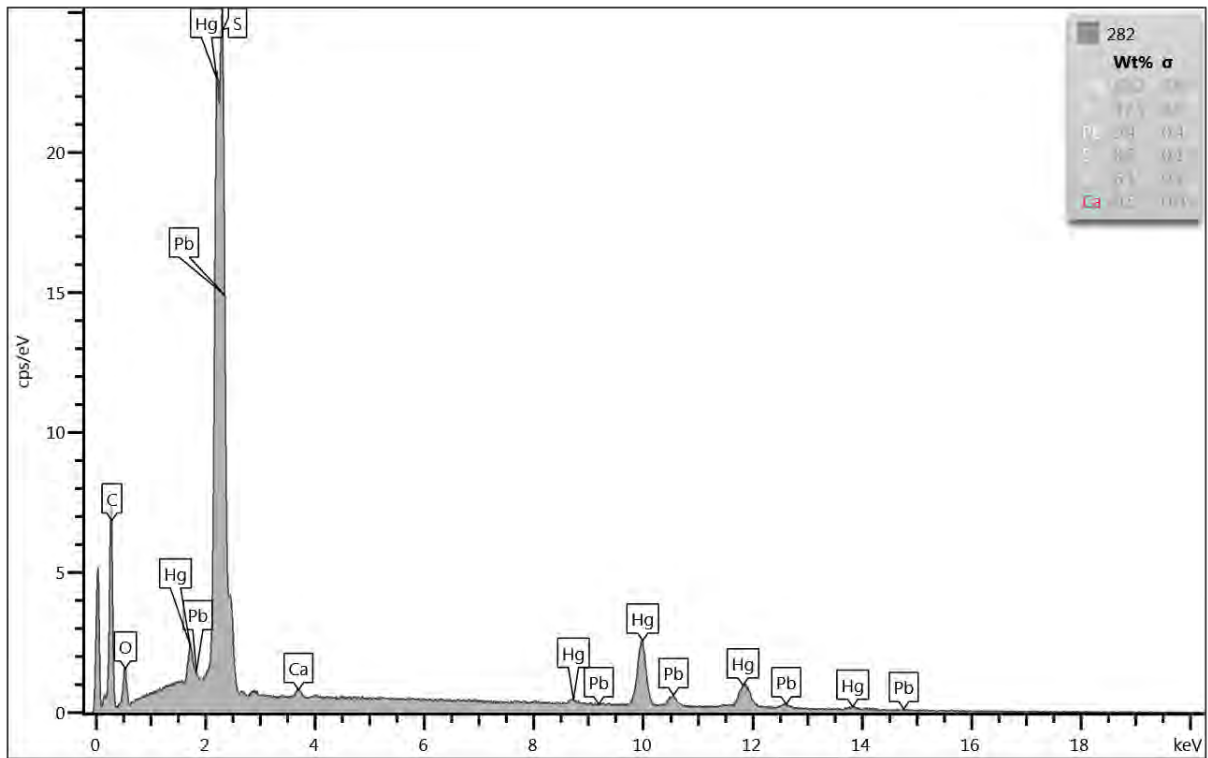
1 - HELEROOSA KIHIT (valges kihis suuremad punased terad) (kolmas IR spekter Joonisel 26, EDS spekter Joonisel 28)

Pigment	Pliivalge: 3533, 1390, 1045, 831, 771, 680	Kinaver: Hg, S
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 3295, 2923, 2858, 1705, (1556), 1163, 1095	Pliivalge: Pb, C, O Lisand: Ca

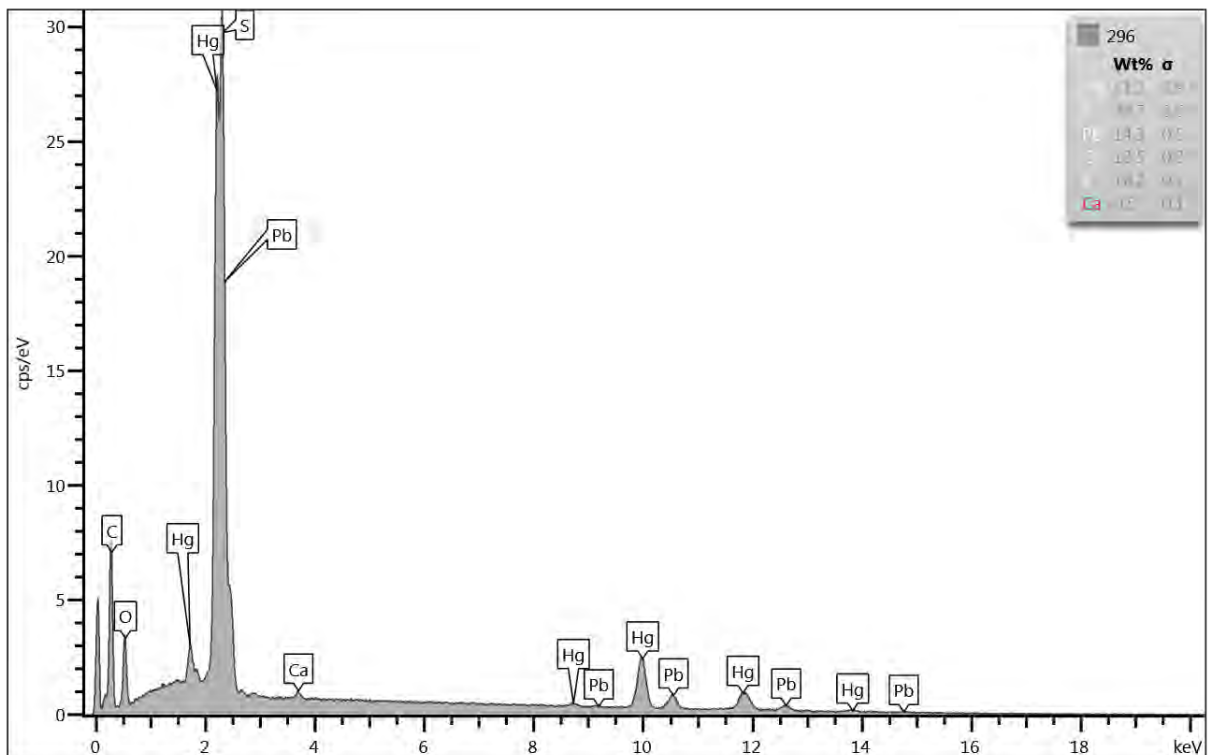
Heleroosa kiht sisaldab pigmentidena kinaveri ja pliivalget ning sideainena arvatavasti õli.



Joonis 26. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 27. Heleroosa (valges kihis tillukesed punased terad) kihi SEM-EDS spekter.

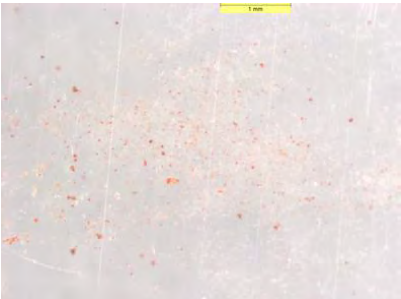
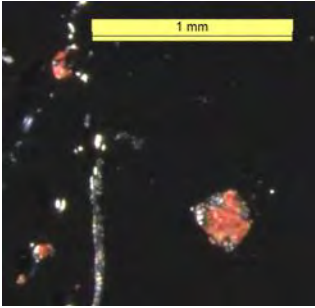


Joonis 28. Heleroosa kihi (valges kihis suuremad punased terad) SEM-EDS spekter.

3.9 Notke 3-3. Maarja skulptuuri huulelt

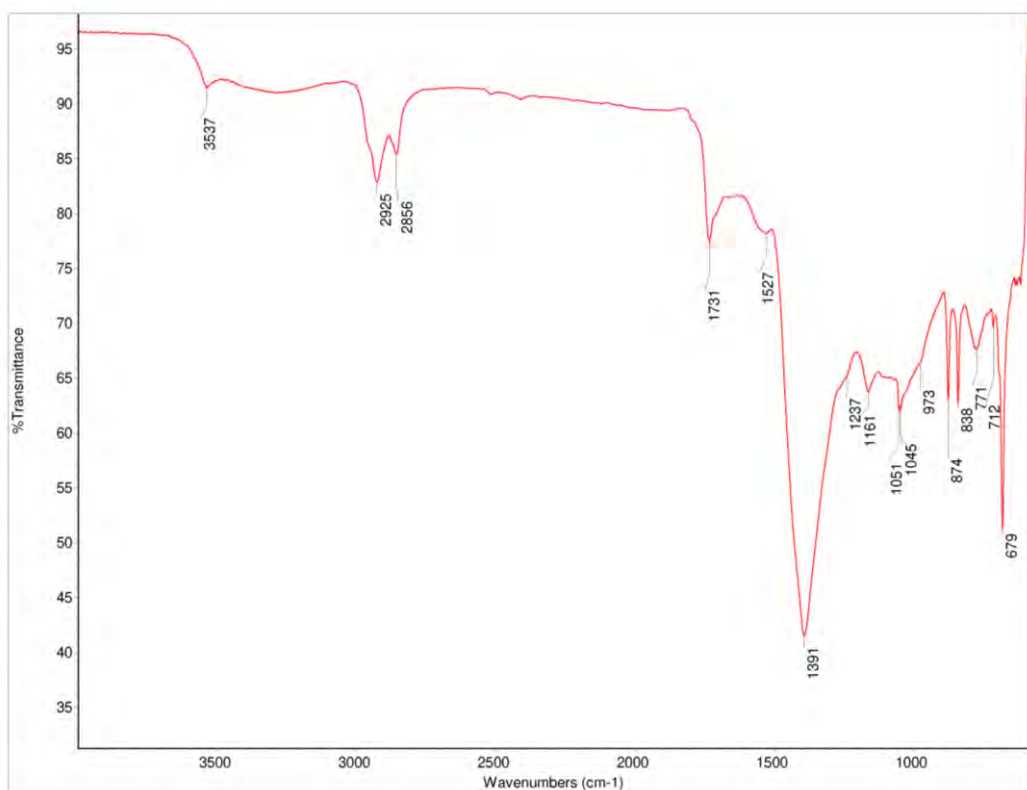
Uuringuteks saadi imepisikesed proovikübemed ja neid polnud võimalik analüüsida ATR-FT-IR spektromeetriga. Analüüsid teostati ainult ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS-iga.

Uuringud optilise mikroskoobiga

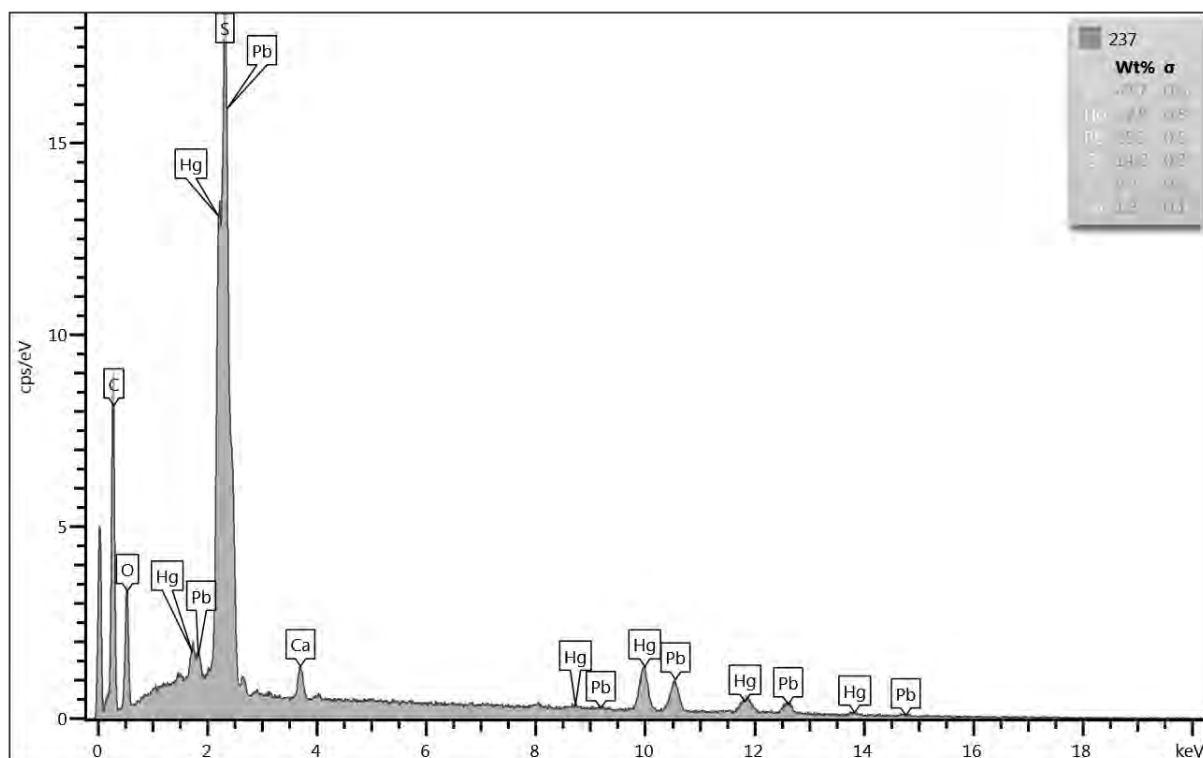
		Gripikotis on imepisikesed punased kübemed. Mõnel punase kihiga kübemetel oli näha teisel pool valget tõenäoliselt krunti.
Mikroskoobi pilt läbi gripikoti	Väikesed kübemed C-kleepsil SEM-EDS analüüsiks	

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm^{-1})		SEM-EDS (elemendid)
HELEDAM PUNANE KIHIT (IR spekter Joonisel 29, EDS spekter Joonisel 30)		
Pigmendid/ täiteained	Pliivalge: 3531, vahemikus 1430-1370, 1045, 838, 771, 679 Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 874, 712	Kinaver: Hg, S Pliivalge: Pb, C, O
Sideaine	Estri-tüüpi aine (nt õli): 2953, 2856, 1731, 1237, 1161	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Punane kiht sisaldab kinaveri, pliivalget ja kaltsiumkarbonaati. Sideaineks on estri-tüüpi aine, arvatavasti õli.		



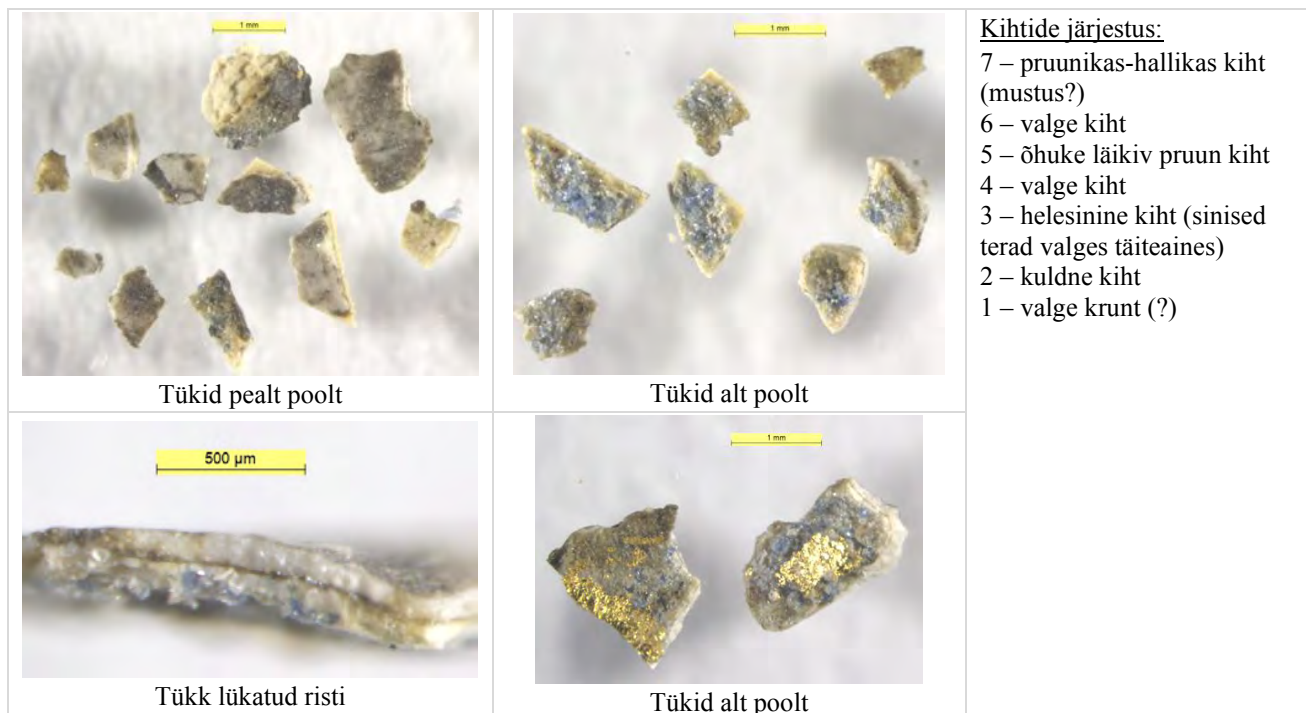
Joonis 29. Punase tüki ATR-FT-IR spekter.



Joonis 30. Punase tüki SEM-EDS spekter.

