

Eesti Kunstiakadeemia, Kunstikultuuri teaduskond,
Muinsuskaitse ja restaureerimise osakond, eseme suund

Bakalaureusetöö

KERAAMIKA KAHJUSTUSED



Anne-Mari Jakobson

Juhendajad: Isabel Aaso-Zahradnikova

Heige Peets

Konsultant: Kersti Laanmaa

Tallinn 2009

Sisukord:

SISSEJUHATUS	4
1 KERAAMIKA	5
1.1 SAVI	5
1.2 KERAAMILISED MASSID	6
1.3 VORMIMINE	7
1.4 VIIMISTLEMINE JA KUIVATAMINE	8
1.5 GLASUUR	8
1.6 PÕLETAMINE	9
1.6.1 Põletuste liigid	9
1.7 OMADUSED	11
1.7.1 Füüsikaline ja mehaaniline vastupidavus	11
1.7.2 Keemiline vastupidavus	13
1.8 LIIGID, LIIGITAMINE	13
2 KERAAMIKA KAHJUSTUSED	18
2.1 OBJEKTI SEISUNDI HINDAMINE:	18
2.2 KAHJUSTUSTE KLASSIFIKATSIOON	19
2.2.1 Üldised kahjustusprotsessid	19
2.3 FÜÜSIKALISED KAHJUSTUSPROTSESSID	20
2.3.1 Temperatuurišokk	21
2.3.2 Tootmisvead	21
2.3.3 Lahustuvate soolade kahjustused	22
2.3.4 Külmumiskahjustused	23
2.3.5 Liivastumine	23
2.4 MEHHAANILISED KAHJUSTUSPROTSESSID	23
2.4.1 Põrutused	24
2.4.2 Kulumine	24
2.4.3 Määdumus ehk plekid ja ladestused	24
2.5 KEEMILISED KAHJUSTUSPROTSESSID	26
2.5.1 Vesi	26
2.5.2 Happed	26
2.5.3 Leelised	27
2.5.4 Kelaadid	27
2.5.5 Tulekahjustused	27
2.6 BIOLOOGILISED KAHJUSTUSPROTSESSID	28
2.6.1 Pliisulfiidi tumenemine	28
2.6.2 Hallitus	28
2.6.3 Taimejuurte kahjustused	28

2.7	KERAAMIKA SÄILITUSTINGIMUSED.....	29
3	KERAAMIKA KAHJUSTUSTE ATLAS.....	30
4	PRAKTILINE TÖÖ.....	36
4.1	OBJEKTID.....	37
4.1.1	<i>Loend ja kirjend Hiiumaa Muuseumi järgi</i>	37
	KOKKUVÕTE	40
	SUMMARY	42
5	KASUTATUD KIRJANDUS:	44
	LISAD	46
	LISA 1. TABELID	46
	LISA 2. MÕISTETE LOEND	50
	LISA 3. KONSERVEERIMISTÖÖDE KAART.....	53

1 Keraamika

Keraamika kui materjali tundmine on kahjustuste uurimisel määrava tähtsusega. Valmistustehnoloogia on otseselt seotud keraamika omadustega. Seega on töö esimene peatükk pühendatud ülevaate andmisele keraamikat puudutavate põhimõistete, valmistustehnoloogiate, koostisosade, omaduste ja liigitusele.¹

Keraamika all mõistetakse traditsiooniliselt tooteid, mis on valmistatud savil põhinevast keraamilisest massist, põletatud kõrgel temperatuuril (üldjuhul 900°-1500°) ning võivad olla kaetud glasuuriga. Keraamika on üks vanimaid inimese loodud tehismaterjale.² Savikujakesi ja -nõusid hakkas inimene valmistama juba enne neoliitikumi üheaegselt tule kasutuselevõtmisega ja maaharimisel tehtud esimeste sammudega.

1.1 Savi

Savideks nimetatakse peeneteralisi polümineraalseid segusid, mis koos veega moodustavad plastilise massi, säilitavad peale kuivamist sellele antud vormi ja peale põletust muutuvad kivistõvaks. Savid on tekkinud suurte kivimimassiivide (mehaanilise, keemilise ja orgaanilise) lagunemise tulemusena.

Savid koosnevad saviollusest ja lisanditest, saviollus koosneb omakorda ühest või mitmest savimineraalist. Kõik *savimineraalid* kujutavad endast ränidioksiidi, alumiiniumoksiidi ja vee omavaheliste seoste variatsioone, neil on keerukas kahe- või kolmekihiline kristallvõre ja väga peeneteraline struktuur. Savimineraalid on alumosilikaadid, mille üldvalem on $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot pH_2O$ kus m, n ja p on eri savimineraalidel erinev.

Savid jagunevad primaarseteks ja sekundaarseteks. *Primaarsed savid* on tekkinud samas asupaigas, kus nende lademed praegugi asuvad; on reeglina jämedakoelise struktuuri ning puhtama koostisega. *Sekundaarsed savid* on loodusnähtuste toimel kokkukantud saviainese settimise tulemus; on peeneteralised ning lisanditega.

¹ NB! Valdav osa peatükis *Keraamika* kirjutatust põhineb Leo Rohlini „Keraamika käsiraamatule”.

² Buys; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics.

Koostiselt ning omadustelt jagunevad savid nelja rühma: kaoliinid, tulekindlad savid, raskestisulavad savid ja kergestisulavad savid.

1.2 Keraamilised massid

Keraamilisteks massideks kutsutakse savisid, mille koostist on täiendatud teatud omaduste parandamiseks. Keraamiliste masside valmistamiseks kasutatakse plastilisi ja mitteplastilisi tooraineid.

Plastiliseks materjaliks on savid, millel on unikaalne omadus moodustada veega plastseid (voolavaid ja vormitavaid) segusid. Kõigil *mitteplastilistel* toorainetel on keraamilises massis kas lahjendav või sulandav toime. *Lahjendajaid* lisatakse kahanemisprotsendi alandamiseks, deformatsiooni ärahoidmiseks ja tulekindluse suurendamiseks. *Sulandajad* alandavad paakumistäppi, vähendavad veeimavust ning suurendavad mehaanilist tugevust. Ühed ja samad ained võivad toimida sõltuvalt põletuse temperatuurist emma-kummana. Keraamilistele massidele võib nende urbemaks ja kergemaks muutmiseks lisada ka *orgaanilisi lisandeid*, mis põletuse käigus välja põlevad.

Savi erineb teistest mineraalsetest moodustistest oma äärmiselt väikeste osakeste ja nende võime poolest *siduda vett keemiliselt* ehk *kristalliveena* (ca 14%). Plastiliseks muudab savi aga *vaba vesi* – mis kuivades aurustub (10-30% / 20-25%). Täielikult niiskununa kattub iga saviosake veekihi. Tänu osakeste soomusjale kujule seob vesi saviosakesi teineteisega pindpinevuse tõttu nii nagu kahe klaastahvli vahel olev vesi, jättes nad samaaegselt üksteise suhtes liikuvaks. *Poorivesi* on ka kuivas savis, eraldub 120°C (11-12%). Kuivades vesi aurustub ning tooted kahanevad.³

Hüdraatimise tulemusena muutuvad saviosakesed polaarseteks ja pind omandab tugeva negatiivse laengu. Aluselises vees ei lase negatiivsed hüdroksiidioonid osakestel ühineda ja lahusest välja sadestuda ning lahus püsib suspensioonina. Happelises lahuses on hüdroksiidioonid sidemeks negatiivsete pindade vahel. *Flokulandid* on keraamilise massi paksendajad ja setitajad ning *deflokulandid* vedeldajad.

³ Laanmaa, 2008 sügissemester Keraamika tehnoloogia loengukonspekt

Kõik töökõlblikud keraamilised massid võivad olla kolmes olekus:

1. niiskes, plastilises – vormimis- ehk modelleerimismass ja treimismass
2. märjas, vedelas – valumass ehk *lobri*
3. (pool)kuivas, teralises – stantsimis- ehk pressimismass

1.3 Vormimine

Keraamilise massi vormimisviisid võib jagada kolmeks: valamine, plastiline vormimine, pressimine ehk stantsimine.⁴

Valades saavutatakse soovitud kuju vedela savimassi ehk *lobri* kallamisel niiskust imavasse vormi. Savi settib vormi sisepinnale, kus tal lastakse mõnda aega taheneda ning kokku tõmbuda eseme vormist eemaldamise hõlbustamiseks. On kolm valamoodust: avavalu ehk tavavalu, umbvalu e. kahepoolne valu ja segavalu – avavalu + umbvalu.

Plastiline modelleerimine hõlmab üsnagi erinevaid tehnikaid, mida annab rühmitada kolmeks: vaba modelleerimine, modelleerimine kipsvormide abil, treimine. Vaba modelleerimine tähendab õõnesnõu või skulptuuri käsitsimodelleerimist ilma vormide abita, kas eseme välja pigistamist savitombust, saviribade, lintide kokkukleepimisega või savilehtede kokku kleepimisega. Kipsvormidega modelleerimine on sobilik eelkõige õõnesnõude, skulptuuride, reljeefide, plaatide jms. seeriaviisiliseks tootmiseks. Vormi pressitakse ühtlane, sõltuvalt esemest 0,5-3 cm paksusega, keraamilise massi kiht, mis eemaldatakse peale tahenemist. Pöörleval potikedral saab esemeid treida käsitsi või massi kipsvormi pressides ja sellel šablooniga kasutades, (pool)automaattreimisel pöörleb aga šabloon. Šablooniga saab valmistada lihtsama vormiga õõnesvorme (n. kausid, taldrikud, kruusid). Traditsiooniliselt on kasutatud ka puidust ja madalpõletusega savist vorme. Kipsvormidest võivad savisse sattuda kipsitükid, mis võivad põletuses keraamikast kilde välja lüüa.

Pressimine ehk stantsimine on levinud peamiselt tehnilise ja ehituskeraamika valmistamisel, viimasel ajal ka tarbekeraamika masstootmisel.

⁴ Ülevaate saamiseks vaata Lisa, Tabelid, Tabel 1. Keraamiliste toodete vormimine.

1.4 Viimistlemine ja kuivatamine

Viimistlemise käigus eemaldatakse ülearune savi, silutakse, korrastatakse ääred ja ebatasasused. Teatud pinnaviimistlustehnikate jaoks – nagu värvilise savi ehk *angoobi* maalingute pealekandmiseks, sissepressitud või uuristatud dekoratsioonide tegemiseks ja pinna poleerimiseks – peab savi olema veidi tahenenud.

Ese peab olema põletamiseks kuiv, muidu võib poorides olev vesi aurustudes selle katki lüüa. Kuivamisprotsessi käigus liigub vesi tänu kapillaarsusele eseme pinnale, kus aurustub ning eemaldub keraamilisest massist. Kuivamise tulemusena vajuvad saviosakesed üksteisele lähemale ja mass tiheneb. Sellegi poolest jääb kuiva savisse mõningasel määral vett pooridesse ning keemiliselt seotuna kristallvõresse. Kuivamisprotsess peab olema kontrollitud ja ühtlane, et vältida kahanemisest tulenevaid pingeid ja pragusid.

1.5 Glasuur

Glasuur on põhimõtteliselt õhuke keraamika pinnale sulatatud klaasi kiht. Klaas on allajahutatud vedelik. Glasuuril on keraamikas kolm peamist eesmärki - tugevdamine, läbitungimatu ja hügieenilise kihi moodustamine ning kaunistamine. Glasuuri ja keraamilise massi soojuspaisumine peavad omavahel sobima, see on eriti oluline põletuses. Vastasel juhul võib glasuur praguneda või maha kooruda; tavapäraselt on glasuur siiski mõningase pinge all.

