

Arja Koskinen

KUMIOBJEKTIEIN SÄILYTYSTILASUUNNITELMAN TOTEUTUMINEN MU-
SEON KOKOELMAKESKUKSESSA - väliraportti

Pro gradu-tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Taiteiden ja kulttuurin tutkimuksen laitos

Museologia

SISÄLLYS

LYHENNELMÄ	s. 4-5
ABSTRACT	s. 6-7
1. JOHDANTO	s. 8-10
1.1. YAMK-päättötyö	s. 11
1.2. Museologian gradu	s. 12-13
1.3. Muutamia peruskäsitteitä	s. 13-14
2. TUTKIMUS	s.15-19
3. KUMISTA JA SEN HISTORIASTA	s.20-52
3.1. Kumin historiaa lyhyesti	s. 21
3.2. Kumin valmistuksesta	s. 26
3.3. Kumilaatuja	s. 28
3.4. Kumin lisäaineet	s. 40
3.5. Kumin hajoaminen ja siihen vaikuttavat tekijät	s. 45
3.6. Biologinen hajoaminen	s. 49
3.7. Kumituotteet	s. 49
4. KUMIOBJEKTIKOKOELMAN HALLINTA	S.52-60
4.1. Kuntotarkastus	s. 52
4.2. Valmistusmateriaalien tunnistamisen vaikutus	s. 54
4.3. Säilytys	s. 55
4.4. Poistot kumiobjektikokoelmasta	s. 56

5. YAMK-päätötyön toteutuma	S.61-100
5.1. Säilytystilat	s. 63
5.1.1. Säilytystila A2 032	s. 64
5.1.2. Säilytystila A2 033	s. 66
5.2. Ennaltaehkäisevä konservointi	s. 68
5.2.1. Säilytysmateriaalit	s. 69
5.2.2. Säilytyshyllyt	s. 75
5.2.3. Muut mahdolliset säilytyskeinot	s. 77
5.3. Säilytysolosuhdekontrolli	s. 80
5.3.1. Ilmankosteus	s. 80
5.3.2. Lämpötila	s. 82
5.3.3. Säilytystilojen sisäilman laatu	s. 85
5.3.4. Säilytystilojen ilmasto-olosuhteiden mittauslaitteet	s. 87
5.3.5. Säilytystilojen valaistus	s. 90
5.4. Henkilöstö	s. 91
5.5. Johtopäätökset	s. 96
6. VOC-MITTAUS KUMIOBJEKTIVITRIINISTÄ	S. 99-107
6.1. VOC-analyysi	s. 100
6.2. Mittaustulokset	s. 102
6.3. Lopputulos	s. 106
7. MATERIAALITUTKIMUS	S. 108-134
7.1. Kumiobjektikokoelman ongelmat	s. 110
7.2. Materiaalitutkimus	s. 111

7.3. kumiperuspolymeerin tunnistuskohdat	s. 112
7.4. Tutkimuslaitteisto	s. 113
7.5. Naisten talvijalkineen koron materiaalitutkimus	s. 114
7.6. Naisten jalkineen koron pinta – ja sisänäytteiden vertailu	s. 119
7.7. Näytteiden vertailu vuonna 2011 otettuun näytteeseen	s. 122
7.8. Miesten jalkineen pohjan materiaalitutkimus	s. 124
7.9. Miesten jalkineen pohjan pinta- ja sisänäytteiden vertailu	s. 126
7.10. Jalkineiden pohjamateriaalien vertailu	s. 129
7.11. Lumikki-lelun hajoamisen seuranta	s. 132
8. YHTEENVETO	S.135-141
9. LÄHDELUETTELO	S.142-152
LIITE 1.	S.153
SPEKTRIT 1,3-13	S.154-167

LYHENNELMÄ

Tämä pro gradu-tutkielma on vuonna 2008 YAMK-päättötyöstä alkaneen kumiobjektien säilytystilan kehittämistyön väliraportti. Se on katsaus kehityssuunnitelman toteutumiseen. Kumiobjektien säilytys on osa työtäni konservaattorina, joten tutkielma on työelämälähtöinen. Museologiassa se kuuluu museografian osa-alueeseen, kuten Peter van Mensch on sen määritellyt.

Kumimateriaali on jo lähtökohdiltaan epävakaata materiaalia. Kumimateriaaleista valmistetuilla objekteilla on muita objekteja lyhyempi elinkaari ja objektin tullessa museoon kumimateriaalin hajoamisprosessit ovat jo nopeutuneet. Näin ollen niiden aika museossa on huomattavasti lyhyempi kuin monien muiden objektien. Tämä käy hyvin esille tutkielman materiaalianalyysiosiossa.

Kumiobjektit tarvitsevat erityisolosuhteet säilyäkseen hieman pidempään kuin niiden suunniteltu elinkaari edellyttää. Erityisolosuhteilla tarkoitetaan viileää säilytystä. Myös muita erikoissäilytysmuotoja on kumimateriaalista valmistetuille objekteille suositeltu, mutta tässä tutkielmassa käsiteltävän kumiobjektikokoelman säilytysuunnitelmassa ne eivät ole tällä hetkellä realistisia vaihtoehtoja.

Pro gradu-tutkielma koostuu viidestä luvusta, jotka käsittelevät kumiobjektikokoelman hoidon eri alueita.

Tutkielmassa käydään läpi kumimateriaaleja, niiden ominaisuuksia sekä valmistus- ja hajoamisprosesseja, jotka ovat tärkeitä kumiobjektien säilyttämisen kannalta.

Kumiobjektikokoelman hoidon osalta käydään läpi poistojen tarvetta, joka on kumiobjektien kohdalla tärkeä osa-alue. Kumiobjektien hajoamisprosesseilla on negatiivisia vaikutuksia muihin objekteihin.

Tampereen Museoiden Kokoelmakeskukseen on suunniteltu viileä säilytystila, joka on osittain jo toteutunutkin. Siinä olevat kehitystarpeet tulevat esille tässä pro gradussa. Lisäksi säilytyksen osalta käsitellään myös kumiobjektien säilytykseen soveltuvia materiaaleja.

Kumimateriaaleista tehtyjen objektien tarkka materiaalitunnistus on tärkeää objektin säilyttämisen kannalta. Se voi jopa määrittää kannattaako objektia edes ottaa kokoelmaan. Tarkka materiaalianalyysi on kuitenkin erittäin haasteellista ilman analyysilaitteita, kuten FTIR-spektrometriä, ja hyviä referenssiaineistoja. Tätä problematiikkaa käsitellään tässä pro gradu-tutkielmassa tapaustutkimusten muodossa.

Kumiobjektien materiaalien hajoamistuotteita käsitellään myös tutkielman luvussa 6., jossa on tapaustutkimus kumimateriaalista valmistetun suojapuvun vitriinin sisäilman laadun mittauksesta.

Lopputuloksena voidaan todeta, että kumimateriaalien säilyttäminen vaatii museolta sekä taloudellisia että henkilöstöresursseja, jotka ovat vähentymässä tällä hetkellä vallitsevan taloudellisen tilanteen takia. Voidaan myös todeta, että kumiobjektien hoito ja säilytys tulee jatkossakin vaatimaan konservattoreilta sekä tutkimus- että kehitystyötä.

ABSTRACT

This thesis for master's degree in museology is a follow-up study about a development strategy for storage of a collection of a museum objects made of rubber materials. The development of a strategy for storing the rubber object collection began in 2008 as a master's degree thesis in conservation. In museology both theses are in the area of museography as Peter van Mensch classifies conservation in his PhD thesis.

Rubber materials are inherently unstable. This results in shorter lifespan of the object. When a rubber object is given to the museum collection, it has been used and then neglected so the deterioration process in the rubber material has already sped up. Because of this process most rubber objects have shorter *lives* in museum collections than other objects. This becomes evident in material analysis.

The preservation of rubber objects requires special conditions and methods. One type of the special conditions is cool storage for the rubber object collection. Other special conditions include oxygen-free storage and cold storage. This thesis concentrates on cool storage as the other storage options are not realistic at this moment in time.

This thesis consists of five parts, each of which deals with different parts of care and preservation of the rubber object collection. First part includes a short history of rubber, an introduction of some basic rubber materials, their properties and manufacturing and deterioration processes of different rubber materials.

The second part concentrates on care and preservation of the rubber collection. It is recognized that disposals have to be a part of the collections strategy, because of the short lifespan and the damage the deterioration products cause in other objects. The Collections Centre of Tampere Museum, there are two cool storage rooms for the rubber objects. The development of these rooms is a work in progress. There are still part to be developed. In addition to this the thesis introduces some preservation materials for rubber materials. The study of these materials is continuing after the thesis.

One important part of preserving rubber materials is their identification and analysis into their properties. It can even determine whether it is sensible to include a rubber object in the museum collection or not, as the resources for preservation and care are limited. Accurate identification of rubber materials is difficult even with proper analysing equipment and reference libraries. The problems of identification are featured in case studies in this thesis.

The deterioration products of rubber materials are also featured in part 6 in which a study about air-quality in display case of rubber suit is introduced.

In conclusion it can be established that preservation of rubber materials demands economical, human and time resources from the museum. These resources are declining at the same time the number objects is increasing. The development of preservation processes have to continue despite these diminishing resources in order to preserve some rubber materials for the next generation.

JOHDANTO

Miten säilyttää objektia, jota ei ole tarkoitettu säilytettäväksi aktiivisen käyttönsä jälkeen? Tämä on kysymys, joka tulee lähes jokaisen museo-objektien kanssa työskentelevän henkilön eteen. 1900-luvun objektien määrä kasvaa museoissa jatkuvasti ja sen myötä moderneista materiaaleista, kuten kumista, valmistettuja objekteja on koko ajan enemmän.

Kumi on materiaalina erittäin monipuolinen ja siitä valmistettuja objekteja on sekä määrällisesti että käyttötarkoituksellisesti paljon. Kumimateriaaleista valmistettuja objekteja ei kuitenkaan ole tarkoitettu säilymään ikuisesti vaan monelle niistä on laskettu ainakin teorettinen elinkaari, kuten autonrenkaille. Kumiohjeet ovat käyttöhyödykkeitä, jotka on käytöstä poistamisen jälkeen tarkoitus hävittää. Tämä aiheuttaa ongelmia museokokoelmien kanssa työskenteleville, koska kumimateriaaliobjektien säilyttäminen on huomattavasti haasteellisempaa kuin ns. perinteisen usein luonnonmateriaaleista valmistettujen objektien.

Kumimateriaaliobjektikokoelman hoito vaatii huomattavia resursseja kokoelmaa säilyttävältä museolta. Tämä on huomioitava museon kokoelmatoimintaa suunniteltaessa. Lyhyen elinkaarensa takia kumiohjeet on dokumentoitava hyvin heti museokokoelmaan tulonsa jälkeen. Dokumentoinnin jälkeen ne on pakattava pian säilytystä varten. Tämä vaatii henkilöstöresursseja sekä dokumentointia konservointiosastoilla. Samalla kun objekti pakataan säilytykseen, on objektille tehtävä tarkka materiaalianalyysi, joka vaatii taloudellisia resursseja, ellei museolla ole käytössään tarvittavia analyysilaitteistoja. Kumimateriaalit itsessään ovat myös uhka sekä säilytysmateriaaleille että muille museo-objekteille. Niistä lähtevä ”kumin tuoksu” ja irtoavat seokset saattavat imeytyä muihin objekteihin ja säilytysmateriaaleihin. Kumimateriaalit on säilytettävä erillään muista museo-objekteista ja niiden säilytysmateriaalit on vaihdettava uuteen nopeammin kuin

muiden museo-objektien säilytysmateriaalit. Näin ollen säilytystila- ja materiaali- resursseja on oltava tavallista enemmän. Kaikki tämä on huomioitava museon vuosittaista budjettia valmisteltaessa.

Kumiobjektien määrän koko ajan lisääntyessä museokokoelmissa ja museoiden resurssien samanaikaisesti pienentyessä on oltava tarkkana kumiobjekteja kokoelmaan otettaessa. On kaikkien edun mukaista kartoittaa edellä mainitut resurssit ennen kumiobjektien ottamista kokoelmaan. Tässä tarvitaan ammuenssin asiantuntemuksen lisäksi myös konservaattorin materiaalituntemusta ja tietoa objektin vaatimista säilytysmateriaaleista. Nämä yhdistämällä voitaisiin tehdä päätös onko objekti todella kokoelmaan ottamisen arvoinen vai dokumentoidaanko se tietokantaan muilla keinoilla. Yleensä kumiobjektit on jo otettu kokoelmaan niiden tullessa konservaattorin analysoitavaksi ja pakattavaksi. Näin ollen objektien säilyttäminen ja vähäisten taloudellisten ja henkilöstöresurssien jakaminen jää konservaattorin vastuulle.

Vuonna 2008 tein konservaattorikoulutuksen ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon päättötyönä suunnitelman Tampereen Museoiden kumiobjektikokoelman säilyttämisestä. Päättötyö oli työelämälähtöinen, koska Tampereen Museoiden uuden Kokoelmakeskuksen suunnittelutyö oli juuri alkanut. Kokoelmakeskukseen oli tarkoitus sijoittaa suurin osa Tampereen Museoiden mittavasta kokoelmasta, muutamia kookkaita objektiryhmiä lukuun ottamatta. Museon objektikokoelmien kannalta Kokoelmakeskuksen tarve oli ollut akuutti, sillä museo-objektikokoelma on ollut varastoituna eritasoisiin varastoihin jo pitkään. Käytin näistä paikoista tietoisesti sanaa *varasto* kuvaamaan niiden sopivuutta museo-objektien säilyttämiseen. Vasta Kokoelmakeskuksessa ne saivat arvoisensa *säilytystilat*. Museo-objektien säilytystilojen lisäksi Kokoelmakeskukseen tehtiin tilat kokoelman hoidolle, eli konservointiosastot sekä dokumentointi- ja tutkimustilat, jotka sijaitsevat nyt keskuksessa. Kokoelmakeskuksessa sijaitsevat tätä nykyä

sekä Tampereen Museoiden että Tampereen Taidemuseon kokoelmien konservointilaitokset.

Kokoelmakeskuksen rakennuskohtaisen suunnittelun teki Tampereen kaupungin Tilakeskus. Rakennuksen saneerauksesta museokokoelman säilytystiloiksi vastasivat kilpailutuksen voittaneet toimijat. Siitä oliko toimijoilla kokemusta museon säilytystilojen tekemisestä, on vaikea sanoa mitään.

Museon objektikokoelman kanssa työskenteleviltä henkilöiltä kysyttiin suunnittelutyön alussa toiveista ja tarpeita Kokoelmakeskuksen säilytys- ja työtilojen suhteen. Tiedot annettiin kokoelmien ja varsinkin muutamien erikoiskokoelmien osalta tarkasti. Erikoiskokoelmiin kuuluvat nahka- ja turkiskokoelmat sekä kumi- ja muovikokoelmat. Nahka- ja turkiskokoelma sisältää mm. huomattavan kansatieteellisen aineiston ja mittavan jalkinekokoelman. Kumi- ja muovikokoelmat tarvitsevat erikoisolosuhteet säilymisensä turvaamiseksi.

Samoin toiveita esitettiin konservointiosastojen tilasuunnittelun osalta. Tekstiilikonservointiosaston tilojen suunnittelu onnistui lähes toiveiden mukaisesti. Tekstiilikonservointiosaston tilat ovat toimivat myös kumiobjekteja käsiteltäessä. Kumiobjektien konservointi ja säilyttäminen kuuluvat tekstiilikonservointiosaston vastuualueeseen.

1.1. YAMK-PÄÄTTÖTYÖ¹

YAMK-päätötyöni oli ns. *ensimmäinen muistikirjani*. Tavoitteeni oli kirjoittaa muistiin kaikki tiedot ja ajatukset, jotka ohjasivat säilytysuunnitelman tekoa vuonna 2008. Säilytysuunnitelman pääteemana oli tukea kumiobjektikokoelman säilymistä ennaltaehkäisevän konservoinnin keinoin. Aktiivinen konservointi voi kohdistua vain yhteen tai pieneen objektiryhmään kerrallaan.

YAMK-päätötyötä tehtäessä kartoitettiin kumiobjektikokoelman varastointitilojen historiaa saadakseni selville niiden sopivuuden tähän tehtävään. Kirjallisia dokumentteja varastoista ei juuri ollut, sillä tilojen vuokrasopimukset eivät ole saatavilla. Varastointitilat on listattu pääosin tekstiilikonservointiosaston ylläpitämiin objektiluetteloihin. Varastointiolosuhteet vaikuttavat merkittävästi kumiobjektien säilymiseen, joten on tärkeää tietää missä ne ovat olleet varastoituna. Tieto varastointitiloista on tärkeää myös tuleville sukupolville, koska he voivat nähdä varastointiolosuhteiden vaikutuksen kumiobjekteihin. Varastojen olosuhteet olivat erittäin vaihtelevat eikä kontrolloiduista olosuhteista voida puhua. Tällä hetkellä emme tiedä vielä kaikkia vaikutuksia, koska yksittäisiä objekteja ei ole ehditty tutkia. Yhtenä YAMK-päätötyö tavoitteena oli jättää tuleville sukupolville selkeä raportti kumiobjektien säilyttämisen historiasta Tampereen Museoiden osalta.

YAMK-päätötyö koostui neljästä osa-alueesta kumimateriaalien esittelystä, kumimateriaaliobjektien säilytysmahdollisuuksien kartoituksesta, Tampereen museoiden kumiobjektikokoelman tarpeiden kartoituksesta ja säilytysuunnitelmaehdotuksesta.

¹ Koskinen, Arja. 2008. YAMK-päätötyö. Tampereen museoiden kumimateriaalikokoelman säilytysuunnitelma.

1.2. MUSEOLOGIAN PRO GRADU-TUTKIELMA

Nyt vuosina 2013 – 2014 tehdessäni tätä museologian pro gradua on oivallinen tilaisuus katsoa taaksepäin ja tarkastella miten suunnitelmani onnistui. Vielä tärkeämpää on ennakoida tulevaa, koska säilytystilat ovat koko ajan kehitystyön alla. Tämä pro gradu on siis väliraportti aikaansaadusta kehitystyöstä.

Väliraportti on samalla ns. *toinen muistikirjani*, joka jää myös dokumentiksi tuleville sukupolville. Kokoelmien säilytyksessä tehtävät muutokset on tärkeää kirjata ylös, koska niiden vaikutukset museo-objekteihin nähdään vasta vuosien kuluessa. Tähän mennessä säilytyksen vaikutukset kokoelmaan ovat olleet negatiivisia, koska aiemmat säilytyspaikat ovat olleet laadultaan vain tyydyttäviä. Vaikutuksiin ei voida enää vaikuttaa aktiivisin tai ennaltaehkäisevän konservoinnin toimenpitein.

Vuosi 2013 oli ensimmäinen täyden toiminnan vuosi Kokoelmakeskuksessa. Se on ollut tapahtumarikas kokoelmien säilytysolosuhteiden osalta ja tulevien vuosien aikana olosuhteet tulevat vielä muuttumaan. Pro gradua on tehty vuonna 2013 ja siihen on kirjattu vain 2013 loppuun mennessä tapahtuneet asiat. Vuoden 2014 aikana on kehitysvuorossa säilytystilojen A2 032, A2 033 ja A2 034 olosuhteiden hallinta.

Tässä pro gradu-tutkielmassani esitellään ensimmäisen kerran kirjallisessa muodossa vuonna 2011 tekemäni vitriinien sisäilman laadun tutkimus. Tutkimuksessa mitattiin vitriinin sisäilman VOC-kaasujen määrä. VOC-kaasut tunnetaan haihtuvina hiilivetyinä. Vitriinin sisäilman tutkimus antaa viitteitä kumimateriaaleista ilmaan haihtuvista kaasuista. Tämä tutkimus oli osaltaan vaikuttamassa kumiobjektien säilytystilassa olevan VOC-mittarin hankintaan. VOC-kaasut ovat riski sekä kumiobjekteille että ihmisille. Moderneja materiaaleja käsiteltäessä on huomioi-

tava, että niiden valmistusaineet voivat olla ihmiselle haitallisia. Tämä on otettava huomioon työturvallisuudessa.

Kumiobjektien säilymisen kannalta on tärkeää tunnistaa kumimateriaalit tarkasti, koska eri kumilaaduilla on eroja mm. otsonin kestävydessä. Kumimateriaalien yleismääreenä käytetään nimitystä kumi, joka on yhtä epätarkka määre kuin tekstiili, eli se ei kerro objektin valmistusaineesta tarvittavia tietoja.

Pro gradussa esitellään esimerkkeinä kumimateriaaliobjekteille tehtyjä materiaalianalyseja havainnollistamaan niiden tekemisen ja analysoinnin haasteellisuutta. Kumimateriaalien tunnistaminen ilman sopivaa analyysilaitteistoa on lähes mahdotonta. Materiaalien tunnistus on kuitenkin kumimateriaalien oikeanlaisen säilyttämisen kannalta välttämätöntä.

Pro gradu-tutkielman rakenne jakautuu viiteen osa-alueeseen: 1) kumin historia ja kumin ominaisuudet, 2) kumiobjektikokoelman hallinta, 3) YAMK-päättötyön toteutuma, 4) VOC-mittaus kumiobjektivetriinistä ja 5) materiaalitutkimus. Pääosiltaan sen rakenne on samanlainen kuin YAMK-päättötyössä. Sen tarkoituksena on tehdä niiden lukeminen ja vertailu helpommaksi.

1.3. MUUTAMIA PERUSKÄSITTEITÄ

Tässä pro gradussa kolme peruskäsitettä, jotka on hyvä käydä läpi tässä vaiheessa.

Ensimmäinen peruskäsite on *aktiivinen konservointi*. Aktiivinen konservointi kattaa kaikki objekteille tehtävät konservointitoimenpiteet. Niihin sisältyy kuntotarkastus, puhdistustoimenpiteet ja objektia tukevat toimenpiteet, jotka kiinnittyvät

objektin rakenteeseen. Aktiiviset konservointitoimenpiteet kohdistuvat yleensä yhteen objektiin tai pieneen objektiryhmään.

Toinen peruskäsite on *ennaltaehkäisevä konservointi*. Se on tämän pro gradu-tutkielman tärkeimpiä lähtökohtia. Ennaltaehkäisevällä konservoinnilla käsitellään yleensä kaikki ne toimenpiteet, jotka tehdään varsinaiseen objektiin puuttumatta. Sillä pystytään vaikuttamaan huomattavasti suuremman objektiryhmän säilymiseen kuin aktiivisella konservoinnilla. Ennaltaehkäisevää konservointia ovat säilytyspaikka, -olosuhteet ja -materiaalit sekä näytteillä oloaikana tapahtuva näyttelytilan ja sen olosuhteiden hallinta. Ennaltaehkäisevää konservointia voidaan myös kutsua *passiiviseksi* konservoinniksi.

Kolmas peruskäsite, joka tulee usein esille varsinkin modernien materiaalien aktiivisessa ja ennaltaehkäisevässä konservoinnissa, on objektin *elinkaari*. Objektien elinkaari alkaa niiden valmistuttua. Samalla lähtevät käytiin myös kullekin objekti- ja materiaalityypille ominaiset hajoamisprosessit. Kumiobjektien kohdalla nämä prosessit ovat huomattavasti nopeampia kuin monien muiden objektien. Hyvinä esimerkkeinä tästä ovat pro gradussa käsiteltävät Lumikki-lelu ja jalkineiden korot. Nämä objektit, jotka on valmistettu 1930 ja -70 - luvuilla, ovat myös hyviä esimerkkejä objektien elinkaaren loppuvaiheesta, kun objektin rakenne romahtaa kumimateriaalin hajoamisprosessien saavutettua loppupisteensä.

2. TUTKIMUKSESTA

Konservointi on yksi käytännönläheisimpiä museoalan ammatteja. Konservaatto-rit työskentelevät objektien säilymisen hyväksi. Objekteihin kohdistuvan, aktiivisen, konservoinnin ja objektien säilyttämisen lisäksi materiaalitutkimus on tärkeä osa konservattoreiden työtä. Kaikki työalat ovat yhtä tärkeitä, ne tukevat toisiaan. Tietenkin konservointiin liittyy paljon muutakin, mutta ne eivät suoranaisesti liity tämän pro gradun aiheeseen.

Museologiassa konservointi sijoitetaan yleisen museografian, käytännön museologian, alueelle. Se käsittää myös pro gradussani käsiteltävän museo-objektien käytännön tutkimuksen ja säilytyksen. Museografia on vain yksi osa-alue museologiassa. Peter van Menschin teoria museografiasta kattaa museoissa tehtävän käytännön työn eri osiot². Yleisesti ottaen konservointia käsittelevät museologian teoriat kaipaavat päivitystä ja syvällisempää tutustumista konservointiin. Esimerkiksi Susan M. Pearcen kirjassa nähdään konservointi vain yhtenä osana museotyökenttää, mutta jätetään täysin huomioimatta konservoinnissa tehtävä tutkimus, joka ulottuu yksittäisten objektien ulkopuolelle³

Myös Eileen Hooper-Greenhillin⁴ kirjassa konservoinnista kerrotaan yhtenä osana museotyötä, mutta konservattorien tekemästä tutkimustyöstä ei kirjassa ole mainintaa.

Paras määritelmä konservointitutkimuksesta on dosentti Ulla Knuutisen väitöskirjassa⁵ Kulttuurihistoriallisten materiaalien menneisyys ja tulevaisuus. Väitöskirjassaan hän rajaa selkeästi konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologiset

² van Mensch 1992

³ Pearce 1992, 121.

⁴ Hooper-Greenhill 1992. 200-201.

⁵ Knuutinen 2009, 39-40.

funktiot dokumentointiin liittyväksi kulttuurihistoriallisien kohteiden materiaali-tutkimukseksi ja konservointiin liittyväksi tutkimukseksi.

Museotyön arjessa on välillä vaikea nähdä museologian teorioiden vaikutusta tai käyttökelpoisuutta. Purkaessani turhautumistani museologian teorioihin ja niiden korkealentoisuuteen sain professori Janne Vilkunalta hyvän ohjeen. *Kun käytännöstä ei enää löydy ratkaisuja, teorian tunteminen auttaa.* Ohje ei ole sanataarkasti kirjattu, mutta siitä on ollut apua. Teoriasta voi aina kehittää käytäntöä ja useimmiten konservointiin liittyvien ongelmien ratkaisu on ns. luovaa ongelman ratkaisua, missä valmiita vastauksia ja yhtä oikeaa vastausta ei ole.

Tämä ongelma teorioiden soveltamisesta tai hyödyllisyydestä tuo esiin ongelman konservaattoreiden ja museologien koulutuksessa. Konservaattoreiden koulutus perustuu käytäntöön ja sitä tukevien aineiden opiskeluun. Museologien koulutus on, kuten moni muukin akateeminen koulutus, hyvin teoriakeskeistä. Se on hyvin ymmärrettävää, sillä ainakin humanistinen tutkimus on suurimmalta osaltaan teorialähtöistä. Tämä ero johtaa kuiluun konservaattoreiden ja esimerkiksi kokoelmista vastaavien amanuenssien kesken. Kumpikaan ryhmä ei ymmärrä toistensa työtä eikä siinä tehtävän tutkimuksen tärkeyttä. Omalta kohdaltani voin sanoa, että museologian kurssi museokokoelmien keruusta ja siihen vaikuttavista teorioista olisi ollut paikallaan jo AMK-tutkintoa suorittaessani. Samoin voi todeta, että monelle amanuenssille tekisi hyvää tutustua käytännön perustyöhön objektien alkupuhdistuksesta lähtien. Tällä olisi ehkä myös positiivisia vaikutuksia objektibulimian vähentämiseen. Käytännön työssä nähdään kuinka paljon aika-, henkilöstö- ja talousresursseja yhden objektin konservointi ja säilytys vie. On arveluttavaa kuinka kauas museokuraattorien, amanuenssien yms. työ on etäännyntynyt kokoelmatyöstä. Ymmärrän kyllä, että museoammattienkin on uudistuttava ajan mukana, mutta välillä olisi hyvä pysähtyä miettimään muutoksen suuntaa.

Toisen muistikirjani eli tutkielmani museologisen taustan muodostavat Susan M. Pearcen ja Peter van Menschin ajatukset. Ne ovat auttaneet näkemään konservattorin työn museokokoelman hoitajana ja säilyttäjänä osana suurempaa kokonaisuutta. Museokokoelman muodostamisen ymmärtämisessä Susan M. Pearcen kirja *Museum Objects and Collections (A Cultural Study)* on ollut suureksi avuksi. Kirjassaan Pearce erottelee objektien keräämisen eri lajeja. Samoin hän käsittelee kokoelmien muodostumista. Kuten jo totesin, olisi tämä tieto ollut tarpeen jo konservattorin koulutuksen alkuvaiheessa.

Peter van Mensch esittää väitöskirjassaan vaatimuksia konservointia kohtaan. Yksi niistä on, että lähestymistavasta riippumatta konservoinnin pitäisi tuottaa tietoa, jota heritologian ja muiden tieteiden aloilla voidaan hyödyntää. Toivottavasti konservoinnissa tehdyn tutkimuksen annetaan vastata tähän vaatimukseen. Van Mensch (1992) myös kirjoittaa: *For example, in the ICOFOM papers very seldom reference is made to publications in the field of theory of conservation / restoration. The lack of consistent museological approach in which the information value of objects is respected and which is clearly distinct from other, subject – matter, approaches, is one of the main reasons of a weak profile of museology as a discipline and a profession.*

Vaikka van Menschin väitöskirja on valmistunut jo 1992, ovat nämä ajatukset vieläkin ajankohtaisia. On ollut hyvä huomata, että museologiassa on otettu kantaa konservointitutkimuksen puolesta jo 1990-luvulla.

Konservoinnissa seurantatutkimusten tekeminen on tärkeää niin yksittäisen objektin konservoinnin kuin kokonaisen objektikokoelman ennaltaehkäisevän konservoinnin suunnittelun osaltakin. Seurantatutkimuksessa voidaan todentaa konservointitoimenpiteistä saatu pitkäaikainen hyöty ja tehtyjen toimenpiteiden onnistuminen. Näiden tutkimus on tärkeää, koska niiden avulla voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia aktiivisen konservoinnin toimenpiteisiin ja samalla nähdään onko niiden tekeminen objektin säilymisen kannalta hyödyllistä.

Koska seurantatutkimuksia ei konservoinnin alalla tehdä tarpeeksi eikä laaja-alaisesti, menetetään huomattava määrä tarpeellista tietoa. Tähän ovat yksinkertaisesti syynä sekä aika- että henkilöstöressurssien puute.

Pro gradussa analysoinnin kohteena on kumiobjektikokoelman säilytys suunnitelman toteutuminen käytännössä. Tämä on tärkein tutkimuskysymys tässä gradussa. Toteutumisen analysointi on tärkeää, koska säilytystilojen kehitys ja säilytysmateriaalien etsintä ovat käynnissä koko ajan. Väliraportista nähdään onko projekti edennyt suunnitelman mukaan ja mitä muutostarpeita on havaittu. Suunnitelmaan joudutaan varmasti tekemään tarkennuksia ja muutoksia, koska eteen tulee ennakoimattomia asioita.

Museografisessa tutkimuksessa tämän tyyppinen tapaustutkimus edustaa varmasti kaukaista ääripäätä. Esimerkiksi Nordisk Museologi-julkaisuissa käsitellään museologiassa käsiteltäviä nykyajan aiheita, mutta modernien materiaalien aiheuttamia ongelmia ei ole kattavasti käsitelty. On kuitenkin hyvä, että museologiassa tehtävässä tutkimustyössä voidaan laajentaa tutkimusalueita kaukaisiin ääripäihin. Tutkielma on kehitystyön väliraportti, koska kehitystyö jatkuu edelleen pitkälle tulevaisuuteen.

Säilytys suunnitelmatutkimuksen tärkeä osa on myös materiaalitutkimus. Toinen tutkimuskysymykseni koskee materiaalitutkimusta. Se vaatii monimutkaisten tutkimuslaitteiden- ja menetelmien tuntemusta. Pro gradu-tutkimuksessa kartoitettiin analysoinnin haasteellisuutta kumiobjektien materiaalitutkimuksessa. Nykytekniikalla tutkimusten tekeminen on yleensä helppoa, mutta tutkimustulosten tulkitseminen taas on haasteellista. Tulosten tulkintaa vaikuttavat kumimateriaalilaaduissa tapahtuneet rakenteelliset muutokset. Yleensä tulkintaan vaaditaan verrokkimateriaaleja, joita ei ole saatavilla ilman huomattavaa taloudellista panostusta. Ilman tarkkaa analyysia varmuutta materiaalista ei saada, sillä silmä-

määräinen tarkastelu mikroskoopin avulla tai kemikaalien avulla tehdyt tunnistustestit eivät tuota luotettavaa tulosta.

Tutkielmassa materiaalitutkimusta on tehty infrapunaspektrometrillä (IR). IR:n avulla tehtyjen spektrien tulkinnat auttavat lukijaa havainnoimaan kuinka vaikeaa tulosten tulkitseminen on. Tutkimustulosten tulkinnassa ja niistä johdetun tiedon todentamisessa opettajani kemian dosentti Ulla Knuutinen on ollut korvaamaton apu. Materiaalitutkimuksen tulokset on tässä gradussa esitetty graafisessa muodossa ja lyhyenä tulkintana.

Kumiobjektien tutkimus jatkuu luonnollisesti pro gradun valmistuttua, koska objektien tutkimuksen ja vanhenemisreaktioiden kautta saadaan jatkuvasti uutta tietoa. Tutkielman kolmas tutkimuskysymys koskee seuraavia tutkimuskohteita kumiobjektikokoelmassa, sen hoidossa ja konservoinnissa. Mitkä ovat tärkeimmät kohteet tulevaisuudessa, joiden tutkimukseen vähäiset resurssit kannattaa kohdentaa. Säilytystilojen kehittämisen ja materiaalitutkimuksen lisäksi modernit materiaalit tuovat eteen haasteita, kuten objektin elinkaaren arvioinnin ja konservointieettiset kysymykset esimerkiksi poistojen osalta tai yleensä kokoelmaan tallentamisen osalta (mitä jätetään kokoelman ulkopuolelle). Modernien materiaalien konservoinnissa ja säilytyksessä tulee eteen myös ennalta arvaamattomia tutkimuskohteita, koska näiden materiaalien saattavat olla ennalta arvaamattomia.

3. KUMIMATERIAALISTA

Kolmannen pääluvun tarkoituksena on toimia lyhyenä katsauksena kumimateriaaliin, sen ominaisuuksiin valmistukseen ja vanhenemiseen. Se on lyhyt esittely kumimateriaaleista museon kumimateriaalikokoelman hoitajille. Katsaus sisältää lyhyen kertauksen kumin historiasta kivikaudelta nykyaikaan, meiltä ja muualta. Eri kumilaatuja käsitellään niiden ominaisuuksien kautta. Kumimateriaalia esitellään luonnonkumista teknisiin kumeihin, koska opinnäytetyön kohteena oleva kokoelma sisältää laajan otoksen hyvin erityyppisistä kumilaaduista valmistettuja objekteja. Aivan kaikkia kumilaatuja ei kuitenkaan käsitellä, niiden suuren määrän vuoksi. Esimerkkejä on otettu niistä kumimateriaaleista, joita todennäköisimmin löytyy kokoelmasta. Samalla esitellään objekteja joiden valmistusmateriaali on tunnistettu esiteltäväksi kumimateriaaliksi.

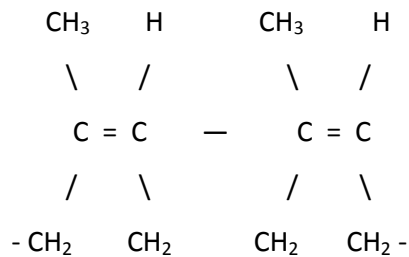
Kumin valmistusprosessi hahmotetaan tässä luvussa pääpiirteissään. Prosessin eri vaiheet on hyvät tietää, koska ne omilta osiltaan vaurioittavat kumimateriaalia ja edesauttavat vanhenemisprosessia. Asia on kumiteollisuudessa huomattu ja kumia prosessoitaessa seoksiin lisätään näitä haittatekijöitä ehkäiseviä aineita. Kumiseoksiin lisätään myös monia muita aineita, joiden tarkoituksena on parantaa kumin ominaisuuksia tai aikaansaada jokin tietty ominaisuus. Näitä täyte-, pehmitin-, jatke- yms. aineita käsitellään tässä luvussa.

Kumin ja kumimateriaalin ikääntyminen, sen myötä lopullinen vaurioituminen, ja hajoaminen alkavat jo varhaisessa vaiheessa siitä valmistetun tuotteen elinkaareissa. Kumin hajoamiseen vaikuttaa usein monta samanaikaista reaktiota. Kumimateriaalin ominaisuuksien tunteminen pääpiirteissään sekä sen ikääntymisen mukanaan tuomat vaatimukset auttoivat omalta osaltaan Tampereen Museoiden mittavan kumimateriaalikokoelman säilytysolosuhteiden ja -tilojen suunnittelussa. Ominaisuuksien perusteella voitiin tehdä alustava suunnitelma siitä, minkä

kumilaadun säilyttämiseen vähäiset voimavarat kannattaa keskittää ensimmäiseksi.

3.1. KUMISTA JA SEN HISTORIASTA

Kumi on yleisana monille kumilajeille ja niistä valmistetuille tuotteille. Kumi kuuluu elastomeereihin. Elastomeeri on suurimolekyylinen aine⁶. Yksi sen ominaisuuksista on palautuminen alkuperäisiin mittoihin kun muodonmuutoksen aiheuttanut jännitys on poistettu⁷.



Kaavio 3.1 Kautsun rakenteen sisältämä polyisopreenirakenne.

Kumipuusta saatava lateksi sisältää n. 30 % polyisopreenia ja jonkin verran proteiineja, lipidejä sekä muita aineita ja vettä. Jalostettu lateksi sisältää 95-96 % polyisopreeniä (3.1).

Vanhin tällä hetkellä tunnettu kumimateriaali on fossilisoitunut kumikimpale noin 60 miljoonan vuoden takaa. Luonnonkumia on hyödynnetty ihmisen tarpeisiin jo tuhansia vuosia. Ensimmäisiä viitteitä luonnonkumin käytöstä on jo mayojen ja atsteekkien ajoilta yli kaksi tuhatta vuotta sitten. He käyttivät kumia

⁶ Laurila 2007, 8.

⁷ Törmälä, Järvelä & Lindberg 1992, 280

mm. kengänpohjiin, kankaiden päällystämiseen, pelipallojen valmistusaineena. Kumipalloja on käytetty myös lahjoina. Malesian Kumintuottajien Tutkimusseuran MRPRA:n artikkelin mukaan atsteekkikuningas Montezuma osoitti kunnioitusta antamalla alamaiden heimoille 16 000 kumipalloa lahjoiksi⁸. Myös Kristofer Kolumbuksen ansioksi luetaan luonnonkumin löytyminen jo 1490-luvulla. Kolumbus näki Haitilla alkuasukkaiden pelaavan palloa, jonka raaka-aine saatiin puusta⁹.

1700-luvulla luonnonkumi oli jo käytössä Euroopassakin jossain määrin. 1700-luvun puolivälissä ranskalaiset de la Condamine ja Fresneau kokeilivat teollista kumituotteiden tuotantoa kuitenkin huonolla menestyksellä¹⁰. Heidän kiinnostuksen kohteensa oli lateksi, jonka kuljetus Eurooppaan osoittautui lähes mahdottomaksi se laadun pahentumisen takia. Luonnonkumin käyttöä haittasi kuitenkin sen huono lämmönsietokyky. Lämpiminä päivinä kumi muuttui tahmeaksi massaksi. Kylmetessään siitä tuli taas jäykkää. Ongelmaan keksittiin ratkaisu vasta 1800-luvulla. 1700-luvun lopulla kautsuliuoksesta valmistettiin vedenpitäviä vaatteita ja jalkineita.

1800-luvulla luonnonkumin jalostus sai järjestäytyneemmän muodon. Esimerkiksi skotlantilainen Macintosh liuotti luonnonkumia naftalla¹¹. Tästä tuloksena saatua liuosta käytettiin kankaiden pinnoittamiseen sateenkestäviksi. Kumimateriaali toimitettiin kovana kimpaleena valmistajille, jotka jauhoivat sen raaka-aineeksi. Ensimmäiset maininnat koneellisesta kumin jalostuksesta ovat Lontoosta 1830-luvulta. Kuten jo edellä mainittiin, luonnonkumin huonona ominaisuutena oli heikko lämmönsietokyky. Vuonna 1839 amerikkalainen Charles Goodyear kehitti, osittain vahingossa, vulkanointimenetelmän¹². Goodyear lämmitti raakakumia, rikin ja lyijyn kanssa seoksena. Tästä syntynyt seos oli nahkamainen, vahvempi ja

⁸ Ciesielski 1999, 3.

⁹ Willberg, Palo-oja 1998, 17.

¹⁰ Loadman 1991, 60.

¹¹ Ciesielski 1999, 4.

¹² Laurila 2007, 16.

ennen kaikkea se ei muuttunut tahmeaksi korkeissa lämpötiloissa. Goodyear patentoi löytönsä 1841. Vuonna 1843 myös Hancock jalosti kumia lämmittämällä sitä rikin kanssa¹³. Hancockin taiteilijaystävän kerrotaan keksineen vulkanointitermin kuvaamaan menetelmää. Vulkanointimenetelmän kehitys mahdollisti kumin käytön moniin eri tarkoituksiin. Sen merkitys näkyy vielä tämän päivän muovituotteissakin.

Luonnonkumin kysyntä aiheutti sen tuotannon räjähdysmäisen kasvun. 1800-luvun loppupuolella alettiin etsiä muitakin kasveja, jotka tuottavat kumin kaltaista ainetta. Mitkään löydetyistä vaihtoehtoista eivät ole pystyneet korvaamaan *Hevea braziliens*-kasvista saatua maitiaisnestettä. 1870-luvulla britit toivat kumi-puun siemeniä Lontoon Kew Gardensiin, josta niitä lähetettiin edelleen Kaukoitään ja Sri Lankaan¹⁴. Tästä syntyi perusta kumiteollisuudelle. Vielä 50 vuoden ajan kumipuiden siemeniä lähetettiin Brasiliasta Eurooppaan. Kaikki siemenet eivät olleet varsinaisesta *Hevea braziliensis*-kasvista vaan muista sen kaltaisista kasveista. Kumin tuotanto aiheutti Brasilian alkuperäiskansoille huomattavia kärsimyksiä humanitaarisesti, taloudellisesti ja ympäristöllisesti. Alueen sademetsät kärsivät riistonomaisesta kumiaineen keruusta.

