



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Asta Pyysalo

TUHOLAISTORJUNTA MUSEOKOKOELMISSA: Kokoelmien pakastaminen ja pakasta- misen vaikutukset eri materiaaleihin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Konservaattori YAMK

Tutkinto-ohjelma konservointi

Opinnäytetyö

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Asta Pyysalo Tuholaistorjunta museokokoelmissa: Kokoelmien pakastaminen ja pakastamisen vaikutukset eri materiaaleihin 45 sivua + 2 liitettä 11.3.2021
Tutkinto	Konservaattori (ylempi AMK)
Tutkinto-ohjelma	YAMK konservointi
Suuntautumisvaihtoehto	Konservointi
Ohjaajat	Lehtori Anna Häkäri Lehtori Kirsi Perkiömäki
<p>Opinnäytetyössä tarkastellaan lyhyesti erilaisia museokokoelmissa olevia tuholaisia ja niihin käytettäviä tuholaistorjuntametoodeja. Työssä tarkastellaan lähemmin pakastamista metodina museokokoelmien tuholaistorjunnassa. Kuinka pakastukseen on aikoinaan päädytty ja kuinka sitä käytetään museokokoelmien hoidossa nykyisin. Voidaanko sitä pitää turvallisena metodina vai liittyykö siihen merkittäviä riskejä. Vaurioittaako pakastaminen objekteja? Voisiko joku toinen käsittelymetodi soveltua paremmin kokoelmien hoitoon? Opinnäytetyön observoinnin seurauksena voidaan todeta, että pakastamisen on pääosin turvallinen ja tehokas metodi kokoelmille, kun pakastusjakso ja siihen liittyvät käsittelyprosessit suoritetaan sovittujen käytänteiden mukaisesti. Nämä tietyt käytänteet ovat avain kokoelmien säilymiseen pakastusprosessista.</p> <p>Tutkimusosiossa havainnoidaan valokuvia apuna käyttäen, kuinka eri materiaalinäytteet reagoivat pakastusjaksoon. Testinäytteet valokuvataan kameralla varustetulla stereomikroskoopilla tai kameralla ennen pakastusjaksoa ja pakastusjakson jälkeen. Pakastusjakso toistetaan kahdesti. Valokuvia vertailemalla voidaan todeta, onko testinäytteissä tapahtunut muutoksia pakastuksen seurauksena. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuinka eri materiaalit kestävät pakastusta. Näytteiksi valittiin materiaaleja, jotka usein arveluttavat tai aiheuttavat kysymyksiä, kun pakastamme objekteja Kansallismuseolla. Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavana, sillä jokainen museo-objekti on arvioitava yksilönä, koska jokaisen objektin kohdalla on punnittava objektien erilaisia rakenteita, materiaaleja ja kuntoa sekä tuholaisriskin mahdollisuuksia.</p>	
Avainsanat	kokoelmat, pakastus, tuhohyönteiset, olosuhteet, materiaalit, metodi

Author	Asta Pyysalo
Title	Pest Control in Museum Collections: Freezing collections and effects of freezing on different materials
Number of Pages	45 pages + 2 appendices
Date	11.3.2021
Degree	Master of Culture and Art
Degree Programme	Conservation
Specialisation option	Conservation
Instructors	Anna Häkäri Lecturer Kirsi Perkiömäki Lecturer
<p>The thesis briefly examines various insect pests in museum collections and the pest control methods used in them. The work takes a closer look at freezing as a method of pest control, how it was used in the past and how it is used in the management of museum collections today. Is it a safe method, or does it involve significant risks? Does freezing damage objects? Could any another method of processing be better suited to the management of collections? Examining the result of the thesis that freezing is mainly a safe and effective method for collections when the freezing cycle and related processing processes are performed according to agreed practices. These practices are key to the survival of collections from freezing.</p> <p>The research part of the thesis uses photographs to look at how test samples react to freezing. Test samples are photographed with the stereomicroscope or camera before and after the freezing period. The freezing cycle is repeated twice. By comparing the photographs, it can be determined whether there have been any changes in the test samples because of freezing. The purpose of the study was to find out how different materials withstand freezing. Materials were selected as samples that often raise questions when objects are freeze at the National Museum. The results of the study can only be considered as indicative, as each museum object should be assessed individually. For each object, the different structures, materials, and condition of the objects as well as the potential for pest risks must be weighed.</p>	
Keywords	collections, freezing, insect pests, conditions, materials, method

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tuholaiset museokokoelmissa	3
2.1	Tuholaisia rakennuksissa	3
2.2	Tuholaisten havaitseminen	5
2.3	Ennalta ehkäisevä tuholistorjunta	6
2.4	Museoissa käytettäviä tuholistorjuntametodeja	8
2.4.1	Myrkytys	8
2.4.2	Lämpökäsittely	9
3	Kokoelmien pakastaminen	10
3.1	Pakastaminen metodina	10
3.1.1	Pakastaminen museoissa	11
3.1.2	Pakastaminen Kansallismuseolla	12
3.2	Pakastamisen käytänteet	12
3.2.1	Pakastusjakson kesto	12
3.2.2	Walk in-tekniikka	15
3.2.3	Pakastusjakso Kansallismuseolla	15
3.3	Pakastamisen riskit kokoelmille	17
4	Tutkimus	19
4.1	Tutkimusmenetelmä	19
4.2	Pakastin	20
5	Testattavat materiaalit	23
5.1	Testimateriaalinen valinta	23
5.2	Näytteiden numeroiminen ja nimeäminen	24
5.3	Testitulosten tarkastelu	25
5.3.1	Orgaaniset materiaalit	25
5.3.1.1	Muovi ja kumi	25
5.3.1.2	Sinettilakka, simpukat, kotilot ja helmiäinen	29
5.3.1.3	Puu	30
5.3.1.4	Vaha	32
5.3.1.5	Nahka	32
5.3.2	Epäorgaaniset materiaalit	33
5.3.2.1	Lasi	33
5.3.2.2	Keramiikka	34

5.3.2.3 Kivet	35
6 Yhteenveto	36
6.1 Tutkimuksen yhteenveto	36
6.2 Tästä eteenpäin	38
6.2.1 Tuholaistorjunta kokoelmatiloissa	38
6.2.2 Testinäytteet tulevaisuudessa	39
Kiitokset	40
Lähteet	41
Kuvaluettelo	44
Liitteet	
Liite 1. Pakastimen lämpötilan laskemisnopeus ja RH, Pakastimen lämpötilan tasausnopeus ja RH s. 1–3	
Liite 2. Pakastustestitulokset s. 1–13	

1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe oli kypsynyt ajatuksissani jo muutaman vuoden. Aihe on lähtöisin nykyisestä työstäni Kansallismuseolta, jossa toimin 2016 lähtien kokoelmakeskusyksikössä konservaattorina. Kerron ensin taustasta, josta ajatus aiheeseen lähti. Vuonna 2016 valmistui Museoviraston kokoelma- ja konservointikeskus Vantaan Hakkilaan, johon alettiin välittömästi siirtää Kansallismuseon kokoelmia ulkopuolisilta vuokralla olevista säilytystiloista sekä keskusvarastolta Orimattilasta. Pääsin alusta saakka osaksi siirtotiimiä, joka toteuttaa kokoelmien siirtoa uusiin tiloihin. Kokoelmien siirrot, jotka käsittelevät Orimattilan keskusvaraston tilojen tyhjennyksen ja kuljetukset, arvioidaan kestävän yhteensä noin kuusi vuotta. Jälkipyykkiin eli objektien uusien sijaintipaikkojen paikoilleen laittoon ja niihin liittyviin objektien käsittelyihin saattaa mennä vielä vuosia siirtojen jälkeen.

Objektien siirrot päätettiin alusta saakka toteuttaa hyvin hallitusti oikeiden käsittelyiden myötä, mikä taas tarkoittaa, että objektit pakastetaan ensin, jonka jälkeen ne puhdistetaan ja valokuvataan sekä niiden tiedot tarkistetaan. Pakastusjakso on 5 päivän mittainen (-34 °C), jotta pystymme mahdollisimman nopealla aikataululla vastaanottamaan objekteja sisään. Lopuksi objektit ja laatikot viivakooditetaan ja pakataan uudelleen pitkäaikaissäilytystä varten museaalisiin pakkausmateriaaleihin ja vasta sitten hyllytetään. Hyllytyksessä objektit ja laatikot saavat sijaintipaikat Muskatti-logistiikkaohjelmaan, jonka olemme suunnitelleet ja kehittäneet yhdessä IT-ohjelmoijan kanssa.

Aikaisemmasta kokemuksesta tiedettiin, että jos kokoelmia siirretään liian nopealla aikataululla ja hallitsemattomasti kokoelmien säilytystiloihin, voi syntyä tuhohyönteisongelmia. Hyönteisongelmia syntyy, kun objekteja ei kunnolla käsitellä (puhdistus/pakastus) ennen säilytystiloihin siirtämistä. Osa vanhoista säilytystiloista on otettu sisään joukko objekteja, jotka ovat edelleen orgaanisen lian peitossa tai sisältäneet jäämiä elintarvikkeista, joka taas on houkuttanut kutsumattomia vieraita herkuttelemaan. Näin ollen riski siirtää mukana myös hyönteisongelmia on suuri, joten pakastamme kaiken mahdollisen sisään tulevan esineistön, tekstiilit sekä pakkausmateriaalit tuhohyönteisriskien välttämiseksi.

Kansallismuseon kokoelmat ovat hyvin monipuolisia materiaaleiltaan. Usein objektit ovat monimateriaalisia. Monimateriaaliobjektien eri materiaalit kestävät eri tavoin pakastusta. Esimerkiksi tekstiilit, jotka muuten menisivät automaattisesti pakastukseen, saattavat olla koristeltu vanhoilla lasi- tai muovihelmillä. Ongelma onkin ollut siirtoprojektin alusta

asti epävarmuus siitä mitä materiaaleja uskallamme pakastaa. Millä perusteella pakastamme? Mitkä materiaalit kestävät pakastuksen? Kuinka monta pakastuskertaa herkät materiaalit kestävät? Näihin kysymyksiin halusin saada varmat vastaukset. Nyt olemme vain arvioineet riskejä ja toimineet sen mukaisesti. Usein turvaudummekin keskinäisiin keskusteluihin kollegoiden kanssa ja teemme yhdessä päätöksiä, mutta epävarmuus jäytää silti usein mieliämme. Otammeko riskin? Jos emme ota, onko meillä kohta tuholaisongelma. Tiettyihin objekteihin ja materiaaleihin teimme alussa selkeän rajauksen, mutta jouduimme luopumaan siitä joidenkin kohdalla. Objektit on aina arvioitava tapauskohtaisesti ja punnittava tuholaisriskin tai objektin vahingoittumisriskin laajuutta. Materiaaleja voidaan konservoida, jos niihin syntyy vaurioita, mutta jos tuholaisongelma pääsee syntymään säilytystiloihin, siitä on hyvin vaikea päästä eroon.

Halusinkin tehdä kattavan tutkimuksen eri materiaalien kestävydestä pakastuskäsittelyissä. Tämä tutkimus voisi auttaa meitä, jotta pystyisimme edes jotenkin määrittelemään eri materiaalien kestävyttä. Tutkimus on empiirinen, jossa tutkimustulokset saadaan tekemällä konkreettisia havaintoja tutkimuskohteesta ja analysoimalla sitä. Empiirisessä tutkimuksessa koottu tutkimusaineisto eli tässä tapauksessa näytemateriaalit, toimivat tutkimuksen keskiössä ja tekemisen lähtökohtana. (Jyväskylän yliopisto.) Tutkimus käsittelee näytemateriaalit, näytteiden valokuvaamisen stereomikroskoopilla ennen pakastusta sekä jaksottaisen pakastamisen näytteille ja näytteiden valokuvaamisen mikroskoopilla pakastamisen jälkeen. Tämän jälkeen näytteitä voidaan aina verrata ennen/jälkeen pakastuksen ja havainnoida sekä raportoida mahdollisista muutoksista. Näytteiksi valittiin materiaaleja, joita kohtaamme työssämme. Pakastusjakso on minimissään 5 päivää (-34°C) pakastusta, jonka jälkeen kaksi päivää lämmöntasausta. Pakastustestijakso toistetaan kahdesti. Testimateriaalinäytteet on koottu muiden kollegoiden vuosien varrella keräämistä materiaalinäytevarastoista sekä kokoelmista poistetuista esineistä. Opinnäytetyössä tarkastellaan melko kattavaa kokonaisuutta eri materiaaleja, jota muutkin museot voivat tarvittaessa käyttää ohjenuorana.

Lisäksi opinnäytetyössä esitellään eri pakastuskäytänteitä ja muutamia muita tehokkaita vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä kuin pakastaminen. Jotkut materiaalit eivät kestä pakastamista, mutta tuholaisriskien välttämiseksi ne olisi hyvä käsitellä ennalta ehkäisevästi ennen kuin ne tuodaan kokoelmien säilytystiloihin. Objekteja, joita ei voi pakastaa, voidaan laittaa tarkkailtavaksi karanteenitiloihin, mutta karanteeniajat ovat pitkiä ja tilat yleensä hyvin rajalliset, joten sinne voidaan sijoittaa vain hyvin rajallinen määrä objekteja. Myrkyttämisen pitäisi olla kokonaan poissuljettu vaihtoehto, koska se taas aiheuttaa työturvallisuusriskejä kuten terveysvaaroja objektien käsittelijöille.

2 Tuholaiset museokokoelmissa

2.1 Tuholaisia rakennuksissa

Museokokoelmat sisältävät hyvin suuren kirjon eri materiaaleista valmistettuja objekteja. Kaikkein altistuvaisempia tuholaisille ovat orgaanisista materiaaleista valmistetut objektit kuten turkikset, tekstiilit, nahat, puuesineet, huonekalut, pahvi- tai paperipohjaiset esineet ja elintarvikkeet, koska tuholaiset käyttävät ravinnokseen orgaanisia materiaaleja. Vaikka objekti olisikin epäorgaaninen, kuten metallinen tai lasinen, se ei välttämättä tarkoita, etteikö siinäkin olisi tuholaisia. Esimerkiksi museokokoelmaan kuuluvan lasipullon sisällä oli toukkayhdyskunta, koska se oli ilmeisesti sisältänyt niille sopivaa ravintoa. Tällaisissa tapauksissa, objektit voivat salakavalasti kuljettaa mukanaan tuholaisia museokokoelmiin ja kokoelmien säilytystiloihin.

Rakennus on museo-objektin koti, jossa se on saattanut asua jo satoja vuosia. Valitettavan usein kaikki rakennukset, joissa museo-objektit ovat sijoitettuna, eivät ole olosuhteiltaan optimaalisia. Objektit on voitu säilöä tai laittaa näytteille vanhoihin navettoihin, kellareihin, aittoihin tai vastaaviin rakennuksiin, jotka ovat luonnonolosuhteiden armoilla ympäri vuoden ja joiden olosuhteisiin ei pystytä vaikuttamaan teknisten haasteiden tai liian suurien kustannuksien vuoksi. Tuhohyönteiset pääsevät tunkeutumaan vaivattomasti huonosti tiivistettyihin rakennuksiin. Kosteat puurakennukset tai rakenteet ovat kaikkein alttiimpina tuholaisille. Kaikkein optimaalisin ilmankosteus kokoelmatiloille on 45–55 % RH. (Museoliitto 2005, 11.) Joidenkin kokoelmasäilytystilojen muokkaaminen optimaalisemmiksi voi olla kiellettyä, jos museokokoelmat ovat siinä esimerkiksi vuokralaisena. Osa museo-objekteista on aikoinaan kerätty suoraan luonnosta, kylistä, luolista, kaivauksilta, yleisötapatumista tai vastaavista, joten ne ovat olleet suoraan kosketuksissa valinneisiin olosuhteisiin ja näin altistuneet suoraan tuhohyönteisille. Usein lahjoituksena tulleiden objektien entisistä säilytysolosuhteista ei tiedetä paljoakaan, joten ne ovat voineet olla altistuneet tuholaisille. Objektien tuholaisina voivat olla hyönteisten lisäksi myös erilaiset jyrsijät, kuten Seurasaaren ulkomuseon ympäristössä asuvat oravat, hiiret tai rotat, jotka yrittävät jatkuvasti tunkeutua sisälle museorakennuksiin ja pesiäyttyä esimer-

kiksi museosänkyihin repien museo-
tekstiilejä pesän rakennusmateriaa-
leiksi. Ne aiheuttavat tuhoja n. 20–60
metrin säteellä kotipesästään, mutta
voivat ulottua vielä kauemmaksikin,
jopa muutamiin kilometreihin. Vaikka
jyrsijät keräävät ja syövät pääsääntöi-
sesti elintarvikkeita, ne teroittavat jat-
kuvasti kasvavia hampaitaan ja ulos-
tavat (esimerkiksi virtsaavat merkki-
poluiksi). Muihin tuholaisiin lukeutu-
vat myös linnut ja lepakot, jotka val-
taavat rakennuksien ullakkoja, onteloita, räystäitä ja muita suojaisia koloja. Linnut ja le-
pakot tuhoavat ja saastuttavat ulosteillaan paikkoja. Lintujen pesissä pesii loisia ja tuho-
hyönteisiä sekä pesissä on lintujen ulosteita. Linnut repivät rakennuksista esimerkiksi
villoituksia pesän rakennusmateriaaleiksi. (Strang & Kigawa 2009).



*Kuva 1. Hiiri pesiytynyt laatikon sisään tehden pesän yöpai-
taan. Hiiri oli kuollut laatikon sisään. Yöpaita jouduttiin poista-
maan Kansallismuseon kokoelmista.*

Tuholaisina voivat olla erilaiset eliöt ku-
ten sienet ja homeet (esim. lattiasieni,
kellarisieni, laakakääpä), jos objekteja
säilytetään pimeissä, likaisissa tai kos-
teissa (RH yli 65 %) olosuhteissa. Ra-
kennuksissa ja kokoelmissa voidaan ta-
vata myös ns. hyödyllisiä organismeja
kuten hämähäkkejä, tuhatjalkaisia tai
ampiaisia. Vaikka hyödyllisten organis-
mien läsnäolo ei vaikuta rakennuksiin tai
kokoelmiin, niiden läsnäolo voi kertoa
paljon. Se voi kertoa, että niille on ravin-



*Kuva 2. Tupajumi jättää jälkeen sahanpurua, kuvassa reen
jalas.*

toa lähettyvillä kuten tuhohyönteisiä. Lisäksi tuholaiset voivat käyttää hyödyllisten orga-
nismien kuolleita ruumiita ravinnokseen. Joten näidenkin organismien torjunta on tarkoi-
tuksen mukaista ja niistä on pyrittävä pääsemään eroon. (Strang & Kigawa 2009.)

Miksi tuhohyönteiset sitten tunkeutuvat sisälle rakennuksiin? Eikö hyönteisten kuuluisi
asua luonnossa. Yksinkertainen selitys tälle on, etteivät kaikki lajit selviä kylmissä olo-
suhteissa Suomen luonnossa ympäri vuoden. Ihmisten ja tavaroiden liikkuvuuden takia,

eri lajit leviävät uusiin maihin. (Suomen museoliitto 2005, 8.) Usein juuri lämpimistä maista kotoisin olevat lajit pyrkivät sisään suojaan sateelta tai kylmyydeltä. Jotkut lajit ovatkin täysin riippuvaisia ihmisestä. Rakennukset tarjoavat niille runsaasti ravintoa kuten elintarvikkeita, nahkaa, luonnonkuituja, puuta, paperia, tekstiilejä jne. Varsinkin vanhat rakennukset tarjoavat tuholaisille myös hyviä piilopaikkoja kuten koloja ja nurkkia, joissa on niille suotuisat olosuhteet. (Olsen & Sunesen 2005, 8.)

2.2 Tuholaisten havaitseminen



Kuva 3. Papintappajan toukka.

Kun tuhohyönteisille tai eliöille mahdollisesti altistuneet objektit tai pakkaukset (laatikot, pakkausmateriaalit, lavat, tuet jne.) tuodaan kokoelmatiloihin, ne saattavat tuoda mukanaan kutsumattomia vieraita, joten koko kokoelma saattaa olla uhattuna tuhohyönteisille tai eliöille. Tuhohyönteisten havaitseminen orgaanisissa objekteissa voi olla melkein mahdotonta, mutta joitain viitteitä tuholaisista voidaan havaita. Puuta tuhoavat hyönteiset jättävät jälkeen sahanpurua muistuttavaa toukkien

ulostusjätettä, käytäviä ja lentoreikiä. Kun puutuholaisten toukat kuoriutuvat munista, ne tunkeutuvat sisälle puuhun ja käyttävät ravinnokseen ympärillä olevaa puuainesta. Toukkavaihe saattaa kestää jopa parikymmentä vuotta. Toukkavaiheen jälkeen toukka kotoituu ja kotelovaiheen jälkeen aikuinen kuoriainen kaivautuu puusta jättäen jälkeensä lentoaukon. Yleisimpiä puuntuholaisia ovat papintappaja, hirsikytry, tuomaanjumi, tupajumi, tumma jalokuoriainen, kuolemankello ja hevostuuraahainen. (Museovirasto 2005.) Jos museoesineessä huomataan merkkejä tuholaisista kuten sahanpurua tai reikiä, voidaan esinettä tutkia, jotta pystytään toteamaan, onko museoesineessä vielä aktiivista elämää. Ensin vanhat purut imuroidaan tai varistetaan pois, jonka jälkeen esine asetetaan tummalle alustalle ja alusta tarkastetaan esimerkiksi viikon kuluttua. Kun tuholainen liikkuu puun sisällä, uutta purua varisee ulos. (Museoliitto 2020, 14.)