Glasuur sisaldab klaasi moodustavaid aineid, sulandajaid ja stabiliseerijaid. Kõige olulisem *klaasimoodustaja* on ränidioksiid SiO_2 ; *sulandajateks* on tavapäraselt sooda Na_2CO_3 , potas K_2CO_3 , baariumkarbonaat (ehk viteriit) BaCO_3 või kriit CaCO_3 ; kõige tavapärasem *stabiliseeriija* on alumiiniumoksiid Al_2O_3 , mis tagab glasuuri viskoossuse ja eseme pinnal püsimise põletusel. Erandjuhul saab glasuur oma räni otse keraamilisest massist, näiteks pliiühendid kantakse vahel otse eelpõletuseta savile, ka soola- ja soodaglasuurid moodustuvad söögisoola ning sooda otsesel kontaktil keraamilise massiga.

Soola- ja soodaglasuurid on *lenduvad glasuurid*, mis viiakse otse põletuskeskkonda, kus nad esemetele ladestuvad. Vees lahustumatute glasuurikomponentide vette kokku segamisel ja jahvatamisel saadakse *toorglasuurid*. *Frittglasuuride* domineerivaks osaks on *fritt* – glasuuri veeslahustuvate komponentide ning erijuhul ka mürgiste ainete kokkusulatatud klaasjas mass. Sulafritt jahutatakse külmas vees ja saadud räbu jahvatatakse pulbriks.

Glasuurile annavad värvi erinevate metallide anorgaanilised ühendid (värvimullad). Suhteliselt väikse arvu metalliühenditega on võimalik saavutada üllatavalt palju ning erisuguseid efekte – erinevates omavahelistes suhetes, temperatuuridel, põletustingimustel ja koosmõjul teiste ainetega. Alates 18. sajandist on glasuurivärvide hulk oluliselt suurenenud. Tuntakse glasuurialust, -sisest, ja -pealset maali.⁵

1.6 Põletamine

Keraamiliste toodete *põletamisel* muutub keraamiline mass tihkeks ja kõvaks, teatud tingimustel paakunuks. Põlevad välja orgaanilised lisandid, pealekantud glasuur muutub pulberjast olekust klaasjaks ning kinnitub keraamilise massi pinnale.

1.6.1 Põletuste liigid

On neli erinevat põletust – ettepõletus, ühekordne põletus, glasuuripõletus, dekooripõletus:

Ettepõletus ehk *eelpõletus* tehakse enne glasuuri pealekandmist ja on üldjuhul madalama temperatuuriga 800°C - 1000°C, hõlbustab esemete glasuurimist. Tooted on poorsed. Teatud keraamika puhul, näiteks kondiportselan ja fajanss, tehakse ettepõletus kõrgemal temperatuuril vältimaks glasuuri kahjustumist põletuse käigus keraamilisest massist lahkuvate gaaside läbi. Portselani puhul vältimaks esemete deformatsiooni koos glasuuriga põletades.

Ühekordse põletuse puhul piirduakse ühe lõpliku põletusega, kus temperatuur sõltub tooteliigist ning jääb 900°C - 1400°C vahele. Ühekordse põletuse saavad terrakota ning sageli savi- ja soolaglasuuriga kivinõud.

Glasuuripõletus tehakse peale eelpõletust ja glasuuri esemele kandmist, mille käigus moodustub glasuurikiht ja kinnitub keraamilisele massile. Tekib glasuuri ja keraamilise massi vahele neid ühendav vahekiht, kus glasuur on osaliselt tunginud savikehasse; eriti hästi vormub see välja kõrgkuumuskeraamika puhul. Sõltuvalt keraamika liigist tehakse põletus 900°C - 1450°C juures.

⁵ Buys; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics

Dekooripõletusega kinnitatakse eelnevalt glasuuripõletuse läbi teinud esemele glasuuripealne maaling. Dekooripõletus on madalama temperatuuriga kui glasuuripõletus ja lubab rikkalikumat värvivalikut. Põletus tehakse enamasti 750°C - 850°C juures, erandlikult kõrgemal.

Põletuses leiavad aset füüsikalis-keemilised muutused

- °T kuni 120°C toimub eseme lõplik kuivamine kolmes jaos, eraldub kogu vabalt seotud vesi ja poorivesi.

- °T 120°C - 600°C põlevad välja mõned orgaanilised ühendid

°T 350°C - 600°C molekulaarstruktuurist eraldub keemiliselt seotud vesi. Alates °T 500°C muutub savi keraamikaks, protsess on tagasipööratamatu, mass kõige poorem ja hapram.

°T 500°C - 700°C põlevad välja kõik orgaanilised ühendid.

°T 573°C juures toimub kuumutamisel ja jahtumisel kvartsi molekulaarstruktuuris pööratav protsess, mille juures kristalli ruumala muutub 2%. Oht pragude tekkimiseks.⁶

- °T 600°C - 1000°C on ettepõletuse lõppjärg, suureneb toodete tugevus, säilib poorsus. Süsinik lahkub ühenditest ja ladestub esemetele.

°T 800°C hakkavad sulama plii-, naatriumi-, kaaliumi- ja booriühendid; kujunevad välja madalkuumusglasuurid.

- °T 1000°C - 1150°C juures toimub madalkuumuskeraamika lõplik valmimine; toimub paakumisprotsess: keraamilise massi osakeste vahelised tühimikud täituvad madalamal temperatuuril sulava klaasja ollusega. Poorsus väheneb, tihedus suureneb – suureneb mehaaniline tugevus.

⁶ Buys; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics

- °T 1150°C - 1320°C juures valmib lõplikult kõrgkuumuskeraamika; hakkab sulama põldpagu ja ränidioksiid lahustub selles, teised keemilised madalkuumusel alanud reaktsioonid intensiivistuvad. Glasuur tungib osaliselt keraamilisse massi, tekib sujuv ülemineku kiht. Poorid täituvad pidevalt sulaaainetega, mis tulekindlate komponentidega reageerides kutsuvad esile paakumine kuni klaasistumiseni. Suureneb vastupidavus välismõjudele.

°T 1250°C - 1300°C leiab aset keraamilise massi täielik tihenemine koos drastilise kahanemisega.⁷

- °T 1240°C - 1500°C valmib portselan, õhukesed portselantooted hakkavad läbi kumama; tooted kahanuvad lõplikult.

1.7 Omadused

Kogu töö kirjeldab üldisemalt keraamika omadusi, selle peatüki eesmärk on siduda öeldu tervikuks ja tuua välja kahjustuste vaatlemiste seisukohast olulisemad elemendid. Sõltuvalt kasutatud toorainest ja tehnoloogiast on keraamikatooted väga erinevate omadustega. Üldreeglina tähendab kõrgkuumus põletus nii keraamilise massi kui glasuuri puhul suuremat füüsikalist ja keemilist vastupidavust kui madalkuumus põletusel. Järgnevalt on kirjeldatud keraamika füüsikalisi ja keemilisi omadusi.

1.7.1 Füüsikaline ja mehaaniline vastupidavus

⁸Erinevate toorainete ja tehnoloogiatega on võimalik kujundada keraamika vormiomadusi, poorsust, paakumust, paakumisintervalli, klaasisaldust, savikristalli liiki, glasuuri.

Hinnates keraamilise eseme omadusi tuleb silmas pidada mitte ainult keraamilist massi, vaid kogu *massi-glasuuri süsteemi*. Madalkuumuskeraamika mehaanilist tugevust saab parandada glasuurimisega, glasuur täidab pinna ebatäiused ja ennetab nende kohtade mõranemist. Samuti parandab glasuurimine kõvaportselani tugevust.

⁷ Buys; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics

⁸ Buys; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics

Eseme disainil ja tootmismenetlusel, kas valatud, plastiliselt vormitud või stantsitud, võib olla väga suur mõju selle tugevusele. Kriitilised on liitekohad, kui ese on vormitud mitmes tükis. Lisaks on ühe eseme eri osad sageli valmistatud erinevate vormimismeetoditega ning nende omadused võivad seega erineda. Vormimismeetodid mõjutavad keraamilise massi sisestruktuuri, sellest sõltub soomusjate saviosakeste suund ja paiknemine terviksüsteemis ning üksteise suhtes.

Tulenevalt molekulaarstruktuurist on keraamika survetaluvus hea, kuid pingetetaluvus halb. Parimaks tugevuseks on oluline vähene poorsus ja madal klaasi sisaldus. Savi koostises oleva lahjendaja osakeste väiksusest tulenev väike kristallisuurus suurendab materjali tugevust. Suur paakumisintervall aitab tagada eseme kvaliteeti. Väga madala poorsusega keraamilised massid on sageli väga klaasirikad ja seega purunevad kergesti. Kõik need faktorid sõltuvad toorainetest, tootmise meetoditest ning põletusprotsessi detailidest.

Kulumiskindlus on keraamika pinna tugevuse mõõde. Keraamiliste esemete juures on see otseselt seotud põletustemperatuuriga ja klaasistumise ulatusega, kõrgkuumusel põletatud portselanid on vastupidavamad kulumisele kui madalkuumuskeraamika. Tulenevalt koostisest on kõrgkuumuses põletatud glasuurid võrreldes madalkuumusega samuti vastupidavamad. Kõrgkuumusglasuurid on põldpao põhised ja tugevad, samas kui madalkuumuse glasuurid sisaldavad pliidi ja on pehmed. Madalatel temperatuuridel külge põletatud dekoratiivsed lisandid, nagu glasuuripealne maaling ja kullatis, on pehmemad kui glasuur millele nad asetsevad ja seetõttu palju kulumisaltimad.

Termiline vastupidavus sõltub teatud määral mehaanilisest tugevusest ja sellest tulenevalt võimest vastu võtta kuumutamise ja jahtumise ajal tekkivaid pingeid. Need pinged sõltuvad jällegi antud eseme materjali soojuspaisumisest.

Poorsus on samuti oluline tegur. Mittepoorsete keraamilise masside nagu kõvaportselani termiline vastupidavus on tihedas seoses soojuspaisumise koefitsiendiga, kus madal koefitsient tähendab paremat vastupidavust termilisele šokile. Samuti suudavad mõned poorsed savinõud taluda suurest soojuspaisumisest tingitud pingeid. Poorsus on seotud temperatuuriga, millel keraamiline mass on põletatud. Kõige poorsema keraamika on põletatud temperatuuril napilt üle piiri, kus savi muutub keraamikaks (600°C, keemiliselt seotud vesi lahkub keraamilisest massist). Poorsus kahaneb temperatuuri tõusuga, kui saviosakeste vahelised tühimikud täituvad sulava räni ja põldpaoga. Näiteks kõvaportselani ja kondiportselani puhul on praktiliselt kõik

tühimikud täitunud. Madalkuumuskeraamika poorsust aitab kompenseerida glasuuri kiht, kuid selle vigastuste puhul on vedelikel vaba voli keraamilisse massi tungida ning seal levida.

1.7.2 Keemiline vastupidavus

Keemiline stabiilsus on kõrgetel temperatuuridel põletatud keraamilisel üldiselt hea. Näiteks soolaglasuuriga esemeid kasutati veel XX saj teisel poolel laborinõudena tänu nende väga heale keemilisele vastupidavusele. Mõned keraamilised massid, glasuurid ja glasuuripealsed maalingud on tundlikud hapetele, kuid enamasti peab märkimisväärse mõju avaldamiseks kokkupuude olema pikemaajaline. Tundlikumad on pliiglasuurid. Eriti madala põletusega keraamika võib olla teataval määral veeslahustuv, kahjustumiseks peab mõju olema pikem.

