

EESTI KUNSTIAKADEEMIA

Kunstikultuuri teaduskond

Muinsuskaitse ja konserveerimise osakond

Lühike Eesti ahjude ajalugu, kahhelahju ehitus ja restaureerimine

Lai tänav 33 leidude näitel.

Bakalaureusetöö

Katrina Veelmaa

Juhendaja: Merike Kallas,

Artur Ümar,

Isabel Aaso-Zahradnikova

Tallinn 2018

Sisukord

Sissejuhatus	1
1. Lühike Eesti ahjude ajalugu	3
1.1 Hüpokaustahi	3
1.2 Kerishüpokaust	4
1.3 Kalorifeerahi	5
1.4 Reheahi	5
1.5 Umbahi.....	6
1.6 Kerisahi.....	6
1.7 Pottahi	7
1.8 Kahhelahi	7
2. Kahhelahju ehitus ning ajaloolised muutused välimuses ja kasutuses.....	8
2.1 Kahhelahjud Eestis	10
2.2 Kahhelkivid erinevatel ajastutel.....	12
2.2.1 Keskaeg	12
2.2.2 Renessanss	12
2.2.3 Barokk ja rokokoo	13
2.2.4 Klassitsism.....	13
2.2.5 Historitsism.....	14
2.2.6 Juugend.....	14
3. Kahlite materjalid	15
3.1 Savid	15
3.1.1 Aluspõhjasavid	16
3.1.2 Pinnakattesavid.....	17
3.2 Põletamine	18
4. Glasuuride kasutus ning nende omadused	20
4.1 Glasuurid.....	20
4.2 Glasuurimisel tehtavad vead	28
5. Konserveerimistööd Lai 33 kahhel fragmentidel	31
5.2 Seisukorra analüüs	31
5.3 Polükroomia uuringud	34
5.3.1 Stratigraafilised uuringud	34

5.3.2	Infrapunaspektroskoopia.....	35
5.3.3	Skaneeriv elektronmikroskoop uuring.....	36
5.3.4	RTI fotograafia uuring	39
5.4	Polükroomia konserveerimine	41
5.5	Kuivpuhastus.....	42
5.6	Märgpuhastus	43
5.6.1	Aurpuhastus	45
5.6.2	Märgpuhastus valgete kahlite pinnal	45
5.6.3	Märgpuhastus kahli medaljonil.....	45
5.7	Kahlite kokkuliimimine	47
6	Reprodutsioon lille ornamendiga tumerohelist kahlist	49
7	Säilitamine ning eksponeerimine	50
8	Sarnaseid kahelahju fragmente Eesti muuseumitest	51
	Kokkuvõte.....	56
	Summary	57
	Kasutatud kirjandus	58

Sissejuhatus

Käesolev bakalaureusetöö valmis eeskätt tänu Tallinna vanalinna Lai tänav 33 elamu ahjukahlite leidudele. Leitud kahlid kuuluvad eri ajastutest pärinevatele ahjudele,- kokku leiti kuue erineva ahju kahleid ning nende fragmente. Antud töö raames on konserveeritud 30 kahhelahju fragmenti, millest kahte on võimalik kokku liimida ning üks vajab pealispinna kinnitust.

Tööd jagunevad kahe semestri raamesse. Sügissemestril keskenduti ajaloolisele ning teoreetilise tausta uurimisele ning kevadsemestril jagunes rõhk praktilisele tegevusele.

Keraamika leiud- , sealhulgas ka kahhelahju fragmendid on levinuimaks leiuks arheoloogilistel kaevamistel. Pealtnäha kulunud glasuuri ning sakiliste äärtega fragmendid on tegelikkuses ajalooliselt väärtuslikud, kildude välimuse järgi saab iseloomustada kindlat ajajärku, materjalide kasutusomapära ning detailidesse langedes ka ühiksonda ja omanikku.

Lai tänav 33 hoone ahjude fragmendid liigituvad põhiliselt 16.—20. sajand. Peamiseks ülesandeks on ahjukahlite restaureerimine, konserveerimine ning säilitamine, vastavalt võimalustele ka fragmentide tuvastus ning dateerimine.

Töö on eelkõige aktuaalne sisaldades konserveerimis meetodeid, erinevaid dateerimisel abiks olevaid uurimis võimalusi ning käsitledes säilitamis viise. Töö kirjutamisel on lähtutud selle vajalikkusest restauraatoritele, kunstiajaloolastele ning mingil määral ka arheoloogidele ja varaomanikele.

Töö ülesehitus

Seoses kindlate kahlite ning kahhelahjude info vähesusele ilmnes vajadus uurida üldist ahjude ajalugu Eestis, saamaks aru millisest ahju tüübist kahhelahi arenes ja mis riigist see jõudis Eestisse.

Teisalt on uuritud kahhelahju arengut läbi sajandite, eraldi peatükina räägitud kahhelahju stiilidest, mis levisid Eestis. Eraldi peatükina on välja toodud kindlatel sajanditel levinud kahlite stiilid ning neid iseloomustavad detailid.

Kolmandas peatükis on tutvustatud kahhelahju moodustavate materjalide koostist ja nende valmistust, sest kahjustuste mõistmiseks ning selle kaudu õige konserveerimismeetoodika

leidmiseks on esmatähtis tutvuda valmistusmaterjalidega ja tehnoloogiatega. Suur osa keraamika vastupidavusest ajas sõltub selle valmistusviisist.

Artur Ümara ning Anne-Mari Jakobsoni bakalaaurusetöös on eelnevalt põgusalt peatunud põlemisprotsesside ning savi koostise juures, antud töös on suurem rõhk glasuuride olemusel, nende valmistamisele ja tootmisaegsetele vigadele. Artur Ümara diplomitöös on samuti käsitletud kahhelahje ning nende restaureerimist. Selle aastases töös on vaatluse all kuue erineva kahhelahju fragmendid. Leidudel puudus neid dateeriv info, mille poolest on need antud töös jaotatud glasuuri värvuste järgi.

Töö praktiline osa algab fragmentide dateerimisinformatsiooni ning seisukorra analüüsiga. Järgnevalt dokumenteeritakse Tallinna vanalinna Lai tänav 33 majast leitud kahhelahjude fragmentide konserveerimis- ja restaureerimistöid. Eraldi peatükina on kajastatud erinevate kahlitega läbiviidud uuringute tulemusi.

Seoses ühe kahli andmete rohkusele osutub võimalikuks glasuuri pinnast reproduktsiooni tegemine, mis visualiseeriks nii kahli terviklikust kui ka ornamenti õigetes mõõtudes.

Eraldi peatükidena on mainitud eksponeerimisviise ning väljatoodud rakendatud viiside tähtsusi ning toodud välja muuseumidest leitud piltmaterjali mis sarnanevad või on identsed Lai tänav 33 hoonest leitud kahlitega.

1. Lühike Eesti ahjude ajalugu

Ahjude ajalugu on mahukas, antud peatükis käsitletakse Eestis nii aadlike kui ka lihtrahva seas kasutusel olnud ahje. Iga ahju puhul on määratud kasutusaeg sajandi täpsusega, liigi põhilised eelised ja puudused, välismust iseloomustavad detailid. Samuti on väljatoodud, kuidas on erinevad ahjud Eestisse jõudnud, mis maalt on kindel tüüpeeskujud saanud ja kuidas on see ajas muutunud.

Antud peatükk põhineb suuremalt jaolt arheoloogide uuringutele, bakalaureusetöödele, keraamikauurijate poolt tehtud monograafiatele ning kunstiajaloolaste ja kunstiteadlaste kirjutatud raamatutele ja artiklitele.

1.1 Hüpokaustahi

Kuni 16. sajandini kasutati eluruumide soojenduseks hüpokaustahjusid. Antud kütteseaded ei olnud kõige optimaalsemad, sest kütet kulus palju, kindlustamata püsivat ja piisavat soojust ruumides.

Eestis on säilinud rohkesti hüpokaustahjusid, põhiliselt tänu sellele, et 17.—19. sajandil, peale eelnevate sajandite sõdu ei olnud majanduslike võimalusi uute hoonete ehituseks või ulatusliku ümberehituste tegemiseks.¹ Samuti aitas ahjude säilimisele kaasa ka Eesti kliima erinevus Saksamaaga, kus talve periood on märgatavalt lühem ja soojem. Keskaegsest õhkküttesüsteemist on tavaliselt tänaseni säilinud vaid osa, mis paljastub arheoloogilistel kaevamistel. Tallinna keskaegsetest hoonetest leitud ahjudest on alles ainult kere osa ehk esisein.² Väimuse ning konstruktsiooni poolest meenutab hüpokaustahi hiliseimaid Eesti rehielamutes kasutatud reheahjusid.³

Ahju põrand oli peamiselt valmistatud kivist. Tallinna raekojas oli põrand laotud tellistest, tähelepanuvääriva soojusisolatsiooni kihiga: telliste all liivakihtide vahel asus tihedasti kokkupressitud hein, selle all liivakihi vahel oli rida õhukesi paekivitükke.⁴ Põrandale laoti kolde seinad. Kolde seinte ja ahju kere vahel oli õhuruum, paremaks isoleerimiseks koldekuumusest.

¹ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis – Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007, 2008. lk 81

² A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis – Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007, 2008. , lk 83.

³ Samas, lk 85

⁴ T. Böckler, Tallinna raekoja kütte- ja sanitaarseadmed 15. sajandi algul. – Ehitus ja Arhitektuur 2,1978. lk 56.

Kollet kattis võlv, mille peal asetsesid kerisekivid. Eesti keskegsete hüpokaustahjude kolderuumi sisemine kõrgus jäi enamasti 50–60 cm piiridesse.⁵ Keldrites asus hüpokaustahjude kütmisruum. Üheks suureks põhjuseks, miks antud ahjutüüp kasutuse kaotas, oli puidu tarbimise maht. Näiteks Tallinna hüpokaustahjude kütmiseks toodi kohati isegi Ruhnu saarelt puid. Hüpokausti on kerge dateerida, sest see ehitati koos hoonega, kuid võib olla ka erandeid. Antud ahju tüüpi on erinevaid, neid liigitatakse põhiliselt avade arvu järgi, maksimaalseks leitud avade arvuks Eestis on 12. Linna kodaniku majas olid levinuimaks kahe kuni nelja avaga ahjud.⁶

1.2 Kerishüpokaust

Kerishüpokaust kujunes Läänemeremaades hiliskeskajal ning sai kauge eeskuju Vana-Rooma hüpokaustist.⁷ Sellegipoolest oli keskaegsel õhkküttesüsteemil olulisi erinevusi. Roomlaste hüpokaustides kulges soe õhk, mis soojendasid ruume, koldest põranda all ja seintes olevatesse kanalitesse. Keskajal levinud õhkküttesüsteem arendati 10.—13. sajandil Kesk-Euroopa suurtes kloostrites *calefactorium*'i kütmiseks.⁸ Esialgelt soojendasid kütteõhku kuumenenud koldevõlv ning ahju kere müürid. Kui ristiusk ja kloostrid levisid külmema kliimaga Põhja-Euroopasse, osutus antud küttesüsteem ebapiisavaks. 14. sajandil hakati soojuse salvestamiseks koldevõlvi katma maakividega.⁹ Vana-Rooma hüpokaustide soojussalvestusvõime oli väike, hoides ruume soojana vaid kütmise ajal. Keris võimaldas soojust paremini akumulierida, mille abil vabaneti vajadusest pidevalt kütta. Leiutis osutus õnnestunuks ja kerishüpokaust levis Saksa kultuurialal kloostritest ja linnustest ühiskondlikesse hoonetesse ning linnakodanike elumajadesse. Keskaja mungad, ordurüütlid ning ehitusmeistrid vahetasid sageli kodukloostrit või teenistuspaika. Võimalik, et hüpokaustahju kerisega täiendamise idee tulid mungad või ordurüütlid, kes elasid Vana-Liivimaal. Põliselanikud kasutasid kerisahjusid juba 7.—8. sajandil.¹⁰ Tallinna hüpokaustide kütteplaadiks osutus enamjaolt üks monoliitne aukudega paeplaat. Seevastu Läti ja

⁵ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 85

⁶ Artur Ümara suuline teade autorile 12.12.17

⁷ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 80.

⁸ K.Bingenheimer, Die Luftheizungen des Mittelalters. Zur Typologie und Entwicklung eines technikgeschichtlichen Phänomens. Antiquitates Archäologische Forschungsergebnisse, 17. Hamburg, 1998, lk 109-143.

⁹ K. Bingenheimer „Die Luftheizungen des Mittelalters.lk 146.

¹⁰ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 81.

Lõuna-Eesti alade kalorifeeri katteplaat koosnes lisatoestust vajavatest väiksematest tahutud paekividest või keraamilistest plaatidest.¹¹

1.3 Kalorifeerahi

Vana-Liivimaa keskaegne kalorifeerahi asus köetavate ruumide all.¹² Tegemist oli suure kerisahjuga, mille keriseruum oli ühenduses köetava ruumiga. Köetavas ruumis ahju peal asus ümmarguste õhuaukudega kiviplaat, mille augud olid kütmise ajal suletud ning suits väljus kerisekivide kaudu korstnasse. Kütmise lõppfaasis suleti suitsulõõr siibriga, plaadis olevad augud avati ja soe õhk levis ruumi. Kerishüpokaustkütte põhimõteks oli kerisekivide kuhjast soojuse kandmine õhuga kanalite avamisel loomuliku konvektsiooni abil ruumi.

Ahi koosnes lubimördiga laotud pae-, maakivi- või telliste kerest, kahe külgseina ja tagaseinaga ning neid katvast tellistest silindervõlvist. Kere sees asus tellistest laotud koldesein, mis kaitses keret kuumuse eest. Külgseintele toetus tellistest koldevõlv, kerisekividega. Ahju esisein laoti sekundaarsena kere külgseinte vahele. Laes olid avaused, millest õhk pääses köetavasse ruumi.

Keskaegset õhkküttesüsteemi ei ole tänaseks terviklikult säilinud. Arheoloogilistel kaevamistel paljastub tihti ahi, selle kütteplaat ning õhukanalid. Tallinna keskaegsetes hoonete puhul on ahjust sageli järel ainult kere.¹³

1.4 Reheahi

Antud ahjutüüpi kasutati rehielamutes, selle eesmärk oli ruumi soojenduse kõrvalt kuivatada ka parte peale laotatud vilja. Reheahjud olid tähtsal kohal Baltimaade viljatööstustehnoloogias, sellest pidevalt erituv suits soodustas vilja säilimist, mistõttu selliselt kuivatatud vili oli kõrgelt hinnatud. Erituval suitsul oli aga kahjulik mõju inimeste tervisele, mida 19. sajandi algul mainis Karl Ernst von Baer raamatus „Eestlaste endeemilised haigused”. Tänu reheahjule oli rehetuba talvel ainus soe ruum terves majas. Ahjuga oli ühendatud sageli ka lee.

¹¹ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 86.

¹² A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 84.

¹³ A.Tvauri, Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis –Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. lk 83.

Arheoloogilistel andmetel on Eestis kerise ja lahtise lee ehk keedukoldega ahje ehitatud alates 10. — 11. sajandist.¹⁴

1.5 Umbahi

Umbahju ja kerisahju põhiline erinevus avaldub soojussalvestis, nimelt esimesel puudub see sootuks. Kerise asemel on umbahjus suur ja kõrge tulepesa, mille peal asub lagi. Antud ahju kütmisel väljus suits ahju suust või esimüüri suitsuava kaudu. Suitsuavad, mis sulgusid ja avanesid ühe või paari kiviga, võimaldasid reguleerida tõmmet. Kagu-Eestis leidis umbahjusid, kus põrand ning kolle olid ehitatud toapõrandast kõrgemale.¹⁵ Uuematele umbahjudele, mis levisid eriti Räpina ja Vastseliina kandis, tehti lae sisse üks kuni kaks tõmbelõõri, mis algasid ahju tagaosast ning väljusid esiküljest. Alles 19. sajandi teisel poolel hakati rehemajade umbahjusid ümber ehitama kerisahjudeks.¹⁶

1.6 Kerisahi

Algsete kerisahjude ehitus oli lihtne ümmargused raudkivid laoti üksteise otsa kuhja ilma sideaineta, suuremad alla, väiksemad peale. Ahju lagi tehti piklikest katusekujulistest, paarikaupa teineteise vastu toetuvatest kividest, millele omakorda laoti väikesed kerisekivid. Tõenäoliselt kasutati selliseid lihtsaid ahjusid nii elamutes kui leilisaunades. Maakividest kerisahje leidis 20. sajandil suitsusaunades, eriti Lõuna- ja Kirde-Eestis.¹⁷ Eriti kaua olid selliseid ahjud kasutuses Setu ja Võrumaa saunades, üksikuid on alles veel tänapäevalgi. Algelist kerisahju iseloomustab omapärane tulepesa lae ehitus, mis valmistati poolviltuselt üksteise vastu toetuvatest pikergustest kividest. Hilisema-aegsete puhul asendati need täiuslikuma ja tugevama võlvkaarega.¹⁸

¹⁴A. Ladva, Reheahjude soojustehniline analüüs. Magistritöö. Tartu: Eesti Maaülikooli Tehnikainstituut, 2014, lk 7.
Dspace – Estonian University of Life Sciences

¹⁵ A. Ladva, Reheahjude soojustehniline analüüs, lk 8.