Tekstiilituholaisista yleisimpiä ovat lentävät vaatekoit ja turkiskoit. Ne ovat levinneet ihmisten mukana kaikkialle maailmaan. Koit munivat melkein mihin tahansa eläinkunnasta peräisin olevaan materiaaliin kuten villaan, turkkiin, eristeeseen tai mattoon. Kasvualus-



Kuva 4. Koin syömä takki.

takseen ne tarvitsevat pimeään ja suojaista paikan. Kun toukka kuoriutuu se alkaa välittömästi käyttää runsaasti hyväkseen ympärillään olevaa materiaalia. Toukkavaihe on laajuudeltaan kaikkein tuhoisin kokoelmille. Se käyttää ravinnokseen kaikkea keratiinipitoista ainetta kuten hiuksia, villaa, turkiksia, höyheniä, hyönteisten jätöksiä jne. (Museoliitto 2005, 94.) Toukka jättää jälkeensä nukkaa, seittikudosta ja ulostepalleroita. Lisäksi tekstiileissä on havaittavissa reikiä. Kun toukka on tehnyt tarpeeksi tuhojaan, se siirtyy seuraavaan muodonmuutosvaiheeseen eli koteloituu. Koteloitumisvaiheen jälkeen koit alkavat parveilla ja etsiä uutta paria. Muninta ja parveilu tapahtuu samalla paikalla niin kauan kuin ravintoa riittää, joten tekstiilien ja turkisten tuhot voivat olla hyvin mittavat. (hyönteistenmaailma.fi.) Muita yleisiä tekstiilien ja turkiksien tuholaisia ovat lääväkoi, taljaraatokoi, kämppäkoi, vyöturkiskuoriainen, museokuoriainen ja vyöihrakuoriainen. Joskus turkiskuoriaisen aiheuttamat tuhot sekoitetaan vaatekoihin, sillä ne aiheuttavat samantapaisia vaurioita. Turkiskuoriaisen toukat käyttävät ravinnokseen tekstiilejä, mattoja, villaa, untuvaa ja nahkaa. Turkiskuoriaisen voi erottaa vaatekoista tutkimalla toukan aiheuttamaa reikää. Jos reiän reuna on tasainen, kyseessä on turkiskuoriaisen toukka. Jos reuna on rosainen, silloin kyseessä on vaatekoin toukka. Lisäksi yleisiä tuholaisia ovat sokeritoukat. Ne käyttävät ravinnokseen tärkkelystä ja likaa sekä pystyvät sulattamaan selluloosaa. Ne ovat uhkana kirjoille, paperitavaralle ja valokuvamateriaalille sekä negatiiveille. Varastoissa viihtyvät niiden lisäksi myös leipäkuoriaiset, varaslesiäiset, rohmukuoriaiset ja pölytät. (Museovirasto 2005.)

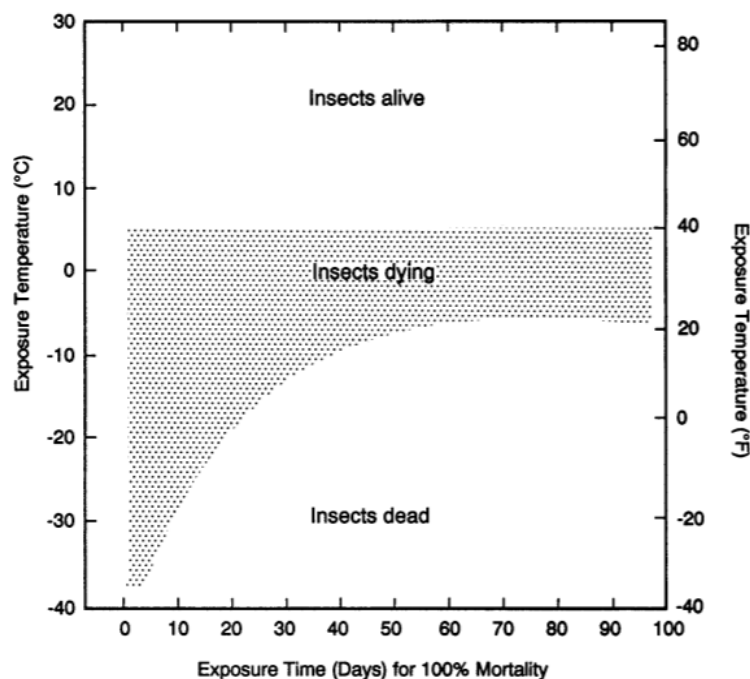
2.3 Ennalta ehkäisevä tuholaistorjunta

Jotta tuholaiset eivät pääsisi kokoelmatiloihin, objekteille on tehtävä vastaanotettaessa tarkka tarkastus ja puhdistus. Jotkut tuholaiset saattavat välittää sairauksia ihmisille. Joidenkin lajien ulosteet ja kuolleet ruumiinosat saattavat aiheuttaa allergisia reaktioita ihmisille. Joten kun käsitellään tuholaisten saastuttamia objekteja, on suojauduttava objektien puhdistuksen ajaksi samoin kuin käsiteltäisiin homeisia objekteja. (Strang & Kigawa 2009.) Homeisia objekteja puhdistettaessa on suositeltavaa käyttää suojatakia, nitrili- tai vinyylihansikkaita, suojalaseja ja P3-luokan hiukkassuodattimella varustettua hengityssuojainta. Lisäksi homeisia objekteja olisi hyvä käsitellä kohdepoiston alla tai

vetokaapissa. Joitain objekteja on kuitenkin mahdotonta tarkistaa tai puhdistaa tarkasti, jos objektin rakenne ei anna siihen mahdollisuutta. Silloin objekti voidaan laittaa karanteeniin, mutta karanteeniajat ovat pitkiä. Jotta voidaan olla varmoja, ettei objekteissa ole tuholaisia, niiden olisi oltava karanteenissa ja seurannassa vähintään 1–2 vuotta. Usein karanteenitilat ovat kuitenkin hyvin rajalliset, joten karanteeniin voidaan laittaa vain hyvin rajattu määrä objekteja. Jos vastaanotetaan suuria objektimassoja, ei tarkastuksille välttämättä ole aikaa eikä resursseja. Tällöin voidaan käyttää eri käsittelymetodeja (pakastaminen, lämpökäsittely, hapettomat käsittelyt, myrkytys) varmistamaan, etteivät tuholaiset siirry objekteista kokoelmatiloihin ja muihin museo-objekteihin. Tilojen ilmastointia säätelemällä voidaan myös hidastaa tuholaiden leviäminen säilytystiloissa. Kun lämpötilaa lasketaan alle +15 °C tuhohyönteisten kasvaminen, leviäminen ja lisääntyminen hidastuvat tai loppuvat kokonaan. Tätä voidaan käyttää kuitenkin vain väliaikaisena ratkaisuna kokoelmien tuholaiistorjunnassa. Tuhohyönteisten eliminoimiseen tarvitaan huomattavasti alhaisempaa lämpötilaa. Hyönteiset alkavat poistaa eritteitä ja vettä kehostaan, kun lämpötilaa lasketaan niille epäsuotuisempaan suuntaan ja näin pystyvät nopeasti sopeutumaan laskevaan lämpötilaan. Osa hyönteisistä pystyy lisäämään sokeria ja glyserolia kudoksiinsa ja laskemaan näin jäätympistettään. Kun alhaiseen lämpötilaan on riittävä aika sopeutua ja suotuisa ympäristö, hyönteiset pystyvät selviytymään alhaisista lämpötiloista elossa. Kun lämpötila lasketaan tarpeeksi matalaan lämpötilaan tarpeeksi nopealla aikataululla, hyönteiset eivät ehdi sopeutua matalaan lämpötilaan ja

Kaava 1. Hyönteisten kuolleisuus päivissä, kun lämpötilaa lasketaan (Strang 1997).

kuolevat (ks. kaava 1). (Strang 1997.)



Osa hyönteisistä pystyy kontrolloimaan jään muodostumista kehossa infusoimalla erityistä proteiinia kehon nesteeseen. Nämä hyönteiset voivat olla jäätyneenä kuukausia ja toipua silti sulatuksen jälkeen. Hyönteiset eivät kuitenkaan tuota proteiinia jatkuvasti vasta vain silloin kun olosuhteet muuttuvat niille epäsuotuisiksi. Kun objekteja tuodaan viileistä olosuhteista sisälle,

objektien tulisi antaa olla lämpimissä olosuhteissa n. kuukauden, jotta tuhohyönteiset ovat "huuhdelleet" proteiinit ulos kehostaan. Ja vasta sitten laittaa ne pakastimeen tai kylmiöön, silloin hyönteiset eivät ehdi sopeutua matalaan lämpötilaan. (Strang 1997.) Museoviraston kokoelma- ja konservointikeskuksessa turkiksia, suolipukuja ja elintarvikkeita säilytetään kylmiösäilytystiloissa, jossa tilojen lämpötila on laskettu +10–12 °C:een.

2.4 Museoissa käytettäviä tuholaiistorjuntametodeja

2.4.1 Myrkytys

Aikoinaan museoissa tuhohyönteisiä on torjuttu tai objekteja suojattu laajalti ympäri maailmaa tuholaiistorjunta-aineilla. Varsinaista tutkimusta aiheesta ei ole Suomessa tehty, mutta ulkomailta saatujen esimerkkien avulla tiedetään, että tuholaiistorjunta-aineiden käyttö on ollut yleistä. Kuitenkin vanhoja sanoma- ja aikakauslehtiä tutkimalla Henna Sinisalo (Helsingin yliopistomuseon amanuenssi) onnistui löytämään kiinnostavia tietoja museoissa aikoinaan tehdyistä myrkytyksistä. Hän löysi artikkeleita, joissa kerrotaan mm. 1960-luvulla tupajumien ja tuomaanjumien aiheuttaneen kauhunhetkiä mm. Urajärven kartanomuseossa, Seurasaarella, Kansallismuseossa ja Hämeenlinnan museoissa. Silloin tuholaiistorjunnassa käytettiin metyylibromidikaasutuksia. Esimerkiksi Kansallismuseon ulkohallin tuomaanjumi- ja kuolemankello-ongelma hävitettiin metyylibromidikaasulla heinäkuuisena sunnuntai-iltana vuonna 1963. Metyylibromidikaasutuksen ajan liikenne oli suljettu Kansallismuseon läheisiltä teiltä ja viisi siviilihenkilöä sekä yksi poliisi vartioivat maanantaiaamuun saakka, ettei kukaan vahingossa mene rakennukseen ja hengitä myrkyllistä kaasua. Vanhojen lehtien mukaan Suomessa on 1900-luvulla varmuudella käytetty myrkyttämiseen myös DDT:ä, naftaleenia, lindaania, rotenonia, elohopeakloridia, karbolihappoa, vetysyanidia, rikkihiiltä ja klooripikriiniä. (Sinisalo 2020.)

Kansallismuseon Orimattilan Keskusvarastolta löydettiin v. 2019 vanhan mapin sivulta logimerkintä, jossa kerrotaan 80-luvulla tehdystä metyylibromidimyrkytyksestä. Logimerkintää tutkimalla selvisi, että vuonna 1981 Suomenlinnasta oli siirretty museohuonekaluja Keskusvarastolle, jossa ne sijoitettiin kolmeen halliin ja kaasutettiin metyylibromidilla. Myrkytyksen suoritti tuholaiistorjuntayritys Anticimex viikonlopun aikana. Logimerkintä oli kirjoitettu 9.10.1981. (Rajala 2019.)

1980-luvulla eläkkeelle jäänyt tekstiilikonservaattori Eva Ojajarju muisteli, kuinka vielä 60-luvulla Kansallismuseon pihalla upotettiin suureen pataan villaisia museotekstiilejä,

jossa oli kointorjunta-ainetta. Tekstiilit muuttuivat rusehtaviksi ja melko jäykiksi. (Ojajarju 1980-l.)

Nykyään useimpien kemiallisten aineiden ^[1] käyttö on Suomessa kiellettyä, koska on ymmärretty, että aineet ovat vaarallisia ja terveysuhka myös ihmiselle. Kun museo-objektit kyllästetään tuholistorjunta-aineilla, aine imeytyy objektiin ja näin kun kokoelma-objekteja käsitellään, altistuu myös objektien käsittelijä aineille. Esimerkiksi tekstiilien imurointi voi vapauttaa torjunta-aineita ilmaan ja näin siirtyä ihmiseen hengitettynä. Jos orgaaniset objektit vaikuttavat ikäänsä nähden poikkeuksellisen hyväkuntoisilta, voi olla mahdollista, että niitä on käsitelty tuholistorjunta-aineilla. Objektien pinnoilla voi olla näkyvillä valkoista jauhetta tai haju voi olla voimakas. Usein kuitenkin myrkkyjen jäämät ovat hajuttomia tai näkymättömiä. (Sinisalo 2020.) Lisäksi kaupalliset torjunta-aineet sisältävät kemikaaleja, jotka saattavat tahrata objekteja tai muuttaa niiden koostumusta. (Conserve O Gram 1994.) Joissain Euroopan museoissa käytetään edelleen myrkyttämistä (esim. metyylibromidikaasutus) yhtenä tuholistorjuntametodina (Siltala 2019).

^[1] Metyylibromidin käyttö ja sitä sisältävien tuotteiden markkinoille luovuttaminen on ollut kiellettyä Suomessa 1.1.1999 lähtien (Valtioneuvoston päätös 2.4.1998 pykälä 6). Ainakin USA:ssa tuholistorjuntana metyylibromidia on käytetty tuholistorjunnassa. Pitkäaikaisesta tai toistuvasta altistumisesta metyylibromidille voi seurata vaikutuksia munuaisiin, hermostoon, sydämeen, maksaan ja keuhkoihin. (Alén 2009, 27.)

2.4.2 Lämpökäsittely

Toisena tuholistorjuntametodina Suomen museoissa on käytetty ja joissakin museoissa, kuten Etelä-Pohjanmaan maakuntamuseossa, käytetään edelleen lämpökäsittelyä. Käsiteltävät objektit suljetaan kuumaan kaappiin, saunaan tai lämpökammioon. (Yle.fi. kulttuuri 2014.) Lisäksi on olemassa erilaisia lämpökäsittelypusseja (esim. aurinkopussi), joihin mahtuu kuitenkin vain melko pieniä objekteja. Lämpökäsittely on tehokas ja edullinen metodi, jolla tuloksia saadaan aikaan jo kolmessa tunnissa. Mitä paksumasta ja tiheämmästä objektista on kyse, sitä kauemmin käsittely vie aikaa. Jo 55°C:n lämpö riittää hyönteisten kaikkien elämän vaiheiden hävittämiseen. Lämpökäsittely ei kuitenkaan sovi materiaaleille, jotka ovat erityisen herkkiä suhteellisen kosteuden muutoksille. Lämpökäsittelyä ei pidä myöskään käyttää matalan sulamispisteen materiaaleille (alle 60 °C) esimerkiksi vahat, tietyt liimat, tulenarat aineet, räjähteet ja muovit. Lisäksi kohteet, joilla on alhainen aktivointienergia esim. magneettiset väliaineet ja uretaa-

nisidokset, voivat olla erityisen alttiita lämpökäsittelyn aiheuttamalle nopeutuneen vanhenemisen vaurioille, koska lämpö lisää hydrolyysinopeutta^[2]. (<https://museum-pests.net/solutions-heat-treatment-2/>.)

^[2] Hydrolyysin määritelmä: hydrolyysi on eräänlainen hajoamisen reaktio, jossa yksi reaktantti on vettä. Tyypillisesti vettä käytetään rikkomaan kemiallisia sidoksia. Termi tulee kreikan etuliitteen Hydro - (tarkoittaen vesi) kanssa hajoamista eli hajota. (www. greelane.com 2019.)

3 Pakastaminen

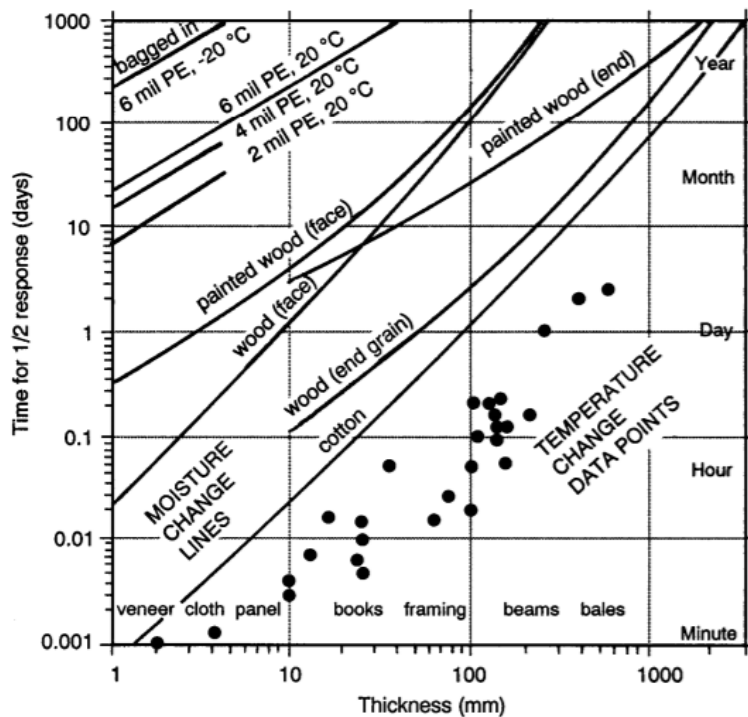
3.1 Pakastaminen metodina

3.1.1 Pakastaminen museoissa

Joissain Etelä-Euroopan maissa arastellaan edelleen käyttää pakastamista tuholaisia vastaan. Pakastamisen pelätään vahingoittavan objekteja, mikä on tullut ilmi ulkomaa-laisten kollegoiden kanssa käydyissä keskusteluissa. Pakastamista koskeva kirjallisuus sisältää monia varoituksia objekteista tai materiaaleista, jotka voivat vaurioitua pakastamisen seurauksena. Kuitenkin museot, jotka käyttävät pakastamista rutiinin omaisesti tuhansille objekteille, ovat ilmoittaneet, ettei vaurioita ole syntynyt niille materiaaleille, joihin liittyen varoituksia on kirjallisuudessa esitetty. Pakastaminen onkin laajalti käytetty ja vakiintunut metodi tuholaistorjunnassa museokokoelmissa. (Collection Forum 2006,114; The Polar Museum: news blog.) Varsin suosituksi se tuli 1980-luvulla, johtuen osaksi siitä, että useampien tuholaistorjunta-aineiden käyttö kiellettiin (Carrlee 2003). Suomessa pakastaminen onkin tällä hetkellä yleisimmin käytössä oleva tuholaisia vastaan käytetty metodi museokokoelmien hoidossa.

Pakastaminen onkin hyvin toteutettuna, erittäin tehokas metodi hyönteisten eliminoimiseen. Ongelmia on syntynyt ainoastaan silloin kun pakastamiseen käytetty lämpötila ja pakastuksen kesto ei ole ollut riittävä. Mitä alemmas lämpötila saadaan laskettua ja mitä nopeammin, sitä tehokkaampaa hyönteisten eliminointi on ja pakastuksen kestoa voidaan lyhentää. (ks. kaava 1, sivu 7). Jotta haluttu lämpötila saavuttaa objektit, pakastimessa on oltava riittävä ilmastointi, joten pakastinta ei pakata liian täyteen objekteja. Objektien ympärille ei kannata laittaa tukia tai eristäviä eristeitä tai toppauksia, sillä ne

Kaava 2. Objektiin paksuus ja materiaalien tiiviys vaikuttavat halutun lämpötilan saavuttamiseen objektin sisällä.



estävät nopean lämpötilan las-
kun objektin sisällä. Mitä
ohuempi objekti, sen nope-
ammin objekti saavuttaa halu-
tun lämpötilan. Esimerkiksi
tekstiilejä ei kannata rullata
vaan mieluummin laitetaan ta-
saisena ja latteana pakasti-
meen (ks. kaava 2). (Strang
1997.)