Suomeen kumituotteet kuten; kumijalkineet ja kumikangastuotteet, tulivat käyttöön 1800-luvulla. Kumituotteita saatiin sekä idästä että lännestä. Idästä tulleet tuotteet olivat peräisin Pietarista tai Riikasta. Lännestä tuotteita tuli lähinnä Ruotsista. Suomen ensimmäinen kumitehdas, Suomen Gummitehdas eli Gummiteollisuus Tehdas Pohjola, perustettiin Hämeenlinnaan 1800-luvun lopulla. Yritys menestyi huonosti, kovasta työstä huolimatta¹⁵. Pääsyytä tähän oli kumituotteiden heikko laatu, joka synnytti tuotteille huonon maineen, joka varjosti tuotteita pitkään. Ensimmäisen yrityksen lopetettua perustettiin vuonna 1898 Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö. Sekin menestyi heikosti.

¹³ Laurila 2007, 16.

¹⁴ Laurila 2007, 16-17.

¹⁵ Palo-oja, Willberg 1998, 43.

1900-luvulla kumin jalostus kehittyi aivan uusiin mittasuhteisiin. Tähän vaikutti omalta osaltaan autojen valmistus sekä ensimmäinen ja toinen maailmansota. Vuonna 1889 John Dunlop kehitti ensimmäisen pneumaattisen renkaan, jota käytettiin polkupyörissä¹⁶ (Ensimmäisen pneumaattisen autonrenkaan Dunlop tuotti 1906. Vuonna 1904 hiilimustajauhe (carbon black powder) mainitaan ensimmäisen kerran kumin lisäaineena. Noki lisäsi huomattavasti kumin mekaanisia ominaisuuksia. Sen käyttö yleistyi vasta 1910-luvulla renkaiden valmistuksen lisääntyttyä.

1900-luvun alkupuolella alkoi myös synteettisen kumin kehittäminen. Ensimmäisiä tutkittuja lähtöaineita synteettisille kumeille olivat isopreeni, dimetyylibutadieeni ja butadieeni. Lähtöaineiden kalleuden ja huonon laadun takia tutkimustulokset jäivät laihoksi. Venäläiset kehittivät 1910 kumin, jonka kemiallinen nimi on polybutadieeni. Loadmanin¹⁷ mukaan synteettisten kumien teollinen valmistus voidaan katsoa alkaneen vasta vuonna 1925. Saksalaiset ottivat synteettisen kumin, ns. Buna-S, kaupalliseen tuotantoon 1930-luvulla. Buna-S on styreeni-butadieenin kopolymeeri. 1930-luvulla myös amiini-johdannaisien käyttö antioksidanteina yleistyi¹⁸.

1900-luvun alussa Suomen Gummitehdas Osakeyhtiön toiminta vakiintui ammattitaitoisemman johdon ansiosta ja sen tuotevalikoima kasvoi vähitellen. Tehdas sai uuden toimipaikan Nokialta 1904. Suomessa oli tuolloin muutamia muitakin kumitehtaita, mutta niiden omistus siirtyi ajan saatossa Suomen Gummitehdas Osakeyhtiölle. Ensimmäisen Maailmansodan aiheuttama raaka-ainepula ei tunnut suomalaisessa kumiteollisuudessa, raaka-ainetta saatiin hankittua Ruotsin ja Englannin kautta¹⁹. Mittava edistysaskel otettiin kumiteollisuudessa vuonna

¹⁶ Willberg, Palo-oja 1998, 33).

¹⁷ Loadman 1993, 63.

¹⁸ Loadman 1993, 63.

¹⁹ Willberg, Palo-oja 1998, 48.

1925, kun polkupyörärenkaiden valmistus aloitettiin. Autonrenkaiden valmistus aloitettiin melko pian sen jälkeen 1933²⁰.

Toisen maailmansodan puhjettua pula luonnonkumista vauhditti synteettisten kumien kehittelyä. Varsinkin USA ja Englanti veivät kehitystä eteenpäin. Synteettisiä kumeja tuotetaan monikertaisesti luonnonkumiin verrattuna. Uusia muunnoksia synteettisistä kumeista tulee jatkuvasti, koska niitä tarvitaan uudenlaisiin sovellutuksiin. Näistä esimerkkinä mainittakoon öljynkestävät ja lämmönkestävät kumit sekä erikoiskautsut.

Suomessa sodan tuhoista huolimatta toiminta jatkui rauhan koittaessa ja tuotantoa suunnattiin kotimaan markkinoille. Myöhemmin Suomen kumiteollisuus erikoistui kumijalkineiden, sekä polkupyörän- että autonrenkaiden ja teknisen kumin tuotantoon. Näiden eri tuoteryhmien keskinäinen valmistussuhde on vaihdellut eri vuosikymmeninä. Tuotantoon ovat vaikuttaneet taloudelliset suhdanteet, yleinen elintaso, öljykriisi ja sodat²¹ Nykyään kierrätys ja synteettinen kumi helpottavat materiaalin saantia.

Nyt 2000-luvulla Suomessa on toistakymmentä kumituotteiden valmistajaa. Esimerkiksi Hyvinkään Kumi Oy, Metso Minerals Finland Oy ja Teknikum Oy. Osa yrityksistä on monikansallisia yrityksiä kuten Nokian Renkaat Oyj. Monilla valmistajilla on myös tuotantoa ulkomailla. Tuotettavat kumituotetyypit ovat säilyneet samoina toisen maailmansodan jälkeen eli tuotanto jakautuu jalkineisiin, teknisiin kumituotteisiin ja renkaisiin²².

²⁰ Willberg, Palo-oja 1998, 57.

²¹ Kumiteollisuus ry 2008: Kumi Suomessa.

²² Willberg, Palo-oja 1998, 62.

3.2. KUMIN VALMISTUKSESTA

Ennen työstövaihetta sekä luonnon raakakumi että synteettiset raakakumit on käsiteltävä sopivaan olomuotoon. Sellaisenaan ne ovat liian viskoosia työstöä ja lisäaineiden lisäystä varten. Sopiva työstömuoto saadaan aikaan väkevöimällä luonnonkautsu. Kumiplantaasilta väkevöity luonnonkautsu voidaan lähettää kumitehtaalle joko lateksina tai kuivina kumilevyinä.

Kumin jalostuksessa työstövaiheet noudattavat seuraavaa järjestystä.

1. Viskositeetin alentaminen (mastiointi)
2. lisäaineiden sekoitus kumiseokseen
3. aikaansaadun sekoituksen työstö haluttuun muotoon
4. vulkanointi
5. viimeistely

Kaaviossa 3.2. esitetään kumin valmistusprosessi.

Raaka-aine: **kautsu**



5. Viimeistely

Kaavio 3.2 Kumin valmistusprosessi.

Mastiointi- eli plastisointikäsittelyssä (1) kautsun (raakakumin) molekyylit pilkotaan pienemmiksi mekaanisesti tai hapetukseen perustuvalla menetelmällä²³. Mastisoinnin jälkeen halutut lisä- ja vulkanointiaineet sekoitetaan saatuun kumimassaan (2).

Saatu kumimassa työstetään valitulla työstömenetelmällä (3).

Vulkanoinnissa (4) kautsun molekyylit silloitetaan verkkomaiseksi kumiksi²⁴. Vulkanointiaineina käytetään rikkiä tai peroksidgeja.

Rikillä tapahtuva vulkanointi on vanhin vulkanointimenetelmä. Sitä käytetään luonnon raakakumien ja monien tyydyttymättömiä sidoksia sisältävien kautsujen vulkanointiin. Se on ollut käytössä jo 1800-luvun alkupuolelta saakka. Rikkivulkanointi on hidas prosessi. Rikkivulkanointimenetelmiä kehitettäessä on pystytty vaikuttamaan myös kumin vanhentuessa tapahtuviin muutoksiin.

Toisin kuin rikkivulkanoinnissa peroksidgeilla voidaan vulkanoida tyydyttymättömien kautsujen lisäksi myös tyydyttyneitä kautsuja. Peroksidivulkanointi eroaa rikkivulkanoinnista sillä, ettei sen reaktionopeutta voida lisätä kiihdyttimillä. Ainoastaan lämpötilan nostolla on reaktiota nopeuttava vaikutus.

Tammela²⁵ listaa peroksidivulkanoinnin etuja ja haittoja seuraavasti:

- nopea vulkanoituminen korkeassa lämpötilassa
- pienempi jäännöspuristuma, myös korkeassa lämpötilassa
- hyvät sähköneritysominaisuudet
- hyvä lämmönkestävyys
- ei värjäntymiä

²³ Tammela 1989, 278.

²⁴ Tammela 1989, 280.

²⁵ Tammela 1989, 284.

- helppo kovulkanointi muiden kautsujen kanssa
- rajoitettu seosaineiden käyttö
- usein alempi vetolujuus
- alempi repäisyjuuus
- alempi kulutuskestävyys
- enemmän hajua
- korkeammat kustannukset
- ei sovellu butyylikautsuille

Viimeistelykäsittelyissä (5) valmiit tuotteet käsitellään käyttövalmiiksi. Muottiin valetuista tuotteista hiotaan saumakohdat, leikataan tai meistataan ja lopuksi käsitellyt kohdat hiotaan. Viimeistely riippuu valmistettavasta tuotteesta.

3.3. KUMILAATUJA

Kumi voi helpon muokattavuutensa ansiosta muuntua moneksi hyvinkin erityyppiseksi kumilaaduksi. Nykyään käyttötarkoitus määrittelee kumin laadun ja ominaisuudet. Aikaisemmin kumit yleensä luokiteltiin luonnonkumeihin ja tekokuumeihin/synteettisiin kumeihin. Nykyisin synteettisten kumien rakenne on hyvin samankaltainen luonnonkumin kanssa, joten tämä luokittelu on poistettu käytöstä. Luokitustapoja on monia, mutta helppo luokitustapa on jakaa kumit yleiskumeihin, erikoiskumeihin ja termoplastisiin kumeihin.

Yleiskumit	Erikoiskumit	Termoplastiset kumit (TPE)
Luonnonkumi (NR)	Butyylikumi (IIR)	Styreenidieenisegmenttikopolymeerit (SBS, SIS)

Isopreenikumit (IR)	Klooributyylikumi (CIIR)	Polyolefiilien seokset (TPO)
Styreeni-butadieenikumi (SBR, SSBR)	Bromibutyylikumi (BIIR)	Termoplastinen polyuretaanikumit (Spandex-kuitu)
Butadieenikumi (BR)	Nitrillikumi (NBR)	Termoplastiset polyesterielastomeerit
Regeneroitu kumi	Kloropreenikumi (CR)	
	Eteeni-propeenikumi (EPM, EPDM)	
	Silikonikumi (Q)	
	Fluorikumit (FE, FPM, FKM)	
	Polyuretaanikumit (PUR)	

Taulukko 3.1. Kumien jaottelu.

Yleiskumeille on olennaista aineen luonnonkumin kaltainen kumikimmoisuus²⁶. Muita yleiskumeille tyypillisiä ominaisuuksia ovat hyvät mekaaniset ominaisuudet. Niillä on hyvä kylmänkestävyys ja alhainen vaimennus. Hinnaltaan ne ovat usein halpoja. Yleiskumeja on helppo työstää ja liimata. Ne kiinnittyvät helposti metalleihin ja tekstiileihin vulkanointivaiheessa. Otsonin ja sään kestävyys yleiskumeilla on rajallinen. Yleiskumien ryhmään kuuluvat mm. luonnonkumi, isopreenikumit, styreeni-butadieenikumit, butadieenikumit ja regeneroitu kumi.

Luonnonkumin (NR) kemiallinen rakenne on cis-1,4-polyisopreeni. Luonnonkumi tunnetaan myös nimillä poly-cis-1,4-isopreeni, polyisopreeni. Se on yhä yksi käytetyimmistä kumimateriaaleista valtaisasta synteettisten kumien kehityksestä huolimatta.

²⁶ Raaka-ainekäsikirja 1984, 103.

Luonnonkumin raaka-aine eli lateksi saadaan mm. parakautsupuusta (*Hevea brasiliensis*), jota viljellään plantaaseilla. Lateksia tuottavia puita on satoja eri lajikkeita, mutta parakautsupuu on merkittävin lateksiksi kutsutun kautsudispersioon tuottaja. Lateksi muodostuu puun kuoren ja puuaineksen välissä. Luonnonkumi on maitomainen lateksi. Puun kuoreen tehdään viilto, josta lateksi valuu keruuas-tioihin. Puusta valutettu aines sisältää 20 – 40 % kautsua veteen dispergoituneena. Lateksin ennen aikaisen koaguloitumisen estämiseksi siihen lisätään stabi-loivaa ainetta, esimerkiksi ammoniakkaa tai natriumsulfaattia. *Hevea* lateksin koostumus vaihtelee ilmasto-olosuhteiden, vuodenajan, puun iän ja maaperän kunnan mukaan. Luonnonkumi koostuu 95 % cis-1,4-polyisopreenistä ja 5 % hartseista, kumista, tuhkasta, vedestä ja proteiineista. Tuoreena lateksin pH on 7.

Luonnonkumi on termoplastinen eli lämpimänä se on pehmeää ja tahmeaa. Kyl-mänä se on jäykkää ja haurasta. Tästä huolimatta luonnonkumituotteiden käyt-tölämpötila-alueeksi on määritelty -54 - +70 °C. Pakkasta luonnonkumi kestää hyvin n. -57 °C saakka. Alemmissä lämpötiloissa materiaali alkaa jäykistyä. Korke-at lämpötilat rajoittavat kumin käyttöikä. Samoin hapettavat olosuhteet. Kumi kestää hyvin emäksiä / alkaleja ja heikkoja happoja. Monet öljyt, rasvat ja liuot-timet vahingoittavat kumia. Liuottimista voidaan mainita aromaattiset, aliphaat-tiset ja klooratut liottimet. Vesi ei läpäise kumia, mutta se turpoaa oltuaan pitkää vedessä tai höyryssä. Kumi on luonnostaan epävakaa materiaali.

Luonnonkumista valmistettuja tuotteita ovat mm. pehmusteet, patjat, letkut, liimat, pinnoitteet, jalkineet, matot ja lattialaatat, ajoneuvojen renkaat.

Museon kumiobjektikokoelmassa luonnonkumista on valmistettuja mm. luvussa 7. käsiteltävä Lumikki-lelu (TTM 52003), paljeliitântäletkut (TTM 52307:1-3), poliisin patukat (TTM 52437:1-2), kumivasarat (TTM 52328:1-4) ja polttoaineletkun sisäosa (TTM 52306).

Isopreenikumit eli polyisopreenit (IR) ovat ominaisuuksiltaan ja käyttökohteiltaan hyvin samantyyppisiä kuin luonnonkumi. Isopreeni luokitellaan kuuluvaksi myös hiilivetyhartseihin²⁷.

Isopreeniä käytetään pääasiassa synteettisten kumien tuotantoon. Esimerkkeinä voidaan mainita mm. polyisopreenin, butyylikumin ja termoplastisen kumin styreeniblokkikopolymeerin tuotantoprosesseissa²⁸.

Synteettistä polyisopreeniä voidaan käyttää sellaisenaan tai seoksina muiden kautsujen kanssa. Autonrenkaissa polyisopreeniä voidaan sekoittaa luonnonkautsuun. Sellaisenaan sitä käytetään tiivisteiden, levyjen, jalkineiden ja solukumiin valmistuksessa. Polyisopreeni on erittäin puhdasta. Puhtautensa takia se sopii hyvin kemialliseen modifiointiin, esimerkiksi klooratun ja sykloidun kumin valmistukseen.

Polyisopreenin kaupp nimiä ovat mm. Cariflex IR (Li-IR), Ameripol SN (Ti-IR), Nat-syn (Ti-IR) ja Europren IP 80 (Ti-IR).

Styreeni-butadieenikumeja: on kahdessa eri muodossa (SBR) emulsiona (emulsiopolymerointi) ja (SSBR) liuksena (liuospolymerointi). Ne molemmat jalostetaan raakaöljystä. Vanhenemisominaisuus on parempi kuin luonnonkumilla. Styreenikumeille saadaan lujittavilla seosaineilla hyvät mekaaniset ominaisuudet. Esimerkiksi sopivalla hiilimustamäärällä voidaan parantaa vetolujuutta. Pakkas- ja kulumiskestävyys ovat huonompia kuin luonnonkumilla. Styreeni-butadieenikumeilla on monia alaryhmiä, jotka vaihtelevat esimerkiksi sen mukaan onko liuos tai emulsio polymeroitu tai butadieenin ja styreenin suhteen, lämpötilakestävyys, seosaineiden, molekyylipainon ja elektrolyyttipitoisuuden yms. ominaisuuksien mukaan. Niiden valmistusmäärä koko synteettisten kumien

²⁷ Mildenburg 1997, 9.

²⁸ Mildenburg 1997, 11.

tuotannosta on noin puolet. Styreeni-butadieenikumeja on ainakin 200 eri laatua.

SBR-materiaalista valmistettuja objekteja ovat mm. viemärin aukaisin (TTM 52429:1-3), oven puskurit (TTM 52169:1-5) ja letkun (TTM 52304) sisäosa. Oven puskurien valmistusmateriaali on SBR:n ja TPE:n seos. TPE on termoplastinen elastomeeri. Kumimateriaalien sekoittaminen on yleistä kumiteollisuudessa, koska se on helppo tapa muokata kumimateriaalien ominaisuuksia tarpeen mukaan.

Butadieenikumia (BR), jota kutsutaan myös polybutadieeniksi, valmistetaan butadieenista kompleksikatalyyttipolymeroinnin avulla.

Butadieenikumin ominaisuudet ovat riippuvaisia rakenneyksiköiden laadusta ja määrästä. Cis-polymeeri on kautsumainen kun taas trans-polymeeri on muovimainen termoplastinen aine²⁹. Erilaisilla katalysaattoreilla saadaan aikaan erityyppisiä ominaisuuksia. Butadieenikumien tärkeimpinä ominaisuuksina pidetään niiden kimmoisuutta ja erinomaista pakkaskestävyyttä. Kumiseoksiin sitä lisätään juuri näiden ominaisuuksien takia. Butadieenikumien prosessoitavuus ja mekaaniset ominaisuudet ovat huonot. Butadieenikumeja ei käytetä yksinään tuotteissa vaan ne ovat osana jotakin seosta. Butadieenikumeihin ja styreenibutadieenikumiin sekoitetaan samoja lisäaineita. Butadieenikumit vulkanoidaan rikki- kiihdytinaineyhdistelmällä. Butadieenikumeja sekoitetaan SBR:n kanssa autorenkaita valmistettaessa. Muita käyttökohteita ovat kenkien pohjat, telojen pinnoitteet ja kiilahihnat. Tuotenimiä ovat esimerkiksi Buna CB, Cariflex BR, Ameripol CB ja Solprene, Diene.

Regeneroitu kumi on ns. regeneroitu kumi 1. regeneraatti. Tätä kutsutaan yleisesti romukumiksi. Sitä saadaan kuumentamalla kumiromua sopivien kemikaali-

²⁹ Tammela 1989, 300.

en kanssa. Juoksevassa muodossa siitä voidaan erottaa mm. tekstiili-, ja metallikomponentteja. Regenerointi kuitenkin huonontaa hieman kumin ominaisuuksia. Kumimateriaalin uusiokäyttö on ympäristöystävällinen vaihtoehto.

Museon luettelointitietojen perusteella lasten kumisaapas (TTM 32019) on valmistettu regeneraattikumista.

Erikoiskumeilla on jokin poikkeava ominaisuus, joka erottaa sen luonnonkumeista. Tällaisia ominaisuuksia ovat mm. öljyn, bensiinin, sään, otsonin tai lämmön kestot. Tähän ryhmään kuuluvat butyylikumit, nitrillikumit, kloropreenikumit, eteeni-propeenikumit, silikonikumit ja fluorikumit.

Butyylikumi (IIR) on isobutyleenin ja isopreenin kopolymeeri. Elastomeerina se on suurimolekyylinen polyisobuteeni.

Butyylikumeilla on hyvä otsonin- ja lämmönkestävyys. Hapettavien kemikaalien kesto on myös hyvä. Nämä ominaisuudet johtuvat vulkanoidun polymeerin kaksoissidosten vähäisestä määrästä. Kaksoissidokset mahdollistavat myös rikkivulkanoinnin. Onnistuakseen se tarvitsee kuitenkin voimakkaan kiihdyttimen. Hiilivetyöljyt turvottavat butyylikumeja. Öljyä ja polttonesteitä butyylikumi kestää huonosti. Butyylikumeja valmistetaan useita eri laatuja. Butyylikumeja käytetään kaapelien päällysteinä, letkuissa, auto sisärenkaissa, ulkokäytössä eristys- ja kattolevyissä. Tuotemerkkejä ovat mm. Esso Butyl, Enjay Butyl, Polymer Butyl ja Butyl.

Klooributyylikumia (CIIR) ja **bromibutyylikumia** (BIIR) saadaan lisäämällä klooria tai bromia butyylikumiin. Butyylikumien ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä niihin halogeeneja.

Halogeeneja sisältävillä butyylikumeilla ovat alemmat kaasuläpäisevyydet ja paremmat lämmön-, otsonin-, sään- ja kemikaalienkestävyydet kuin tavallisella butyylikumilla.

Nitrillikumi (NBR) tunnetaan myös akrylonitrilli-butadieeni-kopolymeerinä sekä nimellä Buna-N. Yleisnimenä käytetään kuitenkin nitrilliä. Nitrillikumin polymeeriä valmistetaan monia laatuja, joissa akrylinitrillipitoisuus vaihtelee 10 - 51 %:iin. Nitrillillä on hyvä öljynkestävyys. Akrylonitrillin määrää vaihtelemalla voidaan vaikuttaa elastomeerin öljynkestävyyteen tarpeen mukaan. Lämmönkestävyys on kohtalainen. Pakkanen kovettaa ja haurastuttaa nitrillikumia. Tätä voidaan kuitenkin ehkäistä tietyin lisäainein. Nitrillillä on huono otsoninkestävyys. Samoin polaaristen liuottimien, ketonien, estereiden, kloorattujen ja aromaattisten liuottimien, kuten bentseenin ja tolueenin, kestävyys on huono. Kuten luonnonkumi ja styreeni-butadieenikumitkin, nitrillikumit tarvitsevat vahvistavia täyteaineita saadakseen hyvät mekaaniset ominaisuudet. Nitrillikumeja on useita eri laatuja. Ne ovat kalliimpia kuin monet muut kumilaadut. Nitrillikumeja käytetään esimerkiksi tiivisteissä, letkuissa, liitoskappaleissa, hihnoissa, suojavaatteissa ja -jalkineissa ja säiliöissä. Nitrillikumien tuotemerkkejä ovat mm. Breon, Buna-N, Chemigum ja Hycar.

Kloropreenikumit (CR) sisältävät kloropreenin (2-kloori-1,3-butadieenin) polymeerejä ja kopolymeerejä. Kloropreenikumeista käytetään usein nimeä neopreeni. Niiden hyvinä ominaisuuksina mainitaan mm. hyvä otsonin- ja säänkestävyys. Öljyjenkestävyys on parempi kuin luonnonkumilla, etenkin roiskeöljyjen

kohdalla, mutta moniin muihin kumilaatuihin verrattuna se on vain korkeintaan kohtalainen. Kloropreenikumeilla on hyvä tulenkestävyys ja liekkiä hidastava ominaisuus. Kloropreenikumeilla on taipumus kiteytyä, mikä rajoittaa niiden käyttöä alhaisissa lämpötiloissa. Kiteytymisen seurauksena tuote kovettuu. Jäykistymistä havaitaan jo -18 °C ja sitä alhaisemmissa lämpötiloissa. Kumimateriaali alkaa haurastua -40 °C asteen lämpötilassa³⁰. Korotetuissa lämpötiloissa sen sijaan kloropreenilla on hyvät valon ja otsonin kestävyudet. Laimeiden happojen ja emästen kesto on hieman parempi kuin luonnonkumilla ja styreenikumilla. Mekaaniset ominaisuudet ovat lähes luonnonkumin veroiset kimmoisuuden ja repeämislujouden osalta. Yleisesti käyttöä rajoittava tekijä on vaaleiden tuotteiden tummuminen niiden vanhetessa. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää tunnistettaessa museon kokoelmien kumiesineiden materiaaleja. Kloropreenikumeja käytetään lateksina esimerkiksi liimoissa, kuitujen sidosaineina, kumisementeissä, pinnoitteissa ja bitumiseoksissa. Kiinteässä muodossa kloropreenia käytetään letkuissa, tiivisteissä, päällysteinä, säiliöiden ja putkien vuorausaineena, suojavaatteissa ja -jalkineissa. Tuotemerkeistä voidaan mainita Baypren, Neoprene ja Skyprene.

Luvussa 6. käsiteltävä taistelukaasusuojapuku (TTM 59035) on valmistettu kloropreenistä. Tiivisteet (T128/TTM/D 4951) on valmistettu neopreenistä.

Eteeni-propeenikumien (EPM, EPDM) yhteydessä on mainittava etyleeni-propyleeni-copolymeeri (EPM), joka sisältää vain näitä kahta monomeeria. Yhteinen lyhenne eteeniä propeenialle kumeille on EPR. Jos kumit sisältävät muitakin dimonomeereja niiden lyhenne on EPDM tai EPD.

Monomeeri tarkoittaa reaktiivista molekyyliyksikköä, joten dimonomeerissa on kaksi reaktiivista molekyyliyksikköä. Kopolymeeri on kahden erilaisen molekyylin

³⁰ Ciesielski 1999, 17.

yhdistelmä. Molekyylit liittyvät toisiinsa yksiköiksi, jotka puolestaan monistuvat³¹.

EPDM valmistetaan eteenistä, propeenista ja dieenimonomeerista, joka jättää polymeeriin kaksoissidoksia. Nämä puolestaan mahdollistavat vulkanoinnin sekä rikillä että peroksiedeilla.

Eteenipropeenikumeilla on erinomainen otsonin-, sään- ja valonkestävyys. Hyviä ovat myös kemikaalien, lämmön- ja kulumiskestävyys. Kemikaaleista voidaan mainita mm. vahvat mineraalihatot ja -emäkset. Öljyjä eteenipropeenikumit eivät kestä. Kaasut läpäisevät eteenipropeenikumit helposti. Eteenipropeenikumeilla on monia käyttömahdollisuuksia, esimerkiksi autonrenkaat, erityislevyt, tiivisteet, kuljetinhihnat, säiliöiden pinnoitteet, jalkineet ja suojapeitteet. EP:n kauppanimiä ovat Buna AP, Dutral, Epcar, Nordel, Royalene ja Vistalon.

EPDM:stä valmistettuja objekteja kumiobjektikokoelmassa ovat mm. laituripuskurit (TTM 52302:1-2) ja paloletkujen (TTM 52392:1-6) sisäosat.

Silikonikumeja (Q) on monia eri tyyppisiä. Niiden pohjana on silikoni-happiketju. Yhteistä silikonikumeille on niiden erinomaiset kylmänkesto-ominaisuudet. Hyviä ominaisuuksia ovat myös lämmönkesto ja otsoninkestävyys. Silikonikumien yhteydessä mainitaan myös hyvät sähköiset ominaisuudet. Niillä on myös jonkin verran liekkien tukahduttamiskykyä. Silikonikumeilla on huonot fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet. Ne eivät kestä juurikaan happoja ja emäksiä³². Silikonikumit eivät kestä höyryä.

Lasientiivisteet (TTM 52324) on valmistettu silikonikumista.

³¹ Laurila 2007, 8-11.

³² Ciesielski 1999:22

Fluorikumit (FE) ovat etyleenin ja propyleenin halogeenijohdannaisia³³. Fluorikumilla (FPM tai FKM) on erinomaiset lämmön- ja kemikaalienkestävyysominaisuudet sekä hyvät öljyn- ja rasvankesto-ominaisuudet. Otsonia fluorikumit kestävät erinomaisesti. Samoin ne kestävät hyvin myös vahvoja mineraalihappoja. Fluorikumeja käytetään vaativissa paikoissa, esimerkiksi lentokoneissa, autoissa ja kemian teollisuudessa. Muita käyttökohteita ovat tiivisteet, letkut, johtojen päällysteet ja muut tekniset osat. Fluorikumeja tavataan myös tekstiileissä ja solukumeissa. Yksi tärkeimmistä tuotteista on kauppanimeltään Teflon.

Polyuretaanikumien (PUR) nimi johtuu uretaanirakenneyksiköstä. Se muodostuu isosyanaattiryhmän reagoidessa alkoholin hydroksyyliiryhmän kanssa.

Polyuretaaneihin käytettyjä isosyanaatteja ovat di-isosyanaatit, esimerkiksi toluleenidi-isosyanaatti, difenyyliimetaanidi-isosyanaatti ja niitä sisältävät seokset.

Polyuretaaneissa on kaksi perustyyppiä: polyeetteriuretaanit ja polyesteriuretaanit. Molemmat koostuvat vaihtelevista pitkistä pehmeistä segmenteistä ja lyhyistä kovista segmenteistä.

Polyuretaanikumeja valmistetaan usealla eri tavalla. Ne jaetaan valukumeihin, kautsumaisiin elastomeereihin, joista kumi valmistetaan tavallisten kautsukäsittelymenetelmien mukaisesti, ja termoplastisiin kumeihin.

Polyuretaaneja löytyy mm. museon jalkinekokoelmasta. Luvussa 7. käsitellään jalkinekokoelmaan kuuluvan talvijalkineen (TTM 66958) PUR-materiaalista valmistetun pohjan hajoamisprosessia.

Termoplastisten kumien eli termoplastisten elastomeerien (TPE) ryhmään kuuluvat mm. styreenidieenisegmenttikopolymeerit, polyolefiilien seokset, termo-

³³ P.Törmälä, P.Järvelä, J.J.Lindberg 1983, 291.

plastiset polyuretaanit, termoplastiset polyamidipolymeerit sekä termoplastiset polyesterityyppiset polymeerit. On syytä huomioida, että kumin ja muovin yhdistelmät luetaan myös termoplastisiin kumeihin. Termoplastisia kumeja on helppo työstää muovikoneilla. Etuna on myös, ettei termoplastisten kumien valmistus tarvitse vulkanointivaihetta³⁴.

Jo edellä mainitut ovien puskurit (TTM 52169:1-5) on valmistettu SBR:n ja TPE:n seoksesta.

Styreenidieenisegmenttikopolymeerien (SBS, SIS) muotoa voidaan kuvata ABA -tyypiksi. A vastaa jäykkää polystyreenisegmenttiä ja B pehmeää dieenisegmenttiä. Rakenteen muotoa voidaan kuitenkin vaihdella tarpeen mukaan. Butadieeni ja isopreeni ovat yleisimpiä dieeninä toimivia aineita (huom. lyhenteet SBS ja SIS). SBS on yksi autonrenkaiden valmistukseen käytettävistä pääelastomeereistä³⁵. ABA-rakennetyyppiä olevia elastomeereja käytetään esimerkiksi jalkineiden, letkujen, profiilien, kaapelien pinnoitteiden ja tiivisteiden valmistukseen.

Polyolefiilien seokset (TPO) ovat termoplastisten kumien tyyppisiä. Yleisimpiä polyolefiiliseoksia ovat polypropeenin ja EPR:n tai EPDM:n seokset.

Polyolefiilien seoksilla on huono hiilivetyjen kestävyys. Niiden dynaamiset ominaisuudet ovat myös heikot. Polyolefiilien seoksia käytetään autojen puskuireihin ja ulkopuolisiin profiileihin, johtojen ja kaapeleiden päällystykseseen sekä letkuihin. Tuotemerkkejä ovat mm. Vestopren ja Uniroyal TPR.

Termoplastisesta polyuretaanikumista valmistetaan myös kuitumuotoa, joka tunnetaan yleisesti Spandex-kuituna. Tässä kuidussa segmenttipolyuretaanin

³⁴ Tammela 1989, 332.

³⁵ Mildenburg 1997, 141.

määrä on vähintään 85 p-%:a. Ensimmäisen kaupallisen spandex-kuidun nimi oli Lycra.

Termoplastisten polyesterielastomeerien rakenne on $(AB)_n$ -tyyppiä eli ne koostuvat vuorottelevista jäykistä ja pehmeistä segmenteistä. Pehmeitä segmenttejä ovat polyeetteriglykolit, esimerkiksi polyeteeni-, polypropeeni- tai polybuteeni-eetteriglykolit. Jäykät segmentit muodostuvat dimetyylitereftalaatista ja 1,4-butaanidiolista vaihtoesteröimällä. Iskunkestävyys ja taivutuslujuus ovat elastomeereilla hyvät. Niillä on myös hyvä öljyn, rasvojen, ja hydraulisten nesteiden kestävyys. Polyesterielastomeerien käyttöalueita ovat mm. letkut, putket, hihnat, tiivisteet ja optiset kaapelit. Tuotemerkkejä ovat esimerkiksi Arnitel, Gaflex, Hytrel ja Lomod.

3.4. KUMIN LISÄAINEET

Vulkanoinnissa käytettyjen aineiden lisäksi kumiin voidaan lisätä niiden työstöä helpottavia ja ominaisuuksia parantavia aineita. Näitä ovat pehmitin- ja jatkeaineet, prosessoinnin apuaineet ja tarttumista edistävät aineet.

Taulukko 3.2. Tärkeimmät kumin pehmitin-, täyte- ja väriaineryhmät.

Pehmitinaineet	Täyteaineet	Väriaineet
maaöljy	sinkkivalkoinen	rautaoksidit
vaseliini	liitu, hiilimusta	orgaaniset värit
parafiini	kaoliini	antimoni- ja
bitumi	regeneraatit	kadmiumsulfidit
terva	silikaatit, savet	kromioksidit
mäntyöljy	kalsiumkarbonaatti	nikkelititanaatti
esteripehmittimet	mineraalitäyteaineet	ultramariini
faktis	piioksidi	
vahat	talkki	
steariinihappo	titaanioksidi	
pienimolekyylinen poly- eteeni	sinkkikarbonaatti sinkkioksidi asbesti jauhettu korkki lyhyet kuidut	

Taulukko 3.3. Tärkeimmät kumin antioksidantit, antiotsonantit ja seosaineet.

Antioksidantit	Antiotsonantit	Seosaineet	
sekundääriset	diaryyli-	amiiniyhdisteet	hioma-aineet
amiinit		p-fenyleenidi-amiinit	fungisidit
ketoni-amiinikondensaattit		dihydrokinoliiniyhdisteet,	bakteerisidit
aldehydi-		rikkipitoiset	organo-antihydrolysantit
amiinikondensaattit		metalliyhdisteet	mastiointiaineet
alkyyliaryyli –		p-alkoksi-N-alkyylianiiniit	solutusaineet
sekundääriset amiinit			tuoksuaineet
primaarisetaryyliamiinit			kitkan pienennysaineet
substisoidut fenolit			antistaattiset aineet
tiobisfenolit			
bisfenolit			
polyoksifenolit			
fostiitit			
tioetterit			

Pehmitinaineet toimivat fysikaalisesti molekyylien välisinä voiteluaineina. Pehmitinaineita ovat mm. maaöljy, vaseliini, parafiini ja bitumi. Maaöljyä käytetään jatkeaineena. Pehmitinaineena voivat toimia myös terva ja mäntyöljy, joita saadaan puumateriaalista. Polaarissa kumeissa pehmittiminä toimivat esteripehmittimet. Yksi tärkeimmistä pehmittimistä on faktis, jota saadaan aikaan kuumentamalla kuivuvaa öljyä rikin tai rikkikloridin kanssa. Se soveltuu myös prosessoinnin apuaineeksi ja täyteaineeksi. Lisäksi se edesauttaa kypsymisvaikutusta vulkanoinnissa.

Kumiaineen tarttumista työstökoneisiin ehkäistään vahoilla, steariinihapolla tai pienimolekyylisellä polyeteenillä.

Täyteaineita ovat olleet esimerkiksi sinkkivalkoinen, liitu, hiilimusta eli noki (kaasunoki), kaoliini ja regeneraatit. Nykyään kumin yleisimmät täyteaineet ovat noki, vaaleat täyteaineet ja orgaaniset täyteaineet³⁶. Kumin yhtenä tärkeimmistä täyteaineista käytetään edelleenkin hiilimustaa. Noen kumia vahvista ominaisuus on aivan omaa luokkaansa.

Tampereen museoiden kumimateriaalikoelman kannalta on tärkeää käsitellä myös aiemmin yleisesti käytössä ollut tunneliprosessi, joka on nykyään tarpeeton ja lähes kokonaan poistettu käytöstä. Kumimateriaalikoelmassa, varsinkin kumijalkinekoelmassa, on esineitä, joiden voidaan olettaa sisältävän tunneliprosessilla tuotettua nokea. Tunneliprosessissa maakaasua poltetaan nokeavalla liekillä pienissä polttimoissa. Hiili kerääntyy viileälle pinnalle, joka on osa U-kiskoja. Kuumaan reaktiotuotteeseen pääsee melko vapaasti ilmaa. Tämän seurauksena reaktiotuote hapettuu pinnaltaan. Tämän on yksi tunneliprosessin erityisominaisuuksista. Pinnan happikompleksit antavat ns. 'tunnelinoelle' happaman ominaisuuden. Tästä ominaisuudesta johtuu korkea adsorptiokyky emäksille ja vetisen vetelän massan alhainen pH. Pinnan happamuus vaikuttaa ehkäisevästi rikkivulkanointiin.

Vahventavan ominaisuuden lisäksi muutamia nokilaatuja, ns. asetyleenimustat, käytetään parantamaan kumin sähkönjohtokykyä. Noki eli hiilimusta antaa kumiseokselle hyvän UV-suojan³⁷. Hiilimusta imee tehokkaasti radikaaleja³⁸.

Muita tärkeitä kumin vahvistamiseen käytettäviä täyteaineita ovat mm. silikaatit, erilaiset savet, kalsiumkarbonaatti ja muutamat muut mineraalitäyteaineet. Näitä käytetään jos valmistettavaa kumilaatua ei suunnitella suurta vahvuutta vaativaan käyttöön.

³⁶ Laurila 2007, 72.

³⁷ Ciesielski 1999, 13.

³⁸ Elias 1997, 383).

Muita kumin jalostuksessa käytettyjä ns. vaaleita täyteaineita ovat alumiinihydroksidi, alumiinisilikaatti, kalsiumsilikaatti, bariumsulfaatti, kalsiumsulfaatti, kaoliini (pääasiassa alumiinisilikaattia), kalsiumkarbonaatti, magnesiumkarbonaatti, piioksidi (piimaa, mineraalinen, saostettu tai pyrogeeninen), talkki (pääasiassa magnesium- ja alumiinisilikaattia), titaanidioksidi, sinkkikarbonaatti, sinkkioksidi, asbesti, jauhettu korkki, lyhyet puuvilla-, selluloosa- tai polyamidikuidut, ligniini. Muista täyteaineista käytetyimpiä ovat kaoliini, mica (potaska-alumiinisilikaatti), talkki (magnesiumkarbonaatti), liitukivi (kalsiumkarbonaatti) ja titaanidioksidi. Silikaateista voidaan mainita wollastoniitti, jota käytetään fluorikumin täyteaineena³⁹. Titaanioksidilla (TiO₂) on valolle herkistävä ominaisuus, joka on syytä huomioida käyttöä harkittaessa⁴⁰.

Sinkkivalkeista käytetään usein kumisekoituksissa lisäämässä kestävyttä. Se on myös välttämätöntä vulkanoinnissa. Jalkinsekoituksissa sinkkivalkoinen, noki, liitu ja kaoliini olivat yleisimpiä 1930-luvulla.

Tavallisimpia **väriaineita** ovat rautaoksidit ja eräät orgaaniset värit. Myös nokea ja sinkkivalkeista voidaan käyttää väriaineena. Muita väriaineita kumin värjäämiseen ovat antimoni- ja kadmiumsulfidit, kromioksidit, nikkelititanaatti ja ultramariiniin sininen. Useat täyteaineet toimivat myös valkoisina pigmentteinä.

Tyydyttymättömät kautsut ja kumit hapettuvat helposti. Tyydyttyneillä polymeereillä hapettuminen on vähäisempää. Heikoimmat kohdat kautsumolekyylissa ovat kaksoissidoksen viereiset α -ryhmät sekä kumissa lisäksi rikin muodostamat ristsidokset, jotka aktivoivat viereisiä ryhmiä ja reagoivat itse hapen kanssa⁴¹. Eriyisen herkästi hapen kanssa reagoi allyylisulfidirakenne. Hapen liittymistä kumin ja kautsun rakenteeseen kiihdyttävät UV-säteily, korkea lämpötila ja epäpuhtauksina esiintyvät metallit, esim. kupari ja rauta. Sekä happi että otsoni saavat aikaan kautsumolekyylien katkeamisen, kumin pinnan säröilyä ja ne huonon-

³⁹ Laurila 2007, 77.

⁴⁰ Elias 1997, 383.

⁴¹ Tammela 1989, 285.

tavat kumin mekaanisia ominaisuuksia. Hapen ja otsonin kumiin aiheuttamien reaktioiden ehkäisemiseen käytetään **antioksidantteja**. Kumeille antioksidanteina käytetään joko amiini- tai fenolistabilisaattoreita. Amiinistabilisaattoreina toimivat sekundääriset diaryyliamiinit, ketoni-amiinikondensaatit, aldehydi-amiinikondensaatit, alkyyliryli-secundääriset amiinit, primaariset aryliamiinit. Fenolistabilisaattoreita ovat substituoidut fenolit, substituoidut tiobisfenolit, substituoidut bisfenolit ja polyoksisfenolit. Muita antioksidantteja ovat fosfiitit (fosforihapokkeen esterit) ja tioetterit. Amiini- ja fenolistabilisaattorien reagoissa hapettumisessa syntyvien radikaalien kanssa tuloksena on vaarattomia yhdisteitä. Amiinistabilisaattorit ovat yleisimpiä ja tehokkaita, mutta niillä on värjäävä vaikutus. Se seurauksena ne sopivat lähinnä hiilimustaa sisältävien kumien valmistukseen. Fostiitit ja tioetterit reagoivat polymeerihydroperoksidien kanssa irrottaen niistä happea. Tämän seurauksena polymeerihydroperoksidit muuttuvat vaarattomiksi polymeerialkoholeiksi. Täyteaineiden hapettumista ehkäisevä vaikutus perustuu siihen, että ne estävät UV-säteilyn tunkeutumisen kumiin⁴². Metallikomplekseja muodostavia yhdisteitä käytetään metallien aktiivisuuden poistoon.

