



Haihtuvat sideaineet väliaikaisena suojauksena konservoinnissa

Syklododekaani, trisyklinen kamfeeni ja mentoli

Konservoinnin koulutusohjelma
Historiallisten interiöörien
konservointi
Opinnäytetyö
20.4.2010

Outi Aalto

Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto
Konservoinnin koulutusohjelma		Historiallisten interiöörien konservointi
Tekijä		
Outi Aalto		
Työn nimi		
Haihtuvat sideaineet väliaikaisena suojauksena konservoinnissa – sykloodekaani, trisyklinen kamfeeni ja mentoli		
Työn ohjaaja/ohjaajat		
Ulla Knuutinen, Anna Häkäri		
Työn laji	Aika	Numeroidut sivut + liitteiden sivut
Opinnäytetyö	20.4.2010	86 + 63
<p>Syklodekaani, trisyklinen kamfeeni ja mentoli ovat konservointikäytössä melko uusia ja sen vuoksi vielä yleisesti melko tuntemattomia, kohdetta tuhoamattomia väliaikaisia suojausmateriaaleja. Tavoitteena opinnäytetyössä oli vertailla näiden haihtuvien sideaineiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia sekä käyttömahdollisuuksia, mutta myös pyrkiä etsimään vastauksia uusiin materiaaleihin usein kohdistuviin kysymyksiin niiden poistettavuudesta, käyttöturvallisuudesta sekä ympäristövaikutuksista. Vertailu toteutettiin pääasiassa tutustumalla lähdeaineistoon ja käyttöturvallisuutta pyrittiin selvittämään uusimpien tutkimustulosten pohjalta. Lisäksi haihtuvia sideaineita testattiin mm. niiden haihtumis- ja kalvonmuodostamisominaisuuksien osalta.</p> <p>Haihtumiseen kuluva aika ja haihtumisen täydellisyyttä tutkittiin sekä huokoisilla, että tiiviillä materiaaleilla. Tulosten analysointiin haihtumiseen kuluvan ajan osalta käytettiin silmämääräisen tarkastelun ja mikroskoopin lisäksi punnitusta. Fourier-transform infrared (FT-IR) -spektroskopian avulla haluttiin selvittää haihtumisen täydellisyyttä käsitellyillä pinnoilla. Haihtumistestien yhteydessä tarkkailtiin haihtuvien sideaineiden kalvonmuodostusta erityyppisinä liuksina ja tulokset dokumentoitiin kannettavaa mikroskooppia käyttäen.</p> <p>Opinnäytetyöhön liittyi olennaisesti myös kyselytutkimus, jonka avulla oli tarkoitus kartoittaa haihtuvien sideaineiden käyttökokemuksia, sekä tunnettuutta konservaattoreiden keskuudessa. Kyselyyn saatuihin vastauksiin perustuen opinnäytetyössä pohdittiin mahdollisia haihtuvien sideaineiden käyttöön soveltuvia kohteita ja käyttötapoja sekä esiteltiin muutama mielenkiintoinen tapaustutkimus.</p> <p>Tutkimukset osoittivat sykloodekaanin olevan hyvin monipuolinen suoja-aine, jonka ominaisuudet voivat mahdollistaa sen turvallisen käytön konservoinnissa. Mentolin käyttömahdollisuuksien sen sijaan havaittiin olevan huomattavasti rajallisemmat, eikä esimerkkitapauksia tai tutkimustuloksia mentoliin liittyen ole saatavilla. Trisyklisen kamfeenin haihtuminen materiaaleista osoittautui olevan vain osittaista, joten sen käyttöä ei siitä syystä voida suositella konservoinnin yhteydessä.</p>		
Teos/Esitys/Produktio		
Säilytyspaikka		
Metropolia Ammattikorkeakoulun kirjasto, Tikkurila		
Avainsanat		
syklodekaani, kamfeeni, trisykleeni, mentoli, haihtuva sideaine, FT-IR -spektroskopia		

Culture

Degree Programme in Conservation		Specialisation Conservation of Historical Interiors
Author Outi Aalto		
Title The volatile binding media as a temporary protection in conservation – cyclododecane, tricyclic camphene and menthol		
Tutor(s) Ulla Knuutinen, Anna Häkäri		
Type of Work Bachelor 's Thesis	Date 20 April 2010	Number of pages + appendices 86 + 63
<p>The aim of the research was to compare volatile and hydrophobic, wax-like binding media, increasingly utilized in conservation field. The aim of this research was also to chart their use and awareness among conservators in Finland.</p> <p>The comparison was performed between cyclododecane, tricyclic camphene and menthol to pay attention particularly to their sublimation time and level, as well as their film forming abilities on different materials. In addition, some literature study was carried out related to their health and safety issues. These reversible materials are used in conservation e.g. as a hydrophobic mask during treatment procedures, a protective support during transportation or as a temporary adhesive. The comparison between characteristics of the different media was carried out mainly through literary research. Tests were executed to define the abilities of these volatile binding media to sublime down to different forms of application under diverse conditions. The Fourier Transforming Infrared -analysis (FT-IR) was brought to bear on to determine the level of residues left in test samples after sublimation. The penetration, as well as film forming, was observed both ocular and by microscope.</p> <p>The results of a questionnaire aimed at professionals in conservation field, confirmed that more information about volatile binding media is needed. Therefore, some examples of their feasible forms of utilization, but also results of some recent case studies were included in this thesis.</p> <p>Based on the research there is a lot of potential, especially with cyclododecane as a versatile and practicable conservation material. More study is required to define and assure the safety of the material for both human and for Nature. However, the use of tricyclic camphene and menthol for conservation purposes needs to be considered carefully.</p>		
Work / Performance / Project		
Place of Storage Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Tikkurila Campus Library		
Keywords cyclododecane, camphene, tricyclene, menthol, volatile binding media, FT-IR -spectroscopy		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	HAIHTUVAT SIDEAINEET JA NIIDEN OMINAISUUDET	5
2.1	Syklododekaani	6
2.1.1	Fysikaaliset ominaisuudet	6
2.1.2	Liukoisuus	8
2.1.3	Kalvon muodostus.....	8
2.1.4	Haihtuvuus.....	10
2.1.5	Käyttöturvallisuus.....	11
2.2	Trisyklinen kamfeeni	13
2.2.1	Fysikaaliset ominaisuudet	13
2.2.2	Liukoisuus	15
2.2.3	Kalvon muodostus.....	15
2.2.4	Haihtuvuus.....	16
2.2.5	Käyttöturvallisuus.....	16
2.3	Mentoli	16
2.3.1	Fysikaaliset ominaisuudet	17
2.3.2	Liukoisuus	18
2.3.3	Kalvon muodostus.....	18
2.3.4	Haihtuvuus.....	19
2.3.5	Käyttöturvallisuus.....	19
3	KYSELYTUTKIMUS	20
3.1	Tutkimuksen toteuttaminen	20
3.2	Tulokset	21
3.3	Johtopäätökset.....	24
4	HAIHTUMISTESTIT JA FT-IR -SPEKTROSKOPIA	25
4.1	Haihtuminen tiiviiltä lasialustalta	25
4.1.1	Testikappaleiden käsittely	26
4.1.2	Kalvonmuodostus.....	29

4.1.3	Haihtumisen seuraaminen ja tulokset.....	36
4.2	Haihtuminen huokoiselta kalkkilaastialustalta.....	43
4.2.1	Testikappaleiden käsittely	45
4.2.2	Kalvon muodostus.....	46
4.2.3	Haihtumisen seuraaminen ja tulokset.....	50
4.3	Haihtuminen huokoiselta japaninpaperialustalta.....	53
4.3.1	Testikappaleiden käsittely	53
4.3.2	Haihtumisen seuraaminen ja tulokset.....	55
4.4	FT-IR -spektroskopia	57
4.5	FT-IR -analyysit haihtumisen toteamiseksi.....	59
4.6	Johtopäätökset.....	67
5	KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET KONSERVOINNISSA JA TAPAUSTUTKIMUKSET	69
5.1	Vettä hylkivänä suojakerroksena	69
5.2	Eristyskerroksena	72
5.3	Väliaikaisena vahvistuksena ja suojana	74
5.4	Väliaikaisena kiinnitysaineena	76
6	POHDINTAA LOPUKSI	77
	LÄHTEET	82
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Konservaattorin tulee pyrkiä käyttämään ainoastaan sellaisia tuotteita, materiaaleja ja toimenpiteitä, jotka ajanmukaisen tiedon mukaan eivät vahingoita kulttuuriperintöä, ympäristöä tai ihmisiä. Mikäli mahdollista itse toimenpiteen ja käytettävien materiaalien ei tulisi haitata tulevaisuudessa tapahtuvaa tutkimusta, käsittelyä tai analyysia. Niiden tulee sopia yhteen kulttuuriperintökohteen materiaalien kanssa ja oltava mahdollisimman helposti ja täydellisesti poistettavissa. (E.C.C.O. 2002.)