Pakastaminen metodina on
myös helppo, yksinkertainen
ja edullinen keino päästä
eroon hyönteisistä. Pakasta-
minen ei myöskään aiheuta
terveysriskejä työntekijöille.

Pakastamisen ongelmana on, ettei se sovellu kaikille objekteille tai materiaaleille, vaan voi aiheuttaa vaurioita objektien rakenteessa tai materiaalien koostumuksessa. Euroopan museoissa käytetään hapettomia käsittelyjä kuten typpi- tai hiilidioksidikäsittelyjä (kaasutus), Suomessa näitä kaasutuskäsittelyjä ei ole käytössä museoissa. Hapettomia käsittelyjä voidaan käyttää turvallisesti suurimmalle osalle objekteista sekä materiaaleista, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Objektien käsittelyajat ovat kuitenkin pidempiä kuin pakastamisessa, mutta ne ovat objektiturvallisempia kuin pakastaminen.

3.1.2 Pakastaminen Kansallismuseolla

Keskusvaraston valmistuttua 80-luvulla alettiin kokoelmia käsitellä pakastamalla. Pakastuksia varten saatiin pakastushuoneet sekä Keskusvarastolle että Kansallismuseolle. Siitä lähtien pakastaminen vakiintui tuholaiistorjuntametodiksi Kansallismuseolla. Tällä hetkellä Museoviraston uusiin tiloihin Kokoelma- ja konservointikeskukseen on siirretty noin 90 000 Kansallismuseoon kokoelmiin kuuluvaa objektia, joista pakastettuja on noin 80 %. Siirrettäviä objekteja on yhteensä noin 250 000 kappaletta, joten vielä on paljon pakastettavaa jäljellä. Objektit pakastetaan, jos ne ovat kokonaan koostumukseltaan orgaanista materiaalia sekä monimateriaaliobjektit, joissa osa objektia sisältää orgaanista materiaalia. Poikkeuksena ovat taide ja keskiaikaiset veistokset. Taide ja epäorgaaniset

esineet tarkastetaan ja puhdistetaan ennen uusiin säilytystiloihin siirtämistä. Jos on tarve, ne jäävät tarkkailuun tai karanteeniin. Pakastetuista objekteista silmin havaittuja vaurioita ei ole ollut kuin yhdessä esineessä (piano), jossa soittimen muutaman osan liimaukset olivat haurastuneet. Ne eivät kestäneet olosuhteiden vaihtelua, vaan osat irtosivat pakastamisen seurauksena.

Pakastamisen suurin ongelma on monimateriaali- eli komposiittiohjeet. Lähinnä etnografiset ohjeet, joiden materiaalikirjo yhdessä ohjeissa voi olla valtava. Niiden kaikkia materiaaleja ei välttämättä pystytä tunnistamaan. Eikä tunnistamiseen ole kiireellisen aikataulun vuoksi resursseja käyttää. Kaikki arviointi tehdään ennen pakastusta silmämääräisesti. Konservattorit arvioivat ohjeiden kunnon ja tuholaisriskin. Jokainen ohje arvioidaan erikseen. Lisäksi ns. riskipakastus-ohjeet kirjataan Muskatti-logistiikkaohjelmaan. Riskipakastus-ohjeista otetaan valokuva ennen pakastusta, jotta pystytään vertaamaan ohjeiden kuntoa pakastamisen jälkeen. Suoraa vastausta siihen, mikä materiaali kestä pakastamisen, ei ole. Ohjeet on aina arvioitava tapauskohtaisesti ja arvio tehtävä sen perusteella. Yksioikoista vastausta en lähtisi kenellekään suosittelemaan. Tätä opinnäytetutkimusta hyväksi käyttäen, voitaisiin mahdollisesti edes jotenkin määritellä materiaalien kestävyyttä pakastusprosessissa.

Kun Kansallismuseon siirtoprojekti alkoi vuonna 2016, ensin toimittiin hyvin varovaisesti eri materiaalien pakastamisen suhteen. Nopeasti alettiin kuitenkin ottamaan riskejä, koska ymmärrettiin, että karanteenitilat ovat hyvin rajalliset ja karanteeniaika on noin 2 vuotta. Riskit ovat toistaiseksi kannattaneet. Silmin nähtäviä vaurioita ei ole syntynyt. Tässä opinnäytetyössä haluttiinkin tarkemmin tarkastella mikroskooppivalokuvien avulla kuinka eri materiaalit reagoivat pakastamiseen. Luonnollisesti vettynyt materiaali eli vedenalainen materiaali ei kuulu normaaliin pakastamiskäsittelyyn.

3.2 Pakastamisen käytänteet

3.2.1 Pakastusjakson kesto

Mikä on riittävä aika tuhoamaan munat, toukat ja hyönteiset? Ennen vuotta 2012 Kansallismuseolla ja vanhalla konservointilaitoksella pakastettiin 6 viikon pakastusjaksoissa -30°C:ssa. Pakastusrytmi oli 2 viikkoa pakkasessa, 2 viikkoa huoneenlämmössä ja 2 viikkoa pakkasessa. Tämä perustui kirjallisuudesta saatuihin tietoihin koiperhosen eri kehitysvaiheista ja 70-luvulla tehtyihin tutkimuksiin aiheesta. Näin toimimalla ajateltiin,

että jos ensimmäisen pakastusjakson jälkeen pakastettavissa objekteissa oli vielä elämää tai munat kuoriutuvat sulatuksen jälkeen, niin seuraava pakastusjakso tuhoaa ne täydellisesti. (Ahlfors, Karinko 2020.) Vantaan kaupunginmuseolla tämä kaksijaksoinen käytäntö on edelleen käytössä. Heidän pakastusjaksonkestonsa kestää yhteensä 17 vrk siten, että pakastusta 5 päivää (-38°C), huoneenlämmössä 5 päivää, jonka jälkeen taas 5 päivää pakastusta (-38°C) ja lopuksi 2 päivää lämmön tasaantumista. (Vantaan kaupunginmuseo, verkkosivu.)

Nykytutkimusten mukaan pakastusjakso voi olla lyhyempikin, sillä kylmyys eliminoi hyönteiset nopeammin ja tehokkaammin kuin on aiemmin oletettu. Yhtenä merkittävänä nykytutkimuksena pidetäänkin tanskalaisten ja ruotsalaisten tutkijoiden yhteistyössä tekemää tutkimusta: *A Contribution to standards for freezing as a pest control method for museums*. Tutkimuksessa tutkittiin skandinaavisten maiden kuutta yleisintä tuhohyönteislajia. Tutkimuksessa tarkasteltiin ryijykuoriaisen (*Anthrenus verbasci*), riesakuoriaisen (*Reesa vespulae*), museokuoriaisen (*Anthrenus museorum*), ruskoturkiskuoja-*isen* (*Attagenus smirnovi*), vyöturkiskuoja-*isen* (*Attagenus woodroffei*) ja *Trogoderma angustum* toukkien kylmyydenkestoa. Testilajit kasvatettiin tanskalaisessa tuholaistorjuntalaboratoriossa, jonka jälkeen ne siirrettiin Tukholmaan tutkittavaksi. Artikkelissa mainittiin, että aiemmin tutkittujen samojen tuhohyönteislajien täydellinen munien ja toukkien kuoleisuus saavutettiin jo puolesta tunnista 30 tuntiin riippuen lajista, kun tuhohyönteiset olivat ilman suojamateriaaleja. Tässä tutkimuksessa lajit suojattiin välittömältä kylmyydeltä ja tarkasteltiin kuinka nopeasti lämpötilanlasku saavuttaa halutun lämpötilan testiympäristössä ja kuinka nopeasti eri lajit reagoivat kylmyyteen.



Kuva 5. *Trogoderma angustum* aikuinen.



Kuva 6. *Trogoderma angustum* toukka.

Ensimmäisessä tutkimuksessa testilajit sijoitettiin testin ajaksi muovilaatikoihin, jotka käärittiin tiukasti Ruotsin armeijan villahuopiin. Tämän jälkeen laatikot suojattiin ilmatiiviiksi muovikalvolla. Laatikoiden sisälle sijoitettiin dataloggerit mittaamaan laatikoiden sisälämpötilaa. Laatikon sisälämpötilaksi tavoiteltiin -20°C . Ensimmäisessä testissä pakastin pakattiin liian tiiviiksi, joten ilma ei päässyt kiertämään pakastimen sisällä ja haluttua lämpötilaa ei saavutettu edes viidessä viikossa. Vasta kun ilmankiertoa parannettiin pakastimen sisällä, laatikon keskusta saavutti halutun -20°C lämpötilan 20 tunnissa. Käsittelyaika oli 72 tuntia. Toukkia tarkasteltiin 3–4 päivää käsittelyn jälkeen ja puolella tutkituista lajeista saavutettiin täydellinen kuolleisuus. Eloonjääneet lajit olivat museokuoriainen, *Trogoderma angustum* ja ryijykuoriainen. (Collection Forum 2006, 145.)

Toisessa kokeessa he sijoittivat samat hyönteislajit puuhalon (tammi) sisään varta vasten tehtyihin onkaloihin. Halot käärittiin taas paksuilla villahuovilla. Käsittelyaika oli taas 72 tuntia. Puuhalkojen sisälämpötila saavutettiin 36 tunnissa -18°C :seen. Käsittelyajaksi jäi 36 tuntia. Kuitenkin kaikki lajit kuolivat 100 %:sti tässä ajassa. Puu selvästi hidasti jäädytysnopeuden saavuttamista onkaloiden sisään, joka hidasti kuolleisuutta. Testin avulla huomattiin, että lajit, jotka ovat kotoisin trooppisilta alueilta kuten ruskoturkiskuoriainen ja vyöturkiskuoriainen olivat herkempiä lämpötilan laskulle ja kuolleisuus oli nopeampaa kuin muilla tutkimuksessa oleilla lajeilla. Kaikkein resistentein laji oli museokuoriainen, joka onkin pohjoisen pallonpuoliskon (holarktisen alueen) asukki ja näin sopeutunut paremmin kylmiin olosuhteisiin. (Collection Forum 2006, 145.) Tämä tutkimus oli hieman epärealistinen, koska eiväthän turkiskuoriainen, museokuoriainen ja ryijykuoriainen elä puun sisällä vaan linnunpesissä ja käyttävät ravinnokseen lähinnä tekstiilejä, turkiksia tai kuolleita hyönteisiä.

Testin jälkeen pohdittiin, miksi testin 1 kaikki lajit eivät kuolleet testissä, vaikka lämpötilan lasku oli huomattavasti nopeampaa kuin testissä 2. He tulivat siihen johtopäätökseen, että kun toukat kuljetettiin Tanskasta Ruotsiin, ne ovat voineet altistua matalalle lämpötilalle ($+6^{\circ}\text{C}$) laivakuljetuksen aikana, joka on laukaissut sopeutumisreaktion toukissa. Lisäksi he arvelivat kylmyydenkestokyvyn olevan yksilöllistä. Jotta asiaan saataisiin varmuutta, hyönteisille pitäisi tehdä lisätutkimuksia ja tutkia niiden biokemiallisia prosesseja, kun ne altistetaan matalille lämpötiloille. (Collection Forum 2006, 150.) Jos lämpötila laskee hitaasti, jotkin tuhohyönteislajit pystyvät kehittämään jäätymisenestoaineita hemolymfaansa eli verenkiertoonsa. Näiden jäätymisenestoaineiden avulla ne selviävät hengissä pakastamisesta. (Biström ym. 2005, 18–19.) Tutkimuksessa tutkittuja lajeja tut-

kittiin melko korkeassa lämpötilassa -18–20°C. Museoviraston kokoelma- ja konservointikeskuksen kaikki arkkupakastimet, pakastuskontit ja pakastushuoneet saavuttavat -34°C noin tunnissa, jonka seurauksena pakastus on tehokasta ja nopeampaa. Objektit sijoitetaan lavoille, rullakoihin tai siirtovaunuihin. Lavat, rullakot ja siirtovaunut sijoitetaan pakastushuoneisiin tai pakastuskontteihin niin, että objektien väliin jää tarpeeksi ilmaa ja näin ilmankierto on riittävä.

3.2.2 Walk in-tekniikka

Norjalaisella Polar-museolla on käytössään ns. walk in-pakastinhuone, jonka lämpötila pidetään jatkuvasti -34°C:ssa. Kun henkilökunta valmistautuu viemään pakastettavat objektit pakkaseen, he pukeutuvat lämpimiin vaatteisiin ja kenkiin. Pakastinhuoneessa on ovien lisäksi muovikalvo-ovet, joiden avulla mahdollisimman vähän kylmää ilmaa pääsee haihtumaan ulos pakkasesta, kun ovista liikutaan. He pakastavat objekteja 1,5 viikkoa, jonka jälkeen objektit siirretään kellariin tasaantumaan. (The Polar Museum, news blog.)

Tätä samaista walk in-tekniikkaa käytettiin aikoinaan myös Kansallismuseolla. Ensin lämpötila laskettiin -34°C:seen, jonka jälkeen konservaattorit täyttivät pakastushuoneen objekteilla. ”Esineet vietiin kylmään pakkaseen ja liukasteltiin siellä kylmässä, kunnes alettiin täyttää pakastin lämpimänä ja todettiin kylmenemisen tapahtuvan niin nopeasti, ettei meidän tarvinnut enää pakkasessa työskennellä” Kansallismuseon tekstiilikonservaattori Karinko muisteli vanhoja käytänteitä. (Ahlfors, Karinko 2020.) Ongelmaksi walk in-tekniikassa muodostui myös lämmön ja kosteuden pääseminen huoneeseen, kun pakastinta täytettiin. Se aiheutti objektien huurtumista ja sulatusvaiheessa objektien kastumista. (Oja-harju 1980-l.)

3.2.3 Pakastusjakso Kansallismuseolla

Vuonna 2012 Kansallismuseon konservointilaitoksen henkilökunnan Kööpenhaminan Kokoelma- ja konservointikeskukseen (Center for Bevaring af Kulturarv) tehdyn matkan jälkeen, josta saatiin uusinta tietoa pakastamiskäytänteistä, käyttöön otettiin 5 päivän kertapakastus (Ahlfors, Karinko 2020). Siitä saakka Kansallismuseon pakastusjakso on ollut 5 päivää -34°C ja tasaantuminen (sulaminen) 2 päivää, jonka jälkeen kolmantena päivänä objektit otetaan ulos. Viiden päivän kertapakastusjakson ansiosta Kansallismuseon siirtorytmi on mahdollista toteuttaa nopeassa aikataulussa, koska siirrettävänä on valtavia objektimassoja. Tietysti tässä auttaa myös hyvä pakastuskapasiteetti, joka käsittää Kokoelmakeskuksen päässä kahta pakastushuonetta ja kahta konttipakastinta

sekä Keskusvaraston päässä yhtä pakastushuonetta ja yhtä konttipakastinta. Siirrettävistä objekteista osa pakastetaan jo lähtöpäässä ja osa saapuvassa päässä, näin siirto-kuormia saadaan liikkumaan nopeaan ja haluttuun tahtiin.

Lämmön tasaaminen hitaasti pakastamisen jälkeen on äärimmäisen tärkeää, ettei kondenssivettä pääse syntymään pakastimen sisään ja siten laskeutumaan objektien päälle. Tasaamisaikaa on kokeiltu myös yhden vuorokauden mittaisena, mutta heikoin tuloksin. Kondenssivettä pääsi syntymään ja lattia oli täynnä jäätä ja lunta. Objektien suojaksi laitettu muovikalvo oli huurussa ja märkä. Lisäksi objektit olivat edelleen kylmiä. Pakastusprosessissa on myös tärkeää suojata objektit erittäin hyvin. Ensiksi pakastushuoneen lattialle levitetään suurikokoinen koko lattian peittävä pressukangas tai vahvaa muovia (rullissa), jonka jälkeen objektit tuodaan sisään siirtovaunuissa^[3] (pienet objektit laatikoissa) tai lavoilla. Mikään ei kosketa suoraan lattiaan. Tämän jälkeen lattialta jäljelle jäävä pressukangas tai muovi taitellaan kuorman päälle. Jos kuorma on korkea, siihen lisätään vielä lisäpressukangas tai muovi, niin ettei pussitukseen jää ilma-aukkoja. Lopuksi pussituksen reunakohdat tiivistetään joko puristimin tai ilmastointiteipein, niin että pussituksesta tulee täysin ilmatiivis, jottei kondenssivettä tai kosteutta pääse pussituksen sisään. Joissain tapauksissa siirtovaunut tai isot objektit voidaan muovittaa erikseen valmiiksi jo ennen pakastusta, mutta tämä on hitaampi, työläämpi ja aikaa vievämpi kuin massasuojaus yhdellä kertaa. Yhden pakastushuoneen pakastusvalmiiksi saattamiseen menee yleisemmin kahdelta henkilöltä kuorman koosta tai muodosta riippuen noin 2–4 tuntia. Pakastimen lämpötilaa seurataan jatkuvalla ulkoisella monitorilla ja jos lämpötila nousee asetetun raja-arvon yli, monitori alkaa hälyttää.

Jäädytettäessä objekteja, jotka sisältävät metalleja, voidaan pussin tai laatikon sisään asettaa kosteutta imevää materiaalia. Sopiviin materiaaleihin kuuluu mm. silikageeli, puuvillaapyyhe tai puuvillavaippa. Jos silikageeliä käytetään kosteudenpoistajana, on varmistettava, että se on asetettu samaan suhteelliseen kosteuteen (RH) kuin objekti, jottei se kuivata RH:ta liian matalaksi, jolloin objekti saattaa kuivua liikaa. Tämän voi tehdä altistamalla silikageelipussin vähintään yhden viikon ajaksi samaan olosuhteeseen kuin objekti. (Conserve O Gram 3/6 1994.)

Western Australian museon-verkkosivuilla opastetaan, kuinka kokoelmia pakastetaan. Kun objektit laitetaan pakastimeen, pakastimen täytyy olla jo valmiiksi päällä ja vähintään -20 °C. Kansallismuseolla ei kuitenkaan toimita näin, koska pakastushuoneisiin muodostuisi kondenssivettä tai jäähuurretta, jos ovia pidetään auki, koska pakastushuoneiden

täyttämiseen kuluu huomattava aika. Lisäksi pakastinhuoneet saavuttavat halutun -34°C lämpötilan jo noin tunnissa, joten hyönteiset eivät ehdi sopeutua kylmyyteen. Lämpötilan laskua seurattiin Kokoelmakeskuksessa ensimmäisten pakastuskertojen aikana myös objektien päältä, jotta haluttu -34°C lämpötila saavutetaan. Objektien päälle (suoja muovien alle) sijoitettiin Geminin Tinytag-dataloggeri, jonka data purettiin pakastusjakson jälkeen Tinytag-ohjelmaan, josta voitiin nähdä pakastusjakson lämpötila ja suhteellinen kosteus.

Samaisella verkkosivulla kehoitetaan pakkaamaan pienesineet joko silkkipaperiin tai puuvillakankaaseen sekä herkät esineet laatikoihin, jotka lopuksi muovitetaan polyeteenimuovikalvolla (Western Australian museon, verkkosivu). Kansallismuseolla pakataan pääasiassa kaikki pienesineet ja tekstiilit laatikoihin silkkipapereissa. Silkkipaperi suojaa objekteja kosteudelta ja imee kosteutta. Laatikot suojaavat herkimpiä materiaaleja liian nopealta lämpötilan muutokselta ja herkimmissäkään objekteissa ei ole havaittu vaurioita. He myös ehdottavat, että laatikot voivat olla rei'itettyjä, joka edistää ilmankiertoa ja lisää jäähdytysnopeutta laatikon sisällä. Tämä ehdotus ei kuulosta kovinkaan suositeltavalta. Kansallismuseolla käytetään pääasiassa vain umpinaisia laatikoita, jottei kondenssivettä tai kosteutta varmasti pääse silkkipaperein suojattuihin objekteihin tai tuholaisia pääse laatikon sisään tai ulos.

^[3]Siirtovaunu on kehitetty Keskusvarastolla museomestareiden toimesta. Sen runko on rakennettu kuormalavahyllyjen kehikoista, ja hyllyinä toimivat kiinnitetyt vanerilevyt. Vaunun alla on 4 tukevaa pyörää, joten raskastakin lastia on sujuvaa liikutella.