Antiotsonantteja käytetään otsonin vaikutuksen ehkäisemiseksi. Otsoni reagoi herkästi tyydyttymättömien polymeerien ja kumien kanssa. Tyydyttyneet hiilivedyt sen sijaan kestävät otsonia hyvin. Otsonin reaktio kaksoissidosten kanssa on selvitetty kohdassa 4.6.

Parafiinivahat edistävät pintaa suojaavan kerroksen muodostumista. Niillä on myös tihkumista edistävä vaikutus. Vahakerros soveltuu ainoastaan staattisessa tilassa oleviin tuotteisiin. Ns. dynaamisessa käyttöön sopivat amiiniyhdisteet, p-fenyleenidiamiinit, dihydrokinoliiniyhdisteet, rikkipitoiset organo- metalliyhdisteet, p-alkoksi-N-alkyylianiiniinit.

⁴² Tammela 1989, 286.

Antiotsonanttien toinen tehtävä on reagoida hajoamisen aikana syntyneiden välituotteiden kanssa ja estää kumimolekyylien katkeaminen ja liittää jo katkenneita osia yhteen.

Teknisiin tarkoituksiin käytettäviin kumiseoksiin saatetaan lisätä säteilyn vaikutusta pienentäviä aineita, joita kutsutaan **antiradianteiksi**. Yleensä antiradiantteja sisältäviä kumilaatuja käytetään ydintekniikassa. Kumin säteilyn kestävyyttä arvioidaan säteilyn kumin fysikaalisiin ominaisuuksiin tekemien muutosten perusteella.

Kumiin lisätään myös muita **seosaineita** tarpeen mukaan. Seosaineita ovat mm. hioma-aineet, fungisidit, bakteerisidit, antihydrolytantit, mastisointiaineet, solutusaineet, tuoksuaineet, kitkaa pienentävät ja antistaattiset aineet.

3.5. KUMIN HAJOAMINEN JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

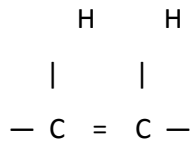
Yleisesti polymeerien hajoamiseen liitetään seitsemän erityyppistä hajoamisprosessia.

1. Lämpöhajoaminen
2. Mekaaninen hajoaminen
3. Ultraäänestä johtuva hajoaminen
4. Hydrolyyttinen hajoaminen
5. Kemiallinen
6. Biologinen
7. Säteilyhajoaminen

43

⁴³ Allen & Edge 1992, 2.

Haurastumismekanismit vaihtelevat kumin osalla sen sisältämien aineiden, täyteaineiden, jatkeaineiden ja kiihdyttimien mukaan. Haurastumisen käynnistävät valo, lämpö, happi, otsoni, hankausrasitus ja jotkut metallit. Valo on yksi haitallisia tekijöitä kumin ikääntyessä. Kumi menettää myös elastisuuttaan ja se voi muuttaa muotoaan. Tästä on hyvä esimerkki luvussa 7 liitteessä 6. Naisten talvijalkineen pohjasta tehdyssä materiaalianalyysissä, on kahden näytteen välillä havaittavissa selvä ero. Vanhempaan näytteeseen (TTM 66958 Näyte 2011) verrattuna tuoreemmasta näytteestä (TTM 66958 Näyte 1a) voidaan havaita selviä muutoksia, esimerkiksi kaksoissidosten määrän vähenemistä, jotka kertovat kumimateriaalin kemiallisesta vanhenemisprosessista. Tähän asiaan palaan yksityiskohtaisemmin luvussa 7.



Kaavio 3.2. Kaksoissidoksen rakenne, joka esiintyy mm. luonnonkumissa.

Nämä polymeerirakenteissa tapahtuvat kemialliset muutokset ilmenevät lisääntyneenä liukenemattomuutena, rakenteen vahvuuden alenemisena, lisääntyneenä polaarisuutena ja värimuutoksena. Talvijalkineiden kohdalla on selvimminkin havaittavissa rakenteen vahvuuden aleneminen ja lopullinen hajoaminen.

Ikääntymisprosessit voidaan Buistin mukaan jakaa seuraaviin tyyppeihin⁴⁴.

Normaali hapettuminen, joka tapahtuu vaihtelevissa olosuhteissa ja myös pimeässä on auto-oksidoitumista. Hapettuminen tapahtuu ketjureaktiona vapailla radikaaleilla. Normaali hapettumisreaktio ei tarvitse erillistä aktivointia, vaan se

⁴⁴ Buist 1955, 24.

tapahtuu koko ajan. Hapettuminen (oksidoituminen) aiheuttaa kumin nopean haurastumisen. Tämän tuloksena ovat joko molekyyliketjujen katkeaminen, joka muuttaa kumin pehmeäksi ja tahmeaksi tai elastomeerien ristsidokset muuttavat kumin kovaksi ja hauraaksi. Nämä molemmat reaktiot voivat tapahtua kumimateriaalissa samanaikaisesti.

Kumimateriaalien kannalta yksi pahimmista hapettumisreaktion aiheuttajista on otsoni, joka on erittäin voimakas hapetin. Sitä muodostuu ilmakehässä fotokemiallisissa reaktioissa, joten sitä on ympärillämme koko ajan. Otsoni on väritöntä tai sinistä. Se on myös hydroksyyli-radikaalien lähde⁴⁵. Otsonin muodostuminen tapahtuu maantasolla typpioksidin hajotessa auringonvalon vaikutuksesta. Otsonia tuottavat myös monet laitteistot, esimerkiksi toimistokoneet kuten kopiokoneet. Sisätiloissa noussut otsonitaso aiheuttaa tutkimusten mukaan myös muiden kaasujen, kuten formaldehydin, haihtumisen lisääntymistä⁴⁶. Tällä on myös haitallisia vaikutuksia työntekijöiden terveyteen.

Otsoni reagoi herkästi tyydyttymättömien polymeerien ja kumien kanssa. Vaikka moniin luonnonkumiseoksiin ja polyuretaaneihin sekoitetaan valmistusvaiheessa antioksidantteja suojaamaan valmistettavaa tuotetta hapettumiselta, vanhentuessaan ja antioksidanttien haihtuessa tuote altistuu otsonille. Suojaamattomista kumimateriaaleista, kuten polyisopreenistä, on löydetty merkkejä hajoamisesta jo matalilla otsonitasoilla jopa muutamien tuntien kuluttua altistuksesta.⁴⁷ Otsoni voi vaikuttaa myös tyydyttyneisiin polymeereihin, esimerkiksi polyetyyleeniin. Tämä on huomioitava kumikokoelman säilytysmateriaaleja mietittäessä.

⁴⁵ Hatchfield 2002, 7.

⁴⁶ Hatchfield 2002, 15.

⁴⁷ Hatchfield 2002, 15.

Metallimyrkytys. Kupari ja mangaani toimivat kumin ikääntymisessä katalyytteinä. Muut metalliset epäpuhtaudet kuten rauta, nikkeli ja koboltti toimivat myös katalyytteinä, joskin vähemmän kuin kupari ja mangaani. Ns. metallimyrkytyksen vaikutuksesta kumi haurastuu ja depolymeroituu.

Lämpöikäntyminen tapahtuu vaihtelevissa olosuhteissa, esimerkiksi huonelämpötilassa. Materiaalin herkkyyttä lämmölle kuvaa se, että jo 10 °C lämmön nousu kaksinkertaistaa reaktionopeuden⁴⁸. Sen seurauksena vulkanoitu kumi kovettuu pinnaltaan ja vulkanoimaton kumi pehmenee.

Valoikäntyminen. Valo aiheuttaa jäykän kuoren muodostumisen kumin pintaan, johon muodostuu myös erisuuntiin lähteviä halkeamia. Muodostunut ohut kuori kuitenkin suojaa materiaalia. Ohuin kalvo on mustissa kumeissa. Kalvo voi niissä ilmentyä eräänlaisena härmänä (eng. bloom). Hapettuminen aiheuttaa tämän reaktion.

Taivutushalkeaminen. Mekaaninen väsyminen aiheuttaa halkeamia kumiin, jotka ovat hyvin samantyyppisiä kuin otsonin aiheuttamat halkeamat. Taivutushalkeamisessa otsonin aiheuttamilla halkeamilla on suuri merkitys.

Ilmasta johtuva ikääntyminen. Tälle ilmiölle on tyypillistä otsonihyökkäyksen aiheuttamat halkeamat, kuten taivutushalkeamisessakin⁴⁹. Otsoni muodostaa kaksoissidoksia kumimolekyylissä, joka aiheuttaa kumin haurastumisen.

⁴⁸ Jentsch. 1994, 318

⁴⁹ Loadman 1991, 69

3.6. BIOLOGINEN HAJOAMINEN

Kumin hajoamisessa on huomioitava myös biologisten tekijöiden homeiden, bakteerien, hyönteisten ja jyrsijöiden aiheuttama tuhoutuminen⁵⁰. Biologinen hajoaminen koskee eniten kumia sisältäviä monimateriaaliobjekteja, joiden osana on esimerkiksi tuholaisia houkuttelevaa materiaalia. Kumimateriaalissa, esimerkiksi univormuissa ja ylipäänsä kulttuurihistoriallisissa kokoelmissa, tavatut homeet eivät ole harvinaisia. Vaikkeivät kumit itsessään varsinaisesti tarjoa ravintoa homeille, bakteereille tai hyönteisille, ne toimivat kasvualustoina keräten kosteutta ja likaa. Kumin vastustuskyky biologisia hajottamistekijöitä vastaan riippuu materiaalin itsensä lisäksi, lisäaineista ja valmistusprosessista. Lisäaineet hajoavat myös, joten nekin omalta osaltaan vaikuttavat kumin ikääntymiseen ja hajoamiseen.

3.7. KUMITUOTTEET

Kumista valmistetut tuotteet ovat jo kauan olleet läsnä ihmisen elämässä jokaisella elämän alueella. Kumi on ominaisuuksiensa ja muunneltavuutensa takia yksi yleisimmin käytetyistä valmistusmateriaaleista. Kumin ominaisuuksia voidaan muokata valmistettavan tuotteen mukaan. Yleisesti kumimateriaalit ovat hinnaltaan melko huokeita, lukuun ottamatta kalliita erikoiskumeja. Tässä luvussa käsitellään lyhyesti Tampereen museoiden kumikokoelmassa ja muutenkin yleisimpiä kumituotealueita.

Yksi suurimmista kumimateriaalin käyttäjistä on rengasteollisuus, etenkin autonrenkaiden valmistajat. Autonrenkaiden valmistuksen yhteydessä tehdään myös paljon kumin ominaisuuksiin liittyvää kehitystyötä. Suomessa autonrenkaita valmistaa nykyään Nokia Tyres. Autonrenkaiden valmistus on yksi teknisen kumin

⁵⁰ Allington 1988, 129.

osa-alueista.

Tekninen kumi on uusin kumin valmistuksen osa-alue. Tekniseen kumiin kuuluvat myös erilaiset letkut, tiivisteet, hihnat ja muut koneiden osiksi tarkoitettut kumituotteet. Erilaisiin suojavälineisiin käytetyt kumit ovat myös teknisen kumin osa-alueita. Lateksia on aiemmin käytetty esimerkiksi työkasineissa, mutta se on todettu allergisoivaksi aineeksi, joten se on korvattu muilla kumilaaduilla. Terveystieteidenhuollossa ja kemianaloilla erilaisista kumimateriaaleista tehdyt tuotteet ovat yleisesti käytössä. Muita teknisen kumin käyttäjiä ovat mm. rakennusteollisuus ja LVI-ala.

Jalkineiteollisuus käyttää pakkasen- ja säänkestäviä kumimateriaaleja, jalkineiden eri osissa, etenkin pohjamateriaalina. Pohjoinen ilmastomme asettaa jalkineille suuria vaatimuksia, joiden täyttämiseen kumi muunneltavine ominaisuuksineen sopii erinomaisesti. Sekä kesä- ja talvijalkineet sisältävät usein kumia.

Nykyään kumia käytetään vaatteiden ja muiden tekstiilien valmistukseen, joko korvaamaan kalliimpia materiaaleja tai jonkin kumin ominaisuuden takia. Hyvä esimerkki tästä ovat kuminauhkat ja ns. stretch-kankaat.

Kumia on yleisesti käytetty myös urheiluvälineiden valmistuksessa. Kuten edellä on jo mainittu, yksi jo mayojen keksimä käyttö on pallojen valmistus. Tässä kumimateriaalin kimmoisuus ja palautumiskyky tulevat hyvin esille. Kumille on myös käyttöä vesiurheilun- ja sukellusvälineiden valmistuksessa. Tästä hyvänä esimerkkinä on Tampereen Museoiden kokoelmassa oleva sukelluspuku 1900-luvun alkupuolelta. Nykyään esimerkiksi surffauspukuja valmistetaan neopreenistä.

Lasten leikkikaluissa on käytetty ja käytetään edelleen paljon kumimateriaaleja. Kumimateriaaleja yhdistellään muiden materiaalien kanssa monimateriaaliesi-

neiksi. Kumimateriaaleista valmistettujen objektien säilytyksessä nämä monimateriaaliobjektit aiheuttavat entistä enemmän haasteita. Ongelmia aiheuttavat esimerkiksi materiaalisekoitukset kuten metalli-kumimateriaaliobjektit. Tietyt metallit kuten kupari ja mangaani ja metalliset epäpuhtaudet kuten rauta, nikkeli ja koboltti edistävät kumimateriaalin hajoamista. Ilman tarkkaa materiaalianalyysiä metalliosien seosta on lähes mahdoton saada selville, ellei niitä valmistajan antamissa tuotetiedoissa mainita.

4. KUMIOBJEKTIKOKOELMAN HALLINTA

Kokoelman hallinta on yksi museon tärkeimmistä töistä. Museoiden kokoelman hallinnalla tarkoitetaan objektien ja niistä saatavan tiedon keräämistä, dokumentointia ja säilyttämistä kontrolloiduissa olosuhteissa niille tarkoitetuissa säilytystiloissa. Ilman asianmukaista kokoelmanhallintaa objektikokoelmat ovat hajallaan eikä niiden antamaa tietoa voida hyödyntää tutkimuksen ja näyttelyiden kautta. Hyvällä kokoelman hallinnalla pystytään museoissa myös ehkäisemään ns. objektibilimiamia eli liiallista objektien keruuta. Liian suuret kokoelmat aiheuttavat mitattavia ongelmia niin tila- kuin taloudellisten resurssien näkökulmasta. Liiallinen kokoelmien kartunta on ongelmana monissa museoissa sekä Suomessa että ulkomailla.

Konservaattorin tehtäviä kokoelman hallinnassa ovat mm. objektin kuntotarkastus, säilytys- ja näyttelykonservointi. Näyttelyitä ja niihin liittyviä prosesseja ei käsitellä tässä pro gradussa.

4.1. KUNTOTARKASTUS

Tampereen museoiden kumimateriaalikokoelmasta voidaan erottaa kolme objektiryhmää: kumimateriaaleista valmistetut objektit, kuten erilaiset tulpat, lelut, letkut ja suojaimet vain muutamia mainitakseni, sekä kumijalkineet ja kumirenkaat. Kumimateriaalikokoelman kartoitus on aloitettu kumiobjektikokoelmasta, koska se on todennäköisesti kappalemäärältään suurin. Kokoelman kuntokartoitus voidaan tehdä monin eri tavoin. Tällä hetkellä kumiobjektit käydään läpi tarkastamalla niiden kunto ja mittaamalla niiden fyysiset mitat. Nyt saatuja mittaus tuloksia voidaan verrata tulevaisuudessa saataviin mittaustuloksiin. Tämä on yksi tapa dokumentoida objektissa tapahtuvia muutoksia.

Kartoitustyön hidasteena on se tosiasia, että kartoitusta tehdään muun kokoelmankonservointityön ja muuttotyön ohella. Henkilöressurssien vähyyden takia kumikokoelman kartoitukseen ei voida kokoaikaisesti uhrata konservaattorin työaikaa. Kartoitustyö on mahdollista ainoastaan hyvin rajoitetulla tasolla, johon on sisällytetty vain välttämättömät toiminnot.

Kuten edellä jo todettiin, nämä välttämättömät toiminnot ovat objektien kunnan tarkastus ja niiden mittojen tarkastus. Objektien suuren määrän takia kaikkia ei ehditä kuvaamaan. Ajan- ja henkilöstöressurssien puutteen takia vain kokoelmasta poistettavat objektit kuvataan ryhminä. Kokoelman kannalta olisi ollut parasta tehdä kaikkien objektien kuntokartoitus, tietojen tarkastus ja kuvaus samalla kerralla. Kokoelma olisi saatu samalla vietyä yhdellä kertaa museon objektitietokantaan. Tulevaisuudessa kumiobjektikokoelma on otettava uudelleen käsitteelyyn, koska jo nyt on nähtävissä joidenkin objektien kohdalla nopea tuhoutuminen eli elinkaaren loppu. Toivottavasti silloin voidaan jäljelle jäävä kumiobjektikokoelma dokumentoida perusteellisesti.

Nyt kuntokartoitusta tehtäessä on tullut selväksi, että tulevaa tarkempaa kumiobjektien kuntotarkastusta varten on luotava uusi kunto/vauriokartoituslomake. Nykyiset konservointilaitoksella käytettävien lomakkeiden termistö ei vastaa riittävän tarkasti kumimateriaalien vauriokartoituksessa tarvittavaa termistöä, sillä se on tarkoitettu taidekonservoinnin tarpeisiin. Kumimateriaaleja varten termistöstä on löydettävä vastinesanoja mm. pinnan tahmeudelle tai lasimaiselle kovuudelle. Myös kumimateriaalien värimuutokset on pystyttävä merkitsemään tarkasti. Termistön luomisessa ongelmana on, että standardisoituja sanavastineita vaurioille ei ole. Vastineet on luotava valmistusteknisen ja konservointikirjallisuuden perusteella. Myös modernin arkkitehtuurin dokumentointia käsittelevässä kirjallisuudessa on sopivaa materiaalia hyödynnettäväksi kunto/vauriokartoituslomaketta suunniteltaessa. Hyvänä esimerkkinä voi mainita ICOMOKSEN ISC 20C:n (International Scientific Committee for Twen-

tieth Century Heritage) kehittämät ohjeet 1900-luvun ja modernien kulttuuriperintökohteiden konservointia varten⁵¹. Näissä ohjeissa on useita kohtia, jotka sopivat myös kumimateriaaleista valmistettujen objektien kunto/vauriokartoitukseen.

Kunto/vauriokartoituksessa mainitaan myös materiaalitunnistuksessa käytettävät analyysit. Niille on luotava erilliset lomakkeet materiaalien analyysien tuloksia varten. Näitä analyysijä ovat mm. FTIR-analyysit, joita varten objektista voidaan joissakin tapauksissa ottaa näyte. Näytettä varten olen kehittänyt erillisen näytelomakkeen näytteen tietojen säilyttämiseksi (esimerkki näytelomakkeesta on liitteenä (LIITE 1). Otetut näytteet säilytetään kumimateriaalien säilytystilassa.

Hyvin tehty dokumentointilomake säästää aikaa ja toimii tulevaisuudessa hyvänä pohjana objektien kuntoa seurattaessa ja elinkaarta ennakoitaessa.

4.2. VALMISTUSMATERIAALIEN TUNNISTAMISEN VAIKUTUS KOKOELMANHALLINTAAN

Kumimateriaalien tunnistus on ensiarvoisen tärkeää koko kumikokoelman kannalta. Tunnistuksen myötä voidaan kartoittaa mm. objektien valmistusmateriaalien mahdollista elinkaarta ja kokoelman objektien kartoitusta voidaan tämän perusteella myös priorisoida niin, että nopeimmin tuhoutuvat objektit dokumentoidaan ensin. Tulevaisuudessa tämän perusteella voidaan myös määritellä onko nopeasti tuhoutuvia objekteja edes järkevää ottaa kokoelmiin. Valmistusmateriaalien tunnistusta ja siihen liittyvää tutkimusta käsitellään tapaustutkimusten kautta tutkielman luvussa 7.

Joissakin tapauksissa jo hajonneista objekteista on syytä tehdä tarkka materiaalitunnistus. Näissä tapauksissa kumimateriaalikokoelmassa on usein samantyyppisiä ja samaan aikaan valmistettuja objekteja joiden säilyttämiseen materiaalitutkimus voi vielä antaa tietoa. Tästä on esimerkkinä luvussa 7 oleva, jalkineen ko-

⁵¹ Madrid Document 2011.

ron materiaalitutkimus. Tutkimuksen perusteella voidaan arvioida muiden 1970 - ja 80-luvuilla valmistettujen jalkineiden pohjien elinkaarta. Kumimateriaaliobjektin elinkaaren arviointi on aina nimenomaan arvio, koska jokaisen objektin kohdalla siihen ovat vaikuttaneet eri osuuksin valmistusprosessi, säilytysolosuhteet, käyttö ja käytön jälkeinen säilytys.

Tulevaisuudessa voidaan ehkä määrittää kumimateriaalit, joista valmistettuja objekteja ei kannata ottaa museokokoelmaan. Ne voivat olla museonäyttelyssä, mutta pitkäaikaissäilytykseen niitä ei oteta, koska niiden elinkaari on liian lyhyt museo-objektien näyttely- ja tutkimuskiertoon. Näyttelyiden ja tutkimuksen välillä saattaa olla vuosikymmenien säilytysaika, kun objektein ei kohdistu säilytysmateriaalien vaihtoa lukuun ottamatta mitään toimenpiteitä. Näytteillä olon jälkeen objektit, joiden elinkaari on todennäköisesti muutama vuosikymmen, dokumentoidaan kuvaamalla, objektitutkimuksen ja materiaalitutkimuksen metodein. Esimerkki tällaisista objekteista on terveydenhuollon kokoelmaan kuuluvat kondomit.

4.3. SÄILYTYS

Valmistusmateriaalien tunnistuksella voidaan myös helpottaa sopivien säilytysmateriaalien löytämistä, mikä on kumimateriaaleista valmistettujen objektien osalta haasteellista. Vanhentuuksaan ja hajoamisprosessiensa ansiosta tahmeaksi muuttuva kumiobjekti voidaan erottaa muista objekteista ja välttää näin sen tarttuminen muihin kumiobjekteihin. Sen kuntoa voidaan seurata myös tiheämmässä aikataulussa kuin muiden kumiobjektien kuntoa. Modernien materiaalien säilyttämisessä säilytysmateriaalien valinnan merkitys korostuu. Niiltä vaaditaan kemiallista stabiiliteettia, koska kumimateriaalit itsessään tuottavat mm. VOC-kaasuja, jotka edistävät esimerkiksi selluloosapohjaisten materiaalien hajoamista.

Säilytys on myös olosuhteiden valvontaa. Tätä käsitellään luvussa 5.

4.4. POISTOT KUMIOBJEKTIKOKOELMASTA

Kumimateriaalien tunnistuksen lisäksi on kumikokoelmalle myös kehitettävä strategia poistoja varten. Tällä hetkellä poistot perustuvat objektien huonoon kuntoon ja samanlaisten objektien määrään. Objektin huono kunto määritetään sekä silmämääräisesti, mikroskooppi - ja infrapunaspektrometrin tutkimuksin. Muutamia objekteja oli jo hajonnut, esimerkiksi suojanaamarit, joten niiden huonon kunnon toteamiseen riitti silmämääräinen tarkastelu. Määrään perustuvia poistoja tehdään, jos objekteja on enemmän kuin 10 kpl.

Suojanaamareista tehdyt poistot ovat hyvä esimerkki huonokuntoisten tai täysin tuhoutuneiden objektien poistosta. Poistetut suojanaamarit ovat tuhoutuneet konservointikelvottomiksi. 2000-luvun alussa tehdyssä kuntotarkastuksessa niiden kunto on todettu heikoksi. Tarkkaa tietoa ei ole, koska suojanaamarit ovat tuhoutuneet lopullisesti. Todennäköisenä tuhoutumisen syynä ovat materiaalien elinkaaren päätyminen ja ennen vuotta 2008 vallinneet vaihtelevat säilytysolosuhteet. Suojanaamarit ovat voineet olla kohtalaisen huonossa kunnossa jo kokoelman oton aikana. Varsinkin kumimateriaaliobjektien kohdalla on syytä tarkoin harkita otetaanko edes tyydyttävässä kunnossa olevia objekteja kokoelmaan, ellei niiden tutkimusta ja/tai näytteillepanoa aiota tehdä heti.



Kuva 4.1. - 2. Hajonneet suojanaamarit. Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Kokoelmasta poistetut objektit ovat huonokuntoisia joko rakenteeltaan tai niiden valmistusmateriaali on muuttanut kemiallista koostumustaan. Kemialliset muutokset näkyvät kumimateriaaliobjekteissa mm. kellastumisena tai pilkkuina. Kumimateriaalin tuntu voi myös muuttua tahmeaksi tai lasimaisen kovaksi.

Kumiobjektikokoelmassa on useita objekteja, jotka ovat jo murtuneet rakenteeltaan. Tästä huolimatta ne ovat edelleen kokoelmassa. Niiden esillepano näyttelyissä on hyvin epätodennäköistä. Kysymys kuuluukin missä vaiheessa objekti, jota ei enää käytetä näyttelyissä ja joka on muuttanut muotoaan huomattavasti, poistetaan kokoelmasta?

Hyvä esimerkki tällaisesta objektista on Lumikki-lelu. Se ei vastaa enää alkuperäistä lelua, koska sen rakenne on murtunut lähes kokonaan. Murtuma on muuttanut lelun ulkonäköä merkittävästi. Lelu ei enää vastaa alkuperäistä mallia, joka on suoraselkäinen. Näin ollen lelu antaa nykyisessä kunnossaan väärää informaatiota alkuperäisestä. Vaurioitumatonta ja uuden veroista Lumikki-lelua ei kokoelmassa enää ole.



Kuva 4.3. Lumikki-lelu sivusta. Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Tampereen museon Kokoelmakeskuksen tehtiin avajaisissa käyneille vieraille pienen kyselyn Lumikki-lelusta. Kysymys kuului: Haluaisitko vielä nähdä tämän lelun näytteillä? Kymmenestä vastaajasta yksi oli ajatusta vastaan. Hän ei halunnut nähdä tuhoutuvaa objektia. Perustelua kysyttäessä hän ei osannut vastata selventävästi. Syy oli selvästi tunnepitoinen, koska hän vain totesi, että tuhoutuvan objektin näkeminen tuntuu pahalta. Tässä olisi mielenkiintoinen tutkimusaihe psykologian opiskelijoille.

Kumimateriaalikokoelmasta on poistettu objekteja myös liiallisen määrän takia. Esimerkiksi samantyyppisiä letkuja oli kokoelmassa liikaa. Kuvassa 3.4. olevien letkujen vastaavia kappaleita jäi kokoelmaan vieläkin 1 – 3 kappaletta.

Kumimateriaaleista valmistettuja objekteja kokoelmaan otettaessa on syytä pitää mielessä, että varsinkin massatuotanto-objekteja ei ole tarkoitettu säilymään

pitkiä aikoja. Tästä syystä on turha ottaa kokoelmaan määrällisesti paljon samanlaisia objekteja, koska niiden elinkaaret loppuvat suhteellisen samaan aikaan.



Kuva 4.4. Osa poistettavista kumiletkuista. Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Viime vuosina suomalaisessa museokentässä on vihdoinkin herätty poistojen tekemisen tärkeyteen. Poistot herättävä paljon tunteita puolesta ja vastaan. On muistettava, ettei kaikkea voida kuitenkaan säilyttää. Poistojen tekeminen ei ole vain suomalaisten museoiden ongelma. Se on yleinen ongelma myös eurooppalaisten että amerikkalaisten museoiden kokoelmissa. Ongelmasta on tehty jo akateemisia tutkimuksia, mutta ne ovat keskittyneet pääasiassa taidekokoelmien poistojen problematiikkaan.⁵² Museoiden säilytystilat ovat täynnä objektikoelmia, joita ei ole esitelty näyttelyissä eikä niistä ole tehty tutkimusta. Tämä ei tietenkään tarkoita sitä, että kaikki näyttämättömät kokoelmat pitäisi poistaa. Poistoihin on suhtauduttava aina vakavasti ja objektin tehtävä / paikka kokoelmassa on otettava huomioon. Kokoelman olemassa olon syystä on myös hyvä

⁵² Museums and the Disposals Debate.

olla selvillä. Susan Pearce⁵³ toteaa kirjassaan osuvasti, että nykyaikaa käsittelevien kokoelmien määritelmät ja keräysperusteet ovat erittäin vaihtelevia.

Tampereen museoiden kumimateriaalikokoelman keräysperuste on keräysalueen osalta selvä. Se esittelee tamperelaisten kumitehtaiden tuotantoa mahdollisimman kattavasti. Kumiobjektien keruuta ei ole rajoitettu mitenkään eli kaikki Tampereella valmistetut kumiobjektit voidaan ottaa museokokoelmaan.

Tampereella on vieläkin kumitehdas Teknikum, mutta sen nykyisen tuotannon kerääminen ei ole enää ollut jatkuvaa. Kumimateriaalikokoelman hallinnan kannalta systemaattinen kartoitus olisi tärkeää, koska näin kokoelman hoito saadaan resursoitua oikein. Tampereen museoiden kokoelmapoliittisessa ohjelmassa kumikokoelma määritellään yhdeksi teollisuushistorian ja -perinteen tallennusalueeksi⁵⁴. Kyseenalaiseksi kuitenkin jää kartutetaanko kumikokoelmaa vielä nykyään valmistettavilla kumituotteilla.

⁵³ Pearce 1992, 114–115.

⁵⁴ Kokoelmapoliittinen ohjelma 2009, 16.

5. YAMK-PÄÄTTÖTYÖN TOTEUTUMA

YAMK-päätötyön teon aikana vuonna 2008 Tampereen Museoiden uuden kokoelmakeskuksen suunnittelutyö käynnistyi todenteolla ja päätötyön tavoitteena, että tutkimusta voitaisiin hyödyntää kumiobjektikokoelmasäilytystilan suunnittelussa ja rakentamisessa. Näin tapahtuikin mm. haihtuvien hiilivetyjen mittauksen ja joidenkin pakkausmateriaalien käytön osalta. Suurimmat rakenteita koskevat päätökset tehtiin muualla rakennuttajan taholla eri kriteerein.

Taustaksi kerrottakoon, että Tampereen Museoiden Kokoelmakeskukseksi oli neljä eri vaihtoehtoa, joista valittiin Tampereen Ruskossa oleva teollisuuskiinteistö. Se saneerattiin museokokoelmien käyttöön vuosien 2008-2012 aikana.



Kuva 5.1. Ruskon Kokoelmakeskus kesällä 2013. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Kokoelmien muutto kiinteistöön on nyt vuonna 2013 kestänyt kolme vuotta eikä se ole vielä täysin päättynyt. Muutetusta kokoelmasta on suurin osa saatu myös siirrettyä niille tarkoitettuihin säilytystiloihin. Muutto voidaan katsoa päättyneeksi vasta kun kaikki objektit on sijoitettu omiin säilytystiloihinsa. Tarkka paikoilleen sijoitus vie vielä vuosia. Kumiobjektikokoelma on sijoitettu sitä varten tehtyyn säilytystilaan.

Kumiobjektien säilytystilassa säilytetään myös Tampereen Museoiden muoviojektikokoelmaa. Joillakin muovilaaduilla on samantyyppiset säilytysvaatimukset kuin kumiobjekteilla. Tässä tutkielmassa ei käsitellä muoviojektien säilymistä eikä säilyttämistä. Jatkossa tähän tilaan viitataan ainoastaan *kumiobjektien säilytystilana*.

Kumiobjektisäilytystilaa sekä nahka- ja turkisobjektikokoelman säilytystilaa kutsuttiin rakennusvaiheessa yhteisnimityksellä *erikoisvarastot* (nykyään ne ovat viileitä säilytystiloja), koska niiden lämpötila- ja kosteusarvot poikkeavat huomattavasti normaaleista objektien säilyttämiseen suunnitelluista olosuhteista. Kokoelmakeskuksen rakentamisen aikana kävi hyvin selväksi, että erikoisvarastojen olosuhteiden luominen koettiin eri tahoilla lähinnä rasitteena eikä olosuhdevaatimuksia otettu vakavasti. Suunnitteluvaiheessa todettiin, ettei pyydettyihin olosuhteisiin päästä, joten niiden tärkeysarvo jäi suunnittelussa vähäiseksi. Myöhemmin tämä on johtanut kalliisiin lisäinvestointeihin viileiden säilytystilojen ilmastoinnin osalta.

Museon kokoelmakeskuksen rakentamisen aikana talousnäkymät huonontuivat selvästi sekä maanlaajuisesti että jopa maailmanlaajuisesti. Tällä oli ja on yhä myös huomattava vaikutus kokoelmakeskuksen rakentamiseen ja viimeistelyyn. Kokoelmakeskuksen budjettiin on jatkuvasti tehty leikkauksia, jotka ovat vaikeuttaneet kokoelmien lopullisen sijoittamisen suunnittelua ja toteutusta. Tampereen museoiden kokoelmassa on yli 350 000 objektia, jotka pitäisi sijoittaa koko-

elmakeskuksen säilytystiloihin. Kaikkien näiden objektien säilyttäminen vaatii suuria investointeja säilytyskalusteisiin. Kumimateriaalikokoelma on tässä mitta-kaavassa pieni kokoelma eli vain n. 3500 – 4000 objektia (laskentatavasta riippuen).

5.1. KUMIOBJEKTIEIN SÄILYTISTILAT

Lopullisessa Kokoelmakeskussuunnitelmassa viileiksi säilytystiloiksi määriteltiin rakennuksen yhden kulman toisen kerroksen tila. Tämä tila jaettiin kolmeksi säilytystilaksi: yhdeksi nahka- ja turkissäilytystilaksi ja kahdeksi kumiobjektien säilytystilaksi. Tiloista suurin on turkis- ja nahkaobjektien säilytystila (A2 034). Hieman pienempi kumiobjektien säilytystila on jaettu kahdeksi tilaksi (A2 032 ja A2 033).

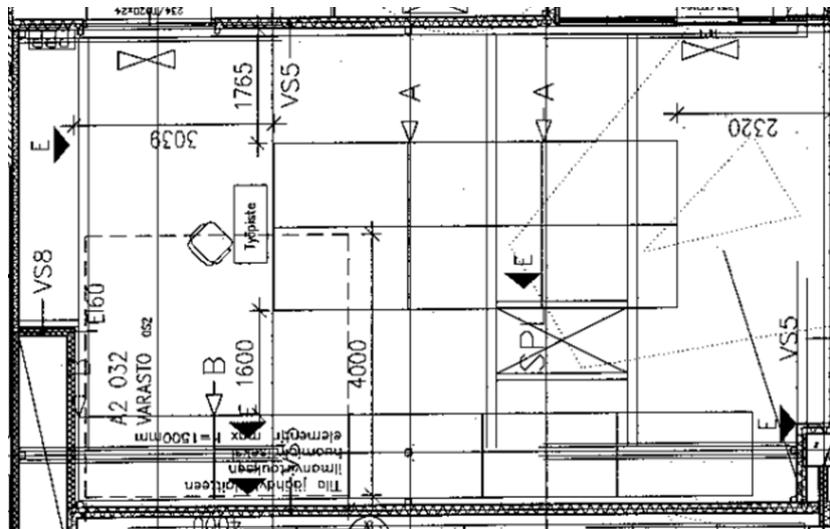
Niiden ilmastointi oli alun perin tarkoitus hoitaa samoilla ilmastointikoneilla. Näiden kolmen säilytystilan ilmankosteus ja lämpötila poikkeavat merkittävästi kokoelmakeskuksen muiden säilytystilojen lämpötila- ja kosteusarvoista. Kahdella kumiobjektisäilytystilalla on samat tavoitearvot, mutta nahka- ja turkisobjektien säilytystilan tavoitearvot poikkeavat niistä muutamalla asteella ja prosentilla. Kaikki nämä säilytystilat ovat lämpö- ja kosteusarvojensa takia viileää säilytystilaa.

Nämä viileätsäilytystilat sijaitsevat Kokoelmakeskuksen toisessa kerroksessa vierakkäin. Tämä oli varmasti välttämätön ratkaisu jo ilmastointilaitteiden sijoittamisenkin takia.

Säilytystilojen seinä- ja kattomateriaali ovat metallilevyä ja muistuttavat siksi kylmiötä.

Suunnitteluvaiheessa oli tehty myös päätös säilytystilojen lattiamateriaalista, joka on vesivaneria. Materiaaliksi oli toivottu muovilaattalattia, joka olisi ollut helppo pitää puhtaana. Nähtäväksi jää myös kuinka hyvin vesivaneri kestää viileässä ja kohtuullisen kosteassa ilmastossa. Säilytystiloissa on ollut niiden käyttöönotosta lähtien ongelmia kosteuden tasaisuuden kanssa. Rakennusmateriaalien käyttäytyminen viileässä säilytystilassa on jatkuvassa seurannassa. Erityisesti lattiamateriaali on tarkkailtavana, koska säilytystilojen ilmankosteuden suuret vaihtelut näkyvät vesivanerissa vasta myöhemmin. Vesivanerin soveltuvuus viileän säilytystilan lattiamateriaaliksi voidaan todeta vasta kun kumiobjektikokeelman säilymistä tukevat ilmasto-olosuhteet on saavutettu ja saatu tasaisiksi pitkällä aikavälillä. Vesivanerin soveltuvuus voidaan siis todentaa vastaa vuosien kuluttua.

5.1.1. SÄILYTYSTILA A2 032



Pohjapiirros säilytystilasta A2 032.

Säilytystila A2 032 on pinta-alaltaan 87,5 m² eli se on pienin erikoissäilytystila.

Tila on kalustettu tarpeen mukaan muokattavin säilytyshyllyin. Muokattavuus on tärkeä ominaisuus, koska museo-objektien säilytyslaatikot eivät välttämättä ole standardikokoisia. Näin ollen on hyvä, että hyllystö pystytään säätämään säilytyslaatikoiden mukaan. Tämä näkyy kuvassa 5.2. isojen säilytyslaatikoiden osalta. Säilytyshyllyt ovat metallirakenteiset ja ne on ruiskumaalattu valmistusvaiheessa. Kumiobjektien säilytystä ajatellen tämä on hyvä asia, koska maalipinta on kova ja kemiallisesti inertti, eli siitä ei irtoa kemikaaleja.



Kuva 5.2. Säilytystila A2 032



Kuva 5.3. Ilmankuivain tilassa A2 033.

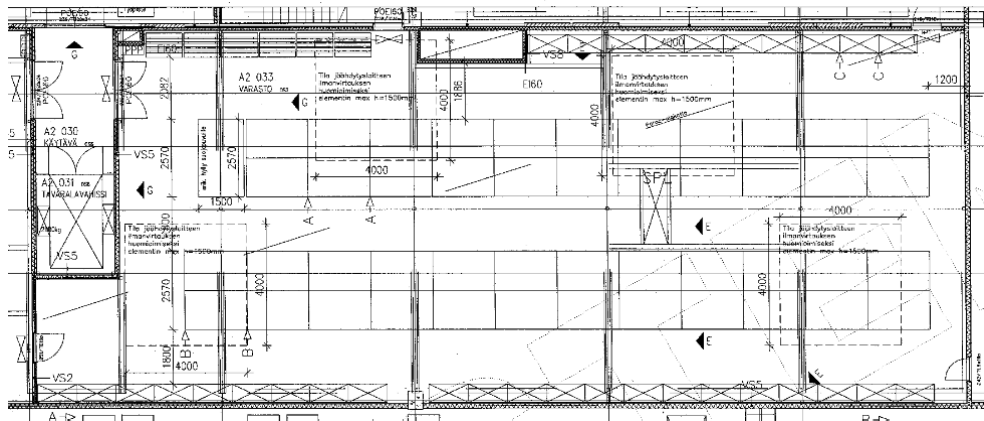
Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Säilytystilan ilmastointilaitteet on sijoitettu kattoon, kuten kuvassa 5.2. näkyy. Kattoon sijoittamisella on sekä hyvä että huonot puolensa. Ilmastointilaitteet eivät vie katossa ollessaan tilaa eli säilytyskapasiteettia ei menetetä. Sijoitusratkaisu aiheuttaa kuitenkin mahdollisen kosteusuhan. Häiriötilassa vesi kerääntyy laitteisiin ja niistä tippuu vettä lattialle sekä hyllyille. Näin on käynyt ainakin kaksi kertaa. Onneksi asia on havaittu nopeasti molemmilla kerroilla ja vuotopaikat ovat olleet samoilla kohdilla. Näin on voitu päätellä kohdat, joille kokoelmaa ei kannata ennen laitteiden säätämistä sijoittaa. Laitteiden veden tiputtamista on korjattu kohtuullisin tuloksin. Laitteiden säätämistä joudutaan vielä odottamaan ja se aiheuttaa tilapäisen viivytyksen kokoelman lopulliselle paikalleen sijoittamiselle.

Pohjapiirroksista voidaan havaita, että sinne on piirretty myös työpiste. Tämä on suunnittelijan, eikä tulevien tilan käyttäjien, oma oletus. Alusta lähtien on ollut itsestään selvää, ettei erikoisolosuhteissa olevissa säilytystiloissa työskennellä pitkiä aikoja eikä siellä tehdä kirjallisia töitä. Tätä käsitellään lähemmin luvussa 5.5.

Tilassa on myös ilmankuivain, joka näkyy kuvassa 5.3. Ilmankuivain on lattiata-sossa, mutta sekään ei hyvän sijoittelunsa takia vie säilytyskapasiteettia. Kuten katossa olevat ilmastointilaitteet, on ilmankuivain säädettävä vielä uudestaan.

5.1.2. SÄILYTYSSTILA A2 033



Pohjapiirros säilytystilasta A2 033.