Kaksi vuotta sitten tutustuin ensimmäisen kerran sykloodekaaniin ollessani työharjoittelussa Ruotsissa. Ennen sitä en ollut aineesta kuullut tai lukenut mitään. Ensi reaktioni oli hieman hämmentävä, sillä en oikein ymmärtänyt, kuinka tämä aine käyttäytyy tai mitkä sen ominaisuudet ovat. Käytin sykloodekaania erilaisina liuksina kalkkimaalauspinnoille suojatakseni niitä puhdistuksen yhteydessä, ymmärtämättä täysin mikä vaikutus liuotinaiseen valinnalla on muodostuvan, pintoja suojaavan kalvon ominaisuuksiin. Väite, että sykloodekaani haihtuu täysin pinnoilta ilman erillisiä toimenpiteitä ja jättämättä jälkiä, oli melko hämmentävä tieto, jota oli vaikea uskoa. Metodihan vaikutti lähestulkoon liian hyvältä ollakseen totta. Haihtumiseen kuluva aika oli kuitenkin jatkuvasti muuttuva tekijä, jota oli vaikea ymmärtää, sillä sen tarkkailu rajoittui vain silmämääräisesti kohteen pinnalla tapahtuvaan ilmiöön. Haihtumiseen kun vaikuttavat sekä liuotinaiseen ominaisuudet että vallitsevat olosuhteet. Siinä vaiheessa, kahden kuukauden harjoittelujakson jälkeen, pidin ainetta edelleen melko mystisenä ja sen vuoksi hankalana käyttää. Suhtauduin hieman epäilevästi sen soveltuvuuteen käytettäväksi konservoinnissa ja lisäksi terveysvaikutukset mietityttivät, etenkin liuotinaisten kanssa yhdessä käytettynä. Asia jäi kuitenkin vaivaamaan ajatuksiini, ja kun vuoden päästä, toisen työharjoittelujakson aikana sain taas työskennellä sykloodekaanin kanssa, olin jo valmis tutustumaan siihen paremmin. Silloin heräsi ensimmäisen kerran ajatus rakentaa opinnäytetyöni sykloodekaanin ympärille.

Kamfeenin ja mentolin halusin liittää mukaan tähän työhön, sillä en itse ole niihin käytännössä tutustunut ja näiden kolmen samantyyppisen haihtuvan sideaineen vertailu tuntui mielenkiintoiselta ajatukselta. Lisäksi aikaisempi tutkimus sykloodekaanin, trisyklisen kamfeenin ja mentolin välillä niiden ominaisuuksista ja käyttömahdollisuuksista on hyvin vähäistä, sillä näistä kolmesta juuri sykloodekaani on käyttäjien keskuudessa saanut suurimman suosion. (Rowe & Rozeik 2008, 28.)

Opinnäytetyöni tavoitteena on saada käytännön tuntumaa näihin haihtuviin sideaineisiin väliaikaisena suojausmenetelmänä puhdistuksen tai kuljetuksen aikana testaamalla ja vertailemalla niitä eri tavoin. Testaukset rajaan käsittämään pääasiassa vain aineiden perusominaisuuksia eli kalvonmuodostumista ja haihtumista.

Haluan liittää opinnäytetyöhöni lisäksi kyselytutkimuksen, jonka avulla voin kartoittaa tietoisuutta ja käyttökokemuksia Suomessa haihtuviin sideaineisiin liittyen. Kotimaisen lähdeaineiston täydellisen puuttumisen perusteella uskallan sanoa, että näiden aineiden käyttö ei meillä ole kovin yleistä, ja haluan kyselyn avulla selvittää siihen syyn. Lisäksi toivon mahdollisimman monen konservaattorin kiinnostuvan aiheesta, sillä jatko- ja tapaustutkimuksia aiheesta kaivataan varmasti lisää.

Opinnäytetyöni aluksi selvitän hieman kunkin aineen taustaa ja vertailen keskenään niiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Työturvallisuuskäsitteisiin ja ympäristövaikutuksiin pyrin löytämään vastauksia uusimmista tutkimustuloksista. Teoriaosuus perustuu pääosin lähteiden tutkimiseen.

Ennen käytännön testiosuutta käyn läpi eri alojen konservaattoreille lähettämäni kyselytutkimukseen saapuneet vastaukset ja analysoin lyhyesti tutkimustulokset. Tulosten perusteella valitsen muutaman mielenkiintoisen tapaustutkimuksen käytettävissä olevasta lähdemateriaalista. Tapaustutkimukset sijoitan opinnäytetyöni loppuun, sillä haluan liittää mukaan myös omaa pohdintaa haihtuvien sideaineiden käyttömahdollisuuksista konservoinnin yhteydessä, omiin testeihini perustuen.

Käytännön testausta varten teen haihtumistestejä sekä tiiviille lasipinnoille että huokoisille kalkkilaasti- ja japaninpaperi alustoille. Haihtumista huokoisilla pinnoilla, erilaisissa lämpötiloissa, seuraan sekä punnitsemalla ja haihtumisen jälkeen myös Fourier-transform infrared (FT-IR) -spektroskopian avulla. Tarkoituksena on pyrkiä selvittämään, haihtuvatko suoja-aineet täysin testattavista materiaaleista jälkiä jättämättä ja kuinka kauan täydelliseen haihtumiseen kuluu aikaa. Kalvonmuodostusta tutkin valmistamalla aineista erityyppisiä liuoksia sekä muuntelemalla levitysmenetelmiä ja tulosten tarkkailuun käytän avuksi kannettavaa mikroskooppia.

Haluan opinnäytetyössäni käyttää haihtuvista sideaineista niiden suomenkielisiä nimiä englanninkielisten cyclododecane, camphene/tricyclic camphene ja menthol sijasta. Tästä syystä tulen jatkossa käsittelemään aineita tekstissä nimillä syklo-dodekaani, kamfeeni/trisyklinen kamfeeni ja mentoli.

2 HAIHTUVAT SIDEAINEET JA NIIDEN OMINAISUUDET

Ensimmäisen kerran haihtuvat sideaineet esiteltiin konservoinnin yhteydessä vuonna 1995 saksalaisten konservaattorien ja tutkijoiden Hans Michael Hangleiterin, Elisabeth Jägersin sekä Erhart Jägersin työn tuloksena (Franz 2002, 71). Tutkijat olivat halunneet kehittää täysin uudenlaisen, ominaisuuksiltaan väliaikaisen, aroille ja hauraille materiaaleille soveltuvan suojausmenetelmän, joka mahdollistaisi kohteiden suojaamisen niitä vahingoittamatta mm. kuljetuksen tai konservointikäsitteilyjen, kuten puhdistuksen aikana. Ongelmaksi katsottiin siihen asti käytettyjen, ja vieläkin pääasiallisesti käytössä olevien luonnon ja synteettisten sideaineiden, sekä materiaalien vahvistukseen käytettyjen konsolidointiaineiden poistettavuus käsitellyiltä pinnoilta. Jälkikäsitteilynä joudutaan yleensä aina turvautumaan joko liuottimiin tai aineiden mekaaniseen poistoon, ja nämä altistavat kohteen poikkeuksetta ylimääräiselle rasiukselle. Lisäksi huolenaiheena on epätietoisuus siitä, minkä verran käsitelyaineita loppujen lopuksi jää käsiteltävään materiaaliin, jolloin ne saattavat vaikuttaa kohteen ennenaikaiseen vanhenemiseen tai jopa tuhoutumiseen. (Jägers & Jägers 1999, 37.)

Haihtuvien sideaineiden ryhmään voidaan lukea materiaalit, jotka huoneenlämmössä ovat kiinteitä ja joilla on suhteellisen korkea ilmanpaine-arvo (hPa/mBar) haihtumisen mahdollistamiseksi. Jotta aineet soveltuisivat konservointikäyttöön, tulisi niiden sietää käsitteilyssä yleisesti käytettäviä poolisia liuottimia, kuten vettä, etanolia ja asetonia. Sen sijaan liukeneminen yleisimpiin orgaanisiin liuotainaineisiin olisi suotavaa monipuolisen ja laaja-alaisemman käytön mahdollistamiseksi. Lisäksi nopea haihtuminen, suhteellisen matala sulamispiste sekä ihanteellinen kalvonmuodostus ovat ominaisuuksia, jotka materiaalien tulisi täyttää. Aineet eivät myöskään saa olla haitallisia terveydelle tai ympäristölle. (Brückle, Thornton, Nichols & Strickler 1999, 162; Franz 2002, 71; Geller & Hiby 2002, 13.) Kyseiset ominaisuudet mahdollistaisivat niiden monipuolisen, kohdetta tuhoamattoman käytön lähestulkoon kaikilla konservoinnin alueilla. Nämä kriteerit täyttäväksi aineiksi katsottiin vahamaiset syklo-dodekaani, kamfeeni, trisykleeni sekä mentoli. Tässä opinnäytetyössä olen

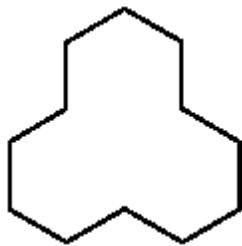
valinnut vertailuun sykloodekaaniin ja mentolin lisäksi valmiina sekoituksena saatavilla olevan trisyklisen kamfeenin.