3.3 Pakastamisen riskit kokoelmille

Pakastaminen on kokemuksemme perusteella turvallista suurimmalle osalle orgaanisista materiaaleista valmistetuille esineille, kuten tekstiileille, paperille, puulle ja nahalle. Kuitenkin Conserve O Gram -artikkeleissa (v. 1994) mainitaan, ettei pakastamista tulisi käyttää rutiinin omaisena metodina, vaan vain kun on vahva epäily tai näyttö tuholaisista. Tämä on kuitenkin vanhentunutta tietoa pakastamisen riskeistä, sillä nykyinen näyttö tukee, että pakastamiseen liittyy yllättävän vähän materiaali- tai objektivaurioita. Lisäksi artikkelissa mainitaan, ettei objekteja, jotka sisältävät liimoja tai herkkiä viimeistelyaineita (esim. maalit, hartsit) tulisi altistaa alle -20°C jäätyislämpötilan, koska materiaalit voivat reagoida eri tavalla. Tämä on varmasti osin totta, mutta pakastus kokemuksemme mukaan vaurioita ei ole syntynyt. Tällä hetkellä siirtoprojektissa pakastettuja objekteja on n. 80 000 kpl. Ainoastaan yhdestä soittimesta irtosi muutama pieni osa pakastuksen seurauksena, jonka arveltiin johtuneen jo ennestään kuivuneesta ja hauraasta

eläinliimasta. Soitin konservoituihin ja osat palautettiin paikoilleen, joten se on taas entiensä. Pakastamiseen liittyviä käytänteitä ja metodeja etsiessä ja opetellessa, kannattaakin suosia uusimpia tutkimuksia, sillä pakastukseen liittyvät käytännöt ja metodit ovat muuttuneet huomattavasti 2000-luvulle tultaessa.

Ongelmia tuottaa kuitenkin komposiittiohjeet, joissa eri materiaalien kirjo yhdessä objektissa voi olla valtava. Lisäksi joidenkin materiaalien tunnistus on lähes mahdotonta, koska valmistustapaa ei tunneta. Näitä objekteja kohtaamme eniten etnografisissa kokoelmissa. Western Australian museon-verkkosivuilla mainitaan, että pakastus saattaa olla riski komposiittiohjeiden liimatuille liitoksille tai edesauttaa komposiittimateriaalien välisten sidosten löystymistä.

Useassa artikkelissa mainitaan mitä objekteja tai materiaaleja ei saisi pakastaa. Näitä ovat mm. erittäin herkäät esineet, jotka saattavat rikkoutua prosessissa, maalaukset, maalatut esineet, jännitteessä olevat esineet (esimerkiksi soittimet, rummut), lakatut puiset esineet, kumi, muovi, vaha, vanhat valokuvat, audiovisuaaliset materiaalit, luut ja hampaat. Epäorgaanisia komposiittiesineitä kuten lasi, korkeapolttokeramiikka ja metalli. (Conserve O Gram 1994; Strang 1997, s.3)

Kansallismuseolla näitä ohjeita ei kuitenkaan voida noudattaa tarkasti, sillä silloin ei pystyittäisi pakastamaan suurinta osaa objekteista. Kansallismuseolla on valtavat etnografisten objektien kokoelmat ja juuri tässä kokoelmassa on ollut eniten tuholaisongelmia. Lisäksi museolla on valtavat maalattujen ja lakattujen huonekalujen kokoelmat. Jokainen objekti pyritään arvioimaan erikseen ennen pakastamista. Riskejä on kuitenkin otettu. Riskialttiit objektit kuvataan ennen pakastusta, jotta voidaan verrata objekteja valokuvaan pakastuksen jälkeen. Silmin nähtäviä vaurioita ei ole toistaiseksi syntynyt. Ainostaan taidemaalauksissa ja keskiaikaisissa veistoksissa on selvä linja, ettei niitä pakasteta.



Kuva 7. Konservattorit ja asetutkija vertaavat kivääriä ennen pakastusta otettuihin valokuvaan pakastamisen jälkeen Kokoelmakeskuksessa.

Amerikan Intiaanien Kansallismuseon (NMAI) artikkeli tukee kokemuksiamme. NMAI siirsi noin 168 000 etnografista ja 632 000 arkeologista objektia New Yorkin vanhoista säilytystiloista (Research Branch) uusiin tiloihin lähelle Washington DC:tä. Tämän siirron olennainen vaihe oli toteuttaa ennaltaehkäisevä tuholoistorjunta (pakastus -20–30°C) elävien tuholaisten mahdollisen siirtymisen minimoimiseksi uusiin tiloihin. Heillä oli koelmissa paljon esineistöä ns. rajatapauksia, joiden pelättiin vaurioituvan pakastamisen seurauksena. He jakoivat tutkittavat objektit neljään luokkaan: komposiittiesineiden materiaalit, halkeilevat esineet, lamellaariset esineet ja vahamaiset/öljyiset esineet. Vaurioita ei kuitenkaan syntynyt. Materiaalikirjo käsitti mm. norsunluita, kilpikonnien kuoria, sarvia, luita, lasihelmiä, hampaita, maalattuja puuesineitä jne. Objekteilla ei havaittu silmin havaittavia rakenteellisia vikoja tai näkyviä pinnan muutoksia. (Carrlee 2003.)

Western Australian museo antaa lämmön tasaantua 24 tuntia pakastamisen jälkeen. Kansallismuseolla objektien turvallisuuden turvaamiseksi lämmön annetaan tasaantua vähintään 48 tuntia pakastamisen jälkeen, jonka jälkeen pakastushuoneiden ovet avataan ja objektit siirretään kokoelmatiloihin. Kokemuksiemme perusteella, 24 tuntia ei riitä pakastushuoneiden riittävään lämmön tasaukseen ja kondenssivettä sekä lumiloskaa syntyy, jos ovet avataan liian aikaisessa vaiheessa.

4 TUTKIMUS

4.1 Tutkimusmenetelmä

Alusta asti oli hyvin selvää, kuinka tutkimus toteutetaan, empiiristä tutkimusmenetelmää käyttäen. Kameralla varustetulla stereomikroskoopilla pyritään näytteistä otettujen valokuvien avulla havainnoimaan mahdollisia muutoksia näytteissä pakastuksen seurauksena. Valokuvat otetaan aina ennen ja jälkeen pakastusjakson. Näin valokuvauskertoja kertyy 3 kpl, ennen pakastusta, pakastuksen jälkeen ja vielä 2. kerran pakastuksen jälkeen. Tutkittavia näytteitä olisi ollut mielenkiintoista tutkia vielä kerran esim. noin vuoden päästä viimeisestä valokuvauskerrasta, jolloin olisi voinut havaita mahdollisia viiveellä tulleita muutoksia kuten rakenne- tai koostumusvaurioita tai pigmenttimuutoksia. Siihen ei kuitenkaan ollut aikaa tässä työssä.

Tutkimus aloitettiin valokuvaamalla näytteet stereomikroskoopilla joko yhdeltä tai kahdelta puolelta, riippuen näytteestä. Valokuvauksen jälkeen näytteet pakattiin kannellisiin museaalisiin pahvilaatikoihin ja näytteet suojattiin silkkipaperilla tai suojakuorella. Laatikot ja silkkipaperi suojaavat näytteitä liian rajulta olosuhdevaihtelulta, kuten lämpötilan ja kosteuden laskulta. Laatikot sijoitettiin laboratorioarkkupakastimeen ison paksun ilmatii-
viin muovikalvon sisään, niin ettei sisälle pääse kosteutta. Muovikalvon sisäänmeno-
aukko tiivistettiin ilmastointeipillä varmistamaan, ettei ”pussin” sisään pääse kosteutta. Pakkauksesta olisi voinut tehdä vakuumin eli tyhjiön imemällä ilmaa pois pakkauksen sisältä, jolloin kosteus säilyy paremmin objekteissa (Vähä 2017). Niin ei toimita normaali-
lipakastuskäytänteissä, joten siksi sitä ei otettu tähän tutkimukseen. Haluttiin toimia niin
kuin normaalistikin toimitaan objektien suojaamiskäytänteissä.

Kun näytteet olivat valmiina pakastimen sisällä, sijoitettiin päällimmäiseksi muovikalvon
päälle dataloggerianturit (2 kpl). Antureissa oli kiinnitettyinä johdot, jotka johtivat ulos
pakastimesta dataloggeriin. Kansi kiinnittyi johdoista huolimatta hyvin ja tiivistä kiinni. Sen
jälkeen pakastin käynnistettiin. Pakastusjakson -34 °C kesto oli 7 päivää, jonka jälkeen
pakastimen annettiin tasaantua 2 vuorokauden ajan normaaliin huoneen +18 °C lämpö-
tilaan. Normaalin 5 päivän sijaan, näytteet olivat pakkasessa 2 päivää enemmän kuin oli
tarkoitus, johtuen estyneistä syistä pääsystä työpaikalle. Pakastuksen jälkeen näytteet
taas valokuvattiin samoin kuin aiemminkin, jonka jälkeen pakastusjakso ja kuvaukset
toistettiin samoin kuin edelliseltäkin. Kun valokuvaukset ja pakastusjaksot olivat valmiit,
näytteistä koostettiin Excel-lista, jossa luetellaan näytteiden numerot, nimet ja valokuvat
sekä tulokset (ks. liite 2). Ennen kuin kuvat liitettiin Excel-listaan, saman näytteen valo-
kuvia vertailtiin keskenään, jotta nähtäisiin, onko näytteessä tapahtunut muutoksia.

- Dataloggeriohjelma: Genanon Foxerlot
- Mikroskoopin tekniset tiedot: Leica
Leica Application Suite (LAS) EZ
Incl. PC Software Version 3.1.1., July 2015
www.leica-microsystems.com

4.2 Pakastin

Useampaa tutkimusta tai artikkelia tarkasteltua huomattiin, että pakastimien tärkeimpinä
vaatimuksina pidettiin, että se yltää -20°C lämpötilaan ja pakastimessa ei saa olla auto-
maatista sulatustoimintoa, jolloin pakastimen lämpötila saattaa heitellä. Lisäksi siinä on

oltava ulkoinen lämpömittari, jotta lämpötilaa voidaan tarkkailla ulkopuolelta. Tehokkaimpana hyönteisten eliminoimiseen toimivin pakastin on -30 – -40°C lämpötilaan yltävät pakastimet (Strang 1997).

Tutkimuksessani käyttämä laboratorioarkkupakastin täytti nämä vaatimukset. Pakastimen oma ulkoinen näyttö näytti lämpötilan laskevan alimmilleen -34°C , joka otettiin pakastusjakson tavoitelämpötilaksi, koska sitä lämpötilaa käytetään myös

Kokoelmakeskuksen pakastuslämpötilana. Pakastinta voitiin säädellä haluttuun lämpötilaan ulkoisesta digitaalisesta näyttöpaneelistä. Pakastimen toimintaa haluttiin tarkkailla vielä tarkemmin, joten pakastimen sisälle sijoitettiin kaksi lämpötila-anturia, jotka lähettävät reaaliaikaista olosuhdedataa Foxerlot-ohjelmaan (lämpötila/ suhteellinen kosteus). Haluttiin saada selville, kuinka nopeasti pakastin saavuttaa halutun -34°C :ta ja taas päinvastoin nostaa lämpötilan takaisin huoneenlämpöiseksi. Pakastin sijaitsi karanteenitilassa, jonka huoneenlämpötila on noin $+18^{\circ}\text{C}$.

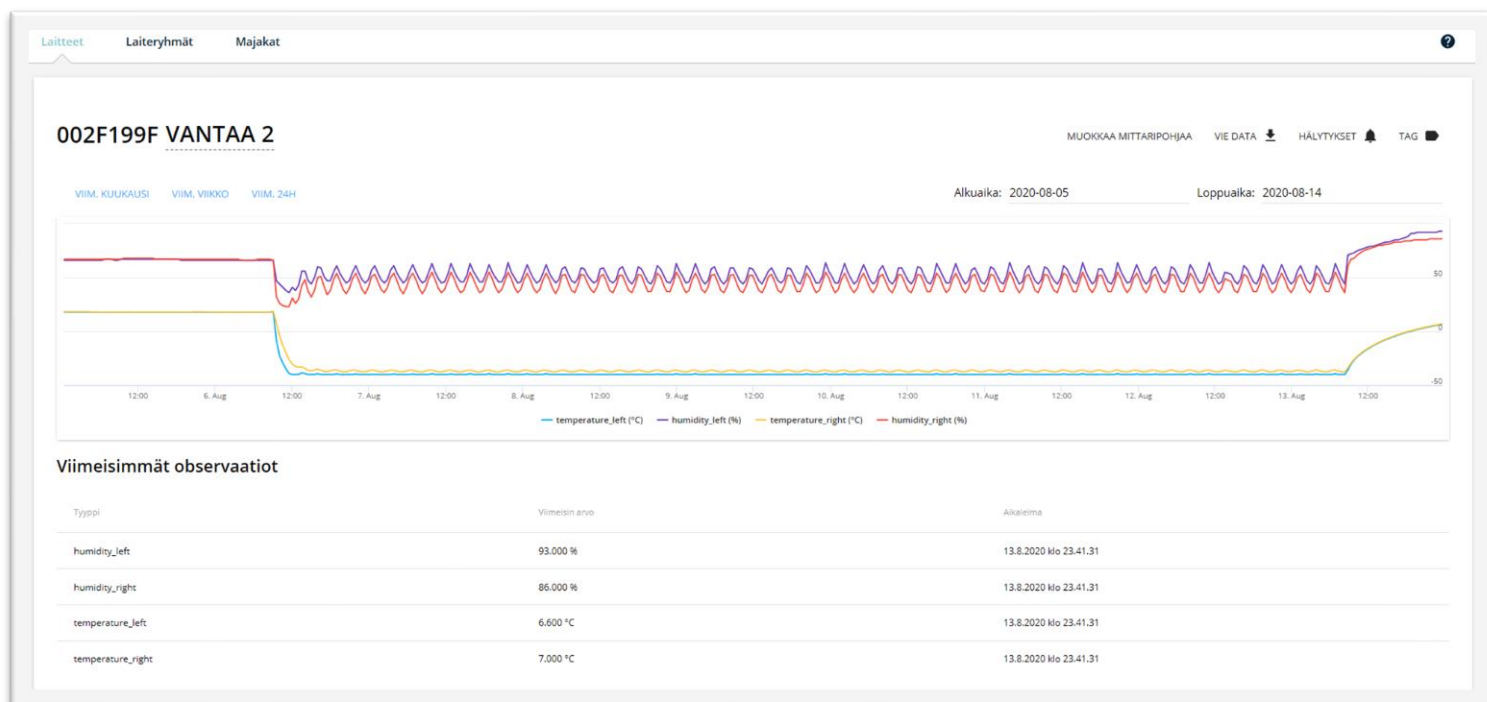


Kuva 8. Testinäytteiden pakastamisessa käytetty laboratoriopakastin.

Lämpötila pakastimen sisällä lähti nopeaan laskuun heti kun se käynnistettiin. Pakastin saavutti halutun -34°C n. kahdessa tunnissa ja jatkoi lämmön laskemista vielä puoli tuntia saavuttaen noin -39°C , johon se asettui. Erikoista kylläkin, että pakastimen ulkoinen digitaalinen näyttömittari näytti edelleen -34°C , vaikka sisällä lämpötila oli dataloggerin mukaan monta astetta kylmempää. Ehkä näytön maksimi mittarilukemaksi on asetettu -34°C . Luotettiin kuitenkin Foxerlot-ohjelman antureiden antamaa tulosta, koska ne on hankittu vastikään. Kun lämpö oli asettunut maksimi kylmyyteen, pakastimen lämpötila pysyi vakiona ja tasaisena koko pakastusjakson ajan. Hyvin pientä kosteuden heitelyä oli havaittavissa, mutta sekin oli tasaista sahaamista hyvin pienessä marginaalissa. Suhteellinen kosteus (RH) laski nopeasti 2 tunnissa RH 66 %:sta RH 36 %: tiin. (ks. liite 1)

Arkkupakastimen lämmön tasaamiseen huoneenlämpöön kesti odotetustikin kauemmin. Lämpö tasaantui $+0^{\circ}\text{C}$:ksi 16 tunnissa. Suhteellinen kosteus arkkupakastimessa nousi 16 tunnissa RH 36 %:sta RH 91 %: tiin. Suhteellisen kosteuden nousun selittää se, kun

kylmä ilma muuttuu lämpimäksi. Lämmin ilma sisältää enemmän vesihöyryä kuin kylmä ilma. (ilmatieteenlaitos.fi.) Pakastimen lämmön tasaamista jatkettiin vielä 30 tuntia, jolloin saavutettiin +16,3°C. Pakastimen suhteellinen kosteus oli laskenut tässä ajassa RH 83 %: tiin. Jotta saavutettiin haluttu huoneenlämpö n. +17–18 °C, kului aikaa vielä 8 tuntia. Suhteellinen kosteus oli edelleen tämänkin ajan jälkeen RH 78 %. Pakastimen lämmön tasaukseen meni aikaa yllättävän kauan, yhteensä siihen, että haluttu lämpötila saavutettiin, kului 54 tuntia. Pakastimen suhteellinen kosteus pysyi yllättävän korkeana, vaikka lämpötila nousikin. Arkkupakastimen sisätilavuus on hyvin pieni verrattuna esimerkiksi pakastinhuoneisiin. Pakastinhuoneiden lämmöntasaukseen käytetään aikaa reilu kaksi vuorokautta, jona aikana huoneiden lämpötila tasautuu huoneenlämpöiseksi n. +18 °C. Olin odottanut arkkupakastimen olevan nopeampi lämmöntasauksessa ja suhteellisen kosteuden laskevan, kun lämpötila nousee tarpeeksi. Tämä on hyvä tieto tulevaisuutta ajatellen. Myös arkkupakastin tarvitsee reilusti aikaa lämmöntasaukseen sisätilan pienemmästä tilavuudesta huolimatta. Ja on erittäin tärkeää suojata objektit hyvin kosteudelta, sillä kosteus ei näyttänyt laskevan lämpötilan noususta huolimatta. (ks. liite 1)



Kuva 9. Foxerlot-ohjelman kaaviotiedot (lämpötila/ suhteellinen kosteus RH) pakastusjaksosta.

Laboratorioarkkupakastin, jota käytettiin tutkimuksessa, on mittauksien mukaan hyvin tiivis ja toimiva, joten ilma ja kosteus eivät pääse haihtumaan pakastimen sisältä. Kun pakastin avattiin, kosteusprosentti oli edelleen dataloggerin mukaan melko korkea (RH 73 %). Muovikalvon päällä ei ollut havaittavissa kosteutta, koska kosteus oli ainoastaan

vesihöyrynä ilmassa. Pakastusjakson tärkein osuus onkin sen päättäminen oikeassa ajassa, säilyttää hallinta ja antaa lämmön tasaantua hitaasti. Kondenssivettä pääsee syntymään, jos lämmin ilma pääsee törmäämään kylmiin pintoihin. Lämmin ilma jäähtyy silloin nopeasti ja sen sisältämä kosteus tiivistyy pisaroiksi. Objektit imevät itseensä kylmää ilmaa, joten niiden on annettava rauhallisesti tasaantua. Jos ovet avataan liian aikaisin, huokoisten objektien sisällä oleva kylmä ilma muuttuu kondenssivedeksi ja objektit kastuvat. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää, kun jäätelöpakkaus otetaan nopeasti pakkasesta huoneenlämpöön, sen pinta on kauttaaltaan kostea. Jos ovet avataan liian aikaisin, seurauksena on kondenssivettä tai kuuraa. Jos objekteja ei ole suojattu kunnolla, objektit voivat kastua kauttaaltaan. (ks. liite 1)

5 TESTATTAVAT MATERIAALIT

5.1 Testimateriaalien valinta

Tässä tutkimuksessa keskityttiin rajattuun määrään materiaaleja, joita oli saatavilla. Näytteiksi valittiin materiaaleja, joita kohtaamme työssämme kuten esimerkiksi erilaiset napit, lasi- ja muovihelmet, simpukat, sulat, luut, metallilangalla koristellut tekstiilit, kullatut, lakatut, liimatut ja halkeilevat materiaalit. Tutkimuksessa käytetyt materiaalit on säilytetty aiemmin sopivissa olosuhteissa, joten ne olivat kuivia ja puhtaita. Kun pakastettavaksi saapuu objekteja esimerkiksi ulkomuseoista tai epäsuotuisista olosuhteista, objektit voivat olla kosteita ja likaisia, mikä on otettava myös huomioon. Kostunut materiaali on riski pakastettaessa, koska sen koostumus ja rakenne voivat muuttua pakastettaessa, kun kosteus muuttuu laajenevaksi jääksi. Kostuneiden objektien kannattaakin antaa kuivahtaa sisätiloissa, jossa on sopivat olosuhteet (lämpötila/suhteellinen kosteus), ennen kuin ne pakastetaan.