¹⁶ A. Ladva, Reheahjude soojustehniline analüüs, lk 9.

¹⁷ A. Ladva, Reheahjude soojustehniline analüüs, lk 7.

¹⁸ A. Ladva, Reheahjude soojustehniline analüüs, lk 8.

1.7 Pottahi

Tänapäevani on levinud arusaam, et pottahjud on sama mis kahhelahjud, kuigi tegelikult on pottahjud kaudselt kahhelahjude eelkäijad. Saksamaal on säilinud vanade kiriku gravüüride ja freskode peal pottahje. Pottahjude kasutust mainiti juba 1250. aastal Saksamaal munkade poolt. Eesti aladel levis nende kasutus munkade seas peale Jüriöö ülestõusu. Eestis leitakse põhiliselt pottahju fragmente või nende vundamenti. Tänapäevani ei ole leitud täiskujul pottahje ega ka neid kujutavaid gravüüre või maalinguid. Pottahjude rekonstruktsioonid gravüüridel põhinevad suuremalt jaolt Saksamaalt.

Ahi asus paekivist alusel, suuremosa kehandist oli savist laotud. Savi hulka lisati massiks oksid ja loomakarvu, et vältida konstruktsiooni liikumist ja pragude teket.¹⁹ Tulekoldesse ulatusid pottide põhjad (potid ise meenusid välimuselt lillepotti). Pottahju mõte oli puhtalt praktiline soojendamaks võimalikult palju ruumi. Antud ahjutüübi ahju eluiga piirdus viie aastaga. Peale viiete aastat hakkavad kehandis tekkima praod.

1.8 Kahhelahi

Kahhelahjude põhiline eripära ilmneb soojuse salvestuses ja selle ülekande vahemikus ruumi, nimelt salvestavad need paremini soojust kui tavaline saviahi.²⁰ Seoses üleminekuga suitsuvabale kütmisele, hakkas see teiste kütmisvõimaluste hulgas selgelt domineerima. Keraamilise kahhelahju areng sai alguse Alpide piirkonnas praeguse Saksamaa, Austria ja Šveitsi alal.²¹ See oli nähtavasti seotud rooma ja germaani kultuuri kokkusulandumisega, mille tulemusena võtsid kohalikud elanikud roomlaste ahjudelt üle tehnoloogilisi ja struktuurilisi täiendusi.²² Vanimad teated kahhelahjudest pärinevad 8. sajandist ning esimesed säilinud kahhelahjud hilisgootika ajast Lõuna-Saksamaalt. Need koosnevad nelinurksest jalgedel seisvast alaosast ja väiksema läbimõõduga neli- või enamnurksest või ümmargusest ülaosast. Tavaliselt kasutati kahhelahjude ehitamiseks vana küttekolde asukohta. Heaks näiteks on Haapsalus

¹⁹ Artur Ümara suuline teade autorile 12.12.17 Tallinnas

²⁰ J.H. Lumpe, Studien zur Ofenkeramik des 12. bis 17. Jahrhunderts anhand von Bodenfunden aus Westfalen-Lippe. – U. Quednau und G. Isenberg (Hrsg.). Denkmalpflege und Forschung in Westfalen, Band 42. Mainz, 2006, lk 3.

²¹ A. Allik, Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses, Tartu: Tartu Ülikool, filosoofiateaduskond, 2011. Lk 31. Kättesaadav Tartu Ülikooli raamatukogus.

²² A. Allik, Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses, lk 31.

Osutitorni ahi, mis oli ehitatud 16. sajandil kalofeerahju paeplaadi peale.²³ Kahhelahju eluiga on keskmiselt 70 aastat. Tänu pikkale elueale võidi moevoolu vahetudes ahjusid välja vahetada või ülevärvida. Viimast võib palju kohata Eesti kahhelahjude puhul, mis on kaetud erinevatest ajajärgudest pärit värvikihtidega.

2. Kahhelahju ehitus ning ajaloolised muutused välimuses ja kasutuses.

Kahhelahju tüübist olenevalt võisid need koosneda kas kuplist või mitmeastmelistest liigendatud konstruktsioonidest. Kui kahhelahju alaosa koosnes valatud reljeefsetest plaatidest võib seda nimetada kombinatsiooniahjuks.²⁴ Kahhelahjude alaosad olid üldiselt täisnurksed ning nendes asus küttekamber. Alaosa ladumiseks kasutati sageli ruudukujulisi, vähem representatiivseid ahjukahleid. Ahju ehituses otsese tulega kokkupuute aladel kasutati põletatud telliseid (näiteks soemüüri puhul). Erinevalt tornahjudest ulatus kastahjude ülaosa tagaseinani. See oli alaosast vaid vöökahlite ja väikese astmega eraldatud.²⁵ Suuremates ruumides kasutati efektiivsema kütmise eesmärgil kolmeastmelisi kastahjusid. Ahjutornid, sõltumata oma kujust olid kõikidest külgedest vaadeldavad. Kastahjude põhilisteks eelisteks tornahjude kõrval oli nende kompaktsus ruumis ning see, et neid võis paigutada dekoratiivsetele jalgadele.²⁶

15. sajandil hakkas Kesk-Euroopas levima pottahjude kasutus, mis omasid nii soojendus- kui ka kaunistusfunktsiooni. Kahhelahjud levisid algselt ainult aadelikus keskkonnas.

Dekooris valitsesid tumeroheline ja tumepruun glasuur. Valgeks põletatud savist mitmevärvilise glasuuriga kahleid peeti haruldaseks kaubaks.²⁷ Erinevalt elumajades olevatele kahhelahjudele levisid kõrtsides, saunades ja tööruumides geomeetriliste kujunditega neutraalsetest kahlitest koosnevad ahjud.²⁸

²³ E. Russow, Linn linna all. Arheoloogilised kaevamised Haapsalus uue aastatuhande alguses. – Läänemaa Muuseumi toimetised VII.Toim A.Lepp. Haapsalu: Haapsalu ja Läänemaa Muuseumid, 2003, lk 111–125.

²⁴ J. H. Lumpe, Studien zur Ofenkeramik des 12. bis 17. Jahrhunderts anhand von Bodenfunden aus Westfalen-Lippe, lk 3

²⁵ A.Vunk, Narvast, Suur tn 22-26, leitud 16. — 18. sajandi ahjupotid ja kahlid. – Linnas ja linnuses. Uurimusi Narva ajaloost. Narva Muuseumi toimetised, 6. Narva, 2006, lk 74–89.

²⁶ A.Vunk, Narvast, Suur tn 22-26, leitud 16. — 18. sajandi ahjupotid ja kahlid, lk 81

²⁷ I.J. Põltsam, Liivimaa väikelinn Uus-Pärnu 16. sajandi esimesel poolel. Tallinn:Argo, 2009, lk 239–249

²⁸ A. Vunk, Pärnu 16. sajandi ahjukahlite tüpoloogiat ja valmistamise tehnoloogiast. – Stilus. Eesti Arheoloogiaseltsi Teated 1996 (1), 6. Tallinn,1996, lk 37–42.

Ahjukahli eelkäijaks oli lihtne ümara suu ja ümara põhjaga savipott, mida kasutati pottahjude puhul. Sajandite vältel hakati nende suuosa vormima nelinurkseks, mis hõlbustas pottide üksteise kõrvale ladumist ahjus ning kaotas ära vaheavauste tähtsuse. Potid salvestasid tõhusalt soojust, kuid ümarpottidest kuhjatis osutus ebastabiilseks. Ajapikku muutus ka ahjukahli tähtsus, nimelt selle praktilisusele lisandus ka dekoratiivsus. 15. Sajandil hakati ruudukujuliste pottkivide kõrval valmistama ristkülikukujulisi ahjupotte. Nišikahhelkividel oli tihti eesriidetaoline esiosa, mis aja jooksul madaldus reljeefseks kaunistuseks.²⁹

Kahhelahjust sai mitte ainult küttekeha vaid omaniku moeteadlikust edastav sisustuselement. Ahjupottide katmine glasuuriga sai alguse Põhja-Euroopas 13. sajandil, kuid levis laiemalt alles 15. sajandil.³⁰ Glasuuri kasutuselevõtt on tähtsal kohal kahhelahju arengus. Tänu glasuuridele muutusid kahlid tugevamaks, kergemini puhastatavaks ning vastupidavamaks gaasidele, hapetele ja õlidele. Teada on ka, et kahhelahjude puhul kasutati šabloone. Pottsepise šabloone leitakse harva, sest need on valmistatud puidust ja luust, mis ei säili pinnases. Sageli olid reljeefkahlid põhilisteks maalingute majja toojateks.

Kahhelahje liigitatakse kohati ka ruumi jaotuse suhtes:

- Eest või küljelt köetavaks ahjuks – juhul, kui ahju köetakse samast ruumist
- Küljelt või tagant köetavaks ahjuks – juhul, kui kütmine toimub külgnevast ruumist näiteks eeskojast või köögist.³¹

Tagant köetavad ahjud hakkasid levima 13. —15. sajandi jooksul.³² Nende eeliseks võrreldes eest või küljelt köetavatega oli see, et eluruumi ei sattunud mingit suitsu ega tahma, kuna see pääses läbi ahju tagaseinas oleva suitsulõõri otse korstnasse.

17. sajandil valmistas pottsepp nii tarbekeraamikat kui ahjukahleid ning mürsepp ladus ahjud üles. Enne 17. sajandit puudusid kahhelahjudes korstnasse viivad lõõrid, ahi oli seest tühi ja soe õhk keerles seal ringi. Korstna kasutuselevõttust kujunes suur kasu ahju arengule, sest selgus, et

²⁹ K.Must – Kahhelahi, praktiline kunstiteos

³⁰ A. Tunzelmann, H. Die alte einheimische Kachelkunst und die Ofenkacheln im Rigaer Dommuseum. Riga, 1933, lk 8.

³¹ J. H. Lumpe, Studien zur Ofenkeramik des 12. bis 17. Jahrhunderts anhand von Bodenfunden aus Westfalen-Lippe, lk 3

³² U.G. Großmann, Architektur und Museum – Bauwerk und Sammlung. Das Germanische Nationalmuseum und seine Architektur. – Kulturgeschichtliche Spaziergänge im Germanischen Nationalmuseum, Band 1. Hatje, 1997, lk 82.

põlemisgaasid suudavad kivist lõõre küllaltki pikalt soojendada millega võeti kasutusele võimalikult pikad suitsulõõrid.

Kahhelahjude ilmumine iseloomustas tarbimisharjumiste progressi, mis näitas mugavuste ja isiksuse rolli osatähtsuse arengut. Kahhelahjude ehitamise kultuuriline motivatsioon näitab selle kaudu oma identiteedi kuulutamist. Usupuhastuse ajal oli võimalik ahjukahlite abil kajastada oma poliitilisi veendumusi.³³ Kahhelahju pildi moodustasid kindla kombinatsiooniga üksikud pilditeemad eri kahlitel, mis kajastas teatud temaatikat ning suundumusi. Selleks, et kahlipildi sõnum oleks mõistetavam, esines kahlitel ka tekst, mis kujutati identifitseeris. Konkreetse kahhelahju kompositsioon võis iseloomustada omaniku haritust ja väljendada elujärge, sest tellija võis ka ise selle kujundamisel osaleda.³⁴

Kahhelahju rahaline väärtus sõltus ahjukahli kvaliteedist ja pildi süzeest. Madalreljeefseid lille- ja taimekujutistega ahjukahleid esines tsentraalsümmetriliste kompositsioonidena, tapeetmuustritena, dekoratiivsete lillevaasidena portaalides ja lillekimpudena.³⁵

17. sajandil kujunes ahjukahlitest omaette suund tarbekunstis. Kahlitel kasutati põhiliselt musti või rohelisi madalreljeefsete taimornamenti või rohelist figuuraal- ja ornamentaalkujundeid³⁶ 19. sajandil levis Rootsist ümarate kahhelahjude tootmine.

2.1 Kahhelahjud Eestis

Eesti linnadesse jõudis kahhelahi 15. sajandi lõpul, enne seda olid soojaandjaks põhiliselt hüpokaustid ning võlvidud kerisahjud. Kahhelahjusid kasutati põhiliselt linnamajades ja mõisates. Lihtrahva elamuisse need ei jõudnud.

Eesti kesk- ja varauusaegsete kahhelahjude ülesehituse kohta võib teha järeldusi kahlileidude ja teistes riikides säilinud analoogsete kahhelahjude põhjal. Vanimatest kahhelahjudest on säilinud renessansiaegsed ning rohkesti baroki- ja klassitsismiaegseid, tervikuna säilinud kahhelahjude

³³ A. Vunk, Mentaliteedi peegeldus Pärnu kahlileidudel. Linnaarheoloogia teoreetilisi aspekte. – Eesti Arheoloogia Ajakiri. Estonian Journal of Archaeology, 4/2. Tallinn, 2000, lk 152.

³⁴ C. Hoffmann, „...leth ick den nigen Kachelauen maken...“ Renaissancezeitliche Ofenkacheln aus der Hansestadt Stralsund - Eine Auswahl. – Bemerkungen zur Renaissance in Stralsund. Schriftenreihe Stralsunder Denkmale, Heft 2. Stralsund, 2005, lk 59.

³⁵ I. Ose, Ähnliche Verzierungsmotive der Ofenkeramik in Lettland und Litauen im 17. Jahrhundert. – Archaeologia Lituana, 9. Vilnius, 2008, lk 141.

³⁶ H. Üprus, Barokk. Arhitektuur ja raidkivi 17. sajandil. – I. Solomõkova (peatoim.). Eesti kunsti ajalugu I. Eesti kunst kõige varasemast ajast kuni 19. sajandi keskpaigani. Tallinn, 1975, lk 107.

kahlid pärinevad 1720.aastast Peterburist. Tänapäevaks on selgunud, et ahjupottide valmistus ja ehituskombed on Eesti aladele tulnud koos saksa käsitöökultuuriga.³⁷ Liivimaal levis ahjupottide valmistamine 15. sajandil, kuid pottahjude laialdasem kasutus toimus alles 16. sajandi algusest. Eesti aladel leidsid suurt kasutust glasuuritud kahlid 16. sajandil, rohkesti on aindmeid Viljandis ja Pirital.³⁸

Spetsiaalselt ahjupottide valmistamine algas Eestis 13.—14. sajandil.³⁹ Sisemist kinnitussavilinti hakati tarvitama Eestis juba Poola ajal. Valdavaks muutus selle kasutamine, seoses sellega, et kuiva rantkere kinnitamine kahe savilindi abil oli lihtsam kui niiske kererandi liitmine välimise kinnitussavilindiga. Antud etappi võis mõjutada rootsi ajal kasvanud nõudlus kahhelahjude järele. See võis olla tüüpiline areng tootmisprotsessides, kus üleminekul tellimustöölt masstoodangule töövõtted lihtsustusid ja kvaliteet langes. Keraamilisi ahjukahleid valmistati massproduktina, mis tõi kaasa keerukamate valmistamisvõtete kaotsimineku. Enne Rootsi aega ei toimunud ahjukahlite valmistamistehnoloogias erilisi muudatusi. Sellegi poolest erinesid Vene-Liivi sõja järgsed ja Rootsi aegsed valmistustehnikad.

Rootsi ajal oli pottsepatöökodades levinud nähtuseks glasuuritud punasavikeraamika kahekordne põletamine ning antud tehnikat rakendati nii tarbe- kui ka ehituskeraamika puhul.⁴⁰

Tartu varauusaegsest käsitööst pole alates 1558.aastast kuni 1582.aastani midagi teada.⁴¹ Katoliikliku Poola ajal hakati Tartus uuesti laduma kahhelahjusid. Võimalik et sellel perioodil kasutati edasi Vene-Liivi sõja eelse aja ahjusid.⁴² Hilisgooti mõjudega kahhelahjud muutusid Eesti hansalinnades tavaliseks alles 16. sajandil, samal ajal suurenes ka kahli mustrite eripära ning väismaalt toodi sisse importkeraamikana valget ehk heledat savi. 17. sajandil Peeter I käsul lõhuti palju Karl XI ajastu kahhelahje. Rootsi ahjude asemele tekkisid Peterburi stiilis ahjud. Peterburi stiilile on iseloomulik ahjudel asuv koobalt maalinguga kahhel.