2.1 Sykloodekaani

Ensimmäisen kerran sykloodekaania valmistettiin synteettisesti vuonna 1926, jolloin sveitsiläinen Leopold Ruzicka havaitsi sen soveltuvan osaksi parfyymien valmistusprosessia. Vielä nykyäänkin sykloodekaaniin käyttö eri tavoin osana hajusteiden valmistusta on yleistä. Sykloodekaania syntyy sykloodekatrieenin käsittelyn sivutuotteena ja sitä käytetään lisäksi mm. Nailonin sisältämän laurolaktaamin valmistukseen. (Rowe & Rozeik 2008, 18.) Yhtenä sykloodekaaniin valmistajana tunnetun Invista-yhtiön mukaan sykloodekaani soveltuu myös väliaikaiseksi sideaineeksi sekä keramiikan muotoilussa että metallin sintrauksessa, jolloin metallijauheesta valmistetaan kiinteitä kappaleita lämmön avulla (Invista 2005a).

2.1.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Sykloodekaani on sykloalkaaninen hiilivety ($C_{12}H_{24}$), joka haihtuu huoneenlämmössä sublimoitumalla eli kiinteästä olomuodosta suoraan kaasuksi, muuttumatta ensin nestemäiseksi. (Kremer 2009a, 1.) (Kuvio 1).



Kuvio 1: Sykloodekaanin rakenne (Invista 2005a)

Huoneenlämmössä sykloodekaani on valkoinen, hieman läpikuultava, vahamainen aine, jonka tuoksu on erittäin mielto (Kuva 1).



Kuva 1: Syklododekaanirakeet

Syklododekaanin sulamispiste on n. 60 °C:ssa, jonka saavutettuaan se muuttuu kirkkaaksi ja juoksevaksi, mutta lämpötilan laskiessa alle sulamispisteen se palautuu jälleen kiinteään olomuotoon (Taulukko 1). (Kremer Pigmente 2009a; Kremer Pigmente 2009b; Invista 2005b, 3.) Aerosoli-muodossa olevassa syklododekaanissa liuottimina toimivat propaani sekä butaani. Suihkeesta liuotinaineet haihtuvat välittömästi ja jäljelle jää vain puhdas, hienojakoinen ja läpinäkymätön syklododekaanijauhe. Jauhoisuus häviää vähitellen käsiteltävän materiaalin pinnalla ja syklododekaanisuihke muuttuu kiinteäksi, jolloin se lämmitettäessä käyttäytyy kuten vahamainen syklododekaani. (Kremer 2009b, 1; Hangleiter 2004a.) Sekä syklododekaanin että syklododekaanisuihkeen käyttöturvallisuustiedotteet löytyvät opinnäytetyön lopusta liitteenä (LIITTEET 1 ja 2).

Taulukko 1: Syklododekaanin fysikaaliset ominaisuudet

	Syklododekaani kiinteä	Suihke
Sulamispiste	58–61 °C	-
Kiehumispiste	239–243 °C	-
Leimahduspiste	98–114 °C	-
Syttymispiste	230–265 °C	-
Höyrynpaine*	n. 0,1 hPa (20 °C)	8300 hPa
Tiheys	0,830–0,855 g/cm ³	0.651 g/cm ³
Viskositeetti (65 °C)	2,2 mPa*s	-
Molekyyliaino	168.319 g/mol	-

*Höyrynpaine ilmaisee haihtumisherkkyuden tietyssä lämpötilassa (1 hPa = 1 mbar = 0,75 mmHg)

2.1.2 Liukoisuus

Syklododekaani liukenee erittäin hyvin kyllästettyihin, aromaattisiin ja halogenoituihin hiilivetyihin, joilla on suhteellisen matala kiehumispiste. Tällaisia liuottimia ovat mm. pentaani, heksaani, iso-oktaani ja teollisuusbensiini eli nafta. Sen sijaan liukenevuus poolisiin liuottimiin, kuten veteen, alkoholeihin tai asetoniin on lähes olematon.

Syklododekaanin liukoisuus 20 asteiseen veteen on vain n. 0,01 g/l. Juuri liukenemattomuus poolisiin liuottimiin on kalvonmuodostuksen lisäksi ominaisuus, joka mahdollistaa syklododekaanin laajat käyttömahdollisuudet konservoinnissa väliaikaisena suojana esimerkiksi puhdistustoimenpiteiden aikana. (Hangleiter 2004a.)

2.1.3 Kalvon muodostus

Sulatettu, puhdas syklododekaani muodostaa käsiteltävän materiaalin pinnalle erittäin tiiviin, joustavan ja mekaanista rasitusta hyvin kestävän kalvon, joka etenkin paksuna kerroksena on hydrofobinen eli hylkii tehokkaasti vettä. Sulatetusta syklododekaanista syntyvä kalvo estää hyvin etanolin, asetonin sekä isopropanolin imeytymisen suojattavaan materiaaliin. Suhteellisen korkean sulamispisteen ja nopean jäähtymisen ansiosta puhtaalla syklododekaanilla on hyvin vaikea siveltimellä levitettynä saada aikaiseksi tasaista kalvoa. Lisäämällä sulatettuun syklododekaaniin n. 10 % liuotinainetta, voidaan sen jähmettymislämpötilaa jonkin verran säädellä. Näin saadaan aikaiseksi huomattavasti helpommin käsiteltävä liuos, jonka levitys onnistuu hyvin siveltimellä. (Hangleiter 2004a.)

Lämpötilan vaikutus kalvonmuodostuksessa on suuri, sillä syntyvät kristallikiteet mahdollistavat lämpötilan laskusta ja käytetystä liuottimesta riippuen joko tiiviin tai huokoisen kalvon syntymisen. Mitä hitaammin syklododekaanin lämpötila laskee ja liuotin haihtuu, sitä suurempia kiteitä syntyy ja kalvosta muodostuu huokoisempi. Nopea lämpötilan lasku ja liuottimen haihtuminen taas saa aikaiseksi pienemmät kiteet, jotka limittyvät lähelle toisiaan, ja näin ollen kalvosta tulee tasaisempi ja tiiviimpi. Paksu kalvo on hyvin joustava ja vettä hylkivä, mutta sen mekaanisen rasituksen kesto on hieman heikompi kuin puhtaan, sulatetun syklododekaanin. Kalvo on kuitenkin riittävän tiivis, jotta etanolin, asetonin ja isopropanolin imeytyminen suojattavaan materiaaliin voidaan estää. (Hangleiter 2004a.)

Sulattamalla sykloodekaanirakeet suoraan liuottimeen saadaan aikaiseksi ohut suojakalvo, jonka tiiviys ja läpäisemättömyys ovat yhteydessä lämpötilan laskiessa syntyvien kristallikiteiden kokoon. Mahdollisimman tasaiseen ja tiiviiseen kalvonmuodostukseen päästään valitsemalla erittäin nopeasti haihtuva liuotin, jonka sulamispiste on mahdollisimman alhainen. Vaikka syntyvä kalvo on hyvin vettä hylkivä, on se melko huokoinen. Tästä johtuen kalvon hydrofobinen ominaisuus heikkenee lisättäessä puhdistusveteen etanolia, asetonia tai isopropanolia, sillä ne laskevat veden pintajännitystä ja vesi pääsee helpommin imeytymään huokoisen kalvon läpi. Myös kalvon joustavuus sekä mekaanisen rasituksen kestävyys heikentyvät liuottimen ansiosta. Liuoksena sykloodekaania on erittäin helppo levittää siveltimellä tai esim. kynäruiskulla, jolloin syntyvä kalvo on ohut ja tasainen ja soveltuu etenkin tiiviiden materiaalien pintasuojaukseen. Sen sijaan tiiviin suojakalvon aikaansaaminen huukoille pinnoille on melko hankalaa ja aikaa vievää, sillä liuottimen ansiosta suuri osa sykloodekaanista imeytyy itse materiaaliin, jättäen sen pinnalle vain ohuen kalvon. Kalvon paksuutta on mahdollista kasvattaa useammalla sivelykerralla, mutta mahdollisimman tiiviin pinnan saamiseksi on liuottimen annettava haihtua edellisestä kerroksesta ennen uutta sivelyä, jotta kristallisoituminen voisi tapahtua. (Hangleiter 2004a.)

Sykloodekaanisuihke eroaa huomattavasti muista käyttömuodoista sen vuoksi, että se ei muodosta kalvoa kristallisoitumalla. Aerosolipullossa sykloodekaanin liuottimena toimii ainoastaan ponnekaasu (butaani ja propaani), joka suihkuttaessa haihtuu välittömästi jo ennen kuin se saavuttaa käsiteltävän pinnan. Liuottimen haihtuessa jäljelle jää jauhomainen, puhdas sykloodekaani, joka vähitellen muuttuu huokoiseksi ja vettä hylkiväksi kalvoksi. Sykloodekaanisuihkeen hydrofobisuus heikkenee huomattavasti lisättäessä veteen etanolia, asetonia tai isopropanolia. Kalvosta on mahdollisuus saada tiiviimpi sulattamalla se esimerkiksi lämpölusikalla suojattavaan materiaaliin. Liuottimen puuttuessa sykloodekaanisuihke ei imeydy materiaaliin pintaa syvemmälle. Kalvo on kohtuullisen joustava ja kestää jonkin verran mekaanista rasitusta. Erityisen tärkeää sykloodekaanisuihketta käytettäessä on sen levitysetäisyys itse kohteesta. Ponneaineen haihtuessa nopeasti on tärkeää pitää suihkutusetäisyys pienenä, n. 3–4 cm:ssä, jotta sykloodekaani tarttuisi pintaan mahdollisimman hyvin. (Hangleiter 2004a.)