Kuva 5.4. Säilytystila A2 033. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

A2 033 on rakennusmateriaaleiltaan samanlainen kuin A2 032. Se on pinta-alaltaan 353 m² kokoinen. Ilmastointilaitteet on sijoitettu kattoon, kuten kuvasta 5.4. näkyy. Sama vedentippumisuhka on tässä säilytystilassa. Kuten A2 032 säilytystilassa ongelma on korjattu, mutta laitteiden lopullinen säätö on vielä tekevä.

Muun kumiobjektikokoelman lisäksi tähän säilytystilaan sijoitetaan mittava autonrenkaskokoelma, joka sisältää hieman yli 100 rengasta. Kuvassa 5.5. näkyy autonrenkashylly täyttövaiheessa.



Kuva 5.5. Autonrenkaiden säilytyshylly. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

5.2. ENNALTAEHKÄISEVÄ KONSERVOINTI

Kumiobjektien säilytystä suunniteltaessa oli alusta asti selvää, että ennaltaehkäisevän konservoinnin periaatteet ovat suunnittelun ja tulevan käytön johtoajatukseksi. Ennaltaehkäisevää konservointia määritellään eri lähteissä esimerkiksi seuraavasti.

*Ennaltaehkäisevä konservoinnissa on kolme lähtökohtaa, joiden katsotaan turvaavan objektien säilymisen.*⁵⁵

- *Objektiin kohdistuvan riskin hallinta, jolla turvataan objektin säilyminen näyttelyolosuhteissa, kuljettaessa, lainauksen aikana ja säilytyksessä.*
- *Olosuhteiden hallinta, joka pitää sisällään kaikki ne toimenpiteet joilla objektia tuetaan tai suojellaan ulkoisilta uhilta. Tähän kuuluvat sopivat tukit ja säilytysmateriaalit sekä säilytystilojen ilmasto-olosuhteet.*
- *Objektien suojele lakien keinoin.*

ICOM:n eettisissä ohjeissa ennaltaehkäisevä konservointi määritellään seuraavasti⁵⁶:

Ehkäisevä konservointi on tärkeä tekijä museoiden käytännöissä ja kokoelmien hoidossa. Museoammattilaisilla on keskeinen vastuu luoda ja ylläpitää heidän hoidossaan olevia kokoelmia suojelevia olosuhteita säilyttämisessä, näyttelyissä tai kuljettamisen aikana.

Päätavoitteena on taata kumiobjektikokoelmalle turvalliset säilytysolosuhteet, jotka osaltaan pidentävät niiden elinkaarta. Objekteihin kohdistuvien konservointitoimenpitein näin suuren kumiobjektikokoelman säilyttäminen ei ollut mahdol-

⁵⁵ Caple 2000, 152

⁵⁶ ICOM: Museotyön eettiset säännöt: 2.23 Ehkäisevä konservointi.

lista. Objekteihin kohdistuva, aktiivinen konservointi, on osa laajempaa säilytys-suunnitelmaa. Aktiivisesta konservoinnista saatava hyöty saadaan vain jos sitä tuetaan oikeilla säilytys- ja näyttelyolosuhteilla.

Ennaltaehkäisevän konservoinnin voi jakaa osiin: säilytysmateriaalit, säilytysolosuhteet ja henkilöstö. Ne ovat kaikki yhtä tärkeitä museo-objektien säilymisen turvaamisessa. Puutteet yhdellä osiolla vaikuttavat kielteisesti muihin osioihin.

5.2.1. SÄILYTYSMATERIAALIT

Ennaltaehkäisevään konservointiin kuuluvat tärkeänä osana objektien säilyttämiseen käytetyt materiaalit. Tämä tarkoittaa esimerkiksi säilytyslaatikoita ja materiaaleja, joilla objektit suojataan. Objektien suojaamiseen käytetään mm. silkkipaperia, sitä hieman pehmeämpää kuitupaperia, TYVEK-kalvoa⁵⁷ ja puuvillakangasta. Kumiobjektien suojaamiseen käytetään tarpeen mukaan kaikkia edellä mainittuja. Säilytysmateriaaleihin kuuluvat myös hapettoman säilytyksen mahdollistavat ns. happisieparit. Poistamalla happi voidaan vähentää ilmassa olevien kaasujen, esimerkiksi otsonin vaikutusta museo-objekteihin. Myös säilytyshyllyt ja muut rakenteet, joilla objekteja säilytetään kuuluvat ennaltaehkäisevään konservointiin.

Kumiobjektikokoelman muuttaessa uusiin säilytystiloihin kokoelman säilytyslaatikot ja säilytysmateriaalit käydään läpi ja ne vaihdetaan. Kokoelma on pakattu säilytystä varten 1999 eikä säilytyspakkauksia ole avattu sen jälkeen.

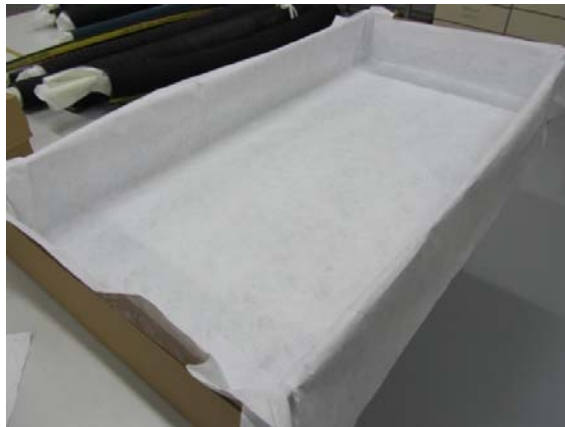
Tulevaisuudessa tavoitteena on säilytyslaatikoiden sisuspaperien vaihtaminen aina kun laatikko tuodaan säilytystilasta tutkittavaksi. Tutkimuskertojen välillä saattaa olla vuosikymmeniä, joten säilytysmateriaalit ovat vanhentuneet ja nii-

⁵⁷ TYVEK <https://www.3eonline.com/ImageServer/NewPdf/3e8097f5-ae53-4e6d-817c-be14e83e9e1a/3e8097f5ae534e6d817cbe14e83e9e1a.pdf> (8.6.2014).

den suojaavat ja tukevat ominaisuudet ovat vähentyneet huomattavasti tai hävinneet kokonaan. Kumiobjektikokoelman säilymistä ei ole edistänyt se tosiasia, että kokoelmaa tutkitaan harvoin.

Kumiobjektien lyhyen elinkaaren takia niiden säännöllinen kuntoseuranta on tärkeää, mutta nykyisillä henkilöstöresursseilla siihen ei ole mahdollisuuksia, joten objektien kunnan seuranta ja säilytysmateriaalien vaihtaminen on mahdollista vain kun ne tuodaan konservointiosastolle muuta tutkimusta varten.

Vuonna 2013 on aloitettu kokeilu **TYVEK-materiaalin** käytöstä kumiobjektien suojamateriaalina laatikkosäilytyksessä. Polyetyleenistä valmistettu TYVEK-kalvo on erittäin vakaa materiaali. Säilytysmateriaalin kemiallinen vakaus on tärkeä ominaisuus, kun sitä käytetään epävakaa materiaalin, esimerkiksi kumin, säilytykseen. Kumiobjekteista haihtuvat kaasut, mm. VOC-yhdisteet, eivät vaikuta vakaa säilytysmateriaalin kemialliseen rakenteeseen. TYVEK-kalvossa on pieniä reikiä, joten se mahdollistaa ilman vaihtumisen eikä se muodosta mikroilmastoa säilytyslaatikkoon.



Kuva 5.6. TYVEKillä vuorattu säilytyslaatikko. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Valmistajan mukaan TYVEKiä voi myös pestä ja käyttää uudelleen. Tulevaisuudessa tämä ominaisuus voi olla merkittävässä asemassa, jos kokoelman hoitoon suunnatut taloudelliset resurssit edelleen vähenevät. Myös ekologiselta kannalta TYVEK voi uudelleen käytettävyytensä takia olla hyvä pakkausmateriaali. TYVEKin pesunkestävyyttä ja sen kannattavuutta pitää tutkia vielä tulevaisuudessakin tarkasti. TYVEK on kallis materiaali ja sen käyttö on suuri kustannus, joten sen uudelleen käyttö on erittäin positiivinen ominaisuus.

Tätä kirjoitettaessa TYVEKin pesua kokeiltiin kahdesti ja tulokset ovat olleet hyviä. Pesuaineena käytettiin tavallista Minirisk nestemäistä vaatteille tarkoitettua pesuainetta, jossa ei ole valkaisevia ainesosia. Pesukokeilussa koepala pestiin kahteen kertaan kuten yleensä on tapana säilytyskankaiden pesussa. Ensimmäinen pesukerta pestään pesuaineen kanssa ja toinen pesu tehdään ilman pesuainetta. Toisen pesukerran tarkoituksena on huuhdella pesuainejäämät pois. Pesuainejäämätutkimus on tehtävä ennen kuin sen käyttö pitkäaikaisessa säilytyksessä voidaan aloittaa. Pesutulos oli hyvä vaikka TYVEKin tuntu ja ulkonäkö muuttuivat hieman. TYVEK on uutena pehmeää, mutta se taittuu kulmikkaana. Se on myös hyvin tasaista ja suoraa. TYVEK pehmenee ja hieman rypistyy pesussa. Rypistymistä voidaan vähentää levittämällä se hyvin oiottuna kuivumaan. Pehmentyminen tekee siitä hyvän suojapeitteen.

Yksittäiset kumiobjektit pakataan edelleen **silkkipaperiin**. Silkkipaperista on helppo muokata säilytysuojia pienillekin kumiobjekteille. Silkkipaperia käytetään yleisesti objektien pakkausmateriaalina museoissa. Se on ainakin elinkaarensa alussa melko neutraalia. Myöhemmin sen pH muuttuu, kuten kaikkien muiden paperimateriaalienkin, happamampaan suuntaan.

Silkkipaperi korvaa tulevaisuudessa aiemmin käytetyn *tupakkapaperin*. Tampereen museoiden kumiobjektikokoelmaa tutkittaessa ja uudelleen pakattaessa huomattiin, että aiemmin käytetty ns. tupakkapaperi imi itseensä kumiobjekteis-

ta erittyviä aineita. Tupakkapaperi on Tervakoski Oy:n valmistama paperilaji, jota on nimensä mukaisesti käytetty tupakanvalmistuksessa. Paperi on emäksinen alkuvaiheessaan ja siinä on hieman liitumainen pinta. Paperi on huokoista ja taipuisaa, joten sitä on helppo muokata kuten silkkipaperiakin. Tupakkapaperi on silkkipaperia hieman paksumpaa. Siitä ei myöskään kuulla mitään läpi kuten silkkipaperista.



Kuva 5.7. Kellastuneet säilytysmateriaalit (tupakkapaperi). Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Tupakkapaperia käytettiin paljon kun kumiobjektikokoelma pakattiin näyttelyn jälkeen pitkäaikaissäilytykseen vuosien 1997-1999 välillä. Suoja- ja pakkausmateriaalina käytettiin jo edellä mainittua tupakkapaperia. Pakkauksia ei ole avattu näiden vuosien ja vuoden 2010 välisenä aikana. Kumimateriaaleista on kymmenen vuoden aikana imeytynyt huomattava määrä sidos- ja suoja-aineita pakkausmateriaaleihin (kuva 5.7.). Tämä on huolestuttava asia, koska se on osa kumimateriaalien hajoamisprosessia. Toisaalta tämä helpottaa hajoamisprosessin seuraamista ja se toimii hyvänä indikaattorina pakkausmateriaalien vaihtoväliä

suunniteltaessa. Kumiobjektien pakkausmateriaalit on vaihdettava useammin kuin muiden materiaalien juuri niiden erittämien ja haihuttamien aineiden takia. Näiden huomioiden perusteella kumiobjektikokoelman uudelleen pakkauksen aikana pakkausmateriaalien vaihtoväliksi on määritelty 3–10 vuotta. Kumimateriaaleista erittyvien aineiden imeytymistä on kuitenkin seurattava jatkuvasti, koska pakkausmateriaali on muutettu silkkipaperiksi ja sen huokoisuus on erilainen kuin tupakkapaperin. Silkkipaperia käytettäessä vaihtoväli saattaa vielä muuttua lyhyemmäksi. Tämä saadaan selville kuitenkin vain käytännössä kokeilemalla.

Silkkipaperin lisäksi kumiobjektien säilytysmateriaalina käytetään tällä hetkellä myös ohutta **kuitupaperia**. Sen käyttö rajoittuu lähinnä erittäin hauraiden kumiobjektien säilyttämiseen. Se on pehmeää ja siitä on erityisen helppo muokata säilytystuki hauraalle objektille. Sen huonona puolena on kuitenkin kumimateriaalissa olevien halkeamien ja irtoamaisillaan olevien palasten mahdollinen kiinnittyminen kuitumateriaaliin. Toistaiseksi tätä ilmiötä ei ole havaittu.

Kumiobjektikokoelman pakkauksessa on kokeiltu jo aiemmin valkaisuamatonta **puuvillakangasta**. Kumiobjekteja kuntotarkastaessani tein huomion, että kumiobjekteista erittyvät sidos- ja säilytysaineet imeytyvät kankaaseen yhtä hyvin kuin paperiin. Samoin kumiobjektien haju tarttui kankaaseen voimakkaasti.

Hauraiden kumiobjektien säilyttämiseen ei kangas käy, koska se on painoltaan papereita ja TYVEK-kalvoa raskaampaa. Pitkäaikaissäilytyksessä se saattaa painaa kumiobjektien rakennetta kasaan. Kankaan suurena etuna on, että se voidaan pesun jälkeen käyttää uudelleen. Puuvillakankaan käyttöä suurimpien renkaiden suojamateriaalina tullaan kokeilemaan tulevaisuudessa. Sen on tarkoitus korvata nyt käytössä oleva ns. voimapaperi.



Kuva 5.8. Suurimmat kumirenkaat säilytyksessä. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Kumiobjektikokoelman suurimmat objektit ovat isoja renkaita. Niiden suojamateriaalina on tätä työtä kirjoitettaessa jo edellä mainittu voimapaperi (ks. kuva 5.8.). Renkaat on pakattu pitkäaikais säilytykseen vuosien 1997–1999 välillä. Renkaiden säilytysmateriaalilta vaaditaan paljon, sillä sen pitää olla kestävä ja samalla helposti muokattavaa. Renkaiden pakkausta tehtäessä piti ottaa myös huomioon jatkuvat varastojen muutot, joita on tehty jatkuvasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Voimapaperia ei ole varsinaisesti suunniteltu pitkäaikais säilytyksessä käytettäväksi suojamateriaaliksi. Sitä käytetään rakennettaessa ja maalatessa suojamateriaalina. Sen pH-arvon muutoksista ei myöskään ole tehty tarkkoja tutkimuksia. Renkaiden suojana olevaa voimapaperia lähemmin tarkasteltaessa nähdään selvästi paperissa tapahtunut vanhentumisreaktio. Paperi on tunnultaan kuivempaa ja se on haurastunut rakenteellisesti. Nyt renkaiden säilytyspaikan vakiintuessa voidaan myös niiden suojamateriaaleja muuttaa.

Kumiobjektit säilytetään edelleen laatikoissa. Säilytyslaatikot ovat suuri kustannusosa museon kokoelman hallinnan vuotuisessa budjetissa. Todennäköisesti tulevaisuudessa, kun kaikki objektit on sijoitettu säilytystilaan, objektien säilytys-

tä ilman pakkauslaatikoita tullaan kokeilemaan ainakin pienimuotoisesti. Kokeilun toteuttaminen edellyttää säilytystilojen täyttämisen, ilmaston tasaisuuden ja käyttötapojen vakiintumisen.

Tällä hetkellä käytettävät säilytyslaatikot tehdään **pahvista**. Pahvi on materiaalina hyvä, koska siitä voidaan tehdä mittatilaustyönä laatikoita. Laatikot teetetään tiettyihin mittoihin tilankäytön maksimoimiseksi. Huono puoli on, ettei materiaalin pH:sta voida olla varmoja. Materiaalin vanheneminen myös vaikuttaa pH-arvoon. Tampereen museot tilaa objektien säilytykseen pahvilaatikoita muutamalta laatikkovalmistajalta. Laatikkojen materiaalina pyritään käyttämään standardisoituja pahvimateriaaleja, joiden materiaali pitäisi ainakin teoriassa olla lähellä pH 7 (neutraalia). Valmistajien mukaan pahvimateriaali on neutraalia, mutta kuinka nopeaa materiaalin hapantuminen on, ei voida arvioida.

Kumimateriaaleista erittyvä haju tarttuu pahvimateriaaliin. Tämän pohjalta on todennäköistä, että kumimateriaalit myös edistävät pahvien pH-muutoksia. Tätä on tutkittava tulevaisuudessa tarkemmin sekä säilytykseen käytettävien paperien että pahvimateriaalien osalta.

5.2.2. SÄILYTYSHYLLYT

Vuonna 2008 tekemässäni päättötyössä ennakoin autonrengaskokoelman säilyttämistä metallihyllyissä. Käyttöön sopiva hylly löytyi, mutta siinä on puutteita renkaiden pitkäaikaissäilytystä ajatellen. Metallista valmistettu rengashylly on keveydestään huolimatta vakaa rakenteeltaan ja sopii sen takia hyvin suuren rengasmäärän säilytykseen. Metallimateriaali on sen sijaan itsessään hieman ongelmallinen. Kumimateriaalien ei pitäisi olla kosketuksissa tuntemattoman metalliseoksen kanssa, koska tietyt metallit edesauttavat kumimateriaalien hajoamisprosesseja.

Autonrenkaiden säilyttämiseen tarkoitetuissa hyllyissä kokeillaan hyllyrakenteiden ja renkaiden välillä muovista valmistettua putkieristettä, joka erottaa renkaat hyllyn metallirakenteesta. Hyllyrakenteen metalli on osittain puuterimaalattua metallia, mutta poikittaiset metallirakenteet ovat maalaamattomia, ehkä lakattuja, joten renkaat koskettavat metallipintaa. Tämä ei ole suotavaa, koska tarkkaa kuvausta metalliseoksesta ei ole. Näin ollen metallin ja renkaan väliin on asetettava suojamateriaali. Nyt kokeilussa oleva materiaali on **putkieriste**, joka on kehitetty talonrakennuksessa käytettävien putkien suojaksi. Valmistajan mukaan se on **polyeteeni-umpisolumuovivahtoa**, joka on myös kemiallisesti neutraalia. Putkieristeen kaupp nimi on Climasnap.

Kuten kumimateriaalien säilytyspapereidenkin, tämän putkieristeen valmistusmateriaalin on oltava koostumukseltaan vakaa. Se ei saa vaikuttaa kumimateriaalien kemialliseen eikä fyysiseen rakenteeseen. Materiaalin vakauden on toimittava myös toisinpäin eli materiaali ei saa reagoida kumimateriaaleista siihen irtoavien aineiden kanssa. Aikaa myöten tämä tapahtuu väistämättä, mutta hyvän valmistusmateriaalin ominaisuus on mahdollisimman vakaa kemiallinen rakenne.



Kuva 5.9. Putkieristeet hyllyputkissa. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Konservointikirjallisuudessa ei ole käsitelty autonrenkaiden säilytystä tällä tarkkuudella, joten tekemämme materiaalikoe on yksi ensimmäisistä laatuaan. Todennäköisesti putkieriste on vaihdettava uuteen materiaaliin muutaman vuoden kuluttua kumimateriaalien aiheuttamien kemiallisten vaurioiden takia. Mahdollisuutta ennakoivaan tutkimukseen ei ollut, koska rengashylly oli täytettävä heti sen valmistuttua ja suojamateriaali oli määritettävä saatavilla olevista vaihtoehdoista. Putkieriste oli myös helposti saatavilla, kustannuksiltaan huokeaa ja se oli helppo asentaa. On pidettävä mielessä, että yleensä konservoinnissa tutkitaan tarkasti kaikki uudet materiaalit, joiden käyttöä suunnitellaan objektien konservoinnissa tai säilytyksessä.

Putkieristetapaus on hyvä esimerkki museoissa vallitsevasta nykytilanteesta, jossa rajallisten materiaalitietojen perusteella ja tietyn aikarajan takia tehdään päätös uuden materiaalin kokeilusta ilman tarkempia ja pitempiaikaisia taustatutkimuksia. Tämän takia putkieristemateriaalia, joudutaan jatkossakin tarkkailemaan säännöllisesti materiaalimuutosten havaitsemiseksi.

5.2.3. MUUT MAHDOLLISET SÄILYTYSKEINOT

Konservointikirjallisuudessa kumiobjektien säilyttämisen yhteydessä happisiepparit, joiden avulla hapeton säilyttäminen on mahdollista. Varsinkin epävakaiden muovien, kuten PVC, säilyttämisessä on tehty paljon tutkimusta ja kokeiluja happisiepparien käytössä. Varsinkin Shashoua⁵⁸ ja Grattan⁵⁹ ovat tehneet tutkimusta polymeerien säilytyksestä hapettomassa tilassa. Nykyään monessa museossa happisiepparit ovatkin käytössä. Suomessa hapeton säilytys ei ole vielä yleistynyt.

⁵⁸ Shashoua 1991, 1996, 1999.

⁵⁹ Grattan 1991.

Tällä hetkellä yleisimmin käytössä olevat happisieparit ovat Mitsubishin valistamia Ageless-happisieppareita, joita on useaa eri laatua. Osa sopii vain ruoka-aineiden säilytykseen, mutta Ageless Z- ja RP-K-laatujen on todettu sopivan myös museo-objektien säilyttämiseen. Ageless-laaduissa on myös erityyppisiä seoksia, joista voidaan valita objektin materiaalille sopivin.

YAMK-päättyötä kirjoitettaessa Ageless RP-K5-tuotteen käyttö oli suunnitteilla, koska se on koekäytettävä ennen kuin sen käyttöön kannattaa sitoutua. Tätä kirjoitettaessa tuotteen käyttö on edelleen suunnitteilla, sillä muutosta aiheutuneet siirrot ja säilytystilojen ilmastoinnin vakaisuudessa havaitut ongelmat ovat viivittäneet kokeilun alkua. Myös vähäiset työntekijäresurssit ovat pitkittäneet koekäytön aloittamista. Koekäyttö vaatii jatkuvaa tarkkailua tuotteen toimimisen, hapettoman tilan ylläpitämisen, keston ja sen loppumisen, vaihdon osalta. Kokoelman kaikkia objekteja ei ole vielä ehditty kartoittaa, joten Ageless-tuotteen sopivuus tai sopimattomuus objektien säilyttämiseen on vielä määrittämättä. On hyvin todennäköistä, että Ageless ei sovi kaikille kumiobjekteille.

Eräs toinenkin seikka on viivästyttänyt Ageless-tuotteen koekäyttöä. Jo YAMK -päättyötä tehdessäni huolestuin tämän tuotteen koostumuksen vaikutuksista kumiobjekteihin. Ageless perustuu hienojakoiseen, eroteltuun rautaan, joka on päällystetty merisuolalla. Agelessin ja hapen reaktiosta muodostuu rautaoksidgeja ja hydroksidgeja. Tietyt metallit, kuten mangaani ja kupari, toimivat kumimateriaalien ikääntymisprosesseissa katalyytteinä. Muut metalliset epäpuhtaudet kuten rauta, nikkeli ja koboltti toimivat myös katalyytteinä, mutta vähemmän kuin kupari ja mangaani. Esimerkiksi pienet kupari – ja mangaaniyhdistemäärät kiihdyttävät luonnonkumin vanhenemista⁶⁰. Metallit aiheuttavat ns. metallimyrkytyksen, jonka vaikutuksesta kumimateriaali haurastuu ja depolymeroituu.

Rautaoksidien muodostuminen säilytyksen aikana tapahtuvissa reaktioissa huolestuttaa minua. Rikkiä sisältävien hapen imeyttäjien käyttö, kupa-

⁶⁰ Törmälä, Järvelä, Lindberg 1983, 317.

ria ja hopeaa sisältävien komposiittiojekteille, on haitallista⁶¹. Rautaoksidgeja käytetään kumimateriaalien väriaineina⁶². On kuitenkin muistettava, että kumimateriaalin kesto on tarkoitettu rajalliseksi, joten rautaoksidien aiheuttama mahdollinen rakenteen hajoaminen ei aiheuta tuotannon näkökulmasta erityistä haittaa. Kumiobjektit ovat kuitenkin Ageless-tuotteen kanssa samassa tilassa pitkäaikaissäilytyksen aikana.

Linke, Keller ja Tafelski (2009)⁶³ toivat projektiesittelyssään esille myös Agelessin imeyttämisprosessin aikana tuottaman lämmön nousun aina 42 °C asti ja se myös lisää kosteutta ilmaan. Imeyttämisprosessi on eksoterminen reaktio.

Yvonne Shashoua on tutkimusryhmänsä kanssa tehnyt yhden seurantatutkimuksen kumiesineiden säilytyksestä Agelessin kanssa⁶⁴. Alkuperäisessä Shashouan tekemässä tutkimuksessa, joka tehtiin vuosina 1991-95, etnografisia ja teollisesti valmistettuja kumiesineitä suljettiin Ageless Z:ta sisältäviin säilytyspakkauksiin⁶⁵. Etnografiset kumiesineet voivat olla myös vulkanoimattomia, kun teollisesti valmistetut kumiobjektit on vulkanoitu. Seurantatutkimuksen tulokset esiteltiin vuonna 2011. Tutkimuksen mukaan kumimateriaalien hajoaminen oli hidastunut huomattavasti, muttei kokonaan loppunut. Tämä on odotettava tulos, koska hajoamisreaktio käynnistyyään ei lopu ennen kuin objekti on tuhoutunut. Shashoua tutkimusryhmineen tuli lopputulokseen, että yleisesti ottaen kumimateriaaleista tehdyt objektit hyötyvät hapettomasta säilytyksestä. Jokainen säilytykseen suunniteltu objekti on kuitenkin arvioitava erikseen, joten kumimateriaalin tunnistaminen on erittäin tärkeää. Nyt tehdyssä seurantatutkimuksessa havaittiin, että säilytyspusseihin ja -materiaaleihin on tehtävä muutoksia. Näistä annetut suositukset ovat tällä hetkellä työn alla. Shashoua ei mainitse uudessa

⁶¹ Linke, Kelle, Tafelski. 2009.

⁶² Tammela 1989, 290.

⁶³ Linke, Kelle, Tafelski, 2009.

⁶⁴ Dyer, Hacke, Rode, Shashoua Ward. 2011.

⁶⁵ Shashoua 1995.

tutkimuksessaan mitään rautaoksidien muodostumisesta. Mielestäni Agelessin käytöstä kumiobjektien säilytyksestä pitää tehdä lisää tutkimusta.

5.3. SÄILYTYSOLOSUHDEKONTROLLI

Yksi tärkeimmistä, jos ei tärkein, kumiobjektien säilytyskeinoista on säilytysolosuhteiden kontrollointi. Se on myös erittäin tärkeä osa ennaltaehkäisevän konservoinnin strategiaa. Säilytysolosuhteet pitävät sisällään ilmankosteuden ja -laadun, lämpötilan ja valon, jotka ovat yhtä tärkeitä.

5.3.1. ILMANKOSTEUS

Kumimateriaalien säilytystä käsittelevässä kirjallisuudessa optimaaliseksi ilmankosteudeksi mainitaan usein 40-50 RH %. Tämä on myös hyvin yleinen ilmankosteustaso muista materiaaleista valmistettujen objektien kohdalla. Kumimateriaalit eivät todennäköisesti kärsi hieman kuivemmistakaan olosuhteista. Tällä hetkellä edellä mainittujen säilytystilojen lämpötila on määritelty + 12 °C:seen.

Kokoelmakeskuksen kumien säilytystiloissa ilmankosteus on määritelty n. 40 RH %. Kosteammassa ilmassa selluloosaa sisältävät säilytysmateriaalit, kuten pahvit ja silkkipaperit, alkavat kostua. Vaikka homeet eivät ole kumien yleinen ongelma saattaa niissä olevat muista materiaaleista, kuten metallista, valmistetut osat kärsiä. Metalliosat saattavat ruostua ja ruoste vahingoittaa kumia.

Tasaisen ilmankosteuden ylläpitäminen on muodostunut haasteelliseksi kumimateriaalien säilytystiloissa. Suomen ilmasto-olosuhteiden suurista vaihteluista johtuen vuotuiset vaihtelut hyväksytään. Tavoitteena on, että vaihtelut ovat loivia ja hitaita. Ulkoilman kosteudella on huomattava vaikutus säilytystiloissa vallitse-

vaan ilmankosteuteen. Runsaan sateen tai pitkäaikaisen sadejakson jälkeen ilmankosteus lisääntyy huomattavasti sisätiloissa. Tätä kirjoitettaessa on vielä epäselvää pystyykö keväällä 2013 asennettu ilmastointijärjestelmä pitämään ilmankosteuden tasaisena ulkoilman kosteudesta huolimatta. Tämä ilmastointijärjestelmä ylläpitää ainoastaan turkis/nahka- ja kumi/muovi-erikoissäilytystilojen olosuhteita.



Kuva 5.10. Ilmastointikonetila.

Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Yleisesti ottaen viileän ja hieman kuivahkon ilman tuottaminen on vaikeaa ja se vaatii monimutkaista ilmastointijärjestelmää. Säilytystilojen ilmastointijärjestelmä tuottaa kahta hieman toisistaan poikkeavaa ilmankosteutta. Kumiobjektien säilytystilojen lisäksi järjestelmä tuottaa lämpötilan ja ilmankosteuden Kokoelmakeskuksen turkis- ja nahkakokoelman säilytystilaan. Näiden materiaalien ominaisuuksista johtuen säilytystiloihin puhallettava ilma on lämpötilaltaan n. 15 °C ja sen ilmankosteusprosentti on 40–50 RH% välillä.

Ilmastointilaitteiden säätäminen oikein nousee erittäin tärkeään asemaan. Asennuksen jälkeen ilmastointilaitteet säädettiin, mutta tällä hetkellä on epäselvää miten ne on säädetty. Ilmastointilaitteiden säätöjä tehtäessä on hahmotettava

koko laitteisto kokonaisuutena ja ennakoitava eri laitteiden, esim. kuivain ja kostutin, vaikutukset toisiinsa. Ilmastointilaitteita säädettäessä on pidettävä mielessä, että samat laitteet tässä tapauksessa tuottavat sisäilman lämpötilan. Säättöjä joudutaan todennäköisesti tekemään monta kertaa ja niiden vaikutuksia olosuhteisiin ja itse laitteistoon on seurattava systemaattisesti.

Jää nähtäväksi joudutaanko kumi- ja muovikokoelman säilytystilojen olosuhteet yhdenmukaistamaan nahka- ja turkiskokoelman säilytystilojen kanssa tasaisten olosuhteiden saavuttamiseksi.

5.3.2. LÄMPÖTILA

Kumimateriaalin säilyttäminen museonsäilytystiloissa asettaa tilojen olosuhteille mittavia haasteita. Kumimateriaalin hajoamista edistävien tekijöiden poissulkeminen on kokonaisuudessaan mahdotonta. Yleensä muutamien tekijöiden poissulkeminen onnistuu tai ainakin niihin voidaan vaikuttaa positiivisesti. Normaalin säilytyksen, hapettoman tilan ja vähintäänkin mielenkiintoisen vedessä tapahtuvan upotussäilytyksen lisäksi on kokeiltu jonkin verran myös kumimateriaalin kylmäsäilytystä. Viileä säilytystila on yleisemmin käytössä kuin kylmäsäilytys. Viileällä säilytystilalla käsitetään usein tilaa, jonka lämpötila on alle normaalin +18-20 °C säilytyslämpötilan. Blank ehdottaa kompromissiksi kylmäsäilytystä +10 °C ilman kosteuden ollessa 50 RH%:ssa⁶⁶.

Kumimateriaalin, kuten muunkin materiaalin, suositeltu säilytyslämpötila on hieman alempi kuin normaalin huonetilan tai näyttelytilan. Pyörän kumiin säilytykseen suositellaan lämpötilaa +5 °C - +20 °C⁶⁷.

Kumimateriaalin kylmäsäilytys on harvinaisempi säilytyskeino kuin viileä säilytys. Kylmäsäilytystä käytetään maalöytöjen säilytyksessä. Maasta kaivetut kumisaap-

⁶⁶ Blank 1990, 55.

⁶⁷ Rosenberg 2006, 102.

paat ja muita kumiobjekteja on varastoitu pysyvästi pakastimeen kanadalaisessa museossa⁶⁸. Varsinaista säilytyslämpötilaa Hamilton ei mainitse. Maassa ollessaan kumisaappaat ja muut kumiobjektit olivat hapettomassa tilassa, joten ne säilyivät melko hyvin. Maasta kaivuun jälkeen kumimateriaalien hapettumisreaktiot lähtivät käyntiin. Pakastimessa säilyttäminen hidastaa hapettumisreaktioita. Kemialliset reaktiot hidastuvat kun lämpötilaa lasketaan 10 °C⁶⁹.

Shashoua on tutkinut kylmäsäilytystä muovien ja kumien säilytyskeinona. Joillekin muovityypeille kylmäsäilytys sopii. Kumimateriaalien kohdalla hän kuitenkin mainitsee negatiivisista tutkimustuloksista. Kolmiulotteisen kumiesineen kylmäsäilytyksessä kumimateriaalissa on havaittu lisääntyntä kiteytyneisyyttä, joka aiheutti esineen peruuttamattoman jäykistymisen. Sama ilmiö havaittiin säilytyksessä olevissa Apollo-avaruspuvun polvisuojissa. Uusi vulkanoitu kumi menettää raportin mukaan elastisuuttaan alle -55 °C. Varaston lämpötila oli +5 °C. Voidaan olettaa, että materiaalien käytön ja ikääntymisen aiheuttamat vauriot olivat muuttaneet materiaalin kylmänkesto-ominaisuuksia.⁷⁰

Avaruspukujen säilytykseen on pitkään yritetty löytää ratkaisua. Nämä puvut ovat todellisia monimateriaaliobjekteja, jotka sisältävät mm. neopreeni- ja luonnonkumisekoituksia⁷¹. Säilytyskokemusten perusteella voidaan päätellä, että alemmat säilytyslämpötilat ja vakaa ilmankosteus eivät estä tiettyjen osien haurastumista⁷². On muistettava, ettei kumissa olevan rikin kemiallinen reagointi tai hapettuminen lopu kylmässä. Se ainoastaan hidastuu.

Positiivisia kokemuksiakin on saatu kumimateriaalin kylmäsäilytyksestä. Joidenkin kumilaatujen sisältämien lisäaineiden vuotaminen ulos kumimateriaalista on saatu tyrehdytettyä pakastuksella. Shashoua raportoi tutkimuksessaan tahmeak-

⁶⁸ Hamilton 1997, 24.

⁶⁹ Michalski 2002, 66.

⁷⁰ Shashoua 2006, 100

⁷¹ Baker, McManus 1992, 223.

⁷² Baker, McManus 1992, 77–85

si muuttuneesta litorullasta, jonka materiaalin vuoto jatkui alhaisesta jääkaapin säilytyslämpötilasta (+4 °C) huolimatta. Tutkimuksessa havaittiin, että lisäaineen vuoto saatiin estettyä säilyttämällä litorullaa -30 °C teollisuuspakastimessa⁷³.

Monissa lähteissä suositeltiin viileää säilytystä kumiobjekteille, joissakin jopa kylmäsäilytystä. Kylmäsäilytys ei kuitenkaan sovi kaikille kumilaaduille, joten se ei ole Tampereen tapauksessa käyttökelpoinen. Kylmäsäilytys vaatii tarkan objektin materiaalitutkimuksen. Läheskään kaikkia kumimateriaalikokoelman objekteja ei ole tutkittu materiaalien osalta eikä niiden valmistusmateriaaleista ole saatavissa valmistajan antamaa tietoa. Tarkan materiaalitiedon puuttuminen estää kumiobjektien sijoittamisen kylmäsäilytykseen.

Kylmäsäilytyksellä tarkoitetaan +10 °C:sesta pakkasasteisiin menevää säilytyslämpötilaa. Pakastaen tapahtuva säilytys tehdään yleensä pakastusarkuissa. Kylmäsäilytys tulee energiakustannuksiltaan kalliiksi ja se vaikeuttaa objektien saatavuutta. Objekteja ei voi säilytysaikana nähdä vaan ne on ennen tarkastelua sulatettava ja ilmastoitava huonelämpötiloihin. Noudatamme lähes samaa objektien ilmastoitumiskäytäntöä kuin Tuotekatalogissa suositellaan. Nokian Teknisen Kumin Tuoteluettelossa kylmäsäilytyksestä annetaan seuraavat ohjeet: *Kylmävarastossa on varottava käsittelyn yhteydessä vahingoittamasta (jäykistyneitä) tuotteita. Kun tuotteet otetaan käyttöön kylmävarastosta, on niiden lämpötila läpikotaisin nostettava n. + 30 °C ennen asennusta.*⁷⁴.

Kokoelmakeskuksen viileät säilytystilat ovat itsessään erikoisuus, sillä monissa museoissa ei siihen ole mahdollisuuksia. Viileän säilytyksen suunnittelussa ja toteutuksessa kokoelmakeskus on ainakin Suomessa edelläkävijä, jonka kokemuksista toivottavasti muut museot voivat hyötyä. Viileä säilytysilmasto käsitetään + 10-15 °C säilytyslämpötilaksi. Tähän pyritään myös Kokoelmakeskuksen kumiobjektien säilytystiloissa. Nokian Teknisen Kumin Tuoteluettelossa valmistajan

⁷³ Ward, Shashoua 1999, 891.

⁷⁴ Nokian Tuotekatalogi 1984, 138.

suositus on myös alle + 15 °C, joten lämpötilan määrittelyssä olemme oikealla tiellä⁷⁵. Tätä gradua kirjoitettaessa säilytystilan ilman tavoitelämpötila on + 12 °C.

Viileällä säilytyksellä on vaikutuksensa myös objektien käsittelyyn. Viileässä säilytetty objekti vaatii vuorokauden temperoitumisajan. Sinä aikana objekti saavuttaa huonelämpötilan ja mahdollinen kosteus on haihtunut objektista. Temperoitumisaika on objektin kannalta erittäin tärkeää, sillä kylmä objekti saattaa olla rakenteellisesti hauraampi kuin huonelämpötilan saavuttanut objekti ja siksi temperoitumiskäytännössä ei pidä tehdä poikkeuksia.

5.3.3. SÄILYTYSTILOJEN SISÄILMAN LAATU

Muista museokokoelmista poiketen kumiobjektikokoelman säilytyksessä on tarpeellista huomioida niistä haihtuvat kaasut ja erittyvät aineet. Yleensä museo -objekteissa on ns. vanhojen esineiden haju, eikä se ole mitenkään erityisesti huomioitavaa ellei se kerro homeesta. Kumiobjekteilla on ominaishaju jo niiden valmistusvaiheessa. Tämä haju kertoo valmistusprosessista ja -aineista. Esimerkiksi muutamat erikoispehmitinaineet antavat kumille lisäaromin. Hajut on huomioitava säilytysuunnittelussa niin pakkausmateriaalien kuin ilmastoinninkin osalta.

Kumin haju ja kumista erittyvät kaasut vaikuttavat huomattavasti sisäilman laatuun. Kumiobjekteista erittyy sulffonaatteja ilmaan ja esimerkiksi klooratuista kumimateriaaleista (mm. kloropreeni) erittyy klooria. Ns. haihtuvat hiilivedyt (VOC) ovat osa kumiobjektien erittämiä kaasuja. Niille on annettu työsuojelulainsäädännössä raja-arvot, koska suurina pitoisuuksina niillä on terveysvaikutuksia. Kokoelmakeskuksessa tämä työturvallisuus näkökohta on otettu huomioon. Kumiobjektit on keskitetty kahteen huoneeseen, joten niissä on todennäköistä, että

⁷⁵ Nokian Tuotekatalogi 1984, 138.

normaaleissa huonelämpötiloissa VOC-arvot ilmassa alkavat kohota kun säilytystila on täytetty. Viilentämällä säilytystilan lämpötilaa voidaan kuitenkin vaikuttaa haihtuvien hiilivetyjen haihtumisnopeuteen sitä alentavasti. Kumiobjektien suurempaan säilytystilaan (A2 033) on asennettu VOC-mittari, joka ilmoittaa ilmaan haihtuneiden yhdisteiden määrän ppm-lukuna. Suositeltavasta VOC-arvosta on erilaisia käsityksiä, mutta tällä hetkellä säilytystilassa noudatetaan nollalinjaa, eli arvon pitäisi olla 0.0 ppm (parts per million). Vielä tarkempi mittausyksikkö on ppb (parts per billion). Käytössä olevalla mittarilla päästään tällä hetkellä ppm-tarkkuuteen.

Tein vuonna 2011 tutkimuksen näyttelyvitriinin sisäilmasta. Tulokset käsitellään luvussa 6. Vitriinissä oli 10 vuotta näytteillä kloropreenistä valmistettu taistelukaasusuojapuku. Vitriinin sisäilmassa oli huomattavia määriä haihtuvia hiilivetyjä. Osa niistä oli kloropreenistä haihtuneita ja osa taas valmistusmateriaaleista haihtuneita. Huomattavaa oli, että turvalliset raja-arvot ylittyivät monien yksittäisten kaasujen osalta. Tätä tietoa on hyödynnetty uuden säilytystilan sisäilman nykytilaa ja tulevaisuutta ennakoimassa. Tulevaisuudessa on mahdollista, että VOC-arvot nousevat säilytystiloissa kumimateriaalien vanhetessa. Ensimmäisenä keinona VOC-määrien vähentämiseen huoneilmasta kokeillaan ilmanvaihdon tehostamista. Ilmanvaihdon tehostamisessa on omat riskinsä. Kumimateriaaleista valmistetut objektit kärsivät niihin suoraan kohdistuvasta ilmavirrasta, joten objektit on suojattava hyvin. Suurin osa kumiobjekteista on suojattu jo valmiiksi ja suojaamattomat autonrenkaat voidaan peittää vaivattomasti. Ennakointi ja valmistuminen ovat tässä avainasemassa.