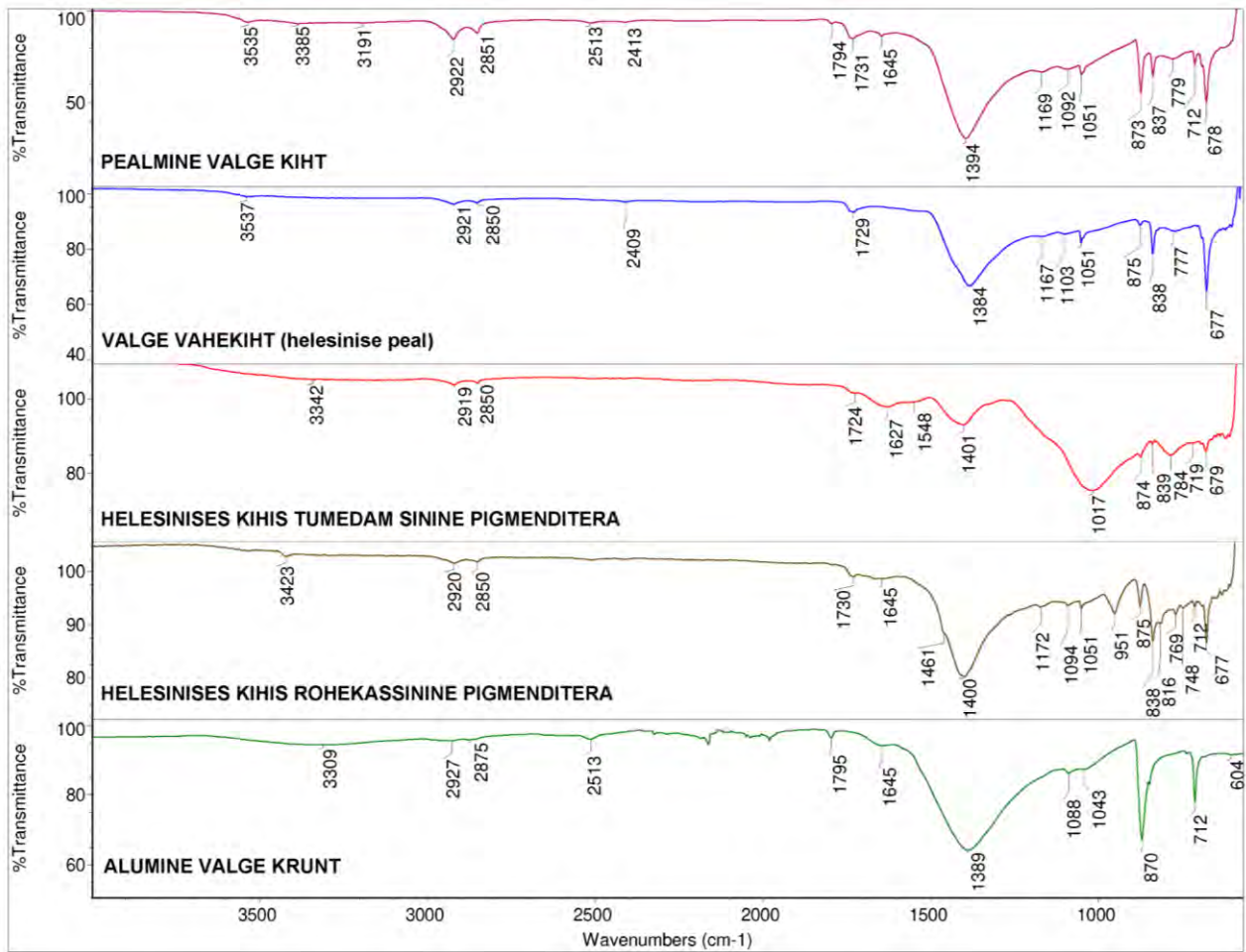
3.10 Notke 3-4. Maarja skulptuuri valgelt rätilt

Uuringud optilise mikroskoobiga

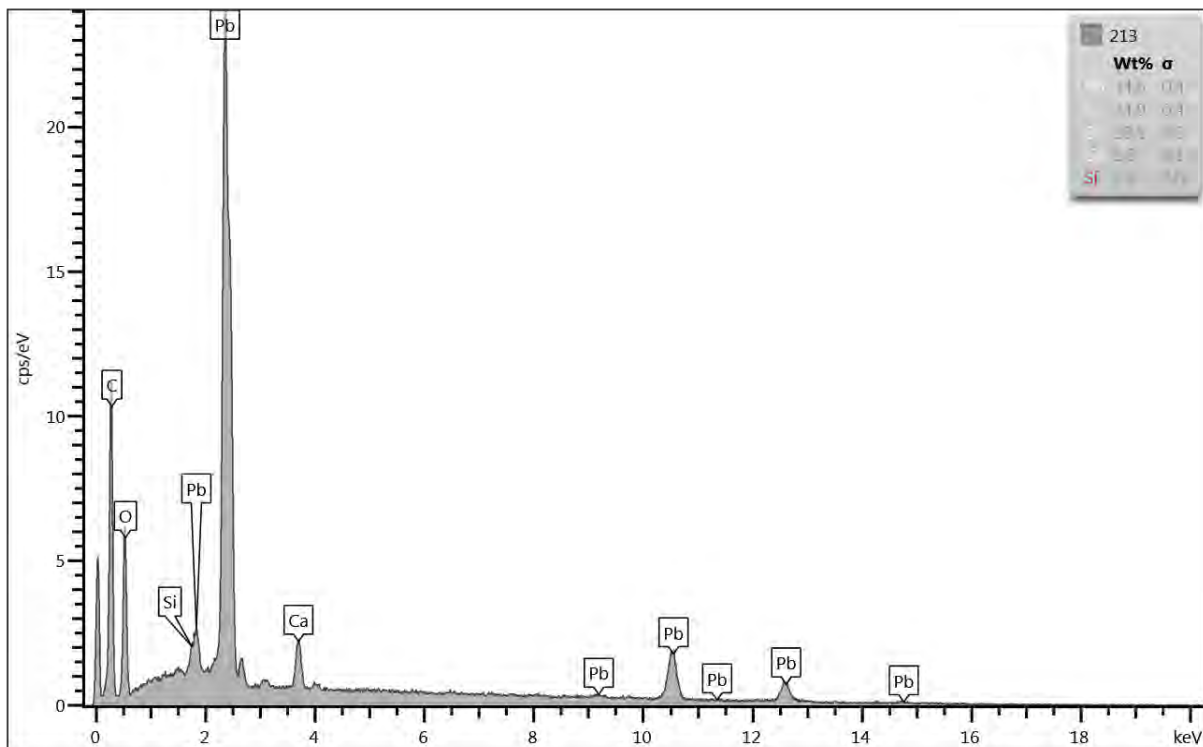


Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

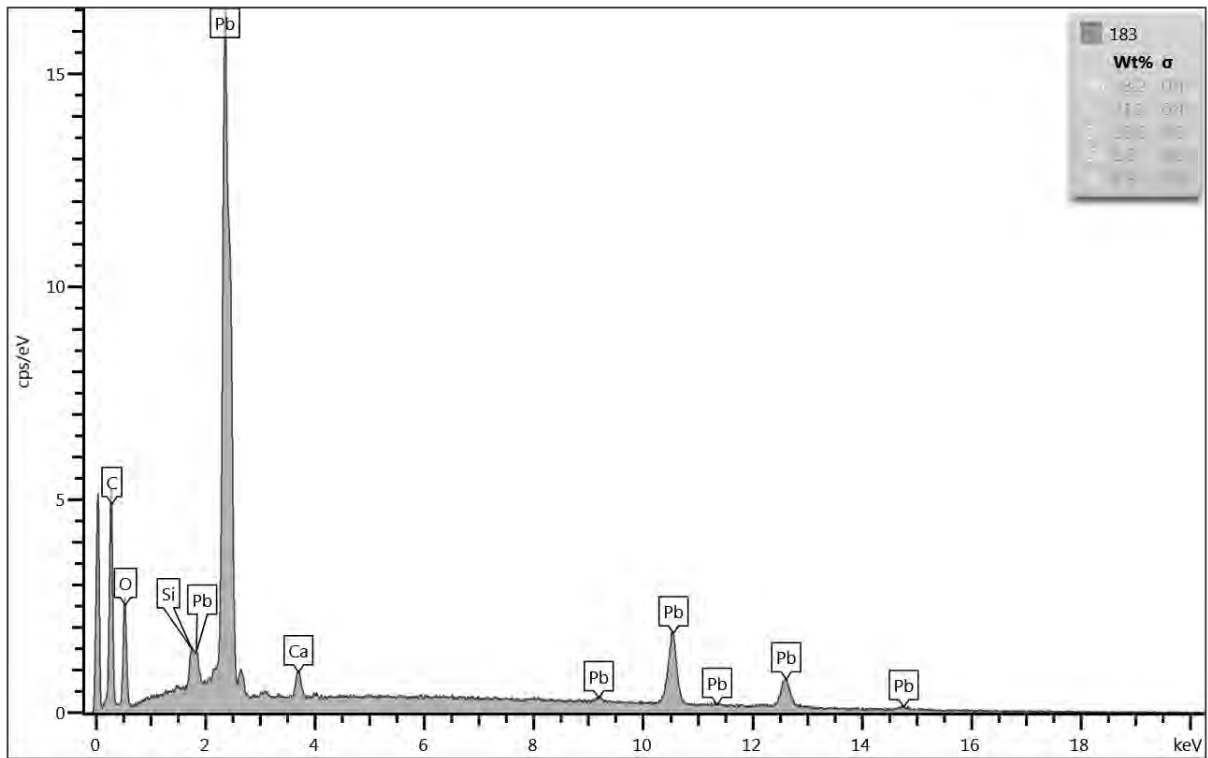
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
6 – PEALMINE VALGE KIHT (pealt määratud) (esimene IR spekter Joonisel 31, EDS spekter Joonisel 32)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, 1051, 837, 779, 679	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: 2513, 1794, vahemikus 1430-1370, 873, 712	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisand: Si
Sideaine	Estri-tüüpi aine: vahemikus 3500-3000, 2922, 2851, 1731, 1169, 1092	
Pealmine valge kiht sisaldab pliivalget, kriiti ja sideainena arvatavasti õli.		
4 – VALGE VAHEKIHT (helesinise peal) (teine IR spekter Joonisel 31, EDS spekter Joonisel 33)		
Pigment	Pliivalge: 3537, vahemikus 1430-1370, 1051, 838, 777, 677	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 875	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisand: Si
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 2921, 2850, 1729, 1167, 1103	
Valge vahekiht sisaldab valdavalt pliivalget, väikeses koguses kriiti ja sideainena arvatavasti õli.		
3 – HELESININE KIHT (erinevad sinised terad valges täiteaines) (kolmas ja neljas IR spekter Joonisel 31, EDS spektrid Joonistel 34 ja 35)		
Sinised pigmendid	Smalt: vahemikus 1100-1000, 784 (kolmas IR spekter) Asuriit: 3423, 1461, vahemikus 1430-1400, 951, ~838, 816, 769, 748 (neljas IR spekter)	Smalt: Co, K, Si, O, (As, Ni, Fe) Asuriit: Cu, C, O Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Täiteained, lisandid	Pliivalge: vahemikus 1430-1370, 1051, ~677 Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, ~875, 712	
Sideaine	Valgulise aine jäljed: vahemikus 1645-1548 Estri-tüüpi aine jäljed: vahemikus 2919-2850, 1724-1730, 1172, 1094	
Tumedama sinise pigmendi (sisaldab smalti) ja rohekassinise pigmendi (sisaldab asuriiti) IR ja SEM-EDS spektreid interpreteeriti koos. Asuriidi pigmenditerakesed asuvad kullakihi läheduses, smalti terakesed on kullakihi veidi eemal. Samas erinevate siniste pigmentide terakesed on segamini ja raske on öelda, kas asuvad samas kihis või üksteise peal. Lisaks tuvastati spektritest veel pliivalget ja kriiti (need võiva kuuluda ka siniste terakeste juures olevast valgest kihist). Sideaine võib olla valguline aine (tuleks teha veel lisauuringuid) ja tuvastati veel estri-tüüpi materjal jälgi (nt vaha).		
2 – KULDNE KIHT (EDS spekter Joonisel 36)		
IR spektrit ei registreeritud.		Kuld ja Hõbe: Au, Ag Pliivalge: Pb, C, O ja Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Kullakiht sisaldab ehtsat kulda, millel on juures väike kogus hõbedat. Pliivalge ja kriit pärinevad tõenäoliselt teistest kihtidest ja on spektrites lisanditena.		
1 – ALUMINE VALGE KRUNT (viies IR spekter Joonisel 31)		
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1795, 1389, 870, 712 Silikaadid: vahemik 1100-1000	
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3309, 2927, 2875, 1645	
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga tegemist võib olla mingi valgulise ainega (nt loomne liim).		



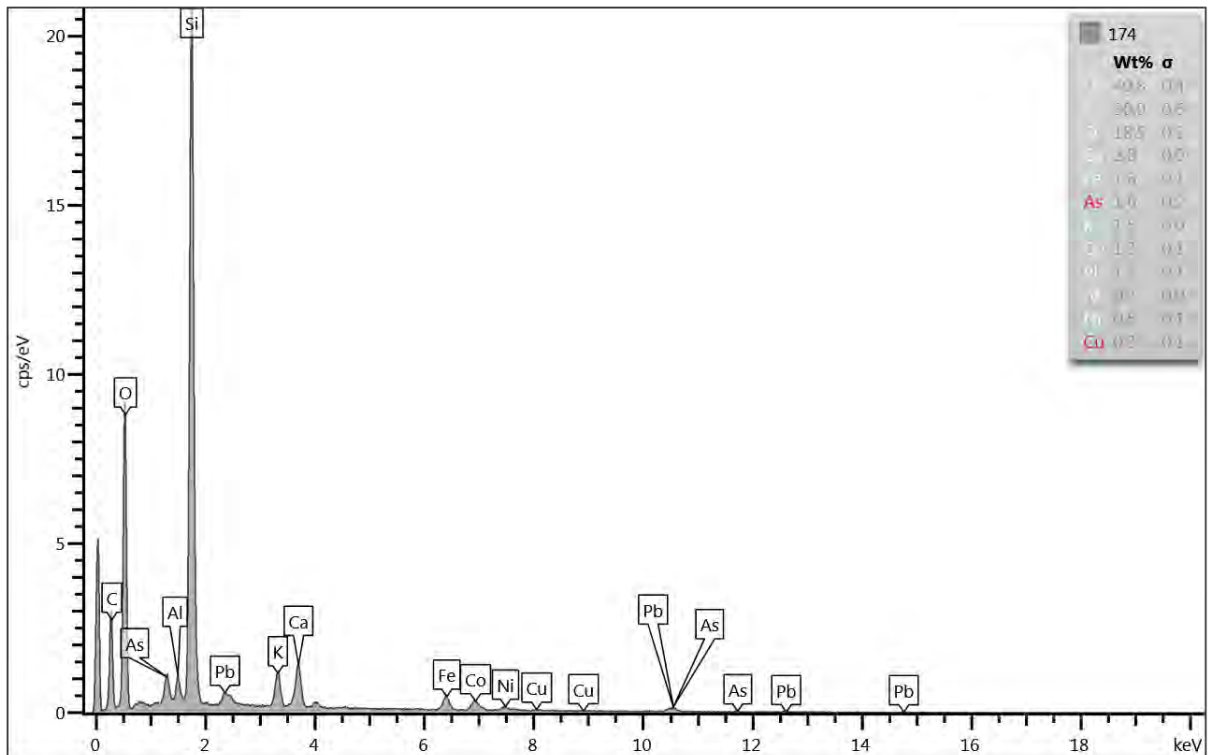
Joonis 31. Proovitükkide erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



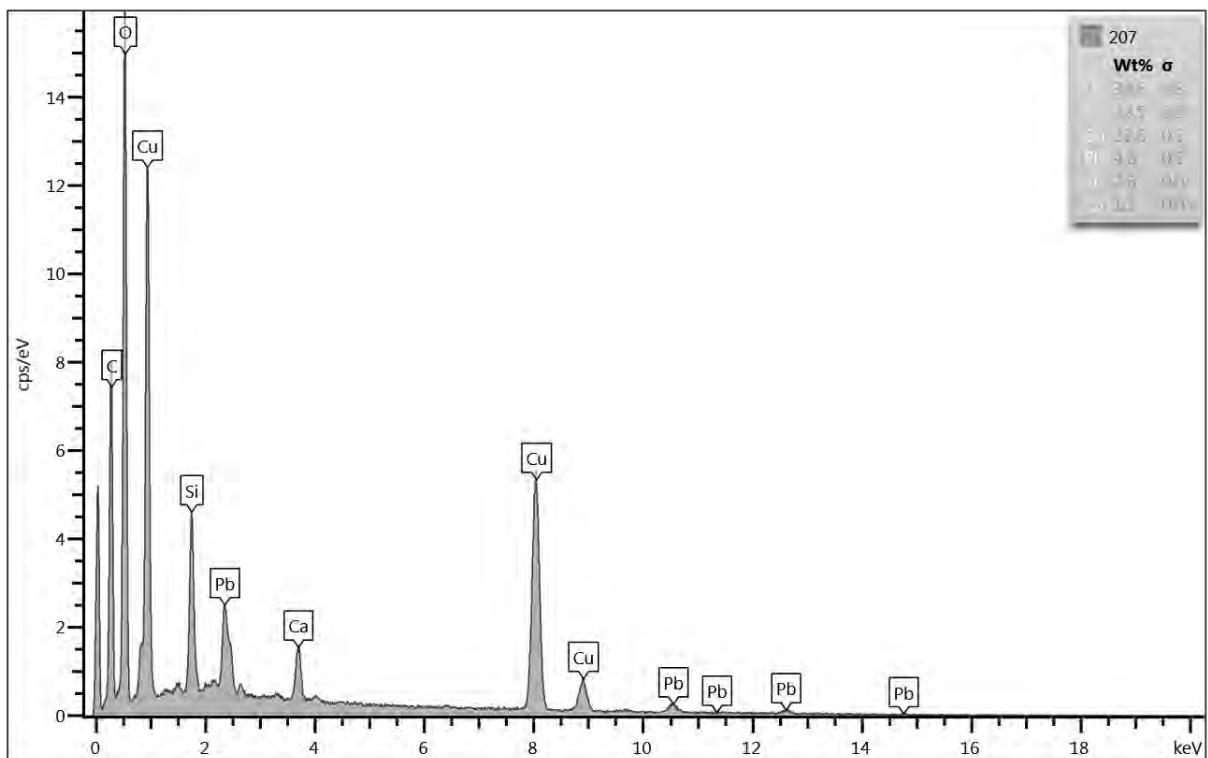
Joonis 32. Pealmise valge kihi SEM-EDS spekter.