2.1.4 Haihtuvuus

Syklododekaani haihtuu huoneenlämmössä melko hitaasti. Sen höyrynpainearvo on näistä kolmesta käsiteltävästä aineesta matalin. Haihtumisnopeudesta ei voi antaa yksiselitteisiä, selkeitä arvoja, sillä siihen vaikuttavat useat eri seikat. Syklododekaani haihtuu tiiviiltä pinnalta huomattavasti nopeammin kuin huokoiselta ja niiltäkin eri tavoin riippuen huokoisen materiaalin tiiviyydestä. Haihtumiseen vaikuttaa luonnollisesti mm. kalvon paksuus ja huokoisissa materiaaleissa aineen imeytymissyvyys. Täydellinen haihtuminen huokoisesta materiaalista voi pahimmassa tapauksessa kestää jopa vuosia, mikäli syklododekaani on imeytetty syväälle materiaaliin. Pitkä haihtumisaika voi aiheuttaa ongelmia, mikäli siihen ei ole työn loppuun saattamisen kannalta mahdollista varata riittävästi aikaa. Jälkikäsittelety pinoille, joissa syklododekaania on vielä jäljellä, voivat epäonnistua täysin haihtumisen ansiosta. Mitä tiiviimpi muodostuva kalvo on, sen hitaammin se haihtuu. Sulatetun syklododekaanin haihtumisaika saattaa olla useita vuorokausia tai jopa viikkoja pidempi kuin liuotetun syklododekaanin. (Hangleiter 2004a.)

Haihtumista on mahdollista nopeuttaa, joko lämmön avulla tai liuottimella. Jo pienikin lämpötilan nousu vaikuttaa haihtumiseen kiihdyttävästi, kun taas vastaavasti lämpötilan lasku pysäyttää haihtumisen täysin. Huomattavasti nopeampaan haihtumiseen päästään lämmittämällä syklododekaanikalvoa esimerkiksi lämpöpuhaltimella. Toisena vaihtoehtona etenkin huokoisille syklododekaanikalvoille, jotka halutaan poistaa nopeasti, on käyttää avuksi liuotinainetta. Liuotinta voi joko suihkuttaa syklododekaanin päälle tai vaihtoehtoisesti levittää sitä esimerkiksi siveltimellä tai vanulla. (Hangleiter 2004a.)

Haihtumisen voi estää lämpötilan laskun lisäksi suojaamalla syklododekaanikalvo mahdollisimman ilmatiiviiksi, ja tähän hyvin soveltuvia materiaaleja ovat esimerkiksi alumiinifolio tai muovikelmu. Kun suojaus poistetaan ja syklododekaani reagoi ilman kanssa, käynnistyy haihtuminen välittömästi. (Hangleiter 2004a.)

2.1.5 Käyttöturvallisuus

Syklododekaanin haitallisuutta ihmiselle ei vielä ole tutkittu perusteellisesti tai edes riittävästi, vaikka sen käyttö on viidentoista vuoden aikana levinnyt jo melko laajalle konservaattorien keskuudessa. Saatavissa olevan tiedon mukaan se saattaa aiheuttaa jonkin verran ärsytystä silmissä, iholla ja hengityselimissä. (Oxford University 2003.) Valmistajan käyttöturvallisuustiedotteessa kehoitetaan välttämään iho- sekä silmäkontaktia ja työskentelemään ilmastoiduissa tiloissa. (LIITE 1).

Käytettäessä syklododekaania liuksena on erityistä huomiota kiinnitettävä liuottimien valintaan, etenkin niiden aiheuttamiin terveysriskeihin ja suojauduttava sen mukaisesti. Haihtuvien liuotinhöyryjen hengittäminen on terveysriski, joka on otettava huomioon suorittamalla työ joko vetokaapissa tai muuten hyvin ilmastoidussa tilassa, asianmukaista hengityssuojainta käyttäen. Liuottimia käytettäessä on muistettava lisäksi niihin liittyvä syttymisvaara, sillä useissa tapauksissa sopivin liuotin on myös herkästi syttyvää jo alhaisissa lämpötiloissa.

Konservointikäyttöön otettujen, ns. uusien aineiden, kuten syklododekaanin tutkimuksessa ongelma on yleensä siinä, että konservointi ammattialana on pieni ja sen myötä käyttäjien määrä on melko vähäinen. Teollisuudessa kyseisiä aineita käytetään huomattavasti isompina määrinä, täysin erilaisiin tarkoituksiin ja yleensä hyvin suojatussa ympäristössä. Tästä syystä saatavilla olevia tutkimustuloksia olisi tulkittava kriittisesti, sillä konservaattorin altistuminen aineille työssään saattaa olla hyvin erityyppistä kuin jos työskennellään suojatussa tehdasympäristössä. Vaarana onkin, että konservaattorin altistumista näille mahdollisesti terveydelle haitallisille aineille helposti aliarvioidaan, kun tutkimusta tehdään teollisuuden käyttötarkoituksia varten. (Rowe & Rozeik 2008, 26.)

Syklododekaania ei jälleenmyyjän käyttöturvallisuustiedotteen mukaan suositella hävitettävän jäteveden tai kiinteän normaalijätteen mukana, vaan sen hävittämisessä on noudatettava paikallisia jätteenkäsittelylaitoksen ohjeita. (Kremer Pigmente 2009a, 1, 3; Kremer Pigmente 2009b, 3–5.) Euroopan kemikaalivirasto (European Chemicals Agency, ECHA) ilmoittaa kuitenkin vuonna 2008 päivityksessä, hyvin suurta huolta aiheuttavia aineita (Substance with Very High Concern, SVHC) käsitellessä dokumentissaan, että syklododekaanin voi hävittää jäteveden mukana tai haihduttamalla. Sen ei katsota suodattuvan maaperään ja veteen joutuessaan se joko

haihtuu tai jakautuu osittain sedimenttiin. (European Chemicals Agency 2008, 7.) Kesäkuussa 2008 Ranska teki Euroopan kemikaalivirastolle ehdotuksen, jonka mukaan sykloodekaani pitäisi liittää sekä pysyvien-biokertyvien että myrkyllisten aineiden (Persistent, Bioaccumulative and Toxic, PBT) ja hyvin pysyvien ja hyvin biokertyvien aineiden (very Persistent, very Bioaccumulative, vPvB) joukkoon (France 2008, 3). PBT- ja vPvB -aineet ovat usein rengasrakenteisia ja huonosti veteen liukenevia. (Priha 2007, 5.)

Ranskan ehdotus liittää sykloodekaani haitallisten aineiden listalle perustui Euroopan PBT Working Groupin vuonna 2007 tekemään arvioon, jonka mukaan tutkimusryhmä piti sykloodekaania erityisesti huolta aiheuttavana aineena. Ryhmän raportista ilmeni, että testien perusteella sykloodekaani hajoaa luonnossa hyvin hitaasti tai ei ollenkaan, ja tästä syystä sen katsottiin olevan luonteeltaan hyvin pysyvä (vP). Biokertyvyyttä oli raportin mukaan testattu kaloista, ja niistä mitatut biokertyvyystekijät (Bioconcentration Factor, BCF) ylittivät reilusti suositeltavat arvot. Tämän vuoksi ryhmä luokitteli sykloodekaanin hyvin biokertyvien (vB) aineiden joukkoon. (PBT Working Group 2007, 7–8.)

Sykloodekaanin toksisuutta oli niin ikään tutkittu kaloista, ja osassa tutkimuksia oli satunnaisesti saatu viitteitä siitä, että sykloodekaani ylittäisi myrkyllisten aineiden raja-arvot. Ongelmaksi muodostui tutkimusraporttien puutteellisuus, jolloin tuloksia ei voitu pitää luotettavina. Euroopan PBT Working Group suositteli kuitenkin sykloodekaania käsiteltävän myrkyllisenä aineena puutteellisista tutkimustuloksista huolimatta. Ryhmä esitti vielä raportin lopuksi, ettei lisätutkimusta sykloodekaanin pienimuotoisesta käytöstä johtuen tarvita, sillä teollisuudessa sykloodekaania käytetään vain muiden kemikaalien valmistusprosesseissa. (PBT Working Group 2007, 6, 8.)

Euroopan kemikaalivirasto puolsi Ranskan tekemää ehdotusta osittain lokakuussa 2008 julkaistussa dokumentissa ja totesi, että sykloodekaani täyttää joko biokertyvän aineen (B) tai jopa hyvin biokertyvän aineen (vB) kriteerit. Sen sijaan sen pysyvyydestä (P) tai toksisuudesta (T) ei tutkimuksissa ole saavutettu riittävästi luotettavaa näyttöä, jotta sitä voitaisiin pitää erityistä huolta aiheuttavana aineena, ja lisätutkimus viraston mukaan olisi suotavaa. (European Chemicals Agency 2008, 3.)