5.3.4. SÄILYTYSTILOJEN ILMASTO-OLOSUHTEIDENMITTAUSLAITTEET

Kumiobjektien säilytystilan olosuhdetarkkailua tehdään tätä kirjoitettaessa kolmella eri laitteistolla. Kaikki kolme laitteistoa mittaavat sekä ilmankosteutta että lämpötilaa. Yksi laitteisto mittaa näiden lisäksi haihtuvien hiilivetyjen määrää säilytystilan sisäilmasta. Näiden kolmen laitteiston tuottamaa tietoa verrataan toisiinsa. Odotuksena on, että laitteiden tuottamassa tiedossa on ainakin jonkin verran eroavaisuuksia.

Ensimmäinen mittausslaite on hygrotermografi, joka mittaa lämpöä ja ilmankosteutta. Se on piirturi, josta voi nähdä olosuhteet reaaliajassa. Hygrotermografeja on ollut museoissa käytössä jo pitkään eikä niitä kannata jatkossakaan unohtaa. Yksi niiden parhaista ominaisuuksista on helppo siirrettävyys.



Kuva 5.11. Hygrotermografi. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Hydrografien käyttö kumiobjektien säilytystiloissa loppuu vuoden 2014 aikana, kun reaaliaikainen langaton dataloggerijärjestelmä viimeistellään käyttöön.

Toinen mittauslaite on ajastettava dataloggeri, joka mittaa etukäteen määritetyn ajan säilytystilan olosuhteita. Tulokset saadaan analysoitavaksi vasta jälkeinpäin. Tulokset voidaan analysoida joko käyrinä tai excel-taulukkona. Dataloggerilla voidaan myös mitata pienempien tilojen kuten laatikoiden sisäolosuhteita. Aiemmin mainitun kloropreenistä valmistetun taistelukaasusuojausvälikon säilytyslaatikon sisäilmassa tapahtuneita muutoksia verrattaessa laatikon ulkopuolelta otettuun mittaukseen huomattiin, että laatikko ei lieventänyt laatikon ulkopuolella tapahtuneita muutoksia sisäpuolelle mentäessä.



5.12. Dataloggeriyksikkö. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Myös tämä dataloggerijärjestelmä poistuu käytöstä, koska sen elektroniikka on jo vanhentunut. Toivottavasti tämä järjestelmä voidaan korvata lähivuosina uudella, koska kumiobjektien elinkaaritutkimuksen ja säilytysmateriaalien kestävyys-tutkimuksessa tarvitaan siirrettäviä mittausyksiköitä tarkkojen säilytyspakkauskohtaisten tutkimusten tekemistä varten. Säilytystilojen olosuhteita tarkkaileva dataloggerijärjestelmä ei ole tarpeeksi tarkka näihin tutkimuksiin.

Kolmas mittauslaitteisto on tietokonepohjainen dataloggerijärjestelmä, jota konservaatoreita voi mm. etälukea omasta älypuhelimestaan tai tietokonepäätteeltään. Tämä dataloggerijärjestelmä toimii omassa sisäisessä verkossaan ja säily-

tystiloissa olevat dataloggerit lähettävät langattomasti tietoa tietokonepäätteelle, jossa on tarvittava analysointiohjelma. Etäluettavuuden toinen etu on, että ilmasto-olosuhteiden pettäessä konservaattoreiden älypuhelimiin tulee hälytysviesti. Tietokonepäätteeltä voidaan olosuhteet lukea, joka käyrien muodossa tai excel-taulukkona. Tätä kirjoitettaessa järjestelmä on vielä koekäytössä. Alustavat tulokset ovat kuitenkin lupaavia.

Tällä tietokonepohjaisella järjestelmällä analysoidaan lämpötilan ja ilmankosteuden lisäksi isoimman kumi- ja muoviobjektikokoelman säilytystilan VOC-arvoja. VOC-arvoja mittaava laite on lisäosa dataloggerijärjestelmään. Tähän asti saaduilla tuloksilla näyttää siltä, että säilytystilan VOC-arvot on saatu pidettyä minimissä.



Kuva 5.13. Dataloggeri – ja VOC – mittausjärjestelmä. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Tampereen Museoiden Kokoelmakeskus on todennäköisesti Suomessa ainoa paikka, jossa VOC-arvojen tarkkailua museokokoelmasta tehdään. Aluksi hankittiin kustannussyistä vain yksi VOC-mittari. Toivottavasti saamme hankittua mittari myös pienempään säilytystilaan. Kalliiden mittauslaitteiden tarve moderneista materiaaleista valmistettujen objektien säilyttämiseksi on hyvä esimerkki siitä

kuinka vaikeaa näiden objektien säilyttäminen on. VOC-kaasujen mittausta käsitellään tapaustutkimuksen muodossa luvussa 6.

Kuten jo aiemmin totesin, kaksi mittauslaitteistoa poistuu käytöstä vuoden 2014 aikana. Jäljelle jää langaton dataloggerijärjestelmä. Lisäksi uutena mittausmetodina on käsimittarilla tehtävä kontrollimittaus. Mittauksella nähdään ovatko dataloggerijärjestelmän asetukset kohdallaan.

5.3.5 SÄILYTYSTILOJEN VALAISTUS

Museoiden säilytystiloissa on vakiintuneena käytänteenä, että tiloissa on täysi pimeys kun niitä ei käytetä. Käytöllä tarkoitetaan objektien sijoittamista säilytystilaan ja hakua sieltä. Tämä käytäntö on kumiobjektikokoelman säilytystiloissa. Käytön aikana säilytystiloissa on päivänvalolamput, jotka eivät tuota UV-säteilyä. Valaistuksen UV-tasoa voidaan tarvittaessa tarkkailla UV-mittareilla, mutta tämä on tarpeen vain lamppujen vaihdon yhteydessä, varmistettaessa etteivät lamput ole väärää tyyppiä.



Kuva 5.14. Valaisin säilytystilassa A2 032. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Valaisimet on pyritty sijoittamaan säilytyshyllyjen väliin käytäville. Kumiobjektien säilytystiloissa tämä on onnistunut hyvin. Joissakin tapauksissa valaisimia on jouduttu sijoittamaan säilytyshyllyjen päälle. Säilytystilojen käyttö on maksimoitava kokoelmien mahdollistamiseksi säilytystiloihin ja samalla hyvä valaistus on tärkeää esimerkiksi työturvallisuuden kannalta.



Kuva 5.15. Valaisinrivi säilytystilassa A2 033. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

5.4. HENKILÖSTÖ

Henkilöstön kouluttaminen uusiin säilytystiloihin koskeviin käytänteisiin on vasta alkamassa ja on nähtävissä, että koulutusta on tehtävä jatkuvasti. Uusista käytänteistä on tultava rutiinia, muuten koko säilytyssuunnitelma on turhaa. Säilytyssuunnitelman onnistunut toteuttaminen vaatii jokaiselta säilytystiloihin tulevalta sitoutumista käytänteisiin.

Säilytystiloissa on lyhyet käyntiajat (oleskeluaika-sana antaa väärän kuvan). Tilloissa ei tehdä objektien luettelointia, dokumentointia, tutkimusta tai näyttelyvalintaa. Tämä on osaltaan ennaltaehkäisevää konservointia. Käyntiaikoja rajoitta-

malla säilytystilojen olosuhteet yritetään pitää tasaisina. Ihmisen tuottama lämpö vaikuttaa säilytystilojen ilmaston hallintajärjestelmään.

Viileissä tiloissa työskentelyä säätelevät myös työturvallisuuskäytännöt. Yleensä kylmähaittoja alkaa ilmetä alle +10 °C, koska kumiobjektien säilytystilojen lämpötila on lähellä kymmentä astetta, noin +13 °C, on sen vaikutus työntekijöihin huomioitava tarkasti työskentelyajan ja työvaatetuksen osalta. Työturvallisuuslaissa on omat säädöksensä kylmätyöskentelyn osalta (Työturvallisuuslaki: säädökset kylmätyöskentelystä).

Objekteja siirrettäessä säilytystiloissa työskentelyaika on mitoitettava etukäteen. Maksimi työskentelyaika on puoli työpäivää tauotettuna. Tavallisten työvaatteiden lisäksi on käytettävä lämpimiä suojavaatteita.

Kumikokoelman säilytystilat sijaitsevat syrjässä Kokoelmakeskuksen varsinaisista työtiloista, joten on tärkeää, että säilytystiloissa käynnistä ilmoitetaan työtovereille. Tämä on tärkeää työturvallisuuden kannalta. Tapaturman sattuessa säilytystiloissa työskennellyt työntekijä saattaa joutua odottamaan apua tuntikausia, koska puhelimilla ei ole hyvää kuuluvuutta tiloissa. Voi kulua pitkä tovi ennen kuin työtoverin puuttuminen havaitaan. Tekstiilikonservointiosastolla on käytäntönä, että erikoissäilytystiloihin menevä henkilö ilmoittaa menostaan muille osastolla työskenteleville.

Tapaturmien välttämiseksi on myös huomioitava objektilaatikoiden nostoihin ja siirtoihin kuuluvat työskentelytavat. Työturvallisuuslainsäädännössä määritellään sekä miehille että naisille sallitut nostorajat. Mielestäni on aina parasta pyytää apua, jos epäilee voimiensa uupuvan tai objektilaatikkoa on vaikea hallita noston aikana. Objektilaatikoiden nostamiseen on suotavaa käyttää siihen kehitettyjä nostolaitteita.

Uusien säilytystilojen käyttöönoton aikana on huomattu, että vakituisella siivoushenkilöstöllä on huomattava merkitys peruspuhtauden ylläpidossa. Tampereen museoiden siivous on ulkoistettu jo ennen kokoelmien muuttoa uusiin tiloihin. Siivousta ovat hoitaneet monet yritykset ja niiden siivoajat, joten varsinaista siivousrutiinia ei ole ehtinyt kehittyä missään vaiheessa. Tällä hetkellä Kokoelmakeskuksessa on ollut jo lähes vuoden ajan sama siivoja ja hyvä siivousrutiinien kehittäminen on lähtenyt alkuun. On tärkeää, että siivoja huomioi museokokoelmien säilytystilojen erityistarpeet, esimerkiksi mahdolliset tuholaiset ja ymmärtää ettei objekteihin saa koskea. Rutiinien kehittyessä on myös hyvä kuulla siivoajan huomioita työstä ja siihen kuuluvista käytänteistä, koska hän on ammattilainen, joka tietää työstään enemmän kuin muut. Kokoelmakeskuksen siivousta hoitava siivoja on antanut meille hyviä huomioita ja neuvoja. Hän osallistuu myös omalta osaltaan tuholaistarkkailuun ilmoittamalla meille havainnoistaan ja tuomalla löytämänsä hyönteiset tunnistettavaksi.

Uusien säilytystilojen käyttöönotosta lähtien on jokaiselta sieltä käyvältä vaadittu jalkinesuojien käyttöä. Jalkinesuojien käytössä ei tehdä poikkeuksia kenenkään kohdalla, niin museon oma henkilökunta kuin kaikki ulkopuolisetkin käyttävät jalkinesuojia. Niitä käytetään estämään lian leviämistä säilytystiloihin. Se vähentää siivouksen tarvetta, joka puolestaan vähentää säilytystiloissa käyntiaikaa huomattavasti. Tällä on positiivinen vaikutus ilmasto-olosuhteiden vakauteen.



Kuva 5.16. Säilytystiloissa käytettävät jalkinesuojat. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Jalkinesuojat valmistetaan valkaisemattomasta puuvillakankaasta. Sen käyttöön on päädytty, koska kangas on halpaa ja niitä voi pestä. Museo on teettänyt jalkinesuojia sekä naisten että miesten jalkineille sopivaksi eli kenelläkään ei ole syytä jättää niitä käyttämättä. Jalkinesuojille on järjestetty säilytystilojen ulkopuolelle korit, joista ne ovat helposti otettavissa käyttöön ja joihin ne on helppo palauttaa käytön jälkeen.



Kuva 5.17. Säilytystiloissa käytettävien tossunsuojien korit. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Puuvillakankaasta tehdyt jalkinesuojat ovat myös ekologiset ja taloudelliset, koska ne pesun jälkeen käyttää uudelleen. Jalkinesuojat pestään Kokoelmakeskusten omassa pesulassa.

Jalkinesuojien käytöstä on tullut jonkin verran protestointia. Useimmiten protestoijina ovat olleet museon ulkopuoliset tahot, jotka käyvät säilytystiloissa vain harvoin. Heidän mielestään jalkinesuojien käyttö on hankalaa ja turhaa *hienostelua*. Useimmat heistä kuitenkin ymmärtävät jalkinesuojien tärkeyden kun heille kerrotaan asiallisesti jalkinesuojien käytön syyt. Asennekasvatukselle on siis tilausta. Samalla on hyvä huomauttaa, että näin he suojelevat omaa historiaansa. Tämä pieni teko on askel eteenpäin objektien säilymisessä.

Säilytystiloissa käyntiaika pyritään minimoimaan niin, että tarvittavan objektin säilytyspaikka selvitetään etukäteen museon SIIRI-tietokannasta. Säilytyksessä oleva objekti haetaan säilytyslaatikossaan ja sen jälkeen tilasta poistutaan välittömästi. Muita laatikoita ei jäädä sinne tutkimaan.

Lyhyt käyntiaika on perusteltavissa myös ilmastointilaitteiden kuormittamisen minimoinnilla. Kuten aiemmin on jo todettu, lyhyetkin käynnit säilytystiloissa vaikuttavat ilmastoinnin tasaisuuteen. Laitteet reagoivat herkästi ihmisten tuottamaan lämpöön ja kosteuteen.



Kuva 5.18. Infolaput säilytystilan ovesta. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Tällä hetkellä käyntiajaksi on määritelty 15 minuuttia. Nahka- ja turkiskokoelman säilytystiloista saadun käyttökokemuksen mukaan, jo puolen tunnin käynnillä on vaikutusta ilmasto-olosuhteisiin.

Käyntiajoissa joudutaan tekemään poikkeus siivoojan kohdalla, koska säilytystilojen siivous kestää kauemmin. Säilytystilat siivotaan vain kerran kuukaudessa, joten sen vaikutus ilmasto-olosuhteiden tasaisuuteen on vähäinen.

Objektien lopullisen paikoilleen sijoittamisen jälkeen käyntiaikarajoitus voidaan ottaa lopullisesti käyttöön.

5.5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Erikoissäilytystilojen luomiselle on luotu puitteet, joihin säilytystilojen kehittäminen on tulevaisuudessa mahdollista. Rakenteellisesti säilytystilat mahdollistavat erikoisolosuhteiden luomisen. Olosuhteet luovien ja ylläpitävien laitteiden osalta on vielä paljon kehitettävää, ennen kuin tavoiteolosuhteisiin päästään. Kehitystyö vaatii vielä paljon työtä, koska nyt vallitseva sekava tilanne täytyy selvittää alusta lähtien. Kehitystyöhön on kuitenkin jo lähdetty ja ensimmäisiä tuloksia

odotetaan vuoden 2015 alkupuolella. Tärkeintä on saada olosuhteiden hallinnan perusta vakaalle pohjalle.

Kumiobjektien säilytyksessä käytettävien materiaalien ja tekniikoiden soveltuvuutta on seurattava säännöllisesti seurantatutkimuksen muodossa. Samalla on etsittävä uusia säilytysmateriaaleja ja -tekniikoita lyhyen elinkaaren omaavien kumiobjektien säilymisajan pidentämiseen.

Seurantatutkimusten tekemistä haittaavat ja hidastavat puutteet henkilöstö-, aika- ja taloudellisissa resursseissa. Resurssien puute haittaa tulevaisuudessa seurantatutkimuksen teon lisäksi myös kokoelman parissa tehtävää perustyötä. Kokoelman hoidossa joudutaan priorisoimaan työtehtävät. Tärkein tehtävä kumiobjektikokoelman tapauksessa on edistää objektien säilymisestä ennaltaehkäisevän konservoinnin keinoin. Kumiobjektien tutkimus- ja näytteillä pito ovat priorisoinnissa toisena ja kolmantena. Seurantatutkimuksen tekeminen puolustaa kuitenkin paikkaansa, koska sen tuloksena voidaan päätellä käytettyjen säilytystapojen tehokkuus ja säilytystavoissa voidaan tehdä tarvittavat korjaukset. Seurantatutkimus ohjaa vähäisten resurssien panostusta oikeisiin kohteisiin.

Kumiobjektikokoelman säilymisen kannalta ennaltaehkäisevä konservointi on tulevaisuudessakin tärkein lähtökohta. Edellä mainittu resurssien puute vaikuttaa myös kokoelman säilyttämiseen. Aktiiviseen, eli objektiin kohdistuvaan, konservointiin ei lähivuosiinakaan tule olemaan aikaa eikä muita resursseja.

Kumiobjektikokoelman säilyttämisen tutkimuksen ja kehittämistyön on kuitenkin oltava jatkuvaa, koska monet objekteista ovat tällä hetkellä ainutlaatuisia. Lähtökohdiltaan ne ovat massatuotanto-objekteja, joiden ei ole ollut tarkoitus säilyä pitkään. Näistä monien objektien valmistus on lopetettu ja kokoelman objektit ovat ainoat lähes alkuperäiskunnossa säilyneet kappaleet.

Kumiobjektikokoelman hoito ei tulevaisuudessakaan tule olemaan helppoa vaan vanhentuessaan objektit vaativat yhä enemmän objekteihin kohdistuvaa konservointia ja tiheämpää aikaväliä tutkimusten välillä. Voi ainoastaan toivoa, että resurssipula helpottaa jossain vaiheessa, ennen kuin kumiobjektikokoelma saavuttaa elinkaarensa päätepisteen.

6. VOC-mittaus kumiobjektivitriinistä.

LÄHTÖKOHTA

Kesällä 2011 tehtiin sisäilman laatua kartoittavan mittauksen kumiobjektivitriinistä, joka oli suljettuna 10 vuotta. Vitriiniä ei siis avattu kertaakaan 10 vuoden aikana. Vitriiniä ei avattu, koska sen rakenne ei mahdollistanut avaamista ja uudelleen sulkemista. Mittauksen tarkoituksena oli kartoittaa vitriinin sisäilmanlaatu ja ilmanseoksen koostumus. Lähtökohtana oli, että vitriinin sisällä oleva objekti ja vitriinin valmistusmateriaalit haihduisivat ilmaan jonkun verran haihtuvia hiiliveytyjä.

Vitriinissä oli näytteillä kloropreenikumista vuonna 1938 valmistettu taistelukaasusuojapuku. Se oli esille laitettaessa melko hyvässä kunnossa ja sen arvioitiin kestävän näyttelyssä olon. Valaistusta vitriinissä ei ollut, joten puku ei kärsinyt liian korkeista valomääristä. Kohtuullisista näyttelyolosuhteista huolimatta näyttelyn jälkeisessä kuntotarkastuksessa paljastui suojapuvun mittava pinnan krakeloituminen. Tämä on seurausta puvun kloropreenimateriaalin haurastumisesta. Kloropreenistä haihtuu ilmaan mm. VOC-yhdisteisiin kuuluvia klooriyhdisteitä. Otsonin lisäksi VOC-yhdisteet nopeuttavat kumimateriaalien hajoamisreaktioita. Näin ollen kumimateriaalin hajoamistuotteet kiihdyttävät kumimateriaalien hajoamisprosesseja.

Vitriinin valmistusmateriaalit olivat MDF-levy, petsi ja akryylimuovi (pleksi). MDF-levystä ja petsistä haihtuu ilmaan mm. ns. VOC-yhdisteitä. Vitriinin valmistuksesta ei ole säilynyt tietoja, joten on vaikea tietää kuivattiinko materiaaleja kaksi viikkoa ennen vitriinin kokoamista. Tämä on yleinen käytäntö vitriinejä tehtäessä. Rakenteeltaan vitriini oli kertakäyttöinen. Vitriinillä ei ollut omia seinänsä vaan sen seinät olivat toisen rakenteen tukiseiniä. Kuten edellä jo todettiin, vitriininä ei

voitu tuulettaa näyttelyn aikana, koska vitriiniä ei olisi saatu enää suljettua. Jälkeenpäin voidaan todeta, että vitriini oli täysin sopimaton museonäyttelykäyttöön.



Kuva 6.1. Suojapuku



Kuva 6.2. Mittausta suunnittelemassa.

Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

6.1. VOC-ANALYYSI

VOC-mittaus on yksinkertainen toimenpide: Ilmapumpulla pumpataan sisäilmaa valmiiksi kalibroituihin näyteputkiin. Toimenpide on sama kuin huoneiden sisäilman laatua tutkittaessa. Mittauslaite, eli ilmapumppu, kalibroitiin etukäteen Työterveyslaitoksella vitriinin mittojen mukaan. Ilmapumppu oli lainattu Työterveyslaitokselta. Kaiken kaikkiaan mittaus oli helppo tehdä Työterveyslaitokselta annettujen ohjeiden mukaan. Kustannuksiltaan testi oli huokea.

Vitriinin sisäilmaa pumpattiin kahteen pieneen Tenax -putkeen. Ilmanäytteet lähetettiin tutkittavaksi Työterveyslaitokselle. Ilma-analyysi tehtiin kaasukromato-

grafilla (TD-GS-MS). VOC-kaasut tunnistettiin käyttämällä puhdasta verrokkimateriaalia ja Wiley tai NIST-tietokantaa.



Kuva 6.3. Mittauslaitteisto. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Vitriinin sisältä otettiin kaksi mittausta. Ensimmäinen keräysaika oli 10 minuuttia. Toinen ilman keräysaika oli 45 minuuttia. Verrokkimateriaali oli tehty Työterveyslaitoksella.

VOC-kaasujen kokonaisprosenttisuus oli määritelty tolueniekvivalenssina (TVOC). TVOC määriteltiin n-heksaanin ja n-heksadekaanin välisen alueen kromatogrammista. Se sisältää mainitut aineet.

6.2. MITTAUSTULOKSET

Analyysin tuloksia verrattiin asuntojen sisäilman laatuluokitukseen. S1 tarkoittaa 200 µg /m³ VOC-kaasuja ilmassa. Se on määritelty hyvän sisäilman standardiksi asunnoissa ja toimistotiloissa. S2 eli 300 µg /m³ on hyväksyttävä määrä varastoissa. S3 vastaa 600 µg /m³ VOC-kaasuja ilmassa. Tällöin ilmanlaatu on heikko.

Kumimateriaalien säilytystilassa ilmanlaadun pitää olla S1-luokkaa, koska kumimateriaalit luovuttavat itse ilmaan VOC-kaasuja mm. hajoamisprosesseissaan. Työntekijöiden työturvallisuus on myös huomioitava. Voidaan myös ajatella, että se mikä on hyvä ihmiselle, on hyvä myös haurastuvalle kumimateriaalille.⁷⁶

Ennako-odotukset haihtuvista hiilivedyistä osoittautuivat oikeiksi, mutta niiden määrä vitriinin sisäilmassa oli yllätys.

Sisäilmassa TVOC-määrä, joka alittaa 200 µg/m³, ei aiheuta ihmisessä oireilua⁷⁷. Nykyään asuntojen tavanomainen TVOC-pitoisuus on 200–300 µg/m³⁷⁸.

⁷⁶ <http://www.sisilmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/ongelmien-tutkiminen/muut-sisailmatutkimukset/kemialliset-tutkimukset/> 29.11.13.

⁷⁷ <http://www.sisilmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/ongelmien-tutkiminen/muut-sisailmatutkimukset/kemialliset-tutkimukset/> 29.11.13.

⁷⁸ <http://www.hengitysliitto.fi/Hengitysilma/Sis%C3%A4ilma/Sis%C3%A4ilman%20hiukkasmaiset%20ja%20kaasumaiset%20ep%C3%A4puhtaudet/VOCp%C3%A4st%C3%B6t/SitePages/Default.aspx> 29.11.13).

Taistelukaasusuojapuvun vitriinin sisäilma sisälsi seuraavia VOC-kaasuja.

YHDISTE	%	YKSIKKÖ
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET ORGAANISET YHDISTEET		
Dodekaani	2	µg/m ³
Heksaani	1	µg/m ³
Metyylisyklopentaani	1	µg/m ³
Undekaani	2	µg/m ³
AROMAATISET ORGAANISET YHDISTEET		
Bentseeni	8	µg/m ³
Etyylibentseeni	1	µg/m ³
Xyleeni	3	µg/m ³
Styreeni	26	µg/m ³
Tolueeni	5	µg/m ³
TERPPEENI JA SEN JOHDANNAISET		
a-Pineeni	2	µg/m ³
MONO ALKOHOLIT		
1-Butanoli	11	µg/m ³
1-Heptanoli	2	µg/m ³
1-Heksanoli	1	µg/m ³
1-Oktanoli	3	µg/m ³
1-Pentanoli	12	µg/m ³

ALKOHOLIT

1,2 - Propanedioli (propylene glykoli)	77	µg/m ³
--	----	-------------------

EETTERIT

2-Metyylifuraani	10	µg/m ³
------------------	----	-------------------

2-Pentyylifuraani	4	µg/m ³
-------------------	---	-------------------

ALKOHOLI JA FENOLIEETTERIT

2-(2-Butoxethox)etanoli	190	µg/m ³
-------------------------	-----	-------------------

2-Butoxetanoli	4	µg/m ³
----------------	---	-------------------

1-Methoxy-2-propanoli	2	µg/m ³
-----------------------	---	-------------------

ALDEHYDIT

Benzaldehydi	29	µg/m ³
--------------	----	-------------------

2-Furfuraali	9	µg/m ³
--------------	---	-------------------

Heksanaali	79	µg/m ³
------------	----	-------------------

Heptanaali	5	µg/m ³
------------	---	-------------------

Nonanaali	15	µg/m ³
-----------	----	-------------------

Octanaali	7	µg/m ³
-----------	---	-------------------

Pentanaali	21	µg/m ³
------------	----	-------------------

KETONIT

Asetoni	1)	20	µg/m ³
---------	----	----	-------------------

2-Hexanoni		1	µg/m ³
------------	--	---	-------------------

2-Heptanoni		3	µg/m ³
-------------	--	---	-------------------

2-Butanoni	2)	65	µg/m ³
------------	----	----	-------------------

2-Pentanoni		2	µg/m ³
-------------	--	---	-------------------

HAPOT

Heksaanihappo, caproni happo	37	µg/m ³
Propaanihappo	22	µg/m ³

ESTERIT JA LAKTONIT

n-Butylasetaatti	2	µg/m ³
2-(2-Butoxethox)etyyliasetaatti	42	µg/m ³
Etyyliasetaatti	5	µg/m ³
Texanoli	3) 11	µg/m ³

HALOGEENIYHDISTEET

1,1,1-Trikloroetaani	1	µg/m ³
Tetraklorometaani (hiilitetrakloridi)	2	µg/m ³
Trikloroeteeni	4	µg/m ³

VETY-YHDISTEET

Pyrazineeni	1	µg/m ³
-------------	---	-------------------

RIKKIYHDISTEET

Benzotiazoli**	18	µg/m ³
----------------	----	-------------------

SILIKONIYHDISTEET

Decamethylcyclopentasiloksaani	1	µg/m ³
--------------------------------	---	-------------------

HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (TVOC)	520	µg/m³
--	------------	-------------------------

1) TVOC ALUEEN ULKOPUOLELLA

2) TVOC ALUEEN ULKOPUOLELLA

3) 2,2,4trimetyyli-1,3-pentaani diolmonoisobu tyraatti

Tuloksia katsottaessa voidaan päätellä, että taistelukaasusuojapuvun haurastuva kloropreenipinnoite on altistunut kasvavalle TVOC-määrälle koko näytteillä olon ajan. Koska vitriinissä ei ollut erillistä ilmastointia, VOC-kaasut kertyivät vitriinin sisäilmaan.

Taistelukaasusuojapuvulle tehtiin kuntotarkastus näytteillä olon jälkeen. Suojapuvun pintaa ei kuvattu ennen näyttelyä tehdyssä kuntotarkastuksessa, joten vaurioitumisasteiden vertailu ennen ja jälkeen näyttelyn ei ollut mahdollista. Nyt suojapuvun kloropreenipinnoite on lähes kokonaan krakeloitunut ja se irtoaa pieninä palasina puuvillakangaspohjasta.

6.3. LOPPUTULOS

VOC-mittauksen tulokset vaikuttavat tulevaisuudessa tämän objektin sekä koko kumimateriaalikokoelman näytteille panoon ja hoitoon.

Taistelukaasusuojapukua ei voida enää laittaa pitkäaikaisesti näytteille, tulevaisuudessa ei enää ollenkaan, sen kloropreenipinnan irtoamisen takia. Suojapukua tarkkaillaan säännöllisesti kloropreenipinnan elinkaaren selvittämiseksi. Elinkaari on loppuillaan, mutta täydellinen rikkoutuminen ei ole vielä tapahtunut. Suojapuku on sijoitettu kumimateriaalien säilytystilaan, jossa lämpötila on + 10-12 ° C. Tässä lämpötilassa, kemialliset reaktiot ovat hitaampia kuin normaalissa huone-lämpötilassa.

Kumimateriaaliobjekteja näytteille laitettaessa on huolehdittava vitriinin tuule-
tuksesta, koko näytteillä olon ajan. Näyttelyvitriiniin voidaan asentaa ilmastointi-
laite, joka huolehtii ilmanvaihdosta. Jos koneelliseen ilmastointiin päädytään, on
pidettävä huolta, että laite on eristetty hyvin vitriinistä. Monet laitteet tuottavat
otsonia, joka edistää kumimateriaalien tuhoutumisprosesseja.

VOC-mittauksen tuloksena kumimateriaalien säilytystilassa mitataan tilan sisäilman VOC-pitoisuutta reaaliajassa. Tavoitteena on, ettei VOC-määrä nosta mittaria 0.0 ppm-tasolta. Jos nousua tapahtuu, säilytystilan ilmankiertonopeutta eli tuuletusta nopeutetaan. VOC-pitoinen ilma korvautuisi nopeammin raikkaalla ilmalla. VOC-mittaria käsitellään luvussa 5.

Säilytystilan sisäilman VOC-pitoisuus vaikuttaa myös siellä käyvien työntekijöiden työturvallisuuteen. Jos VOC-pitoisuus nousee yli $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, on tilassa työskentely vähennettävä minimiin ja käytettävä asianmukaisia hengityssuojaimia.

Suojapuku on tarkoitus 3D-kuvata tulevia sukupolvia varten. Näin he saavat käsityksen suojapuvusta käytössä. Tulevaisuudessa kaikkien näytteille menevien kumimateriaaliobjektien pinnat kuvataan ja dokumentoidaan entistä tarkemmin ennen ja jälkeen kuntovertailun mahdollistamiseksi. Dokumentointiin on laadittava helposti toteutettavat toimintatavat. Dokumentointi helpottaa myös objektien elinkaarten tutkimusta.

Kaiken kaikkiaan VOC-mittaus antoi laajasti lisää tietoa hyödynnettäväksi kumimateriaalien esilläpidossa ja säilytyksessä. Tulevaisuudessa VOC-mittauksia on mahdollisuuksien mukaan jatkettava sekä säilytystilassa että vitriineissä näytteillä olon aikana.

7. KUMIOBJEKTIEN MATERIAALITUTKIMUKSET

Kumiobjektikokoelman kartoituksessa yksi tärkeimmistä tutkimusosioista on materiaalitutkimus. Tutkimuksen avulla pystytään tunnistamaan itse materiaali tietyllä todennäköisyydellä, arvioimaan materiaalin kuntoa ja arvioimaan jonkin verran myös siitä valmistetun objektin elinkaarta. Materiaalitutkimukseen sisältyy myös epätarkkuutta aiheuttavia tekijöitä, jotka johtuvat objektin materiaaliseoksesta ja sen tasalaatuisuudesta, sekä objektin käyttö- ja säilytyshistoriasta. Materiaaliseoksen koostumus voi vaikuttaa materiaalitutkimukseen, jos seos ei ole tasalaatuinen.

Maisteriopintojen aikana tehdyt kumimateriaalien tunnistuskokeet ovat osa tutkielmaani. Tunnistuskokeiden tavoitteena oli materiaalien tarkan tunnistuksen lisäksi tehdä arviota tunnistamisen helppoudesta/haasteellisuudesta. Materiaalien tarkka tunnistaminen on myös tärkeä osa kumiobjektin kuntokartoituksessa tehtävää dokumentointia. Nyt tehdyt tutkimukset palvelevat sekä kumiobjektikokoelman dokumentointia että kokoelmasta tehtävien poistojen dokumentointia.

Kumimateriaalien kohdalla valmistusmateriaalien tunnistaminen on erityisen tärkeää, koska kumimateriaaleilla on lyhyt elinkaari moniin muihin materiaaleihin verrattuna. Eri kumimateriaalien välillä on huomattavia eroja materiaalin kestossa ja elinkaareissa. Yleispätevän elinkaarimallin laatiminen tietyn kumilaadun hajoamisesta on hyvin haasteellista. Kumimateriaalit muokataan käyttötarkoituksen perusteella eikä niiden elinkaaren pituus ole ensisijaisen tärkeä. Joissakin tapauksissa elinkaari määritetään teoreettisesti, esimerkiksi Arrheniuksen kaavalla⁷⁹. Teoreettinen elinkaaren määrittäminen on käytössä mm. autonrenkasvalmistajilla. Kaavan antama tulos on suuntaa antava, mutta se riittää, koska auton-

⁷⁹ Ciesielski 1999, 137

rengas on tarkoitettu vaihdettavaksi uuteen tarpeen mukaan. Näin on myös monien muiden kumimateriaaleista valmistettujen kulutushyödykkeiden kanssa.

Vuonna 2012 aloitettiin kumiobjektikokoelman tutustuminen ja tarkastus sen sisältöön ja kuntoon. Oletuksena oli, että tietyt kumiobjektit ovat elinkaarensa päässä ja toiset ovat kunnoltaan yhä hyviä. Yllätyksellistä oli kuinka suuret erot eri kumilaatujen välillä olivat. Luonnonkumiseoksista ja polyuretaaneista valmistetut objektit olivat huomattavasti huonokuntoisempia kuin ns. teknisistä kumeista valmistetut objektit. Materiaalitutkimusten ansiosta saatiin jo tuhoutu-neista materiaaleista spektrometrikyriä, jotka voivat auttaa muiden materiaalien rakenteen hajoamisasteen määrittämisessä.

Nyt tutkitut objektit on poistettu kumimateriaalikokoelmasta huonon kuntosaa takia. Ennen objektien hävittämistä tunnistamaan niiden valmistusmateriaalit pyrittiin mahdollisimman tarkasti. Kuten tutkimuksissa käy ilmi, se ei aina ole mahdollista. Useimmiten tutkimus jäi suuntaa-antavaksi. Siitä huolimatta nämäkin tulokset ovat tärkeitä kumiobjektikokoelman laajemman materiaalitutkimuksen kannalta. Tulevaisuudessa materiaalitutkimuksia on syytä jatkaa yhtenä osana kokoelmassa olevien objektien dokumentointia, ei vain poistoja tehtäessä.

On tärkeää, että tutkielmassa on myös materiaalitutkimuksia, koska ne ovat konservoinnille tärkeitä tutkimuskohteita ja informaatiolähteitä. Objektin materiaali määrittää sille tehtävät konservointitoimenpiteet ja säilytystavan.

Pro gradu-tutkielman julkistamisen myötä sen tulokset auttavat muiden kumiobjektikokoelmien materiaalitutkimuksia suunniteltaessa. Tutkimuksista ja niiden tuloksista käy ilmi kuinka vaikeaa ja aikaa vievää kumimateriaalien tunnistustutkimus on. Kumimateriaalit läpikäyvät vanhetessaan suuremmat rakenteelliset muutosprosessit kuin monet muut materiaalit ja joissakin tapauksissa tarkkaa valmistusmateriaalia ei enää saada selville.

Tutkimuksia tehtäessä huomattiin kuinka turhauttavaa pienten FTIR-käyrien tutkiminen oli (FTIR-analyysistä tarkemmin jäljempänä). Tutkimuksissa käytettiin 100 %:n Transmittance-asteikkoa luotettavien tulosten saamiseksi. FTIR-käyrien mitta-arvot on pyritty pitämään samoina vertailujen helpottamiseksi.

On myös mainittava, että FTIR-tutkimusten tekeminen on kallista. Ilman opiskelun tarjoamaa mahdollisuutta, tutkimuksia ei todennäköisesti olisi tehty. Moderneja materiaaleja tunnistettaessa museot joutuvat usein turvautumaan ulkopuoliseen apuun. Monessa tapauksessa tarkka materiaalitutkimus jätetään tekemättä. Syynä tähän voi olla taloudellisten resurssien puutteen lisäksi tietämättömyys modernien materiaalien monimuotoisuudesta ja tutkimusmahdollisuuksista.

7.1 KUMIOBJEKTIKOKOELMAN ONGELMAT

Tutkimuksen kohteena oleva kumiobjektikokoelma koostuu käyttöobjekteista ja teollisuuden tuotenäytteistä. Kokoelmaan kuuluu Teknikumin, Suomen Gummitehtaan, Nokian Jalkineiden, Nokian Renkaiden ja muiden tamperelaisten kumituottajien tuotteita ja tuoteaihoita, joiden kumimateriaalien kirjo on laaja. Kokoelman ongelmana ovat sen laajuus, yli 3500–4000 objektia riippuen hieman laskutavasta, ja kokoelman dokumentoimatta jättäminen. 1990-luvun lopulla pidetyn suuren KUMI-näyttelyn jälkeen objektit ovat konservaattorien tekemää pakkausta lukuun ottamatta olleet täysin käsittelemättä. Osaa kokoelmasta ei ole luetteloitu tai dokumentoitu lainkaan. Tarkkoja materiaalitietoja on harvoissa kokoelman objekteissa. Tämä aiheuttaa ongelmia esimerkiksi objektin tunnistuksessa ja valmistusmateriaalien tunnistamisessa. Samoin ajoituksen puute vaikeuttaa kumiobjektin elinkaaren arvioinnissa. Kokoelmaa ei pystytä hyödyntämään näyttelyissä tai tutkimuksissa dokumentoinnin puutteen takia.

7.2 MATERIAALITUTKIMUS

FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) spektroskopia on yksi parhaista analyysimuodoista kumimateriaaleja tutkittaessa. FTIR-tutkimuksessa nähdään selvästi kumimateriaalin hapettumisaste. Samalla voidaan tehdä silmämääräistä arviota ja mikroskooppitutkimusta ulospäin näkyvästä hajoamisesta. Myös muita infrapuna-spektroskopian muotoja, kuten ATR (attenuated total reflectance) ja PAS (photoacoustic spectroscopy) on käytössä kumilaatujen tunnistamisessa. Kirja *Modern Infrared Spectroscopy*⁸⁰ suosittaa PAS-spektroskopiaa voimakkaasti säteitä imevän materiaalin, kuten kumin, analyysimetodiksi. Tämä on erityinen ongelma mustan kumin tutkimuksessa, koska siitä on vaikeaa saada kunnan näytettä. Näytteestä lähtevät aallonpituudet ovat usein liian heikkoja. Tuloksesta ei tule näin ollen luotettavaa tai edes tunnistettavaa. Kaikilla kumimateriaaleilla on tunnistettavat FTIR-käyrät, joiden perusteella ne voidaan tunnistaa. Luotettavaan tunnistamiseen tarvitaan tarkat vertausnäytteet.

⁸⁰ STUART, GEORGE, MCINTYRE Peter 1996, 51.

7.3 KUMIN PERUSPOLYMEERIN TUNNISTUSKOHDAT

Kumin peruspolymeerillä, cis-1,4-polyisopreenillä tunnistuskohdat FTIR-käyrällä ovat⁸¹

piikit alueella 3000–2800 cm⁻¹ (alifaattiset CH₂ ja CH₃)

heikko ja leveä piikki välillä 1700–1500 cm⁻¹ (C=C),

kaksi voimakasta piikkiä välillä 1450 cm⁻¹ (CH ja CH₂ deformaatio) –
1370 cm⁻¹ (CH₃ deformaatio)

voimakas piikki 830 cm⁻¹ (R₂C=CHR) kohdalla

Yleisimpiä tunnistamisalueita kumilla on 1600 cm⁻¹ kohdalla, jossa kaksoissidokset näkyvät. Vanhentuneessa kumimateriaalissa kaksoissidosten määrä alkaa vähentyä tai ne häviävät kokonaan. Tämä vaikeuttaa tunnistusta huomattavasti tai tekee varman tunnistuksen mahdottomaksi.

⁸¹ . Gardamone, Baker 2001. 170).

7.4. TUTKIMUSLAITTEISTO JA NÄYTTEET

Materiaalitutkimus tehtiin Metropolia ammattikorkeakoulun FTIR-laitteistolla: Perkin Elmer Spectrum 100 FT-ir Spectrometer.



Kuva 7.1. Tutkimuslaitteisto. Valokuva Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Materiaalitutkimuksissa käytettiin poistetuista objekteista saatuja näytepaloja. Näistä näytepaloista tehtiin varsinaiset tutkimusnäytteet.

Näytteet otettiin Metropolian konservointiosaston laboratoriossa juuri ennen näytteiden ajoa. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus eivät muuttuneet näytteen oton ja ajon välillä. Materiaalitutkimuksen jälkeen pakkasin näytteet polyeteenipusseihin (Minigrip). Tutkimus on toistettavissa tarpeen tullen tulevina vuosina samasta objektista, jos objektin materiaalin elinkaari sen vielä mahdollistaa. Säilytyspusseihin merkittiin näytteen numero ja tutkimuspäivämäärä tunnistamisen helpottamiseksi. Näytteistä täytettiin CEN-ohjeistuksen perusteella laa-

dittu näyteraportti (LIITE 1.)⁸² Objekteja, joista näytteet otettiin, säilytetään jatkossa museon kumiobjektivarastossa samoissa olosuhteissa kuin muutakin kumiobjektikokoelmaa. Tutkimustulosten ei pitäisi säilytysolosuhteiden osalta tulevaisuudessakaan poiketa näiden näytteiden ja tulevaisuudessa objekteista saatavien näytteiden välillä. Tutkimustulosten poikkeavuus pitäisi johtua materiaalin vanhenemisprosesseista.

Kaikista näytteistä saatiin hyvät spektrikäyrät, jossa piikit erottuvat selvästi ja asteikko 0-100 %:n transmittanssi on tarpeeksi laaja.