18. sajandist muutus värvide ja reljeefide kaunistus tagasihoidlikumaks. Rokoko ajal ehitati peamiselt monokroomsest kahlist või koobaltmaalinguga ahje. Klassitsismi ajal oli

³⁷ A. Vunk, Vanimatest ahjupottidest Eestis. – Eesti Arheoloogia Ajakiri. Estonian Journal of Archaeology, 2. Tallinn, 1998, lk 145.

³⁸ A. Haak, E. Heinloo, Pottsepis ja tellisepõletus. – Pudemid keskaegsest käsitööst Tartus. Näituse „Manu et mente / Käe ja mõistusega“ kataloog. Tartu, 2007, lk 37.

³⁹ J. Tamm, Keskaegsete kloostrite dekoratiiv- ja viimistluselementidest. – L. Jaanits ja V. Lang (toim.). Muinasaja teadus I. Arheoloogiline kogumik. Tallinn, 1991, lk 206.

⁴⁰ A. Tvaari, R. Metsallik, Tartu Pottsepa Johann Rehni töökoja (umbes 1684–1708) toodang. – Eesti Rahva Muuseumi aastaraamat, L. Tartu, 2007, lk 185.

⁴¹ A. Allik, Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses, Tartu: Tartu Ülikool, filosoofiateaduskond, 2011, lk 68. Kättesaadav Tartu Ülikooli raamatukogus.

⁴² A. Allik, Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses, Tartu: Tartu Ülikool, filosoofiateaduskond, 2011, lk 68. Kättesaadav Tartu Ülikooli raamatukogus.

eelistatuimaks valge glasuur ja silindri kuju. 19. sajandil muutus ahju peale maalimine odavamaks kui reljeefsete ahjukahlite tellimine ning 20. sajandil valitses lihtne ploki taoline vorm.

2.2 Kahhelkivid erinevatel ajastutel

2.2.1 Keskaeg

5.—15. sajandil olid värvilised reljeefkahlid esimesteks piltide allikaks majas. Glasuuride seas valitsesid tumeroheline ja tumepruun glasuur. Tarvitati rohkelt soolaglasuure, mis andsid pinnale pruunika tooni. Kahhelahjude valmistamisel kasutati šabloone. Sajandi teisel poolel levis religioosete motiivide kujutamine ahjukahlitel, mida tehti vaid vaimulike eritellimustena.⁴³ Keskajal levis ka liiva kasutus rasvaste savide puhul, mis oli vajalik ahjukahlite üleliigse deformeerumise vähendamiseks kuivamisel ning mõranemise vältimiseks põletamisel.

2.2.2 Renessans

16. sajandil kujunes levinuimaks rikkaliku raamistusega ruudukujuline kahlivorm, hakati valmistama mitmevärvilist kahlit. Kahlitel oli levinuimaks motiiviks, figuuri või figuuridegruppi raamiv sammastele toetuv kaar. Alguses kasutati selleks balustersambad, hiljem vahetati nad välja pilastri või rihvatud sammaste vastu. Hilisrenessansi ajal levivad naisekujulised- või köietaolised väänlevad sambad. Motiividest eelistati poliitilisi figuure, rikkaid kaupmehi ning vaimulikke stseene nagu näiteks usupuhastus. Ilmalike motiividena kasutati jahistseene, arhitektuurimotiive, mütoloogiat, vappe ja münte. Kaheks peamiseks ahjutüübiks 16. sajandi keskel ning teisel poolel olid täisnurksed ahjud ning tornahjud, silindri või hulktahuka kujulise pealisehitisega.⁴⁴

⁴³ K. Strauss, Die Geschichte der Töpferzunft von Mittelalter bis zur Neuzeit und die Kunsttöpfereien in Alt-Livland (Estland und Lettland). Basel, 1969, lk 175.

⁴⁴ A.Ümar, Kahhelahjud/ Ajalugu

Samal ajastul oli ahjukahlite tootmises toimunud murrang ning kasutusele tulid heledad glasuuritoonid, mis valmistati ilma angoobsavita.

2.2.3 Barokk ja rokokoo

17. sajandi ahjukeraamika dekoor ei tõuse erilisel määral tasapinnast kõrgemale.⁴⁵ Kahlite raamistus kaob, detailide kujundamisele ei pöörata enam niivõrd palju tähelepanu ning vormide kokku sulades tekivad maalilised üleminekud. Ahjupindade liigendamiseks kasutati võimsad, tugevasti eenduvad pilastreid, poolsambaid, karniise, keerdsambaid ja nišše, kus paiknevad skulptuurid.

Kahlitel levis reljeefsete vappide, tähtede ja voluutide kasutus. Uudsenä kasutati barokkis koobaltmaalingutega delfti kahhelahjusid ning tapeet kahhleid. Viimase motiivistik kandus ühelt kahlilt teisele, moodustades seda viisi terviku. Delfti fajanss oli algselt mõeldud Hiina portselani kohalikuks analoogiks Hollandis. Erinevalt barokkahjude raskepärasusest ja nende tumerohelisest, mustast või tumepruunist glasuurist olid rokokooahjude toonid heledad, pastelsed. Motiivide hulgas levisid ahjukahlitel ilmalikud pilditeemad, nagu rüütlike, jahi ja armastusega seotud stseenid.

2.2.4 Klassitsism

18. sajandi varaklassitsism on küllaldski sarnane eelneva sajandi baroksete ahjudega, neid on võimalik eristada vaid motiivistiku põhiselt.⁴⁶ Varaklassitsismi ajal levis keerukas reljeefsus nagu ampiirsed ornamendid, vanikud, antiikfilosoofide büstid ja medaljonid.

Klassitsismi tunneb ära range sümmeetrilise kehandi poolest, mis on kaetud siledate kahlitega. Reljeefi esineb pilastrite, karniiside ja geomeetriliste ornamentide näol. Kahlid on enamasti kaetud heleda või valge glasuuriga.

⁴⁵ A. Ümar – Kahhelahi Ajalugu ja hooldus

⁴⁶ A. Ümar – Kahhelahi Ajalugu ja hooldus

Klassitsistlike kahhelahjusid leidub kõige rohkem, sest varem ehitatud kahhelahjud olid selleks ajaks kehvast seisust ning vajasisid asendust.

2.2.5 Historitsism

1870- 1920.ndad olid ahjukunsti õitseajaks, rikkamatel inimestel oli kahhelahi peaaegu igas ruumis.⁴⁷ Iseloomulikuks oli erinevate stiilide järelendus ja nende liitmine. Enamik varasematest stiilidest oli au sees, erinevate stiilide motiive kasutati ahjupindadel sageli läbisegi. Historitsism ajastul võeti kasutusele kaminahjud.

2.2.6 Juugend

19. sajandi lõpp 20. sajandi alguses püüti luua uut omapärast stiili, mis erines eelnevatest täielikult. Põhiliselt pürgiti lihtsate lahenduste suunas ning kasutati ohtralt looduslikke ornamente.⁴⁸

Kaunistuste loomisel lähtuti taimedest, tihti on taimemotiivid vägagi algsena moonutatud. Pearõhk on sujuvalt voogavatel joontel, mis üksikult või kimpudena kulgevad mööda ahjupinda. Juugendi suhtumine nii dekoori, kui ka ahju kehendi vormi oli uuenduslik, mistõttu muutusid ka ahjude vormid ümaramateks ja voolujoonelisteks. Juugend ahjusid võis kohata mitte ainult jõukama klassi, kuid ka tavakodanike eluruumides.

⁴⁷ A. Ümar – Kahhelahi Ajalugu ja hooldus

⁴⁸ A. Allik, Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses, Tartu: Tartu Ülikool, filosoofiateaduskond, 2011, lk 127. Kättesaadav Tartu Ülikooli raamatukogus.

3. Kahlite materjalid

3.1 Savid

Kasutuskõlblik savi peab olema piisavalt plastiline, et pottsepp saaks vormida sellest kindlas tehnikas objekti. Samuti peab see olema poorne, vältimaks koolutumist ja pragunemist enne põletus protsessi. Savi mass on valmistatud vastavalt arvutatud savi segudele, mis on ühendatud ränidioksiidiga ning kõvendajatega. Savi mass võib koosneda mitme eri liiki savi segust, põhilisteks on sekundaarsed savid, primaarsed savid ning kergesti sulavad savid.

Kergesti sulavad savid sisaldavad suurel kogusel rauda, mis muudab lõpp produkti värvuse oranžist punaseni. Antud savisid põletatakse madalal temperatuuril 1000 °C piires.⁴⁹ Rauda sisaldavad savid on iseloomult küllaltki peenestatud osakestega mis muudab savi omaduselt väga plastiliseks. Kergesti sulavaid savisi on kasutatud kogu ajaloo vältel põhiliselt nõudena, kahhelkivina, lillepottidena ja tellistena.

Primaarsed savid sisaldavad põhiliselt kaoliini ning on väga vähese elastsusega. Põhiliselt kasutatakse neid seguna koos rauda sisaldavate savidega. Antud liik on puhtaim looduslikult esinev savi ning samuti tuntud hiina savina.⁵⁰ Primaarne savi on üks põhi elemente portselanis ning valge savinõude koostises, ainuüksi valge värvuse ja põletusomaduste parandamiseks. Esmased savid on väheste lisaainetega ning on üldiselt jämedamateralsed. Antud savide hulka kuulub ka bentoniit, mis on erinevalt kaoliinist peeneteralsed.⁵¹

Sekundaarsed savid ehk teisased savid on oma nimetuse saanud vastandiks eelnevale liigile oma settekoha muutusest vee, jääliustike ja tuule mõjul. Sisaldades mitmeid lisandeid (leelismetallid, kaltsium, raud), mida liik on teel kaasa saanud on muutnud neid peeneteralistemaks ja plastilistemaks samas aga sulavamaks ja värvuselt tumedamaks. Antud liik omab suures koguses vastupidavust ning neid ei ole võimalik eraldi kasutada. Vältimaks pooride

⁴⁹L.V. Oakley , Jain. K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype Publications Ltd., 2002, lk 3

⁵⁰ L.V. Oakley, Jain, K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype, Lk3

⁵¹L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk143

kuivamist segatakse sekundaarset savi valge saviga, mis annab sellele plastilisust. Antud segu põletatakse kreemja värvuseni 1300 °C juures.⁵²

Tulekindlate savide koostisesse kuuluvad põhiliselt kaoliniid, hüdrovilkoed koos kvartsilisanditega. Neid põletatakse 1500C juures, lõpp värvus on tuhmkollane olles võrdlemisi plastilised.⁵³ Neid kasutatakse põhiliselt ahju voodriks ning kivitkeraamika olulise alusena.

3.1.1 Aluspõhjasavid

Kambriumsavid (nn. Sinisavid)

Antud savi avamus kulgeb Põhja-Eesti rannikumadalikul paralleelselt paekaldaga.⁵⁴ Geoloogiliselt ja kvaliteedi poolest pole kuni 80 m jaguneb savilasund kihistusteks, mille kvaliteet paraneb reeglina ülalt alla ja suunaga läänest itta. Savid on sinaka, roheka või hallika värvusega, sageli ka mitmevärvilised. Savikarjäärid asuvad Koplis, Kolgakülas, Kundas, Aseris. Kambriumi ladestut leidub Eestis liiva- ja savikivimitega, mis on erineva leviku, ulatuse ja paksusega. Põhjuseks on olnud kambriumimere katkendlik ja rahutu settimine. Täiuslikumaks ning laiema levikuga kivimiks on Alam-Kambrium (Terreneuve), eriti selle alumised sinisavi ehk Lontova kihistus, mis levib kogu Eesti ulatuses.⁵⁵

Antud savi on kergesti sulav, väikese alumiiniumoksiidi sisaldusega ja keskmise plastilisusega rauarohke savi, mistõttu neid saab kasutada madalkuumuskeraamika puhul. Kambrium savi on sobilik ehituskeraamika ja tsemendi tootmiseks. Väikese paakumisintervalli ning lisandite poolest on seda võimatu kasutada kvaliteetset tarbekeraamika valmistamiseks. Pikaajalise töötlemiskogemusega on võimalik antud liigist tagada toote nõutava kvaliteedi seoses sellega, et antud liik kuulub vähekvaliteetsete kergsulavate savide klassi, mille sulamistäppi on alla 1380°C.⁵⁶

⁵² L.V. Oakley, Jain, K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype, Lk3

⁵³ L.V. Oakley, Jain, K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype, Lk3

⁵⁴ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 139

⁵⁵ Tartu Ülikool – Kambriumi ladestu

⁵⁶ Savi - Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi geoloogiamuuseum

Devoni savid

Kuni 100m paksused lademed asuvad Lõuna-Eestis, peamiselt Pärnumaal ja Võrumaal.⁵⁷ Värvuselt on savid hallikad ja punakad. Devoni savid on kambriumi savidest kvaliteetsemad, seda eeskätt suurema alumiiniumoksiidi sisalduse tõttu, mis tagab ka suurema paakumisintervalli ja kõrgema tulekindlusastme. Antud savid on plastilised, rauarikkad ning sobivad nii ehitus- kui ka tarbekeraamika valmistamiseks.

3.1.2 Pinnakattesavid

Viirsavid

Savide tekke põhjuseks on jääaja lõpul sulavete poolt kantud saviosakeste ning liiva settimine. Antud koostisele iseloomulik viirulisus ilmneb sest suvel settib intensiivsemalt liiv, talvel aga saviollus.⁵⁸ Viirsavid on laialdaselt levinud Pärnu, Rapla, Taru ja Haapsalus.

Savivid koostist iseloomustab väike alumiiniumoksiidi sisaldus, madal sulamistäpp ja väike paakumisintervall, mis on reeglina kergsulavad ja koostiselt illiitsed.⁵⁹ Eri tüübina on savide seas kasutusel Arumetsa savi Pärnumaal.⁶⁰ Eelnevalt mainitud ühtlaseilmeline pruunikas savi, esineb omapärase vagumustäitena Aruküla liivakivide keskel ja kuulub kergsulavate savide klassi ning on kiirel põletamisel erakordsete pundumis omadustega.

⁵⁷ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 139

⁵⁸ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 139.

⁵⁹ Savi kasutamine Eestis - Tallinna Tehnikaülikool energeetikateaduskond, mäeinstituut., lk 15.

⁶⁰ Savi - Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi geoloogiamuuseum

Moreensavid

Savide tekke on põhjustanud mandrijää sulamine, nende kaevandamine on keerukas. Tegu on madalkvaliteetsete savidega, kuid sellegi poolest kasutati neid tellisevabrikutes.⁶¹ Moreen koosneb liivast, aleuriidist, savist, kruusast, veeristest ja rahnudest.

Savi on plastne, looduslik niiskus vastab vormimiseks vajalikule niiskusele.⁶² AS Misso on läbi viinud tööstuslikud katsetused, selgitamaks moreensavi sobivust telliste valmistamiseks, antud uuringut on kajastatud setomaa maavarade uuringutes. Savi massile lisati 5-7% saepuru ning põletati 950-980 C. Lubjakivi tükikestest põhjustatud defektide tõttu oli 5% praaki.⁶³

3.2 Põletamine

Ettepõletus ehk eelpõletus/toorpõletus/biskviitpõletus

Tegemist on õhkuivaks kuivatatud toodete põletamisega enne nende glasuurimist, antud protsess on vajalik enamiku keraamikaliikide puhul. Toorpõletuse lõpptemperatuur liigitub 800-1000°C piiridesse.⁶⁴ Tooted jäävad poorseteks ning hüdrofiilseteks, mis hõlpsustab glasuurimist. Teatud toodete puhul teostatakse eelpõletust kõrgemal temperatuuril (kuni 1250 C), mis muudab need tihedamaks ning raskemini glasuuritavateks. Selle eest kõrgemal temperatuuril teostatud eelpõletusel on tekkivad gaasid massist väljunud ning ei ohusta glasuuri kvaliteeti.

Ühekordne põletus

Antud põletus on kuivade ja ettepõletamata toodete ainus lõplik protsess. Lõpptemperatuur mahub 900-1400°C piiridesse, kuid oleneb tooteliigist.⁶⁵ Glasuuriga kaetud esemete puhul kehtivad põletuse korral nii eel- kui ka glasuurpõletuse nõuded.

⁶¹ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 140

⁶² Setomaa maavarad - Alar Rosentau, vaino Puura, Kristiina Olesk, Kairi Holpus, lk 38.