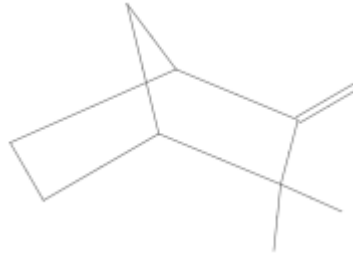
Konservoinnissa sykloodekaanin pääasiallinen käyttötapa on suojata kohde väliaikaisesti, jolloin sen annetaan haihtua käsiteltäviltä pinnoilta. Haihtuessaan se hajoaa ilmakehässä nopeasti lyhyen puoliintumisaikansa vuoksi. Tästä syystä sykloodekaanin ympäristövaikutukset melko pienimuotoisessa konservointikäytössä ja oikein hävitettynä jäävät hyvin vähäisiksi. Sen sijaan aineen terveysriskeihin ihmiselle olisi jatkossa syytä perehtyä paremmin ja selvittää mahdolliset vaaratekijät, sillä sykloodekaania päivittäin työssään käyttävien ja sille altistuvien konservaattorien määrä kasvaa jatkuvasti. Hangleiter (2010) vetoaa sykloodekaanin terveyshaittojen osalta kuitenkin siihen tosiasiaan, että hitaan haihtumisensa vuoksi kuutiometrissä 20 asteista huoneilmaa sykloodekaanin osuus on jopa alle 0,7g, ja tästä syystä sen ei katsota olevan erityisen haitallinen hengityselimille tai aiheuttavan ihoärsytystä. (Hangleiter 2010.) Tästä huolimatta on suojautuminen työskentelytilanteessa otettava huomioon, etenkin jos siihen liittyy liuottimien käyttö.

2.2 Trisyklinen kamfeeni

Sekä kamfeeni että trisykleeni ovat aineita, joita on jo pitkään käytetty mm. elintarviketeollisuudessa aromiaineina. Lisäksi kamfeenia lisätään pieninä määrinä esimerkiksi ilmanraikastimiin, kosmetiikkaan ja pyykinpesuaineisiin sen aromaattisen tuoksun ansiosta. (The Good Scents Company 2010a ja b.) Kamfeenia käytettiin vielä 1800-luvun puolivälissä öljylamppujen polttoaineena, mutta sen syttymisherkkyys johti käytön rajoittamiseen tässä tarkoituksessa (Wikipedia 2010).

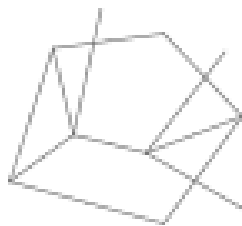
2.2.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Kamfeeni ($C_{10}H_{16}$) kuuluu kemialliselta ryhmältään terpeeneihin, on sykloalkaaninen hiilivety ja esiintyy luonnossa eri mäntylajien eteeristen öljyjen ainesosana. Teollisuudessa kamfeenia syntyy sivutuotteena useiden prosessien yhteydessä, jolloin se luetaan raakakemian tuotteeksi. Kamfeenin rengasrakenteen ulkopuolella on kaksoissidos, jonka ansiosta se hapettuu herkästi (Kuvio 2). Hapettumisen ansiosta kamfeeni menettää haihtumiskykynsä ja se muuttuu keltaisen ruskeaksi, tahmeaksi aineeksi. Tämän vuoksi konservoinnissa käytettävänä haihtuvana sideaineena kyseeseen voi tulla vain kamfeeni, johon on jo valmistusvaiheessa lisätty hapettumisenestoainetta. (Hangleiter 2004b.)



Kuvio 2: Kamfeenin rakenne (Wolfram Alpha 2010a)

Trisykleenin ($C_{10}H_{16}$) ominaisuudet ovat hyvin samanlaiset kuin kamfeenin, mutta siltä puuttuu kamfeenilta löytyvä rengasrakenteen ulkopuolinen kaksoissidos, jolloin se ei hapetu ja on näin ollen vakaampi (Kuvio 3). Luonnossa trisykleeniä esiintyy niin ikään havupuun öljyissä. (Hangleiter 2004b.)



Kuvio 3: Trisykleenin rakenne (Wolfram Alpha 2010a)

Opinnäytetyössä käytetty trisyklinen kamfeeni sisältää teollisesti valmistettua kamfeenia ja trisykleeniä lähestulkoon yhtä paljon (Kremer 2009c). Trisyklinen kamfeeni on huoneenlämmössä kiinteää, rakeet ovat läpinäkyviä ja tahmeita, ja siinä on erittäin voimakas, aromaattinen tuoksu (Kuva 2).



Kuva 2: Trisyklinen kamfeeni rakeina

Trisyklisen kamfeenin sulamispiste on noin $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, jonka saavutettuaan sen olomuoto muuttuu kirkaaksi ja juoksevaksi, mutta lämpötilan laskettua jälleen sulamispisteen alle, se jähmettyy hyvin nopeasti uudelleen (Taulukko 2). (Hangleiter 2004b; Kremer Pigmente 2003.) Trisyklisen kamfeenin käyttöturvallisuustiedote löytyy opinnäytetyön liitteestä (LIITE 3).

Taulukko 2: Kamfeenin ja trisykleenin fysikaaliset ominaisuudet

	Trisyklinen kamfeeni	Kamfeeni	Trisykleeni
Sulamispiste	35 °C	47 °C	68 °C
Kiehumispiste	156–160 °C	158,5 °C	152 °C
Leimahduspiste	26 °C	26 °C	26 °C
Syttymispiste	265 °C	265 °C	
Höyrinpaine *	n. 3,3 hPa (20 °C) n. 21,5 hPa (50 °C)	3,8 hPa (20 °C) n. 21,5 hPa (50 °C)	
Tiheys (20 °C)	0,870 g/cm ³	0,841 g/cm ³	0,844 g/cm ³
Viskositeetti (50 °C)	1,6 mPa*s	1,6 mPa*s	
Molekyylipaino	136,234 g/mol	136,234 g/mol	136,234 g/mol

*Höyrinpaine ilmaisee haihtumisherkkyuden tietyssä lämpötilassa (1 hPa = 1 mbar = 0,75 mmHg)

2.2.2 Liukoisuus

Trisyklinen kamfeeni liukenee erittäin hyvin kyllästettyihin, aromaattisiin ja halogenoituihin hiilivetyihin, mutta sen oman erittäin nopean haihtumisominaisuutensa vuoksi ei näiden liuottimien käyttö ole tarpeellista. Trisyklinen kamfeeni liukenee lisäksi kaikkiin yleisimpiin poolisiin liuottimiin, kuten etanoliin ja asetoniin, mutta sen liukoisuus veteen on hyvin heikko, vain n. 0,2 mg/l. Liukoisuus lähes kaikkiin yleisimpiin liuottimiin rajoittaa huomattavasti trisyklisen kamfeenin käyttöä hydrofobisena kalvonmuodostajana konservoinnissa silloin, kun liuottimien käyttö on tarpeellista ja todennäköistä. (Hangleiter 2004b.)

2.2.3 Kalvon muodostus

Sulatettu trisyklinen kamfeeni muodostaa täysin homogeenisen, vahamaisen ja vettä hylkivän kalvon. Toisin kuin sykloodekaani, trisyklinen kamfeeni ei jäähtyessään muodosta kristallimaista rakennetta ja sen vuoksi syntyvä kalvo on erittäin tiivis, mutta myös joustava. Kalvo on koostumukseltaan hyvin pehmeä eikä sen vuoksi kestä mekaanista rasitusta. Trisyklisen kamfeenin levitys onnistuu hyvin siveltimellä, mikäli sen lämpötila on riittävän korkea. Muussa tapauksessa se jähmettyy liian nopeasti, jolloin levitys muuttuu hyvin hankalaksi. (Hangleiter 2004b.)

2.2.4 Haihtuvuus

Trisyklinen kamfeeni haihtuu huoneenlämmössä, ja sen höyrynpainearvo on tässä vertailussa käsitellyistä aineista kaikkein korkein, mikä kertoo suoraan sen nopeasta haihtumisominaisuudesta. Trisyklinen kamfeeni haihtuu erittäin lyhyessä ajassa pinnoilta, riippumatta materiaalin huokoisuudesta, kalvon paksuudesta tai imeytymissyvyydestä. Haihtumista voi tarvittaessa nopeuttaa lämmön avulla. Kaikissa tapauksissa haihtumisaika voidaan mitata enintään tunneissa. Tästä syystä trisyklinen kamfeeni soveltuu hyvin käytettäväksi silloin kun suojauksen tarve on lyhytaikaista, kuten puhdistuksen yhteydessä, eikä haihtumisen odotteluun ole mahdollista käyttää aikaa. Trisyklisen kamfeenin haihtuminen voidaan estää peittämällä se mahdollisimman ilmatiiviillä materiaalilla, jolloin työskentelyaikaa voidaan pitkittää. Haihtuminen käynnistyy, kun suojaus poistetaan. (Hangleiter 2004b.)

2.2.5 Käyttöturvallisuus

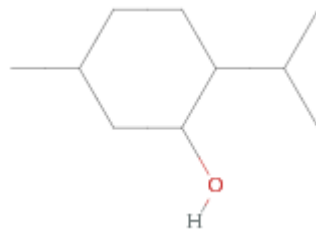
Trisyklisen kamfeenin kanssa työskennellessä on otettava huomioon, että se on herkästi syttyvä aine, ja mahdollisia kipinän aiheuttajia on varottava. Trisyklinen kamfeeni voi aiheuttaa ärsytystä silmissä, ihosta sekä hengityselimissä ja imeytyminen ihon kautta saattaa olla haitallista. Tämän vuoksi työskennellessä on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta ja vältettävä höyryjen hengittämistä sekä ihokosketusta. Toisaalta ainetta käytetään myös elintarviketeollisuudessa aromatisoijana, joten pieninä määrinä se ei ole terveydelle haitallinen. Trisyklisen kamfeenin on todettu olevan vahingollinen vesistöille, jonne joutuessaan se voi aiheuttaa pitkäaikaista haittaa, joten hävittäminen on tehtävä mieluiten haihduttamalla. Trisyklinen kamfeeni hajoaa haihtuessaan täysin nopean puoliintumisaikansa vuoksi, joten siitä ei ole haittaa ilmakehälle tai otsonikerrokselle. (Fisher 2007; Kremer Pigmente 2003.)