7.5. NAISTEN TALVIJALKINEEN KORON MATERIAALITUTKIMUS

Tutkittava jalkine on naisten talvijalkine (saapikas) (Tampereen Tekninen Museo) TTM 66958. Jalkineita on kaksi, mutta tutkin niistä vain toisen. Niiden vauriot ovat samanlaiset. Jalkine on valmistettu 1970-luvulla. Jalkineen nahkaosa on rakenteeltaan hyväkuntoinen ja ehjä. Jalkineen pohja ja etenkin sen korko, on lähes täysin tuhoutunut. Korko on haljennut kappaleiksi. Haljenneet kappaleet murtuvat yhä pienemmiksi paloiksi polyuretaanin hapettuessa. Tuhoutuminen alkoi valkoisen aineksen ilmestyessä pohjan pinnalle. Valkoinen aines on havaittavissa kuvassa 7.4 pohjan sivussa ja korossa. Valkoinen aines peittää tällä hetkellä pohjan kokonaan. Aines on luultavasti seos antioksidantteja ja suojaöljyjä yms. Kuvissa 7.2 ja 7.3 näkyvä halkeaminen on tapahtunut viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Tutkittava näyte on tahmea ja se murtuu muodostaen liimamaisen massan. Koelmatietojen mukaan korko on polyuretaania (PUR). FTIR-analyysillä on mahdollista tunnistaa materiaali lähes varmasti. Tarkoituksena on selvittää tarkem-

⁸² CEN: Conservation of Cultural property – Methodology for sampling from materials of cultural property – General rules.

min polyuretaanin laatua. Jalkineisiin on voitu käyttää joko polyuretaanieetteriä tai -esteriä.



Kuva 7.2. Haljennut korko



Kuva 7.3. Halkeillut pohja



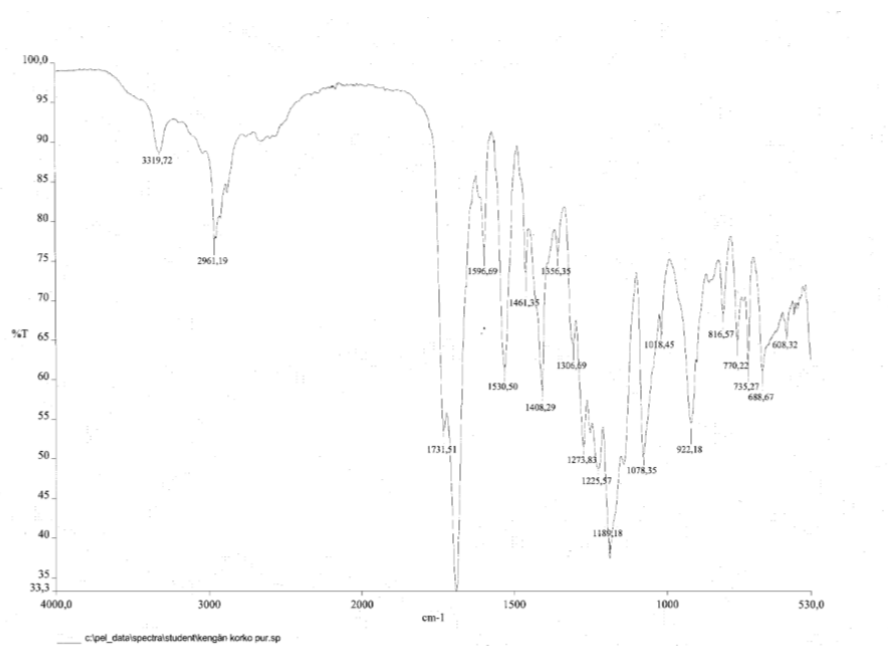
Kuva 7.4. Saapikkaan pohja n. vuonna 2003.

Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Kuvissa näkyvät selvästi talvijalkineen pohjan kärsimät vauriot. Sekä korko että pohja ovat haljenneet kokonaan. Haljenneista kohdista on tippunut paloja. Näin materiaalista paljastuu koko ajan uutta pintaa hapettumisen jatkuessa. Vähitellen koko pohjan materiaali murtuu ja se lohkeilee pois pieninä murusina. Murtumisen kanssa samaan aikaan materiaali muuttuu tahmeaksi. Kuvissa nähtävä valkoinen pinta on polyuretaanimateriaalin seosainetta, jonka on ollut tarkoitus edistää materiaalien kestoä. Materiaalin vanhetessa ja elinkaaren lopulla nämä seosmateriaalit nousevat pintaan muodostaen siihen usein valkoisen kalvon. Tä-

mä kalvo on tahmeaa ja sitä voi kaapia pois, mutta siitä ei pääse kokonaan eroon, koska vanhenemisprosessi tuo koko ajan uutta pintaan. Tahmean pinnan takia kengänpohja tarttuu helposti esimerkiksi säilytysmateriaaleihin, mikä vaikeuttaa sen säilyttämistä entisestään.

Korko on polyuretaania. Sen FTIR-käyrä vastaa tunnistusmateriaalina käytettyä PUR-käyrää⁸³.



Spektri 1. Talvijalkineen korko. Näyte TTM 50271:2. s. 150.

Materiaalin spektrissä näkyy piikki 3319 cm^{-1} kohdalla. Polyesteriuretaanin spektrissä on laeva piikki 3400 kohdalla, joten piikki on odotettavissa. $4000\text{--}2600$ on OH–NH alue. Tällä alueella näkyy mm. materiaalin hapettuminen. $3000\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$ alueella on hiilivetyjen ns. venymäalue. Tällä kohtaa näytteen spektrissä on piikki 2961 cm^{-1} . Yleensä polyuretaanien spektreissä tämä piikki on $3100\text{--}3000$

⁸³ VERLEYE ROEGES, De MOOR, 2001, 132-133.

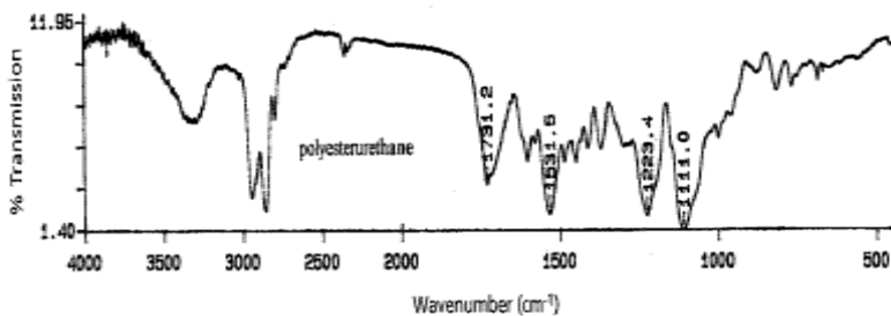
cm^{-1} . Näytteen materiaali on vanhentunut ja sen rakenne on rikkoutunut, joten näytteen antamassa spektrissä voi olla muutoksia.

Seuraava piikki näytteen spektrissä on 1731 cm^{-1} kohdalla. 1731 cm^{-1} on yksi polyesteriuretaanin tunnistamiskohdista. Polyeetteriuretaanin vastaava tunnistuskohta on 1730 . Tällä kohdalla ovat hiilen kaksoissidokset happeen. $1750\text{--}1700 \text{ cm}^{-1}$ on karbonyyliryhmä.

Näytteen spektrissä on piikki 1596 kohdalla. Alueella $1600\text{--}1585 \text{ cm}^{-1}$ on kumi- materiaaleissa plastisoijina käytettävien ftalaattien pienempi piikki⁸⁴. Suurin piikki ftalaateille on 1735 cm^{-1} kohdalla. On siis todennäköistä, että materiaalin valmistukseen on käytetty ftalaatteja. Ftalaattialue on myös $1600\text{--}1585 \text{ cm}^{-1}$ läheisyydessä. Näytteessä on suuri piikki n. 1600 cm^{-1} kohdalla. Tämä voi olla toinen viite ftalaattien käytöstä.

$1500\text{--}500 \text{ cm}^{-1}$ on ns. sormenjälkialue. Polyesteriuretaanin sormenjälkialueelta löytyy piikit 1223 cm^{-1} , 1111 cm^{-1} , 1000 cm^{-1} ja 809 cm^{-1} kohdalta. Näytteen spektristä niitä ei suoraan löydy. Näytteen spektrissä on piikki 1225 cm^{-1} kohdalla. 1111 cm^{-1} lähellä ei ole näytteen spektrissä mitään vastaavaa. Myös 1000 cm^{-1} kohdalta piikki puuttuu näytteestä. Näytteen spektrissä on piikki 816 cm^{-1} kohdalla, polyesteriuretaanin spektristä piikki löytyy 809 cm^{-1} kohdalta. Piikkejä on joissakin kohdissa lähellä varsinaisia piikkejä, mutta suoria vastaavuuksia ei ole.

⁸⁴ Derrick, Stulik, Landry 1999, 112.



Spektri 2. Vertailuspektri. Polyesteriuretaani.⁸⁵

Valmistajan antaman tiedon mukaan koron materiaali on polyuretaania. Tarkempaa määrittystä ei annettu. Talvikengän korko on spektrin perusteella hyvin todennäköisesti polyesteriuretaania. Polyesteriuretaani on kestoaltaan huonompi kuin polyeetteriuretaani⁸⁶

Päätelmää tukee myös tieto siitä, että polyesteriuretaania on yleisesti käytetty kenkien pohjamateriaalina. Esimerkiksi Victoria & Albert Museumin kokoelmassa olevassa Pierre Cardinin suunnittelemassa Cosmos-saapikkaassa on ollut vastaava rakenteen hajoamisen ongelma⁸⁷.

⁸⁵ Verleye, Roeges, De Moor, 2001, 132.

⁸⁶ Conservation Science, Heritage Materials 2009, 204.

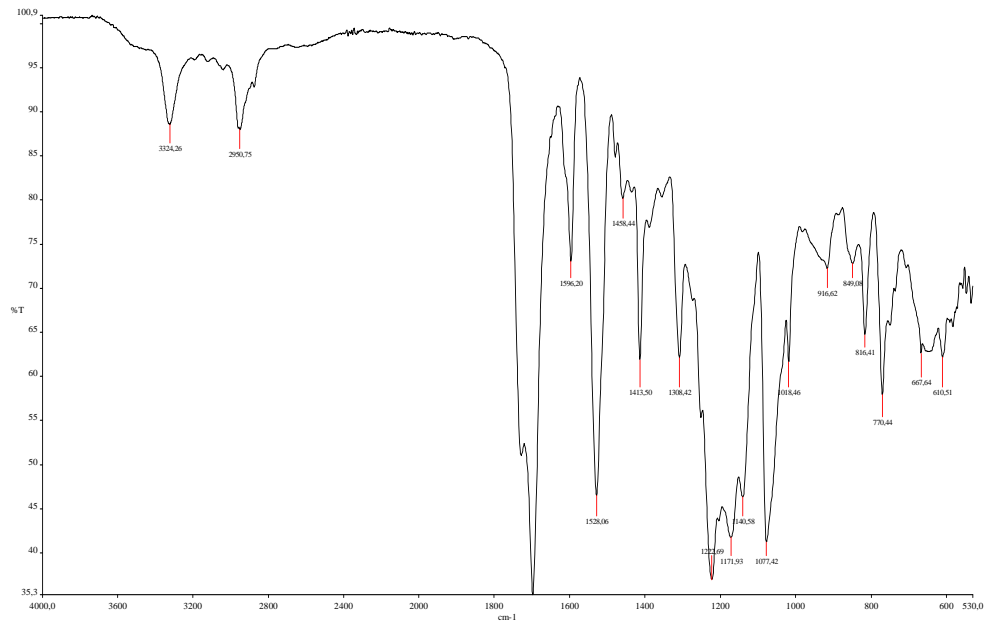
⁸⁷ Morris, Keneghan 2009, 115

7.6. NAISTEN JALKINEEN PINTA- JA SISÄNÄYTTEIDEN VERTAILU

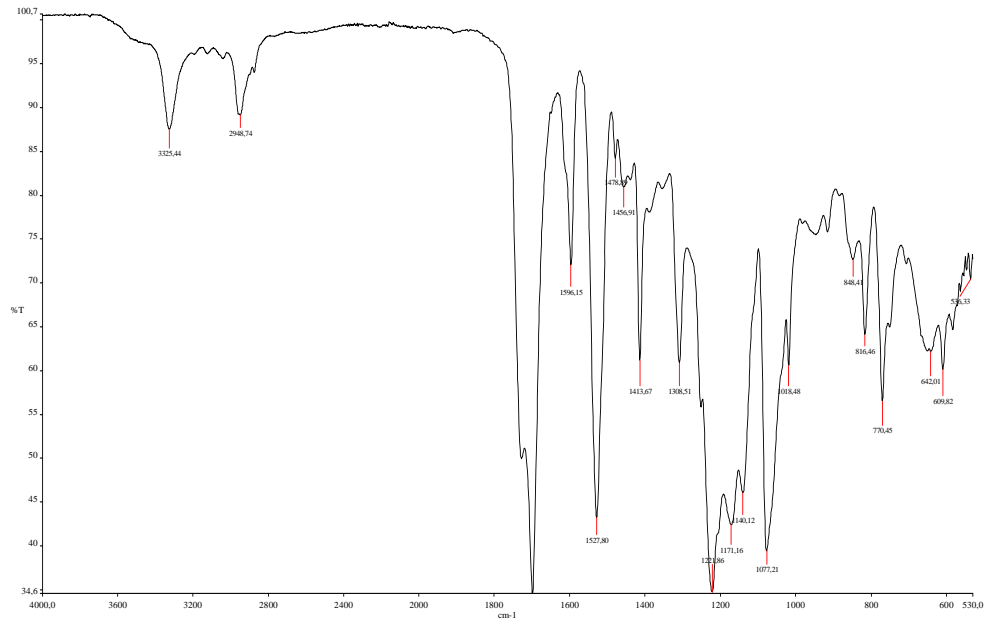
Naisten talvijalkineesta otettiin sekä pinta- että sisänäytteen varmistamaan, ettei niiden välillä ollut merkittäviä eroja. Näytteet otettiin samasta paikasta koron pinnasta ja sen alapuolelta.

Koron pinta on värjätty ja kuvioitu. Siihen on laitettu myös kerros suoja-ainetta suojaamaan koron materiaalia sääolosuhteiden aiheuttamilta vauriotekijöiltä. Suojakerros kuuluu korosta vähitellen pois ja korossa tapahtuva materiaalin hajoaminen alkaa vaikuttaa myös ulommaiseen kerrokseen ympäristötekijöiden lisäksi. Sisänäytteessä ei ollut väriä eikä pinnan suoja-aineita. Oli todennäköistä, että se oli puhdasta kumimateriaalia.

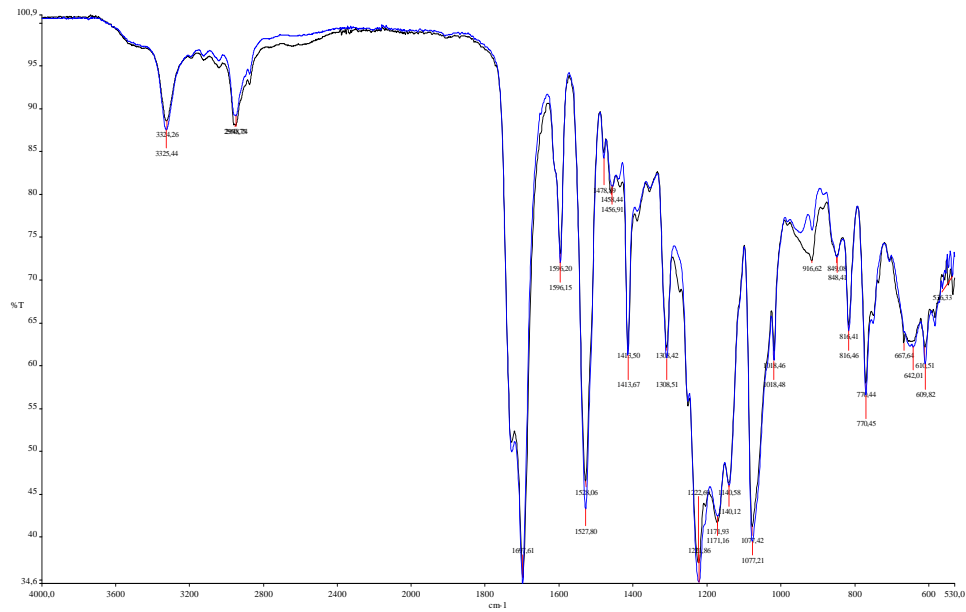
Jos pinta- ja sisänäytteiden väliltä olisi löytynyt merkittäviä eroja, niitä olisi verrattu molempia vuonna 2011 jalkineesta otettuun pintanäytteeseen.



Spektri 3. TTM 66958 Näyte 1a korko. s. 151.



Spektri 4. TTM 66958 Näyte 2 pintanäyte. s 152.



Spektri 5. TTM 66958 Näytteiden 1a ja 2 pintanäyte vertailu. s. 153.

Näytteet olivat huonokuntoisia ja niiden rakenne oli muuttunut huomattavasti alkuperäisestä. Näytteiden spektreistä on nähtävissä materiaalin mittava hapettuminen.

4000–2000 cm^{-1} alueella ei näytteissä ole suoria vastaavuuksia annettuihin tunnistepiikkeihin PUR-esterin eikä PUR-eetterin osalta. Tällä alueella näkyy kuitenkin näytteiden hapettuminen.

2000–1500 cm^{-1} alueella molemmissa PUR-materiaaleissa on tunnistepiikki kohdassa 1728 (esteri), 1730 (eetteri) tai 1731 (esteri). Näytteissä on piikki tällä kohdalla, mutta sille ei ole tarkkaa tulosta.

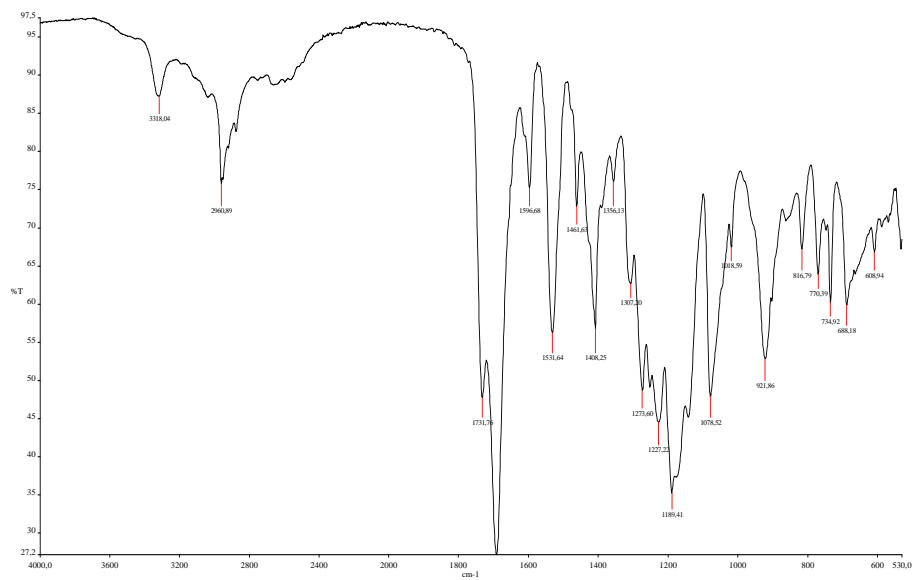
Karbonyyli-alueella on iso piikki, mikä on luonteenomaista PUR – materiaaleille.

1500–500 cm^{-1} ns. sormenjälki-alueella on syviä piikkejä. Vain kahdessa kohdassa molemmissa näytteissä on kohtalainen vastaavuus PUR-esterin tunnistepiikkeihin. Kohdissa 1531 ja 1223 näytteissä on piikit 1528,06 ja 1527,80 sekä 1222,69 ja 1221,86. Spektrikäyrät ovat valahtaneet syvästi alaspäin. Ne myös muistuttavat toisiaan. Ainoa huomattava ero on kohdassa 900 cm^{-1} . Näytteessä 1a on piikki kohdassa 916 cm^{-1} mutta vastaavaa piikkiä ei näytteessä 2 ole.

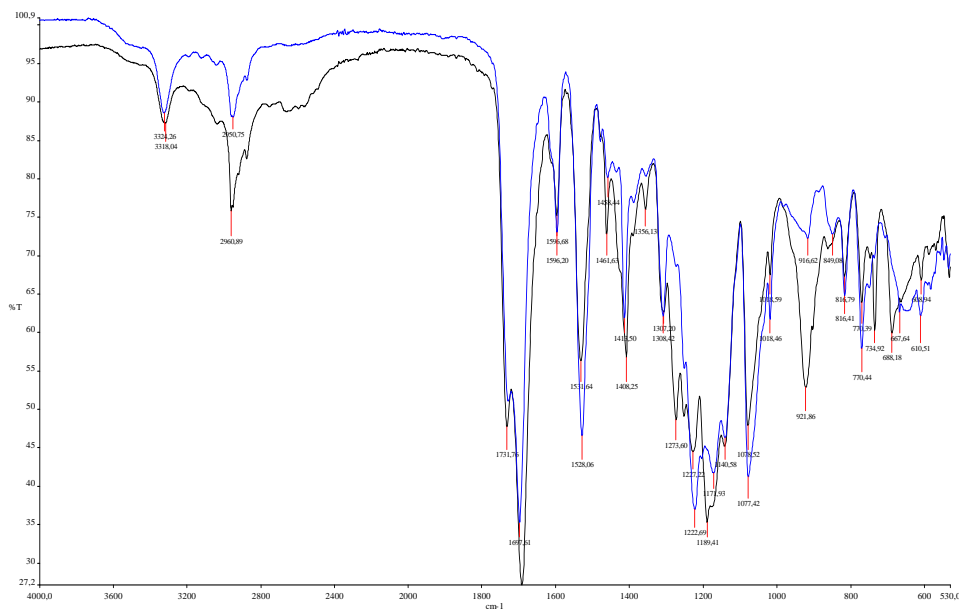
Näytteiden spektrikäyrien perusteella voi olettaa, että hajoaminen on samalla tasolla jalkineen koron pinnalla kuin sisemmässäkin materiaalissa. Suojainkerroksesta ei siis ole ollut hyötyä enää PUR-materiaalin hajoamisen loppuvaiheessa. Tämä vaatii lisätutkimusta tulevaisuudessa.

7.7. NÄYTTEEN VERTAILU VUONNA 2011 OTETTUUN NÄYTTEESEEN

Saapikkaasta on tehty jo aiemmin yhden materiaalitutkimuksen. Se tehtiin vuonna 2011 kun jalkineen pohjan tuhoutuminen paljastui koko laajuudessaan. Nyt vertaan tätä näytettä samasta jalkineesta tänä vuonna (2013) otettuun näytteeseen. Uuden näytteen ottopaikka ei ole täsmälleen sama kuin vuonna 2011 otamani näytteen, koska aiempi ottopaikka on rakenteeltaan jo tuhoutunut. Koska vuonna 2013 otetut pinta- ja sisänäytteet olivat spektreiltään hyvin samantyyppiset, tämän takia vain toista näytettä käytettiin vertailuun vuoden 2011 näytteen kanssa.



Spektri 6. TTM 66958 Näyte2011. s. 154.



Spektri 7. TTM 66958 Näytteiden 1a korko ja Näyte 2011 vertailu. s. 155.

Näytteiden spektrit muistuttavat huomattavasti toisiaan. Tämä ei tietäänkään ole yllättävää, koska näytteet ovat samasta jalkineesta ja materiaalista. Vuoden 2011 näytteen Transmittance-arvo ei riitä 100 % saakka, mikä kertoo näytteen huonosta kunnosta. Vuonna 2013 otetussa näytteessä T-arvo riittää 100 % saakka, joten näyte on lähtökohdiltaan parempi. Näytteitä voitiin silti verrata keskenään. Vertailussa käytettiin sisänäytteitä, koska materiaali oli puhtaampaa koron sisällä.

Huomattavin ero näytteiden välillä on kohdalla 920 cm^{-1} . Vuoden 2011 näytteessä piikki kohdalla $921,86\text{ cm}^{-1}$ on syvä. Uudessa näytteessä piikki on kohdalla $916,62\text{ cm}^{-1}$. Se on melko pieni verrattuna 2011 näytteeseen. Materiaalin hapettuminen näkyy molemmissa näytteissä hyvin KS. KOHTA 4.5 .

Haurastumismekanismit vaihtelevat kumin osalla sen sisältämien aineiden, täyteaineiden, jatkeaineiden ja kiihdyttimien mukaan. Haurastumisen käynnistävät valo, lämpö, happi, otsoni, hankausrasitus ja jotkut metallit. Valo on yksi haitallisimpia tekijöitä kumin ikääntyessä. Kumi menettää myös elastisuuttaan ja se voi muuttaa muotoaan.

7.8. MIESTEN JALKINEEN POHJAN MATERIAALITUTKIMUS

Museolla on mittava jalkinekokoelma, jossa on jalkineita 1790-luvulta nykypäivään. Kokoelmaa hoidettaessa on 1970-luvulla valmistettujen jalkineiden pohjissa ja koroissa havaittu mittavia rakennevaurioita. Jalkineiden nahkaosat ovat säilyneet hyvin, kuten luonnonmateriaaleilta sopii odottaakin. Pohjamateriaalina käytetty kumiseos / PUR on halkeillut ja hajonnut kappaleiksi. Tästä syystä jalkineita joudutaan poistamaan museokokoelmasta.

Jalkineiden pohjamateriaalitutkimuksessa toinen kohde oli miesten jalkine (*bootsi*) (TTM 50271), joka on valmistettu 1978–1979. Tätä näytettä verrataan naisten jalkineen pohjamateriaaliin.



Kuva 7.5. Korke ja pohja sivulta.



Kuva 7.6. Pohja

Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

Jalkineessa on mittavia vaurioita koko pohjan alueella. Palaset irtoavat korosta jo itsestään, muualla pohjan alueella liimapinta pitää pohjan kappaleet kiinni jalkineessa pohjan läpi menevistä halkeamista huolimatta.

Kuvassa 7.5. on nähtävissä palan irtoaminen jalkineen reunasta. Kuvassa 7.6. näkyy pohjassa olevat halkeamat. Koron halkeamat näkyvät enemmän sivusta

katsottaessa (kuva 7.7). Irtoavat palaset hajoavat heti pienemmiksi palasiksi (kuva 7.8). Tämä on hyvin yleistä PUR:n hajomisessa.



Kuva 7.7. Koron hajoaminen.



Kuva 7.8. PUR – muruset.

Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

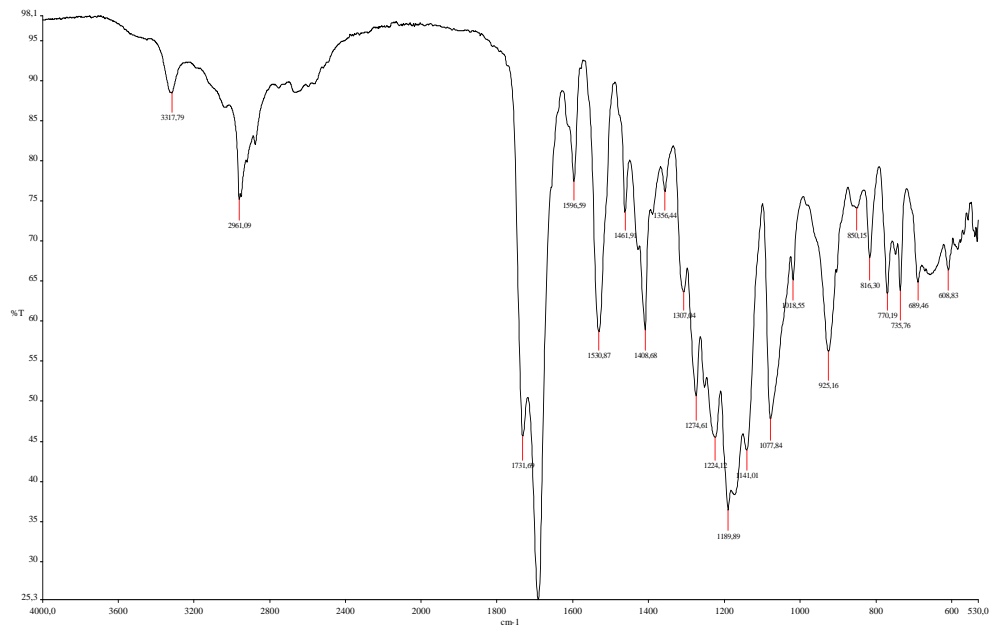
Jalkineessa olevat vauriot ovat ilmestyneet viimeisen kymmenen vuoden aikana. 2000-luvun alussa otetussa kuvassa halkeamia ei näy (Kuva 7.9).



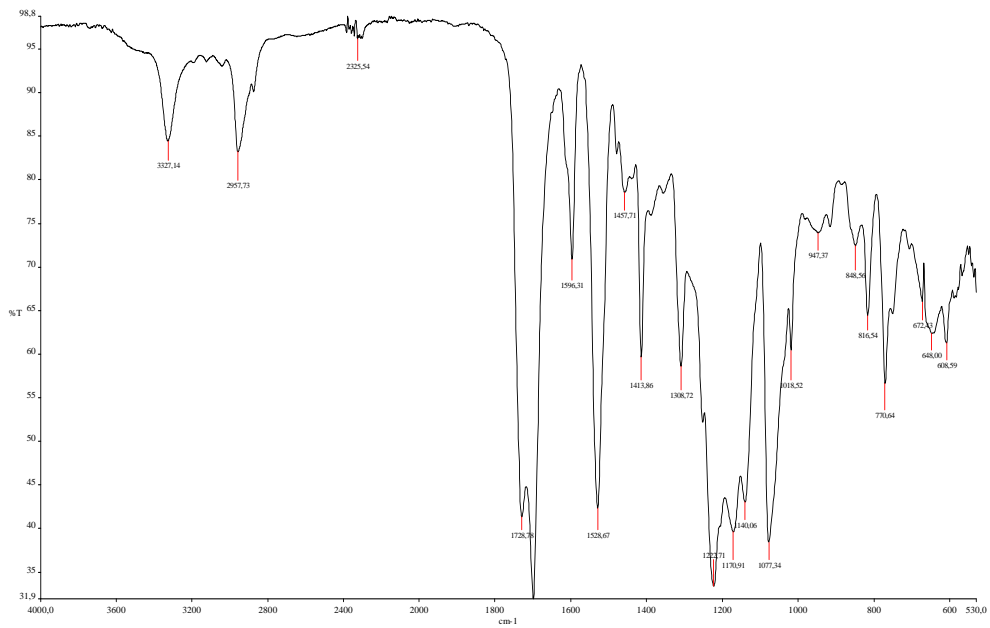
Kuva 7.9. Pohja n. vuonna 2000. Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.

7.9. PINTA- JA SISUSNÄYTTEIDEN VERTAILU

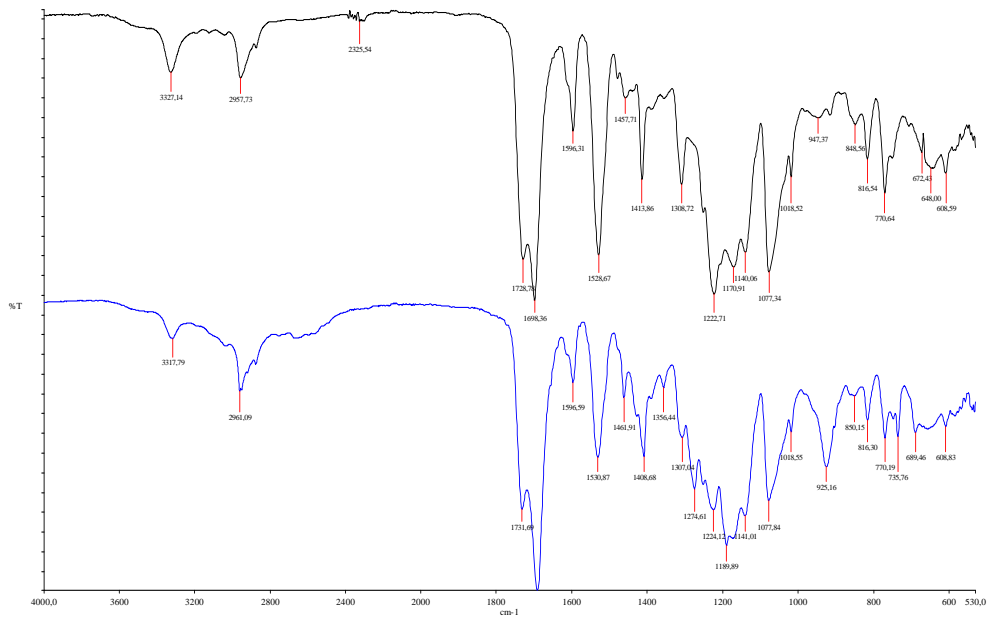
Näytteet on otettu samasta paikasta pinnasta ja sen alapuolelta. Samasta paikasta otettiin kaksi näytettä, koska haluttiin vertailla mahdollisia pinnan ja sisuksen välisiä eroja. Esimerkiksi pinnan altistuminen valolle saattaisi vaikuttaa materiaaliin. Molemmissa näytteissä oli selvästi nähtävissä materiaalin rakenteen hajoaminen. Kummankaan näytteen spektri ei yllä 100 % T (Transmittance) saakka vaan jää alle 99 % T. Näytteiden vertailussa tietokoneohjelma huomioi spektrien % T erot, joten niiden vertailukäyrä on erilainen kuin muiden tutkimuksessa olevien.



Spektri 8. TTM 50271:2 Näyte1 korko. s. 156.



Spektri 9. TTM 50271:2 Näyte2 pintanäyte. s. 157.



Spektri 10. Näytteiden TTM 50271:1 (sinisellä) ja 2 vertailu. s. 158.

Molemmat näytteet olivat rakenteeltaan huonokuntoisia ja se on havaittavissa sekä jalkineiden pohjista otetuista valokuvista että FTIR-käyristä.

4000–2000 cm^{-1} alueella näkyy molemmissa näytteissä selvästi materiaalin voimakas hapettuminen. Metyyliiryhmän kohdalla (2962 cm^{-1}) on piikki näytteessä 1 kohdalla 2961 cm^{-1} . Näytteessä 2. piikki kohdassa 2958 cm^{-1} .

Pintanäytteessä on piikki kohdalla 2326 cm^{-1} , joka viittaa materiaalin kosteuteen. Näyte on säilytetty kuivassa muovipussin sisällä eikä siinä ole silmin havaittavaa kosteutta, esim. tiivistynyttä kosteutta pussissa. Näyte on tahmea ja FTIR-mittausta tehtäessä se litistyi kokonaan ja tarttui analysointilaitteen anturiin, josta se oli kaavittava pois. Sisemmältä otetussa näytteessä merkkejä kosteudesta ei ollut. Molemmat näytteet tuhoutuivat analyysitilanteessa.

Karboonylien kohdalla on molemmissa näytteissä iso piikki, joka on PUR-näytteelle ominainen.

Näiden näytteiden spektrejä analysoitaessa tulee käy hyvin ilmi niiden tulkinnan vaikeus verrattaessa niitä tunnistespektrien antamiin piikkeihin. Tästä esimerkkinä ovat piikit kohdissa 1530,87 ja 1528,67. RAPRAn antama tunnistepiikki⁸⁸ on 1531 cm^{-1} ja Conservation of Plastics-kirjan⁸⁹ antama tunnistepiikki on 1537 cm^{-1} . Spektrin käyrä laski kummassakin näytteessä. Tämä on yksi viite siitä, että materiaali on huonokuntoista. Kuten vertailutaulukoista näkee, on spektreillä enemmän yhteisiä tunnistepiikkejä PUR-esterinäytteen kanssa kuin PUR-eetterinäytteen kanssa. Sisemmältä otetussa näytteessä on enemmän piikkejä alueella 1500–500 cm^{-1} kuin pintanäytteessä. Tämä on ns. sormenjälkialuetta. Nämä näytteen piikit eivät kuitenkaan helpota materiaalin tunnistamista tässä tapauksessa.

⁸⁸ Verleye, Roeges, De Moor, 2001, 132-133.

⁸⁹ Shashoua 2008, 268.

Pinta- ja sisusnäytteillä on jonkin verran eroavaisuuksia, mutta vertailumateriaalien kanssa tunnistettaessa nämä erot tuskin ovat merkittäviä eivätkä ne vaikuta tulokseen.

PUR-esteri ja -eetteritaulukkoja verrattaessa voidaan todeta, että näytteillä on enemmän yhteisiä piikkejä PUR-esterin kanssa. Näiden näytteiden perusteella voidaan ainoastaan todeta, PUR-materiaali on todennäköisesti esteriä. Tarkkaan tunnistamiseen tarvitaan luotettavat vertailunäytteet PUR-esteristä ja PUR-eetteristä.

7.10. NAISTEN JA MIESTEN JALKINEIDEN POHJAMATERIAALIEN VERTAILU

Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata jalkineiden pohjien materiaalien hajoamista toisiinsa. Molempien jalkineiden valmistajilta saatujen tietojen mukaan pohjien valmistusmateriaali on polyuretaania (PUR). Tarkempaa määrittystä ei ole. Pohjien vaurioiden tarkka dokumentointi on tärkeää, koska on ennakoitavissa, että samantyyppiset vauriot yleistyvät museokokoelmassa olevissa 1970-luvulla tehdyissä jalkineissa.

Naisten jalkineen pohjasta on otettu sekä pintanäyte että sisempi näyte kuten miestenjalkineessa. Molemmat näytteet ovat huonokuntoisia kuten jalkineessakin. Naisten jalkineen pohja on kunniltaan heikompi kuin miesten jalkineen. Pohjassa on nähtävissä valkoinen kerrostuma pinnalla, joka johtuu materiaalin ikääntymistä estävien ja muiden aineiden liikkumisesta materiaalin pintaan. Pinta on tahmea ja materiaali murenee helposti. Analysoitaessa näyte tuhoutui kokonaan ja se oli kaavittava pois laitteen anturista. Näyte menetti kokonaan rakenteensa ja muuttui tahmeaksi *muusiksi*.

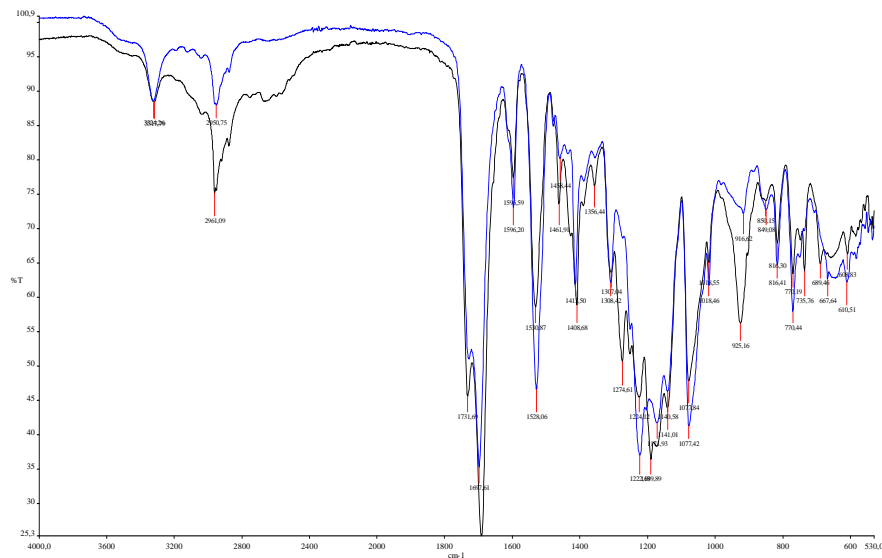
Näytteiden huonokuntoisuus näkyy jo spektrikäyrän %T-arvossa, joka on alle 97,5 %T. Näytteen rakenne on hapettunut. Tämä näkyy alueella 4000–2000 cm^{-1} .

Kohdan 2962 cm^{-1} , metyylipiikki, läheisyydessä on näytteessä piikki $2960,89$, joten näytteessä saattaa olla metyyliryhmiä.

$2000\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ alueella oleva tunnistepiikki 1731 cm^{-1} näytteestä löytyy. Samalla alueella ovat myös karbonyylit ($1850\text{--}1650\text{ cm}^{-190}$).

Tultaessa lähemmäksi 500 cm^{-1} spektri laskee ja piikeistä tulee yhä syvempiä.

Tämä on myös viite näytteen huonokuntoisuudesta.



Spektri 11. TTM 50271 ja [TTM 66958](#) korkonäytteiden vertailu. s. 159.

On hyvin todennäköistä, että tulevaisuudessa jalkineiden pohjamateriaalien hajoamiseen törmätään yhä useammin jalkinekokoelmaa tutkittaessa. Materiaalitutkimuksen aikana kävi selväksi, että lisää tutkimuksia on tehtävä konservoinnin eri alueilla. Pohjamateriaalien hajoamisen tutkimista pitää laajentaa säilytysolosuhteiden tutkintaa. Tutkimus pitäisi kohdentaa PUR-materiaalien säilymistä edistävien lämpötila- ja kosteusarvojen löytämiseen. Aktiiviseen konservointiin eivät museon tämän hetkiset henkilöresurssit riitä. Suoraan sovellettavia sopivia konservointitoimenpiteitä ei myöskään ole. On myös tehtävä lisää 1970-luvun jalkineiden pohjien materiaalitutkimusta kattavan kuvan saamiseksi.

⁹⁰ Derrick, Stulik, Landry 1999.

Pohjamateriaalien kattava kartoitus tulee toimimaan apuna päätettäessä 1970-luvun jalkineiden kokoelman säilyttämisestä tai poistamisesta. Jos pohjamateriaalit hajoavat samalla nopeudella kuin näiden kahden tutkitun jalkineen, muutamana vuosikymmenen päästä 1970-luvun jalkineita ei museokokoelmassa ole kuin muutama pari. Tämä taas vääristää jalkinekokoelmaa.

Hyvänä esimerkkinä tästä on naisten talvijalkineen pohja, joka on tullut elinkaarensa päähän. Tämä aiheuttaa suuren ongelman, sillä muu osa jalkinetta on hyvässä kunnossa. Tulevaisuudessa monelle saman ajan jalkineelle käy samoin. Jalkineet eivät välttämättä ole enää näyttelykelpoisia ja niiden tuottama tieto muuttuu ja supistuu. Tämä taas aiheuttaa ongelman kokoelmasta vastaaville tutkijoille, koska on tehtävä periaatepäätös poistetaanko puoliksi tuhoutunut jalkine kokoelmasta vai säilytetäänkö se siitä huolimatta, että objekti on menettänyt osan sisältämästään informaatiosta?