1.8 Liigid, liigitamine

1) Keraamika liigitamine põletuse lõpptemperatuuri järgi:

- *madalkuumuskeraamika* – °T kuni 1150°
- *kõrgkuumuskeraamika* – °T üle 1150°

Aluseks on võetud *põldpao sulamistäpp* – temperatuur, mille juures põldpago hakkab sulama ning selles lahustuma tulekindlad ühendid, toimub paakumine ehk keraamilise massi maksimaalne tihenemine. Nimetatud materjal on keraamika toormaterjalidest üks levinumaid ja vajalikemaid. Eestis on see jaotus seotud ka kohaliku traditsiooniga: kõrgkuumuskeraamikaks hakati nimetama ettevõttes „ARS” põletustemperatuuril 1300°-1350°C⁹ valmistatud tooteid, madalkuumuskeraamikaks teistes ettevõtetes 1040° juures põletatud toodangut.

2) Liigitamine põletatud keraamilisele massile omase struktuuri ja värvuse põhjal. Eristatakse valgest ja värvilisest massis valmistatud tooteid; poorseid ja tihedaid tooteid:

Poorseks loetakse toodet, mille veeimavus on üle 5% (tavaliselt kuni 12%), tihedaks, *paakunuks* aga toodet, mille veeimavus on alla 5%. Jämedateralisest ja peeneteralisest massis valmistatud tooteid, kus jämedateraliseks loetakse massi, mille koostises olevate osakeste läbimõõt on üle 0,1 mm, peeneteralisel aga alla 0,1 mm.

⁹ Rohlin, 2003 Keraamika käsiraamat, võrdluseks Kersti Laanmaa andmed °T umbes 1260°C

Tabel 1. Keraamika liigitamine poorsuse ja värvi alusel

Porne		Paakunud	
Värviline	Valge	Värviline	Valge
Pottsepis	peenfajanss	klinker	portselan
madalkuumuskeraamika		kivinõu	
majoolika		tulekindel keraamika	
lubjafajanss			
Raku			
šamott-tooted			
kuumuskindel keedunõu			

3) Ajalooliselt, piirkondlikult, tehnoloogiliselt, stilistiliselt on välja kujunenud omaette palju tinglikumad liigitused.

Tabel 2. Üldised keraamika liigid¹⁰

Üldised madalkuumuskeraamika liigid				
Liik	Tunnused	Keskmine põletustemp. (°C)		Näited
		keraamiline mass	glasuur	
Raku	Tänu madalale põletustemperatuurile on porne. Mass sisaldab palju lahjendajaid ja sageli ka orgaanilist materjali, et taluda kiirest põletusest ja äkilisest temperatuuri muutusest (kui tulikuumi esemeid ahjust välja tõstetakse) tulenevat šokki.	900+	900-1000	Jaapani teejoomisnõud, kunstnikukeraamika ja muud etnoloogilised keraamikaliigid.

¹⁰ Rohlin, 2003 Keraamika käsiraamat,

Buy; Oakley 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics,

Laanmaa 2009 Elektrooniline kirjavahetus.

	Nõud väiksed ja paksud.			
Pottsepis	Tehtud punasavist ja enamasti looduslikust savist, mille tõttu sageli poorsed ja tugevuse saavutamiseks paksuseinalised. Võivad olla kaetud angoobide ja lihtsa koostisega toorglasuuridega.	700-1000	900-1000	Primitiivkeraamika, talurahva keraamika, ning kunstnikukeraamika, terrakota.
Majoolika / (lubja)fajanss ehk tinaglasuuriga madalkuumuskeraamika	Rauarikkast või lubjarikkast savist poorsed, pehmed tooted, mis on kaetud valge katva tinaglasuuriga, kaunistatud glasuurisese maalinguga, ka lüstriga. Majoolika on punaka või ookerja keraamilise massiga, fajanss valkjaga. Läbi aegade üritanud sageli välisilmelt matkida portselani.	950-1140	950-1140	Majoolika ehk Hispaania-mauri keraamika, Itaalia majoolika ja/ehk fajanss; Delfti fajanss, Saksa fajanss, Inglise fajanss (Delftware), Islami maalitud (ka lüstermaaliga) keraamika; Ficki manufaktuuri toodang.

Üldised kõrgkuumuskeraamika liigid				
Liik	Tunnused	Keskmine põletustemp. (°C)		Näited
		keraamiline mass	glasuur	
Peenfajanss	Heledast või valgest savist urbsed tooted, enamasti põhiglasuuriks läbipaistev ja läikiv frittglasuur. Rohke maalinguga. Üldiselt on fajanss läbi aegade üritanud välisilmelt matkida portselani, olles selle odavam alternatiiv.	1120-1300	960-1100 (1120-1250)	Peenfajanss alates 18. saj. Pehmefajanss, kõvafajanss: põldpaofajanss, kvartsfajanss. NB fajansi mõistet tõlgendatakse väga mitmeti.
Šamott-tooted	Tulekindlast savist jämedakoelised tooted, mille koostisesse kulub põletatud savikillustik šamotipuru näol. Võimaldab valmistada suurema mõõtmelisi tooteid. Üldiselt jämedakoeline.	1150-1300	1150-1300	Šamott oli Eestis populaarne eriti 1960.aa. kunstniku-keraamikas, on populaarne jätkuval tänapäevalgit.

Kuumuskindel keedunõu	Urbsest , tavaliselt šamoti-või talgirikast massist valmistatud ja termilist šokki taluvad tooted, mida kasutatakse nii toidu valmistamiseks kui serveerimiseks.	1160-1400	1160-1400	Aastasadu valmistatud Prantsusmaal, Hispaanias ja Mehhikos
Kivinõu	Kollakaks, halliks või pruuniks põlevast savist tihedad, paakunud tooted, millel on suur mehaaniline tugevus ning keemiline vastupidavus. On kaetud eritüübiliste glasuuridega (soola-, savi-, tuha-, põldpaot. glasuurid). Savimass ja glasuur on hästi integreerunud.	1150-1350	1150-1350	Hiina jm. Kaug-Ida kivinõu, (näiteks ka paksu tuhaglasuuriga Seto keraamika Jaapanist); Saksa (Reinimaa) ja Inglise soolaglasuuriga kivinõu, Wedgwoodi kivinõu; ARS Keraamika toodang. Suurem osa kunstnikukeraamikast.
Portselan	<p>Jaotatakse: pehme portselan ja kõvaportselan. Pehme portselan jaguneb omakorda: frittportselan, kondiportselan, pehme põldpaoportselan; kõvaportselani nimetatakse ka pärisportselaniks.</p> <p>Kõvaportselan on kõige kvaliteetsem keraamikaliik, mille põhikomponendiks on kaoliin.</p> <p>Kvaliteetne portselan on valge, tihe, kõva, praovaba glasuuriga, happe- ja ilmastikukindel, õhukeste esemete puhul läbikumav. Kõvaportselani puhul on glasuur ja mass omavahel hästi kokku sulanud.</p> <p>Kasutatakse poolläbipaistvaid glasuure ja sageli ka kristallglasuuri) Võivad olla kaunistatud glasuerialuse või –pealse maalinguga või massi sisse</p>	1200-400	1150-1400	<p>Kõvaportselan: Hiina, Jaapani, Korea portselan, Meisseni portselan, Peterburi Keiserliku Portselanitehase toodang (end. Lomonosovi nimeline); Riia Portselanitehas; Rosenthali tehase toodang; jt.</p> <p>Kondiportselan: Kaunase portselanitehase (või vabriku) toodang. ka Peterburi tehases.</p> <p>Frittportselan: Sevre W.J.Lauw' portselan.</p>

	graveeritud dekooriga.			
Tulekindel keraamika	Tulekindlast savist, tihedad, paakunud tooted.	1250-1500		Tehniline keraamika.
*Liigitus on küllaltki tinglik. Igal liigil on alajaotusi ja sageli on liigid omavahel segunenud, sellest tekivad vahevariandid jne.				

2 Keraamika kahjustused

Keraamika kahjustuste peatükk käsitleb keraamika kahjustuste klassifitseerimist ning vaatleb täpsemalt keraamilise materjali kahjustumist põhjustavatavaid protsesse ja nende väljendumist.

2.1 Objekti seisundi hindamine:

„Kahjustumise defineerimine *säilivuskvaliteedi* kaudu tähendab seda, et on vajalik kindlaks määrata need olulised tunnused, millede teatud muutumise korral loetakse artefakt suuremal või vähemal määral kahjustunuks.”¹¹ Vananemisprotsess on pöördumatu, küll võib aga oluliselt muuta protsessi kiirust.

Eesti muuseumides kasutatakse kogude haldamisel nelja objektide seisundi hindamise kategooriat¹²:

- HEA: objekt on stabiilses seisundis, eksponeeritav, ei vaja konserveerimist.
- SOBIV: Puuduvad säilivust kahjustavad tunnused, säilituskeskkond on objekti jaoks sobiv, ei vaja kohest konserveerimist.
- HALB: Esinevad tunnused, mis viitavad eseme kahjustumisele, eseme seisund on ebastabiilne ja võib käsitsemisel kahjustuda, ei ole eksponeeritav, konserveerimine on soovitatav
- VÄGA HALB. Esinevad objekti säilivust (T, RH% ja valguse) muutuste korral halvendavad tunnused, objekti seisund on ülimalt ebastabiilne, struktuur on nõrk ja aktiivselt lagunev, kahjustab teisi materjal (hallitus, rooste). Vajab kohest konserveerimist-restaureerimist

¹¹ Konsa 2000 Projekt Thule, artiklite kogumik.

¹² Konsa 2007 Artefaktide säilitamine.

2.2 Kahjustuste klassifikatsioon

Kahjustuste klassifitseerimist tutvustav peatükk on sissejuhatuseks kahjustuste mõistmisele-määramisele keraamikas, sellele taustainfo andmiseks ning sobitamaks üldisesse artefaktide säilitamise ja restaureerimise pilti.

Kahjustusi võib klassifitseerida mitmeti lähtuvalt plaanist ning valitud vaatepunktist. Laiahaardelisem käsitlus vaatab kahjustusi kultuurilises kontekstis, kus ühe võimalusena võib objekti väärtusi käsitleda läbi *ideaaloleku*¹³, oleku milles väljenduvad kõige paremini objektiga seostatavad väärtused. Ideaalolekutena saab eristada – eseme algupärast olekut, kunagist kasutust paljastavat olekut, praeguse hetke olekut, kasutusväärtust. Ideaalolekut võetakse arvesse restaureerimisel. Kultuurilisest vaatenurgast lähtuvad klassifikatsioonid on alati seotud asjade materjali siseste muutustega.

Antud töö keskendub eeskätt kitsamalt keraamiliste esemete materjalikesksele uurimisele. Seega siin „*Kahjustumise* all mõistetakse protsesse, mille tagajärjel artefaktide materjalides või struktuuris toimuvad muutused vähendavad objektide säilivuskvaliteeti.”¹⁴

2.2.1 Üldised kahjustusprotsessid

Kahjustusprotsessid liigitatakse tekkepõhjuse järgi füüsilisteks, keemilisteks, mehaanilisteks ja bioloogilisteks. Nimetatud kahjustusprotsesside mõju pole tegelikkuses kunagi rangelt piiritletud ja erisugused protsessid toimivad enamikel juhtudel koos. Samuti võib üks keskkonnategur põhjustada erisugust tüüpi kahjustusi. Kahjustusprotsessid on pöördumatud, kord juba toimunud muutusi materjalides või struktuurides ei ole võimalik olematuks teha.¹⁵

Füüsilised kahjustusprotsessid - on materjali niiskusesisalduse muutuste tõttu tekkinud pinged ning soojus- ja valgusenergia põhjustatud vormi mõõtmete ja molekulaarstruktuuri muutused. Materjalide niiskusesisaldus sõltub õhu suhtelisest niiskusest ja materjali koostisest ning

¹³ Appelbaum 2007 Conservation Treatment Methodology.