2.3 Mentoli

Mentolia on jo kauan käytetty kivunlievittäjänä, yleensä suun ja kurkun alueiden ärtymien hoidossa. Mentolia löytyy huulirasvoista ja yskänlääkkeistä, mutta myös esim. hammastahnoista ja suuvesistä. Mentolia sisältävien voiteiden avulla voidaan lievittää iholla esiintyvää kutinaa sekä paikallisia lihaskipuja ja venähdyksiä. (Harrison 2005.)

2.3.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Mentoli ($C_{10}H_{20}O$) on kemialliselta luokitukseltaan terpeeni, joka luonnossa esiintyy piparminttuöljyn pääasiallisena ainesosana, toisin kuin synteettinen mentoli, joka on raakakemian tuote. Mentoli on tietyissä olosuhteissa erittäin herkkä reagoimaan happojen kanssa, sillä se pystyy veden haihtuessa muodostamaan kaksoissidoksia (Kuvio 4). (Kremer 2009d; Hangleiter 2004c.) Tämän vuoksi käsiteltävälle pinnalle olisi ensin hyvä tehdä pH-mittaus, mikäli on syytä olettaa sen olevan hapan.



Kuvio 4: Mentolin rakenne (Wolfram Alpha 2010b)



Kuva 3: Mentolirakeet

Mentoli on kiinteää huoneenlämmössä ja sen jääpuikkomaiset rakeet ovat hauraan kovia (Kuva 3). Tuoksu on aromaattinen ja voimakas. Mentolin sulamislämpötila on noin $31\text{ }^{\circ}\text{C}$, jonka yläpuolella se muuttuu kirkkaaksi ja juoksevaksi, mutta palautuu jälleen nopeasti kiinteäksi lämpötilan laskettua alle sulamispisteen (Taulukko 3). Mentolin käyttöturvallisuustiedote löytyy opinnäytetyön liitteestä (LIITE 4). (Hangleiter 2004c; Kremer Pigmente 2002.)

Taulukko 3: Mentolin fysikaaliset ominaisuudet

Mentoli	
Sulamispiste	31 °C
Kiehumispiste	216 °C
Leimahduspiste	91 °C
Syttymispiste	405 °C
Höyrinpaine*	1,07 hPa (20 °C)
Tiheys	0,9 g/cm ³
Viskositeetti (65 °C)	-
Molekyylipaino	156,265 g/mol

*Höyrinpaine ilmaisee haihtumisherkkyuden tietyssä lämpötilassa (1 hPa = 1 mbar = 0,75 mmHg)

2.3.2 Liukoisuus

Mentoli liukenee muiden haihtuvien sideaineiden tavoin erittäin hyvin kyllästettyihin, aromaattisiin ja halogenoituihin hiilivetyihin. Kuten trisyklinen kamfeeni, myös mentoli liukenee kaikkiin yleisempiin poolisiin liuottimiin, vesi pois lukien, mikä on jälleen ongelma konservoinnin kannalta. Vaikka mentolin liukenevuus puhtaaseen veteen on lähes olematon, vain 0,4 mg/l, muuttuu se helposti liukenevaksi lisäämällä veteen esim. etanolia. Tästä syystä mentolin hydrofobinen ominaisuus on hyvin kyseenalainen, varsinkin puhdistuksen aikaisena suojauksena. (Hangleiter 2004c.)

2.3.3 Kalvon muodostus

Sulatettu mentoli muodostaa pinnoille vahamaisen, melko tiiviin ja tasaisen kalvon, joka sykloodekaaniin tavoin muodostuu toisiinsa liittyneistä kristallikiteistä. Muodostunut kalvo on erittäin joustava, pinnaltaan hieman tahmea ja kestää melko hyvin mekaanista rasitusta. Sideaineena mentoli on sykloodekaaniin ja trisykliseen kamfeeniin nähden tehokkain. Lisäksi paksu, sulatetusta mentolista syntyvä kalvo hylkii hyvin vettä. (Hangleiter 2004c.)

Sulattamalla mentolirakeet poolittomaan liuottimeen saadaan aikaiseksi ominaisuuksiltaan lähes yhtä tiivis, tasainen ja vedenpitävä kalvo kuin käyttämällä puhdasta sulatettua mentolia. Erona on se, että liuottimen avulla mentoli saadaan imeytymään huokoisissa materiaaleissa tarvittaessa myös pintaa syvemmillä. Imeytymissyvyys riippuu liuottimen kiehumispisteestä; mitä korkeampi kiehumispiste,

sen syvemmälle materiaaliin mentoli imeytyy. (Hangleiter 2004c.)Tiiviillä pinnalla kalvoon muodostuu verkkomainen kuvio, joka syntyy liuottimen haihtuessa. Mitä hitaammin haihtuva liuotin on kyseessä, sitä selvemmäksi verkkokuvio muodostuu, sillä hitaan haihtumisen myötä kristallikiteet muodostuvat suuremmiksi ja kalvo huokoisemmaksi. Lämmitetty mentoli levittyy hyvin siveltimellä, sillä se jähmettyy vasta melko alhaisessa lämpötilassa. Koska mentolin tiedetään liukenevan kaikkiin muihin yleisesti käytettyihin liuottimiin paitsi puhtaaseen veteen, on sen käyttöä tämän ominaisuuden osalta tarkkaan harkittava konservoinnin yhteydessä.

2.3.4 Haihtuvuus

Mentoli haihtuu huoneenlämmössä melko hitaasti, mutta kuitenkin hieman nopeammin kuin sykloodekaani. Mentoliin pätevät samat säännöt kuin sykloodekaaniin, eli haihtumisnopeuteen vaikuttavat useat eri tekijät liuoksen lämpötilasta kalvon paksuuteen. Haihtumista voi nopeuttaa huomattavasti lämmittämällä mentolikalvoa esimerkiksi lämpöpuhaltimella, sillä mentolin sulamispiste on alhainen (Hangleiter 2004c). Mentolin haihtumista voi myös hidastaa tai estää kokonaan suojaamalla se mahdollisimman ilmatiiviillä materiaalilla, foliolla tai muovikelmulla, jolloin haihtuminen käynnistyy vasta kun suoja poistetaan.

2.3.5 Käyttöturvallisuus

Mentoli luokitellaan ärsytystä aiheuttavaksi aineeksi. Sillä on voimakas tuoksu, joka ärsyttää silmiä sekä hengitystiehyitä, lisäksi ihokosketusta olisi työskenneltäessä vältettävä. Mentolia käsiteltäessä onkin suositeltavaa käyttää suojakäsineitä ja -laseja sekä hengityssuojaimia. Mikäli mentolia käytetään liuottimien kanssa, on muistettava ottaa huomioon myös liuotinaiteita koskevat käyttöturvallisuusmääräykset. Mentoli on haitallista vesistölle, eikä sitä saa hävittää kaatamalla viemäriin tai normaalin talousjätteen mukana. (Kremer Pigmente 2002.)

3 KYSELYTUTKIMUS

Halusin opinnäytetyötäni varten kartoittaa kokemuksia haihtuvien sideaineiden käytöstä Suomessa, sillä suomenkielisen lähdemateriaalin puute antoi sen vaikutelman, ettei aineita meillä käytettäisi ainakaan kovin laajasti. Toisaalta tutkimuksen avulla halusin myös kasvattaa kiinnostusta aihetta kohtaan. Kyselyn toteuttamisen ajoitin opinnäytetyöni alkupuolelle, sillä ajatuksena oli rakentaa työni sisältö osittain myös kyselyn vastauksiin pohjautuvaksi.

3.1 Tutkimuksen toteuttaminen

Kyselylomakkeen laadin E-lomakeohjelman avulla, sillä halusin sen olevan sähköisessä muodossa, jolloin kyselyn lähettäminen ja etenkin siihen vastaaminen olisi mahdollisimman helppoa. Linkin kyselyyn lähetin sähköpostilla saateviestin yhteydessä kaiken kaikkiaan 143:lle eri alojen konservaattorille, joiden yhteystiedot keräsin pääasiassa Museotalon palvelu- ja tuotehakemistosta (PATU), Pohjoismaisen konservaattoriliiton Suomen osaston Internet-sivuilta sekä Museoviraston konservointialan linkkejä -sivustolta.