Materiaalit ja objektit eroavat aina koostumukseltaan, iältään, kunnoltaan ja rakenteeltaan toisistaan, mutta tämä tutkimus voi antaa osviittaa, kun pohditaan materiaalien kestävyyttä pakastuksessa. Testinäytteitä kerättiin useamman vuoden ajan ja niistä valikoitui kaikkein mielenkiintoisemmat ja ei niin ”selvät” tapaukset. Tässä työssä haluttiin tutkia ns. vaikeita, epämääräisiä ja kysymyksiä herättäviä tapauksia. Suurin osa testinäytteistä on saatu kollegoiden omista ”kätköistä” eli heidän aikojen saatossa keräämistä materiaalinäytteistä sekä kokoelmista poistetuista museoesineistä, jotka on jätetty konservaatoreiden säilöön myöhemmin käytettäväksi harjoitusmateriaalina. Osalla näytteistä on

siis jo ikää, joka oli tarkoituskin, jotta näytteet vastaisivat autenttista museomateriaalia. Vanhojen testinäytteiden todellista ikää ei lähdetty arvioimaan, koska niistä ei ole min-käänlaisia kontekstietoja saatavilla.

Osa näytteistä tehtiin varta vasten tutkimusta varten. Haluttiin tarkastella kuinka konser-vaattoreiden puussa käyttämät muutamat eri liimat reagoivat pakastukseen. Huonekalu-konservaattori Raimo Savinaista pyydettiin valmistamaan yhteen liimattuja puupalikoita, joissa käytettiin huonekalukonservoinnissa käytettyjä PVA- ja eläinliimoja.

Osa näytteistä on ns. nykymateriaaleja, kuten muovikoristeita, Nokian kumisaappaat, lasinegatiiveja ja vahaliidut. Kansallismuseon kokoelmista löytyy myös paljon uutuusma-teriaaleja kuten muoviesineitä ja muita moderneja objekteja, jotka on otettu uushankin-toina kokoelmiin. Uushankintoina kokoelmiin on otettu esimerkiksi muovinkeräysastia ja kierrätettävä puukuitulusikka.

Mukana tutkimuksessa oli muutama erittäin näyttävä ja koristeellinen kivääri. Aseet tuli-vat tutkimukseen mukaan ensimmäisenä ja ne ovat Kansallismuseon kokoelmaesineitä. Aseet pakastettiin jo ennen muiden näytteiden pakastamista, koska ne siirrettiin Keskus-varastolta Kokoelmakeskukseen jo aiemmin erillisessä projektissa.

Sisälle aseiden metallipiippuun on erittäin hankala nähdä. Kiväärien kädentuet koos-tuivat puusta ja metallista, muu osa aseesta oli metallia. Kädentuen näyttävät koristelut oli valmistettu metallista, jotka oli upotettu puuhun. Kiväärit olivat melko hauraassa kun-nossa, osa koristeluista oli jo osaksi irti tai ir-ronnut. Pohdittiin kestääkö koristelu pakas-tamisen vaurioitumattomana, mutta aseet oli pakastettava niissä piilevän tuholaisriskin vuoksi.



Kuva 10. Koristeellinen ase (testinäyte nro 164) kuvattiin ennen pakastusta ja kuvia verrattiin aseeseen pakastuk-sen jälkeen.

Tässä työssä haluttiin kerätä mahdollisimman kattava kokonaisuus eri materiaaleja, joita tutkitaan. Kaikkia haluttuja materiaaleja ei kuitenkaan ollut saatavilla, mutta muuten tes-tinäytemateriaalien kokonaisuuteen oltiin enemmän kuin tyytyväisiä.

5.2 Näytteiden numeroiminen ja nimeäminen

Näytteet saivat juoksevan numeroinnin numero 1:stä eteenpäin. Kun kuvaaminen aloitettiin, materiaaleja ei jaoteltu tiettyihin ryhmiin, kuten orgaaninen tai epäorgaaninen, koska materiaalien kirjo oli runsas ja aikaa käytettävissä rajallinen määrä. Tutkimuksen aikana käytettävissä ei ollut omaa kameralla varustettua stereomikroskooppia, joten kuvausaika oli silloin, kun kollega ei ollut paikalla, jonka työpisteellä stereomikroskooppi sijaitti. Kuvaukset oli siis tehtävä mahdollisimman tehokkaasti ja nopealla aikataululla. Testinäytteet numeroitiin sitä mukaa kun ne valokuvattiin. Samalla näytteet nimettiin materiaalin mukaan. Näytevalokuvaan merkittiin näytenumero, näytteen nimi, kuvauspäivä-määrä ja mittaskaala. Näytteistä osa oli kokonaisia objekteja kuten esimerkiksi bakeliittinen muki ja vanhat Nokian kumisaappaat. Osa taas oli osa isompaa objektia kuten kulattu keramiikkakipon palanen tai helmikoristeltu tekstiilipalanen. Jotkut näytteet olivat pieniä materiaalinäytteitä suuremmasta materiaalista esimerkiksi kuitunäyte tai pigmenttinäyte. Ne näytteet, joissa tutkittiin kokonaisia esineiden liimauksia, kuvattiin tabletin kameralla eli kaikkia näytteitä ei kuvattu stereomikroskoopilla, koska ne oli helpompi havainnoida kokonaisista valokuvista. Jotkut näytteet kuvattiin sekä stereomikroskoopilla ja kameralla kuten Nokian kumisaappaat. Kun kuvaukset olivat ohi, näytteistä koottiin Excel-tilukko. Näytteet kirjattiin Excel-tilukkoon numerojärjestyksessä. Tilukkoon lisättiin numeron ja nimen lisäksi näytteiden valokuvat ennen ja jälkeen pakastuksen sekä testitulokset. (ks. liite 2).

5.3 Testitulosten tarkastelu

Testituloksia tarkasteltaessa näytteet olivat kestäneet pääosin hyvin. Näytteitä oli hyvin runsaasti ja niiden kuvia ja tuloksia voi tarkastella tarkemmin liitteessä 2. Ensimmäiseksi mainitaan ne näytteet, jotka reagoivat pakkaseen. Jokaisen testinäytetarkastelun jälkeen mainitaan esimerkkiobjekteja, joita on tai ei ole pakastettu Kansallismuseolla. Näytteiden tarkastelussa näytteet on jaettu orgaanisiin ja epäorgaanisiin materiaaleihin. Orgaanisilla tarkoitetaan sellaisia kemiallisia yhdisteitä, jotka sisältävät hiiltä. Epäorgaaniset yhdisteet sisältävät muita alkuaineita, usein metallia ja epämetallia. Orgaanisiksi yhdisteiksi mielletään eloperäiset ja epäorgaanisiksi elottoman luonnon materiaalit. (Salonen 2016.)

5.3.1 Orgaaniset materiaalit

5.3.1.1 Muovi ja kumi

Muovi ja kumi kuuluvat orgaanisiin yhdisteisiin. Ne voidaan jakaa kerta- ja kesto-muoveihin sekä elastomeereihin. Muovit ovat muovattavia, keveitä, lujia ja kestäviä. Muovit ovat joko täysin synteettisiä tai puolisynteettisiä. Täyssynteettiset muovit on valmistettu ainoastaan öljystä. Puolisynteettisten muovien valmistuksessa on käytetty öljyn lisäksi muita luonnosta saatavia aineita, kuten esimerkiksi selluloosaa tai tärkkelystä. Muovien ominaisuuksia voidaan muuttaa halutuiksi erilaisten lisäaineiden, kuten pehmittimien ja täyteaineiden avulla. Lisäksi on kehitetty biopohjaisia muoveja, joiden valmistuksessa ei käytetä öljyä vaan esimerkiksi sokeria tai maissia. (Järvinen.)

Kaikkien muovien pääaine on polymeeri, siinä tapahtuvat muutokset vaikuttavat muovin säilymiseen. Polymeerin tuhoutumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat ilman epäpuhtaudet, ultraviolettisäteily, valo, happi, lämpö ja kosteus. Nämä saavat muovissa aikaan kemiallisia reaktioita, joiden seurauksena polymeeriketjut katkeavat ja muovin koostumus alkaa muuttua. Muita tuhoutumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat kemialliset aineet ja mekaaninen jännitys. Tuhoutumisesta johtuvia muutoksia ovat mm. halkeilu, ”kukkiminen”, värjäytyminen, kupliminen, säröily, pehmeneminen ja haiseminen. Kun kemiallinen tuhoutuminen on alkanut, se on peruuttamatonta. Muovien tuhoutuminen kiihtyy lämpötilan ja suhteellisen kosteuden noustessa. Sopivana lämpötilana useimmille muoveille suositellaan 18–20 °C ja suhteellinen kosteus 30–50 % RH. (Niemi-Pynttari 2004.) Optimaalisia säilytysolosuhteita muoveille luokiteltaessa, olisi ensin selvitettävä muoviesineen materiaali. Jokaisella muovimateriaalilla on oma optimaalinen olosuhde esimerkiksi polyesteri, joka hajoaa reagoimalla veden kanssa, säilyisi optimaalisemmin matalassa RH:ssa kuin esimerkiksi polyeteeni, joka hajoaa pääasiassa hapettumalla. Sen sijaan kaseiiniformaldehydi, joka on valmistettu plastisoimalla (raaka-aineen sulatus) hyötyisi korkeammasta RH:sta, joka estäisi sen halkeilun. Jokaisen muovityypin tunnistaminen olisikin työlästä ja harvoin tarvittavia resursseja on käytettävissä, joten säilytyksessä on mentävä kultaisen keskitien mukaisesti. Kumin ja muovin hajoamista voidaan ennalta ehkäistä käyttämällä säilytystiloissa adsorbentteja kuten aktiivihiiltä, silikageeliä tai zeoliittejä. Niitä voidaan asentaa esimerkiksi suodatinjärjestelmään tai paperikuoressa arkistokelpoisen esinelaatikon sisään. Lisäksi muoviesineitä voidaan säilyttää ilmatiiviissä happiabsorbentoiduissa pusseissa, mutta pussit on vaihdettava viiden vuoden välein, koska ne eivät pysy ilmatiiviinä kauempaa. Tärkeintä muovien säilytyksessä on suojata ne valolta ja liian korkealta lämpötilalta. (Shashoua 2006)

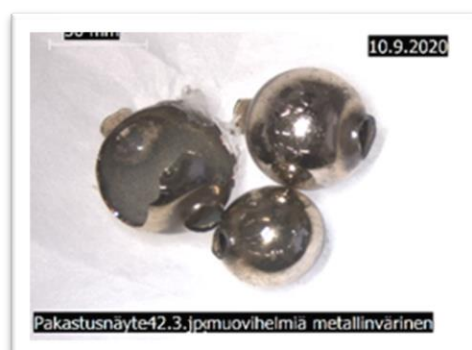
Amazonin intiaanit keksivät käyttää kumipuun kautsua eli luonnonkumia erilaisiksi esineiksi ja tekstiilien kosteussuojaksi jo satoja vuosia sitten. 1800-luvun puolivälissä keksittiin luonnonkumia valssaamalla ja vulkanoimalla teollinen kuminvalmistus. Sen jälkeen erityyppiset synteettiset kumit ovatkin vallanneet kumituotannonalan. Suurin tuotanto on ajoneuvojen renkaat. Eri lisäaineilla voidaan vaikuttaa kumin eri ominaisuuksiin, kuten kovuuteen, kemiankestoon ja lämmönestoon. (<https://www.ravelast.com>.)

Testituloksia tarkasteltaessa, muovinäytteet olivat kestäneet pääosin hyvin. Muovinäytteinä oli erilaisia muovinappeja, muovikoristeita, muovihelmiä, muovipaljetteja, TDK-diski (lerppu) ja muovin palasia. Ainoastaan muovinäyttenumerot 42 (kuva 12) ja 44 (kuva 11) vaurioituvat pakastuksen seurauksena. Molemmat näytteet olivat muovihelmiä. Molemmista helmistä irtosivat palat. Näyttenumero 42:n vaurioitunut helmi oli jo alkujaan huonossa kunnossa. Sen pinnalta kuoriutui muovipinnoitetta ja siitä puuttui noin puolet. Näyttenumero 44:n oli ehjä ennen pakastusta. Helmi kuului niihin näytteisiin, joilla oli jo ikää. Stereomikroskooppi kuvissa ennen pakastusta ei näkynyt halkeamia, joka voisi selittää lohkeamisen. Muovi ei vain kestänyt pakastusta. Se on voinut olla jo ikänsä puolesta niin hapertunut tai heikentynyt. Tutkimuksessa pakastettiin lukuisia muovihelmiä, mutta nämä kaksi muovinäytettä olivat ainoat, jotka vaurioituivat. Jos objektissa on havaittavissa jo ennestään vaurioita, kannattaa välttää pakastamista.

Kuminäytteistä kivikovaksi kovettuneen ja halkeilleen kuminauhan (näyte nro 95) arveltiin murtuvan pakastuksen seurauksena, mutta



Kuva 11. Testinäyte nro 44 muovihelmet.

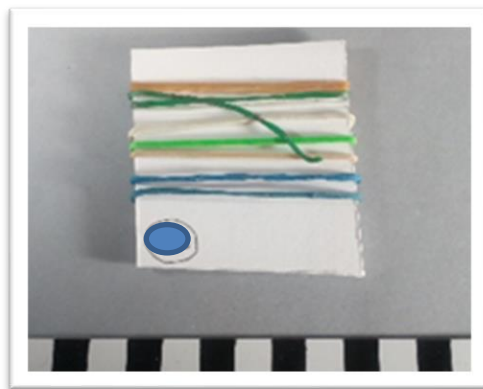


Kuva 12. Testinäyte nro 42 muovihelmet.



Kuva 13. Testinäyte nro 95 kovettunut kuminauha.

se ei reagoanutkaan pakastukseen (kuva 13). Tämän lisäksi sidottiin tavallisia toimistokuminauhoja (kuva 14) pahviarkin ympärille (näyte 165), jotta saataisiin niihin vähän jännitettä. Tällä haluttiin nähdä katkeavatko ne pakka- sessa. Yksi kuminauha viidestä katkesi. Kuminauhat näyttivät melko vanhoilta pintaa havainnoimalla, koska niiden värit olivat jo haalistuneet. Kuminauhojen ikä varmasti vaikutti niiden kestävyYTEEN.



Kuva 14. Testinäyte nro 165 kuminauhat.

Tutkimusta varten kollegalta saatiin vanhat mustat Nokian kumisaappaat, joiden pinta- väri oli alkanut jo muuttua haaleaksi ja rusehtavaksi eli kumi oli selkeästi alkanut ”ikään- tyä” eli tuhoutua. Nokian kumisaappaat on valmistettu luonnonkumista. Kumijalkineiden lisäksi museokokoelmissa voi olla muovista valmistettuja kenkiä. Muovisista kengistä esimerkiksi 60-luvulta, pintamateriaali on alkanut muuttua tahmaiseksi ja ikään kuin su- laa. Tämä johtuu usein siitä, että muovissa olleet pehmitinaineet kulkeutuvat pintaan, mutta eivät haihdu, vaan jäävät pinnalle, jolloin se tuntuu tahmaiselta. Kokoelmista löytyy myös lukuisia kengän osia, kengänpohjia ja kengänkorkoja, jotka ovat valmistettu poly- uretaanista tai vaahtomuovista. Näiden ikääntymiseen liittyy voimakas hapertuminen ja haurastuminen. (Perkiömäki 2021.) Useat kokoelmiin kuuluvat kengänpohjat ovatkin menneet kirjaimellisesti tomuksi ajan saatossa. Kun hapertuneita kenkiä nostaa laati-

kosta, muovinen pohja jää laatikkoon murskana tai tomuna.



Kuva 15. Kuplamuovi, joka on ajan saatossa hajonnut. Kuplamuovi oli pakattu laatikkoon esineiden kanssa 90-luvulla Keskusvarastolla.

Kumisaappaissa ei havaittu muutoksia pakastuk- sen jälkeen, mutta tilanne voi muuttua muutamien vuosien päästä. Vaikka kumi- ja muovi eivät rea- goisikaan välittömästi pakastukseen, vaikutukset voivat näkyä vasta vuosien päästä. Näkyviä tuhou- tumisen merkkejä voidaan havaita jo 5–25 vuoden sisällä (Shashoua 2006). Muoveissa tapahtuu läm- pölaajenemista kuten mittasuhteiden muutoksia. kun esine jäädytetään, jäähdyttämisestä johtuva kutistuminen voi aiheuttaa muoveissa jännitteitä ja muovi saattaa muuttua hauraaksi ja jäykäksi.

(Niemi-Pynttari 2004, 89.) Tästä syystä Kansallismuseolla vältetään pakastamasta kumi- tai muoviohteja (ks. 27, testinäytteet 42 ja 44).



Kuva 16. Bakeliittinen muki testinäyte nro 87.

Mukana oli myös muutama bakeliittinen esine (kuva 16). Bakeliitti luokitellaan muoviksi ja se keksittiin v. 1907. Bakeliitin käyttö oli suosiossa aina 1950-luvulle asti, jolloin sen käyttö hiipui uusien muovien tullessa markkinoille. Nykyisin bakeliittiesineet ovatkin merkittävänä keräilykohteina. (Boldt 2016.) Aito bakeliitti esine voidaan tunnistaa muutamista seikoista. Se painaa enemmän kuin nyky muovu. Lisäksi se voi tuoksua formaldehydille etenkin, jos se kastetaan lämpimään veteen tai sen pintaa hieroo kevyesti. Yksi tunnistus keino on siitä lähtevä tietynlainen ääni, joka syntyy, kun kahta bakeliitti esinettä kopautetaan yhteen. (Wiggins 2019). Yleisesti Kansallismuseolla bakeliittiesineiden pakastamista vältetään, mutta jos se on kiinnittyneenä esineeseen, joka vaatii pakastusta, silloin se pakastetaan. Testeissä ei näkynyt muutoksia bakeliittisille esineille.

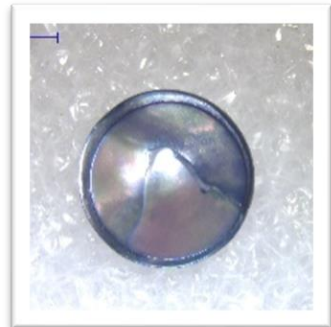
Esimerkkejä Kansallismuseolla pakastetuista muovi/kumi objekteista: henkselit, intialaisia riksoja, kumipohjaisia kenkiä, varvassandaaleja, muovinukkeja, muovisia laukkuja, nappeja, vaatteita ja bakeliittinappeja/nuppeja. **Ei pakasteta:** guttaperkkaobjekteja. (Rajala, 2017.)

5.3.1.2 Sinettilakka, simpukat, kotilot, helmiäinen

Kotiloilla ja simpukoilla on suojanaan kalkkikuori. Helmiäistä muodostuu tiettyjen simpukoiden kuoren sisäpinnoille aragoniittihiutaleista. Helmiäistä erittävät simpukan epiteelisolut (kalsiumkarbonaatti, aragoniitti) tiettyjen simpukkalajien, kuten Abalone-simpukan, vaipan kudoksessa. Vaikka helmiäinen luokitellaan vähemmän arvokkaammaksi kuin helmet, se on ollut tärkeä osa koruja ja koristetaiteita tuhansien vuosien ajan. (AllAboutGemstones.com 2020.) Kauniita kalkkikuoria ja helmiäistä on käytetty ja käytetään koristeina, koruina tai nappeina esineissä, tekstiileissä ja huonekaluissa. Kansallismuseon kokoelmissa löytyy monipuolinen kirjo erilaisia koruja, tekstiilejä ja esineitä, joista löytyy kotiloita, simpukoita tai helmiäistä.



Kuva 17. Testinäyte nro 66 sinettilakka simpukankuorella.



Kuva 18. Testinäyte nro 3 helmiäisnappi.

Sinettilakkaa (kuva 17) on valmistettu ja valmistetaan vahasta, shellakasta, si-
nooperista ja hartsista. Sinettilakasta valmistettiin sinettilakkatankoja, jota su-
latettiin kirjeiden, asiakirjojen tai pakettien sinetöimiseksi ja päälle painettiin
henkilökohtainen tai yhteisön leimasimeen tai
sormukseen tehty leimasinkuva, joka nykypäi-
vänä vastaa allekirjoitusta. Sinettilakkaa on käy-
tetty tuhansia vuosia, mutta erityisesti sitä käy-
tettiin keskiajalla, jolloin luku- ja kirjoitustaito oli
vähäistä. (Männikkö 2001.)



Kuva 19. Testinäyte nro 89 linnun-
muna.



Kuva 20. Testinäyte nro 90 sarvi.

Testinäytteet nro 66, 68 ja 69 vanhat sinettilakat
simpukankuorella, olivat pahoin halkeilleet kuivut-
tuaan aikoinaan. Näille halkeamille ei kuitenkaan
tapahtunut pakastuksesta lainkaan uusia muu-
toksia kuten uusia halkeamia tai lohkeamia. Li-
säksi testattavissa materiaaleissa oli mukana
kirjo erilaisia simpukoita, kotiloita, hammas, sarvi,
linnunmuna, höyheniä ja helmiäisnappeja, jotka
aina mietityttävät ennen pakastamista. Näitä mate-
riaaleja löytyy hyvin runsaasti varsinkin etnografisista kokoelmista. Nämäkin
kaikki säilyivät vaurioitumattomina.