⁶³ Setomaa maavarad - Alar Rosentau, vaino Puura, Kristiina Olesk, Kairi Holpus, lk 40.

⁶⁴ Rohlin, L. Keraamika käsiraamat. Tallinn: Eesti kunstiakadeemia, 2012. Lk243-244.

⁶⁵ Rohlin, L. Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012. Lk 244.

Glasuurpõletus

Tegemist on eelpõletust läbinud ning seejärel glasuuritud keraamika põletusega. Antud protsessis kinnitub moodustunud glasuur tootele, glasuuri ja savi vahele tekkib puhverkiht ehk glasuur tungib osaliselt savikehasse. Üldiselt tehakse glasuurpõletust temperatuuril 900-1450°C, mis võib erineda sõltuvalt keraamikaliigist.⁶⁶

Dekoor põletus

Põletuse liik on mõeldud glasuuripõletuse läbinud ning seejärel teistkordse glasuuriga või glasuuripealsete värvidega kaetud toodetele. Täiendava põletuse käigus dekoor kinnistub alusglasuurile. Protsess võib olla õhe- või mitmekordne ning üldiselt 750-850°C piires.⁶⁷

⁶⁶ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 244.

⁶⁷ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 244.

4. Glasuuride kasutus ning nende omadused

Kahhelahju koostisesse kuulub savi, polükroomia ja glasuur. Järgnevas peatükis on rohkem juttu glasuuri põhimõttest ja vajadusest, tuues välja eri liiki glasuure ning nende koostist. Antud peatükis leidub ka infot erinevatest glasuuri tegemisajal ilmunud kahjustustest ja nende põhjustest.

4.1 Glasuurid

Glasuur kujutab endast õhukest, tihedat klaasjat kihti keraamislistel esemetel, mis on kinnitunud põletamise käigus kõrgetel temperatuuridel. Keemiliselt koostiselt sarnaneb glasuur klaasiga ning paljud glasuurid meenutavad omadustelt klaasi olles: siledad, kõvad, läikivad, läbipaistvad või läbikumavad. Klaasi ja glasuuri vahe tuleneb koostise erinevusest - klaasis puudub aine mis teda sulaolekus viskoossena hoiaks. Üheks klaasi ning glasuuri erinevuseks on see, et klaas koosneb kahest ning glasuur tavaliselt kolmest komponendist: klaasimoodustaja, stabilisaator ja sulandaja.

Glasuuril on tüüpilised klaasidele omased tunnused-, haprus, aeglane üleminek tahkest olekust vedelasse ning see reageerib gaasidele ja hapetele. Toorel kujul on glasuur pulber, mis koosneb peenest klaasist ja savipuru segust. Vee lisamine aitab seda ühtlaselt esemele kanda.

Klaasimoodustaja on oluline osa klaasi ja glasuuri moodustamisel. Põhiliseks klaasimoodustajaks on ränidioksiid (SiO_2), mis kujuneb viskoosseks klaasiks $1710\text{ }^\circ\text{C}$ juures.⁶⁸ Madalamalt sulava glasuuri tootmiseks lisatakse SiO_2 -le sulandajaid. Lahjendajate lisamine muudab glasuuri vähem sulavas. Tuntuimad lahjendajad on Liiv, kvarts ja ränikivi. Viimane on glasuuri lahjendaja nii madal-, kesk- kui kõrgkuumuses.⁶⁹

Glasuuri stabilisaatorid hoiavad glasuuri põletuse ajal esemelt alla valgumast. Peamine glasuuride stabilisaator on alumiinimoksiid, mis tagab glasuuri viskoossuse põletuse ajal. Üheks glasuuri stabilisaatoriks on alumiinium, mida saadakse teiste ainetega savist, põldpagudest ja nefliinsüeniidist. Liigne stabilisaatori lisamine tekitab peenekristallilise

⁶⁸ Keraamika tehnoloogiad – Kersti Laanmaa., lk 44.

⁶⁹ Keraamika tehnoloogiad – Kersti Laanmaa, lk 45.

glasuuri, mida iseloomustab matti või poolmatt pind. Alumiinium sulab 2050 °C juures ning toimib glasuuri lahjendajana kõigil keraamika põletustemperatuuridel.⁷⁰

Fritt on peeneks jahvatatud klaas, mille toorained jagatakse omavahel ja kuumutatakse ühtlaseks klaasjaks massiks. Sulatatud klaas visatakse vette, kus ta jahtub rübuna. Saadud tükid purustatakse ja hõõrutakse peeneks pulbriks. Frittimist kasutatakse tavaliselt kas vees lahustuvate ja või mürgiste glasuurkomponentide puhul (sooda, potas, booraks, plii), mis frittides sulavad kokku ränidioksiidiga ja pole enam vees lahustuvad või mürgised käsitleda.⁷¹

Sulandajad muudavad räni, mis on nii klaasi kui ka glasuuri peamine koostisosa plastilisemaks. Samas mõjutavad need ka glasuuri värvi ja tekstuuri.

Glasuuride sulandajad on:

- Leelismetallide oksiidid
- Leelismuldmetallide oksiidid
- Pliioksiid
- Tsinkoksiid
- Diboortrioksiid

Mõnda eelnevast loetelust kasutatakse madalkuumuses, mõned aga hakkavad sulandama alles kõrgkuumuses. Ilma värvivate ühenditeta on kõik glasuurid värvitud ja rohkem või vähem läbipaistvad ning neid nimetatakse põhiglasuurideks või baasglasuurideks. Mattglasuur on vastupidavam ja pisut kallim kui läikiv glasuur.

Glasuuridel on keraamikas väga mitmesuguseid funktsioonid:

- Anda keraamilistele toodetele kergesti puhastav sile välispind
- Tõsta keraamiliste toodete tugevust
- Suurendada keraamiliste toodete vastupidavust gaaside, happete ja õlide toimele
- Tõsta veepidavust
- Dekoreerida eset

⁷⁰ Keraamika tehnoloogiad – Kersti Laanmaa, lk 45.

⁷¹ Keraamika tehnoloogiad – Kersti Laanmaa, lk 46.

Olulisemad glasuuri omadused :

- sulavus
- viskoossus sulaolekus
- pindpinevus sulaolekus
- soojuspaisumine
- värvumisvõime
- mehhaaniline vastupidavus
- keemiline vastupidavus
- pinnafaktuuri eripära

Lähtudes glasuuri valmistamise menetlusest, liigitatakse glasuure järgmiselt:

- **toorglasuurid** - valmistatakse vees lahustumatutest glasuurikomponentidest nende veega kokkusegamisel ja jahvatamisel (saviglasuurid, põldpaoglasuurid, osa plii-, baariumi- ja lubjaglasuuridest).
- **frittglasuurid** - glasuuri koostises on domineerivaks komponendiks fritt ehk glasuuri toormaterjal, mis saadakse glasuuri vees lahustuvate komponentide (soola, booraksi, boorhappe, plii ja baariumühendite)⁷² kokkusulatamisel klaasjaks massiks. Sulafritt jahutatakse külmas vees ning saadud räbu jahvatatakse pulbriks.
- **lenduvad glasuurid** - soola- ja soodaglasuurid. Glasuuri praktiliselt ei valmistata; Glasuuri moodustav komponent (keedusool, sooda) viiakse otse põletuskeskkonda, kus ta eelnevalt glasuurimata esemetele ladestudes moodustab nende pealispinnale õhukese glasuurikihi.

⁷² L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 192

Glasuuri tekstuuri saab muuta huvitavamaks pigmentide lisamisel. Glasuuri pigmendid moodustuvad metalliliste ühendite kombineerimisel teiste materjalidega erinevatel põletus tingimustel. Glasuuri värvi lisamisel tuntakse kolme eri meetodit, milleks on

- **Glasuurialused värvid**

Antud liiki kantakse nii ettepõletatud kui ka toorele tootele. Pigmenti koostises leidub lisaks värvivatele metallühenditele kriiti ning räni-, alumiinium-, tsink-, tina- ja pliioksiide. Segule lisatakse savi (kaoliin,savi,bentoniit). Samuti on soovitatav lisada pigменти koostisesse kuni 20% madalsulavat glasuuri fritti.⁷³ Reeglina peab aga glasuuralune värv olema tulekindlam kui teda kattev glasuur. Segu kuumutatakse kõrgel temperatuuril ning jahvatatakse nii peeneks kui võimalik. Värv pealekandmise hõlpsustamiseks lisatakse valmisvärvile , vastavalt vajadusele, õli. Värv segatakse veega, lisades vähesel määral glütseriini ja erijuhul ka liimaineid (dekstriin, kummiaraabik). Peale glasuuraluse värvi kandmist tuleks teostada kinnituspõletus, mille käigus eralduvad orgaanilised ühendid ning värv tiheneb ja kinnitub tugevamalt alusele. Põletus teostatakse 600-700°C , peale seda kaetakse toode läbipaistva glasuuriga ning põletatakse tavapäraselt.⁷⁴

- **Glasuuri sisesed värvid**

Metall värvid on segatud glasuuriga moodustades värvilise glasuuri. alternatiivselt võib pigmenti lisada ka põletamata glasuuri peale.⁷⁵

- **Glasuuripealsed värvid**

Emailid ehk muhvelvärvid on värvust andvate metallühendite, täiendainete ja ülisulava plii- ja booririkka friti segud. Täiendainetena kasutatakse alumiiniumi-, räni-, tsink- ja titaanoksiidi. Värvust andvaid komponente on glasuuripealsete värvide koostises 10-35%, mis oleneb värvi intensiivsusest.⁷⁶

Glasuuripealseid värve kantakse kas põletamata, enamjaolt aga eelnevalt põletatud glasuurile. Esimesel juhul põletatakse värvid, mis imuvad glasuuri sisse , koos glasuuriga glasuuri põletustemperatuuril. Teisel juhul teostatakse põletus madalal temperatuuril (700-830°C).⁷⁷ Maalimise hõlpsustamiseks lisatakse glasuuripealsetele

⁷³ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 192

⁷⁴ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 193

⁷⁵ L.V. Oakley, Jain, K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype, Lk 7.

⁷⁶ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 194.

⁷⁷ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 194.

värvidele õli, kuid maalida võib ka värve ainult veega segades. Glasuuripealne värv sulab reeglina madalamal temperatuuril kui tema all olev glasuur.

Glasuure võib liigitada mitut moodi. Näiteks sileduse, katvuse, värvi, põletusviisi omaduste järgi. Alljärgnev liigitus lähtub nende koostisest domineerivast sulandajast.⁷⁸

- **Leeliglasuurid**

Varasemad glasuuritud esemed pärinevad 1. eKr. Nendes glasuurides olid sulandajateks leelismetallid, peamiselt naatrium ja kaalium ühendid, mis annavad selgeid läbipaistvaid gasuure. Nad on sulandajateks alates 800 °C ja sobivad seetõttu hästi madal-kuumuskeraamikale, kuid neid kasutatakse ka kõrgkuumuses. Leeliglasuuride põhiline probleem on nende suur soojuspaisuvus ja kahenemine jahtudes, mille tõttu muutuvad nad tavalise punasavi peal praguliseks. Kuna levinumad leelismetallide ühendid on vees lahustuvad, kasutatakse neid tänapäeval peamiselt fritituna.

Madalkuumus-keraamika puhul on võimalik saavutada türkiistoone vase lisamisel leeliglasuuridesse.

Kõrgkuumuses saab põletuse käigus naatrium ühendeid kasutades tekitada esemele glasuurikihi. Selleks visatakse neid aineid spetsiaalsete avade kaudu kuuma ahju, kus naatrium sadestub ahjus olevatele esemetele ja tekitab neile läbipaistva glasuurikihi.

- **Pliiglasuurid**

Teiseks madalkuumuse sulandajaks on pliioksiid, mis toimib 500°C alates. Seda kasutati ulatuslikult, sest pliioksiid sulab madalalt ja pliiiglasuurid ei pragune punasavil nii nagu leeliglasuurid.

Sulandaja kasutamine lõpetati, kui selgus selle mürgisus. Pliimürgitus oli vanasti levinum oht pottseppadele, ühendid on ohtlikud sisse hingamisel nii tolmu kui gaasidena ja toidu või joogiga sisse süües. Mürgisus ei avaldunud kohe, nii kogunes plii organismi pika aja jooksul kuni inimene haigestus.

Plii mürgitus oli välditav: kui kasutati pliid fritituna, glasuuriga töödotes kummikindaid ja tolumumaski kandes, vältides ahjust tulevate põlemisgaaside sissehingamist. Tänapäeval kasutatakse glasuurides pliid frititud kujul. Neid on erinevaid, kuid kõige soovitam on kasutada plii bisilikaati, kus plii on kõige täielikumalt ühendunud ränidioksiidiga ja mis

⁷⁸ Keraamika tehnoloogiad – Kersti Laanmaa, lk 46-51.

on stabiilne kuni 1200 °C ni. Kõrgemal kuumusel plii lendub ja glasuur tekitab liiga õhuke, mullitav või massi sisse sulanud.

Pliiglasuure võib kasutada vaid dekoratiivsetel esemetel. Happelised ained lahustavad põletatud pliiglasuuri ning mürgised ained leostuvad vedeliku sisse.

- **Boorglasuurid**

Boordioksiid B_2O_3 sulab täiesti juba 700 °C juures ja 20. sajandil võeti see kasutusele plii asendajana madalkuumuskeraamikas, sest fritina ei ole ta mürgine.

Puhtal kujul esineb booroksiidi looduses harva ning see on mürgine. Keraamikas kasutatakse peamiselt vees lahustuvat booraksit, kolemaniiti või neist valmistatud fritte. Eelistatult kasutatakse booraksfritte, mis sulavad alates 850 °C.

- **Kaltsiumglasuurid**

Kaltsiumoksiid on hea sulandaja üle 1100°C ning seetõttu pigem keskkuumuse ja kõrgkuumuse sulandaja. Kaltsium on vanim kõrgkuumusglasuuri sulandaja, sest puutuhk sisaldab palju kaltsiumi ning lendtuhaglasuur on vanim kõrgkuumuse glasuur.

Kaltsiumglasuurid ei ole väga läikivad, madalamal kuumusel piimjalt läbipaistvad. Peamised kaltsiumi toorained on kaltsiit (kriit või marmor) ja vollastoniit, milles sisaldub ka räni. Kui kasutatakse kolemaniiti, saadakse lisaks kaltsiumile ka boori.

Ükski nendest toorainetest ei ole mürgine ja kaltsium glasuurid, mis võivad koosneda vaid põldpaost, savist, kvartsist ja kriidist, ei ole samuti mürgised. Kõige ürgsemat kaltsiumglasuuri on aga võimalik valmistada vaid kahest komponendist: puutuhast ja savist.

- **Strontsiumglasuurid**

Strontsiumoksiid sarnaneb omadustelt kaltsiumile, kuid selle hinna tõttu kasutatakse teda teatud värvi glasuuride saamiseks, mitte tavalise kõrgkuumusglasuuri sulandajana. Kui toorainena kasutatav strontsiumkarbonaat hakkab sulandama alates 1090 °C, fritituna juba 650 °C . Strontsium ühendid ei ole mürgised, teda kasutatakse pliifriti asemel madalkuumuses ning nendest valmistatud glasuurid sobivad toidunõudele.

- **Magneesiumglasuurid**

Toorglasuurid, milles sulandajaks on magneesiumiühendid - peamiselt talk, magneesiumkarbonaat ja dolomiit. Magneesium toimib sulandajana alates 1170°C.

Magneesiumiühendeid kasutatakse mattide, peenekristalliliste kõrgkuumusglasuuride saamiseks, kus magneesiidi või dolomiidi kogus on 20-30%.

Magneesiumühenditele lisaks toimivad nendes glasuurides sulandajatena leelised põldpaost, kaltsium kriidist ja/või boor kolemaniidist. Koobalti või mangaani lisamisel saadakse huvitavaid värvi variante. Magneesiumiühendid võib leida ka kõrgkuumuse krakleeglasuuride koostisest, olles kas peamised kraklee tekitajad või toimida koos teiste ainetega.

- **Baariumglasuurid**

Varaseimad baariumi sisaldavate glasuuride leiud, punasavist nõud, mis kaetud valge baariumsilikaatglasuuriga, pärinevad 475-221 e.Kr. Nõud kaunistati plii- ja plii-baariumi glasuuriga ning põletati 1000-1100 °C juures. Kuna baariumi abil saab koostada erilisi siniseid-lillasid toone, kasutatakse teda keraamika pigmentide ja värvide valmistamisel.