Kyselylomake koostui kymmenestä kysymyksestä, joista kaksi ensimmäistä kartoitti aineiden käyttöä, sekä tunnettuutta. Kysymyksillä 3–7 halusin saada lisätietoa käyttökokemuksista, mahdollisista aineiden käyttöön liittyvistä ongelmista sekä työskentelytavoista. Näihin täsmentäviin kysymyksiin oli mahdollisuus jättää vastaamatta, mikäli kokemusta kyseisistä aineista ei ollut. Kysymyksillä 8 ja 9 keräsin tietoa siitä, minkä tyyppisistä asioista vastaaja olisi haihtuviin sideaineisiin liittyen kiinnostunut kuulemaan lisää, sillä halusin mahdollisuuksien mukaan tuoda aineita tunnetuiksi siltä osin kuin kiinnostusta heräsi. Kyselyn lopuksi annoin vielä mahdollisuuden kommentoida aihetta tai itse kyselyä, ja pyysin vastaajan yhteystiedot sekä luvan siteerata vastauksia opinnäytetyössäni. Käyttämäni kyselylomake löytyy opinnäytetyön liitteenä (LIITE 5).

Kyselyyn oli mahdollista vastata kahden viikon ajan. Noin viikon päästä kyselyn lähettämisestä lähetin sähköpostilla muistutusviestin henkilöille, jotka siihen mennessä eivät vielä olleet vastanneet.

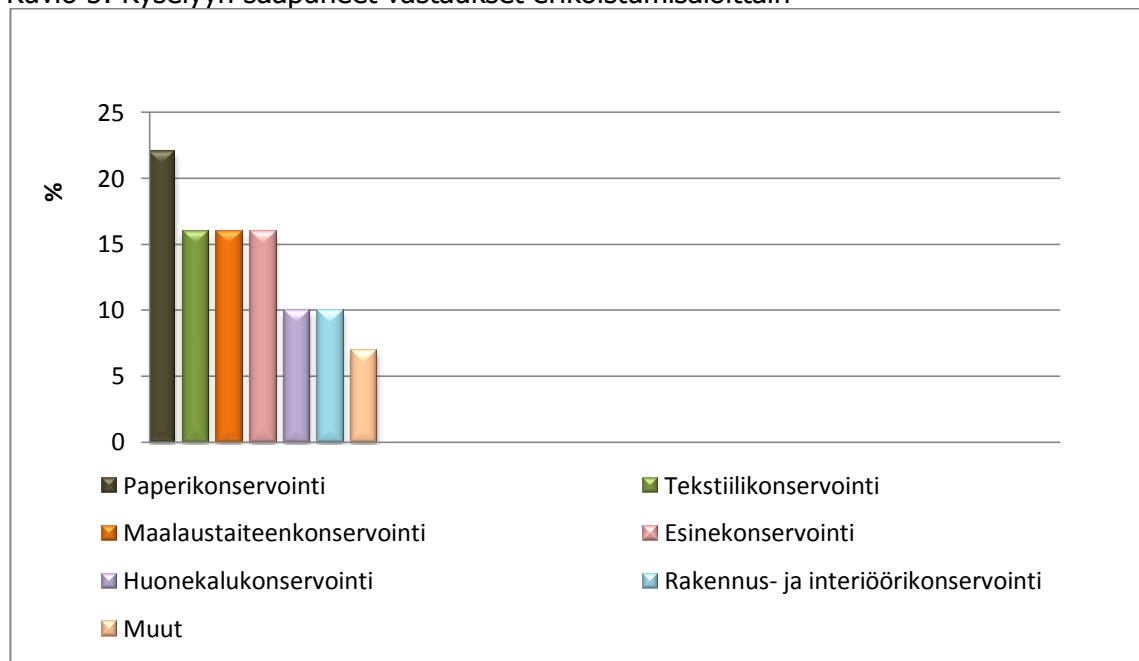
3.2 Tulokset

Täytettyjä kyselylomakkeita palautui 61 kappaletta, jonka lisäksi 6 henkilöä vastasi sähköpostin välityksellä. Kyselyn vastausprosentiksi muodostui näin ollen noin 47 %. Vastaukset jakaantuivat melko tasaisesti eri konservoinnin osa-alueille. Vastauksista noin 22 % (15 kpl) tuli paperikonservoinnin puolelta, joka oli myös kyselyn suurin vastaajaryhmä. Tekstiili-, maalaustaiteen- ja esinekonservaattorien vastausprosentti oli kullakin ryhmällä noin 16 % (11 kpl). Esinekonservaattorien ryhmään olen sisällyttänyt myös meriarkeologian sekä vettyneen materiaalin konservaattorit.

Huonekalukonservaattoreita vastaajista oli noin 10 % (7 vastausta), ja saman verran vastauksia tuli sekä rakennus- että interiöörikonservaattoreilta (10 % ja 7 kpl).

Lomakkeista 5 kpl, eli noin 7 % saapui ilman yhteystietoja, joista yksi oli mahdollista vastausten sisällön perusteella liittää paperikonservointiin, mutta muiden osalta päätelmiä erikoistumisalasta ei voinut suoraan tehdä (Kuvio 5).

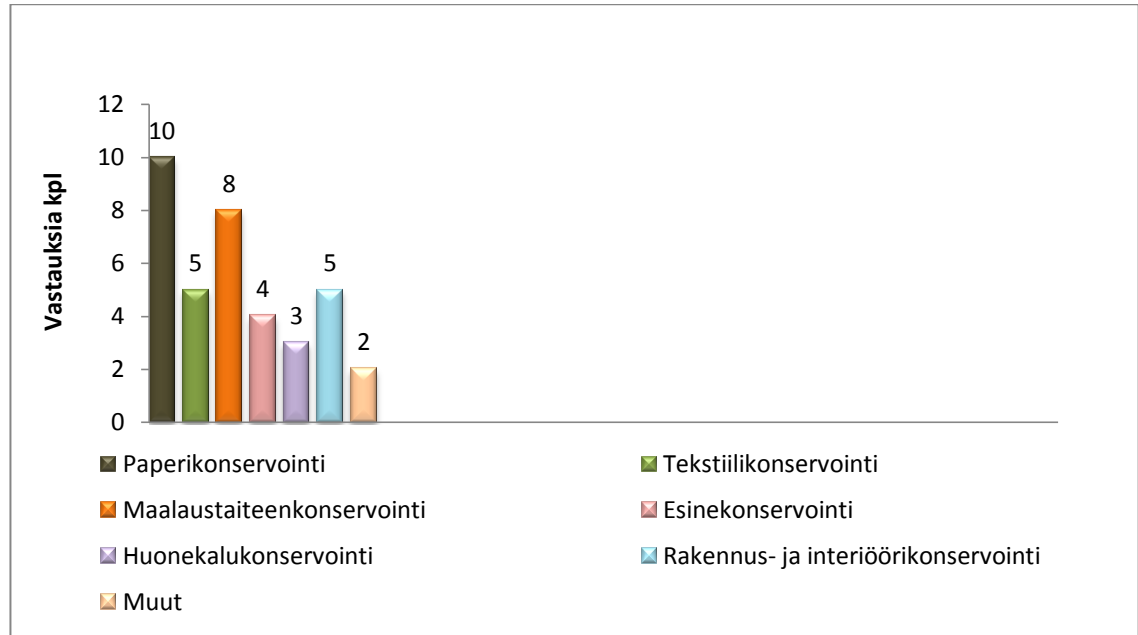
Kuvio 5: Kyselyyn saapuneet vastaukset erikoistumisaloittain



Kahteen ensimmäiseen kysymykseen olivat kaikki 61 lomakkeen palauttanutta henkilöä toivomukseni mukaan vastanneet. Vastaajista 35 oli joskus kuullut tai lukenut syklodeodekaanista, 4 trisyklisestä kamfeenista ja 10 mentolista. Pääosin vastaajat ilmoittivat saaneensa tietoa aineista ulkomaalaisista konservointialan julkaisuista tai niiden käyttö on kuulunut osana opintoihin, joista erityisesti mainittiin tekstiili- ja

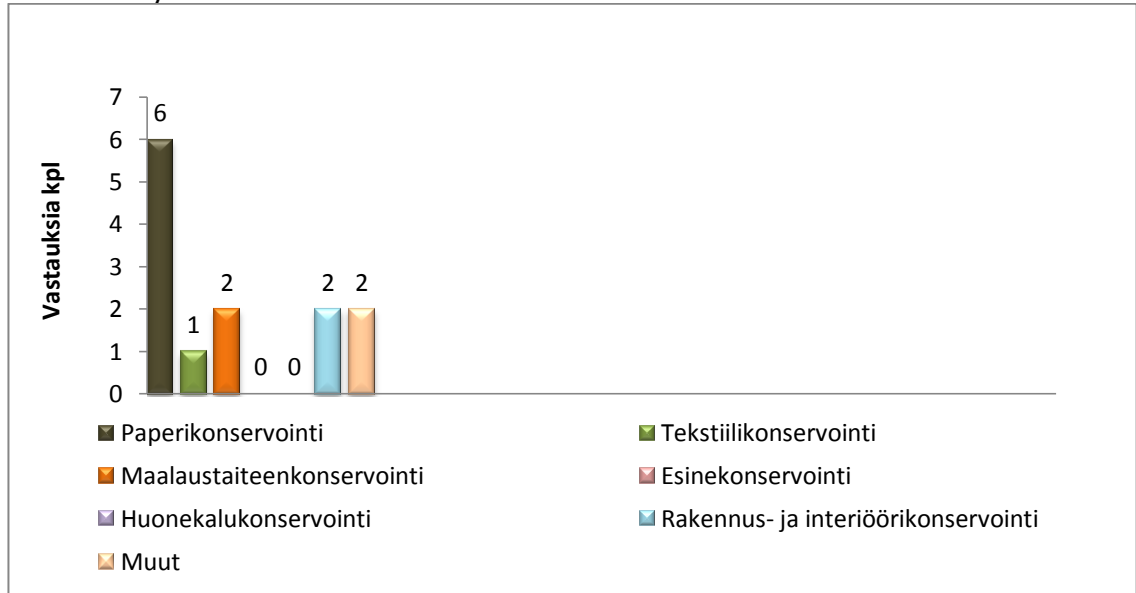
paperikonservoinnin opinnot. Eniten tietoisuutta aineita kohtaan kyselyn mukaan löytyy paperi- sekä maalaustaiteen konservaattoreilta, joilta vastauksia tuli lähes puolet kokonaismäärästä (Kuvio 6).