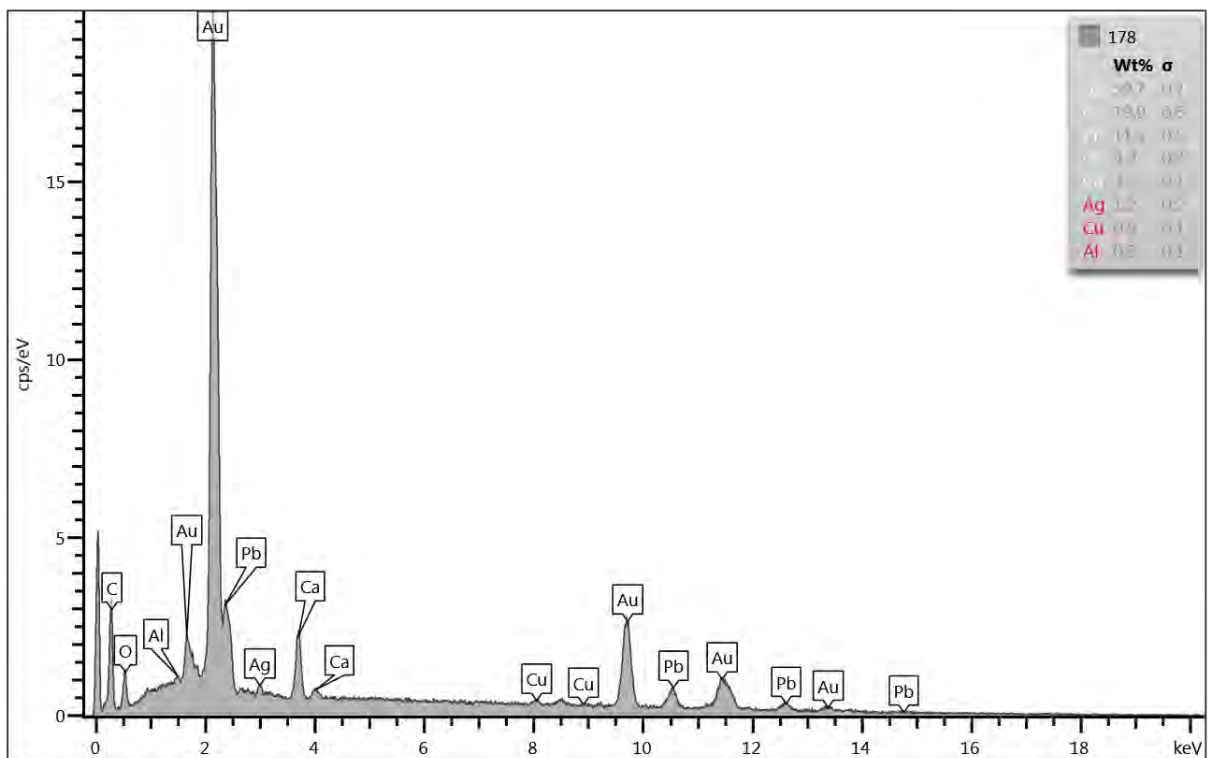
Joonis 33. Valge vahekihi (helesinise peal) SEM-EDS spekter.



Joonis 34. SEM-EDS spekter registreeritud siniselt teralt (smaltilt).



Joonis 35. SEM-EDS spekter registreeritud siniselt teralt (asuriidilt).

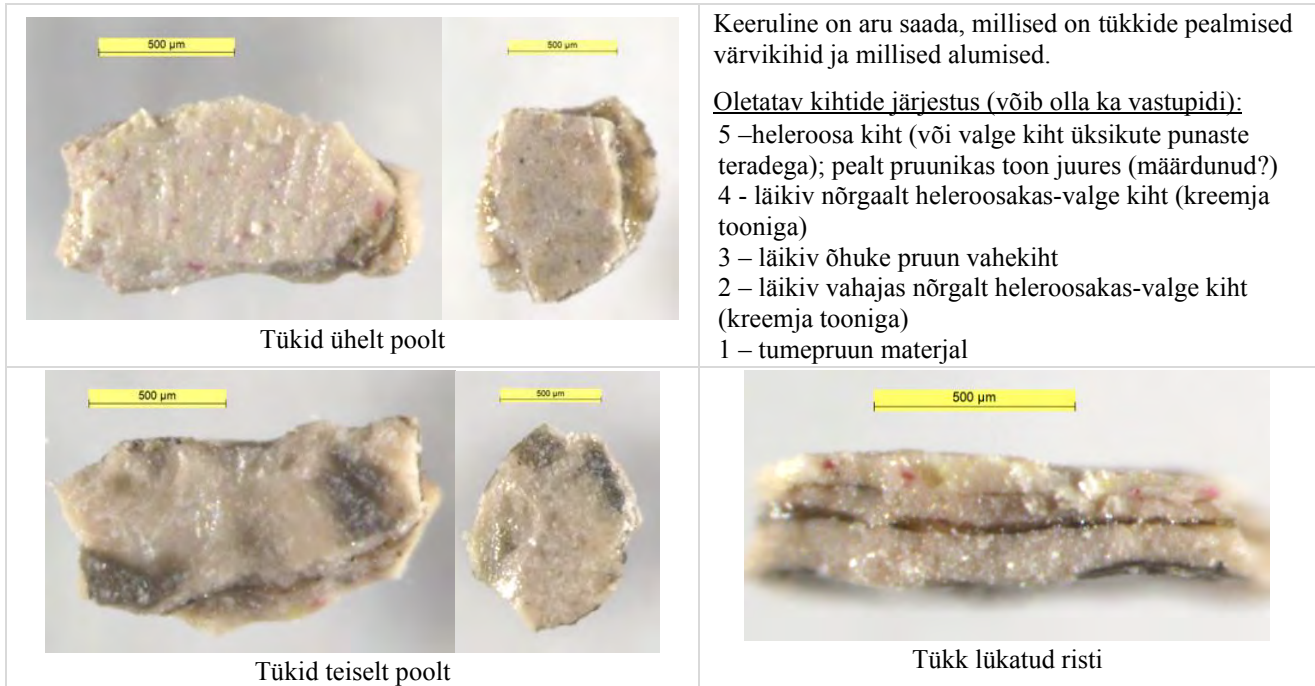


Joonis 36. Kullakihi SEM-EDS spekter.

3.11 Notke 3-5. Maarja skulptuuri laubalt

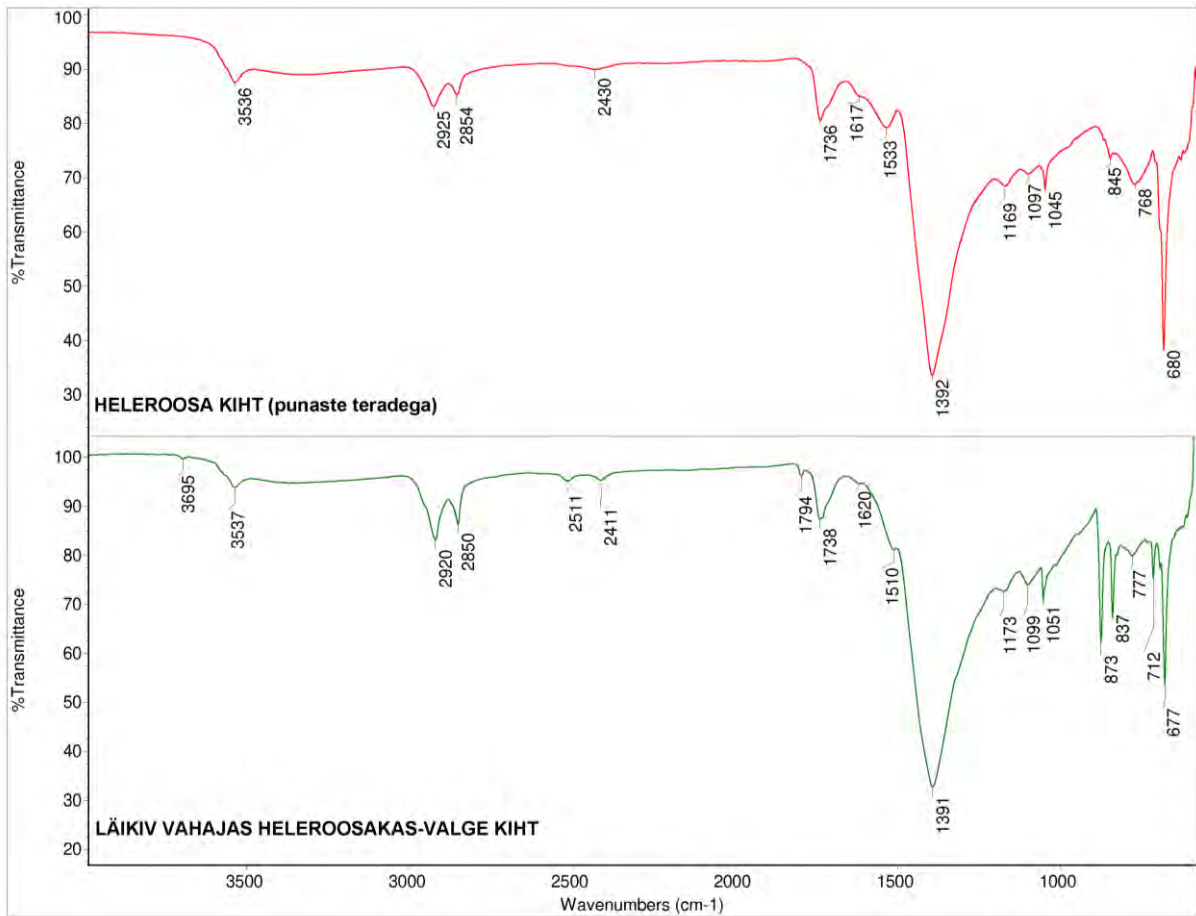
Uuringuteks saadi pisikesed mitmekihilised proovikübemed ja neid polnud võimalik analüüsida ATR-FT-IR spektromeetriga. Analüüsid teostati ainult ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS-iga.

Uuringud optilise mikroskoobiga

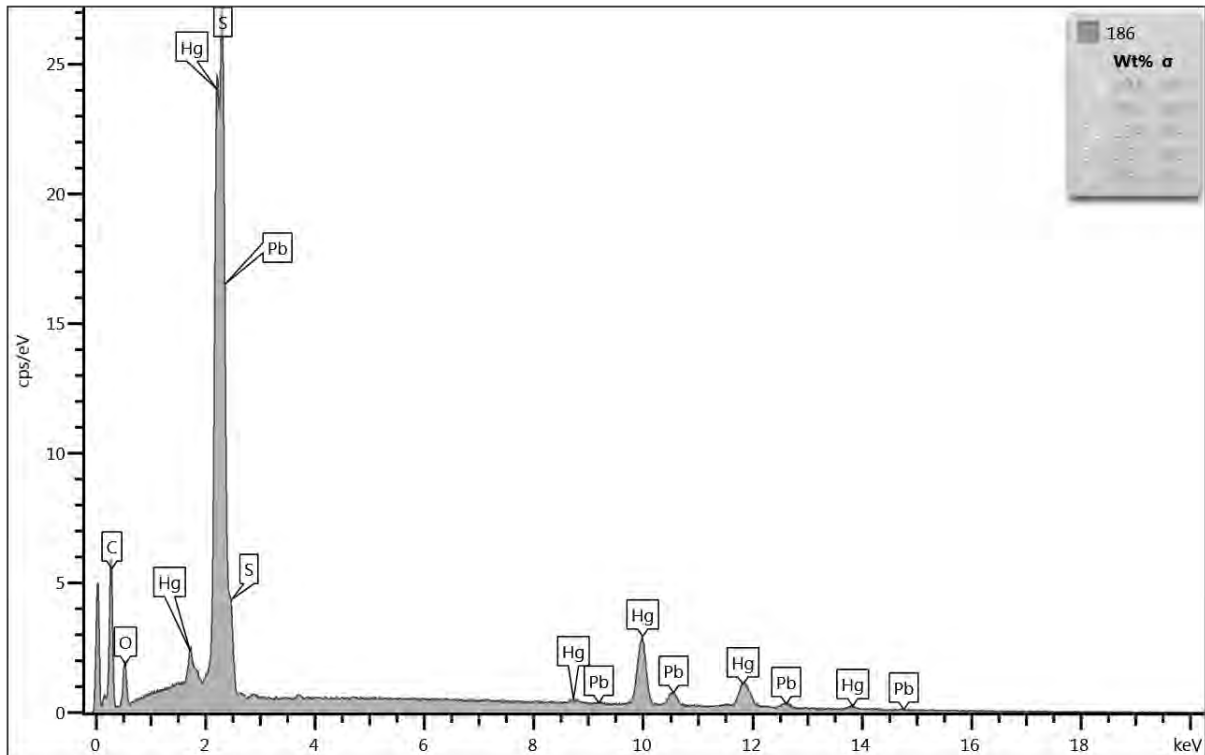


Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

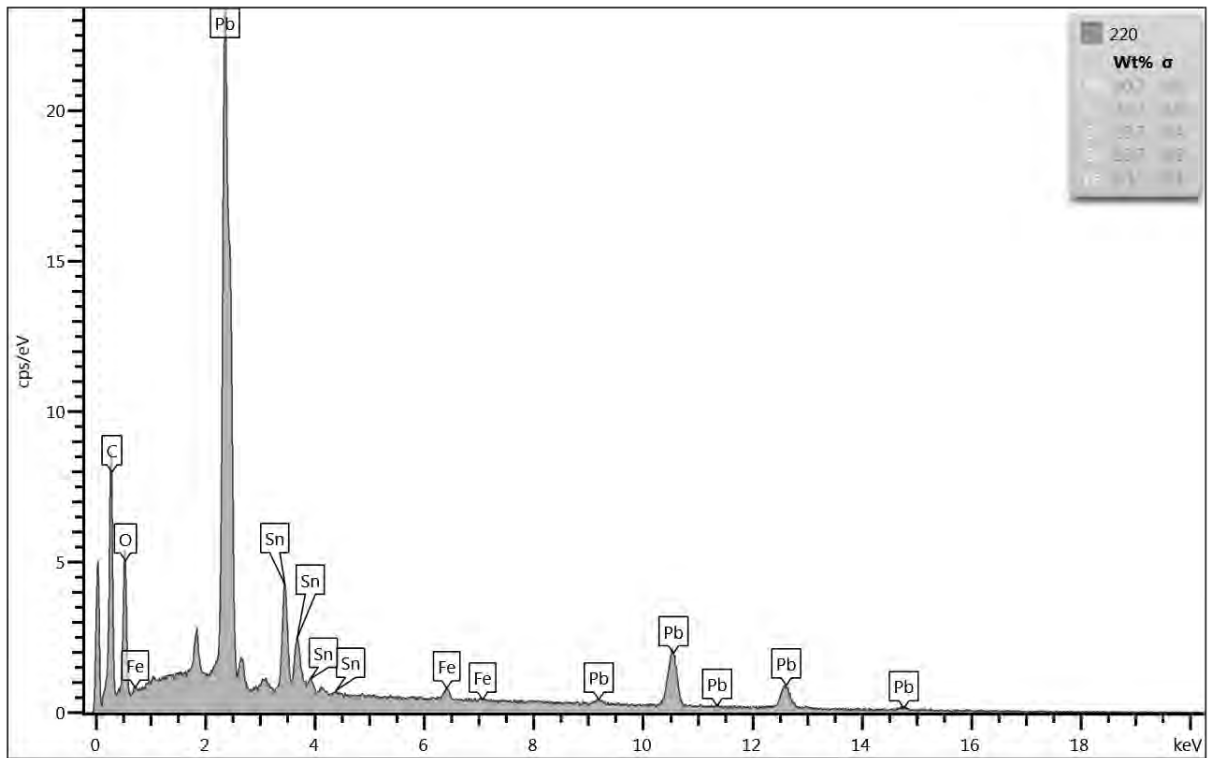
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
5 – HELEROOSA KIHIT (valges kihis punased terad) (esimene IR spekter Joonisel 37, EDS spektrid Joonisel 38 ja 39)		
Pigment	Pliivalge: 3536, 1392, 1045, 845, 768, 680	Pliivalge: Pb, C, O
Sideaine	Estri-tüüpi aine: 2925, 2854, 1736, 1169, 1097	Kinaver: Hg, S Sn-sisaldav aine
Heleroosa kiht sisaldab kinaveri, pliivalget ja sideainena arvatavasti õli. Lisaks tuvastati EDS spektris tina (Sn).		
2 – LÄIKIV VAHAJAS HELEROOSAKAS-VALGE KIHIT (teine IR spekter Joonisel 37, EDS spekter Joonisel 40)		
Pigment	Pliivalge: 3537, vahemikus 1430-1370, ~1051, 837, 777, 677	Pliivalge ja/ või pliipunane: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca O
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: 2511, 1794, vahemikus 1430-1370, 873, 712	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (õli, vaha): 2920, 2850, 1738, 1173, 1099	
Läikiv heleroosakas-valge kiht sisaldab pliivalget (välistada ei saa ka pliipunast) ja kriiti. Sideaineks võib olla õli ja juures võib olla veel vaha (vihjab iseloomulik piikide kuju ja lainearvud vahemikus 2920-2850 cm ⁻¹). Vaha täpsemaks kindlakstegemiseks tuleks teha lisauuringuid mõne teise analüüsimeetodiga (nt pürolüüser-GC-MS).		



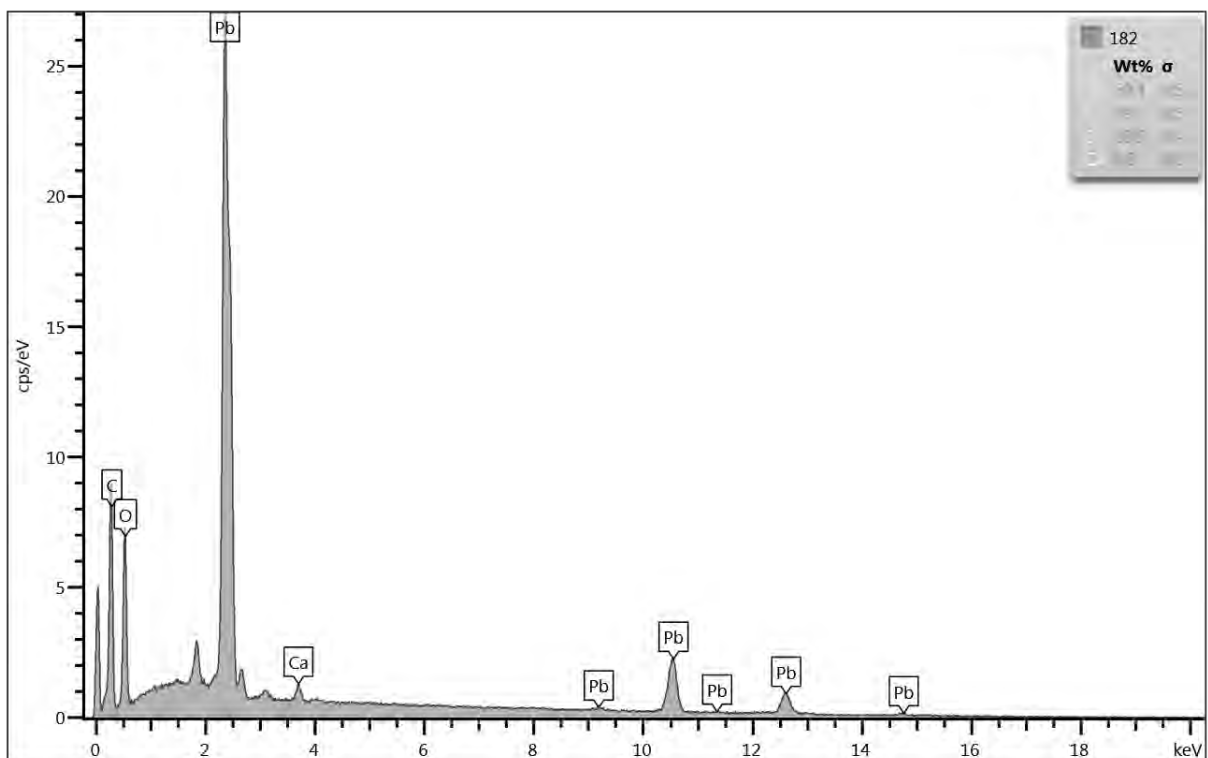
Joonis 37. Proovi kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 38. Heleroosa kihi (valges kihis punased terad) SEM-EDS spekter.