¹⁴ Konsa 2000 Projekt Thule, artiklite kogumik

¹⁵ Konsa 2007 Artefaktide säilitamine.

struktuurist; niiskusesisalduse muutusega võib kaasneda paljude materjalide kokkutõmbumine või paisumine. Temperatuur mõjutab materjalide mõõtmeid, agregaatolekut ja struktuuri. Valguskiirguse kahjustav toime avaldub fotokeemilises ja soojuslikus mõjus, on kumulatiivsed ning pöördumatud.

Keemilised kahjustusprotsessid – nende hulka arvatakse terve hulk keemilisi reaktsioone (hüdrolüüs, oksüdatsioon, korrosioon jpt), mis on esile kutsutud nii materjalide endi keemiliste koostisainete reageerimisest kui ka väliskeskonnast materjalidesse sattuvate ainete toimest. Keemiliste kahjustusprotsesside hulka kuulub ka metallide korrosioon.

Mehaanilised kahjustusprotsessid – kahjustused on tekkinud materiaalse objekti kuju või omaduste muutuse põhjustanud sisemiste või välimiste füüsikaliste vastakjõudude tagajärjel. Põhilised kahjustustulemused on deformatsioon, purunemine, kulumine ja pinna määrdumisest põhjustatud muutused. On küllaltki suur ja heterogeenne kahjustusprotsesside grupp, mis kattub osaliselt ka teiste kahjustusprotsessidega. Mehaanilised kahjustused on laialt esinev ja objekte suuresti mõjutav kahjustusliik, mis on seotud peamiselt ebasobivate hoiutingimuste ja kasutamisega.

Bioloogilised kahjustusprotsessid - bioloogiliste mõjurite poolt põhjustatud lagunemine. Võib öelda, et biokahjustus on igasugune ebasoovitav muutus materjalide omadustes, mille on esile kutsunud elusorganismide elutegevus. Biokahjustusi tekitavad peamiselt bakterid, aktinomütseelid, mikroseedid, putukad, närilised jms. Enamikel juhtudel on tegemist keemiliste või mehaaniliste kahjustustega. Mehaanilised kahjustused on seotud materjalide pinnal kasvamisega ning seal oleva kujutise lugemise segamisega ja materjalide mikro- ja makrostruktuuri lõhkumisega.

2.3 Füüsikalised kahjustusprotsessid¹⁶

Tavapäraselt eristatakse füüsikalisi ja mehaanilisi kahjustusprotsesse, kuid tänu keraamika eripärale võib osasid mehaanilisi kahjustusprotsesse vaadelda põhimõtteliselt füüsikaliste

¹⁶ NB! Siit alates pärineb peatüki *Keraamika kahjustused* info valdavalt Buys, Oakley raamatust „The Conservation and Restoration of Ceramics”.

kahjustusprotsesside alaliigina. Materjali hapruse tõttu on sedalaadi kahjustused koos mehaaniliste kahjustusprotsessidega keraamiliste esemete puhul kõige levinumad.

2.3.1 Temperatuurišokk

Temperatuurišokk ehk äkilisest temperatuuri muutusest põhjustatud eseme ebäühtlane soojuspaisumine võib põhjustada keraamilise massi või glasuuri *mõranemist*. *Praguneda* võib ka ainult glasuur.

Kõik glasuurid on teatud pinge all. Eset järsku kuumutades või jahutades võib glasuurikihi ning keraamilise massi paisumise ja kokkutõmbumise määra erinevus glasuurikihti tekitada nii suured pinged, et põhjustab selle pragunemise või *mahakooremise*.

Paakunud ning madala poorsusega keraamika vastupidavus järskudele temperatuuri muutustele on tihedas seoses materjali soojuspaisumise ulatusega, kus mida väiksem see on seda parem. Mõned poorse keraamika liigid taluvad suurt soojuspaisumist. Oluline on ka eseme üldine disain ning paksus.

Temperatuurišokist põhjustatud kahjustused leiavad kõige sagedamini aset tavapärasel kodukasutuses või tuleõnnetustes.

2.3.2 Tootmisvead

Tootmisvead võivad avalduda enne kui keraamiline ese on üldse kasutusse võetud. Sageli ei pruugi tootmisvead esmapilgul märgatavad olla, kuid mõne aja pärast ese justkui mõraneks, puruneks iseenesest või tühise asja pärast. Põhjuseid võib olla mitmeid, kuid peamised vead on põhjustatud halvasti koostatud keraamilisest massist, glasuurist või nende omavahelisest sobimatusest, hooletust või valest põletusest, ebapiisavast ja/või kiirest kuivamisajast, halvast modelleerimisest, kehvast üldisest disainist.

Sujuv glasuur *pragude* servadel reedab, et need on enne põletust või põletuse käigus tekkinud. Suur kvartsisisaldus võib tänu materjali erinevale soojuspaisumisele ja kahanemisele saada riskantseks põletamisel, kui kuumutatakse või lastakse jahtuda liiga kiiresti. Tulemuseks võivad olla mitte märgatavad *pinged* ja praod nii glasuuris kui keraamilises massis. Majoolika ja fajansi puhul on tavaliseks tootmisveast tingitud kahjustuseks *glasuuri mahakooremise*. Ebäühtlaselt jaotunud temperatuur põletusahjus võib jätta esemesse sisse varjatud pingeid. Probleemiks

võivad olla ka halvad ühendused eseme eraldi vormitud osade vahel, näiteks tasside ja kannude sangad. Mõnikord võib osasid koos hoida praktiliselt ainult glasuurikiht.

2.3.3 Lahustuvate soolade kahjustused

Lahustuvate soolade kahjustusi kutsutakse lühemalt ka *soolastumiseks*. Kõige tõsisemaid kahjustusi põhjustab soolastumine poorsele keraamikale. Portselani ja hästipaakunud kivinõud soolakahjustused ei ohusta.

Soolalahused saavad imbuda ainult poorsesse keraamikasse. Keraamikale on ohtlikud vees lahustuvad ning kiirelt kristalliseeruvad soolad. Kahjustumist põhjustab soolade kristalliseerumise protsess keraamilises massis kuna kristallid on suurema mahuga kui soolalahus ja tekitavad moodustudes tohutu surve. Tulemuseks võib olla *pinna kihiline irdumine* (*soomustumine*, *helvestumine*) või *keraamilise massi lagunemine*. Kahjustub eseme pind, kuna seal toimub kuivamine ning soolade kristalliseerumine. Kahjustuse ulatus sõltub kristallide moodustumise kiirusest, kiirus sõltub omakorda eset ümbritseva keskkonna temperatuurist ja suhtelisest õhuniiskusest, sooladest endist ja erinevate soolade koosmõjust.

Soolakahjustuste minimaliseerimiseks tuleks keraamikat hoida ühtlaselt sellises keskkonnas, kus neis sisalduvad soolad on kas pidevalt niiskes ja lahustunud olekus või kuivas, hoidmaks ära kahjustavat kristalliseerumisprotsessi. Kõige halvem on keskkond, kus õhuniiskuse tase muutub sageli ja järsult.

Keraamika soolakahjustusega kõige sagedamini seostatavad soolad on kloriidid, nitraadid ja fosfaadid. Vees lahustuvad soolad võivad keraamilisse massi sattuda pinnasest. Kloriidide peamine allikas on merevesi, kuid võivad pärineda ka uriinist ning lagunevatest loomsetest kudetest. Nitraadid ja fosfaadid pärinevad üldiselt kõdunevast taimsest massist, fosfaate on ka arvestatavas koguses tänu tuhale ahjude juures. Karbonaadid ja sulfaadid liigitatakse sageli mittelahustuvateks, kuid on pika aja peale on siiski lahustuvad ning võivad olla seotud soola kahjustustega keraamikas.

Kõige kahjulikumad on keraamikale kergesti lahustuvad soolad. Kaks kõige tavalisemat taolist soola on kaltsium- ja magneesiumkloriid, kaltsiumkloriidi on arvestatavas koguses merevees ning magneesiumkloriidi on alati looduslikes söögisoola maardlates. Põuastes piirkondades leidub neid sooli ka pinnases.

Veeslahustuvad soolad võivad poorsesse keraamikasse sattuda ka restaureerimise käigus. Näiteks hapete kasutamisel metalli oreoolide või tugede eemaldamiseks või alustega rasva ja vaha eemaldamisel. Pärast neid restaureerimismeetodeid tuleks ese korralikult loputada destilleeritud veega. Vältima tuleb plekkide eemaldamisel kloriidiga pleegitajaid, kuna materjali jäävad kloriidioonid võivad eseme kuivades moodustada sooli. Kips ja hambaarsti segu võivad põhjustada sulfaatide sattumise keraamilisse massi, kui kokkupuutepindadele pole kantud isoleerivat kihti. Vanade kipsäidetega restaureeritud esemete veega niisutamine või leotamine kätkeb endas samuti soolade keraamikasse viimise riski.

Soolad võivad keraamilistesse esemetesse sattuda ka toiduainetest. Sageli saavad soolade poolt kahjustatud lillepotid.

2.3.4 Külmumiskahjustused

Külmumine on ohtlik suure niiskusesisalduse puhul, seetõttu ohustab poorset keraamikat. Külmumise tulemusel tekkivad jääkristallid on suurema ruumalaga kui vesi. Vee muutumisel jääks suureneb viimase ruumala ligikaudu 9% ning tekkivad jääkristallid *lõhuvad materjali struktuuri*. Poorides, kus vesi jäätub, tekivad pinged kuni 2115 kg/m^2 .¹⁷ Kahjustuste ulatus sõltub nii niiskusesisaldusest kui ka külmumise kiirusest ja pooride suuruselt. Tavapäraseks tagajärjeks on pinna, eriti glasuuritud *pinna murenemine*. Suurepoorilised materjalid on mõnevõrra külmakindlamad.

2.3.5 Liivastumine

Liivastumise tulemusel *pudestub* keraamiline mass (sarnaselt kivile) väikesteks teradeks. Tekib erinevate kahjustusprotsesside koostoimel, sooladest, külmumisest ning madalast põletustemperatuurist. On tavaprasem välitingimustes.

2.4 Mehhaanilised kahjustusprotsessid

Mehaaniliste kahjustuste alla kuuluvad väga erisugused kahjustused. Põhimõtteliselt võiks lahutuvate soolade ja külma kahjustused ning liivastumine liigitada ka siia alla.

¹⁷ Konsa 2007 Arterfaktide säilitamine.

2.4.1 Põrutused

Põrutused ja vibratsioon on keraamikale ohtlikud materjali hapruse tõttu. Esemed, mida on kasutatud mõnda aega, kannavad märke otstarbe teenimisel saadud vigastustest. Põrutus ohustab keraamikat isegi muuseumides, kui neid käsitletakse, pakendatakse, ladustatakse.

Praod võivad toimida kapillaaridena ning kanda sügavale eseme sisse vedelikke ning suurendada keemilise kahjustumise ulatust ning riski..

Sõltuvalt keraamika liigi haprusest võib *purunemise, killustumisega* sageli kaasned *materjali kadu* murdeservadel. Kadude suurenemisele aitab kaasa murdeservade hõõrdumine, kui ese purunes näiteks transpordi käigus või halvatest restaureerimisvõtetest. Esemed võivad puruneda ka liigse jõu rakendamise tõttu restaureerimisel.