Baariumglasuure kasutatakse eelkõige seetõttu, et nendega on võimalik saada säravvalgeid, erilisi rohekaid ja siniseid ning kõrgkuumuses haruldasi roosasid-lillasid toone. Suuremosa glasuurid on siidiselt mati kuni täiesti mati pinnaga ja õnnestuvad välimuse poolest paremini madalamatel kõrgkuumuse temperatuuridel.

Baarium vähendab glasuuride keemilist vastupidavust. Puuduvad täpseid reegleid, millistel tingimustel baariumglasuur on püsiv ja millal mitte. Üldiselt loetakse baariumglasuure toidunõule mitte sobivateks, olles samamoodi inimorganismi ladestuv kui plii. Kui tegemist on ebapüsiva glasuuriga ei ole ta mürgine mitte ainult keraamika valmistajatele, vaid ka esemete kasutajatele. Esemete tarbijaile on ohtlikud baariummatid kõrgkuumuse glasuurid, kus baariumi kogus on tavaliselt 25% - 50%-ni. Eriti ohtlikud on glasuurid, mis värvitud vase või nikliga (ehk türkiisivärvilised, roosad, lillad, punakad ja mõned sinised ning rohelised).

- **Tsinkkristallglasuurid ehk suurekristallilised glasuurid**

Tsinkkristallglasuure hakati teadlikult valmistama 19. sajandil Euroopas. Esimesed esemed valmisid Sevres' portselani manufaktuuris 1850. Sevres hakati kristallglasuuriga esemeid tootma alles 1897. aastast, sest seal suhtuti tekkivatesse kristallidesse alguses pigem glasuuridefektina.

19. — 20. sajandi algusel, juugendstiili ajal, toodeti kristallglasuuriga esemeid paljudes tehastes. Nende kõrgest omahinnast ja tulemise ettearvamatusesest lõpetati nende tööstuslik tootmine pea kõikjal juba enne I Maailmasõda. 1920—30-ndatel kujunes välja uus tüüp keraamikud, kelle töökodades valmistamiseks sobisid kristallglasuurid paremini kui suurtootmisse, nii on kristallglasuuridega katsetajaid ka tänapäeval mitmel pool maailmas.

Kristall glasuurid on kõigist eelnevatest kõige lähedasem klaasile, seda nii väikesele alumiiniumoksiidi kogusele, kui ka tsinkoksiidi suurele hulgale glasuuris (20-25%). Tsingi toorained on mürgised, ka keraamikas peamiselt kasutatav ZnO, mistõttu tuleks seda kasutada fritituna.

Pulbrilisel kujul kahjustab ta nii hingamisteid kui seedimist, kuid ohtlikud on ka gaasid (tsink lendub osaliselt 500°C alates) ja füüsiline kontakt naha kaudu. Samuti ei ole sobilik kristallglasuuriga katta joogianumate sisepindu, eriti värviliste glasuuride puhul.

- **Põldpaoglasuurid**

Põldpaoglasuurid on toorglasuurid, mille koostisest keskmiselt poole moodustab põldpagu või nefeliinsüeniit. Need liitained sulavad vahemikus 1160-1200°C. Konkreetsele savimassile sobiva glasuuri saamiseks tuleb lisada teisi tooraineid. Enamasti lisatakse mõnda saviainet, kvartsi ja sulandajaks peamiselt kaltsiumi sisaldavaid komponente näiteks kriiti, mille kogus jääb enamasti 15-25 % piiridesse. Suure kaltsiumi sisalduse puhul on põldpaoglasuuride ja lubjaglasuuride vahel vahe tegemine praktiliselt võimatu. Lisaks sisaldavad ka paljud teised kõrgkuumusglasuurid suures koguses põldpagu või nefeliinsüeniiti.

4.2 Glasuurimisel tehtavad vead

Järgnevalt on nimetatud levinumad keraamika glasuurimis vead, mis ilmuvad nii koostise tegemisel, selle keraamikale valamisel kui ka põletamisel. Teema on oluline glasuuri kahjustuste selgitamisel. Samuti tuleks mees pidada, et kõik mainitud vead on parandatavad enne põletust. Pärast glasuurpõletuse läbitemgemist ei ole võimalik enam defekte parandada. Siiski on võimalik, et defektid on soovitud. Sellel eesmärgil kasutatakse krakleeglasuure, et põletatud toodetele tekitada tihe pragude võrgustik. Antud peatükk tugineb L. Rohlini Keraamika käsiraamatule.⁷⁹

Õhuke glasuurikiht - põhjuseks võib olla liiga vedel glasuur, liiga kõrge ettepõletustemperatuur või toode on liiga õhuke.

Paks ja ebahütlane glasuurikiht - võib tekkida kui glasuur on liiga lahja (sisaldab vähe kaoliini või savi), ettepõletatud toode on liiga poorne või glasuur on liiga viskoosne.

Glasuurikihi rebenemine, pragunemine ja pudenemine kuivamisel - tekkib kui glasuur kuivab liiga kiiresti, liiga suurte plastiliste ja paisuvate ainete sisaldusel, liiga suur tsinkoksiidi sisaldus, glasuuri liiga peeneks jahvatamine, liiga paks glasuurikiht, savirikas glasuur on kantud ettepõletatud pinnale või kui kaks glasuurikihti asuvad teineteise peal.

Glasuurikiht ei kinnitu tootele, vaid rullub või koorub sellelt maha - juhul kui glasuuritaval tootel on rasvane või tolmune pealispind, ettepõletatud toode on liiga urbane, glasuur on liiga peeneks jahvatatud, glasuuriga kaetava toote peale on ladestunud soolad.

Glasuur pudeneb puudutades - glasuur kinnitub tootele halvasti plastiliste ainete puudumise tõttu, glasuur on toote peale pritsituna liiga kuiv või kui vesi imub tootesse liiga kiiresti.

Glasuuri kokkutõmbumine piiskadeks, laikudeks – glasuuri all oleva savikeha paljandumine võib ilmuda kui, glasuuritav toode on enne glasuurimist tolmust, rasva- või õliplekkidest halvasti puhastatud, glasuuritav toode põletatakse niiskelt, glasuuritav toode on üleviimistletud, glasuuri liiga suur pindpinevus, glasuuri suur viskoossus (liiga suur alumiiniumoksiidi- või savi sisaldus), liiga kiire glasuuripõletus, glasuur on kantud ettepõletamata tootele, glasuuritava toote pinnale on ladestunud soolad, glasuur on küllastunud katvaks ja matiks tegevatest komponentidest (tsink- või tinaoksiid), liiga suur kolemaniidisisaldus glasuuris, liiga paks

⁷⁹ L. Rohlin, Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012, lk 211- 220.

glasuurikiht, kuiva glasuurikihi ülepritsimine ning sellega kaasnev glasuuri taasniiskumine, glasuuri liiga peeneks jahvatamine.

Glasuur jääb tooreks, ei sula - juhtub juhul kui on liiga madal põletustemperatuur, liiga vähe klaasimoodustajaid (räniliiva ja boortrioksiidi), liiga suur alumiinumoksiidi või ränioksiidi sisaldus, sulandaja lagunemine põletusprotsessis, glasuuri jäme jahvatus.

Glasuur jookseb vertikaalselt pinnalt maha – juhul, kui glasuuris on liiga vähe viskoossust, liiga palju sulandajaid koostises, liiga vähe alumiiniumi- ja ränioksiidi, liiga paks glasuurikiht, liiga pikk põletusaeg ning eriti pikaajaline haudumine.

Glasuuri mullitamine - esineb savikehast ja glasuurist põletusprotsessis väljatungivate gaaside puhul, glasuuri liiga suure viskoossuse puhul mis takistab gaaside eraldumist. Samuti liiga paksu kihina pealekantud glasuuri, äkilise, tugeva või mitteõigeaegse reduktsiooni ning kiire põletuse ja lühikese haudumisaja puhul.

Glasuuri pragunemine, juuspragude tekkimine - võimalik glasuuri liiga suure soojuspaisumise, liiga suure naatrium- või kaaliumoksiidi kogusega glasuuri koostises, liiga väikse tsink-, boor- või ränioksiidi sisaldusega glasuuri koostises, glasuuri ja savikeha vahele tekkiva puhverkihi puudumisel, liiga paksu glasuurikihi korral, vähese kvartsi- ja kristobaliidisisaldus savikehas või termilise šokki korral.

Glasuuri kihidena mahakoorumine - võib tekkida kui glasuuri soojuspaisumine on savikeha omaga võrreldes väiksem (glasuur on tugeva surve all), glasuuris on liiga vähe suure soojuspaisumisega naatriumi- ja kaaliumiühendeid, glasuuris on liiga palju väikese soojuspaisumisega komponente (liitium-, tsink-, magneesium-, boor- või ränioksiidi), savikeha hakkab paakuma enne glasuuri sulamist, keraamilises massis on liiga palju vabalt seotud ränioksiidi, toodet on liialt palju viimistletud, liiga paks glasuurikiht.

Glasuuri nõelapisteline tekstuur - võib ilmned, kui ettepõletus oli ebakvaliteetne, toodete valamise vead (pisiaugud ning valamine kuuma ja niiskesse kipsvormi), glasuuritud kuid niiskete toodete põletamine, ebapiisava glasuuripõletuse käigus, glasuuri liiga suure viskoossuse või pindpinevuse puhul, glasuuri liiga peeneks jahvatamise, liiga tugeva reduktsioon põletuse algjärgus või liiga paksu glasuurikihi puhul.

Mattide laikude ilmumine läikival glasuuril - iseloomulik glasuuris olevate sulandajate lagunemisel ja aurustumisel põletusprotsessis, sulfaatide toimega ahju keskkonnas, liigse veeauru puhul ahjus, omavahel sobimatute glasuuride kokkusegamisel, aeglasest jahtumisest põhjustatud kristalliseerumisel, liiga paksu või õhukese glasuurikihiga ning liiga madala põletustemperatuuri puhul.

Läikivad plekid matil glasuuril - tekkivad kui osa savikeha pealiskihist lahustub sulaglasuutis, glasuurikiht pole piisavalt paks, liiga kiirel jahtumisel, liiga kõrge põletustemperatuuriga.

Glasuuri liiga kare pealispind - tekkib kui glasuurikiht on liiga õhuke, alapõletusel, sulandajate vähesus glasuuris.

Glasuuri kõrgläige - põhjuseks on üle põletus, sulandajate üleküllus glasuuris, liiga suur ränioksiidisisaldus glaasuuris või liiga kiire põletus.

5. **Konserveerimistööd Lai 33 kahhel fragmentidel**

Konserveerimiskonseptsiooni loomisel on lähtunud kahest aspektist. Esiteks üldisele muinsuskaitse seadusele, Euroopa arheoloogiapärandi kaitse konventsioonile, kultuuri- ja looduspärandi rahvusliku ja rahvusvahelise kaitse konventsioonile ning Seinamaalingute conserveerimis- ja Veneetsia hartale. Konserveerimistöõde eesmärgiks oli viia kahhelahjude fragmentid eksponeeritavasse seisukorda ning töötada välja kaasaegsetele conserveerimispõhimõtetele tuginev eksponeerimisviis. Kogu protsess sealhulgas ka algne leidude olukord on igal staadiumil dokumenteeritud.

5.1 **Antud leidudest**

Tallinna vanalinna Lai tänav 33 asuvast elamust leiti restaureerimistöõde käigus, põranda materjale eemaldades ahjukahleid ning kahlite fragmente. Hilisemate uuringute käigus selgus, et leiud pärinevad kuult erivanusega ahjult.

5.2 **Seisukorra analüüs**

Antud leiud on liigitatud glasuuri pigmendi alusel: musta-, tume rohelise-, rohelise-, hele rohelise-,valge- ning valge ja sinise glasuuriga fragmentideks. Kahhelahju fragmentide hulgas leidis ka tervel kujul säilinud ning ülemaalitud kahhelahju medaljon. Viimase peale vormitud figuur meenutab Vana Toomast.

Musta glasuuriga kahlite seis oli rahuldav, glasuur püsib tugevalt savi küljes ning savi ei ole murenev. Esines lahtist pinnamustust ning terviklikuma kahli sisemine külj oli seest kaetud musta tahmaga.

Tumerohelise glasuuriga ahjupottidel esines soolakahjustusi (Ill 5.2.1) ja vähesel määral kadusid glasuuripinnas, kuid üldiselt on muster loetav. Glasuuri ning savi omavaheline side on hea. Glasuuri oli paksu mustuse kihi all, kuid sellegi poolest säilis klaasjas pind. Savi seisukord on hea, vaatamata tükkide üldise vormi vähesusele.

Rohelise glasuuriga poti fragmentidel, mis on äärtest ümara kujuga, esines soola kahjustusi, matte laiike, glasuuri kadu ning kohati oli glasuuri värvus diskoloreerunud, kuid kahhel

fragmendil on jälgitav glasuuri lüsterjast läiget (III 5.2.2). Fragmendi tagumisel poolel on võimalik näha pragude vahelt välja valgunud glasuuri (III 5.2.3).

Kolmnurgse kuju ning roheline glasuuriga fragmentidel esines samuti soolakahjustusi, glasuuri diskoloratsiooni ning glasuuri valamise defekte (glasuuri pind on algusest peale väga õhuke ja praguline olnud).

Helerohelise glasuuriga kahlhi fragment on üldiselt halvasti säilinud, mis muudab selle loetavuse raskeks, esineb glasuuri pigmendi diskoloratsiooni ning savi pinnal soolakahjustusi.

Valge glasuuriga ahju pottidel esines suurel määral pinnapealset mustust, glasuuris kinnist krakelüüri, savi pinnal värvi jääkmaterjali ning soolakahjustusi.

Valge glasuuriga ahju liistkahlhi tükkidel esines glasuurikihi pragunemist, beezi värviga ülemaalingut (III 5.2.4) ning soolakahjustusi nii savil kui glasuuril.

Valge ja sinise glasuuriga kahhelahju fragmentidel esines kinnist glasuuri krakelüüri (III 5.2.5), glasuuri kihi mullitamist (III 5.2.6) ning hilisemaid mördi parandusjälgi. Kahe ahjupotti puhul on säilinud algset hoiustus materjali.

Figuuriga medaljonil esines soolakahjustusi välimise pinna ülemisel orramendiga alal ning üheksa ülemaalingu kihti, mis tänaseks on väga fragmentaalselt säilinud. Taolisi medaljone valmistati ennesõjaaegsel perioodil Tallinnas Kopli kandis asuvas Schultzi tehases. Artur Ümara sõnul olid tolle tehase medaljonid ilma polükroomiata. Kogu medaljoni pigmentuuril ilmnes krakleed ning üle poole polükroomiast oli kooruv või juba irdunud.



5.2.1: Soolakahjustused. Autori foto.



5.2.2. Lüsterjast läige. Autori foto.



5.2.3. Pragude vahelt valgunud glasuur. Autori foto



5.2.4. Pealmise värvi kadu. Autori foto



5.2.5. Glasuuri pragnemine. Autori foto.



5.2.6. Glasuuri mullitamine. Autori foto.

5.3 Polükroomia uuringud

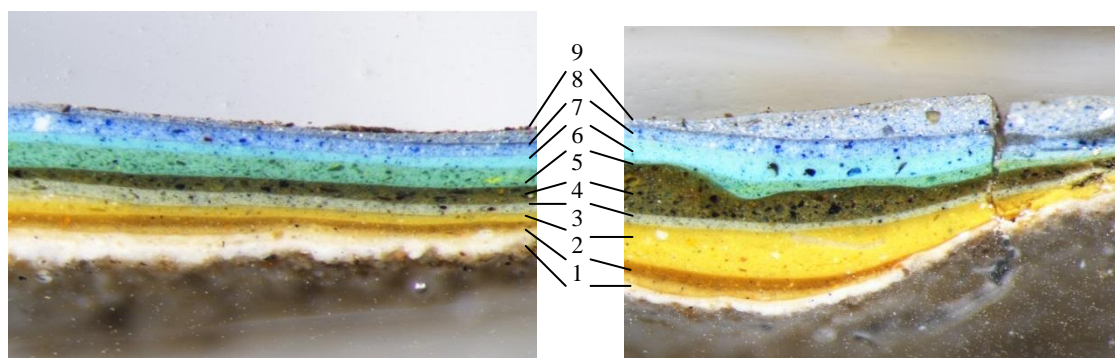
Kahlifragmentide hulgast kahte on uuritud Urve Kallavuse juhendamisel õppeaine „Uurimismeetodid konserveerimises 3“ raames Tallinna Tehnikaülikooli laborites. Uuritud on nii kahlite koostist, kui ka pinda. Uurimiseks võetud proovid pärinesid medaljoni raami äärest, medaljonil kujutatud figuuri varrukalt ning roheline kahli fragmendilt. Põhieesmärgiks oli leida erinevat infot, mis oleksid abiks ajastu dateerimisel ning võimaldaksid tuvastada kindlaid meisreid. Ahju medaljoni dateerimisel sai seda uuritud Andres Uueni juhendamisel „Arhiivne uurimine ja dokumenteerimine 3“ aine raames.