On löydettävä mahdollisuuksia säilyttää jalkineet niiden pohjamateriaaleille sopivalla tavalla. Tämä edellyttää jo edellä mainittua säilytysolosuhteiden tutkimusta. On myös tutkittava mahdollisuuksia aktiiviseen konservointiin, joka hyödyttää pohjamateriaalien säilymistä.

Jo hajonneiden pohjien korvaamiseksi on mietittävä ehkä epätavallisiakin toimintatapoja. Yhtenä esimerkkinä voisi olla jalkineen pohjan kopion tekeminen läpinäkyvästä akryylimuovista. On tärkeää dokumentoida jalkineet nyt hyvin ja kuvata ne, että tieto jalkineiden oikeasta muodosta säilyy.

Kaikki nämä tutkimukset vaativat sekä aikaa että taloudellisia resursseja. Museon kansallisestikin merkittävän jalkinekokoelman takia on toivottavaa, että siihen on tulevana vuosina mahdollisuus.

7.11. LUMIKKI-LELUN HAJOAMISEN SEURANTA

Lumikki-lelu on ajoitettu vuosille 1939-1940. Tutkimuksen kohteena oleva kappale on poistettu museokokoelmasta huonon kunnan takia. Museokokoelmassa on toinen kappale, jossa on havaittavissa samantyyppisiä vaurioita. On hyvin todennäköistä, että museokokoelman kappale tulee lähivuosikymmeninä hajoamaan samalla tavalla.

Lumikista on tehty FTIR-tutkimus vuonna 2011. Silloin tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Lumikin valmistusmateriaali, joka varmistui luonnonkumiksi (NR). Nyt kaksi vuotta myöhemmin otettiin uusi näyte ja näitä kahta tulosta verrataan toisiinsa. Vertailu on kuitenkin vain suuntaa antava koska näytteet on ajettu eri laitteistoilla ja käyrän mittausrivot ovat erilaiset.

Tällä kerralla tutkittava näyte on otettu Lumikin selkäpuolelta halkeamapinnasta (kuva 7.11).

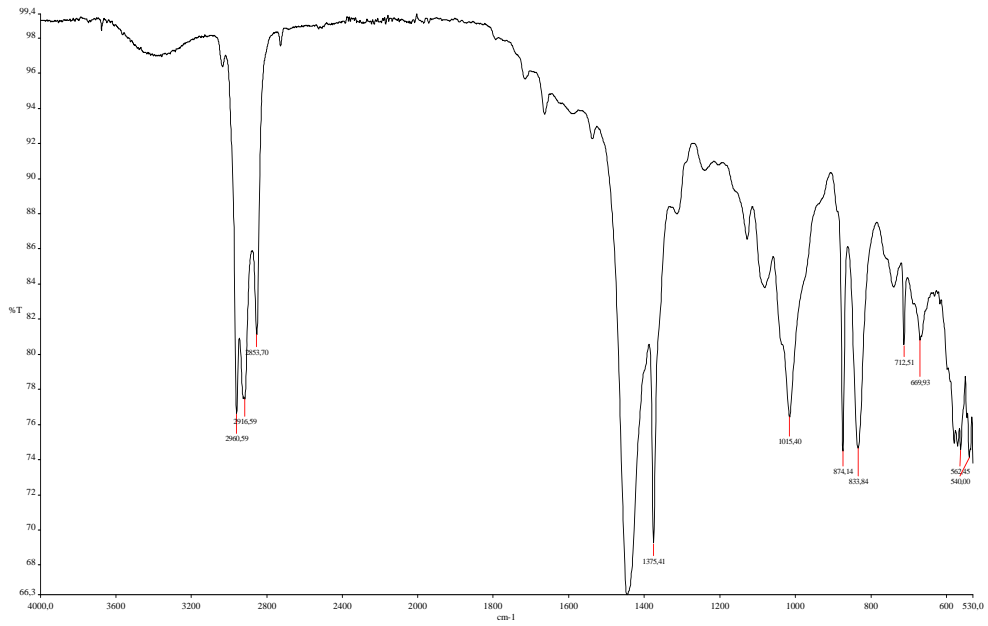


Kuva 10. Lumikki edestä.

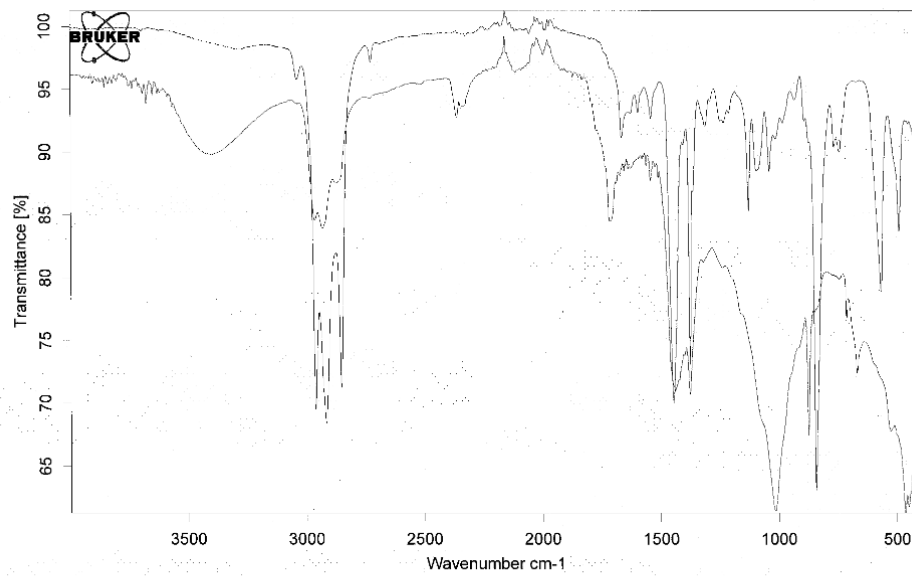


Kuva 11. Lumikki takaa.

Valokuvat Arja Koskinen 2013, Tampereen museot.



Spektri 12. Näyte 2.1 Lumikki-lelu. s. 160.



D:\NIR-data\Tampereen museo\140211\Lumikki III.0	Lumikki III	ATR Diamond	14/02/2011
D:\NIR-kirjasto\Luonnonkumi.0	Luonnonkumi	ATR Diamond	15/02/2011

Page 1/1

Spektri 13. Näyte 2.2 Lumikki-lelu vuonna 2011. s. 161.

Aiempi näyte on otettu vuonna 2011. Se on analysoitu Tampereen teknisen yliopiston polymeerilaboratoriossa.

Näytteiden vertailu lähes mahdotonta, koska vuoden 2011 näytteissä ei näy tunnistepiikkien tarkkoja arvoja. Siinä on kuitenkin nähtävissä viitemateriaalitunniste, jonka avulla materiaali tunnistettiin luonnonkumiksi. Vuonna 2013 otetun näytteen perusteella materiaalia tuskin pystyttäisiin määrittämään ilman laajaa viitemateriaalikirjastoa.

Materiaali on erittäin huonokuntoista ja lelun rakenne murenee palasiksi. Sekä vuonna 2011 että 2013 otetut näytteet tuhoutuivat täysin analyysissä. Näin ollen materiaalitutkimusta ei voida toistaa samoista näytteistä. Uuden näytteen saaminen ei ole ongelma, koska lelusta irtoaa paloja jatkuvasti.

Tulevaisuudessa Lumikki-lelun valmistusmateriaalin hajoamisen tutkimus vaikeutuu huomattavasti, koska materiaalin hapettuminen jatkuu edelleen samalla myös muuta hajoamisreaktiot nopeutuvat. Lumikki-lelun hajoamista seurataan tulevaisuudessa mikroskooppitutkimuksen ja silmämääräisen arvioinnin avulla.

8. YHTEENVETO

Nykyaikana museoiden on vastattava monenlaisiin haasteisiin ja kysyntään, mm. ikäihmistoimintaan, lapsille järjestettävään toimintaan ja erityisryhmille järjestettävien ohjelmien tarpeeseen. Nämä kaikki toiminnot vievät omalta osaltaan aikaa museon perustyöltä eli kokoelmanhallinnalta ja konservoinnilta. Tämä aiheuttaa usein kiireen, johon vedotaan kun kokoelmatyö jää jälkeen ja objektit alkavat kasautua odottamaan luettelointia. Uusista teknologioista huolimatta museon perustyö on yhä ihmisten käsissä ja mielissä. Samoin on myös vastuu museon objektikokoelman kartuttamisesta ja siitä tehtävistä poistoista. Nyt viimeistään poistojen tekeminen on hyväksyttävä osaksi kokoelman hoitoa, eikä niiden tekemistä pidä peitellä. Näen ongelman enemmän liiallisessa objektien keruussa, varsinkin massatuotanto-objektien kohdalla. Niitä tuotetaan esimerkiksi monissa eri väri vaihtoehtoissa ja kokoluokissa, mutta mielestäni on tarpeetonta jokaisen mallin ottaminen museon objektikokoelmaan, koska ne voidaan dokumentoida ja esittää muutenkin kuin objektina. Tärkeintä mielestäni on, että valittu kappale esittää objektien idean ja valmistusmateriaalin niin kuin se oli suunnittelun osalta tarkoitettu.

Museokokoelmaan kuuluvien objektien pitkäaikaissäilyttäminen on aina haaste materiaalista riippumatta. Näin on varsinkin modernien materiaalien, kuten kumin, kohdalla. Nykyään tekniikalla voidaan vaikuttaa moniin asioihin tarkemmin kuin koskaan ennen, esimerkiksi ilmastointikoneita voidaan etäsäätää tarpeiden mukaan ja lämpötilaa sekä kosteutta voidaan tarkkailla reaaliajassa. Tämä kaikki on kuitenkin turhaa, jos perusasiat eivät ole kunnossa. Perusasioita ovat tarkkaan mietitty kokoelman hallinta ja keruu, objektien selkeä dokumentointiprosessi sekä objektien materiaalien oikeantyyppinen säilytys ja objektien konservointi.

Tämän pro gradu – tutkielman teon aikana on monta kertaa tullut selväksi kuinka tärkeää on kokoelman kanssa tekemisissä olevien osapuolien välinen keskustelu ja päätösten teko. Tärkeää on tietää miksi kokoelmaa kerätään ja miten sitä aiotaan tulevaisuudessa kehittää. Samoin kaikilla pitäisi olla selvillä modernien materiaalien ongelmat ja lyhyt elinkaari. Tällöin myös vastuu kokoelmasta olisi helpompi jakaa yhdessä eikä se keskittyisi vain objektikokoelmasta tehtävien poistojen tekijöille.

Tutkielmassa on kolme tutkimuskysymystä, joihin on pyritty saamaan vastaus nykytilanteessa. Ensimmäinen ja tärkein tutkimuskysymys oli kumiobjektikokoelmalle vuonna 2008 YAMK-päättötyönä tehdyn säilytysuunnitelman toteutumisen kartoitus vuoden 2013 loppuun mennessä. Säilytystilojen kehitystyö on edelleen käynnissä, joten on tärkeää kartoittaa prosessin tähänastiset onnistumiset ja toteutumatta jääneet osa-alueet. Toinen tutkimuskysymys liittyy kumimateriaalien tunnistamiseen ja analysointiin. Se on kumiobjektien säilyttämisen ja konservoinnin kannalta erittäin tärkeää. Se voi jopa määrittää kannattaako kumiobjektia edes ottaa kokoelmaan. Tunnistaminen ja analysointi eivät onnistu ilman tarkkoja analyyseja, jotka vaativat usein huomattavia taloudellisia resursseja. Kolmas tutkimuskysymys käsittelee kumiobjektikokoelman tutkimuksen tulevaisuutta. Näinä taloudellisesti haasteellisina aikoina on mietittävä tarkasti ne osa-alueet joille tutkimus kannattaa keskittää. Ongelmana on, että objektien kumimateriaalit muuttuvat jatkuvasti ja muutoksesta pitäisi saada kiinni, että tulevaisuudessa tehtävät vertailututkimukset, esimerkiksi kuntotarkastus, saisivat ns. pohjamateriaalin. Pienillä resursseilla toimittaessa muutamat osa-alueet jäävät taka-alalle.

Jälkiviisuus on aina helppoa ja niin se on tässäkin tutkimuksessa. Tärkeimpään tutkimuskysymykseeni voidaan vastauksena todeta, että säilytysuunnitelma on tähän mennessä toteutunut osittain. Se on jo saavutus sinällään. Kaikkein positiivisin asia kokoelman säilytyksen kannalta on viileän säilytyksen mahdollistuminen. Se on sekä rakennus- että ylläpitokustannuksiltaan yksi suurimmista kulueroista Kokoelmakeskuksen budjetissa. Onneksi niin kumi/muovi- kuin nahka/turkis-kokoelmatkin priorisoitiin suurien säilytyskulujen arvoisiksi. Molemmat kokoelmat ovat Suomen mittakaavassa merkittäviä kokoelmia. Jälkiviisuuden osalta on todettava, että oikeiden olosuhteiden luomisen tärkeyttä olisi pitänyt painottaa paljon enemmän. Tämä edellyttää tietenkin myös, että käyttäjän objektien säilyttämiseen liittyviä tarpeita huomioidaan vakavasti suunnittelutyön aikana. Kuten aiemmin on jo todettu, keskustelut eri osapuolten välillä ovat erittäin tärkeitä tavoitteeseen pääsyn kannalta. Samoin on tärkeää, että tilojen käyttäjiä kuullaan suoraan eikä ns. edustajaosapuolten kautta. Näin vältetään väärinkäsityksiltä ja tärkeimmät asiat huomioidaan kompromissien teossa.

Viileän säilytystilan osalta suunnitelma on toteutunut. Säilytysolosuhteissa on sen sijaan vieläkin puutteita, koska niitä ei ole saatu yrityksistä huolimatta vakiinnutettua. Tämä lisää säilytystilan käyttökuluja tällä hetkellä. Säilytysmateriaalien osalta tutkimus ja kokeilu ovat päässeet käyntiin vähän kerrallaan rajallisten henkilöstö-, aika-, ja taloudellisten resurssien takia. Säilytysolojen, joihin kuuluu niin ilmasto-olo kuin säilytysmateriaalitkin, luomisen ja ylläpitämisen kalliit kustannukset ovat yksi nykyhetken ja tulevaisuuden huomattavimmista kysymyksistä modernien materiaalien säilyttämisessä. Säilyttämisen problematiikkaan liittyy lisäksi konservointieettisiä, konservoinnillisia, museologisia, taloudellisia ja teknisiä kysymyksiä. Samat kysymykset koskettavat myös kolmatta tutkimuskysymystä.

Kumimateriaalien tunnistamisen ja analysoinnin haasteellisuus on toinen tutkimuskysymys. Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että ilman sopivaa analyysilaitteistoa ja verrokkimateriaaleja materiaalin tunnistaminen ja sen analysointi on vaikeaa. Hyvinä esimerkkeinä ovat luvussa 7 käsiteltävät kumiobjektien materiaalitutkimukset. Kemiallisten testien avulla voidaan selvittää joitakin osioita materiaalista, mutta näissä testeissä käytetään usein myrkyllisiä aineita eikä tarkkaa materiaalin tunnistusta ei niillä saada aikaan. Jos museolla ei ole resursseja teettää analyysieja, analyysilaitteiden hankinnasta puhumattakaan, jää materiaalien tarkka selvittäminen kumiobjektia museokokoelmaan ottavan amanuenssin tehtäväksi mikäli konservattori ei saa olla mukana prosessissa.

Kolmas tutkimuskysymyksi on seuraavien tutkimuskohteiden rajaaminen kumikokoelmasta. Tähän liittyvät jo ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla esille tulleet konservointieettiset, konservoinnilliset, museologiset, taloudelliset ja tekniset kysymykset. Ne ovat kaikki jatkotutkimuksen arvoisia, koska ne vaikuttavat kumiobjektien säilymiseen, säilyttämiseen ja tutkimukseen yhtä paljon.

Konservoinnillisesti kumiobjektit ovat haaste niin aktiiviselle, objektiin kohdistuvalle, konservoinnille kuin passiiviselle, ennaltaehkäisevälle, konservoinnillekin. Objektiin kohdistuvassa konservoinnissa on kehitettävä konservointitapoja, joilla objektin rakenteen ”synnynäistä” epävakautta voidaan edes hieman tasata tai hidastaa. Konservointitapoja on kehitettykin jo, mutta niiden pitkäaikaisesta hyödystä ei ole vielä riittävästi tutkimuksia. Konservointitavat vaativat tutkimuksen lisäksi aikaa ja monimutkaisia työtapoja. Nämä kaikki ovat asioita, joita museon kumiobjektikokoelman hoitoon juuri nyt ei voida panostaa. Tämän kaiken taustalla pitää muistaa, että kumi on lähtökohtaisesti epävakaa materiaali eikä sitä ole välttämättä tarkoitettu säilymään. Ennaltaehkäisevä konservointi on tällä hetkellä ja tulevaisuudessakin pohja, jolle kumiobjektikokoelman säilyttäminen tullaan luomaan. Sen haasteena on löytää sopivat säilytysmateriaalit- ja olosuh-

teet, jotka takaavat edes hieman pidemmän säilymisajan kuin objektin valmistaja oli sille ajatellut.

Konservointieettisiä ongelmia tulee kumiobjektien poistoprosessien aikana. Onko oikein, että konservattori ehdottaa objektin poistoa? Toisaalta eikö ole konservattorin tehtävä poistaa objektien säilymistä haittaavat tekijät vaikka se olisikin toinen museo-objekti jos muuta keinoa ei ole (ja poistettava objekti ei ole enää konservoitavissa)? Tällä hetkellä poistoja on pakko tehdä kumiobjektien kunnan perusteella, koska muutamien objektien elinkaaret ovat tulleet loppuun. Kaikki nämä poistot ovat tapahtuneet konservattorin aloitteesta.

Museologialle on haasteena teorian kehittymisen hitaus verrattuna tällä hetkellä vallalla olevaan kertakäyttökulttuuriin. Onko museologian teoria jo huomionut objektibilimian lisäksi poistojen haasteet? Eli miten meidän aikamme dokumentoituu museoihin kun objektit eivät välttämättä säily sukupolvien ajan. Onko samoin museoiden kokoelmien keruun osalta? TAKO-ryhmiä on perustettu miettimään tätä asiaa, mutta olisi tärkeää kuulla museologian teoreetikkojen ajatuksia näistä asioista. Kaipaamme museologian teorian avulla tehtyä kannanottoa konservattorien vastuuseen poistojen tekemisessä. Modernien materiaalien kohdalla poistojen ehdottaminen ja tekeminen jää konservattorin tehtäväksi ainakin tässä tutkimuksessa käsiteltävän kumiobjektikokoelman osalta. Samoin museologian teoriassa pitäisi huomioida se tosiasia, että jossain vaiheessa objektin säilyttäminen tulee kerta kaikkiaan liian kalliiksi ja/tai mahdottomaksi säilyttää. Miten tämä vaikuttaa museokokoelmaan ja sen merkittävyyteen muistiorganisaationa? Museologiassa kuten konservoinnissakin pitäisi miettiä yleisellä tasolla miten tähän tilanteeseen reagoidaan ja miten se vaikuttaa museokokoelmaan kokonaisuutena. Vaikkei kumiobjekteja otettaisikaan lisää kokoelmaan, ei se silti poista kumiobjektikokoelman ongelmia. Objektien materiaaleissa tapahtuu koko ajan

hajoamisprosessien aiheuttamia rakenteellisia muutoksia. Muutoksien havaitsemiseksi on tehtävä järjestelmällistä tarkkailutyötä.

Taloudelliset seikat vaikuttavat joka osioon museo-objektikokoelmien säilyttämisessä. Taloudellisilla resursseilla on myös museologiaan liittyviä vaikutuksia, koska museon objektikokoelmaa ei voida hyödyntää, jos henkilöstöresursseja ei ole. Taloudella on vaikutusta niin säilytysmateriaalien hankintaan kuin objekteja hoitavan henkilökunnan palkkaukseen. Kumimateriaalit kuuluvat ns. moderneihin materiaaleihin, niiden säilyttäminen edellyttää myös uudentyypisten säilytysmateriaalien ja -teknologioiden tutkimusta ja hankintaa. Yleensä nämä materiaalit vaativat huomattavia taloudellisia resursseja.

Aiemmin tehty objektien *loppusijoitus* säilytystiloihin ei enää riitä, koska kumimateriaalit saavuttavat elinkaarensa pään huomattavasti nopeammin kuin monet muut materiaalit. Kumimateriaalien ilmaan haihduttamat yhdisteet (mm. VOC) aiheuttavat myös säilytysmateriaalien nopeamman vaihtosyklin. Nämä yhdisteet haittaavat myös muita museo-objekteja. Tämä vaatii kokoelman jatkuvaa tarkkailua, jonka apuna voidaan käyttää teknologiaa vaikka viimekädessä tarkkailusta tehtävät johtopäätökset tekee kokoelmaa hoitava henkilökunta, pääasiassa konservattorit. Tarkkailu ja muu museokokoelman kohtuullinen hoito voidaan taata vain jos siihen on tarpeeksi henkilökuntaa. Henkilökunnan määrä on merkittävä taloudellinen tekijä jokaisessa museossa. Liian vähäisellä henkilökunnalla toimivan museon resurssit näivettyvät vähitellen henkilökunnan uupuessa työtaakkansa alle. Museokokoelman hoitoon ja säilytystilojen ylläpitoon on taattava tarpeeksi henkilökuntaa, koska hoito ja ylläpito muodostavat koko museo tukirakenteen. Nykyisessä taloudellisessa tilanteessa henkilöstöä pyritään supistamaan museokokoelmien silti koko ajan kasvaessa. Tämän kehityksen negatiiviset vaikutukset kertautuvat museoissa ja niiden taloudellisissa resursseissa tulevinä vuosina ja vuosikymmeninä.

Tekniikan avulla voidaan mahdollistaa myös objektien säilytyksen etävalvonta. Erilaiset anturit ja langaton tiedonsiirto helpottavat olosuhteiden kontrollointia reaaliajassa. Enää ei tarvitse mennä itse säilytystilaan tutkimaan mittareita, vaan vallitsevat olosuhteet voidaan lukea suoraan tietokoneelta tai älypuhelimesta. Vaikka tekniikka helpottaa kokoelman hoitoa, on käyttäjän kuitenkin itse tiedettävä halutut olosuhteet yms. Käyttäjän on aina itse tiedettävä mitä tekniikkaa tarvitaan, mitä sillä tehdään ja miten siitä saatavaa tietoa hyödynnetään.

Lopuksi on todettava, että kumiobjektien säilyttämisessä tutkimus ei koskaan lopu ja kehitettävää on aina. Kokoelmakeskuksen uusia säilytystiloja käyttöönotettaessa on tärkeää huomioida, että niiden kehitystyö on vasta alkanut eikä se lopu vielä lähitulevaisuudessa. Kehitystyön jatkuessa on pidettävä hyvä keskusteluyhteys säilytystilan käyttäjien ja talotekniikasta vastaavan osapuolen välillä. Selkeä tavoite, johon kumpikin osapuoli on sitoutunut, on saavutettavissa. Tärkeintä on saada perusasiat kuntoon vakaalle pohjalle, koska kaikki muu työ on muuten turhaa. On ymmärrettävä, että nyt tehtävien päätösten vaikutukset näkyvät vuosien päästä eikä nopeita vastauksia ongelmiin ole.

Kumiobjektikokoelman hoidossa muutos on ainoa pysyvä asia.

9. LÄHDELUETTELO

ALLEN, Norman S. & EDGE, Michele 1992: Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilisation. Elsevier Applied Science, London and New York.

ALLINGTON, Caroline 1988. SSCR Modern Organic Materials. Preprints of the Meeting. Edinburgh.

APPROACHES FOR THE CONSERVATION OF TWENTIETH-CENTURY ARCHITECTURAL HERITAGE, MADRID DOCUMENT 2011. Madrid, June 2011. CAH 20thC. International Conference Intervention Approaches For The 20th Century Architectural Heritage.

ASHLEY-SMITH, Jonathan 1999. Risk Assessment for Object Conservation. Oxford. Butterworth Heinemann.

AVRAMI, Erica; DARDES, Kathleen; de la TORRE, Marta. The Conservation Assessment: A Proposed Model for Evaluating Museum Environmental Management Needs. Contributors. Avrami, Erica. Dardes, Kathleen. de la Torre, Marta. Harris, Samuel Y. Henry, Michael. Jessop, Wendy Claire. GCI Publication.

BAKER, Mary T. & McMANUS, Ed 1993: Spacesuits: NASA's Dream – Conservator's Nightmare. Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials, Proceedings of a Conference Symposium, Ottawa Kanada 15 to 20 September 1991, 1993: 223.

BAKER, Mary T. & McMANUS, Ed. 1992 [verkkodokumentti]: History, care and handling of America's spacesuits: problems in modern materials. Saatavis-

sa:<<http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic31-01-009.html>. Viittauspäivä13.6.2007

BARBIN, W.W, & RODGERS, M.B 1994: The science of Rubber Compounding. Ed. Mark, James E. Erman, Burak and Eirich, Frederick R. *SCIENCE and TECHNOLOGY of RUBBER*. s. 442. Academic Press 1994.

BLANK, Sharon 1990: An Introduction to Plastics and Rubbers in Collections. *Studies in Conservation* 35.1990: 53-63.

BUIST, J.M.. *Ageing and Weathering of Rubber*. s 24. London: W. Heffer and Sons Ltd. 1955.

CAPITANI, D et al., Nuclear Magnetic Resonance to characterize and monitor Cultural heritage, *Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc.* (2011), DOI: 10.1016/j.pnmrs.2011.11.001 .

CAPLE, Chris. *Conservation Skills, Judgement, Method and Decision Making*. London and New York: Routledge, 2000.

CHANG Su Woo, HYUN Sung Park. Useful lifetime prediction of rubber component. *Engineering Failure Analysis* 18 (2011) 1645-1651. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2011.01.033 . Available online 25 January 2011.

CIELSIELSKI, Andrew 1999: An Introduction to Rubber Technology. Rapra Technology Ltd.

CONSERVATION SCIENCE, Heritage Materials. s. 204. Ed. Eric May and Mark Jones. RSC Publishing, 2006.

CURRAN, K. MOZIR, A. UNDERHILL, M. GIBSON, LT. FEARN, T. STRLIC M. Cross-infection Effect of Polymers of Historic and Heritage Significance on the degradation of a cellulose reference test material, *Polymer Degradation and Stability* (2014) DOI 10.1016/j.polymerdegradsstb.2013.12.019.

DYER, HACKE, RODE, SHASHOUA, WARD. *Reassessment of anoxic storage of ethnographic rubber objects*. Ethnographic collections. Lisbon. 2011.

ELIAS, Hans-Georg 1997: *An Introduction to Polymer Science*. VCH Weinheim. The Future of the 20th Century. *Collecting, Interpreting and Conserving Modern Materials*. Postprints. Ed. Cordelia Rogerson and Paul Garside. Archetype Publications 2006.

EUROPEAN STANDARD (draft) prEN 16085. *Conservation of Cultural Property – Methodology for sampling from materials of cultural property – General Rules*.

FUTURE TALKS 009. s. 115. *Future Talks 009 The Conservation of modern materials in applied arts and design*. October 22/23 2009 *Die Neue Sammlung The International Design Museum Munich*. Ed. Tim Bechthold. 2009.

FUTURE TALKS 011 *Die Neue Sammlung The International Design Museum Munich*. Ed. Tim Bechthold. 2009.

GRATTAN, David W 1993: *Degradation Rates for Some Historic Polymers and the Potential of Various Conservation Measures for Minimizing Oxidative Degradation*. *Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials, Proceedings of a Conference Symposium, Ottawa Kanada 15 to 20 September*

1991, 1993. s. 351- 361.

GRATTAN, David W. & GILBERG, Mark 1994: Ageless Oxygen Absorber: Chemical and Physical Properties: Studies in Conservation 39. 1994: 210 - 214.

GUIDELINES FOR THE ENVIRONMENTAL CONTROL OF OBJECTS ON DISPLAY IN FUTUREPLAN. Victoria & Albert Museum Projects Department May 2006.

GUNASEKARAN, S. NATARAJAN, R.K. KALA, A. FTIR spectra and mechanical strength analysis of some selected rubber derivatives. Spectrochimica Acta Part A 68 (2007) 323-330. Available online at www.sciencedirect.com
DOI 10.1016/j.saa.2006.11.039 .

HAMILTON, Jennifer F.A. 1997: Preserving Archaeological Collections for the Future. CRM: cultural resources management.

HATCHFIELD, Pamela B. 2002: Pollutants in the Museum Environment. Archetype Publications.

HISTORIC TEXTILES, PAPERS AND POLYMERS IN MUSEUMS. s.170. ed. Jeannette M. Gardamone, ed. Mary T. Baker. American Chemical Society. 2001.

HOOPER-GREENHILL, Eilean. Museums and the shaping of knowledge. Routledge. 1992.

HORIE, C.V. 1996: Materials for Conservation. Butterworth- Heinemann.

ICOM (2006) Code of ethics.

JENTSCH, Joachim 1994: Gummi – elastische Materialien aus Natur – und Synthesekautschuk.s.314-319. Restauro nro 5 1994.

KENEGHAN, Brenda. The Popart project. Conservation Journal. Spring 2011 Issue 59.

KOKOELMAPOLIITTINEN OHJELMA. Tampereen kaupungin museopalvelut Historialliset Museot. s. 16. Kokoelmapalvelut. 2009.

KOSKINEN, Arja. YAMK Opinnäytetyö: Tampereen Museoiden kumimateriaalikoelmaan säilytysuunnitelma. 2008.

KOSKINEN, Arja. Mittaukset. 2012.

KNUUTINEN, Ulla. Kulttuurihistoriallisten materiaalien menneisyys ja tulevaisuus. Konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologiset funktiot. Väitöskirja. Jyväskylän Yliopisto. Jyväskylä Studies in Humanities 114. Jyväskylä 2009.

KNUUTINEN, Ulla. Kirjallinen tiedonanto. 05/2014.

KNUUTINEN, Ulla. Kurssimonisteet: Konservointikemia ja materiaalitutkimus KO40AA16-2000 YAMK I OSA. 2012.

KUMI. Kumin ja Suomen kumiteollisuuden historia. toim. Ritva Palo-oja ja Leena Willberg 1998. Tampereen museoiden julkaisuja 42.

Kumiteollisuus ry. Kumi Suomessa [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.kumiteollisuus.fi/fin/kumitietoutta/kumi_suomessa/.[Viittauspäivä 7.1.2008.]

LAMBERT, Frank L., DANIEL, Vinod & PREUSSER, Frank D. 1992. The Rate of Absorption of Oxygen by Ageless™: The Utility of an Oxygen Scavenger in Sealed Cases. *Studies In Conservation* 1992. Number 37.

LAURILA, Timo. *Kumitekniikka. Lyhyt johdatus kumitekniikan perusteisiin*.s.72, 77. Opetushallitus. 2007.

LINKE, Dietmar. KELLER, Ruth. TAFELSKI, Maxie. *Antiaging for Cultural heritage Objects Containing Elastomers*. Postersession 005. Future Talks 009. s. 206. Future Talks 009 *The Conservation of modern materials in applied arts and design*. October 22/23 2009 Die Neue Sammlung The International Design Museum Munich. Ed. Tim Bechthold.

LOADMAN, M.J.R 1993: *Rubber: It's History, Composition and Prospects for Conservation*. *Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials*, Proceedings of a Conference Symposium, Ottawa Kanada 15 to 20 September 1991, 1993. s. 59-80.

van MENSCH, Peter. *Towards a methodology of museology*. (s. 5/9. *Museological research*): 1992.

MICHALSKI, Stefan 2002: *Double the life for each five-degree drop, more than double the life for each halving of relative humidity*. ICOM Committee for Conservation. 13th Triennial Meeting. s.66.-72. London: James & James.

MILDENBERG, R., ZANDER, M. & COLLIN, G. 1997: *Hydrocarbon Resins*. VCH.

NIGHTINGALE, Catherine & KINGSLEY, Helen 1996. *The Wellcome Unpacking Project – Preparing a Multi-Material Collection for Storage*..ICOM Committee For

Conservation. 11th Triennial Meeting Edinburgh, 1-6 September 1996 s. 54-60.
London: James & James.

MUSEUMS AND THE DISPOSALS DEBATE. A Collection of Essays. Ed. Peter Davies.
MuseumsEtc.

NOKIAN TEKNINEN KUMI. Tuoteluettelo. 1984.

NUTTGENS, Flora & TINKER, Zenie 2000: The Conservation of Rubberised Textiles: Two Case Histories. *The Conservator*. Number 24. s. 24-38.

PEARCE, Susan. *Museum objects and Collections. A Cultural Study*. s. 114 – 115.
Leicester University Press. 1992.

Postprint Magasinbygningens fysik og function. Museumhøjskolen, Sorø, Danmark 18-22 oktober 2004. Maj Ringgaard, Morten Ryhl-Svendsen, Simon Botfeldt & Marianne Thorling Hadsund (toim). Nordisk Konservatorforbund-danske afdeling.

RAAKA-AINEKÄSIKIRJA 4:Muovit, kumit. 1984. Valmet Oy Rautpohja. Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto. 1. painos.

ROSENBERG, Brian 2007: *Conserving Rubber & Plastic. Guidelines for Private Collectors and Museums*. Glen Norcliffe (toim.) *Cycle History 17*. Proceedings of the 17th International Cycling History Conference, s.102. Van der Plas Publications / Cycle Publishing, San Francisco.

SCIENTIFIC TOOLS FOR CONSERVATOR. Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Michele R. Derrick, Dusan Stulik, James M. Landry. The Getty Conservation Institute. 1999

SCHNABEL, W. 1981: Polymer Degradation, Principles and Practical Applications. Hanser International 1981.

SHASHOUA, Yvonne 1996: A passive approach to the conservation of polyvinyl chloride. ICOM Committee for Conservation. 11th Triennial Meeting Edinburgh, 1-6 September 1996. s. 961-966. London: James & James.

SHASHOUA, Yvonne 1999: Ageless™ oxygen absorber: From theory to practice. ICOM Committee for Conservation. 12th Triennial Meeting Lyon 29 August – 3 September 1999. s. 881-887. London: James & James.

SHASHOUA, Yvonne 2005: Storing plastics in the cold: more harm than good? ICOM Committee for Conservation. 14th Triennial Meeting The Hague 12-16 September 2005. s. 358-364. London: James & James.

SHASHOUA, Yvonne & THOMSEN, Scott 1993: A Field Trial for the Use of Ageless in the Preservation of Rubber in Museum Collections. Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials, Proceedings of a Conference Symposium, Ottawa Kanada 15 to 20 September 1991, 1993. s. 363-372.

SHASHOUA, Yvonne. Conservation of Plastics, material science, degradation and preservation. IIC, Butterworth – Heinemann. 2008.

SIRIWAT, Radabutra. SOMBAT, Thanawan. TAWEECHAI, Amornsakchai. Chlorination and characterization of natural rubber and its adhesion to nitrile rubber. European Polymer Journal 45 (2009) 2017-2023.

DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2009.04.008.

SPECTROSCOPIC METHODS IN ORGANIC CHEMISTRY. 5th Edition. Dudley H. Williams, Ian Fleming.

STAMATAKIS, Georgios. KNUUTINEN, Ulla. LAITINEN, Kai. SPYROS, Apostolos. Analysis and aging of unsaturated polyester resins in contemporary art installations by NMR spectroscopy. DOI 10.1007/s00216-010-4233-3. Springer Verlag. Published online: 05 October 2010.

STUART, Barbara. GEORGE, William O.. MCINTYRE Peter S.. Modern Infrared Spectroscopy. s 51. John Wiley & Sons. 1996.

SUOMEN MUSEOLIITON SUOSITUS 3. Museoesineistön säilytysolosuhteet. 3. uudistettu painos. 2002.

TAIPALE, Kaarin 2008: Rakentajien ryhdyttävä energiatalkoiisiin. Helsingin Sanomat 24.2.2008. D-osa, 7.

TAMMELA, Viljo. Polymeeritiede ja muoviteknologia. Osa III. 519. 1989. Otatieto.

TAYLOR, Joel 2005: An integrated approach to risk assessments and condition surveys. Journal of the American Institute for Conservation. Volume 44 Number 2 Article 6.

THEN, Edward. OAKLEY, Victoria. A survey of plastic objects at The Victoria &

Albert Museum. Conservation Journal January 1993 Issue 06.

THOMSON, Garry 1994:156. The Museum Environment. Butterworth-Heinemann 1994.

TROVATI, Graziella. SANCHES, Edgar Ap. NETO, Salvador Claro. MASCARENHAS, Yvonne P. CHERICE, Gilberto O. Characterization of Polyurethane Resins by FTIR, TGA and XRD. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 115, 263-268 (2010). 2009 Wiley Periodicals, Inc.

DOI 10.1002/app.31096 Published online 27 August 2009 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).

TURUNEN, P. Kumiviesti. Miksi kumi tuoksu kumilta?. s. 15. Talvi, 2012.

VERLEYE Guenaelle A.L., ROEGES Noel P.G., De MOOR Marc O, 2001. Easy Identification of Plastics and Rubbers. Rapra Technology Limited.

VICTORIA & ALBERT MUSEUM ENVIRONMENT POLICY. January 1991.

Verkkodokumentti: http://www.vam.ac.uk/files/file_upload/4183_file.doc

VICTORIA & ALBERT MUSEUM CONSERVATION DEPARTMENT ETHICS CHECKLIST.

2nd Edition. December 2004. Verkkodoku-

mentit:<http://www.vam.ac.uk/files/file_upload/27930_file.doc

<http://www.vam.ac.uk/files/file_upload/27933_file.doc

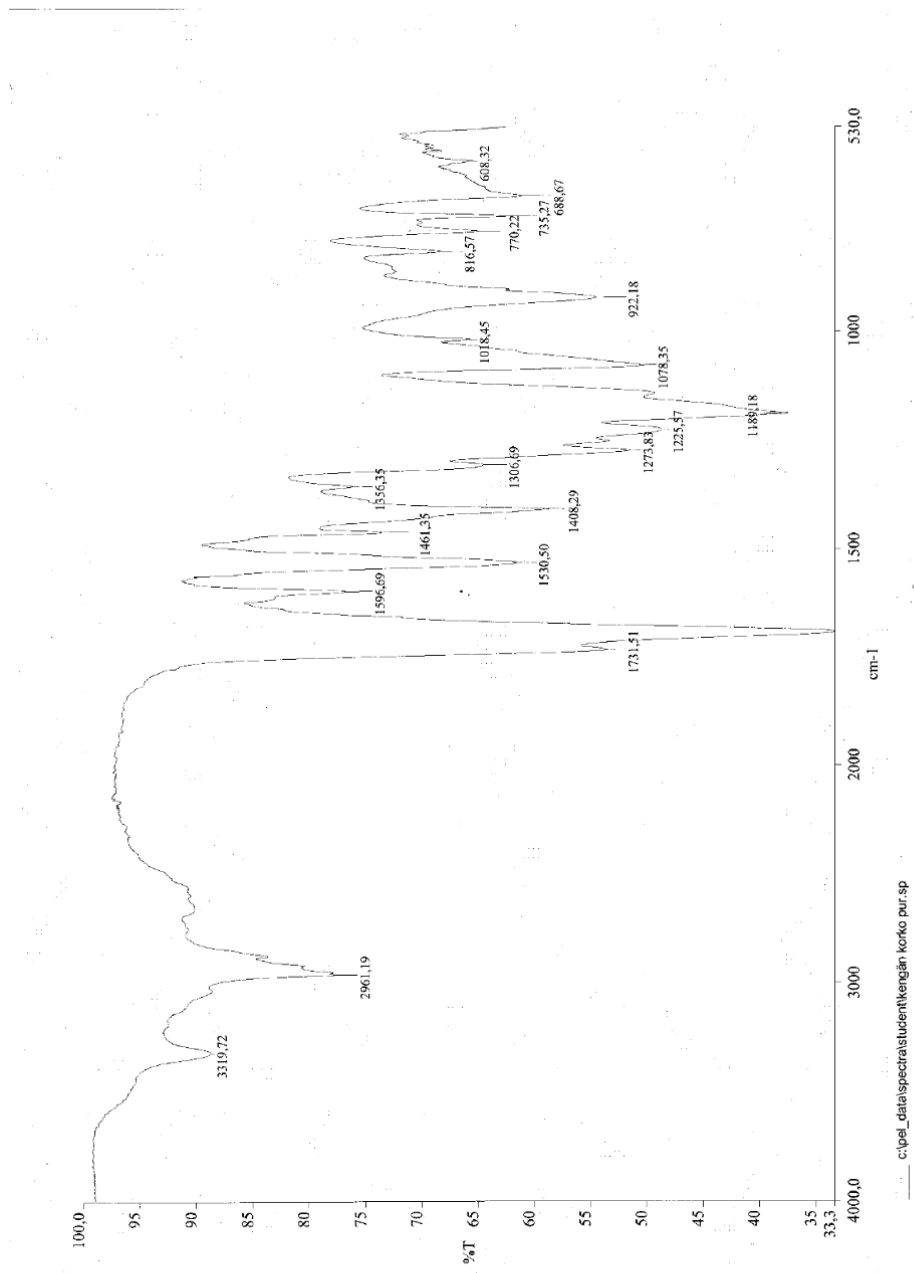
WALLER, R R, 2003: Cultural property risk analysis model: development and application to preventive conservation at the Canadian Museum of Nature. Göteborg Studies in Conservation 13, Göteborg Göteborg Acta Universitatis Gothburgensis.

WARD, Clare & SHASHOUA, Yvonne 1999: Interventive conservation treatments for plastics and rubber artefacts in The British Museum. ICOM Committee for Conservation. 12th Triennial Meeting Lyon 29 August – 3 September 1999. s. 888-893. London: James & James.