2.4.2 Kulumine

Kulumine ohustab eelkõige köögikasutuses olevat tarbekeraamikat, kui kasutatakse liiga karme ja karedaid puhastusvahendeid või asetatakse taldrikuid, tasse üksühe peale. Keraamika kulumiskindlus otseselt seotud põletustemperatuuriga ja klaasistumise ulatusega. Eriti ohustatud on kullatis ja teised glasuuripealsed dekoratsioonid, maalitud. *Kulumis-, kraapekahjustused* on kerged juhtuma ka restaureerimistöde käigus, eriti üleliigset täidet eemaldades ja maha lihvides. Looduslikus keskkonnas võivad liikuvad liivad põhjustada keraamika kulumist.

2.4.3 Määrduvus ehk plekid ja ladestused

Pinna määrduvus on väga mitmekesise iseloomu ja päritoluga kahjustusliik. Kõik allpool nimetatud plekid, ladestused, oreoolid võivad koos moodustada pinna üldise määrduvuse, kus puhta ning määrduvusala üleminekud ei ole enam eristatavad.

2.4.3.1 Toiduplekid

Toiduplekid ja *oreoolid* tulenevad toidust ja joogist, mis imbub läbi glasuurivigastuste keraamilise massi sisse. Jällegi on kõige enam mõjustatud poorne madalkuumuskeraamika, kuid ka pehme portselan ja frittporselan. Rasvapekkide puhul suurendab probleemi oluliselt kuumutamine, mis muudab need silmapaistvamaks ning tumedamaks. Plekid tõstavad erilisel esile glasuuri praod ja ebatäiused, vigastuste rahuldav parandus ning varjamine on problemaatiline ning pea võimatu.

2.4.3.2 Ladestused

Ladestused või *koorik* võib tekkida näiteks lillevaaside ja veekeedupottide sisepinnale lubjasette ja katlakivi näol või sõltuvalt anumast hoiustatavast ainest millegi muuna. Paakunud ja glasuuritud keraamika puhul on ladestused ainult pinna pealsed, kuid poorses keraamikas võivad ulatuda sügavamale ning selle eemaldamine on võib olla keeruline või suisa võimatu.

Arheoloogiline keraamika, eriti ehitusmaterjalide lähedusest leitud, võib omada ladestusi, mida on võimatu eemaldada pesemise ning kerge hõõrumisega. Tavaliselt on need ladestused valkjad, kuid kokkupuutes teiste ainetega võivad värvuda vastavalt, näiteks rauaühendid teevad ookerjaks. Üldiselt on antud ladestusi kolme keemilist tüüpi, mis võivad ka koos esineda: kaltsiidid (kaltsiumkarbonaat), kips (hüdraatunud kaltsiumsulfaat), või räni. Neid aineid leidub ka tavapäraselt pinnases. Silikaatide, mida külmemas kliimas esineb küll vähem, eemaldamine on problemaatiline. Silikaadid lahustuvad vees ja enamikes mineraalsetes hapetes raskseti, seega nende eemaldamine nõuab meetmeid, mis võivad olla ohtlikud nii keraamilisele esemele kui restauratorile. Karbonaatide, sulfaatide ja silikaatide kristalliseerumine on palju aeglasem kui lahustuvate soolade puhul ja ei põhjusta keraamilise materjali otsest lagunemist. Lahustuvad soolad tekitavad materjali lagundamise kõrval ka selle pinnale valgeid soolaladestusi.

2.4.3.3 Roosteplekid

Rauast needid, tüüblid või teised tugevdused, mida on kasutatud näiteks vanade restaureerimiste juures, võivad tekitada *roosteplekke*, messing võib põhjustada *rohelist oksüdeerunud vase laiike*. Roosteplekid on üks levinumaid määrdumise tüüpe arheoloogilise keraamika juures, mille puhul ümbritsevas keskkonnas olevad rauaühendid värvivad eseme ookerjaks. Selliseid laiike on keeruline eemaldada ja need moonutavad eseme ilmet.

2.4.3.4 Põlengu ladestused

Põlengu *ladestused* tekivad põlevate ehitusmaterjalide ja mööbli põlemisest tuleva tahma ja tuha sadestumisel. Kustutamistöodel kasutatavad ained võivad samuti põhjustada esemete määrdumist.

2.5 Keemilised kahjustusprotsessid

Mõningad keemilised kahjustusprotsessid võivad mõni kord aset leida kodukasutuses, kuid enamik sellelaadseid kahjustusi nõuavad äärmuslikke tingimusi.

2.5.1 Vesi

Väga madalalt, 600°C lähedal, põletatud keraamilist muutust täielikult läbi tegemata jäänud, savitooted võivad endaga märjas keskkonnas uuesti siduda veemolekule. Antud nähtus võib põhjustada eseme *lahustumise* või tugeva *deformeerumise*. Kahjustus tekib pikemaajalisel kokkupuutel veega, näiteks pinnases või restauraatori käes pikemaajalisel loputusel.

2.5.2 Happed

Happed reageerivad lupja sisaldava keraamilise massi osaga, mis uhtub välja, muutes eseme *poorsemaks*. Teatud glasuurid käituvad sarnaselt klaasile happelises keskkonnas ning tulemuseks on *läbipaistvuse vähenemine*. Happe kahjustused võivad aset leida keraamika kokkupuutel happelise pinnaseveega. Teatud restaureerimismeetmed võivad kätketa kangete hapete kasutamist, näiteks metallioreoolide eemaldamisel, ning kaasa tuua kahjustumise.

Toiduainetes on mitmesuguseid happeid, mis võivad ohustada tarbekeraamikat. Keraamikale mõju omavaid happeid on nelja põhitüüpi: sidrunhape ja õunhape puuviljades, suktsiin- ehk merevaikhape teest, kohvist ja viskist, äädikhape. Keraamikaga pikemat aega kokku puudet omades kahjustavad need happed glasuuri, ja glasuuripealseid maalinguid. Kahjustused võivad olla märgatamatult väiksed, kuid teatud glasuuride puhul võib tulemuseks olla mürgiste metalliühendite vabanemine glasuurist.

Vabanevateks metalliühenditeks võivad olla seleen, baarium, tsink, kaadmium, antimon ja plii. Kõige enam põhjustab probleeme plii, kuna see on tavapärase glasuuri element, mis on eriti oluline madalkuumus glasuuride puhul. Kaubanduslikud madala lahustuvusega glasuurid on vastupidavamad, kuid toorpliiglasuurid võivad olla eriti tundlikud, mida võimendab alapõletus. Kristallilised, kunstilised glasuurid on samuti ohustatud. Kivinõu ja portselani glasuurid on tänu metalliliste sulandajate puudumisele vähemtundlikud hapete suhtes.

2.5.3 Leelised

Leelised mõjutavad pigem glasuure kui keraamilist massi. Keraamika võib alustega kokku puutuda pinnases. Reaktsioon on seotud niiskuse ja temperatuuriga, seega on problemaatilisem soojas või niiskes kliimas. Leelised mõjustavad klaasi ning seega glasuuri kiiremini kui happed. Leelised pestakse klaasilisest struktuurist välja, äärmuslikul juhul kolloidne räni lõhustub. Tulemuseks võib olla *küütleiv kihistuv pind*, mis lõpptulemusena võib *maha koorduda*. Leelised võivad seotud olla ka *glasuuri värvi muutustega* kui leelised välja uhtuvad ning lahustumatute metallisoolade jäägid jätvad pinnale muutes selle küütleivaks.

2.5.4 Kelaadid

Kelaadid on ühendid, mis moodustavad metalliioonidega veelahustuvaid kompleks komplekssooli.¹⁸ Kelaate võidakse kasutada restaureerimistöodel pinnaladestuste eemaldamise juures, ka mõned tavakaubanduses olevad pesuvahendid sisaldavad antud aineid. Tulemuseks võib olla kõrge plii sisaldusega glasuuride ja glasuuripealsete maalingute, musta poleeritud madalkuumuskeraamika tõsine kahjustumine söövituse näol. Pliiglasuurid võivad kahjustatud saada ka pinnasesse maetult kokkupuutel loomaluudega, kui neist eralduvad fosfaatioonid võivad moodustada metalliioone haaravaid ühendeid.

2.5.5 Tulekahjustused

Keraamika ja klaasi suur stabiilsus ning tugevus saavutatakse tootmisel kõrgetel temperatuuridel põletades, seega uuesti sarnastele temperatuuridele paljastumine võib *muuta materjali mikrostruktuuri*. Erinevad keraamika osad kahjustuvad nende temperatuuride juures, millel nad valmistatud on. Suhteliselt madalama põletuse saanud glasuuripealse *maalingu värvis* või *tekstuuris* võivad toimuda *muutused* madalamatel temperatuuridel, samas kui kõrgema põletusega alusglasuur jääb puutumata. Külmtöötlusdekoratsioonid kahjustuvad märgatavalt madalamal temperatuuril.

¹⁸ Peets 2004 Lahused ja lahustumisprotsess konserveerimises.

2.6 Bioloogilised kahjustusprotsessid

Tänu keemilisele ja füüsikalisele stabiilsusele on keraamika elusorganismidele üpris ebaatraktiivne ega pälvi seega otsest huvi, kokkupuuted ei oma üldjuhul suurt mõju.

2.6.1 Pliisulfiidi tumenemine

Pliisulfiidi tumenemine võib aset leida teatud anaeroobsetes tingimustes, kus kõdunevad taimsed ja loomsed koed võimaldavad jõudsalt paljuneda rühmal bakteritel, mis on eriti kahjulikud pliiglasuuridele. Nende bakterite ainevahetus sõltub sulfaatide muutmiseks vesiniksulfiidiks. Pliiglasuuride, eriti toorpliiglasuuride, molekulaarstruktuuris on keemiliselt vabad plii ioonid, mis reageerivad vesiniksulfiidiga ning tulemuseks on must looduslikule pliimaagile sarnane pliisulfiid. Pliisulfiid on veelahustumatu, sellest tuleneval võib kogu *glasuur täiesti mustaks värvuda* ja dekoratsioonid kaduda.

2.6.2 Hallitus

Hallitus võib probleemiks osutuda kõrge õhuniiskusega keskkonnas eelkõige glasuurimata keraamika puhul. Tavapärast leidub hallituseente eoseid õhus ning kui õhuniiskus saavutab soodsa taseme hakkab hallitus orgaanilisel jääkidel kasvama. Hallituskahjustuste oht on keskkonnas, kus õhuniiskus püsib üle 60%¹⁹. Jällegi on probleemsem poorne madalkuumuskeraamika.

2.6.3 Taimejuurte kahjustused

Taimejuurte kahjustused kimbutavad märjas pinnases pehmenenud madalkuumuskeraamikat. Taimejuured võivad esemest läbi tungida. Sagedamini on puudutab see happelisse pinnasesse maetud tuhaurne, kus taimejuured sirutuvad toitaineterikka sisu järele.

¹⁹ Konsa 2007 Arterfaktide säilitamine

2.7 Keraamika säilitustingimused

Soovitavad säilitustingimused muuseumides²⁰:

- Valgus: Lubatav maksimaalne valgustuse tase luksides 300-400 lubatav maksimaalne aastane eksponeerimise aeg lukstundides 576 000+
- RH: 30-40%, võimaliku hallituse kasvu tõttu soovitavalt mitte üle 45%; Edson, Dean 1996: 20-60%
- Temperatuur: 1994: 16°C - 20°C

NB! Hoida põrutuste eest, erilist tähelepanu pöörata transpordile.