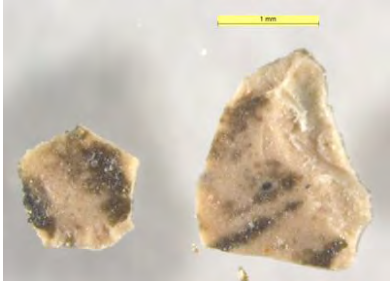
Joonis 39. Heleroosa (valges kihis punased terad) kihi SEM-EDS spektris tuvastati tina (Sn).



Joonis 40. Heleroosakas-valge kihi SEM-EDS spekter.

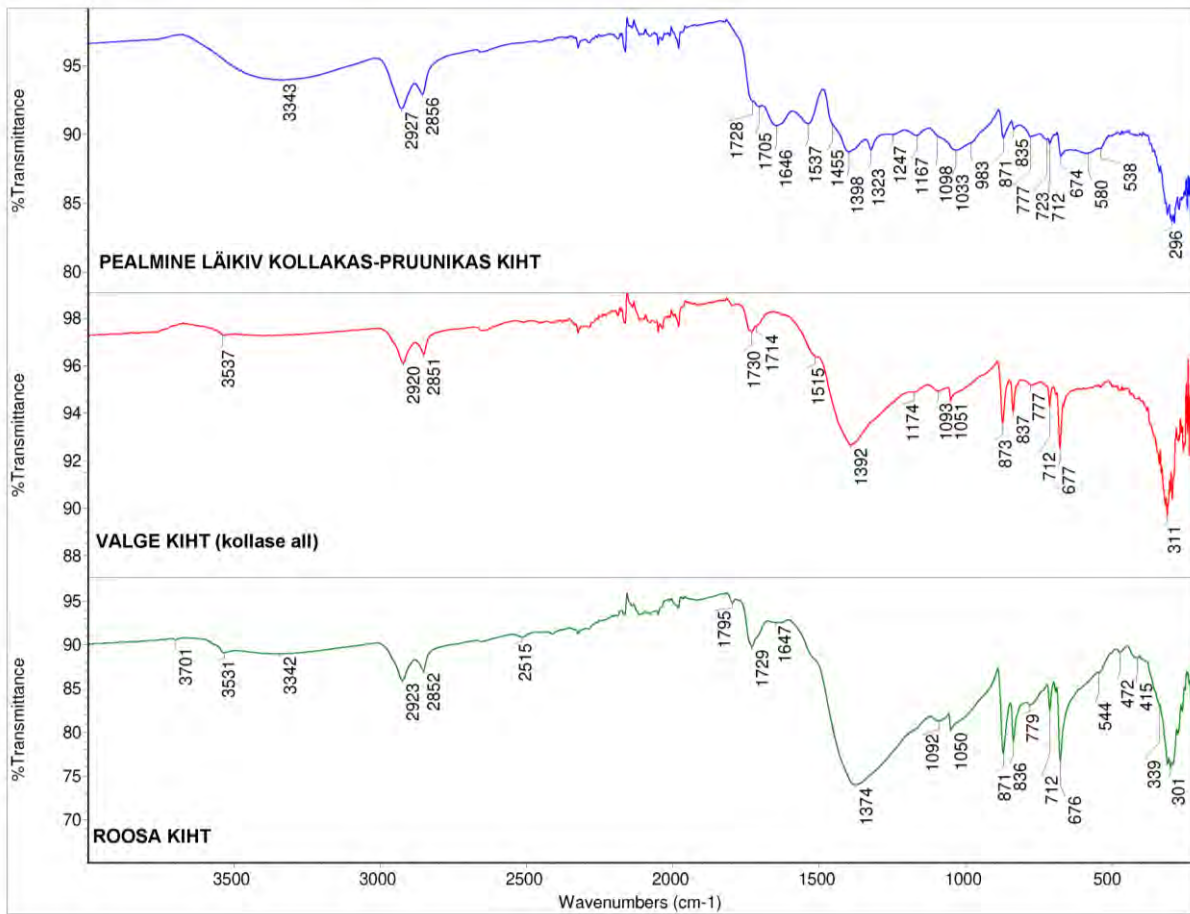
3.12 Notke 3-6. Maarja skulptuuri paremalt pösel

Uuringud optilise mikroskoobiga

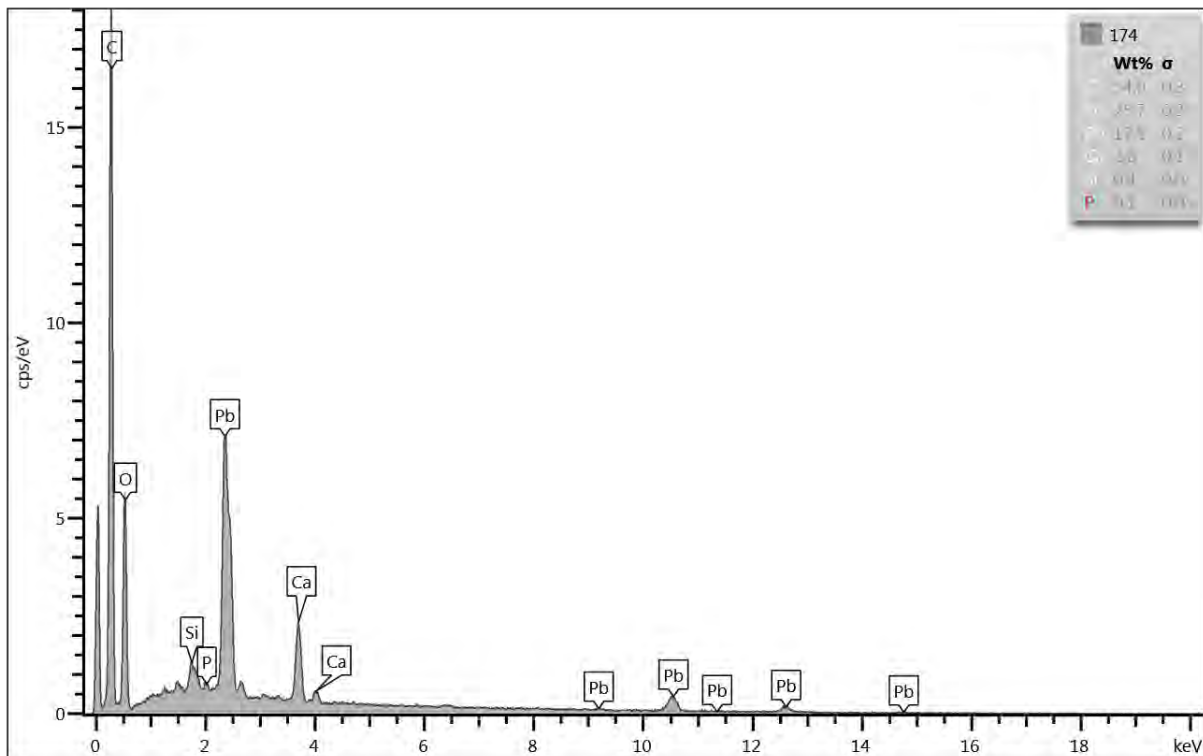
		Tükid on võetud põse alt poolt.
Tükid pealt poolt	Tükid alt poolt	<u>Kihtide järjestus:</u> 4 – läikiv kollakas-pruunikas kiht; mustad ja pruunid terad sees (lakk mustusega? määratud?) 3 – valge kiht (vist) 2 – roosa kiht 1 – tumepruun materjal

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

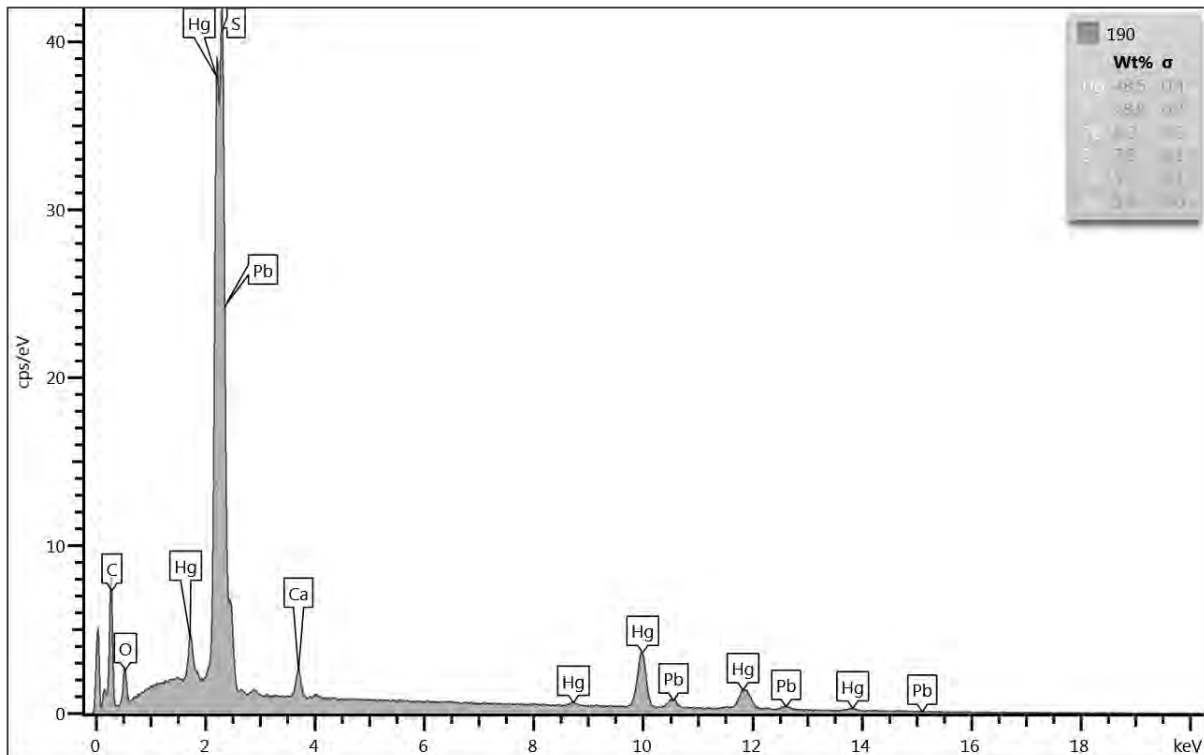
ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
4 – LÄIKIV KOLLAKAS-PRUUNIKAS KIHIT (<i>esimene IR spekter Joonisel 41, EDS spekter Joonisel 42</i>)		
Pigment	Pliivalge: vahemikus 1430-1370, 835, 777, 674	Pliivalge: Pb, C, O
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 871, 712, ~296 Silikaadid: vahemikus 1030-1000, 580, 538	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Lisandid: Si, P
Sideained/ liimaine	Valguline aine: vahemikus 3500-3000, 1646, 1537, 1455 Estri-tüüpi aine (võib olla õli): neeldumine vahemikus 3500-3000, 2927, 2856, 1728, 1705, 1455, 1247-1098 Võib olla mingi oksalaat (nt kaltsiumoksalaat): 1323	
Pealne läikiv kollakas-pruunikas kiht sisaldab mingit estri-tüüpi ainet (võib olla õli) ja valgulist ainet (tegemist võib olla loomse liimi või tempera sideainega). Lisaks tuvastati proovi spektrites pliivalge, kaltsiumkarbonaat ja silikaatsed ained (võib olla mingi pruuni ookri või umbra jäljed).		
3 – VALGE KIHIT (võib olla) (<i>teine IR spekter Joonisel 41</i>)		
Pigment	Pliivalge: 3537, vahemikus 1430-1370, ~1051, 837, 777, 677	
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 873, 712, ~311	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (õli): 2920, 2851, 1730, 1714, 1174, 1093	
Valge kiht sisaldab pliivalget, kriiti ja sideainena arvatavasti õli.		
2 - ROOSA KIHIT (<i>kolmas IR spekter Joonisel 41, EDS spekter Joonisel 43</i>)		
Pigment	Pliivalge: 3531, vahemikus 1430-1370, ~1050, 836, 779, 676	Pliivalge: Pb, C, O Kinaver: Hg, S
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: 2515, 1795, vahemikus 1430-1370, 871, 712, ~301 Silikaadid: 3701, vahemikus 1100-1000, 544-415	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (õli): 2923, 2853, 1729, 1092	
Roosa kiht on saadud punase (kinaver) ja valge pigmendi (pliivalget) kokkusegamisel. Täiteainetena tuvastati kriit ja silikaatsed ained. Sideaineks on arvatavasti õli.		



Joonis 41. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



Joonis 42. Läikiva kollakas-pruunika kihi SEM-EDS spekter.

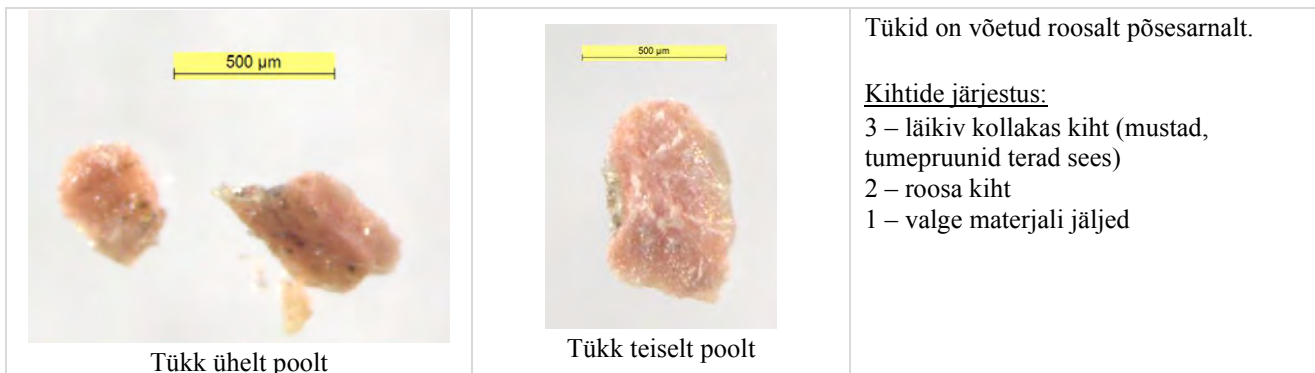


Joonis 43. Roosa kihi SEM-EDS spekter.

3.13 Notke 3-7. Maarja skulptuuri paremalt pösel

Uuringuteks saadi pisikesed mitmekihilised proovikübemed ja neid polnud võimalik analüüsida ATR-FT-IR spektromeetriga. Analüüsid teostati ainult ATR-FT-IR mikrospektromeetri ja SEM-EDS-iga.

Uuringud optilise mikroskoobiga



Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
3 – LÄIKIV KOLLAKAS KIIHT (esimene IR spekter Joonisel 44, EDS spekter Joonisel 45)		
Pigment	Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, ~1052, 839, 779, 678	Pliivalge: Pb, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 874 Silikaadid (võib olla): vahemikus 1030-1000	
Sideaine/	Estri-tüüpi aine (õli): 3344, 2927, 2856, 1729, 1707,	

Töö teostajad:

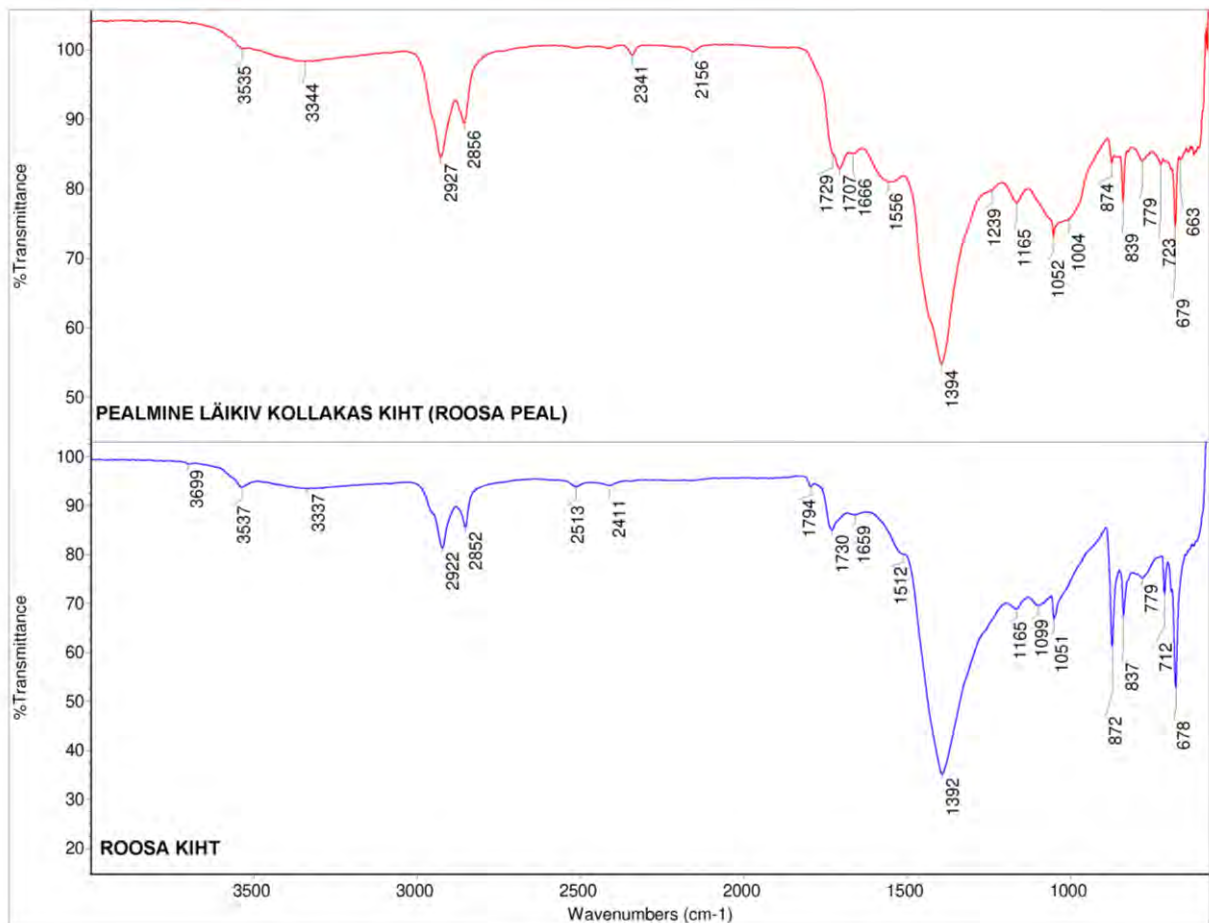
lakk/ lisandid	1239, 1165, 723 Valguline aine (võib olla): ~1666, 1556 Tundmatu aine neeldumised: 2341 ja 2156 (võib olla mingi tiotsüanaat) juures
-------------------	--

Läikiva pealmise kollaka kihi IR spektris on lisaks veel juures roosa kihi neeldumised (tegemis on seguspektriga). IR ja SEM-EDS spektrite põhjal tuvastati anorgaanilistest ainetest pliivalge, kaltsiumkarbonaat ja silikaatsed lisandid. Orgaanilistest ainetest tuvastati õlile iseloomulikke neeldumisi. Lisaks võib juures veel olla mingi valguline aine. IR spektris esinevad veel neeldumised 2341 cm^{-1} ja 2156 cm^{-1} juures. 2341 cm^{-1} neeldumist on tõlgendatud atmosfääri CO_2 -le kuuluvaks. 2156 cm^{-1} juures annavad neeldumisi näiteks erinevad tiotsüanaadid. 2341 cm^{-1} ja 2156 cm^{-1} neeldumised on haruldased ja vajavad lisauuringuid (selleks on vaja uut proovi).