Esimerkkejä Kansallismuseolla pakastetuista objekteista: ompelukoneet (Singer) ja
aseet, joissa upotettua helmiäistä, luuluistimet, kaivauslöytöjä, karhunkallo, poron-, leh-
män- ja antiloopin sarvia, sulkakoristeita, hainhampaat, kalebassisoittimia, syöksyham-
paita, kivistä ja kookospähkinän kuoria. Huom. Jos helmiäisessä on halkeamia, ei
pakasteta. **Tapauskohdaiset harkinnat!** (Rajala 2017.)

5.3.1.3 Puu

Näyttävät ja koristeelliset aseet olivat ensimmäi-
set, joita testattiin ennen varsinaisen tutkimuk-
sen aloittamista (kuva 21). Kiväärin käden sija oli
puuta ja jossa oli luu- ja metallikoristeluja. Kivää-



Kuva 21. Testinäyte nro 167 koristeellinen ase,
joka oli jo valmiiksi hauraassa kunnossa.



Kuva 22. Testinäytteet nro 166 koristeellinen ase. (kuva 22).

rit valokuvattiin tarkasti ennen pakastusta. Pakastuksen jälkeen aseita verrattiin asetutkija Aki Piesalan kanssa pakastusta ennen otettuihin valokuvaiin. Aseet säilyivät vahingoittumattomina, mikä oli melko yllättävää niiden huonoon kuntoon nähden. Aseet oli säilytetty niille suotuisissa olosuhteissa, mikä varmasti edesauttoi niiden kestävyyttä. Jos kädentuen puu olisi ollut vähääkään kostea, lopputulos olisi luultavimmin voinut olla hyvinkin toisenlainen

Konservaattori Savinaisen liimaamat puupalikat (kuva 23) kestivät hyvin pakastuksen. Niiden lujuuden kestoä testattiin niin, että yhteen liimatut palaset yritettiin irrottaa toisistaan käsivoimin. Liimoina käytettiin Pvac-dispersioliimaa (yksikomponenttinen kosteuden kestävä), kylmää kalaliimaa (nestemäinen) ja nahkaliimaa (ei synteettinen). Nahkaliima on valmistettu eläimen teurasjätteestä (nahka, luu, sarvet) ja sen koostumus on rakeinen, kunnes se turvotetaan, jonka jälkeen se lämmitetään vesihauteessa liimaksi ja ohennetaan vedellä käyttötarkoituksen mukaan. Liimattujen puupalikkapalasten irrottaminen toisistaan ei onnistunut. Palaset pysyivät hievahtamatta paikoillaan. Joka tietysti on positiivinen tieto. Tässä tutkimuksessa liimaukset ja puumateriaali olivat tuoreita, joten liimauksen lujuus on varmasti huippuluokkaa. Kun puu ja liimaukset kuivuvat ja haurastuvat ajan myötä, tilanne voi olla aivan toisenlainen. Työsämme siitä on jo aiempaa kokemusta. Erään pakastuksen seurauksena, vanhasta pianosta irtosi pohjasta kaksi liimattua puupalaa. Arvelimme, että niiden liima oli päässyt jo pahoin kuivumaan ja haurastumaan ajan myötä, jonka seurauksena palojen liimaus ei kestänyt olosuhtemuutoksia. Tutkimuksessa oli mukana myös eri lajeja puunäytteitä ja siemeniä, niissä ei havaittu muutoksia.



Kuva 23. Testinäyte nro 72 nahkaliimalla liimatut puupalikat.

rastuvat ajan myötä, tilanne voi olla aivan toisenlainen. Työsämme siitä on jo aiempaa kokemusta. Erään pakastuksen seurauksena, vanhasta pianosta irtosi pohjasta kaksi liimattua puupalaa. Arvelimme, että niiden liima oli päässyt jo pahoin kuivumaan ja haurastumaan ajan myötä, jonka seurauksena palojen liimaus ei kestänyt olosuhtemuutoksia. Tutkimuksessa oli mukana myös eri lajeja puunäytteitä ja siemeniä, niissä ei havaittu muutoksia.

Esimerkkejä Kansallismuseolla pakastetuista objekteista: lakattuja aasialaisia huonekaluja, viilupintaisia lipastoja, kultauksilla koristeltu kustavilainen sohva, rumpuja, eläimen vatsalaukuista tehtyjä säkkipillejä, pinnoitetut leilit, aseet, puukot ja työkalut. **Tapauskohtaisesti:** aasialaiset lakkatyöt mm. urushi-lakka. (Rajala 2017.)

5.3.1.4 Vaha

Vaha on yhdistelmä orgaanisia yhdisteitä. Erilaisia luonnonvahoja tuottavat tietyt kasvit ja eläimet. Vahan koostumus riippuukin paitsi lajista myös organismin maantieteellisestä sijainnista. Tunnetuin eläinvaha on mehiläisvaha. Öljystä johdettua vahaa on mm. parafiinivaha, jota käytetään elintarvikkeissa, kuten purukumissa ja kynttilöissä. Jotkut vahat syntetisoidaan krakkamalla polyetyleniä $400\text{ }^{\circ}\text{C}$: ssa. Krakkauksella tarkoitetaan hiilivetyjen pätkimistä korkean lämpötilan ja katalyyttien avulla (Tekniikka & talous 2008). Polyeteeni- ja polypropyleenivahojen pääasiallinen käyttö on muovien väriaineiden valmistuksessa. (Green Chem Coatings 2019.)



Kuva 24. Testinäyte nro 153 intialaiset kynttilät.

Mukana testauksessa oli intialaisia kynttilöitä (kuva 24), vahaliitu, "vahapallukat" (kuva 25) ja vahamuotti. Pääasiassa pyrimme välttämään vahan pakastamista. Haluttiin kuitenkin testata kuinka vahamateriaalit reagoivat pakastukseen. Ohuet testikynttilät laitettiin suojakuoreen ja kuori laatikkoon pakastuksen ajaksi. Intialaiset kynttilät selvisivät vaurioitumattomina ensimmäisen pakastusjakson. Toisen pakastusjakson jälkeen huomattiin vaaleanpunaisen kynttilän pieniä paloja suojakuoren sisällä. Kynttilä oli vaurioitunut pakastuksen seurauksena. Muut vahaesineet säilyivät vaurioitumattomina.



Kuva 25. Testinäyte 53 "vahapallukat".

5.3.1.5 Nahka

Nahkanäytteitä oli useita (kuva 26). Näytteinä oli pieniä paloja nahkaa eri eläimistä kuten porosta ja vuohesta. Nahkapalat olivat hyvässä kunnossa. Ominaisuuksiltaan ne olivat joustavia ja notkeita. Nahka kuuluu normaalisti pakastettaviin materiaaleihin, joten tämä tulos ei tuottanut yllätyksiä. Kaikki nahkanäytteet pysyivät muuttumattomina.



Kuva 26. Testinäyte nro 85 nahka.

Esimerkkejä Kansallismuseolla pakastetuista objekteista: turkissaappaat, satulat, poronahkareput, merimetsopäähine, käärmennahkalaukku, täytetty hauki ja täytetty krokotiili. (Rajala 2017.)

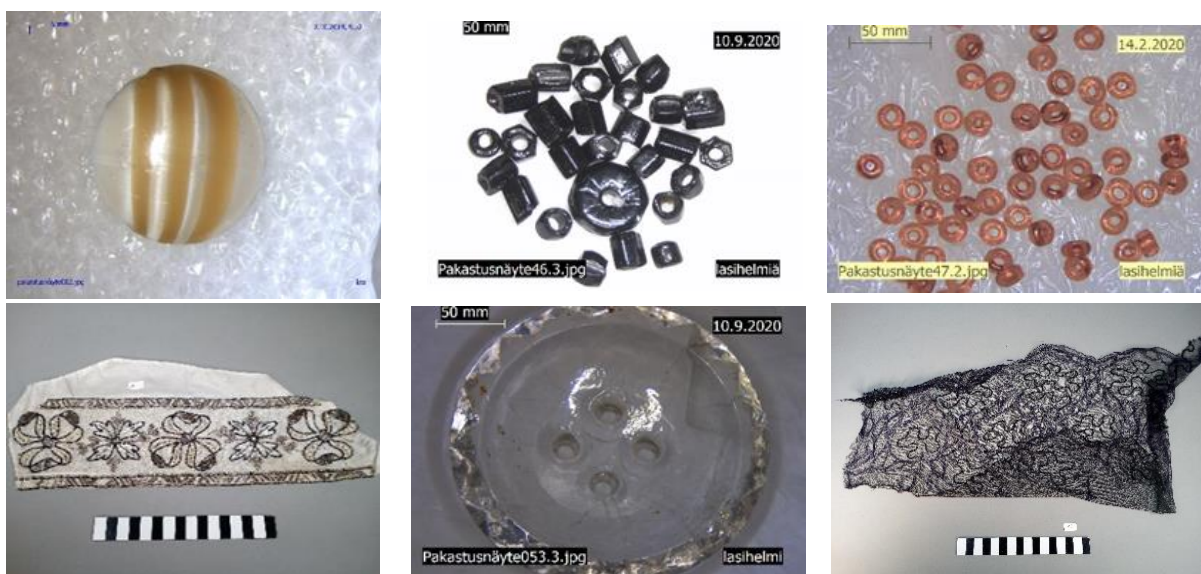
5.3.2 Epäorgaaniset materiaalit

5.3.2.1 Lasi

Lasimateriaaleista testinäytteiksi valikoitui kuvaton lasinegatiivi. Haluttiin tarkastella kestääkö ohut lasi pakastuksen. Usein kuulee, ettei lasinegatiiveja saisi pakastaa. Lasinegatiivit säilytetään silkkipaperikuorissa, paperikuorissa ja arkistolaatikoissa, jotka ovat alttiina tuhohyönteisille. Asiaa tiedusteltiin tarkemmin Museoviraston paperikonservattoreilta, joilta saatiin hieman tarkempaa tietoa. Lasinegatiiveja ei yleisesti pakasteta ja ne pyritään poimimaan muun aineiston joukosta pois. Aiheesta oli olemassa puolesta ja vastaan olevia artikkeleja, mutta päällimmäiseksi oli noussut, että lasin pitää olla hyväkuntoinen, jos se pakastetaan. Asiaa on jo pidempään pohdittu Museovirastolla ja joitain negatiiveja on testattu käytännössä, mutta edelleen negatiivien pakastamista pyritään välttämään ennen kuin saadaan varmempaa tietoa asiasta. Negatiivin kestävyyyteen vaikuttavat lasin koostumus, negatiivin valmistustapa ja lasinegatiivityyppi. Lisäksi negatiivien emulsiot saattavat olla osittain irronneita tai lasissa saattaa olla halkeamia, jotka saattavat lisätä vaurioitumisriskiä.

Tässä tutkimuksessa mukana ollut lasinegatiivi ei vaurioitunut pakastuksesta. Testinegatiivin koostumusta tai tyyppiä ei pystytty määrittelemään, ainoastaan, että negatiivi oli hyvässä kunnossa ennen pakastamista. Ulkoisia vaurioita ei ollut näkyvillä. (Tiainen & Tikkanen & 2020.) Tutkimuksessa oli mukana myös iso joukko erilaisia lasihelmiä ja lasinappeja, joita tavataan paljon museokokoelmissa koristeina sekä tekstiileissä että esineissä. Kaikki lasihelmet säilyivät vahingoittumattomina. Tämä tulos oli positiivinen yllätys. Jos objektissa on lasihelmiä (kuva 27), pyritään niiden pakastamista välttää, jos se vain on suinkin mahdollista. Jos lasihelmiä on jouduttu pakastamaan, ne ovat kylläkin säilyneet ehjinä. Tämä tulos kuitenkin vahvisti asiaa, lasihelmet säilyvät pakastuksesta.

Kuitenkin lasihelmien kohdalla varmasti on poikkeuksia, jos lasissa on halkeamia tai lasisairautta^[4]. Näytteissä niitä ei valitettavasti ollut havaittavissa. Olisikin ollut mielenkiintoista nähdä, kuinka jo vaurioituneet näytteet olisivat reagoineet pakastukseen.

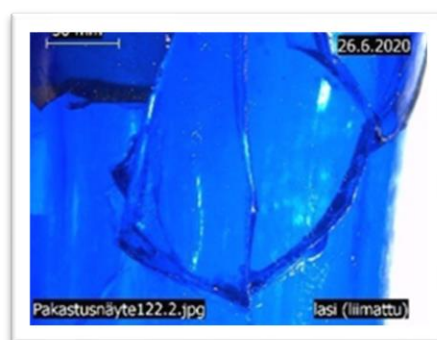


Kuva 27. Testinäytteet nro 2, nro 46, nro 47, nro 78, nro 64 & nro 53, lasihelmiä, lasihelmikoristelua tekstiilissä ja lasinapit.

^[4]Jos lasin raaka-aineita ei ole sekoitettu oikeassa suhteessa, massasta ei tule pysyvä. Esimerkiksi jos soodaa on liikaa, alkaa se erottua pintaan. Sooda imee itseensä vettä. Tuloksena on emäksinen rasvaiselta tuntuva pinta. Vähitellen, kymmenien/satojen vuosien kuluessa lasi hajoaa. Toistaiseksi ei tunneta tapaa, jolla hajoamisen voisi pysäyttää. (Suomen lasimuseo.)

5.3.2.2 Keramiikka ja lasi

Mukana testauksessa oli liimattua keramiikkaa (kuva 29) ja liimattua lasia (kuva 28). Liimauksiin käytetyistä vanhoista liimoista ei valitettavasti ollut tarkempaa tietoa. Pääosin keramiikkaa tai lasia ei pakasteta, mutta haluttiin testata näytteitä, kun niitä oli saatavilla. Aiemmin kokoelmista oli poistettu vanhaa kiinalaista keramiikka-astiasiaa huonon kunnon vuoksi. Astiat kuitenkin säilytettiin, jotta niitä voidaan käyttää konservoinnissa testimateriaalina. Haluttiin testata kuinka vanhat liimaukset ja keramiikka reagoisivat pakastukseen. Kuinka kävisi astioiden rakenteelle? Hajoaisivatko ne pakkasessa. Lisäksi osassa astioissa oli kultauksia koristeena. Haluttiin nähdä kuinka keramiikan kultaukset



Kuva 28. Testinäyte nro 122 liimattua lasia.

reagoivat. Yllätykseksi astiat säilyivät vahingoittumattomina. Vanhat kellastuneet liimaukset astioissa olivat kestäneet ja kultaukset olivat ennallaan.



Kuva 29. Testinäytteet nro 142, nro 144 & nro 34, liimattua keramiikkaa.

5.3.2.3 Kivet

Kansallismuseolla on pakastettu huokoisesta kivistä tehtyjä esineitä, koska niissä piilee hyönteisriski. Koloihin on voinut piiloutua tuholaisia. Hyviä huokoisia kivenäytteitä (hohkakivi^[5]) ja muutamia muita (kvarts^[6]) saatiin testattavaksi (kuva 30). Oli mielenkiintoista testata huokoisen ja hauraan hohkakiven-kestävyys, murtuisiko siitä palasia. Kivet eivät reagoineet pakastukseen vaan pysyivät muuttumattomina. Näytteet oli säilytetty kuivissa olosuhteissa (RH 48-52 %) ja laatikossa, joten niiden rakenteissa ei ollut kosteutta, joka olisi voinut aiheuttaa niille vaurioita.



Kuva 30. Testinäytteet nro 125, nro 126 & nro 128.

[5] Hohkakivi on runsaasti kaasurakkuloita sisältävää jähmettynyttä laavaa. Hohkakivi on mineraalikoostumukseltaan tavallisesti lipariittia tai trakyyttiä, toisinaan myös andesiittia ja dasiittia. Hohkakivi on niin huokoista ja kevyttä, että se voi kellua veden pinnalla. (Kiviopas.fi.)

[6] Kvartsi, yksi yleisimmistä kivilajeja muodostavista mineraaleista, kovuus on 7 (luokat 1–10). Kvartsia louhitaan pegmatiitti- ja kvartsiesiintymistä ja sitä käytetään mm. lasi-, posliini- ja metallurgisen sekä kemianteollisuuden raaka-aineena. Kvartsia esiintyy useina väri- ja rakennemuunnoksina (Kiviopas.fi.)

Esimerkkejä Kansallismuseolla pakastetuista objekteista: isoja lasivitriinejä, peilejä, lasikärkiset keihäät, lasihelmiä, myllynkivet, kivikirveet, nuolenkärjet, aurinkokello ja ruukun palasia. **Ei pakasteta:** marmori, kipsipohjaiset kehykset, elohopeapeilit. **Tapauskohtaisesti:** aitokullatut, peilit. (Rajala 2017.)

6 YHTEENVETO

6.1. Tutkimuksen yhteenveto

Opinnäytetyön aihe lähti aivan peruskokoelmatyön ohella muodostumaan ajatuksissani jo vuosia sitten. Kun ajatus kypsyi mielessäni, en ollut silloin vielä varma, lähdenkö suorittamaan konservoinnin YAMK- tutkintoa. Mutta kun siihen tuli tilaisuus, en voinut jättää tilaisuutta käyttämättä, koska aihe tuntui niin mielenkiintoiselta. Aihe lähti helposti muodostumaan kysymyksistä, joita kohtaamme työssämme ja tarpeesta saada niihin vastauksia. Varsinkin kun aiheeseen ei ollut täsmällisiä vastauksia olemassa. Ainakaan en onnistunut löytämään täysin vastaavanlaista tutkimusta aiheestani. Aiheeseen olikin helppo tarttua, koska minulla oli siitä jo entuudestaan kokemusta työssäni Kokoelma- ja konservointikeskuksessa. Aiheesta saisi paljon laajemmankin, jos siihen olisi ollut enemmän resursseja eli tässä tapauksessa aikaa. Tällaiseen työhön voisi käyttää vuosia, koska olisi ollut toivottavaa tarkastella näytteitä pidemmän ajan päästä. Vaikka työni materiaalinäytemäärä oli melko rajallinen, kattaus oli kuitenkin mielestäni monipuolinen. Kaikkia työssämme eteemme useimmiten vastaan tulevia eri materiaaleja päästiin testaamaan ja se oli pääasia.

Aiheeni oli tietysti minusta erittäin mielenkiintoinen, koska se koskettaa hyvin läheltä työtäni. Saisinko vastauksia meitä arveluttaviin materiaaleihin? Voisiko tuloksiin luottaa? Auttaisiko tutkimukseni meitä työssämme? Täytyy muistaa, että jokainen materiaalinäyte on yksilö, jokaisen näytteen koostumus, kunto ja rakenne ovat yksilölliset, johon ovat

vaikuttaneet mm. ikä, valmistustapa tai olosuhteet, joissa se on aiemmin ollut. Tämä pakastustutkimus onkin vain suuntaa antava. **Painotan edelleen, että jokainen objekti tai materiaali on arvioitava tapauskohtaisesti.**

Vaikka tutkimus antoiakin enimmäkseen positiivisia tuloksia ja suuremmilta vaurioilta vältyttiin, jatkamme työtämme niin kuin ennenkin. Jokainen objekti on yksilö ja se arvioidaan sen mukaan. Kuitenkin nyt varmemmin mielin. Opinnäytetyössä tutkimani kirjallisuus ja tehdyt testit tukevat sitä mitä olemme jo työssämme tehneet, pakastaneet rohkeasti, riskejä ottaen. Pakastettuja riskiobjekteja seurataan vielä tulevaisuudessakin Muskatti-ohjelman avulla. Kansallismuseolla pakastetut objektit kirjataan tarkasti MuseumPlus-koelmanhallintajärjestelmään, josta voi helposti tarkastaa objektien pakastamisajankohdan tai pakastamiskerrat tarvittaessa.

Työ oli helposti toteutettavissa ja edullinen, mutta aikaa vievä. Näytteiden kuvaaminen oli tutkimuksen aikaa vievin ja hitain työvaihe. Yhden näytekerroksen kuvaamiseen kului n. 14 tuntia eli yhteensä näytteiden kuvaamiseen kului noin 56 tuntia. Tutkimuksen toteutuksessa etuna oli käytössä olleet laboratorioarkkupakastin, kameralla varustettu stereomikroskooppi ja mikroskoopin tietokoneohjelma, jota kaikilla museoilla ei ole käytettävissään. Lisäksi kaikissa museoissa, varsinkin pienemmissä, ei välttämättä ole käytettävissä muiden kollegoiden tukea. Kollegoiden apu oli välttämätöntä. En olisi saanut kerättyä niin paljon näytteitä ilman heitä. Sain apua myös stereomikroskooppiohjelman käytössä sekä paljon muuta kullan arvoista tietoa, joka auttoi työssä eteenpäin. He jakoivat pölyyytellä vanhoja kansioitaan ja etsiä minulle vastauksia kysymyksiini. Heidän kokemuksiansa pohjalta sain paljon tietoa, jota pystyin käyttämään hyväkseni työssäni.