²⁰ Konsa 2007 Arterfaktide säilitamine

3 Keraamika kahjustuste atlas

Käesoleva kahjustuste atlase²¹ eesmärgiks on anda ülevaade enamesinevatest keraamika kahjustustest²² ja olla abivahendiks keraamika restaureerimisega-konserveerimisega ning hoiustamisega seotud otsuste vastuvõtmisel. Kahjustuste atlase koostamisel on lähtunud järgmistest põhimõtetest:

- Kahjustuste liigitamisel on lähtutud mitte kahjustuse tekkepõhjusest vaid sellest, kuidas kahjustused on visuaalselt eristatavad.
- Kahjustused on grupeeritud visuaalse sarnasuse printsiibi järgi 5 alagruppi. Esemete eksponeerimise ja transpordi seisukohalt enamolulised kahjustused on märgitud rasvaselt.
- Eeskujuks on võetud Eesti Rahvusraamatukogu säilitus- ja ennistusosakonna koostatud paberi kahjustuste atlas.

Illustratsioonidena on enamuses kasutatud Hiiumaa Muuseumi keraamikakogust 2008. aasta sügisel ennistuskotta Kanut toodud esemete konserveerimistöde kaartide fotodokumentatsiooni materjale ning isiklikult läbiviidud teiste objektide restaureerimistöde fotodokumentatsiooni.

STRUKTUURIKAHJUSTUSED

- **Puuduvad osad, kompaktsed materjalikaod** – objekti terviklikkust vähendav mehaaniline kahjustus.



²¹ Vaata ka koondtabelit: Lisa, Tabelid, Tabel 2. Kahjustusprotsessid ja kahjustused

²² Võrdluseks vaata: Lisa, Tabelid, Tabel 3. Skulptuuride ja skulpturaalsete objektide kaardistus

- **Killud** – objekt on purunenud kaheks või enamaks tükiks, oht objekti terviklikkusele. Mehaaniline ja füüsikaline kahjustus.



- **Praod** – katked eseme kehandis, materjali struktuuris. Mehaaniline ja füüsikaline kahjustus.



Staatilised praod ehk mikropraod – praod, mis ei ohusta otseselt objekti, kuid võivad muutuda dünaamilisteks pragudeks

Läbivad, dünaamilised praod – praod, mis kätkevad eneses otseselt ohtu objekti terviklikkusele, risk killustumiseks. Mehaaniline ja füüsikaline kahjustus.



- **Nõrgad liitekohad** – on tootmisvigadest tingitud nõrgad ühendused erinevate objekti osade vahel, on otsene oht objekti terviklikkusele. Mehaaniline kahjustus.
- **Deformatsioon** – on keha osakeste vastastikuse asendi muutus, mis tingib selle keha kuju ja mõõtmete (mahu) muutuse. Füüsikaline ja keemiline kahjustus.

PINNAKAHJUSTUSED ühtivad osaliselt glasuurikahjustustega.

- **Täkked** – väiksemad materjalikaod pinnal. Mehaaniline kahjustus.

Kulumine – materjalide pinna kahjustumine tulenevalt rohkest kasutamisest või ebaõigest kohtlemisest. Mehaaniline kahjustus.

- Pinna kihiline irdumine, helbestumine, soomustumine – soolade ja/või külma tekitatud kahjustus. Mehaaniline kahjustus.



Soolakahjutus – lahustuvate soolade kristalliseerumise poolt põhjustatud poorse keraamika pinna kihistumine.



Külmumiskahjustus – vee külmumisest, jääkristallide moodustumisest põhjustatud poorse keraamika pinna kihistumise.



Liivastumine – on materjali väikesteks teradeks pudestunumine. Tekkib erinevate kahjustusprotsesside koostoimel, sooladest, külmumisest, halvast madalast põletustemperatuurist. On tavapärasem välitingimustes.



GLASUURIKAHJUSTUSED

- Glasuurikaod - glasuurikihi terviklikkust vähendavad füüsikalised, mehaanilised ja keemilised kahjustused.



Glasuuri mahakoorumine – glasuuri ning keraamilise massi side on katkenud materjalide erineva soojuspaisumise tõttu, põhjustanuna temperatuurišokist või volest põletusest. Füüsikaline kahjustus.

Glasuuri kihistumine – glasuurikihi kihtideks jahutamine keemilise kahjustuse tulemusena.

Täkked – väiksemad glasuurikaod. Mehaaniline kahjustus.

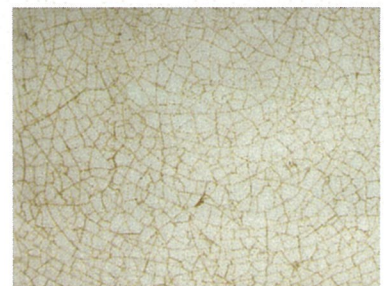


Kulumine – glasuuri mehaaniline kahjustumine tulenevalt rohkest kasutamisest või ebaõigest kohtlemisest.



- **Glasuuri praod** – pingetest tingitud katked glasuuri struktuuris. Füüsikaline ja mehaaniline kahjustus.

Pragudevõrgustik, kraklee – peente pragude võrgustik glasuuris. Võib olla ka taotletud efekt. Füüsikaline ja mehaaniline kahjustus.



- Värvimuutus, diskoloratsioon – keemiline kahjustus, mille tagajärjel muutub, luitub või tuhmub glasuuri algupärane värv.



Pliisulfiidi tumenemine – teatud rühma bakterite ainevahetuse tulemusena anaeroobsetes tingimustes mustaks muutunud valge toorpliiglasuur. Bioloogiline kahjustus.

MÄÄRDUMUS (LISAMATERJAL) – on väga mitmekesise iseloomu ja päritoluga kahjustusliik. Mäardumus ja plekid võivad olla põhjustatud kõikvõimalikest rasva-, õli-, toidu-, rooste-, tolmu- jt. osakeste sattumisest keraamikale.

- **Üldine mäardumus** – kogu objekti pinna kattumine võõrosakestega selliselt, et üksikuid kindlate kontuuridega plekke on raske eristada. Mehaaniline kahjustus.
- **Ladestused (setted, koorik)** – eseme pinnale kogunenud võõrained. Mehaaniline kahjustus.



- **Plekid (laigud, oreoolid)** – ala värvuse muutusega, mis on põhjustatud kontaktist võõrainelega. Glasuuri pragudesse ning nende kaudu poorsesse keraamilisse massi kogunevad ja glasuurist läbikumavad võõrained võivad oluliselt rikkuda eseme ilmet. Mehaaniline kahjustus.

Toiduplekid – erinevatest söögiainetest tingitud mäardumus. Mehaaniline kahjustus.

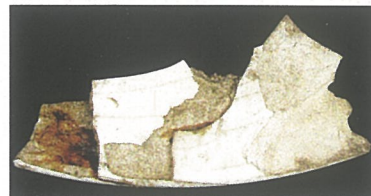


Roosteplekid – on tekkinud keraamilise esemega kokkupuutes olevate metallilisandite korrodeerumisel.

- **Hallituskahjustus** – on põhjustatud mikroorganismidest - hallitusseentest ja bakteritest. Nende elutegevust soodustavad saastunud keskkond, soe ja niiske kliima. Bioloogiline kahjustus.

PARANDUSED JA RESTAUREERIMISED – parandused, mille puhul parandusmaterjalid või kasutatud parandusviis halvendab objekti säilivust tervikuna.

- **Liimijäägid** – eristuvad teistest plekkidest selgelt oma konsistentsi ja kontuuridega.



- **Sobimatu retušš** – muutunud või vale tooniga, lakuunist üle ulatuv retušš.



- **Ebasobivad vormiparandused** – esteetiliselt häirivad või eseme stabiilsust ja terviklikkust ohustavad parandused.



4 Praktiline töö

Antud bakalaureusetöö on valdavas osas teoreetiline, realselt olid kahjustuste vaatlemiseks valitud Hiiumaa Muuseumi nõudekogust ennistuskotta Kanut 2008 aasta sügisel saadetud üheksa eset. Töö lõppeesmärgiks oli koostada esimene eestikeelne keraamika kahjustuste atlas kasutades nende esemete juures tuvastatud kahjustusi näidetena ja graafiliste illustatsioonidena.

Esemete bakalaureusetöö teoreetilise osaga seonduvateks tööülesanneteks oli määratleda kõigi üheksa eseme keraamika liik, kahjustused, fotodokumentatsioon koos kahjustuste fikseerimisega ning koostada restaureerimistöde kava. Fotodokumentatsiooni materjalid on üles võetud koos Kanuti fotograafi Jaanus Heinlaga.

Restaureerimisülesande püstitamises ja restaureerimistöde kavas on lähtunud Hiiumaa Muuseumi kriteeriumidest, mille järgi valiti antud esemed tänu oma kriitilisele seisundile Kanutisse saatmiseks. Sellest tulenevalt on üldiseks restaureerimisülesandeks tervikliku säilimise tagamine ja eksponeeritavuse taastamine. Restaureerimistöde kavas on sõltuvalt konkreetsete esemete vajadustest:

- esemete vastuvõtuseisundi fotografeerimine
- pinna puhastamine
- restaureerimistöde etappide fotografeerimine
- tumenenud liimi eemaldamine
- materjali kinnitamine
- esemete stabiliseerimine, kildude kokkuliimimine
- paranduste toonimine ja viimistlemine
- fotografeerimine
- tööde dokumenteerimine.

Paberkandjal esitatud bakalaureusetöö Lisa 3. näol on näitena toodud ühe eseme konserveerimistöde kaart: **HKM 5187:1/Aj N 474** (taldrik), kõigi üheksa eseme kaardid on vaid CD kandjal.

4.1 Objektid

Peatükk käsitleb Kanutisse saadetud objektide senist haldamist. Hiiumaa Muuseumi ajalookogus on alakogu nõud, mille alla kuuluvad lisaks keraamikale ka klaas ja metall. Üldiseloomustavalt moodustab nõudekogust (kokku ~1200 eset) keraamika natuke vähem kui kolmandiku ehk umbes 500 eset. Kogu on väga laiahaardeline, sinna kuuluvad nii nõudekillud kui ka nt keraamilised seinataldrikud ja kõik muu mis sinna vahele jääb. Esemed on laias laastus Hiiumaalt pärit (ehk seal kasutuses olnud). Enamike nõude vanus jääb vahemikku 19. sajand kuni tänapäev. Kogu väärtuslikumaks osaks on täies mahus ja väga heas seisukorras olev Kornilovi tehase serviis, valmistatud aastatel 1860-1880. Kogusse kuuluvad ka mõned esemed, mis on tehtud vanade esemete eeskujul, nt kammkeraamika ja nõorkeraamika stiilis kausid. Kanutisse antud esemed on "tavalised", puuduvad erilised või huvitavad lood.²³

4.1.1 Loend ja kirjend Hiiumaa Muuseumi järgi

HKM 1927 AjN 253 Kauss

Savist kauss, pruun

Üleandja: Vagane Einar, Kärddla Kopli 12 (vastuvõtuakti kp 25.08.1970). Üleandja sõnul kasutati kartulikausina

Seisukord: väga halb

HKM 3585:5 AjN 87 Vaas

Kips, klaas, värvitud, kildudest kokku liimitud

Üleandja: Küttim Evi, Tallinn Kärberi 1-125 (vastuvõtuakt 31.08.1988). Ese on saadud Lauka küla Nõmme talust, üleandja talu endise omaniku pojanaine

Seisukord: väga halb

HKM 4394:6 AjN 162 Taldrik

Fajanss, valge, kitsas kuldne triip, põhjal porgandi ja tilli kujutis, põhja all märk RPF.