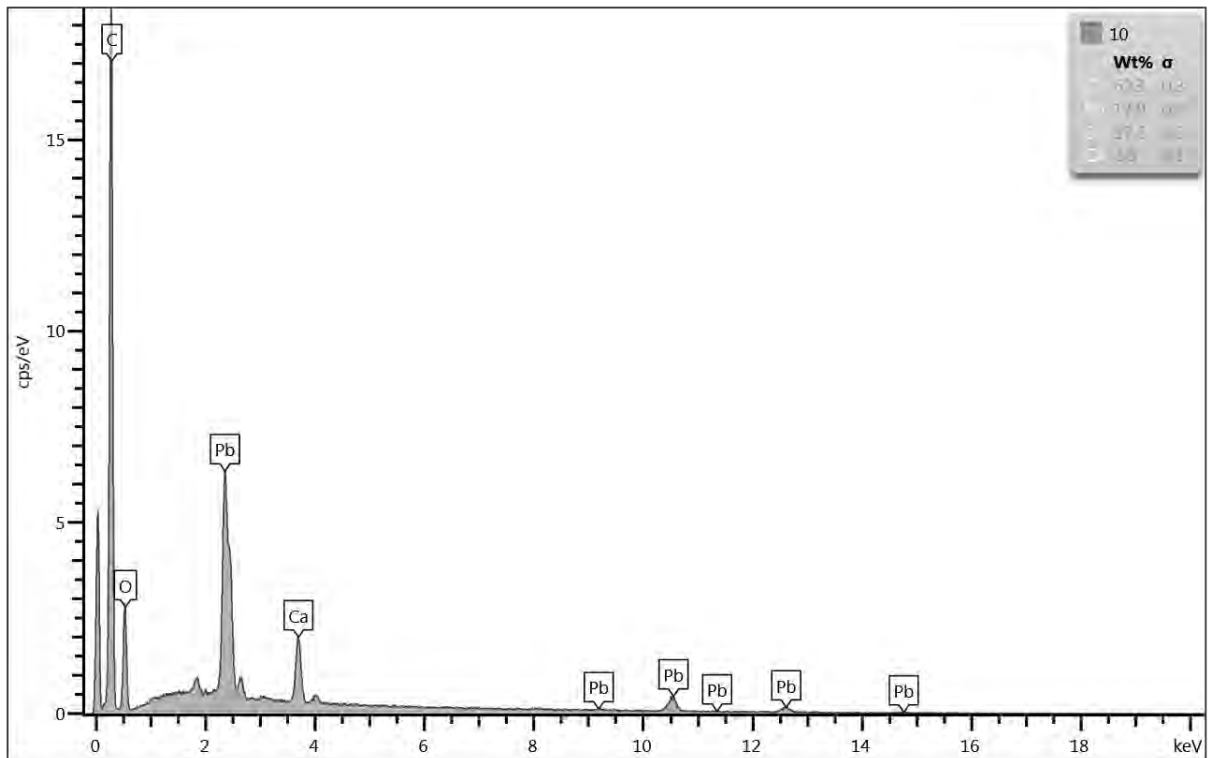
2 – ROOSA KIHIT (teine IR spekter Joonisel 44, EDS spekter Joonisel 46)

Pigment	Pliiivalge: 3537, vahemikus 1430-1370, ~1051, 837, 779, 678	Kinaver: Hg, S Pliiivalge: Pb, C, O Kaltsiukarbonaat: Ca, C, O
Täiteaine	Kaltsiumkarbonaat: 2513, 1794, vahemikus 1430-1370, 872, 712	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (võib olla õli): 2922, 2852, 1730, 1165, 1099	

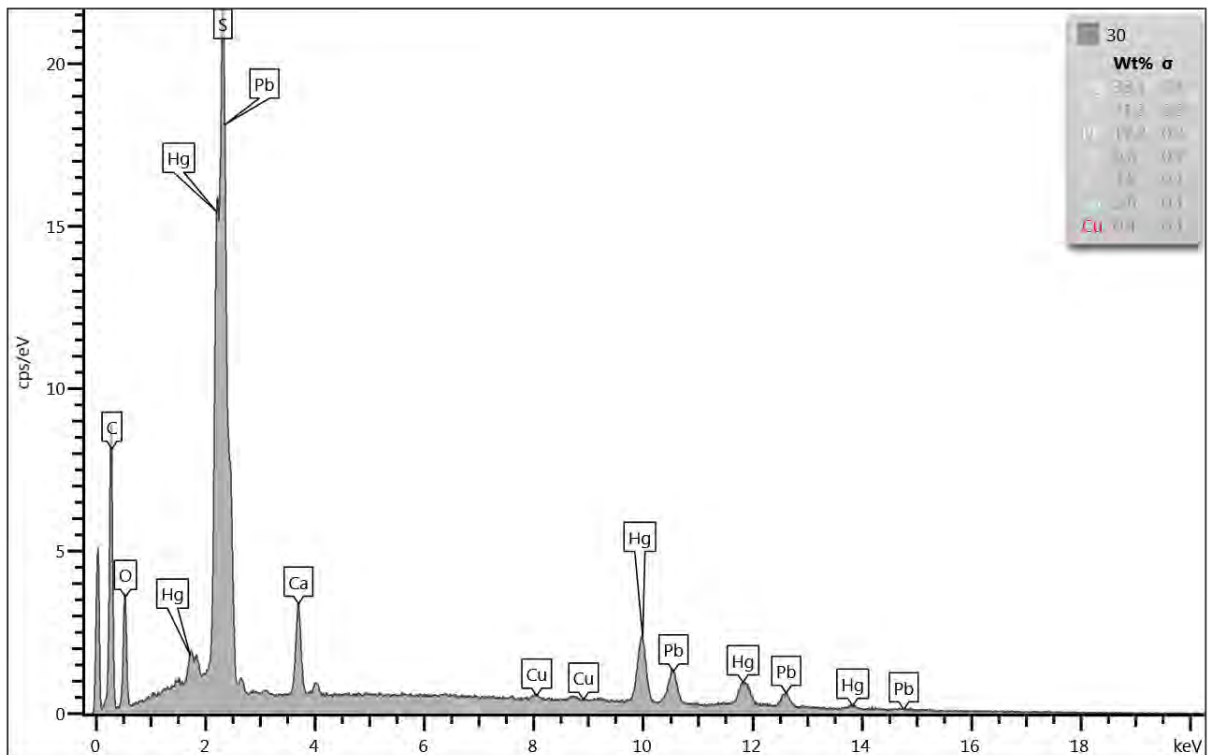
Roosa kiht on saadud punase (kinaver) ja valge pigmendi (pliivalget) kokkusegamisel. Täiteainena on lisaks veel kriiti. Sideaineks on mingi estri-tüüpi aine, arvatavasti õli.



Joonis 44. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



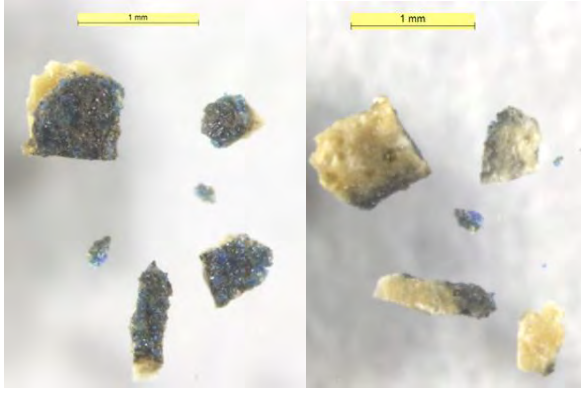
Joonis 45. SEM-EDS spekter registreeriti läikivalt kollakalt materjalilt (all roosa kiht).



Joonis 46. Roosa kihi SEM-EDS spekter.

3.14 Notke 3-8. Maarja skulptuuri siniselt mantli servalt

Uuringud optilise mikroskoobiga

 <p>a) Tükkide pildid pealt poolt ja alt krundi poolt</p>	<p>Tundub, et on tükke, millel on erinev värvikihtide järjekord.</p> <p>a) <u>Väikeste tükide kihtide järjestus:</u> 4 – tumepruun kiht 3 – sinine kiht (roheliste teradega) 2 – tumehall (sinaka tooniga) kiht 1 – kollakasvalge krunt</p> <p>b) <u>Suure tüki kihtide järjestus:</u> 7 – kõige pealmine mustjaspruun kiht 6 – sinine kiht (tundub nagu oleks hiljem koos sinisega lisatud; pole üle pinna ühtlaselt) 5 – läikiv pruun kiht (liim?) 4 – tumepruun kiht 3 – sinine kiht 2 – tumehall (sinaka tooniga) kiht 1 – valge krunt (kollakat tooni materjal osaliselt juures)</p>
 <p>b) Tüki pildid pealt poolt ja alt krundi poolt</p>	

Uuringud ATR-FT-IR-i ja SEM-EDS-iga

ATR-FT-IR (maksimumid, cm ⁻¹)		SEM-EDS (elemendid)
7+6 - PEALMINE MUSTJASPRUUN + SININE KIHIT (esimene IR spekter Joonisel 47)		
Pigmendid	Preisi sinine (võib olla): ~2085 Pliivalge: 3535, vahemikus 1430-1370, 836, 782, 676	Polnud enam tükikest, kus need kihid esinesid.
Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: vahemikus 1430-1370, 872, 712, ~307 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 542, 419	
Sideained	Estri-tüüpi aine (õli): neeldumine vahemikus 3500-3000, 2923, 2853, 1726, 1709, 1323, 1163 Valguline aine: vahemikus 3500-3000, 1647, 1543	
IR spektris on mustjaspruuni ja sinise värvi neeldumised segunenud. Samas on võimalik selle seguspektri põhjal teha järeldusi. Mustjaspruun materjal sisaldab silikaatseid aineid ja kaltsiumkarbonaati. Tundub nagu oleks tegemist sinise kihi „määrumisega“. Sinine kiht sisaldab Preisi sinist ja arvatavasti on juures ka pliivalget. IR seguspektri põhjal tuvastati sideainetena estri-tüüpi aine (tegemist võib olla õliga) ja valguline aine (võib olla loomne liim, välistada ei saa ka tempera sideainet). Preisisinise värvikiht pole ühtlaselt kõikidel analüüsitavatel tükikestel (vt üleval mikroskoobi pilte).		
4 – TUMEPRUUN KIHIT (mõnel tükil vahekiht) (teine IR spekter Joonisel 47, EDS spektrid Joonistel 48 ja 49)		
Pigment/ Täiteained	Kaltsiumkarbonaat: 2513, 1794, vahemikus 1430-1370, 873, 712 Silikaadid: vahemikus 1100-1000, 793, 773	Silikaate sisaldav materjal (nt ooker): Fe, Al, Si, , K, Mg, O Pliivalge: Pb, C, O
Sideaine	Orgaanilisele ainele kuuluvad neeldumised: 2929, 2850, 1657	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O Kips (võib olla): Ca, S, O Mingi fosfaat: P, O Lisandid: Cl, Br, Zn, As
IR spektri põhjal tuvastati, et tumepruun materjal sisaldab mingeid silikaate ja kaltsiumkarbonaati ning olemasolevate spektrite põhjal ei olnud võimalik sideainet tuvastada. Nagu mikroskoobi piltidelt on näha, siis tumepruun materjal pole ühtlase kihina sinisel kihil vaid osaliselt ka siniste pigmentide vahel. SEM-EDS-iga tehti algul ruutmõõtmine üle kogu pruuni kihi pinna (vt Joonist 48) ja siis jätkati punktmõõtmistega. Punktmõõtmiste		

käigus tuli välja mitmeid huvitavaid elemente nagu arseen, tsink (tsingi ja vase kombinatsioonis on olemas messingleht ehk kulla imitatsioon), (vt Joonist 49). Kõiki spektreid tunnistuses ei kajastata, aga antakse tellijale kõik koos tunnistusega üle.

3 – ALUMINE SININE KIHIT (kolmas IR spekter Joonisel 47, EDS spekter Joonisel 50)

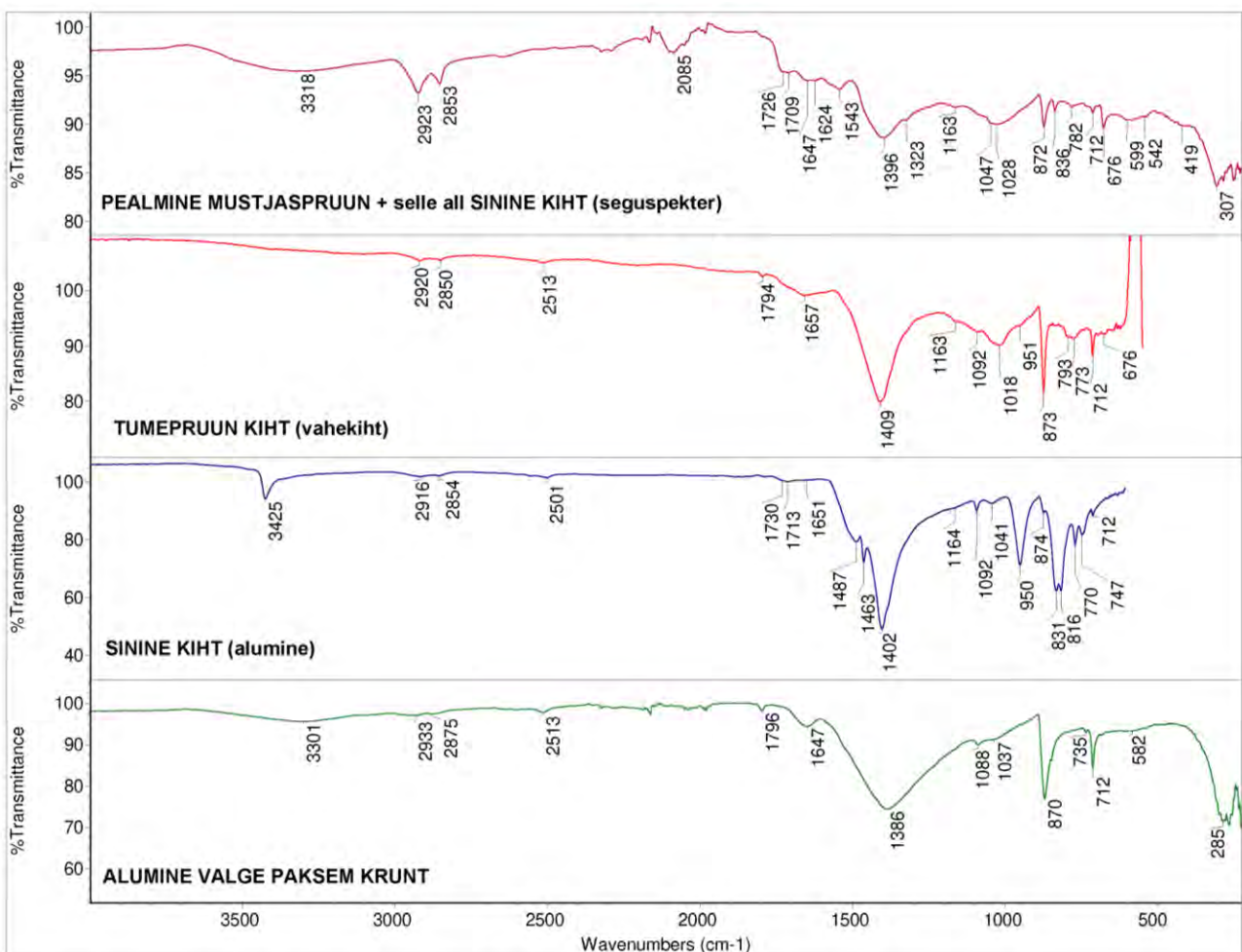
Pigment	Asuriit: 3424, ~1487, 1463, ~1402, 1092, 950, 831, 816, 770, 747	Asuriit: Cu, C, O Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Täiteaine/ lisandid	Kaltsiumkarbonaat (jäljed): vahemikus 1430-1370, 874, 712	
Sideaine	Estri-tüüpi aine (jäljed): 2916, 2854, 1730, 1713, 1164	

IR spekter mõõdeti ATR-FT-IR mikrospektromeetriga otse siniselt teralt. Sinine kiht sisaldab asuriiti ja kaltsiumkarbonaadi jälgi. SEM-EDS analüüs kinnitab neid tulemusi. Tuvastati veel mingit estri-tüüpi aine jälgi. Samas värvi sideainet ei olnud võimalik tuvastada.