5.3.1 Stratigraafilised uuringud

Figuuriga medaljoni varrukalt võetud mikroproovi ristlõikes avaldus üheksa erinevat värvi kihti. Võimalus värvi kihte üksteisest eristada iseloomustab mustusekihti nende vahel, seega võib eeldada, et tegu on eriaegsete ülemaalingutega. (Ill 5.3.1.1)

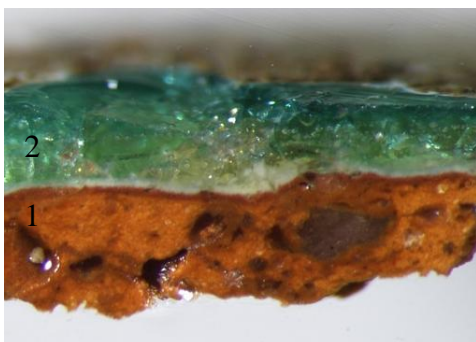
Medaljoni raami äärest võetud mikroproovi värvikihid langevad kokku nii koostiselt kui ka jaotuselt eelnevalt mainitud proovi kihtidega, mis võimaldab püstitada hüpoteesi, et medaljon oli üleni värvitud üheksa korda. Ristlõigetel ei olnud võimalik eristada glasuuri kihti, eeldades, et tegu on Shultzi tehase kaubaga võib tegemist olla nõukogude ajal kasutusel olnud põrandavärvidega. Antud mikrolihvil on märgata ka kõiki kihistusi läbivat vana pragu. (Ill 5.3.1.2)

Rohelise kahhelahju fragmendi uurimise eesmärgiks oli vaadelda savi koostist ning uurida selle pinna sädeluse olemust. Mikroproovil oli märgata kullale sarnaseid tükikesi. (Ill 5.3.1.3)



5.3.1.1. Ristlõige medaljoni varrukalt. Autori foto

5.3.1.2. Ristlõige medaljoni raami servalt. Autori foto.

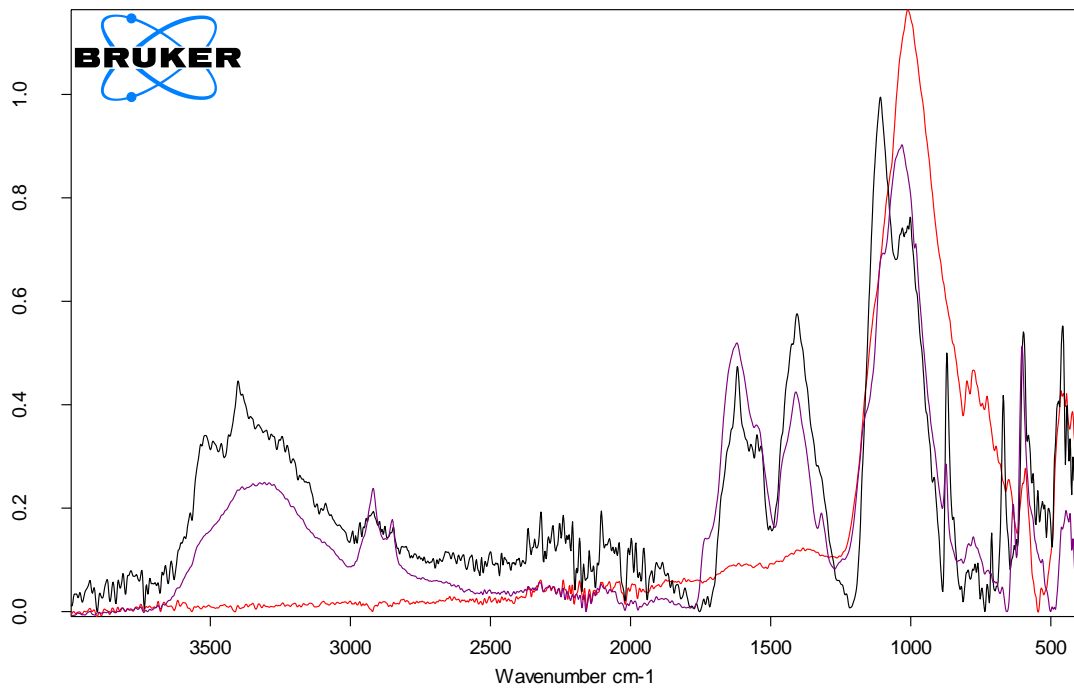


5.3.1.3. Rohelise kahli glasuur ja savi. Autori foto

5.3.2 Infrapunaspetskoopia

Infrapuna uuringus selgus:

- Figuuri varrukalt võetud proovil leidis safloorõli (safflower), henna punast ning pompei punast ookrit (pompei red Fe_3O_4) ning hele pruuni temperat (light brown tempera). (joonisel k.v.t.)
- Medaljoni taustalt võetud proovil leidis kaltsiumkarbonaati (Gofun shirayun from oyster shells CaCO_3), portselani pulbrit (porcelan powder) ja Herculaneeumi punast ookrit (terra orcolano). (joonisel k.v.t. 2)
- Rohelise kahli proovilt leidis tseliiti (celite), ultramariinsinist (ultramarine blue), rohelist ookrit (bohemian green earth), trikalsiumfosfaati (tricalcium phosphate) ja iriodiin 321 kulda (iriodin 321 gold). (joonisel k.v.t 3)



D:\ALPHA\URVE\ATR\2017-11-06_k.v.t.0	k.v.t.	Instrument type and / or accessory	6.11.2017
D:\ALPHA\URVE\ATR\2017-11-06_k.v.t._2.0	k.v.t._2	Instrument type and / or accessory	6.11.2017
D:\ALPHA\URVE\ATR\2017-11-06_k.v.t._3.0	k.v.t._3	Instrument type and / or accessory	6.11.2017

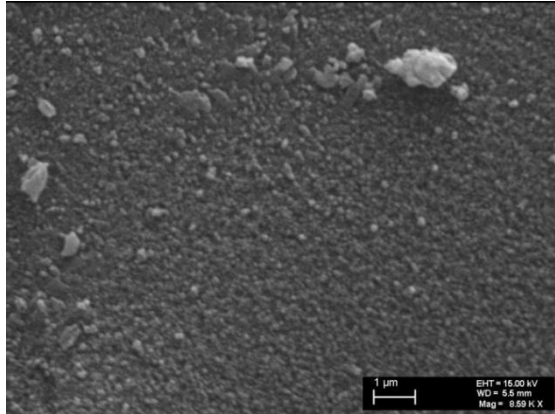
Page 1/1

5.3.3 Skaneeriv elektronmikroskoop uuring

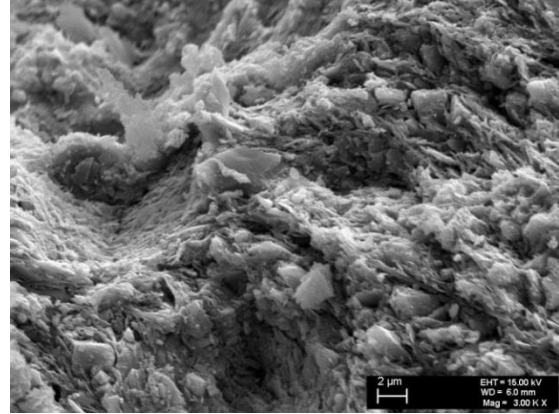
Medaljoni raami vasakpoolselt servalt võetud proovilt on võimalik näha ühtlast, kuid kergelt poorset pinda, mis osutus värvikihtidest kõige alumiseks kihiks (Ill 5.3.3.4). Samal proovil ilmus värvide omavahelist sidet iseloomustav vaade. (Ill 5.3.3.5) Alumist värvikihti uurides leidus üksikuid õhumullikohti, kus tõusid esile kristallid, hiljem tehtud elemendi uuringuga selgus, et tegemist on pliiikristallidega. (Ill 5.3.3.6 ja 5.3.3.7) Urve Kallavuse sõnul sisaldus pliid paljudes nõukogudeaegsetes värvainetes.

Antud avastus ja ristlõike uuringust saadud info mõjus tõestusena Artur Ümara poolt püstitatud hüpoteesile, et medaljon pärineb 19—20. sajandist. Pigmentide omavahelist halba kinnitust on märgata medaljonilt varruka osast võetud SEMi proovil, mis omakorda näitab, et pigmendid ei sobi üksteisega kokku koostisel või sideaine poolest. (Ill 5.3.3.8 ja 5.3.3.9)

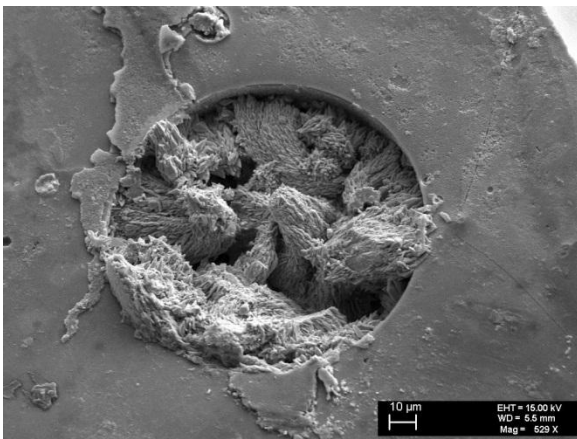
SEM uuring viidi läbi ka roheline glasuuriga fragmendil, lootuses leida rohkem infot varem mainitud läikest. Selle asemel ilmusid glasuuri kihil praod, mis oma ehituselt ehk kumerate servade poolest dateeruvad tagasi glasuurimise ajajärku. (Ill 5.3.3.10 ja 5.3.3.11)



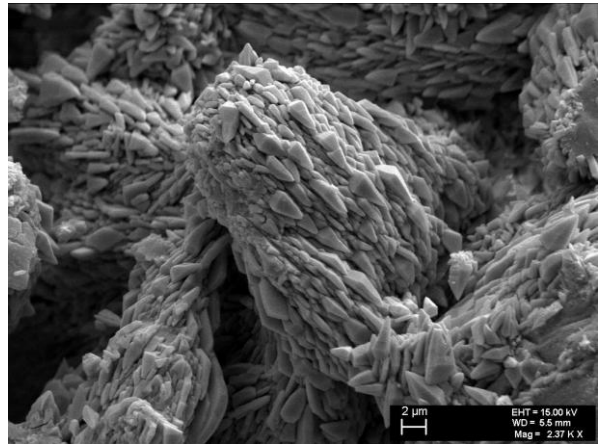
5.3.3.1: Medaljoni alumise polükroomia pind. Autori foto



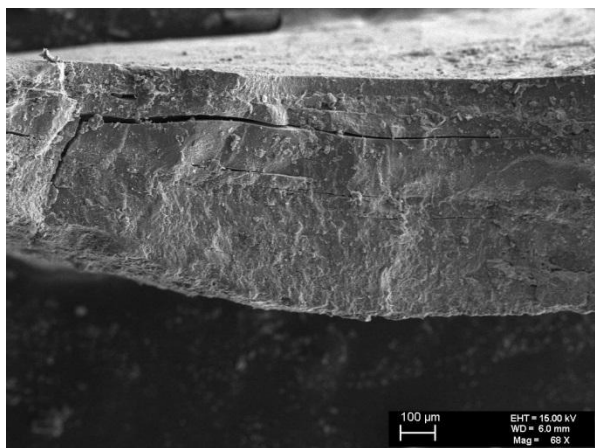
5.3.3.2: Medaljoni sisemine polükroomia pind.
Autori foto



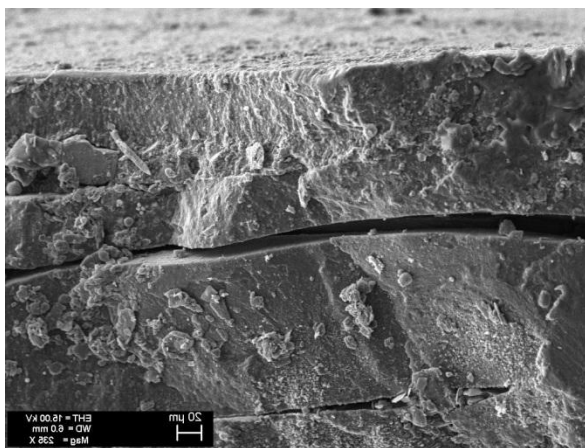
5.3.3.3: Medaljoni polükroomia õhumulli koht. Autori foto



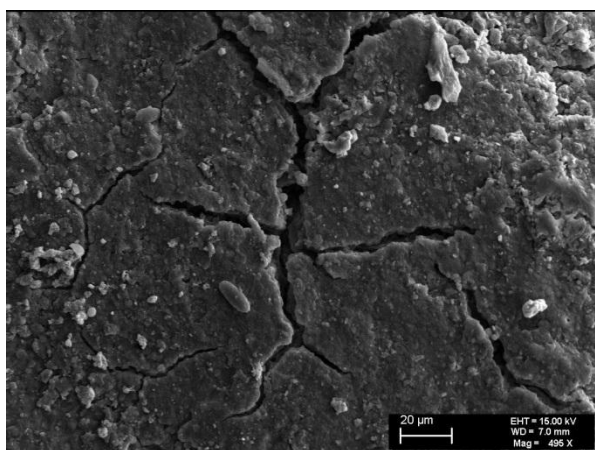
5.3.3.4: Plii kristallid. Autori foto.



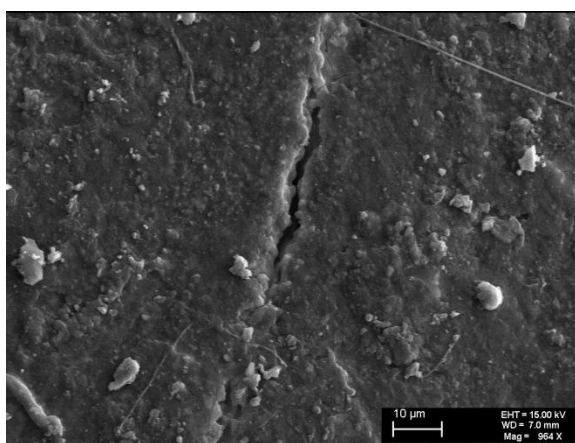
5.3.3.5: Medaljoni pigmentide ehitus. Autori foto



5.3.3.6: Medaljoni pigmentide omavaheline side. Autori foto.



5.3.3.7: Helerohelise kahhel fragmendi pinna praod. Autori foto



5.3.3.8: Helerohelise kahhel fragmendi pind. Autori foto

5.3.4 RTI fotograafia uuring

Meetod osutus oluliseks ahju medaljoni dateerimisel. Lootes tuvastada autori signatuuri olemasolu medaljoni tagaküljelt, kahjuks leitud tempel on raskesti loetav ning sellest ei olnud abi dateerimisel. Antud uuringu käigus avaldusid ka erinevad pisipraad ning soola kahjustused. Uuringu käigus oli võimalik lähemalt vaadelda savisse modelleeritud figuuri detailde tekstuuri.



5.3.4.1: Medaljoni signatuuri meenutav ala. Autori foto.



5.3.4.2: Üldine tagumise külje tekstuur. Autori foto



5.3.4.3: Soolakahjustused. Autori foto



5.3.4.4: Värvijäägid. Autori foto



5.3.4.5: Väikesed praod. Autori foto



5.3.4.6: Figuuri detailide erinev pinnatekstuur.
Autori foto



5.3.4. 7. Figuuri detailide tekstuur. Autori foto

5.4 Polükroomia konserveerimine

Kahhelahju fragmentide seas olnud figuuriga ahjumedaljoni polükroomia oli algselt kriitilises seisus. Medaljoni polükroomias esines kogu ulatuses tihe krakelüür. (Ill 5.4.1) Kogu polükroomne kiht oli aluspinnalt irdunud ning pudenenisohtlik. Enne kuiv- ja märgpuhastust tuli avariilises seisukorras olevad värvikihid kinnitada. Kinnitamine viidi läbi MFK (Medium für Konsolidierung, firma Lascaux) liimiga ning etanooliga, süstides esmalt pigmenti kihtide vahele etanooli ning seejärel MFK-liimi. Paar sekundit hiljem fikseeriti lahtine värvitükk kilesse mässitud vatiga, mis vähendas pragude visuaalset nähtavust. Kilesse mässitud vatiga välditi vatikiudude värvikihi vahele sattumist. Antud töö käigus kinnitati eelnevalt eemaldunud suured ning pildile kompositsiooni mõttes olulised värvi tükid.