Valmistatud Riia Portselanitehases 1980. aastatel

²³ Saar 2009 Elektrooniline kirjavahetus, suuline vestlus

Üleandja: Niimann, Merike Käina vald Kassari (vastuvõtuakt 05.06.1997)

Seisukord: väga halb

HKM 2661a AjN 73 Kohvikann

Savi, glasuuritud, tumepruun, kollaste ja punaste õitega ornament

Üleandja: Teras, Evald Kärkla Kõrgessaare mnt 37 (vastuvõtuakt 10.01.1984)

Seisukord: rahuldav

HKM 1691 AjN 257 Kauss

Keraamika, valge, ülaservas sinine ornament, märk: Elsterwerda

Üleandja: Mäeumbaed, Volli Käina Hiiu mnt 2-3 (vastuvõtuakt 27.12.1975) Saadud Käinast endisest Kraavikalda talust (Hiiu mnt 9), kus elas Hilda Johannese tütar Ihla

Seisukord: halb

HKM 2191 AjN 325 Vaagen

Keraamika, valge, ristküliku kujuline, märk: ТОВАРИЧЕСТВА М.С. КУЗНЕЦОВА КРМ DREYLINGSBUSCH (valmistatud vendade Kuznetsovide portselanivabrikus perioodil 1902-1918)

Üleandja: Kokla, Edgar Pühalepa külanõukogu Palade küla (vastuvõtuakt 29.09.1982)

Seisukord: halb

HKM 5187:1 AjN 474 Taldrik

Fajanss, valge, serval kuldne ja punane triip ja kuldne ornament, märk: VILLEROY & BOCH DRESDEN ja kiri. BROMBEERE (valmistatud aastatel 1874-1909)

Üleandja: Naurits, Avo Emmaste vald Lassi küla (perekond Tärk) (vastuvõtuakt 28.02.2003)

Seisukord: halb

HKM 4224 AjN 49 Tass

Fajanss, valge, all servas sooniline muster, põhja all tekst: ARABIA SUOMI FINLANDIA (valmistatud ajavahemikul 1932-1949)

Üleandja: Sammal, Mikko-Margus Kassari Mäealuse küla Nõtke talu (vastuvõtuakt 10.07.1994)

Seisukord: väga halb

HKM 5127:3 AjN 304 Suhkrutoos

Portselan, valge, kuldsed triibud

Üleandja: Tikka, Helle Kärkla Linnumäe 6 (vastuvõtuakt 08.08.2002) Saadud Paju tn 6 Kärblast

Seisukord: rahuldav

KOKKUVÕTE

Isiklikult pean valitud „Keraamika kahjustuste” teemalise bakalaureusetöö koostamise ja kirjutamise protsessi kordaläinuks. Tekkis restauraatori pilgule vastavam süsteemsem ülevaade keraamilisest materjalist ja selle kahjustustes, mis oli ka üheks oluliseks eesmärgiks.

Praktikas töö materjaliga kokkupuutumine andis parema arusaamise atlase ning kahjustuste klassifikatsioonide väljatöötamiseks. Reaalselt keraamika liikide määramine, kahjustuste tuvastamine, restaureerimistöõde kaardi koostamine ja muuseumitöötajatega, restauraatoritega keraamikuga suhtlemine võimaldas loodud eesmärkidest ja sellega seonduvatest probleemidest sügavama arusaamiseni jõudmise, kui puhtalt kirjandusega piirdudes oleks saanud.

Sisuliselt kõige kasulikumaks kirjalikeks allikateks osutusid, Leo Rohlini suurepärase Eesti Kunstiakadeemia poolt 2003. aastal välja antud „Keraamika käsiraamat” ja restaureerimiskirjanduse klassikaks saanud Susan Buysi, Victoria Oakley “The Conservation and Restoration of Ceramics”, mis on ilmunud juba kolmes trükkis.

Kõige suurem ja olulisem roll alates töö teemapüstitusest ning koostamise tarvis materjali, võimaluste ja sidemete tagamisel oli ennistustöökojal Kanut. Antud bakalaureusetöö sai suuresti võimalikuks tänu eseme restaureerimisosakonna juhatajale Heige Peetsile, kes jagas töö tarvis määrava tähtsusega unikaalseid, üliväärtuslikke allikaid ning kontrollis üle tekstis keemia alased faktid. Koostöös fotograaf Jaanus Heinlaga sai kahjustuste atlas professionaalse tasemega illustratsioonid.

Oluline osa oli EKA keraamikaosakonna õppejõul ja juhataja abil Kersti Laanmaal, kes vabast tahtest oli nõus üle vaatama „Keraamika” peatüki, olles asendamatuks abiks *Üldiste keraamika liikide tabeli* koostamisel. Pean antud tabelit peatüki üheks olulisemaks elemendiks. Hiiumaa Muuseumi peavarahoidja Helgi Põllo ja nooremteadur-koguhoidja Teele Saar jagasid lahkelt olulist detailset teavet bakalaureusetöös käsitletud esemete päritolu kohta. EKM restaureerimisosakonna juhataja, EKA muinsuskaitse ja restaureerimise osakonna skulptuuri konserveerimise stuudio juhataja Isabel Aaso-Zahradnikova oli abiks teksti sõnastuse parandamisel ning bakalaureusetöö krooniva osa „Keraamika kahjustuste atlase” ülesehituste ja jaotuste väljatöötamisel.

Tegemist on esimese eestikeelse otseselt restauraatoritele, muuseumitöötajatele suunatud nii laiaulatusliku keraamikat käsitleva kirjatükiga. Kindlasti annab materjale täiendada, eesmärgiks oligi esmalt teemaga algust teha ja vundament luua. Tänu info killustatusele ning emakeelsetele allikate piiratusele oli selle bakalaureusetöö koostamine paras katsumus. Tulevikus on eesmärgiks veelgi täiendada oma teadmisi keraamika ja selle restaureerimise vallas.

SUMMARY

The title of the work translates as “The deterioration in ceramics”. The aim of the work is to create strong, systematic, detailed basis and ceramic deterioration classification for dealing with questions and problems in restoration-conservation and maintenance praxis in Estonian.

The work is divided in four chapters: “Ceramics”, “The deterioration of ceramics”, “The atlas of the deterioration in ceramics” and “Practical part”. For understanding its deteriorations it is essential to be aware of the technology of ceramics, its compounds, facts, characteristics and classifications of ceramics therefore it was chosen to be dealt with in the first chapter. The second chapter explores classifications for deteriorations and studies in debt different deteriorations, its mechanisms, characteristics and situations they can occur. The chapter crates base for the most important part of the work. The most important sources of information for these two chapters are Leo Rohlin’s “Keraamika käsiraamat” (“The handbook of ceramics”) by Estonian Academy of Arts and now the classic of ceramics restoration literature “The Conservation and Restorations of Ceramics” by Susan Buys and Victoria Oakley from Butterworth-Heinemann series in Conservation and Museology.

The crowning part of the work was chosen in cooperation with Kanut restoration centre which is the first atlas of deterioration in ceramics in Estonian. The goal of the atlas was that it could be used also by museum staff. The illustrations of the atlas and the practical part of the work are based on nine objects from the Museum of Hiiumaa that were sent to the restoration centre in the autumn of 2008.

The last chapter “Practical work” contains an overview of the nine objects and their uses in creating this bachelor work. The technical data of the objects, their origin and the collection they belong to is given together with the concept of restoration with the list of measures to be taken. As an example one datasheet of restoration documentation is given in the extras.

The rest of the extras are tables that clarify and add on to the content of the main body, and index of concepts that are highlighted in the main text.

This bachelor work is the first of a kind done in this scale about this topic in Estonia. Therefore writing it was quite complicated due to the fragmented information and the limited amount of

sources in Estonian of the field. More can be still added to the topic, the goal was to make a start and lay a basis.

The thanks are given to Kanut restoration centre and the head of item restoration department Heige Peets who made this work possible in the first place and provided unique and very important materials and photographer Jaanus Heinla for professional photos. Also Isabel Aaso-Zahradnikova the head of the restoration department of the Art Museum of Estonia needs to be thanked for help on wording and cooperation on creating the atlas. Kersti Laanmaa from Estonian Academy of Arts ceramic department aided voluntarily on “Ceramics” chapter and especially her help on ceramics classification is appreciated. Teele Saar and Helgi Põllo from Museum of Hiiumaa gave detailed information about the ceramic objects used in the work.

5 Kasutatud kirjandus:

Appelbaum, Barbara 2007 Conservation Treatment Methodology., Butterworth-Heinemann, Suurbritannia, Elsevier Ltd.

Buys, Susan; Oakley, Victoria 1998 The Conservation and Restoration of Ceramics., Butterworth-Heinemann series in conservation and museology, Suurbritannia, St Edmundsbury Press Ltd

Cambridge University Press 2006 Cambridge Advanced Learner's Dictionary., Singapur, Green Giant Press

Eesti - Inglise - Eesti sõnaraamat <http://aare.pri.ee/dictionary.html> [24.05.2009]

Konsa, Kurmo 2007 Arterfaktide säilitamine., Tartu Ülikooli Kirjastus, Eesti

Rohlin, Leo 2003 Keraamika käsiraamat. Eesti Kunstiakadeemia, Eesti, Oü Greif

Publitseerimata allikad:

Aaso-Zahradnikova, Isabel 09.05. ja 14.05.2009 Elektrooniline kirjavahetus, KUMU restaureerimisosakonna juhataja, EKA muinsuskaitse ja restaureerimise osakonna skulptuuri konserveerimise stuudio juhataja

Konsa, Kurmo; Siiner, Mari 200...* Paberi kahjustuste atlas., PDF fail, Eesti Rahvusraamatukogu säilitus ja ennistusosakond, Eesti, fail saadud Heige Peetsilt, fail töö autori valduses.

Laanmaa, Kersti 08.05., 11.05. ja 28.04.2009 Elektrooniline kirjavahetus, Eesti Kunstiakadeemia osakonnajuhataja abi ja õppejõud,

Laanmaa, Kersti 2008 sügissemester keraamika tehnoloogia loengukonspekt, Eesti Kunstiakadeemia Keraamika osakond, töö autori valduses.

Peets, Heige 23.04.2009 Elektrooniline kirjavahetus, Ennistuskoda Kanut esemete konserveerimise osakonna juhataja

Peets, Heige 200...* Konserveerimine: objekti seisundi hindamine. Säilitusalase täiendkoolituse esitlusslaidid., PowerPoint, Ennistuskoda Kanut, Eesti
http://www.kanut.ee/koolitus/peets_Konserveerimine.pps [09.11.2008]

Peets, Heige 2004 Lahused ja lahustumisprotsess konserveerimises. Konserveerimiskeemia loengukonspekt, Eesti Kunstiakadeemia, Muinsuskaitse ja restaureerimise osakond, <http://www.kanut.ee/loengud/> [24.05.2009]

Saar, Teele 22.05.2009 Elektrooniline kirjavahetus, suuline vestlus., Hiiumaa muuseumi noorem teadur-koguhoidja,

Siiner, Mari jt. 2000 Trükiste kahjustumine. Eesti raamatu seisund. Projekt "Thule" artiklite kogumik., Eesti Rahvusraamatukogu, Ilo Print, Eesti; (Konsa, Kurmo lk. 40-47) – viidatud Peets 200...* Konserveerimine: objekti seisundi hindamine. Kaudu, [09.11.2008]

Tigane, Heino 200...* Tekstiili kahjustused., sissejuhatus atlasele, PowerPoint, Ennistuskoda Kanut, Eesti, http://www.kanut.ee/koolitus/tigane_Atlas.pps [09.11.2008]

* täpsed andmed puuduvad

LISAD

Lisa 1. Tabelid

Tabel 1. Keraamiliste toodete vormimine

(allmärkus 4 lk.7)

KERAAMILISTE TOODETE VORMIMINE		
Valamine	Avavalu ehk tavavalu	
	Umbvalu ehk kahepoolne valu	Survevalu
	Segavalu – avavalu + umbvalu	
Plastiline vormimine	Vaba modelleerimine	Eseme väljapigistamine savitombust
		Vormimine saviribade kokkukleepimise teel
		Vormimine saviplaatide kokkukleepimise teel
	Vormimine kipsvormide abil	
	Treimine	Käsitreimine
		Šabloontreimine
(Pool)automaattreimine		
Pressimine ehk stantsimine		

Rohlin 2003 Keraamika käsiraamat

Tabel 2. Kahjustusprotsessid ja kahjustused

(allmärkus 21, lk. 30)

Kahjustuste koondtabel annab ülevaate kahjustuste ning protsesside seostest. Tähele tasub panna, et erisugused kahjustusprotsessid võivad põhjustada sarnaseid kahjustusi.