Opinnäytetyössäni mainitut artikkelien antamat tulokset ja huomiot olivat positiivisia ja tukevat työtämme. Oli ehkä hieman yllättävää, kuinka kestäviä materiaalit todellisuudessa ovat. Olin myös odottanut muutoksia tapahtuvan enemmän näytteille. Testien tulokset olivat tietysti positiivinen yllätys. Kumi, muovi ja vaha olivat heikoimmin kestäviä materiaaleja, jotka eivät yllättäneet. Koitamme aina välttää niiden pakastamista, jos se vain on mahdollista. Isoin yllätys oli jo pahoin halkeilleet ja kuivuneet testimateriaalit. Ne kestivät pakastamisen hyvin. Pakastusprosessin tarkka noudattaminen sovittujen käytänteiden mukaan onkin äärimmäisen tärkeää. Jokainen vaihe on tehtävä huolellisesti ja tarkasti, oli se sitten objektien suojaaminen tai lämmön tasaaminen. Jos prosessi tehdään huolella ja hyvin, voi hauraammatkin materiaalit tai objektit säilyä pakastamisesta vahingoittumattomina. Jos yhdestäkin vaiheesta lipsutaan ja se tehdään huolimattomasti

tai kiireellä, seuraukset voivat olla tuhoisia. Olisikin mielenkiintoista tarkastella testinäyttemateriaaleja, jos pakastusprosessi tehtäisiin virheellisesti, esimerkiksi suojaus tehtäisiin huolimattomasti tai lämmöntasaus liian nopeasti. Kuinka testimateriaalit sitten reagoisivat. Tätäkin olisi mielenkiintoista tutkia.

6.2 Tästä eteenpäin

6.2.1 Tuholaistorjunta kokoelmatiloissa

Tuholaisia tulee aina olemaan, sen olemme huomanneet uusissa moderneissa tiloissammekin. Tuhohyönteisiä on päässyt tunkeutumaan avoimista ovista tai ilmanvaihtokanavia pitkin. Nyt meillä on kuitenkin valtavan hyvät resurssit niiden torjumiseen. Meillä on hyvin laaja valikoima erilaisia tuholaisansoja sekä jyrsijöille, ryömiville että lentäville hyönteisille. Tuhohyönteisansat vaihdetaan vuoden välein ja niistä löydettyistä hyönteisistä pidetään tarkkaa kirjanpitoa. Lisäksi tiloissa suoritetaan kerran vuodessa ulkopuoliselta yritykseltä tilattu lattiatasoon tehtävä myrkytys.

Nykyisissä tiloissa objektit ovat aina asian mukaisesti puhdistettu ja pakattu sekä ne säilytetään optimaalisissa olosuhteissa. Tilojen olosuhteita eli lämpötiloja ja RH:ta seurataan reaaliaikaisesti. Jos olosuhdeseurannassa olevan tilan olosuhteet ylittyvät asetuista raja-arvoista, välittyy siitä tieto välittömästi kiinteistöä hoitaville tahoille ja siihen pystytään reagoimaan välittömästi. Orgaanisten tilojen lämpötila pidetään $+18 (\pm) 2\text{ °C}$ ja RH 50 $(\pm) 2\%$ raja-arvoissa ja epäorgaanisten tilojen lämpötila $+18 (\pm) 2\text{ °C}$ ja RH 35 $(\pm) 2\%$. Tuholaisille riskialttiimmat eli houkuttelevimmat objektit kuten turkikset ja elintarvikkeet säilytetään kylmiöissä ($+10\text{--}12\text{ °C}$), joiden lämpötilassa tuholaiset eivät viihdy eivätkä pysty toimimaan tai lisääntymään. Resurssit kokoelmien optimaaliseen säilytykseen ovat huippuluokkaa. Suurimmat riskitekijät kokoelmille ovat käynnissä olevat kokoelmien massasiirrot, mutta olemme parhaamme mukaan varmistaneet, ettei tuholaisia pääse uusiin kokoelmatiloihin tiukasti sovittujen käytänteiden mukaan toimien.

Objektit tulevat paikasta, jossa on ollut aiemmin aktiivista tuholaisongelmaa, joten tuholaiden siirtymiseen kokoelmien mukana liittyy riskejä. Edelleen prioriteetti on, etteivät tuholaiset pääse uusiin kokoelmatiloihin. Joten jatkamme objektien pakastamista silläkin uhalla, että vaurioita voi syntyä. Kuitenkin niin, että jos vaurioituminen on itsestään sel-

vää tai vaurioitumisriski on erittäin suuri, objekteja ei pakasteta, vaan ne jäävät tarkkailtavaksi karanteenitiloihin tai odottamaan vaihtoehtomenetelmää pakastuskäsittelylle siirrettäväksi viimeisten joukossa. Vaihtoehtomenetelmäksi on kaavailtu hapettomia käsittelyjä kuten hiilidioksidi- tai typpikaasutuskäsittelyjä (kammio). Mutta tämä on vasta aluillaan, koska siihen liittyy paljon lainsäädännöllisiä ja lupa-asioita.

6.2.2 Testinäytteet tulevaisuudessa

Koska näytteiden testiaika oli lyhyt, näytteiden tarkkailua voisi jatkaa uudelleen muutamman vuoden tai vuosikymmenen päästä. Silloin ne olisi hyvä taas kuvata ja vertailla aiemmin otettuihin valokuviin. Näytteiden joukossa on paljon mielenkiintoisia materiaaleja ja olisikin mielenkiintoista nähdä, ovatko ne reagoineet pidemmällä aikavälillä pakastukseen. Suurin osa testimateriaaleista olivat ennen pakastustestejä erittäin hyvässä kunnossa ja vain muutamien näytteiden kunto oli jo alkanut haurastua. Näytteitä on säilytetty aiemmin vakaissa olosuhteissa ja tullaan jatkossa säilyttämään materiaalivarastossa Kokoelmakeskuksessa, joten säilytysolosuhteiden ei pitäisi vaikuttaa niihin kovinkaan merkittävästi.

Toivon, että voisin mahdollisesti jatkaa tutkimuksiani joskus tulevaisuudessa. Näytteitä olisi mielenkiintoista tarkastella uudemman kerran muutamman vuoden päästä. Lisäksi tutkimukseen voisi lisätä loputtomasti uusia testinäytteitä. Materiaalikirjo on ehtymätön, joten tutkimus voi olla loputon. Tai jos en itse jatka, ehkä joku muu voisi jatkaa siitä mihin jäin.

Kiitokset!

Kiitos mahtaville työtovereilleni ja kollegoilleni Ahlfors Vuokko, Karinko Kristiina, Karponen Aki, Klaavu Pia, Piesalo Aki, Rajala Heidi, Reijonen Henni, Savinainen Raimo, Sinisalo Henna, Teräkoski Mari, Erika Tiainen ja Eeva-Maria Tikkanen, joita ilman en olisi saanut kasaan näin monipuolista testinäytekatausta sekä kaikista viisaista neuvoista ja opastuksista, joita teiltä sain. Kaikilla pitäisi olla yhtä ihania kollegoita, jotka ovat pyyteettömästi ja innokkaasti valmiita auttamaan. Kaikille suurkiitos!

Kiittäen Asta

Lähteet

Ahlfors Vuokko, Karinko Kristiina, Kansallismuseo tekstiilikonservaattorit, 2020: sähköposti

Alén Raimo: Kokoelma orgaanisia yhdisteitä, s. 27. Consalen Consulting, 2009

Boldt, Jurgen 2006, <http://www.bakelitmuseum.de/home/home1024e.htm/> History bakelite

O. Biström, L. Huldén, J. Kullberg, J. Muona, G. Ståhls-Mäkelä, J. Terhivuo, L. Voutilaine, Suomen museoliitto, Helsinki 2005; Rohmut ja riesat, Suomen museoliiton julkaisu 55

Carrlee Ellen, Journal of the American institute for conservation 2003, 141–166; Does low tempura pest management cause damage? Literature review and observational study of ethnographic artifacts

Collection Forum, Jan-Erik Berhg, Karl-Martin V. Jensen, Monika A Kerlund, Lise s. Hansen and Martin Andre 2006, 144–152: A Contribution to standards for freezing as pest control method for museums.

Conserve O Gram, July 1994, 3/6: An Insect Pest Control Procedure: The Freezing Process

Elastomeerit; <https://www.ravelast.com./konserni/tutkimus-ja-kehitys-2/kumi-elastomeerit.html>

Green Chem Coatings 2019 <http://www.greenchemcoatings.com/what-is-wax/>

<https://www.greelane.com/fi/science-tech-matematiikka/tiede/definition-of-hydrolysis-605225/> Julkaistu 13 January 2019, Mikä on Hydrolyysi?

<https://yle.fi/uutiset/3-7121762>, Kulttuuri 6.3.2014; Ihan jokainen vanha esine ei kelpaa maakuntamuseoon

Ilmatieteenlaitos, teematietoa. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus#17>

Jyväskylän yliopisto, Koppa; empiirinen tutkimus. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/empiirinen-tutkimus>

Keskiaikainen sinettilakka <http://web.archive.org/web/20090104233655/http://www.tku-koulu.fi/tiimalasi/sinetti.html>

Kivet ja mineraalit A – Ö Kiviopas.fi.

Kokoelmatilat ja pakastin, <https://sivistysvantaa.fi/vantaankaupunginmuseo/artikkelit/ko-koelmat/artikkelisivu.html>

Lasitietoa museoille, <https://www.suomenlasimuseo.fi/glass-links-1>

Muovit; <https://peda.net/kouvola/perusopetus/koulut/myllykoskenyhteiskoulu/oppiaineet/kemia/9-kemia/muovit>

Muovit; <https://peda.net/p/Markku%20J%C3%A4rvinen/kemia/testi/muovit>

Museovirasto, Mirva Mattila, Marianna Kaukonen, Ulla Salmela 2005, s. 161; Opas paikallismuseon hoitamiseen https://www.museovirasto.fi/uploads/Museoalan_kehittaminen/opas-paikallismuseon-hoitamiseen.pdf

Männikkö Kyllikki 2001, Puolalanmäen lukio; <http://web.archive.org/web/20090104233655/http://www.tkukoulu.fi/tiimalasi/sinetti.html>

Niemi-Pynttari Sanna, 2004 (s. 29–30, 36, 101), Muoviesineiden konservoinnista, opinnäytetyö EVTEK.

Ojajarju, Eva, Kansallismuseon tekstiilikonservaattori 1980-luku, muistelmat pakastuskäytänteistä. Kansallismuseon kansio.

Olsen Lars-Henrik, Sunesen Jakob 2005; Pikkuötökät talossa ja puutarhassa. Gummerus kustannus Oy 2006.

Organic gems; https://web.archive.org/web/20120622032828/http://www.allaboutgemstones.com/organic_gems_mother-of-pearl.html

Orgaaniset ja epäorgaaniset yhdisteet; <http://pintakilta.weebly.com/orgaaniset-ja-epaumlorgaaniset-yhdisteet.html>

Rajala Heidi, Kansallismuseo Intendentti 2020; sähköpostitiedonanto

Rajala Heidi 15.3.2017, päivitys Rajala Heidi, Karinko Kristiina, Pyysalo Asta 2017, päivitys Kokoelmakeskustyksikkö 2018, Kansallismuseo. Pakastetut esineet materiaaleittain

Salonen, Anna 9.2.2016 <http://pintakilta.weebly.com/orgaaniset-ja-epaumlorgaaniset-yhdisteet.html>

Scott Polar Research Institute, The Polar Museum: news blog
<https://www.spri.cam.ac.uk/museum/news/conservation/2015/09/29/its-freezing/>

Shashoua Yvonne 2014, A Safe Place, Storage Strategies for Plastics, Conservation of Plastics issue.

Shashoua Yvonne 2006, National Museum of Denmark, department of conservation; Plastics, Chapter 8,

Solutions low temperature treatment, <https://museumpests.net/solutions-low-temperature-treatment/>

Stick, turkiskuoriainen vai koi? https://stick.fi/blogi/turkiskuoriaiset/?gclid=Cj0KCQiAwf39BRCCARIsALXWETw4CYcDTbKExGIEZwrDmvKcvfaC8tIn-MNWPLEPIsa5wVEvTbwk8FsaAgG6EALw_wcB#Turkiskuoriainen%20vai%20koi?

Siltala Jouni, Rentokil, Technical Manager, 2019, suullinen tiedonanto

Sinisalo, Henna. Helsingin yliopistomuseo, amanuenssi. 19.2.2020; Museotyön vaarat ja haitta-aineet; Facebook-ryhmä.

Sinisalo, Henna. Helsingin yliopistomuseo, amanuenssi 2020. Museokokoelmien vaaralliset aineet ja esineet sekä niiden käsittely.

Strang, Tom and Kigawa, Rika. "Combating Pests of Cultural Property." *Canadian Conservation Institute, Technical Bulletin 29*, 2009

Strang, Tom. "Controlling Insect Pests with Low Temperature" Canadian Conservation Institute Note 3/3, 1997, päivitetty 2008

Tekniikka & Talous 12.3.2008; Käyttökelvottomasta raakaöljystä syntyy pian polttoainetta, <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/kayttokelvottomasta-raakaoljysta-syntyy-pian-polttoainetta/d26b241d-47cc-3a54-aec8-f411d8906523>

Tiainen, Erika & Tikkanen, Eeva-Maria, Museovirasto, paperikonservaattorit 5.10.2020, Lasinegatiivien pakastus; sähköpostitiedustelu.

Vähä, Ville 11.4.2017, Erälehti, <https://eralehti.fi/2007/04/11/ilmat-pois-elintarvikkeista/> Ilmat pois elintarvikkeista

Western Australian museum: Freezing objects; <https://manual.museum.wa.gov.au/freezing-objects>

Wiggins Pamela 2019: 6 tapaa tunnistaa bakeliitti, <https://www.thesprucecrafts.com/ways-to-identify-bakelite-148495>

Kuvaluettelo:

Kuva 1. Hiiri pesiytynyt laatikon sisään tehden pesän kastemekkoon. Hiiri oli kuollut laatikon sisään. Kastemekko jouduttiin poistamaan Kansallismuseon kokoelmista. Kuva: Mari Teräkoski 2020, Kansallismuseo

Kuva 2. Tupajumi jättää jälkeen sahanpurua. Kuva: https://fi.wikibooks.org/wiki/Paikallismuseon_kokoelmien_hoito/Tavallisimmat_tuholaiset#/media/Tiedosto:Tupajumin_sy%C3%B6ntipurua_reen_jalaksissa.jpg

Kuva 3. Papintappajan toukka. Kuva: Metsäinfo, Antti Pouttu

Kuva 4. Koin syömä takki. Kuva: https://fi.wikibooks.org/wiki/Paikallismuseon_kokoelmien_hoito/Tavallisimmat_tuholaiset

Kuva 5. Trogoderma angustum. Kuva: <https://www.flickr.com/photos/gbohne/28238449118>

Kuva 6. Trogoterma angustum toukka. Kuva: https://www.flickrriver.com/photos/erling_olafsson/7087410355

Kuva 7. Konservattorit ja asetutkija vertaavat kivääriä ennen pakastusta otettuihin valokuviin pakastamisen jälkeen Kokoelmakeskuksessa. Kuva: Asta Pyysalo 2019, Kansallismuseo

Kuva 8. Testinäytteiden pakastamisessa käytetty laboratoriopakastin. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 9. Foxerlot-ohjelman kaaviotiedot (lämpötila/kosteus) pakastusjaksosta. Kuva: Foxerlot-ohjelma 2020

Kuva 10. Koristeellinen ase kuvattiin ennen pakastusta ja kuvia verrattiin aseeseen pakastuksen jälkeen. Kuva: Asta Pyysalo 2019, Kansallismuseo

Kuva 11. Testinäyte nro 42 muovihelmet. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 12. Testinäyte nro 42 muovihelmet. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 13. Testinäyte nro 95 kovettunut kuminauha. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 14. Testinäyte nro 165 kuminauhat. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 15. Kuplamuovi, joka on ajan saatossa hajonnut. Kuplamuovi oli pakattu laatikkoon esineiden kanssa 90-luvulla Keskusvarastolla. Kuva: Asta Pyysalo 2019, Kansallismuseo

Kuva 16. Bakeliittinen muki testinäyte nro 87. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 17. Testinäyte nro 66 sinettilakka simpukankuorella. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 18. Testinäyte nro 3 helmiäisnappi. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 19. Testinäyte nro 89 linnunmuna. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 20. Testinäyte nro 90 sarvi. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 21. Testinäyte nro 167 koristeellinen ase, joka oli jo valmiiksi hauraassa kunnossa. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 22. Testinäytteet nro 166 koristeellinen ase. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 23. Testinäyte nro 72 nahkaliimalla liimatut puupalikat. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 24. Testinäyte nro 153 intialaiset kynttilät. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 25. Testinäyte 53 "vahapallukat". Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 26. Testinäyte nro 85 nahka. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 27. Testinäytteet nro 2, nro 46, nro 47, nro 78, nro 64 & nro 53, lasihelmiä, lasihelmikoristelua tekstiilissä ja lasinapit. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 28. Testinäyte nro 122 liimattua lasia. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 29. Testinäytteet nro 142, nro 144 & nro 34, liimattua keramiikkaa. Kuva: Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo

Kuva 30. Testinäytteet nro 125, nro 126 & nro 128. Asta Pyysalo 2020, Kansallismuseo.

Pakastimen lämpötilan laskemisnopeus ja RH:



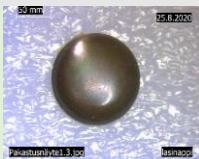



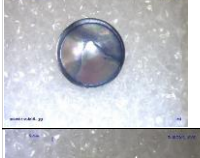


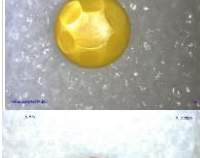
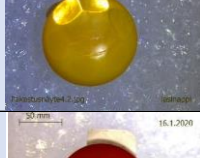
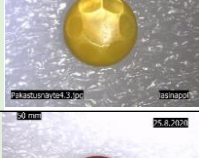




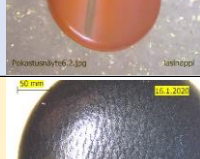
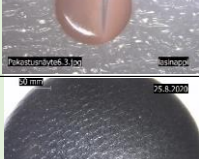


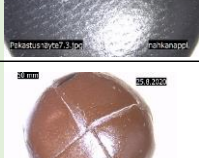
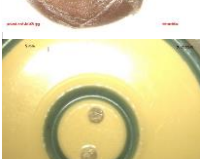

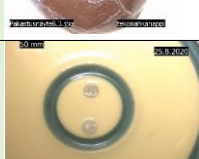



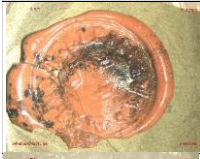








002F199F,2020-08-06T06:05:11Z,1596693911000, humidity_right,66
002F199F,2020-08-06T06:05:11Z,1596693911000, temperature_right,18.6
002F199F,2020-08-06T06:05:11Z,1596693911000, humidity_left,66
002F199F,2020-08-06T06:05:11Z,1596693911000, temperature_left,18.3
002F199F,2020-08-06T06:34:51Z,1596695691000, humidity_right,32
002F199F,2020-08-06T06:34:51Z,1596695691000, temperature_right,7.8
002F199F,2020-08-06T06:34:51Z,1596695691000, humidity_left,47
002F199F,2020-08-06T06:34:51Z,1596695691000, temperature_left, -8.5
002F199F,2020-08-06T07:04:31Z,1596697471000, humidity_right,26
002F199F,2020-08-06T07:04:31Z,1596697471000, temperature_right, -4.4
002F199F,2020-08-06T07:04:31Z,1596697471000, humidity_left,44
002F199F,2020-08-06T07:04:31Z,1596697471000, temperature_left, -22.9
002F199F,2020-08-06T07:34:11Z,1596699251000, humidity_right,24
002F199F,2020-08-06T07:34:11Z,1596699251000, temperature_right, -13
002F199F,2020-08-06T07:34:11Z,1596699251000, humidity_left,41
002F199F,2020-08-06T07:34:11Z,1596699251000, temperature_left, -29.3
002F199F,2020-08-06T08:03:53Z,1596701033000, humidity_right,23
002F199F,2020-08-06T08:03:53Z,1596701033000, temperature_right, -20.2
002F199F,2020-08-06T08:03:53Z,1596701033000, humidity_left,38
002F199F,2020-08-06T08:03:53Z,1596701033000, temperature_left, -34.9
002F199F,2020-08-06T08:33:33Z,1596702813000, humidity_right,23
002F199F,2020-08-06T08:33:33Z,1596702813000, temperature_right, -26.2
002F199F,2020-08-06T08:33:33Z,1596702813000, humidity_left,36
002F199F,2020-08-06T08:33:33Z,1596702813000, temperature_left, -39.2