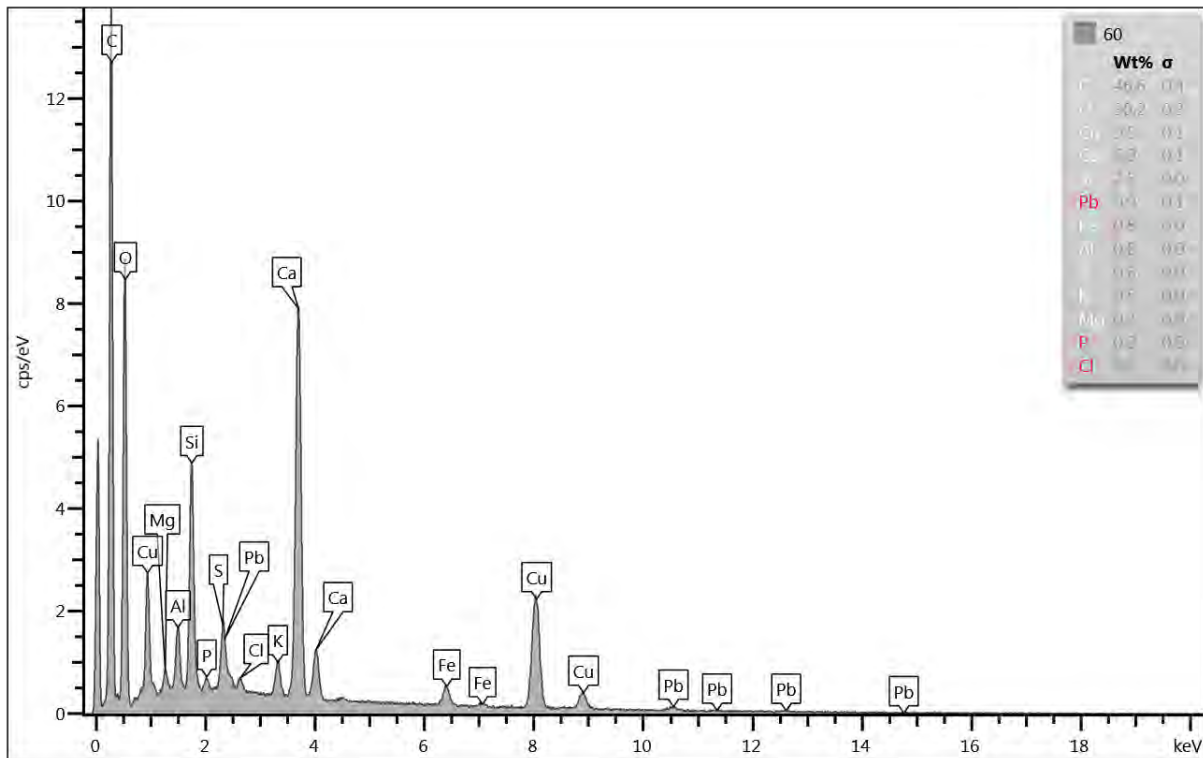
1 – VALGE PAKSEM KRUNT (neljas IR spekter Joonisel 47, EDS spekter Joonisel 51)

Täiteained	Kaltsiumkarbonaat (kriit): 2513, 1796, 1386, 870, 712, ~285 Silikaadid: vahemik 1100-1000, 582	Kaltsiumkarbonaat: Ca, C, O
Sideaine	Valguline aine (võib olla): 3301, 2933, 2875, 1647	

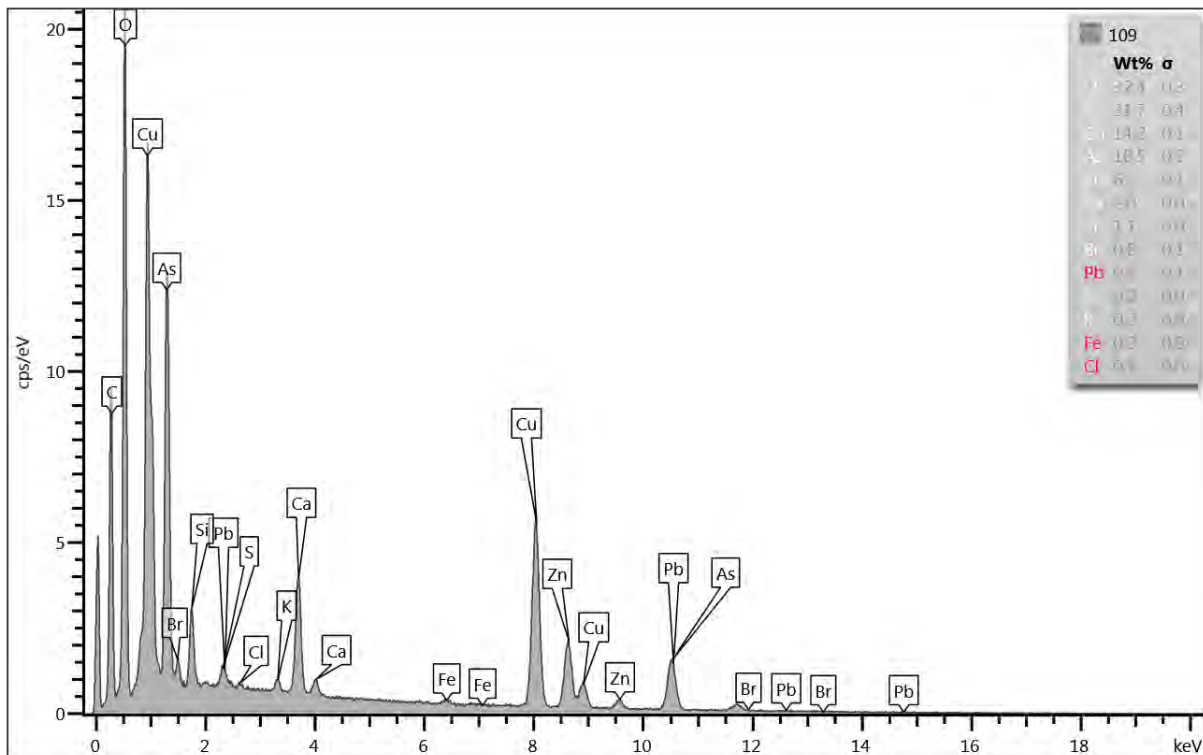
Tegemist on kriidikrundiga, millel juures väikeses hulgas silikaate. Sideainet on keeruline tuvastada, aga 1647 cm⁻¹ neeldumine vihjab valgulisele ainele (nt loomne liim).



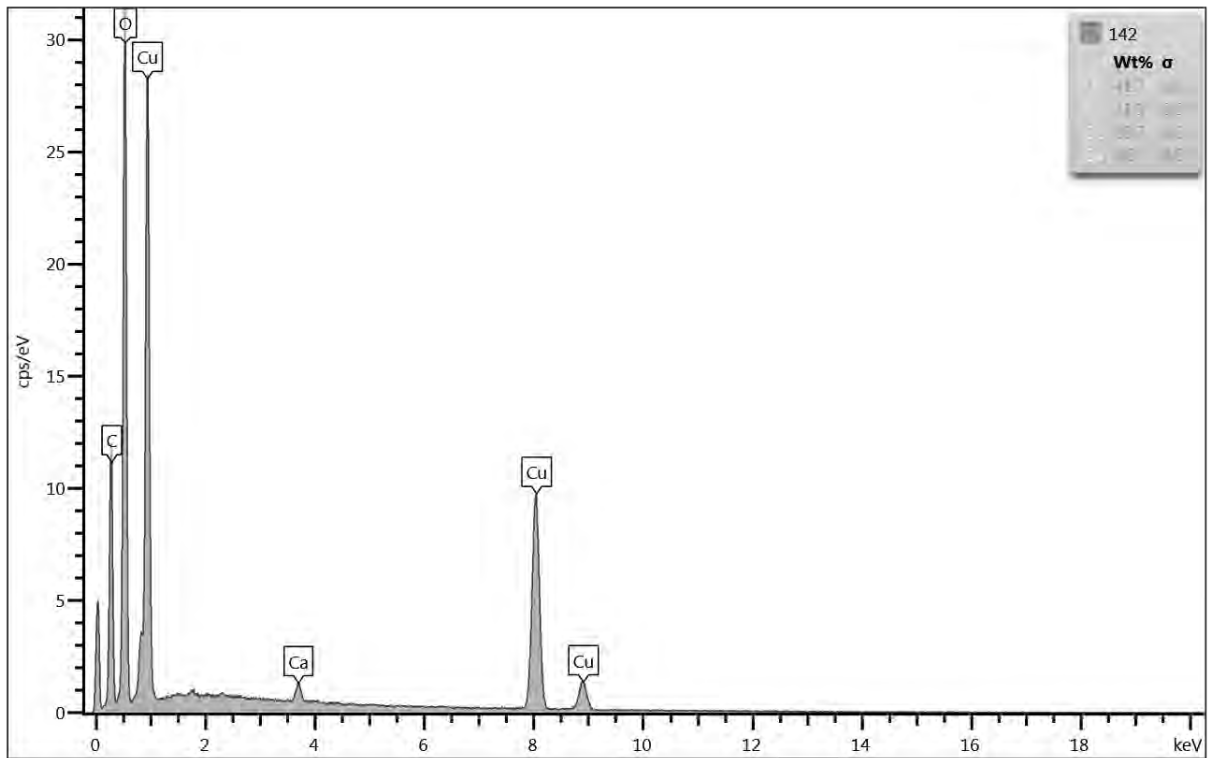
Joonis 47. Proovi erinevate kihtide ATR-FT-IR spektrid.



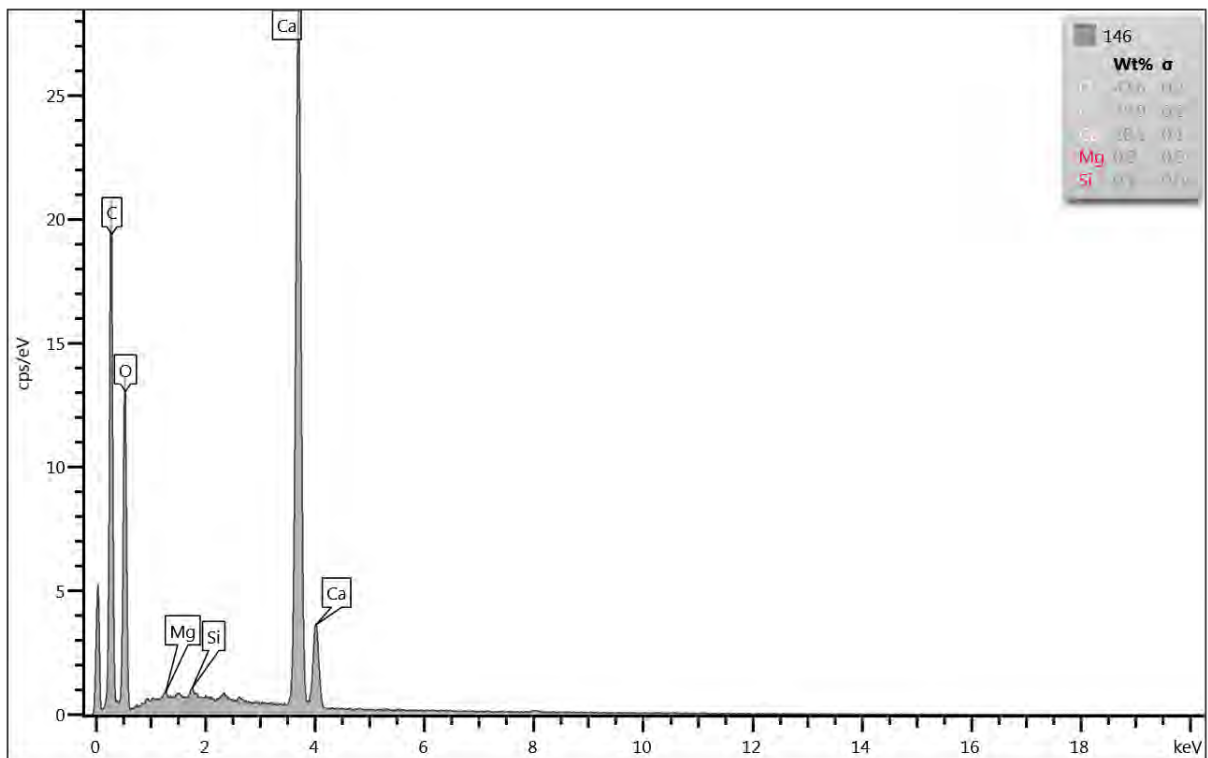
Joonis 48. SEM-EDS-iga ruutmõõtmine tumepruunilt pinnalt.



Joonis 49. SEM-EDS-iga Punkt mõõtmine tumepruunilt kihilt.



Joonis 50. SEM-EDS-iga punktmõõtmine siniselt kihilt.



Joonis 51. Alumise valge krundi SEM-EDS spekter.

4 Järeldused

Analüüsiti Bernt Notke altarijetaabli korpusest ja Maarja skulptuurilt võetud 14 proovi. Proovid olid väga tillukesed, mitmekihilised ja keerulised materjalide segud. Mitmel juhul olid proovikübemed nii tillukesed, et ei olnud võimalik korralikult gripikotist neid kätte saada. See seadis kasutatavatele analüüsimeetoditele piirangud ja kõigi planeeritud meetoditega (nt ATR-FT-IR spektromeetriga) osasid proove ei saanud analüüsida.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et korpuse ja Maarja skulptuuril erinevusi võib olla materjalikihtide järjestuses, samas kasutatud on sarnase koostisega materjale. Kokku tuvastati proovidel 3-7 erinevat kihti (tegemist oli kas krundi-, värvi-, liimi- või mustusekihiga).

Alljärgnevas tabelis on koondatud materjalide keemiliste koostiste uuringutulemused.

Proovi asukoht	Proovi nr	Vastused uurimisküsimustele
KORPUS		
Mustalt marmoreeritud pinnalt	Notke 2-1 Notke 2-4 Notke 2-5 Notke 2-6	Proovidel Notke 2-4 ja 2-5 on musta marmoreeringu all sinine kiht, mis sisaldab asuriiti. Ja proovidel Notke 2-1 ja 2-6 on musta all valge kiht, mis sisaldab pliivalget. Samas, tuvastati, et mustas kihis endas on veel teisi siniseid pigmente. Proovi Notke 2-4 mustas kihis võib olla Preisi sinist, proovidel Notke 2-5 ja 2-6 tuvastati smalt. Proovi Notke 2-1 mustast kihist ei tuvastatud sinist pigменти. Muidu, peale siniste pigmentide, kolmel proovil (Notke 2-1, 2-5, 2-6) on must kiht sarnase koostisega, sisaldades pliivalget, mingit ookrit, kriiti ja kipsi. Musta värvitooni saamiseks võidi lisada ka sütt või luumusta. Sideainena võidi kasutada estri-tüüpi ainetest õli ja juures on veel vaha lisand. Lisaks tuvastati veel valgulise aine (nt loomne liim või tempera sideaine) ja mingi oksalaadile (nt kaltsiumokalaat) esinemine proovis. Notke 2-4 proovi musta kihi analüüsimisel tuvastati, ainult pliivalge, kriit ja sideainena võib olla õli. Kuna mustas värvikihis tuvastati smalt (võeti kasutusele 16. saj) ja Preisi sinine (hakati kasutama 18. saj alguses), siis marmoreering pole algne viimistlus ja pärineb hilisematest ülevärvimistest.
Heledalt samba detaililt	Notke 2-2 Notke 2-3	Notke 2-2 ja 2-3 erinevad veidi materjalikihtide ülesehituselt. Notke 2-3 tuvastati 3 kihti, Notke 2-2 proovil on kihte rohkem (4-6). Muidu koostiselt oli sarnasusi (vt eespool tabelist). Nii Notke 2-2, kui ka Notke 2-3 proovide analüüsimisel tuvastati, et alumise krundi peal on eraldi valge värvikiht. Tegemist on pliivalge õlivärviga, millel juures on veel kriiti.
MAARJA SKULPTUUR		
Näolt, huulelt	Notke 3-1 Notke 3-3	Analüüsitavad proovid olid väga tillukesed. Samas proovil Notke 3-1 tuvastati 3 kihti: heledam punane, selle all tumepunane ja valge krunt. Proovil 3-3 oli analüüsimiseks ainult helepunased kübemed. Mõlemad proovi heledama punase kihi koostised on sarnased sisaldades punase pigmendina kinaveri, täiteainetena pliivalget ja kriiti, sideainena arvatavasti õli. Proovil 3-1 tuvastati veel vaha.
Näolt, laubalt	Notke 3-2 Notke 3-5	Notke 3-2 ja 3-5 proovide puhul oli keeruline aru saada, millised on tükkide pealmised värvikihid ja millised alumised ning mis värvitooniga need on. Koostiselt on proovide värvikihid sarnased. Heleroosa kiht (valges kihis tillukesed punased terad) sisaldab pigmentidena kinaveri ja pliivalget ning sideainena arvatavasti õli. Lisaks tuvastati Notke 3-5 proovi heleroosast kihist veel tina.
Näolt, põselt	Notke 3-6 Notke 3-7	Nii Notke 3-6 kui 3-7 proovidel on pealne kiht läikiv kollakaspruunikas kiht. See sisaldab mingit estri-tüüpi ainet (võib olla õli) ja valku (tegemist võib olla loomse liimi või tempera sideainega) ning pliivalget, kaltsiumkarbonaati ja silikaate. Mõlemal proovil on veel ka roosa kiht, mille värvitoon on saadud kinaveri ja pliivalge kokkusegamisel. Täiteainena on lisaks veel kriiti ja sideainena arvatavasti õli.

Tunnistuse nr:
Certificate No:
L1-011-22

Kuupäev
Date
28.12.2022

Lehekülg
Page
45 (46)

Valgelt rätilt	Notke 3-4	Notke 3-4 proovi korral oli mitu tükikest ja tekitas segadust proovi kihiline ülesehitus. Samas proovitükil tuvastati alumisel krundil kullakiht (tegemist on ehtsa kullaga, juures veidi hõbedat) ja sellel helesinine kiht. Helesinise kihi uuringud olid huvitavad, kuna seal tuvastati 2 erinevat pigmenti: asuriit ja 16. saj kasutusele võetud smalt.
Siniselt mantli servalt	Notke 3-8	Notke 3-8 proovitükkidel tuvastati erinevaid värvikihtide järjestusi. Mõnel tükikesel tuvastati üks krundil olev sinine kiht (sisaldab asuriiti), millel tumepruun kiht peal. Ühel tükil tuvastati lisaks nendele kihtidele veel üks sinine (sisaldab Preisi sinist) ja pealmine tumepruun kiht. See viitab selgelt hilisematele ülevärvimistele.