Kahjustusprotsessid ja kahjustused		
Kahjustusprotsessid	Kahjustused	
	struktuuris	pinnal
Füüsilised ja mehaanilised	puuduvad osad	täkked
	materjalikaod	kulumine

	osad eraldi	pinna kihiline irdumine, helbestumine, soomustumine
	killud	soolakahjustus
	praod	külmumiskahjustus
	läbivad praod	glasuurikaod
	nõrgad liitekohad	täkked
	liivastumine	kulumine
	glasuuri mahakoormine	praod
		pragudevõrgustik, kraklee
		üldine määrdumus
		ladestused, setted, koorik
		plekid
		toiduplekid
		roosteplekid
		liimijääd
Keemilised	materjali pudestumine	glasuurikaod
	materjalikaod	glasuuri kihistumine
	deformatsioon	värvimuutus
Bioloogilised	materjalikaod	värvimuutus (glasuur)
		pliiisulfiidi tumenemine
		ladestused, setted, koorik
		hallituskahjustus
*Tabel on üldistav. Struktuuri ning pinna kahjustuste vaheline piir on eeskätt mõtteline, lähtunud on vaadeldavusest.		

Tabel 3. Skulptuuride ja skulpturaalsete objektide kaardistus²⁴

(allmärkus 22, lk. 30)

Kahjustused jagunevad:

1. kivi materjali kaod –

1.1 kivi materjalikaod paralleelselt originaalse pealispinnaga: kulumine, murenemine, killustumine, kivikihtide kadu sõltuvalt kivi struktuurist, "kooriku" kaod;

1.2. reljeefi kaod: ümardumine, täkked, alveolaarne kadu, kivi struktuuri ja komponentide kaod, karedaks muutumine, mikrokarst, jne;

1.3. kivi materjali kompaktsed kaod.

2. diskoloratsioon, deposiidid –

2.1. kivi originaalse värvuse alteratsioon: kromaatilised muutused põhjustatuna keemilisest korrosioonist;

2.2 soolad ja mustus kivi pinnal: soolad atmosfäärist või vees

2.3. koorik ja väga adhesiivsed deposiidid kivi pinnal: kips, saast, soolad;

2.4. mikroorganismide või kõrgemate taimede kolooniad

3. irdumine;

3.1. teradena lagunemine ehk liivastumine;

3.2. tükkidena lagunemine;

3.3. kihtidena lagunemine;

4. fissuur, deformatsioon.

²⁴ Aaso-Zahradnikova 2009 Elektrooniline kirjavahetus

5. autentsed ja hilisemad parandused, restaureerimised.

6. paatina , mono- ja polükroomia korrosioon ning kahjustused.

Lisa 2. Mõistete loend

Keraamika:

angoob	kõrgkuumuskeraamika
alumosilikaadid	lahjendaja
deflokulandid	lobri
dekooripõletus	lenduv glasuur
ettepõletus ehk eelpõletus	madalkuumuskeraamika
flokulandid	mehaaniline vastupidavus
fritt	mitteplastilised materjalid
frittglasuur	orgaanilised lisandid
füüsikaline vastupidavus	paakunud keraamika
glasuur	plastiline modelleerimine
glasuuripõletus	plastilised materjalid
keemiline stabiilsus	poorivesi
keemiline vastupidavus	poorne keraamika
keemiliselt seotud vesimäär	poorsus
keraamika	pressimine
keraamiline mass	primaarsed savid
keraamilise massi-glasuuri süsteem	põldpao sulamistäpp
kipsvormidega modelleerimine	põletus
klaasimoodustaja	savi
kristallivesi	savimineraalid
kuivatamine	sekundaarsed savid
kulumiskindlus	sulandaja

sulandaja (glasuuri)

stabiliseerija

stantsimine

survetaluvus

termiline vastupidavus

treimine

toorglasuur

valamine

vaba modelleerimine

viimistlemine

värvimullad

ühekordne põletus

üldised keraamika liigid

Kahjustused:

bioloogilised kahjustusprotsessid

deformatsioon

diskoloratsioon

dünaamilised praod

füüsikalised kahjustusprotsessid

glasuuri mahakoormine

glasuuri kihistumine

glasuuri praod

glasuurikahjustused

glasuurikaod

ideaalolek

helbestumine, helvestumine

kahjustumine

kahjustumisprotsessid

keemilised kahjustusprotsessid

killud

kompaktsed materjalikaod

kraaped

kraklee

kulumine

külmumiskahjustus

ladestused

lahustuvate soolade kahjustused

laigud

liivastumine

läbivad praod

mehaanilised kahjustusprotsessid

mikropraod

määrdumus

nõrgad liitekohad

oreoolid

praod

pinna kihiline irdumine

plekid

pliiisulfiidi tumenemine

pragudevõrgustik

puuduvad osad

põlengu ladestused

põrutused

roosteplekid

seisundi hindamine

soolakahjustus

soomustumine

staatilised praod

struktuurikahjustused

säilitustingimused

säilivuskvaliteet

temperatuurišokk

toiduplekid

tootmisvead

tulekahjustused

täkked

vibratsioon

värvimuutus



ENNISTUSKODA "KANUT"

Lisa 3.

Konserveerimistöøde kaart

Tulme nr.	EK-2008-68 K-9
Vorm 1	Keraamika

Objekt: Autor, töökoda: Dateering:	Taldrik	
---	---------	--

Materjal:	pehmefajanss	
Tehnika:	Tööstuslik toodang, glasuerialune (teras?)trükk.	
Mõõdud:	H = 33mm	Ø = 325mm

Konservaator:	
----------------------	--

Tulme kuupäev:	22.02.2008	Tööd alustatud:	
Tähtaeg:			
Tööd lõpetatud:		Tagastatud omanikule:	

Omanik / valdaja:	Hiiumaa Muuseum
Omaniku inv. nr.:	HKM 5187:1/Aj N 474

Tööde kokkuvõte, soovitusel edaspidiseks hoiustamiseks ja eksponeerimiseks:	
--	--

Kuupäev:

Osakonna juhataja:
(nimi ja allkiri)


Heige Peets

Konservaator:
(nimi ja allkiri)

Konserveerimistööde kaart

Tulme nr.	
Vorm 2	Keraamika

Objekti dokumentaalandmed

Autori v. töökoja märgistus, signatuur:	VILLEROY & BOCH DRESDEN ja kiri. BROMBEERE (valmistatud aastatel 1874-1909) – Hiiumaa Muuseumi andmed	
Muud pealdised, märgid, tekstid:		

Konservaator:

(nimi)

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

Ajalooline õiend:	Üleandja: Naurits, Avo Emmaste vald Lassi küla (perekond Tärk) (vastuvõtuakt 28.02.2003)
--------------------------	--

Andmed varasemate restaureerimiste kohta:	Nähtaval liimijäljed; liimaine ajajooksul tugevalt tumenenud.
--	---

Bibliograafia:	Töös kasutatud kirjandus: 1. Keraamiliste materjalide määramine Rohlin, Leo 2000 „Keraamika käsiraamat”, Tallinn
-----------------------	--

Arhiiviallikad:	-
------------------------	---

Koostaja:

(nimi)

Konserveerimistöõde kaart

Tulme nr.	
Vorm 3	Keraamika

Materjalide määramine, testid:

Jrk. Nr.	Analüüsitav materjal v. struktuur	Määrang v. test	Tulemus
1.			

Koostaja:

(nimi)

Muud analüütilised vaatlused:

Jrk. Nr.	Analüüsitav materjal v. struktuur	Määrang v. test	Tulemus
1.			

Koostaja:

(nimi)

Konserveerimistöõde kaart

Tulme nr.	
Vorm 4	Keraamika

Objekti liik ja otstarve:	Taldrik. Tarbeese.
----------------------------------	--------------------

Objekti kirjeldus:	Sinise glasuuraluse vaarikamotiiviga maaling taldriku servadel ning põhjas.
---------------------------	---

Kirjeldatav struktuur	Tehnoloogilise ülesehituse kirjend
	Tööstuslik toodang, glasuuralune maaling.

Konservaator:

(nimi)

Konserveerimistöde kaart

Tulme nr.	
Vorm 5	Keraamika

Kirjeldatav struktuur	Seisundi kirjend
	<p>Eseme kehand on kahjustunud, praod sh läbivad, dünaamilised, killud, kompaktsed materjalikaod. Glasuur ja pind on kahjustunud, pragudevõrgustik, glasuuri alt kumavad tumedad laigud, pragudesse on kogunenud mustus. Irdkildude maalingu toon erineb ülejäänud eseme omast. Ese on määrdunud, tumenenud liimiplekid ja ladestunud mustus.</p>

Konservaator:

(nimi)

Konserveerimisülesanne:	Taastada eksponeerimiskõlblikkus
Konserveerimiskava:	<ul style="list-style-type: none"> - fotografeerimine - pinna puhastamine - vana liimi eemaldamine - fotografeerimine - kildude puhastamine - kildude kokkuliimimine - paranduste toonimine ja viimistlemine - fotografeerimine - tööde dokumenteerimine

(kuupäev)

Muudatused konserveerimise käigus:	
---	--

(kuupäev)

Konserveerimistöde kaart

Tulme nr.	
Vorm 6	Keraamika

Konserveerimis- ja / või restaureerimistööd

Kuupäev	Tehtud tööd	Kulutatud aeg	Kasutatud materjalid

Konservaator:

(nimi)

Konserveerimistöde kaart



Tulme nr.	
Vorm 7	Keraamika

Must-valged fotod enne töötlemist	Foto nr.	Negat. nr.
Must-valged fotod töötlemise käigus	Foto nr.	Negat. nr.
Must-valged fotod pärast töötlemist	Foto nr.	Negat. nr.

Värvifotod või slaidid enne töötlemist	Foto nr.	Negat. nr.
1.		
Värvifotod või slaidid töötlemise käigus	Foto nr.	Negat. nr.
Värvifotod või slaidid pärast töötlemist	Foto nr.	Negat. nr.

X-foto kirje				X-foto nr.	Formaat
kV	mA	Säriaeg	Distants	Film	Filter

Jrk.nr.	Digitaalkujutis enne töötlemist (ET)	Faili nimi
1.		08K009_01 _bc

2.		Üldvaade, alt	08K009_02 _bc
3.		Detail,	08K009_dt2 _bc
4.		Detail,	08K009_dt1 _bc

irdkildude toon võrreldes ülejäänuga

glasuerialused plekid

5.		08K009_dt3 _bc
	Detail, liimiplekid (tagakülg)	

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

Jrk.nr.	Digitaalkujutis pärast töötlemist (PT)	Faili nimi
1.		

Mikrolihvid

Jrk. nr.	Lihvi tüüp	Kust võetud	Lihvi nr.
1.			

Joonised, skeemid:

Jrk. Nr.	Sisu kirjend
1.	

Täiendav dokumentatsioon:

Jrk. Nr.	Sisu kirjend
1.	