5.4.1: Medaljoni algne seisukord. Autori foto.



5.4.2: Medaljoni polükroomia kinnitus ja lahtised tükkid.

Autori foto



5.4.3: Medaljoni polükroomia kinnitus. Autori foto



5.4.4. Olukord peale polükroomia kinnitust. Autori foto

5.5 Kuivpuhastus

Kuivpuhastuse käigus eemaldatai esmalt lahtine mustus, kasutades vesivärvidele mõeldud, pehmemat pintslit, karedamat õlivärvidele mõeldud pinslit ja käsna. Puhastusproovid käsnaga tehti kahlite fragmentide äärtel erinevate švammidega. Nende seast parimaks osutus *wishab* käsn. Kuivpuhastus pehme pintsliga viidi läbi mustade ning delfti fajanss stiilis kahlite peal. Karedat pintslit kasutati üldisel juhul suurema mulla eemaldamisel kahlilt. Eraldi puhastust švammiga vajasis tumeroheliste (Ill 5.5.5 ja 5.5.6), roheliste (Ill 5.5.7), heleroheliste (Ill 5.5.8 ja 5.5.9) ja valged kahli fragmendid ning kõik eelnevalt nimetatud fragmentide tagumised pooled. Kuigi švammiga puhastatud kahlitelt leidis ka krakelüüri ning glasuuri kadu, püsis glasuuri kiht stabiilselt savi küljes.



5.5.1: Tumerohelise kahli puhastus. Autori foto



5.5.2 Tumerohelise kahli rump. Autori foto



5.5.3: Helerohelise kahli puhastus. Autori foto



5.5.4: Rohelise kahli puhastus. Autori foto.



5.5.5. Helerohelise kahli rump. Autori foto.

5.6 Märgpuhastus

Märgpuhastust juhendas Skulptuuri konserveerimise studio juhataja Isabel Aaso-Zahradnikova. Puhastusproovid viidi läbi ensüümi ning destilleeritud veega, mille käigus eemaldus pinnapealne mustus. Sellegi poolest jäi mingilmääral mustust pinnale. Pealmise mustuse eemaldamisel jäi pinnale määrdunud vahakiht ning laikudena nühitud läikega glasuuri pinda.(Ill 5.6.3) Määrdunud vahakiht otsustati osadelt kahlitelt eemaldada ning sobivamaks vahendiks osutus bensiin. Peale esmast puhastust oli võimalik eristada osalist glasuuri diskoloratsiooni. Destilleeritud veega puhastati ka kahlite rumbad mustusest. Paari kahli puhul otsustati jätta alles nende rumbas olev mulla, liiva ja kivi segu, mis toimisid kaitsena katki minemise eest ajal, millal need asusid pörandi all.(Ill 5.6.2) Segu materjale võiks säilitada, need on oluliseks materiaalseks tõestuseks kindlast tehases ja tehasesse toodud materjalide kaevandusest. Kahlite tagapinda puhastati destilleeritud veega nii vati abil kui ka aurpesuga.



5.6. 1: Ahju medaljon puhastatud kujul. Autori foto



5.6.2: Algne tagapinna toetus. Autori foto



5.6.3: Pooleldi puhastatud glasuuripind tumerohelisel kahlil. Autori foto

5.6.1 Aurpuhastus

Märgpuhastuse käigus osutus kõige efektiivsemaks lahenduseks aurpuhastus, mille abil eemaldus mustus glasuurilt täielikult. Eriti efektne oli antud meetod roheliste kahlite ja musta kahli puhul, kuna nende pinnal leidis palju pisidetaile, samuti oli roheliste kahlite glasuur juba algselt mikropragudega.

Aurpuhastuse käigus eemaldusid ka soolad ning vähenes rohelistel kahlitel olev vahakiht. Antud meetod sobis ideaalselt ka kahlite tagapinna puhastamiseks, selle poorsuse tõttu.

Kahlite tagaküljel leitud tahmajäljed puhastati destilleeritud vee ning vatiga, eemaldades ainult lahtise tahmakihi.

5.6.2 Märgpuhastus valgete kahlite pinnal

Valge glasuuriga kahlite pinnal oli kohati mördiga tehtud parandusi ning jääkmaterjale, mis eemaldusid destilleeritud veega. Mördiga teostatud paranduskoht otsustati jätta puutumatul kujul, säilitamiseks erinevaid ajaloolisi kihistusi. Valgetel liistkahlitele oli peale kantud beeži värvi, mis vähendamisel kuivpuhastuse käigus tõmbas kaasa glasuuri klaasjast pinda, ning see otsustati säilitada olemasoleval kogusel.

5.6.3 Märgpuhastus kahli medaljonil

Märgpuhastusel medaljoni pealsel värvikihil, mis oli eelnevalt kinnitatud MFK-ga, tehti proovid destilleeritud vee ning ensüümiga, mis mõlemad toimised ideaalselt, seega puhastati kogu pealmine värvi pind destilleeritud veega, halvemini eemalduva mustuse korral kasutati ensüümi ning kohati ka tärpentini ja etanooli lahust 1:3. (Ill 5.6.3.1) Medaljoni tagumine osa puhastati, eeldusel leida tehase märki. Antud etapp viidi läbi tärpentini ja etanooli lahusega 1:3, raskemates kohtades kasutati puhast tärpentini. Tagumise külje eenduvad servad puhastati destilleeritud veega.

Ahjumedaljoni tagumise poole puhul tehti puhastus proovid ensüümi, destilleeritud vee, etanooli ja tärpentini 1:3 seo ning tärpentiniga. Destilleeritud veega eemaldus pooridesse kinni jäänud mustus, põhiliselt kahlhi seinadelt. Etanooli ja tärpentini segu 1:3 aitas sisemise pinna voodrimaterjali eemaldusel ning puhta tärpentiiniga eemaldusid vooderdusest tingitud plekid. (Ill 5.6.3.2)



5.6.3.1: Puhastus proovid. Autori foto



5.6.3.2: Sisemine vooder ja värvi jäljed. Autori foto



5.6.3.3: Tagakül enne puhastamist. Autori foto



5.6.3.4: Tagakül peale puhastamist . Autori foto

5.7 Kahlite kokkuliimimine

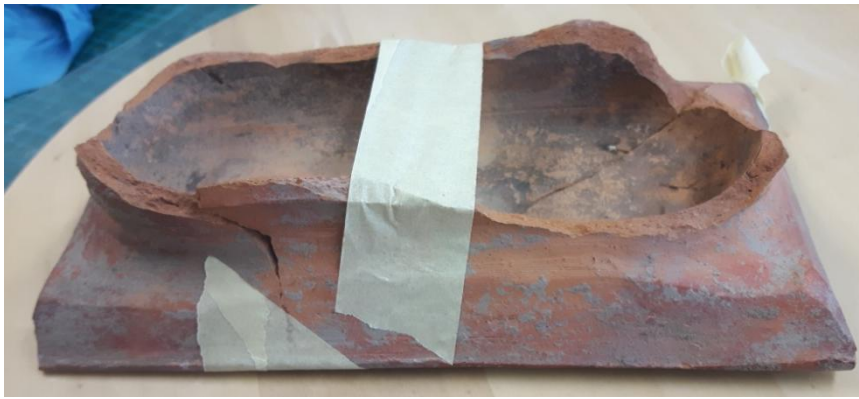
Kahlite hulgast leidus fragmente, mis moodustaksid kokkuliimimisel parema visuaalse terviklikuse või kogunisti terve kahli. Fragmentide liimimisel avanes suurepärane võimalus teha koostööd Konserveerimis- ja digiteerimiskeskus Kanutiga. Esemekonservaatori Aire Aksiimi juhendamisel taastati delfti stiili- ning tumerohelise glasuuriga fragmentide terviklikus.

Liimimise etapp viidi läbi kahel kahhel fragmendil kahe erineva liimiga. Delfti stiili kahli puhul kasutati araldiit (araldite 2011, firma Huntsman) liimi ning tumerohelise kahli kahe fragmendi puhul kasutati arheoloogilist (Archäocoll 2000, firma Kremer pigmente) liimi. Antud liimide valiku põhjenduseks lähtuti pinna omapärast, nimelt arheoloogilist liimi kasutatakse poorsete pindade kokkuliimimisel ning araldiidi eelistatakse pigem keraamikale.

Araldiit epoksiidliim koosneb kahest komponendist ehk kõvendist ja liimist, anud liimi puhul on välistatud alkoholi, bensiini või värvi vedeldaja kasutus. Liimi tuleb käsitsi valmistada vastavalt kogusele 1:3 (1 osa kõvendit ning 3 osa liimi) segades neid omavahel puidust pulgaga. Antud protsessil kasutati 0,3g kõvendit ja 0,9g liimi. Tänu sellele, et kokku liimitavaks objektiks on põletatud savi, pidi liim vähemalt tund aega enne liimimisprotsessi tahenema. Enne fragmentide liimimist tuli kokku liimitav pind puhastada. Kuivpuhastust tehti tolmuimejaga ning märgpuhastust atsetooniga. Liimikanti väikese spaatli abil liimitava ala keskele, jättes veidi ruumi valgumiseks seejärel suruti tükid omavahel kokku ning hoiti pool minutit. Seejärel toestati kinni liimitud ala vertikaalsete teibi ribadega või horisontaalse teibi reaga (olevnevalt objekti struktuurist) ning asetati spetsiaalsesse karpi, sedavõrd, et liimitud ala jääks keskele ning saaks objekti enda raskuse toimele ennast paika sättida.

Arheoloogiline liim on ühekomponentne ning koosneb tselluloosnitraadist ning eemaldatav atsetooni, etüülatsetaadi või propüleenglükoolmetüülestriga. Antud liimi asetati kokkuliimitava ala keskele pintsliga. Kuna poorne savi imas liimi endasse, tuli protsess läbi viia kiiresti. Tükid suruti omavahel kokku, toestati teibi ribadega ning asetati vertikaalselt kuivama. (III 5.7.1; 5.7.2)

Liimid tahenesid ühe ööpäeva jooksul. Järgneval päeval eemaldati teibi ribad. Kui esines liimi jääke välispinnal, eemaldati need atsetooni ja või skalpelli abil. (III 5.7.3)



5.7.1: Liimitud pinna toetus tagant poolt. Autori foto



5.7.2: Liimitud pinna toetus eest poolt. Autori foto.



5.7.3: Kokku liimitud pind peale puhastust. Autori foto.

6 Reprodutsioon lille ornamendiga tumerohelist kahlist

Tumerohelise kahli andmete rohkuse ning tänu juhendaja Artur Ümara teadmistele ahju kahli algsetest mõõtudest, osutus võimalikuks antud kahli reprodutsioon, ehk kipskoopia tegemine. Terviklik kipskoopia visualiseeriks nii kahli mõõde, kui ka ornamenti. Meetod osutus vajalikuks Artur Ümara soovil omada antud koopiat oma kollektsioonis. Antud protsessi juhendas Isabel Aaso Zahradnikova.

Kipskoopia tegemisel on oluline võtta objektist silikoonvorm. Antud töö puhul kasutati kahekomponentset silikooni (elite double 22, firma Kemetex). Silikoon vormi puhul on oluline kasuka, ehk antud töö puhul plastiliin kehandi lisamine, mis toestaks ning ümbritseks vormi võtmis kahlit. (Ill 6.1) Seejärel segatakse katalüsaator baasmatrjaliga vahekorras 1:1 ühtlase värvini ning valatakse objektile lisades marlit. Silikoon tahenes 20 minutiga, millele lisati otsa kahe sentimeetri paksune skulptuurkipsi segu. Viimane on vajalik selleks, et vormi võtmisel silikooni toestada. Kipsi segu tahenes antud kliimas (skulptuuri stuudios) 2 tunniga.

Kipsi detaili valamisel tuli asetada silikoon valmis tehtud kips toestuse peale, ümbritseda toetus ja silikoon plastiliiniga ning valada uus kogus skulptuurkipsi peale. 10-15. minuti möödudes, kui kipsvorm on pealt tahenenud tuleks eemaldada plastiliinkasukas selleks, et valatud kipsi servad saaksid samadel tingimustel taheneda 3-4 tundi. Hiljem viimistletakse lahtised kipsdetailid ning ühendatakse tervikuks.

Tehtud töö põhjal on võimalik edaspidi rekonstrueerida uusi kahhelahje. Kipskoopia, silikoonvorm fragmendist ning vormi toetus on mõeldud kingituseks Artur Ümarale, kes tegeleb tihti OÜ Oldschool firmas kahhelahjude rekonstrueerimisega.



6.1. Plastiliini kasukas. Autori foto



6.2 Silikooni valamine kahhlile. Foto: Isabel Aaso-Zahradnikova

7 Säilitamine ning eksponeerimine

Seoses eraomaniku sooviga säilitada kahhelahju fragmente kodustes tingimustes, olen otsustanud kasutada karbi süsteemi. Tänapäeval on küllaltki levinud ka vanade kahhelahjude kasutamine seinakonstruktsioonis sisustuselemendina, mis tegelikkuses ei ole kõige optimaalseim võimalus, sest vananenud kahlid on aja jooksul nõrgenenud, ning halvemal juhul nõrgestavad kogu konstruktsiooni või ei pea raskusele vastu ning purunevad. Karpides oma aja ära elanud objektide säilitamine ning eksponeerimine on optimaalseim lahendus, mis ei pingesta objekti, kuid toestab seda.

Antud töö käigus on valmistatud neli karbi säilitusviisi:

- Eksponeerimis variandina oleks heaks näiteks makett, mis iseloomustaks puidust kasti, kujult võimaldaks hälli meenutav kast erineva külje alt eksponeerimise võimalust. Antud lahendus mõjuks ideaalselt väiksemate fragmentide ning liistkahhlite puhul. Kasti sisu võiks olla ethafoamist või omadustelt sarnase *polüetüleen* materjaliga. Antud sisu on oluline aspekt kauaaegsel säilitamisel hoides objekti kindlas positsioonis, seda samal ajal toestades. Samuti võimaldab antud meetod objekti tagakülje hilisemat eksponeerimist.
- Säilitamis võimalust iseloomustavad hollandistiili ehk delfti kahli ning roheline glasuuriga kahli karbid, kuid neid karpe võib kasutada ka eksponeerimisel. Antud kahlid on eksponeeritud eraldi mõjudes üksikult tervikliku kunstiteosena ning samas tänu sellele, et fragmentid on kokku liimitud ning vajavad pidevat toetust tagaküljelt. Karbi süsteemi saab eksponeerida kapis kinniselt või avatud kaanega, karbi kuju võimaldab objekti eksponeerida erinevalt küljelt. Karbid ise on valmistatud spetsiaalsest säilitamis otstarbel ning koosneb köitepappist ja kalingurist, mis on üheks optimaalseimaks võimaluseks objektide säilitamisel.
- Kolmandaks on säilitus kast, kuhu on mahutatud kasti raskuse piirides maksimaalne kogus sama kahhli fragmente, mis võimaldaks objekte riulites säilitada ja vastavalt vajadusele avada. Osadele on lisatud ka eraldi ümbrises algset täite materjali, mis on oluline tulevaste teaduslike uuringute jaoks.

8 Sarnaseid kahhelahju fragmente Eesti muuseumitest

Musta glasuuriga kahhel

Musta lille ornamendiga kahhelahju fragmenti puhul on võimalik, et tegu on tsariaegse leiuga. Sarnase glasuuri reljeef kahhli tükke leidub Palamuse O.Lutsu Kihelkonnakoolimuuseumis ning sarnase ornamendi kompositsiooniga, kuid halvemini säilinuna fotonegatiiv Tallinna Linnamuuseumis.(Ill 9.2; 9.3) Kuju poolest on fragment on tõenäoliselt pärit ahju keskmisest osast, tänu sellele, et kahhel on standardmõõtudest veidi suurem, võib eeldada et ta asus liistkahhlite alla jääval osal.



9.1: Musta glasuuriga kahhel Lai tn.33. Autori foto



9.2: Fotonegatiiv musta glasuuriga kahhlist. Foto: Sillam. Tallinna Linnamuuseum



9.3: Must kahhel. Foto: Palamuse O.Lutsu Kihelkonnakoolimuuseum

Heleroheline kahhel

Antud kahhel pärineb 16. —17. sajandist ning on eelnevalt dateeritud Virumaa muuseumis, kus asub antud stiili identne ning paremas olukorras olev fragment. (Ill 9.7)



9.4: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto



9.5: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33.
Autori foto



9.6: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto.