Töö teostajad:

5 Lisad



Lisa 1. Retaabli korpuse proovide asukohad.



Lisa 2. Retaabli Maarja skulptuuri proovide asukohad.

ESILAGSED JÄRELDUSED:

- must marmoreering sisetiibade peavaate alumise osa illusoorsetel tugipiilaritel on sekundaarne ning pärineb tõenäoliselt alles 1815. aasta ülemaalingu ajast. Seda toetab asjaolu, et kasutatud on ilmselt Preisi sinist (proov 2-4) ning valget viimistlusvärvi on kohati kahes kihis (proov 2-2, 2-3). Algselt on tugipiilarid olnud valged (pliivalge). Tõenäoliselt ka 1625. aastal värviti need detailid valgeks ja alles 1815. aastal said peale tumeda marmoreeringukihhi. Osaliselt on must marmoreering ka eemaldatud kas 20. sajandi alguse restaureerimistöõde käigus Nigulistes või siis hiljem.

- Keskkorpuse sissepoole kumerdub raamistus, mis on praegu musta marmoreeringuga, oli algselt asuriitsinine (võimalik, et samuti kuldsete tähtedega nagu keskkorpuse lagi) (vt proov 2-4, 2-5). Teises kihis leidub koobaltit, mis viitab sellele, et 1625. aastal võidi seda osa smaltiga värskendada. Pealmise kihhi must marmoreering pärineb tõenäoliselt 1815. aastast.

4. PILDINSUSUURINGUTE ARUANNE: 3D dokumenteerimine, lähi-infrapuna ja kompuutertomograafia

Koostanud: Andres Uueni, Eesti Kunstiakadeemia / Archaeovision OÜ



Retaabli 3D visuaal. A. Uueni, 2022

2022. aastal jätkusid uuringud ja konserveerimistegevused altariretaabli juures. Toetudes varasemate aastate uuringu materjalile ning välja töötatud konserveerimiskavale oli võimalik edasi liikuda nii praktilise konserveerimisega, alustades Maarja figuurist, kui ka erilaadiliste dokumenteerimistöödega.

Lisaks tava fotodele jätkasime projekti käigus 3D dokumenteerimist juba veelgi detailsemal tasemel: seda siis viisil kus Maarja figuuri mõõdistamine toimus kolmes etapis: enne konserveerimist, konserveerimise käigus (pinnapuhastus ja irduvate kihtide kinnitamine) ja peale konserveerimist (ülemaalingute eemaldamine).



Maarja figuuri fotogramm-meetrilised tööd teostati SA EVM KDK Kanuti fotostuudios Archaeovision OÜ, Andres Uueni poolt. Foto. M. Sermat, 2022

Mõõdistusandmed ja 3D mudelid on kappaltari figuuride jt detailide seisukorra dokumenteerimise oluline etapp, mida hiljem on lihtsustatud viisil võimalik ka avalikkusele tutvustamisel kasutada.

Archaeovision OÜ teostas ka teiste detailide (trooni aluskonstruktsiooni detailid) ja figuuride fotogramm-meetrilise mõõdistamise, andmetöötuse ja 3D mudeldamise.



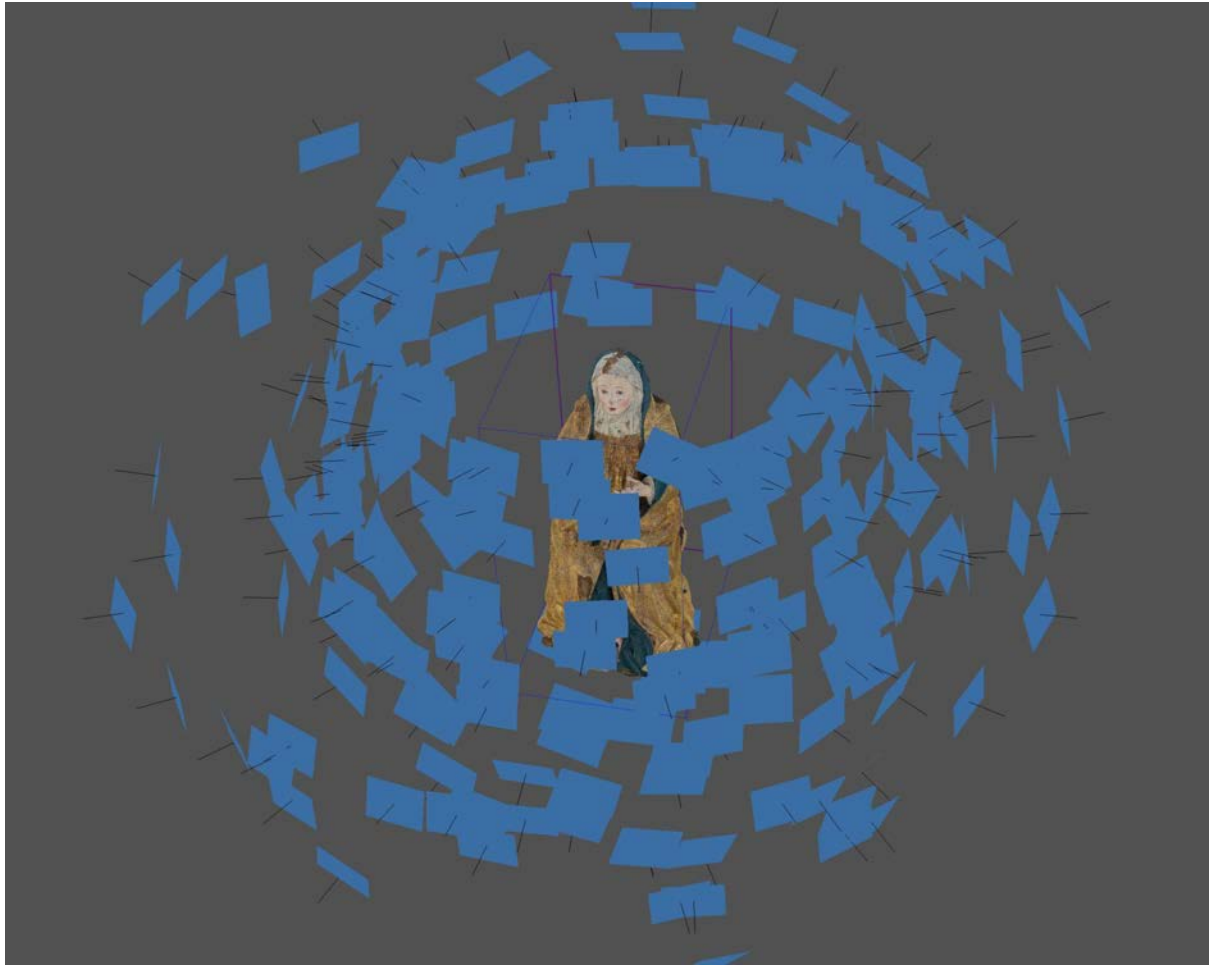
Maarja figuuri 3D mudel enne konserveerimist. Ekraanitõmmis: A. Uueni, 2022



Maarja figuuri 3D mudel konserveerimise käigus. Ekraanitõmmis: A. Uueni, 2022



Maarja figuuri 3D mudel peale konserveerimist. Ekraanitõmmis: A. Uueni, 2022



Maarja figuur peale konserveerimist. Fotogramm-meetriliseks mõõdistuseks vajalike kaadrite asetus. Ekraanitõmmis, A.Uueni, 2022



Donaatori figuuri 3D mudel. Ekraanitõmmis: A. Uueni, 2022



Püha Filippuse figuuri 3D mudel. Ekraanitõmmis: A. Uueni, 2022



Maarja trooni detailide 3D mudelid. Ekraanitõmmis, A.Uueni, 2022

Need ja teised Bernt Notke altari-retaabli mudelid on leitud: <https://skfb.ly/oEz9Q>

Lähi-infrapuna uuring

Kui 2021. teostati altari-retaabli tiibade maalitahvlite lähi-infrapuna uuringud, siis 2022 teostati retaabli korpuse osaline infrapunauuring võimalike alusjoonistuste tuvastamiseks ja dokumenteerimiseks.

Lähi-infrapuna uuring tõi paremini esile korpusel asunud rikkaliku maalingukihi ning kaks pliiatsiga markeeringut.

Lähi-infrapuna uuringud (950nm) teostas A. Uueni, Archaeovision, EKA.



Lähi-Infrapuna foto. A. Uueni, 2022



Lähi-Infrapuna foto. A. Uueni, 2022



Lähi-Infrapuna foto. A. Uueni, 2022



Lähi-Infrapuna foto. A. Uueni, 2022



Lähi-Infrapuna foto. A. Uueni, 2022



Pliiatsiga retaabli korpuse taha kirjutatud tekst: Bruno Zimmer 1908. Foto: A. Uueni, 2022



Pliiatsiga retaabli korpuse taha kirjutatud tekst, mis ilmnes kujutiste täpsemal uurimisel. Vajab täiendavat uuringut. Esialgselt on näha aastaarvud 1909-1910 (?). Foto: A. Uueni, 2022

Kompuutertomograafia uuringud

(Computer tomography - CT)



Kompuutertomograafia (KT) on ioniseerivat kiirgust kasutav radioloogiline uurimismeetod, mis võimaldab artefaktist saada kihilisi ja ruumilisi kujutisi.

Kasutatav kiirguse hulk uuringul on suurem kui tavalise röntgenuuringu puhul.

KT on suure potentsiaaliga uurimismeetod, mille osas teeb alates 2022 koostööd Eesti Kunstiakadeemia ja Eesti Kohtuekspertiisi instituut.

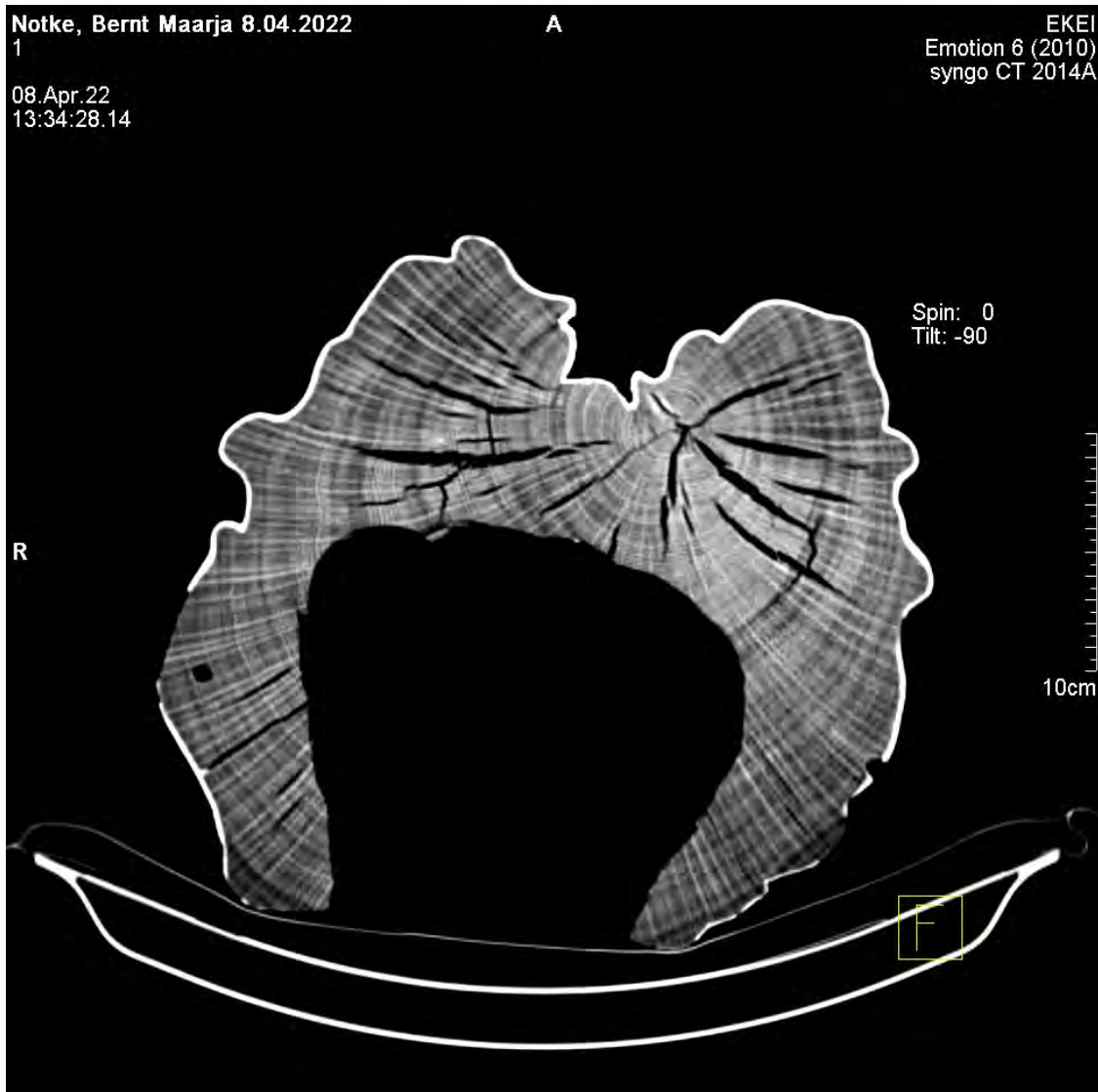
Märgiliseks esimeseks uuringu objektiks oli Maarja figuur.

Uuringud teostas: Sünne Remmer, EKEI

Analüüs: Hilikka Hiiop, Andres Uueni, Alar Läänelaid

- Paljulubavaks tehniliseks lahenduseks on KT dendrokronoloogilised uuringud. Siiski olemasoleva tarkvara võimalused jäävad nende uuringute tegemiseks ebapiisavaks, küll aga on EKEI-l kavas oma tarkvara baasi laiendada.

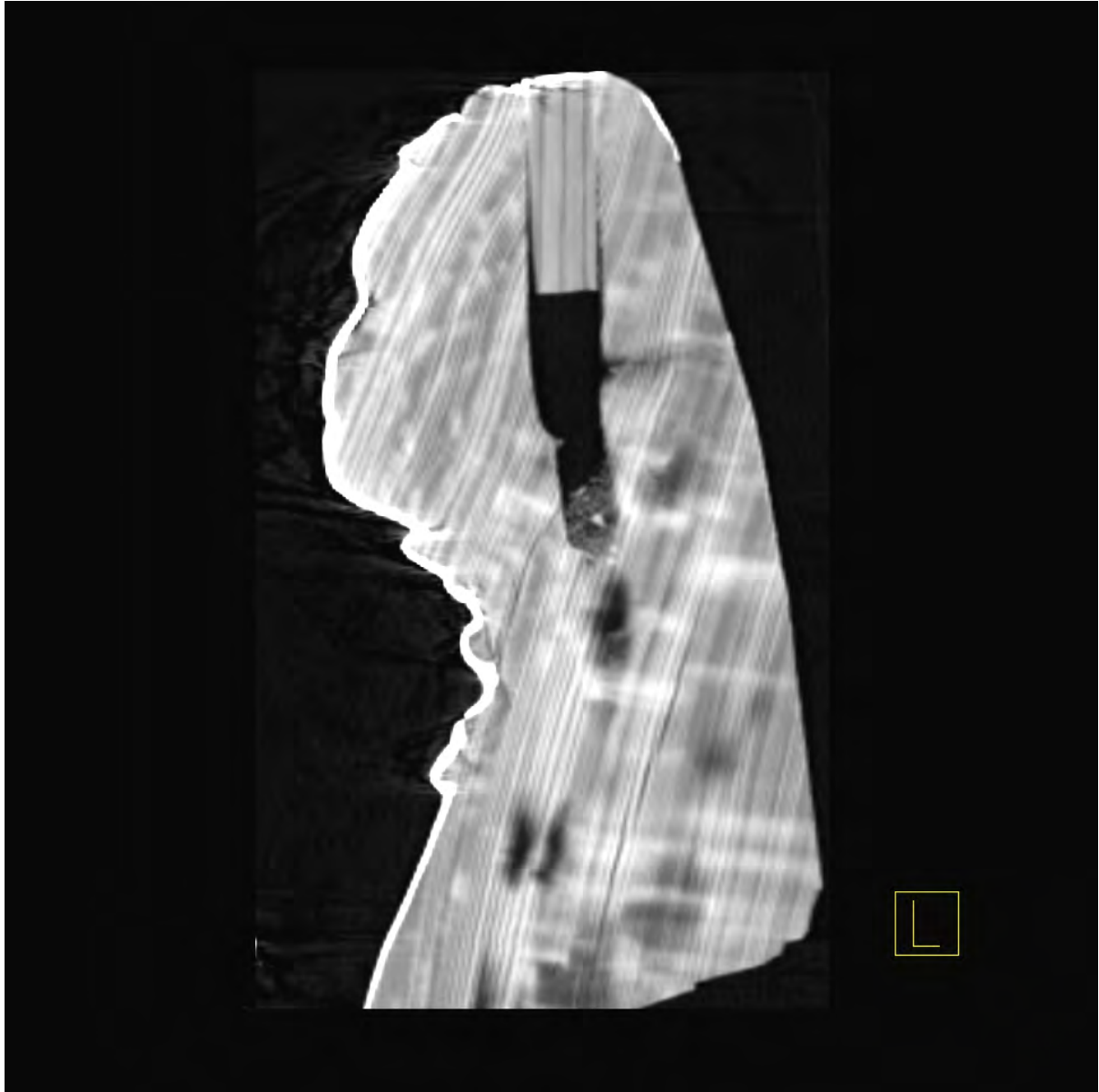
Näited:



Maarja kuju pikilõige, kus on hästi näha aastarõngaste asetus.

- KT uuringute võimalused on mitmekesised, sh ka sarnaselt röntgenuuringutele on võimalik jäädvustada ristlõiget, kuid seda on võimalik seadistada juba oluliselt täpsemal viisil kui tavapäraselt on röntgeniga olnud võimalik.