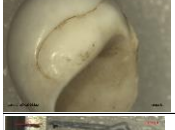



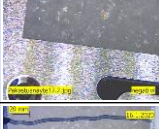


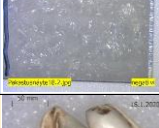



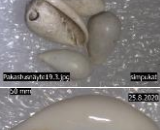








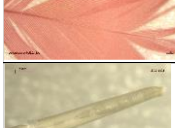










Pakastimen lämpötilan tasausnopeus ja RH:

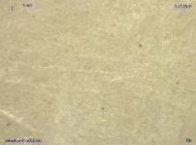

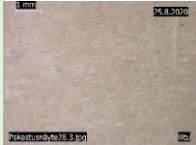

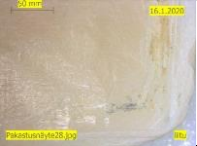

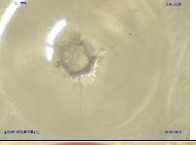















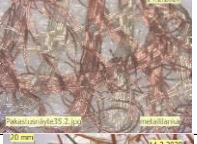

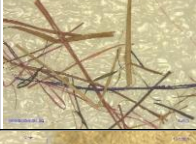





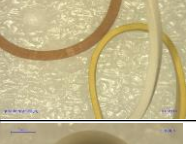


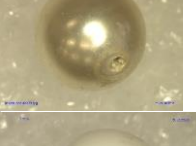
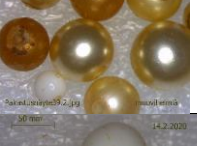




002F199F,2020-08-13T04:51:09Z,1597294269000, temperature_left, -40
002F199F,2020-08-13T05:20:50Z,1597296050000, humidity_right,36
002F199F,2020-08-13T05:20:50Z,1597296050000, temperature_right, -37.7
002F199F,2020-08-13T05:20:50Z,1597296050000, humidity_left,44
002F199F,2020-08-13T05:20:50Z,1597296050000, temperature_left, -40
002F199F,2020-08-13T05:50:31Z,1597297831000, humidity_right,61
002F199F,2020-08-13T05:50:31Z,1597297831000, temperature_right, -33.9
002F199F,2020-08-13T05:50:31Z,1597297831000, humidity_left,71
002F199F,2020-08-13T05:50:31Z,1597297831000, temperature_left, -35.9
002F199F,2020-08-13T06:20:10Z,1597299610000, humidity_right,67
002F199F,2020-08-13T06:20:10Z,1597299610000, temperature_right, -29.4
002F199F,2020-08-13T06:20:10Z,1597299610000, humidity_left,72
002F199F,2020-08-13T06:20:10Z,1597299610000, temperature_left, -30.4
002F199F,2020-08-13T06:49:51Z,1597301391000, humidity_right,68
002F199F,2020-08-13T06:49:51Z,1597301391000, temperature_right, -25.9
002F199F,2020-08-13T06:49:51Z,1597301391000, humidity_left,73
002F199F,2020-08-13T06:49:51Z,1597301391000, temperature_left, -26.5





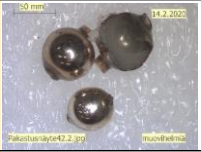































002F199F,2020-08-13T07:19:32Z,1597303172000, humidity_right,71
002F199F,2020-08-13T07:19:32Z,1597303172000, temperature_right, -23
002F199F,2020-08-13T07:19:32Z,1597303172000, humidity_left,75
002F199F,2020-08-13T07:19:32Z,1597303172000, temperature_left, -23.5
002F199F,2020-08-13T07:49:13Z,1597304953000, humidity_right,73
002F199F,2020-08-13T07:49:13Z,1597304953000, temperature_right, -20.6
002F199F,2020-08-13T07:49:13Z,1597304953000, humidity_left,76
002F199F,2020-08-13T07:49:13Z,1597304953000, temperature_left, -21.2
002F199F,2020-08-13T08:18:52Z,1597306732000, humidity_right,75
002F199F,2020-08-13T08:18:52Z,1597306732000, temperature_right, -18.3
002F199F,2020-08-13T08:18:52Z,1597306732000, humidity_left,77
002F199F,2020-08-13T08:18:52Z,1597306732000, temperature_left, -18.8
002F199F,2020-08-13T08:48:32Z,1597308512000, humidity_right,76
002F199F,2020-08-13T08:48:32Z,1597308512000, temperature_right, -16.4
002F199F,2020-08-13T08:48:32Z,1597308512000, humidity_left,78
002F199F,2020-08-13T08:48:32Z,1597308512000, temperature_left, -16.9
002F199F,2020-08-13T09:18:12Z,1597310292000, humidity_right,77
002F199F,2020-08-13T09:18:12Z,1597310292000, temperature_right, -14.7
002F199F,2020-08-13T09:18:12Z,1597310292000, humidity_left,79
002F199F,2020-08-13T09:18:12Z,1597310292000, temperature_left, -15.2
002F199F,2020-08-13T09:47:53Z,1597312073000, humidity_right,78
002F199F,2020-08-13T09:47:53Z,1597312073000, temperature_right, -13
002F199F,2020-08-13T09:47:53Z,1597312073000, humidity_left,79
002F199F,2020-08-13T09:47:53Z,1597312073000, temperature_left, -13.3
002F199F,2020-08-13T10:17:34Z,1597313854000, humidity_right,79
002F199F,2020-08-13T10:17:34Z,1597313854000, temperature_right, -11.4
002F199F,2020-08-13T10:17:34Z,1597313854000, humidity_left,80
002F199F,2020-08-13T10:17:34Z,1597313854000, temperature_left, -11.8
002F199F,2020-08-13T10:47:14Z,1597315634000, humidity_right,80
002F199F,2020-08-13T10:47:14Z,1597315634000, temperature_right, -9.9
002F199F,2020-08-13T10:47:14Z,1597315634000, humidity_left,81
002F199F,2020-08-13T10:47:14Z,1597315634000, temperature_left, -10.3
002F199F,2020-08-13T11:17:36Z,1597317456000, humidity_right,80
002F199F,2020-08-13T11:17:36Z,1597317456000, temperature_right, -8.5
002F199F,2020-08-13T11:17:36Z,1597317456000, humidity_left,82
002F199F,2020-08-13T11:17:36Z,1597317456000, temperature_left, -8.9
002F199F,2020-08-13T11:47:17Z,1597319237000, humidity_right,81
002F199F,2020-08-13T11:47:17Z,1597319237000, temperature_right, -7.3
002F199F,2020-08-13T11:47:17Z,1597319237000, humidity_left,83
002F199F,2020-08-13T11:47:17Z,1597319237000, temperature_left, -7.6
002F199F,2020-08-13T12:16:58Z,1597321018000, humidity_right,81
002F199F,2020-08-13T12:16:58Z,1597321018000, temperature_right, -6.1
002F199F,2020-08-13T12:16:58Z,1597321018000, humidity_left,83
002F199F,2020-08-13T12:16:58Z,1597321018000, temperature_left, -6.5
002F199F,2020-08-13T12:46:39Z,1597322799000, humidity_right,82
002F199F,2020-08-13T12:46:39Z,1597322799000, temperature_right, -5
002F199F,2020-08-13T12:46:39Z,1597322799000, humidity_left,84
002F199F,2020-08-13T12:46:39Z,1597322799000, temperature_left, -5.4
002F199F,2020-08-13T13:16:20Z,1597324580000, humidity_right,83
002F199F,2020-08-13T13:16:20Z,1597324580000, temperature_right, -3.9
002F199F,2020-08-13T13:16:20Z,1597324580000, humidity_left,85
002F199F,2020-08-13T13:16:20Z,1597324580000, temperature_left, -4.4

002F199F,2020-08-13T13:46:00Z,1597326360000, humidity_right,83
002F199F,2020-08-13T13:46:00Z,1597326360000, temperature_right, -2.9
002F199F,2020-08-13T13:46:00Z,1597326360000, humidity_left,85
002F199F,2020-08-13T13:46:00Z,1597326360000, temperature_left, -3.3
002F199F,2020-08-13T14:15:39Z,1597328139000, humidity_right,83
002F199F,2020-08-13T14:15:39Z,1597328139000, temperature_right, -2
002F199F,2020-08-13T14:15:39Z,1597328139000, humidity_left,86
002F199F,2020-08-13T14:15:39Z,1597328139000, temperature_left, -2.3
002F199F,2020-08-13T14:45:19Z,1597329919000, humidity_right,84
002F199F,2020-08-13T14:45:19Z,1597329919000, temperature_right, -1.1
002F199F,2020-08-13T14:45:19Z,1597329919000, humidity_left,87
002F199F,2020-08-13T14:45:19Z,1597329919000, temperature_left, -1.4
002F199F,2020-08-13T15:14:58Z,1597331698000, humidity_right,84
002F199F,2020-08-13T15:14:58Z,1597331698000, temperature_right, -0.1
002F199F,2020-08-13T15:14:58Z,1597331698000, humidity_left,88
002F199F,2020-08-13T15:14:58Z,1597331698000, temperature_left, -0.5
002F199F,2020-08-13T15:44:39Z,1597333479000, humidity_right,84
002F199F,2020-08-13T15:44:39Z,1597333479000, temperature_right,0.5
002F199F,2020-08-13T15:44:39Z,1597333479000, humidity_left,91
002F199F,2020-08-13T15:44:39Z,1597333479000, temperature_left,0.1


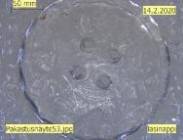

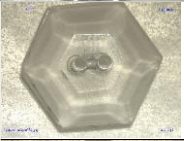
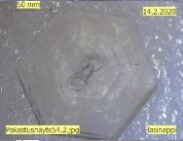













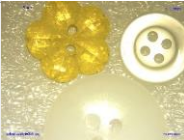
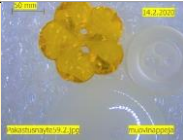

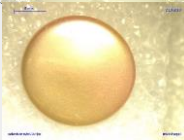
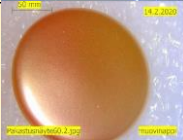
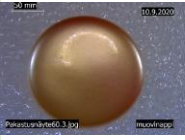


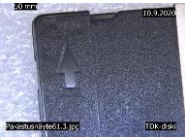




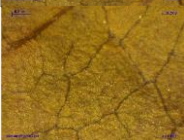










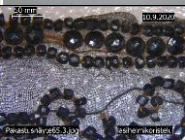
PAKASTUSTESTI ASTA PYYSALO OPINNÄYTETYÖ YAMK KONSERVOINTI 13.8.2020								
NÄYTTEENKUVA	NÄYTTEENKUVA 2.	NÄYTE- NUME- RO	NÄYTTEENNIMI	ORG./EPÄ ORG.	1. PAKASTUS/KUVA	1. PAKASTUS/ TULOS	2. PAKASTUS/KUVA	2. PAKASTUS /TULOS
		1.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		2.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		3.	helmiäisnappi	org./ epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		4.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		5.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		6.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		7.	tekonahkanappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		8.	tekonahkanappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		9.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		10.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		11.	sinettivaha	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		12.	siemen	org.		ei vaurioita		ei vaurioita

						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita
						ei vaurioita		ei vaurioita



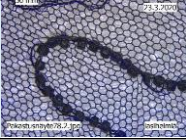
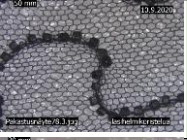
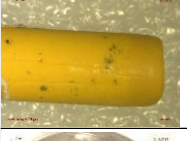















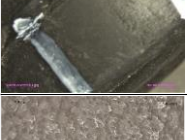



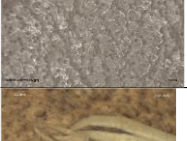







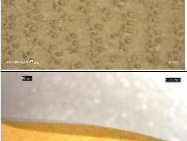









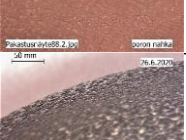

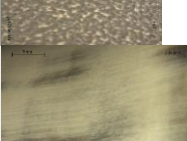
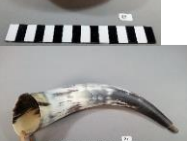
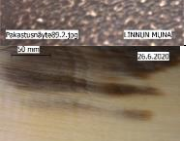
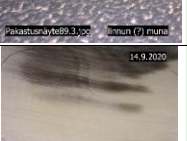
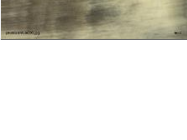


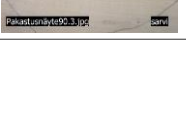
		28.	liitu	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		29.	liitu	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		30.	muovirasia	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		31.	muovikoriste	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		32.	muovi, musta	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		33.	muovin pala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		34.	keramiikan pala	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		35.	metallilanka	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		36.	kuituja	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		37.	tapettinäyte	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		38.	kuminauhoja	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		39.	muovihelmiä	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		40.	muovihelmiä	org.		ei vaurioita		ei vaurioita

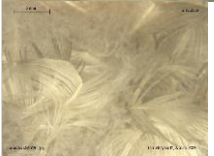



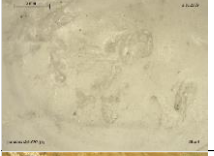



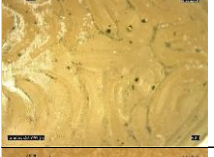





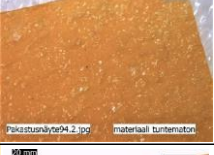

























		41.	lasihelmiä	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		42.	muovihelmiä, metallivärinen	org.		pieni pala irti jo alkujaan rikkiinäisestä helimestä, kaksi muuta helmeä ehjät		ei vaurioita
		43.	muovipaljetit	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		44.	muovihelmet	org.		pala irronnut toisesta helimestä		ei uusia vaurioita
		45.	muovihelmiä	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		46.	lasihelmiä	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		47.	lasihelmiä	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		48.	muovihelmiä	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		49.	muovihelmi, korvakoru	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		50.	vaha	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		51.	puuhelmet	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		52.	metallinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita





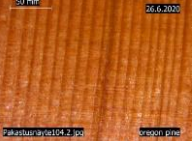

























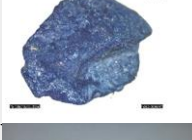








Liite 2
5 (13)

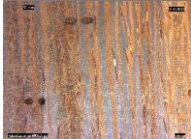

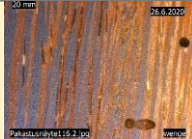























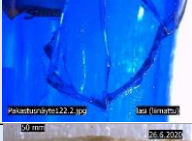
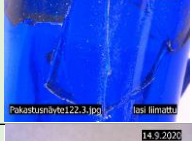












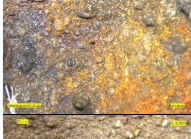





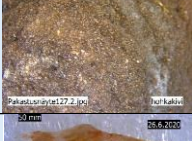
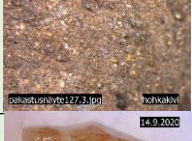




								
		53.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		54.	lasinappi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		55.	helmiäisnappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		56.	helmiäisnappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		57.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		58.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		59.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		60.	muovinappi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		61.	TKD-diski	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		62.	kuollut hyönteinen	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		63.	puun lehti	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		64.	lasi- helmikoristelua	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
								
		65.	lasi- helmikoristelua	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
























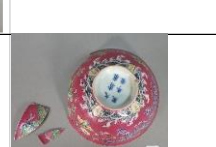
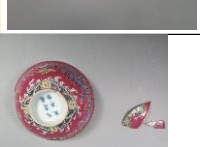

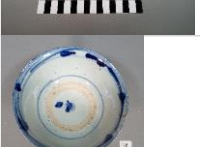
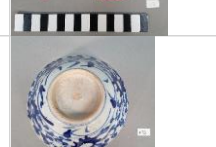






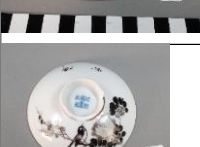




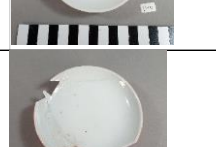


		66.	sinettivaha simpukan kuorella	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		67.	simpukan kuori	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		68.	lakka (sinetti)	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		68b.	lakka (sinetti)	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		69.	lakka (sinetti) simpukan kuorella	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		70.	metallihelmet, savea	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		71.	PVA-liima kosteudenkestä vä, kaksi puupalasta liimattu yhteen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		72.	nahkaliima, kaksi puupalasta liimattu yhteen	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		73.	kalaliima, kaksi puupalasta liimattu yhteen	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		74.	valkoinen naru, muovi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		75.	lasihelmiä	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		76.	kumikorkki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		77.	metallilanka- koristelu (hopea?)	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita












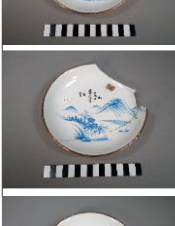




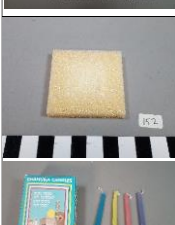
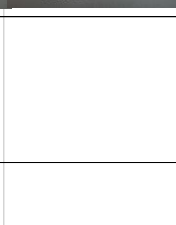
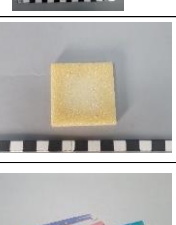




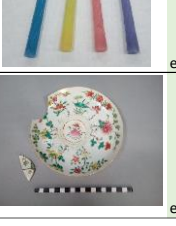



		78.	lasihelmi- koristelua	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		79.	vahaliitu	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		80.	hammaslääkäri- peili	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		81.	kengänkoriste, helmikoristelua	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		82.	Nokian kumisaapas	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		83.	Nokian kumisaapas	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		84.	nahka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		85.	nahka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		86.	vuohen nahka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		87.	bakeliitti, muki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		88.	poron nahka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		89.	linnun (?) muna	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		90.	sarvi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita






























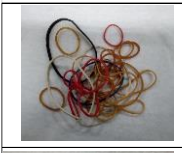
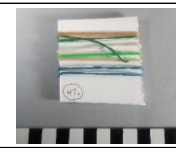





		91.	linnunhöyheniä, Alaska 1986	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		92.	silikoni	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		93.	vahamuotti	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		94.	lampun varjostin, materiaali tuntematon	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		95.	kovettunut kuminauha	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		97.	piki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		98.	simpukoita	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		99.	simpukoita	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		101.	punapyökki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		102.	punatammi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita

	103.	vaahtera	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	104.	douglaskuusi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	105.	hondura mahonki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	106.	lehmus	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	107.	kirsikka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	108.	saarni	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	109.	apassi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	110.	iroko	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	111.	agba	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	112.	saarni	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	113.	indigo pigmentti	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	114.	lehtikuusi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
	115.	khaya-mahonki	org.		ei vaurioita		ei vaurioita

		116.	wenge	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		117.	kirsikka	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		118.	teak	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		119.	valkotammi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		120.	vanha puupala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		121.	vanha puupala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		122.	lasi (liimattu)	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		123.	kvartsi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		124.	bakeliitti	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		125.	hohkakivi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		126.	hohkakivi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		127.	hohkakivi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		128.	kvartsikärki	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita

		129.	viilu	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		130.	metallilautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		131.	muovi, pääsisäiskoriste	org		ei vaurioita		ei vaurioita
		132.	maalattu puupala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		133.	puupala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		134.	puupala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		135.	muovilaatikon pala	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		137.	keramiikka, kiinalainen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		138.	keramiikka, kiinalainen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		139.	keramiikka, kiinalainen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		140.	keramiikka, kiinalainen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		141.	keramiikka, kiinalainen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita

		142.	keramiikka, kiinalainen, liimattu ruukku	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		143.	keramiikka, kiinalainen, liimattu ruukku	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		144.	keramiikka, kiinalainen, liimattu ruukku	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		146.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		147.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		148.	keramiikka, kiinalainen, liimattu lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		149.	keramiikka, kiinalainen, liimattu lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		150.	keramiikka, kiinalainen, liimattu lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		152.	vaahtomuovi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		153.	kynttilät, Intia	org.		pieni pala lohjennut		ei vaurioita
		155.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita

		156.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		157.	keramiikka, kiinalainen, kahvikupit	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		158.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		159.	keramiikka, kiinalainen, kuppi	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		160.	keramiikka, kiinalainen, lautanen	epäorg.		ei vaurioita		ei vaurioita
		161.	puulaatikon reunat, liitos	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		162.	värinauha, muovi	org.		ei vaurioita		ei vaurioita
		164.	koristeltu ase, pakastettiin 1 kerran	org.		ei vaurioita		
		165.	kuminauhoja, sidottiin mikropahvin palan ympärille			yksi kuminauha katkesi		ei uusia vaurioita
		166.	koristeltu ase, pakastettiin 1 kerran	org.		ei vaurioita		
		167.	koristeltu ase, pakastettiin 1 kerran	org.		ei vaurioita		