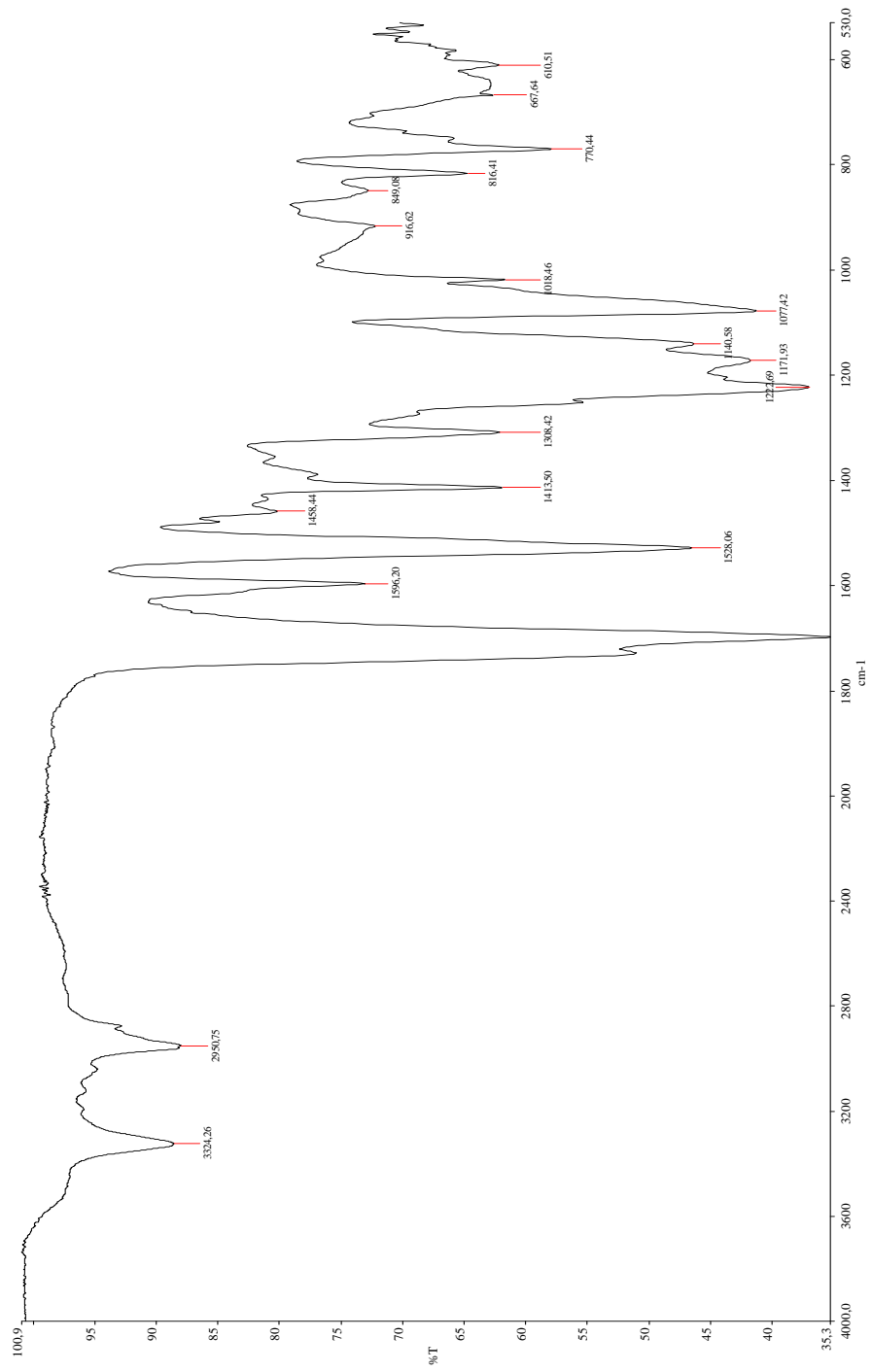
LIITE 1.

Näytetietolomake

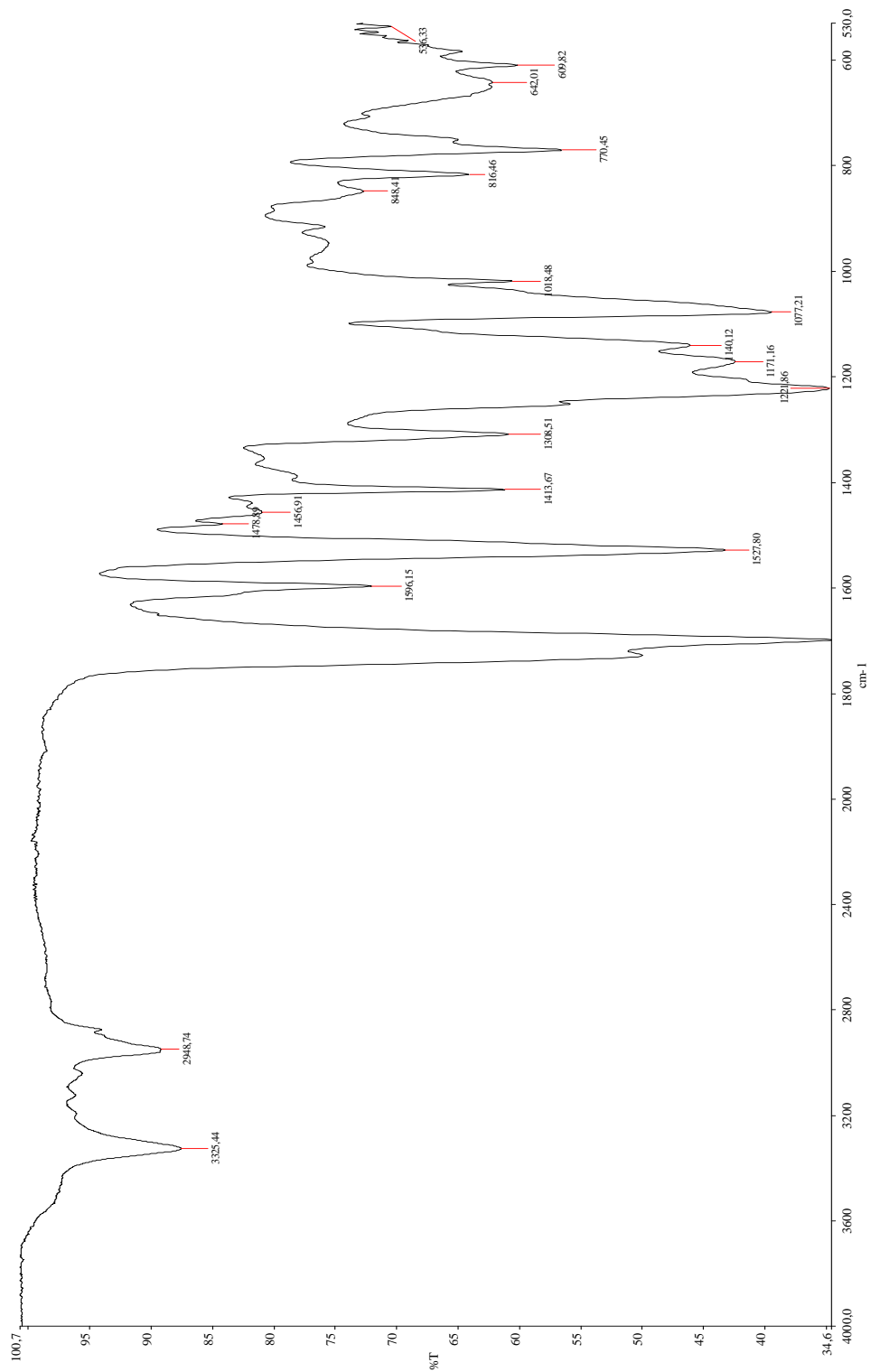
Näytetunniste	
Tutkimus	
Tutkimusmetodi	
Esinetiedot	
Esinenumero	
Esineen nimi	
Valmistaja	
Ajoitus	
Materiaali	
Mitta: pituus (cm)	
Mitta: leveys (cm)	
Mitta: paksuus (cm)	
Mitta: halkaisija (cm)	
Muuta	
Näytteen tiedot	
Näytteenotto pvm.	/ / 201
Näytteenottotapa	
Mitta: pit. mm	
Mitta: lev. mm	
Mitta: halk. mm.	
Mitta: paksuus mm.	
Näytteen kuvaus	liuos, jauhe, kiinteä
Ottaja	Arja Koskinen
Paikka	
Kuvat	



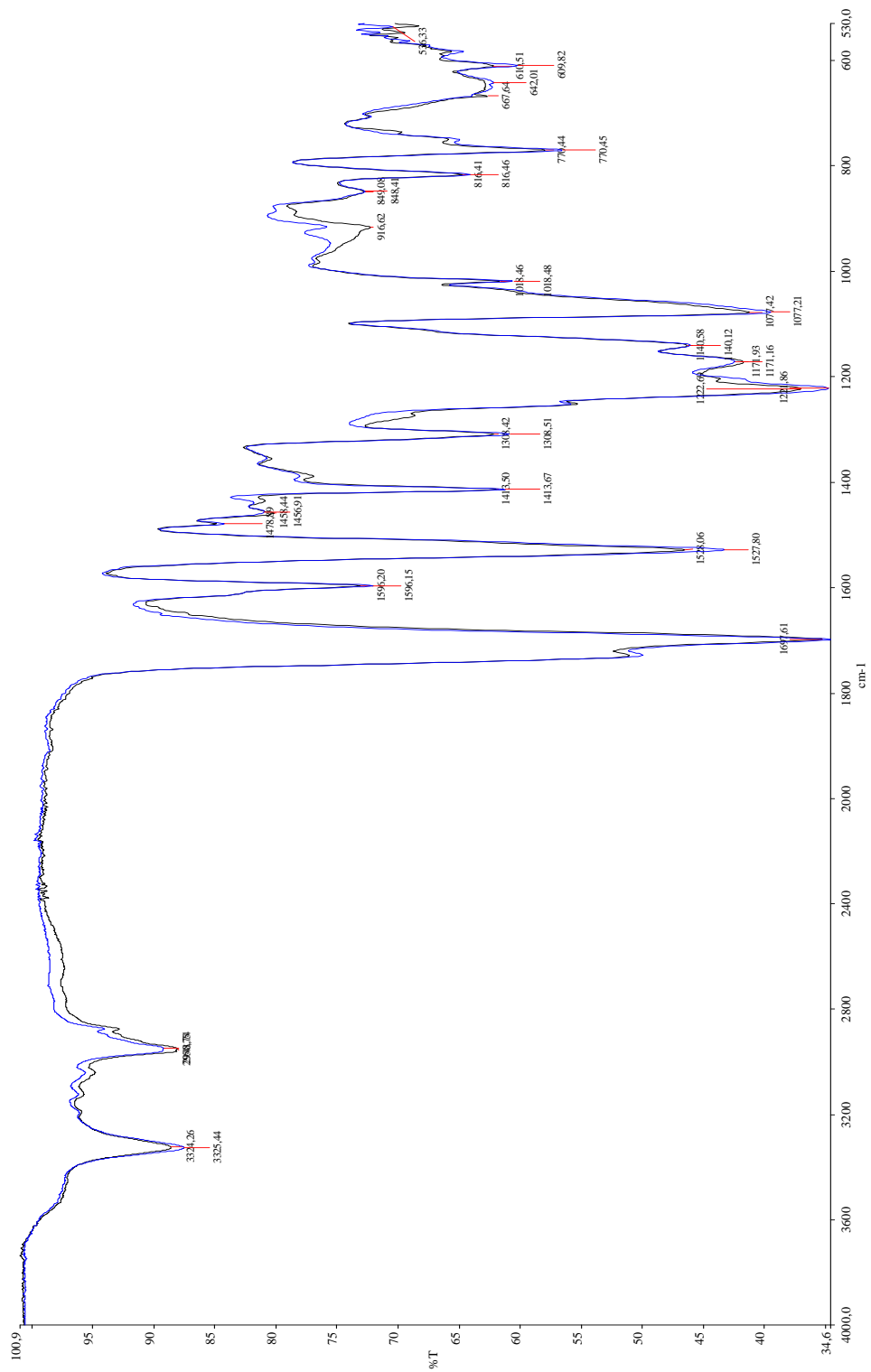
Spektri 1. Talvijalkineen korko. Näyte TTM 50271:2.



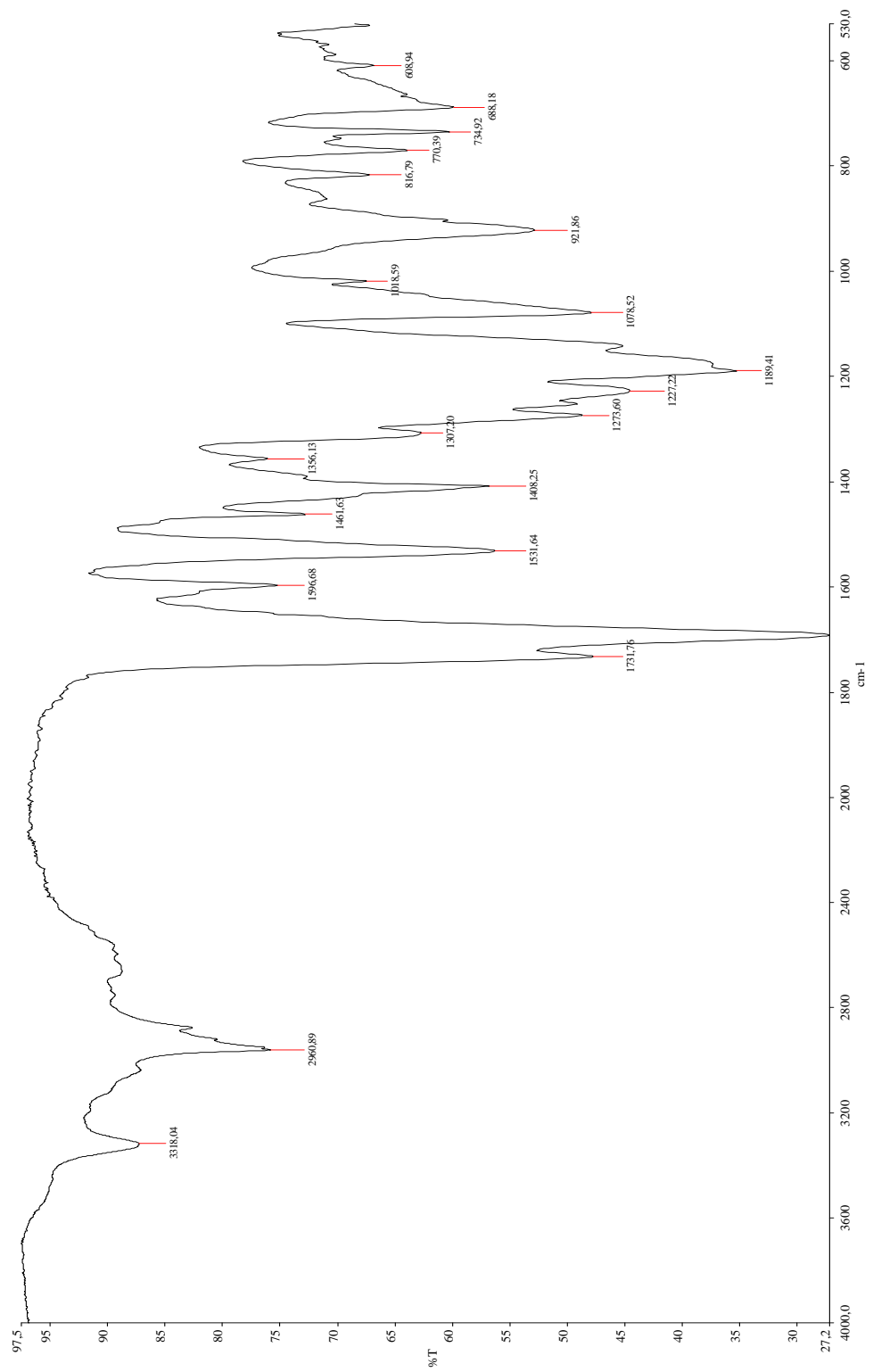
Spektri 3. TTM 66958 Näyte 1a korko.



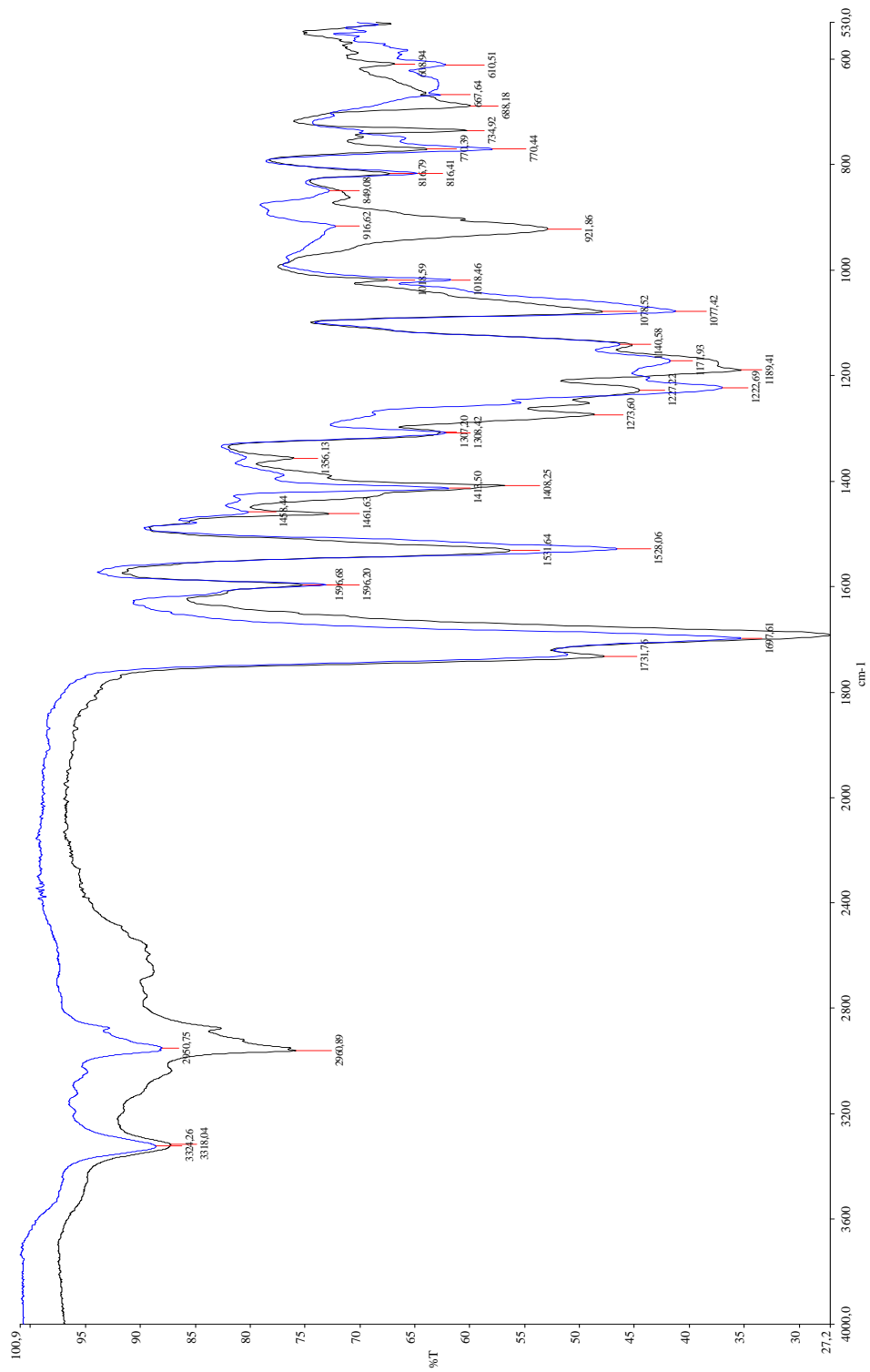
Spektri 4. TTM 66958 Näyte 2 pintanäyte.



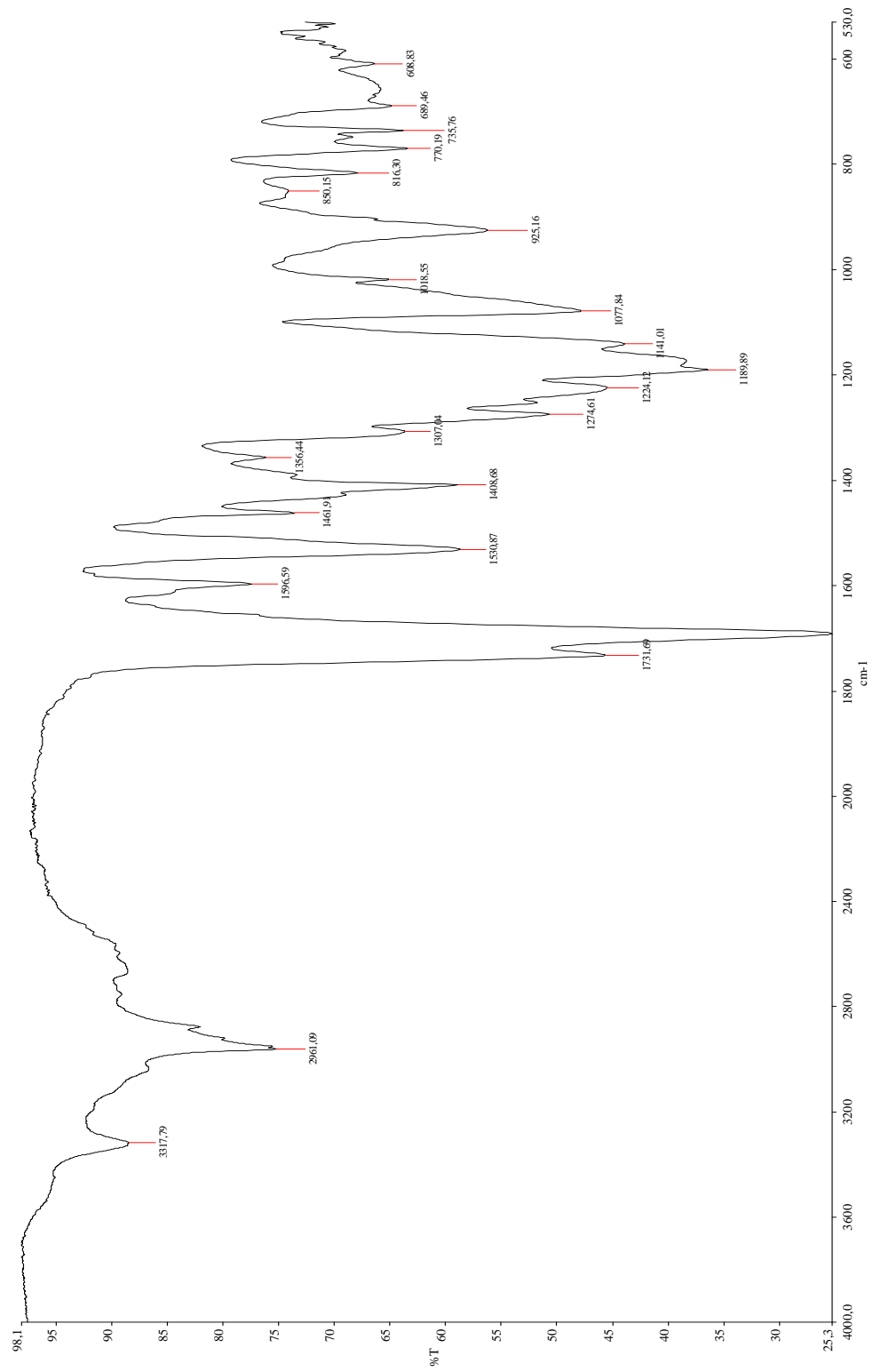
Spektri 5. TTM 66958 Näytteiden 1a ja 2 pintanäyte vertailu.



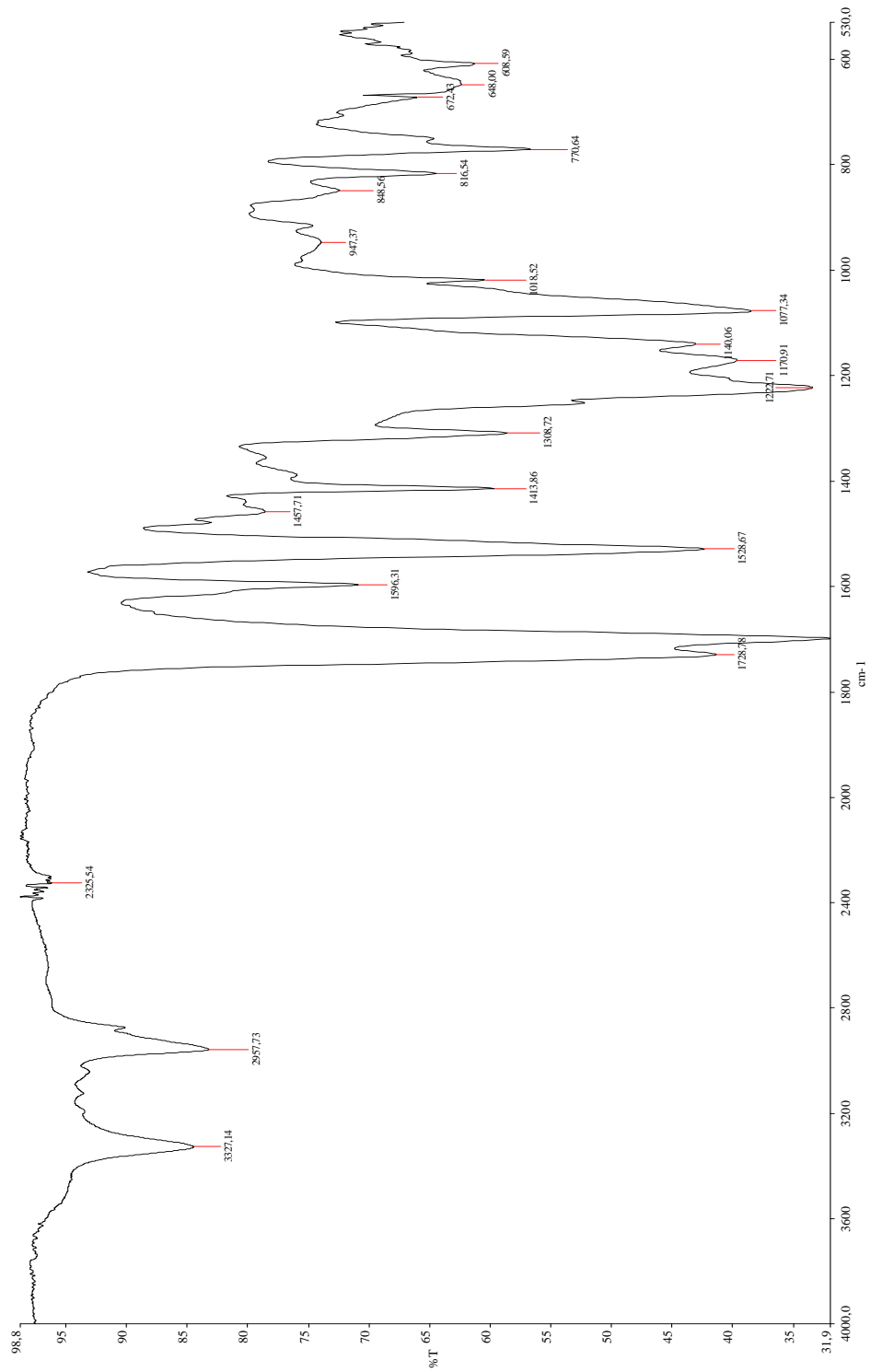
Spektri 6. TTM 66958 Näyte2011



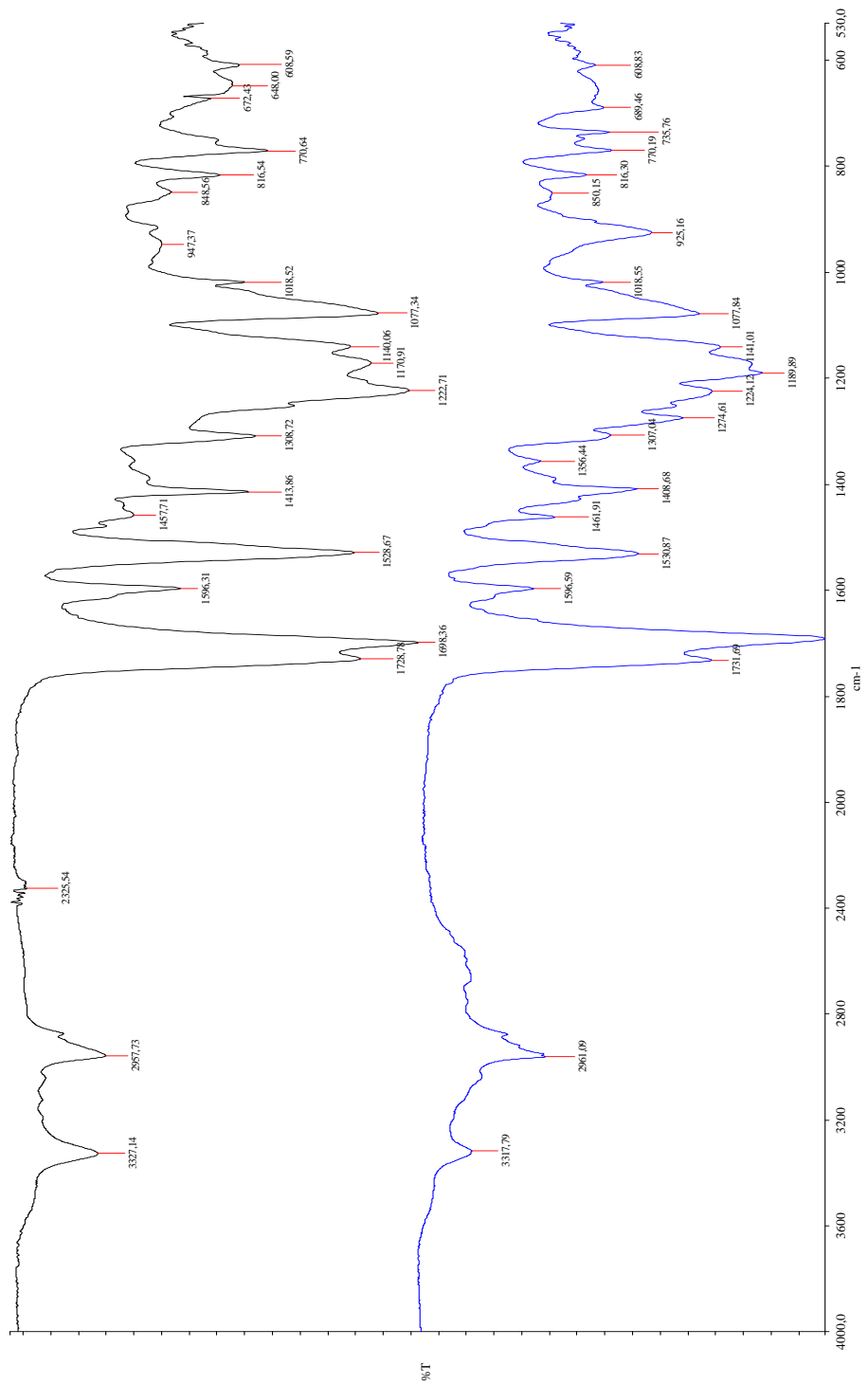
Spektri 7. TTM 66958 Näytteiden 1a korko ja Näyte 2011 vertailu.



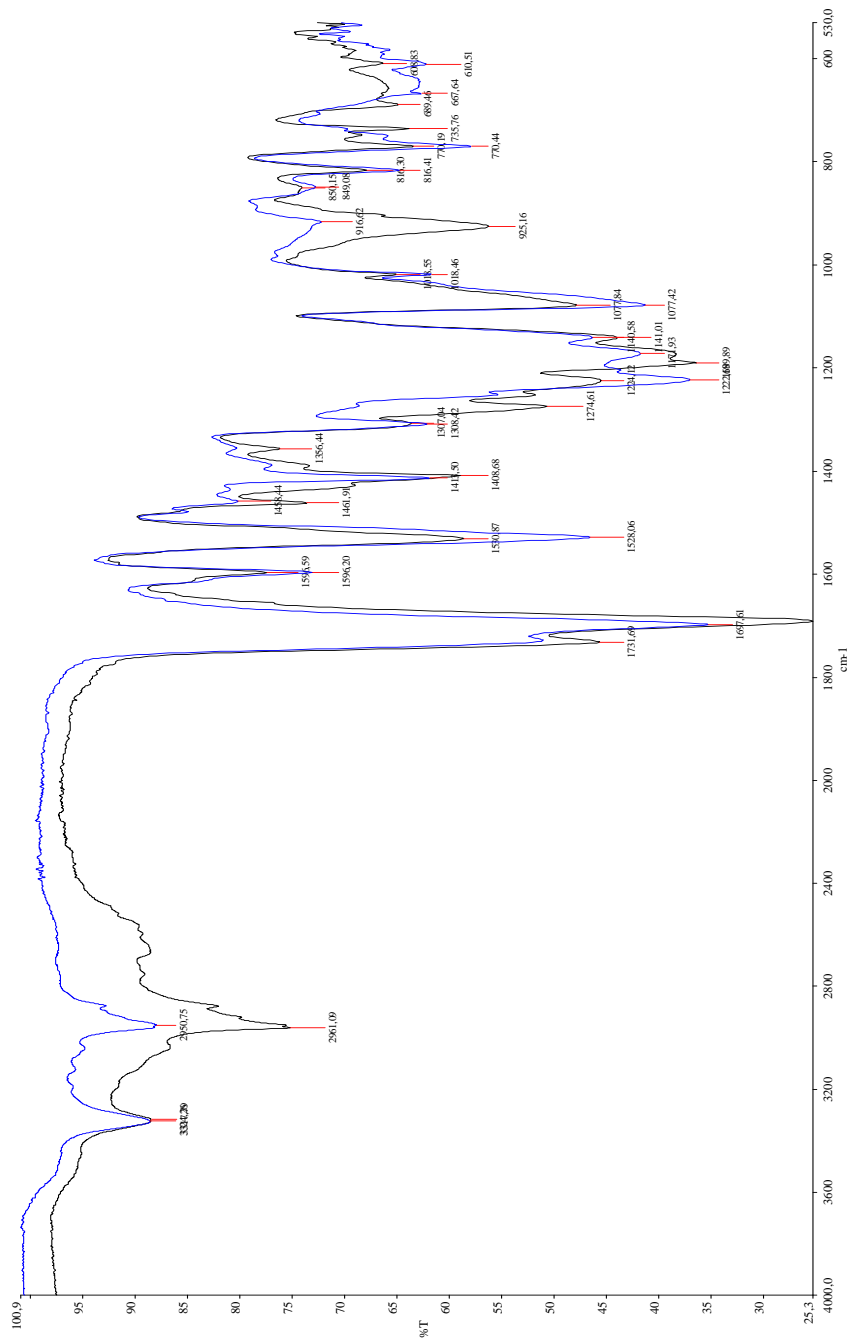
Spektri 8. TTM 50271:2 Näyte1 korko.



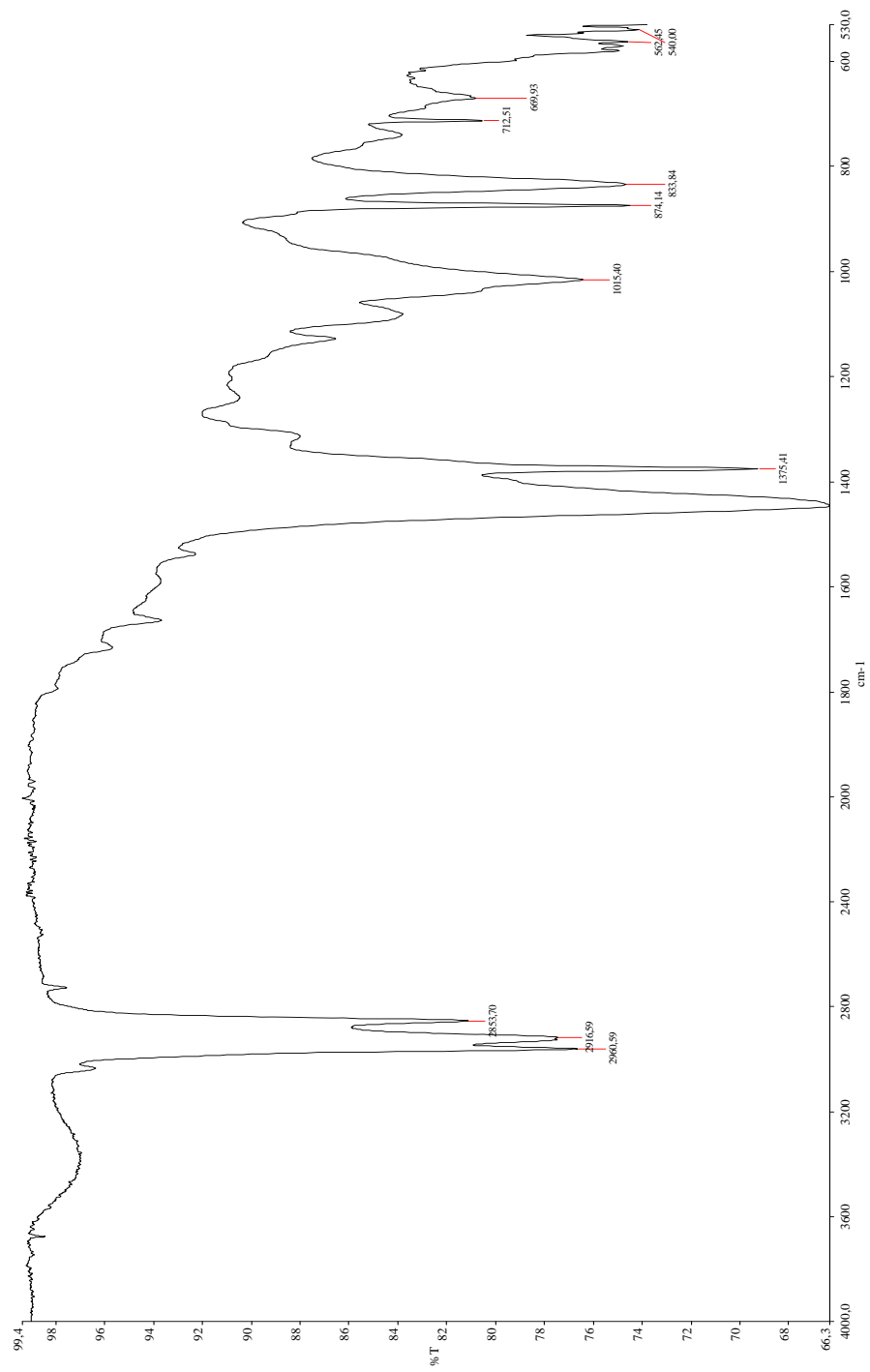
Spektri 9. TTM 50271:2 Näyte2 pintanäyte.



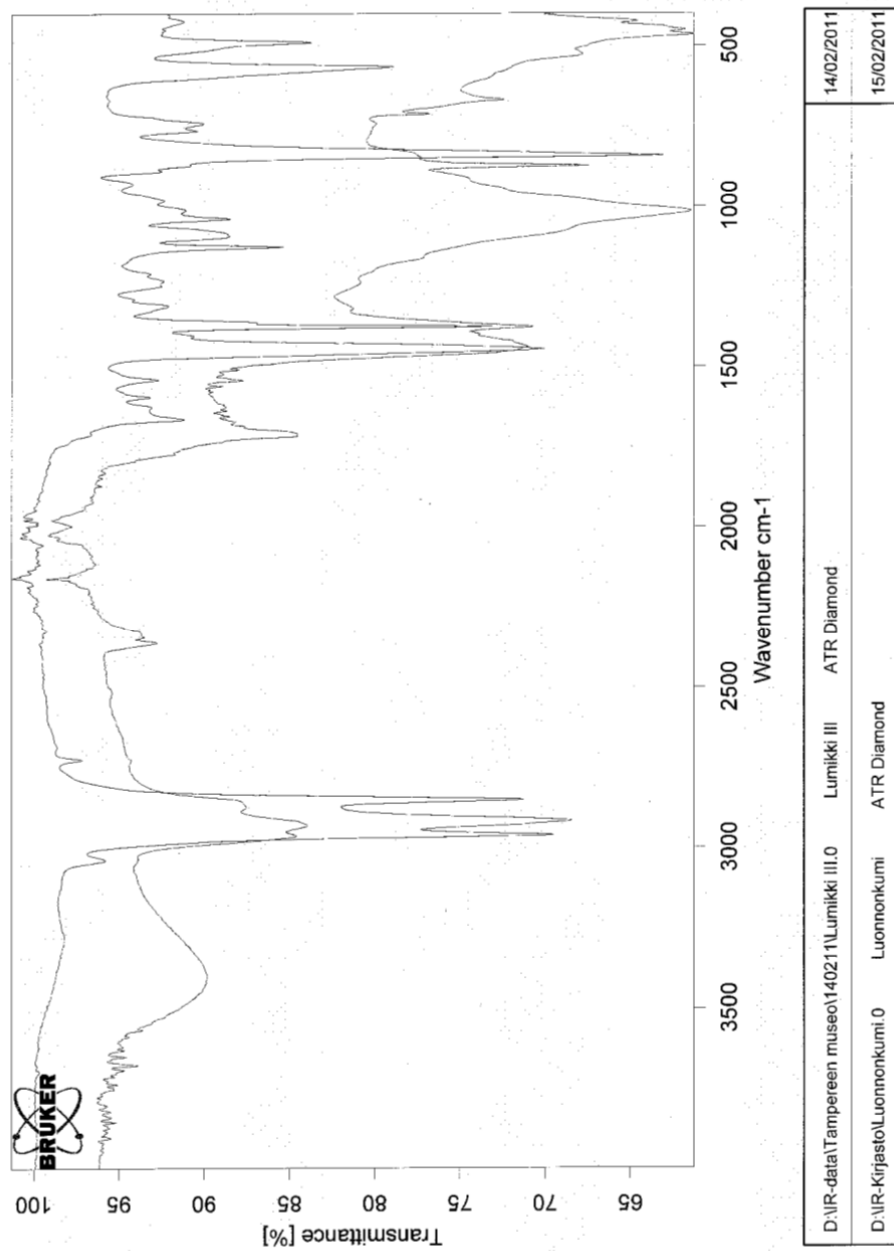
Spektri 10. Näytteiden TTM 50271:1 (sinisellä) ja 2 vertailu.



Spektri 11. TTM 50271 ja TTM 66958 korkonäytteiden vertailu.



Spektri 12. Näyte 2.1 Lumikki-lelu.



Spektri 13. Näyte 2.2 Lumikki-lelu vuonna 2011.