Näited:

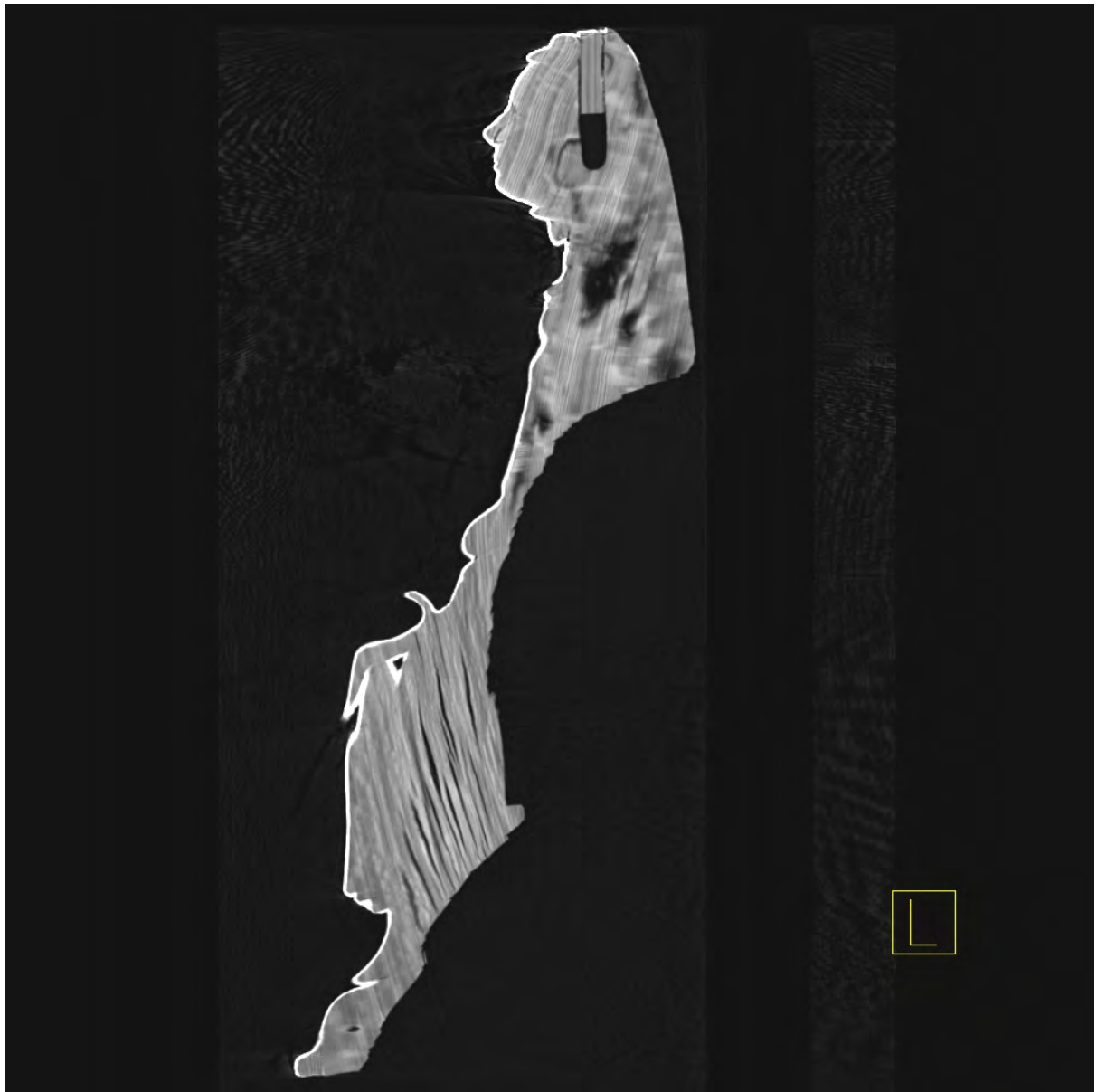


Maarja kuju peas on puudu töötlemiseks ja nikerdamiseks vajalik mitme-etapiline avaus, mis on hiljem suletud sobiva puu punniga. Avause põhjas on puidupuru.









- KT uuringute käigus on võimalik tuvastada ka erinevaid ühendeid, elemente, pigmente ja väärismetalle.

Näide:



Maarja kuju nägu, käed ja jalad on KT uuringu põhjal kaetud pliiga, mis kuvatakse lillakassininisena

Notke, Bernt Maarja 8.04.2022

AHR

EKEI

1

Emotion 6 (2010)

*01.Jan.90, O, 32Y

syngo CT 2014A

HFS

STUDY 1

08.Apr.22

13:34:28

602 IMA 1

Manip, VRT

Spin: 134
Tilt: 52

LHP



MF 1.00
AC 3

VRT/CSAMANIPULATED/AXIAL
<VRT Collection>

968*968

- KT uuringute üks väljundeid on ka 3D kujutise video (vajab spetsiaalset tarkvara) või selle ekraanivaated. Senine KT tarkvara pinnamudeli täpsus ei asenda lähitulevikus fotogramm-meetriat, kuid võimaldab paremini aru saada keerukatest vormidest või ka materjalide erisustest. Samuti pole võimalik jäädvustada värve vaid ainult geometriat.



5. ARHIIVIFOTODE ARUANNE

Koostanud: Mia-Maria Rohumaa (Eesti Kunstiakadeemia)



Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Nikerdatud sisetiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke.

1483. Üldvaade. Seinal vappepitaafid

Johannes Rambach

1928

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/39373>

ARHIIVIFOTOD PÜHAVAIMU KIRIKU RETAABLIST

13.02.2023

Käesolev dokument on ülevaade Notke retaabli ajaloolistest fotodest. Fotode otsimiseks on kasutatud MUISi, AISi ja DSpace otsingumootoreid, lisaks on välja toodud Bildarchiv Foto Marburgi fotokogus asuvad pildid. Alates 1990. aastast on fotosid nii palju, et see vajaks omaette nimekirja. Suurem osa fotosid on aastatest 1920–1945, varasemaid ja hilisemaid on vähe. Kõige rohkem fotosid on Linnamuuseumis, aga ka Ajaloomuuseumis, Filmiarhiivis, Muinuskaitseametis ja TÜ kogudes.

NOTKE

Bernt Notke

Tallinna Linnamuuseum

fotokogu

TLM1

TLM F 814

J. & P.Parikas

Tallinn, Pühavaimu kirik, nikerdatud altar avatult.

1929

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1636468>



TLM2

TLM F 813

J. & P.Parikas

Tallinn, Pühavaimu kirik, nikerdatud altar suletult.

1928

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1636455>



TLM3

TLM F 1918:1

tundmatu autor

Tallinn, Niguliste kiriku altar, Bernt Notke puunikerdus.

1941

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822022>



TLM4

TLM F 1918:2

tundmatu autor

Tallinn, Niguliste kiriku altar, Bernt Notke puunikerdus.

1941

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822458>



TLM5

TLM F 1923:2

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kirik, altar, Bernt Notke puunikerdus.

umbes 1930–1939

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822628>



TLM6

TLM F 1923:1

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kirik, altar, Bernt Notke puunikerdus.

umbes 1930–1939

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822611>



TLM7

TLM F 1924:1

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kirik, altar, Bernt Notke puunikerdus.

umbes 1930–1939

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822636>

sama foto teine eksemplar TLM F 1924:2 <https://www.muis.ee/et/museaalview/1822779>

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822779>



TLM8

TLM F 1925:1

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kirik, altar, Bernt Notke puunikerdus.

umbes 1930–1939

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822841>

sama foto teine eksemplar TLM F 1925:2 <https://www.muis.ee/et/museaalview/1822858>

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1822858>



TLM9

TLM F 2782

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kiriku nikerdaltar kiriku kooriruumis, Bernt Notke töö.

Umbes 1900

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1921622>



TLM10

TLM F 8516:4

J. & P. Parikas

Pühavaimu kiriku vana altar 15. sajandist.

1930; umbes .1970 - 1979

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2702014>



TLM11

TLM F 8516:23

J. & P. Parikas

Pühavaimu kirik, B. Notke altari välistiibade välisküljed.

1930; umbes .1970 - 1979

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2702042>**TLM12**

TLM Fn 3226

Nikerd- altar Pühavaimu kirikus

negatiiv

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2310894>**TLM13**

TLM Fn 3229

Nikerd- altar Pühavaimu kirikus

negatiiv

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2310911>**TLM14**

TLM Fn 3227

Nikerd- altar Pühavaimu kirikus

negatiiv

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2310899>**TLM15**

TLM Fn 3230

Nikerd- altar Pühavaimu kirikus

negatiiv

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2310912>

TLM16

TLM Fn 3535

Armin Alla

Tallinn, Pühavaimu kirik, B. Notke kappaltar.

negatiiv

1958

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2337576>



TLM17

TLM F 2677

tundmatu autor

Tallinn, Pühavaimu kirik, sisevaade altari suunas.

pildil pole Notke altarit!

1928

<https://www.muis.ee/et/museaalview/1895027>



DSpace

DS1

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Neli maali kappaltari vasakpoolse välistiiva siseküljel. Bernt Notke. 1483.

Johannes Rambach

1923

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/37112>



DS2

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Neli maali kappaltari parempoolse välistiiva siseküljel. Bernt Notke. 1483.

Johannes Rambach

1923

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/78476>



DS3

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Nikerdatud sisetiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke. 1483.

Detail. Skulptuurid keskosas.

Karl Akel

1925

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/77820>

E. Selleke foto fotost: <https://dspace.ut.ee/handle/10062/77819>



DS4

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Nikerdatud sisetiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke. 1483.

Üldvaade. Seinal vappepitaafid

Johannes Rambach

1928

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/39373>

**DS5**

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Nikerdatud sisetiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke. 1483.

Detail. Skulptuurid keskosas ja tiibadel

Karl Akel

1925

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/77821>

**DS6**

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Nikerdatud sisetiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke. 1483.

Üldvaade. Seinal vappepitaafid

Karl Akel

1925

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/37110>

**DS7**

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Maalitud välistiibadega kappaltar avatuna. Bernt Notke. 1483.

Üldvaade

Karl Akel

1925

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/77823>

**DS8**

Tallinn. All-linn. Pühavaimu kirik. Suletud kappaltar. Maalid välistiibade väliskülgedel. Kristus (Passioonimeister) ja Püha Eliisabet (Püha Eliisabeti legendi meister). 1483

Karl Akel

1925

<https://dspace.ut.ee/handle/10062/77828>



Filmiarhiiv

F1

Üldvaade
Karl Oras
1960

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=249953&_xr=63e4227ee7faf



F2

Avatud vaade, paremalt poolt donaatorid-apostlid
puudu
Viktor Salmre
1982

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=323551&_xr=63e423d02d1a3



Muinsuskaitseamet

MKA1

Avatud vaade
Johan Naha

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=180894&_xr=63e42581161e9



MKA2

püha Olav ja püha Anna
Johan Naha

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=180656&_xr=63e42670a2ac8



MKA3

vaade ülevalt koorile
Johan Naha

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=180648&_xr=63e426c1cb031



TLA1

Tallinna Linnaarhiiv

Altar Toomkirikus

https://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=56253&_xr=63e4c2dd26fbb



Ajaloomuseum

AM1

AM_8484

F 10096

Pühavaimu kiriku altar

1896

<https://www.muis.ee/et/museaalview/2035408>



Bildarchiv Foto Marburg

peamiselt Kletzl, Otto & Hamann-Mac Lean, Richard

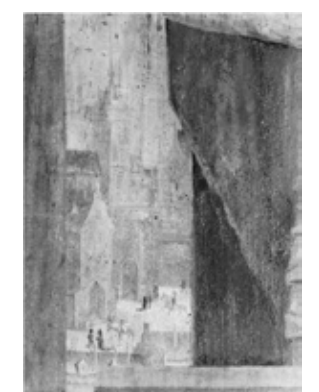
1940

BI1

fm150533

Kristus Valumees (välistiib)

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?part=2>



BI2

fm4665

püha Elisabeth (välistiib)

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm4665&part=3>

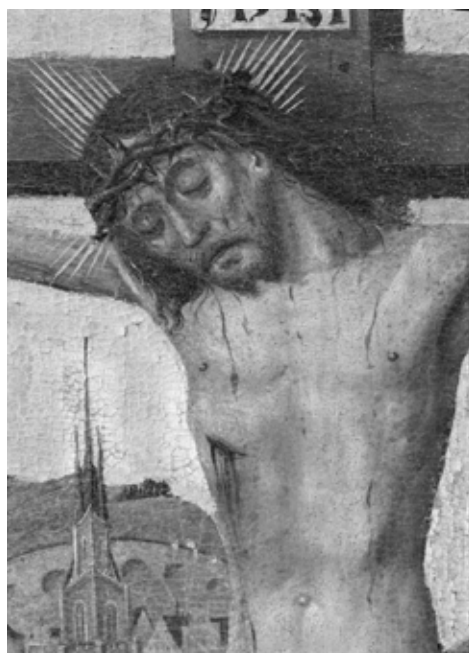


BI3

fm150555

Kristus ristil

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209/?part=10&medium=fm150555>



BI4

fm150547

Kristus kannab risti

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150547&part=8>



BI5

fm150551

Kristuse piinamine

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150551&part=9>



BI6

fm4676

Elisabeth peseb Kristuse jalgu

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm4676&part=11>



BI7

fm150560

Ristiime

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150560&part=12>



BI8

fm150563

püha Olav ja püha Anna

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150563&part=14>



BI9

fm150568

püha Elisabeth ja püha Viktor

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150568&part=16>



BI10

fm4668

püha Elisabethi surm

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm4668&part=5>



BI11

fm154125

püha Elisabeth palvetamas

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm154125&part=6>



BI12

fm150544

Kristus Pilatuse ees

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150544&part=7>



BI13

fm150574

avatud vaade

<https://www.bildindex.de/document/obj20269209?medium=fm150574&part=15>



Tallinna Linnaarhiiv
fond R-242, nimistu 1, säilik 309

TLA1-TLA5



TLA6-TLA15



TLA16-TLA18, TLA20-TLA26



TLA27-TLA36



TLA37-TLA46



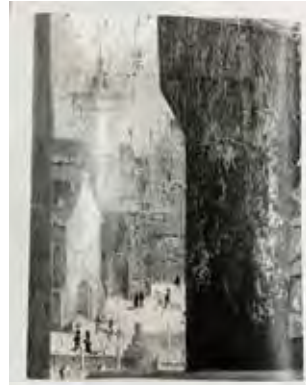
TLA47-TLA55

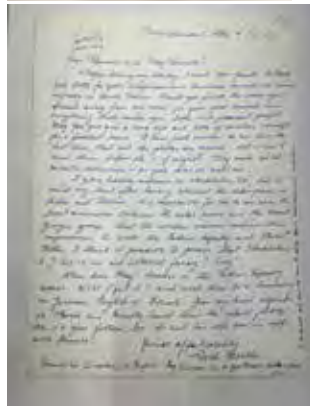
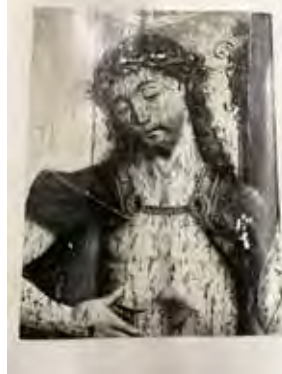


TLA55-TLA64



TLA65-TLA74

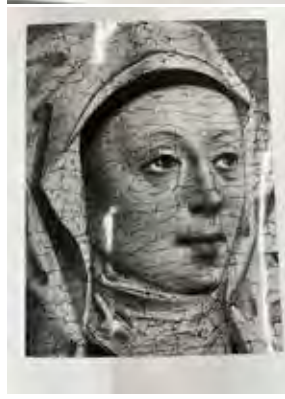




TLA85-TLA94



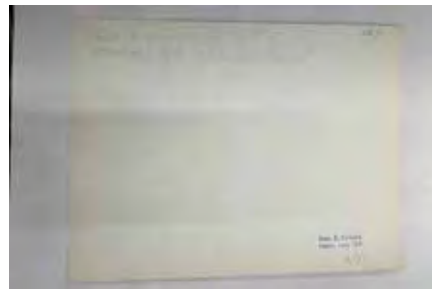
TLA95-TLA104



TLA105-114



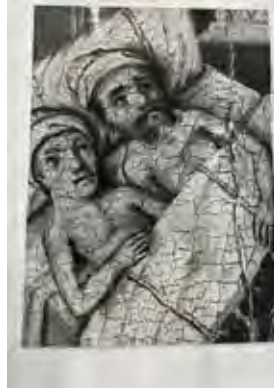
TLA115-TLA125



TLA126-TLA134



TLA135-TLA144



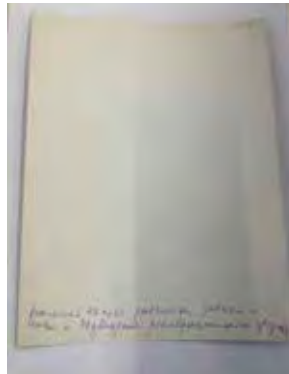
TLA145-TLA154



TLA155-TLA164



TLA165-TLA175



TLA179-TLA192



TLA193-TLA202



TLA117, TLA118, TLA124, TLA170, TLA178

TLA 117
Handwritten text on a page, possibly a letter or document.



TLA 118
Handwritten text on a page, possibly a letter or document.



TLA 124
Handwritten text on a page, possibly a letter or document.



TLA 170
Handwritten text on a page, possibly a letter or document.



TLA 178
Handwritten text on a page, possibly a letter or document.



Handwritten text on a page, likely a letter or report, with several lines of cursive script.



Handwritten text on a page, continuing the narrative or report from the previous page.



Handwritten text on a page, concluding the narrative or report.



Handwritten text on a page, likely a letter or report, with several lines of cursive script.



Handwritten text on a page, likely a letter or report, with several lines of cursive script.



TLA179, TLA180, TLA186

Handwritten text on a page, likely a manuscript or letter, with some lines underlined. The text is in a cursive script and appears to be in a non-Latin language.

Another page of handwritten text, similar to the first image, showing dense cursive script.



A page of handwritten text, similar to the first two images, showing dense cursive script. The text is written in a dark ink on a light-colored paper.



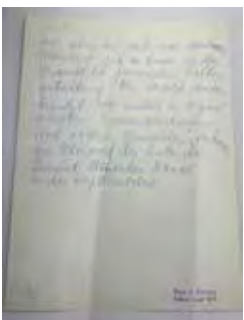






TLA232-TLA241





TLA252-TLA262



o. Peter. Tabernaculo alto.
frontal. en el.
Tabernaculo alto.
too.
(1)





TLA272-TLA281



TLA282-TLA191



TLA292-TLA301



TLA302-303