9.7: Rohelise glasuuriga fragment. Foto: Tallinna Linnamuuseum.

Valge glasuuriga liistkahhel

Antud liistkahleid leidub Tallinna Linnamuuseumis ning on dateeritud 1800 aasta I kümnendisse. Antud muuseumis leidub ka ahju nurgaliist kahhliit. (III 9.9;9.10;9.11)



9.8: Valge glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto



9.9: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum



9.10: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum



9.11: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum

Valge sinise glasuuriga kahhliid

Delfti stiilis kahhliid on dateeritud 1739.aastasse. Sarnase motiivistiku, tegumoe ning mördi parandustega kahhleid leidub Tallinna Linnamuuseumis, kahhelplaadid ja ahi pärinevad Tallinnast, Vabaduse pst.86 majast. (Ill 9.15)

Tehniliselt on kasutatud koobalt maali sinakas valgel glasuuril ning materjaliks on punane savi. Stiili poolest sarnase motiivistikuga kahhlitest leidub fotonegiitive 1959.aastast.



9.12: Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto



9.13. Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto



9.14: Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn.33. Autori foto



9.15: Kahhel Tallinnast Vabaduse pst.86. Foto: Tallinna Linnamuseum.

Kokkuvõte

Bakalaureusetöö, mis sai alguse kursusetööst on olnud suurepäraseks sissejuhatuseks ahjude maailma, millest varem puudus ülevaade. Antud töö tegeles Tallinna Lai tänav 33 hoonest pärit ahjukahlite fragentide dateerimise, restaureerimise, konserveerimise ning säilitamisega.

Tehnilised uuringud tehti Tallinna Tehnikaülikooli professori Urve Kallavuse juhendamisel. Praktilise konserveerimistöö teostamiseks avanes võimalus teha koostööd Kanuti , Kumu ning era firma konservaatoriga.

Antud töö andis autorile võimaluse avastada ahjude maailma. Töö jaoks tuli lugeda raamatuid ja otsida Tallinna muuseumidest sarnaseid kahleid, uurida fragmentide pinna ehituse kaudu nende ajalugu , sama aegselt määrates nende kahjustusi ülikoolis toimunud ainete raames. Kõik selleks, et konserveerida-, restaureerida- ja säilitada kuue erineva ahju fragmente selleks, et nende ajalugu püsiks ning omanik saaks neid vähemalt sama kaua veel eksponeerida.

Töö valmimisele aitasid kaasa mitmed inimesed, keda soovin siinkohal eraldi tänada. Artur Ümar, kes oli suureks abiks oma teoreetiliste teadmistega ahjudest. Materjali uuringud teostati Urve Kallavuse ning Andres Uueni juhendamisel. Praktilises osas oli meeldiv koostööd teha Isabel Aaso-Zahradnikovaga, kes juhendas kuiv-ja märgpuhastust, Merike Kallasega juhendades polükroomia konserveerimist. Ning konserveerimis- ja digiteerimiskeskus Kanuti juhendajate Aire Aksiimiga, kes oli abiks kahli fragmentide kokkuliimisel ning Jolana Laidmaga, kes aitas säilitus karpide valmistamisel.

Summary

Short history of Estonian stoves, construction of tiled stove and its restoration by an example of findings in Lai tn. 33

Katrina Veelmaa

The Thesis was made based on archeological findings of 30 stove tiles from the old town of Estonia. Pottery findings, including stove fragments are common in archaeological excavations. Tile fragments that have worn glaze and jagged edges might seem useless, are in fact historically valuable by characterizing certain epoch, usage of materials or society.

The purpose of this work is to date tiles and tile fragments from six different stoves, conserve preserved fragments and to combine storage and exhibition opportunities for private owners.

Thesis is divided in eight main chapters: “Short history of Estonian stoves”, “ Construction of tiled stove and historic changes in appearance and in usage”, “ Tiled stove materials”, “Glaze, its usage and features”, “Conservation of tiles found in Lai tn.33”, “Gypsum reproduction of tile”, “Storage and exhibition “ and “Similar stove tiles from Estonia museums”. First two and last chapter are mainly necessary to determine century of different tiles. Other chapters focus more on the nature of tiles and how its made. It is essential for understanding tiles deterioration and for conservation plan.

Conservation chapter describes work that has been done on tiles with additional images and contains research methods, mainly using microscopes and Reflectance Transformation Imaging . For an addition there is chapter dedicated to gypsum and reproduction of a tile which as well mentions a usage of historical tile shapes nowadays by reconstructing or renovating stoves. Storage and exhibition section offers ideas, materials and models for private owners.

Data for this thesis was obtained by the help of several specialists that I would like to thank personally. Specially Artur Ümar, who guided with theoretical knowledge of ovens. Materials research was carried out under the guidance of Urve Kallavus in Tallinn University of Technology and Andres Uueni in Estonian Academy of Arts. In practical terms, it was a pleasure to work under the guidance of a sculpture conservator Isabel Aaso-Zahradnikova from Kumu Art Museum, Merike Kallas from Estonian Academy of Arts , Aire Aksiim and Jolana Laidma from Conservation and Digitization Centre Kanut.

Kasutatud kirjandus

Publitseeritud:

1. Tvauri, A. Õhkküte keskaegses Viljandis ja mujal Eestis–Viljandi Muuseumi aastaraamat 2007 , 2008. , lk 83.
2. Böckler, T. Tallinna raekoja kütte- ja sanitaarseadmed 15. sajandi algul. – Ehitus ja Arhitektuur, 2, 1978.
3. Tihase, K. Eesti talurahvaarhitektuur. Teine, täiendatud ja parandatud trükk. Tallinn.2007
4. Russow, E. 2003. Linn linna all. Arheoloogilised kaevamised Haapsalus uue aastatuhande alguses. – Läänemaa Muuseumi toimetised, VII. Haapsalu, 2003
5. Vunk, A. Narvast, Suur tn 22-26, leitud 16. —18. sajandi ahjupotid ja kahlid. – Linnas ja linnuses. Uurimusi Narva ajaloost. Narva Muuseumi toimetised, 6. Narva, 2006.
6. Põltsam-Jürjo, I. Liivimaa väikelinn Uus-Pärnu 16. sajandi esimesel poolel. Tallinn
7. Vunk, A. 1996. Pärnu 16. sajandi ahjukahlite tüpoloogias ja valmistamise tehnoloogias. – Stilus. Eesti Arheoloogiaseltsi Teated 1996 (1), 6. Tallinn, 2009.
8. Vunk, A. Mentaliteedi peegeldus Pärnu kahlileidudel. Linnaarheoloogia teoreetilisi aspekte. – Eesti Arheoloogia Ajakiri. Estonian Journal of Archaeology, 4/2. Tallinn, 2000.
9. Üprus, H. Barokk. Arhitektuur ja raidkivi 17. sajandil. – I. Solomõkova (peatoim.). Eesti kunsti ajalugu 1. Eesti kunst kõige varasemast ajast kuni 19. sajandi keskpaigani. Tallinn, 1975.
10. Vunk, A. Vanimatest ahjupottidest Eestis. – Eesti Arheoloogia Ajakiri. Estonian Journal of Archaeology, 2. Tallinn, 1998.
11. Haak, A., Heinloo, E. Pottsepis ja tellisepõletus. – Pudemeid keskaegsest käsitööst Tartus. Näituse „Manu et mente / Käte ja mõistusega“ kataloog. Tartu, 2007.
12. Tamm, J. Keskaegsete kloostrite dekoratiiv- ja viimistluselementidest. – L. Jaanits ja V. Lang (toim.). Muinasaja teadus I. Arheoloogiline kogumik. Tallinn, 1991.
13. Tvauri, A., Metsallik, R. Tartu Pottsepa Johann Rehni töökoja (umbes 1684–1708) toodang. Eesti Rahva Muuseumi aastaraamat, L. Tartu, 2007.
14. Rohlin, L. Keraamika käsiraamat. Eesti kunstiakadeemia, 2012.
15. Oakley, L. Victoria ; Jain, K. Kamal. Essentials in the Care and Conservation of Historical Ceramic Objects. Archetype Publications Ltd., 2002.

16. Hallenkamp-Lumpe, J. Studien zur Ofenkeramik des 12. bis 17. Jahrhunderts anhand von Bodenfunden aus Westfalen-Lippe. – U. Quednau und G. Isenberg (Hrsg.). Denkmalpflege und Forschung in Westfalen, Band 42. Mainz, 2006.
17. Tunzelmann von Adlerflug, H. Die alte einheimische Kachelkunst und die Ofenkacheln im Rigaer Dommuseum. Riga. 1933.
18. Großmann, G. U. Architektur und Museum – Bauwerk und Sammlung. Das Germanische Nationalmuseum und seine Architektur. – Kulturgeschichtliche Spaziergänge im Germanischen Nationalmuseum, Band 1. Hatje, 1997
19. Hoffmann, C. „...leth ick den nigen Kachelauen maken...“ Renaissancezeitliche Ofenkacheln aus der Hansestadt Stralsund - Eine Auswahl. – Bemerkungen zur Renaissance in Stralsund. Schriftenreihe Stralsunder Denkmale, Heft 2. Stralsund, 2005.
20. Ose, I. Ähnliche Verzierungsmotive der Ofenkeramik in Lettland und Litauen im 17. Jahrhundert. – Archaeologia Lituana, 9. Vilnius, 2008.
21. Киселёв, И. „Печи и карнизы московского ампира первой половины XIX века“
22. Козлов, А. В. „Путеводитель по каминам и печам“

Publitseerimata:

1. Jakobson, Anne-Mari. „Keraamika kadude taastamine“. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, muinsuskaitse ja restaureerimise osakond, 2010.
2. Jakobson, Anne-Mari. „Keraamika kahjustused“. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, muinsuskaitse ja restaureerimise osakond, 2009.
3. Ümar, Artur. „Alatskivi lossi kabineti rohelistest kahhelkividest ahju restaureerimine“. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia, muinsuskaitse ja restaureerimise osakond, 2005.
4. Allik, Andreas. „Ahjukahlid Tartu Lutsu tänav 2 arheoloogilises aineses“. Tartu: Tartu Ülikool, filosoofiateaduskond, 2011.
5. Ladva, Argo. „Reheahjude soojustehniline analüüs“. Tartu: Eesti Maaülikool, tehnikainstituut, 2014.

Interneti-allikad:

1. Laanmaa, Kersti. Värvilised savid. – Tehnoloogia keraamikas 1

<http://tehnolkeram1.weebly.com/vaumlrvitud-savi.html>

(vaadatud 10.XI.2017).

2. Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi geoloogiamuuseum – Savi

<http://www.ut.ee/BGGM/maavara/savi.html>

(vaadatud 10.XI.2017)

3. Tartu Ülikool – Kambriumi ladestu

<http://www.ut.ee/BGGM/eestigeol/kambrium.html>

(vaadatud 10. XI.2017)

4. Tallinna Tehnikaülikool energeetikateaduskond, mäeinstituut – Savi kasutamine Eestis

http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/loput/Grigorjeva_savi.pdf

(vaadatud 10.XI.2017)

5. Alar Rosentau, vaino Puura, Kristiina Olesk, Kairi Holpus – Setomaa maavarad

https://www.setomaa.ee/docs/file/Setomaa_maavarad_uuring.pdf

(vaadatud 11.XI.2017)

6. Laanmaa, Kersti – Keraamika tehnoloogiad

http://haridusinfo.innove.ee/UserFiles/Kutseharidus/%C3%95ppekava/Keraamika_tehnoloogiad.PDF

(vaadatud 14. XI.2017)

7. Laanmaa, Kersti – Tehnoloogia keraamikas 2.

<http://tehnolkeram2.weebly.com/magneesiumglasuurid.html>

(vaadatud 14.XI.2017)

8. Sillam – Ahju kahhel, fotonegatiiv

<https://www.muis.ee/museaalview/2366512>

(vaadatud 15.V.2018)

9. Palamuse O.Lutsu Kihelkonnakoolimuuseum – Kahhel

<https://www.muis.ee/museaalview/3184188>

(vaadatud 15.V.2018)

10. Must, Külli – Kahhelahi, praktiline kunsteos

<http://ekspress.delfi.ee/kuum/kahhelahi-praktiline-kunsteos?id=69091713>

(vaadatud 23.V.2018)

11. Ümar, Artur – Kahhelahjud / Ajalugu

<http://www.oldschool.ee/kahhelahjud.htm>

(vaadatud 23.V.2018)

12. Ümar, Artur – Kahhelahi Ajalugu ja hoolddus

http://www.oldschool.ee/img/portfolio/voldikud/kahhelahjud_voldik_2_lk.pdf

(vaadatud 23.V.2018)

Illustratsioonide nimekiri

5.2.1: Soolakahjustused. Autori foto

5.2.2. Lüsterjas läige. Autori foto.

5.2.3. Pragude vahelt valgunud glasuur. Autori foto

5.2.4. Pealmise värvi kadu. Autori foto

5.2.5. Glasuuri pragnemine. Autori foto.

5.2.6. Glasuuri mullitamine. Autori foto.

5.3.1.1. Ristlõige medaljoni varrukalt. Autori foto

5.3.1.2. Ristlõige medaljoni raami servalt. Autori foto.

5.3.1.3. Rohelise kahli glasuur ja savi. Autori foto

5.3.3.1: Medaljoni alumise polükroomia pind. Autori foto

5.3.3.2: Medaljoni sisemine polükromia pind. Autori foto

5.3.3.3: Medaljoni polükroomia õhumulli koht. Autori foto

5.3.3.4.: Plii kristallid. Autori foto.

5.3.3.5: Medaljoni pigmentide ehitus. Autori foto

5.3.3.6: Medaljoni pigmentide omavaheline side. Autori foto

5.3.3.7: Helerohelise kahhel fragmendi pinna praod. Autori foto

5.3.3.8. Helerohelise kahhel fragmendi pind. Autori foto

5.3.4.1: Medaljoni signatuuri meenutav ala. Autori foto.

5.3.4.2: Üldine tagumise külje tekstuur. Autori foto

5.3.4.3: Soolakahjustused. Autori foto

5.3.4.4: Värvijäägid. Autori foto

5.3.4.5: Väikesed praod. Autori foto

5.3.4.6: Figuuri detailide erinev pinnatekstuur. Autori foto

5.3.4. 7. Figuuri detailide tekstuur. Autori foto

5.4.1: Medaljoni algne seisukord. Autori foto

5.4.2: Medaljoni polükroomia kinnitus ja lahtised tükid. Autori foto

5.4.3: Medaljoni polükroomia kinnitus. Autori foto

5.4.4. Olukord peale polükroomia kinnitust. Autori foto

5.5.1: Tumerohelise kahli puhastus. Autori foto

5.5.2 Tumerohelise kahli rump. Autori foto

5.5.3: Helerohelise kahli puhastus. Autori foto

5.5.4: Rohelise kahli puhastus. Autori foto

5.5.5. Helerohelise kahli rump. Autori foto

5.6. 1: Ahju medaljon puhastatud kujul. Autori foto

5.6.2: Algne tagapinna toetus. Autori foto

5.6.3: Pooleldi puhastatud glasuuripind tumerohelisel kahlil. Autori foto

5.6.3.1: Puhastus proovid. Autori foto

5.6.3.2: Sisemine vooder ja värvi jäljed. Autori foto

5.6.3.3: Tagakülg enne puhastamist. Autori foto

5.6.3.4. Tagakülg peale puhastamist . Autori foto

5.7.1: Liimitud pinna toetus tagant poolt. Autori foto

5.7.2: Liimitud pinna toetus eest poolt. Autori foto

5.7.3: Kokku liimitud pind peale puhastust. Autori foto.

- 9.1: Musta glasuuriga kahhel Lai tn.33. Autori foto
- 9.2: Fotonegatiiv musta glasuuriga kahhlist. Foto: Sillam. Tallinna Linnamuuseum
- 9.3: Must kahhel. Foto: Palamuse O.Lutsu Kihelkonnakoolimuuseum
- 9.4: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.5: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.6: Rohelise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.7: Rohelise glasuuriga fragment. Foto: Tallinna Linnamuuseum
- 9.8: Valge glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.9: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum
- 9.10: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum
- 9.11: Rohelise glasuuriga fragment. Tallinna Linnamuuseum
- 9.12: Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.13. Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn. 33. Autori foto
- 9.14: Valge ja sinise glasuuriga fragment Lai tn.33. Autori foto
- 9.15: Kahhel Tallinnast Vabaduse pst.86. Foto: Tallinna Linnamuuseum
-
- 6.1. Plastiliini kasukas. Autori foto
- 6.2 Silikooni valamine kahhlile. Foto: Isabel Aaso-Zahradnikova