Kuvio 6: Haihtuvien sideaineiden tunnettuus erikoistumisaloittain



Toisessa kysymyksessä selvitettiin, kuinka moni vastaajista on itse käyttänyt haihtuvia sideaineita konservoinnin yhteydessä. Syklododekaania oli käyttänyt 10 vastaajaa ja mentolia yksi. Trisyklistä kamfeenia ei sen sijaan ollut yksikään vastaaja itse kokeillut. Eniten haihtuvia sideaineita oli käyttänyt paperikonservaattorit, ja rakennus- ja interiöörikonservoinnin alalla yksi vastaaja oli käyttänyt sekä syklododekaania, että mentolia (Kuvio 7). Yleisimmin syklododekaania oli käytetty tilapäisenä suojauksena vesipesun yhteydessä ja muina käyttökohteina mainittiin polykromiveistosten maalipinnan suojaaminen kuljetuksen aikana, sekä irtonaisten kalkkimaalauspintojen käsittely. Ainoa mentolin käyttökokemus liittyi myös kalkkimaalausten suojaamiseen.

Kuvio 7: Käyttökokemukset haihtuvista sideaineista erikoistumisaloittain



Syklododekaanin ja mentolin pääasiallinen käyttömuoto oli ollut suihke, ja lisäksi syklododekaanin osalta mainittiin sekä sulattaminen että liuottaminen. Yksi vastaaja muisti käyttäneensä syklododekaania ksyleeniin liuotettuna, ja myös white spiritiä tiedettiin käytetyn sen yhteydessä, mutta pääasiassa liuotinaineesta ei täysin varmaa muistikuvaa enää ollut. Sulatetun tai liuotetun syklododekaanin levitykseen oli käytetty joko sivellintä, pientä lusikkaa tai erityistä levitykseen soveltuvaa sulatuskuppia, ja imeytymistä oli tehostettu lämpöpuhaltimen avulla.

Ongelmia aineiden käytössä oli ilmennyt vain syklododekaanin yhteydessä. Ongelmallisimmaksi katsottiin suihkeen käytön epätarkkuus, etenkin pienillä pinoilla. Laajemmilla pinoilla suihke oli todettu olevan hankala levittää tasaisesti, ja kalvon paksuus saattoi vaihdella, jolloin haihtuminen on epätasaista ja siihen kuluva aikaa vaikea arvioida. Kaksi vastaajaa mainitsikin haihtumisen hitauden yhdeksi syklododekaanin suurimmaksi ongelmaksi, ja myös työturvallisuusseikat askarruttivat, etenkin liuottimien osalta. Lisäksi siveltimellä vedetyn viivan epätarkkuuteen ja näin muodostuvan kalvon epätasaisuuteen oli kiinnitetty huomiota.

Jatkotutkimusta tai lisätietoa haihtuvien sideaineiden osalta kaivattiin erityisesti niiden haihtumiseen liittyen. Moni vastaaja oli huolissaan siitä, haihtuvatko aineet täysin suojattavista materiaaleista jälkiä jättämättä tai vahingoittamatta suojattavaa kohdetta, ja lisäksi tietoa kaivattiin myös haihtumisnopeudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä.

Haihtuvien sideaineiden soveltuvuus erilaisille materiaaleille, sekä erot eri käyttömuotojen, kuten suihkeen ja liuoksen välillä kiinnostivat useaa vastaajaa. Lisäksi liuottimien käyttö ja niiden vaikutus yleensä haihtuvien sideaineiden ominaisuuksiin, sekä levitystekniikat olivat vastaajien mielestä mielenkiintoisia aiheita. Monessa vastauksessa toivottiin lisäksi esimerkkejä käyttökokemuksista, sekä käytännön työohjeita, ja yhtenä ehdotuksena mainittiin myös työnäytöksen järjestäminen.

Vastauksista ilmeni yleisesti huoli aineiden työturvallisuudesta ja mahdollisista haittavaikutuksista terveydelle, joista toivottiinkin saatavan lisätietoa. Osassa vastauksista haluttiin muistuttaa siitä tosiasiasta, ettei haihtuvia sideaineita vielä ole riittävästi tutkittu, jonka vuoksi niihin olisi toistaiseksi ainakin suhtauduttava kriittisesti.

3.3 Johtopäätökset

Olin tyytyväinen kyselytutkimukseen saapuneiden vastausten määrään, sillä se osoitti konservaattorien olevan aktiivisia ja lisäksi kiinnostuneita alalla tapahtuvaa kehitys- ja tutkimustyötä kohtaan. Vastaukset olivat opinnäytetyön kannalta kannustavia, ja niiden perusteella oli helppo kartoittaa mahdollista jatkotutkimuksen tarvetta, sekä aihetta. Yli puolet vastaajista toivoi saavansa lisätietoa haihtuvien sideaineiden käytöstä jollain tietyllä konservoinnin alueella, ja myös toive koulutustilaisuuksien järjestämisestä nostettiin esiin. Vaikka kiinnostus aihetta kohtaan oli suuri, näkyi toisaalta useassa vastauslomakkeessa huoli aineiden käyttöturvallisuudesta ja soveltuvuudesta kohdetta tuhoamattomaksi menetelmäksi. Huolimatta siitä, että moni vastaaja oli jossain vaiheessa kuullut haihtuvista sideaineista tai tutustunut niistä etenkin syklo-dodekaanin teoriatasolla, oli käytännön työhön soveltaminen jäänyt hyvin vähäiseksi, tai sitä ei ollut tapahtunut ollenkaan, sillä ainakin aineiden saatavuuden katsottiin osaltaan rajoittavan käyttöä. Suhteellisen uutta menetelmää pidetään vielä liian epävarmana, sillä aineiden pitkäaikaisesta vaikutuksesta materiaaleille ei varsinaista tutkimusta ole tiettävästi vielä tehty. Lisäksi suomenkielisen lähdeaineiston puuttuminen oli muutaman vastaajan mielestä harmillista, sillä konkreettisia esimerkkejä ja kokemuksia aineiden käytöstä erityyppisten materiaalien suojaukseen kaivattaisiin lisää. Kyselytutkimuksen vastaukset ohjasivatkin suurelta osin opinnäytetyöni lopullista sisältöä ja vahvistivat käsitystäni siitä, että tällä hetkellä aineiden ominaisuuksista tarvitaan pääasiassa perustietoa, jotta niiden mahdollisuuksia konservoinnissa voitaisiin soveltaa laajemmin.

4 HAIHTUMISTESTIT JA FT-IR -SPEKTROSKOPIA

Haihtumistestit toteutin sekä tiiviille että huokoisille pinnoille. Tämä siitä syystä, että aineiden haihtumisen kannalta mm. pinnan huokoisuudella ja imevyydellä on suuri merkitys. Pääasiassa voidaan sanoa haihtumisen olevan nopeampaa tiiviiltä ja imemättömiltä pinnoilta, sillä huokoisilla pinnoilla haihtumista hidastaa aineen imeytyminen, joissain tapauksissa hyvinkin syvälle käsiteltävään materiaaliin. Tiiviiksi pinnaksi testeihin valitsin lasin, ja haihtumista huokoiselta pinnalta tarkkailin sekä kalkkilaastipinnalle että japaninpaperille levitettyjen kalvojen avulla.

Syklododekaania käytin sulatettuna, liuotettuna sekä valmiina suihkeena, trisyklistä kamfeenia vain sulatettuna ja mentolia sekä sulatettuna että liuksena. Kaikissa testeissä käytin liuottimina joko petroleetteriä (Ligroiini, kiehumispiste 40–60 °C) tai teollisuusbensiniä (nafta, kiehumispiste 100–140 °C), sillä halusin tarkastella erityyppisten liuottimien vaikutusta sekä haihtumiseen että imeytymiseen huokoisilla pinnoilla. Soveltuvista liuottimista nämä kaksi olivat sekä helpoiten saatavilla ja lisäksi vähiten terveydelle haitallisia. Haihtuvat höyryt voivat kuitenkin hengitettynä aiheuttaa mm. huimausta, joten pyrin suorittamaan kaikki testit vetokaapissa tai muuten hyvin ilmastoiduissa tiloissa. Käyttämieni liuottimien tarkemmat koostumukset ja tiedot niiden toimittajista löytyvät liitteinä olevista käyttöturvallisuustiedotteista (LIITTEET 6 ja 7). Kaikista testialustoista tein haihtumisen jälkeen FT-IR -analyysit, jotta olisin voinut määrittellä kunkin käsittelyaineen kemiallisen koostumuksen. Analyysin avulla oli tarkoitus pyrkiä selvittämään, jääkö suoja-aineista materiaaliin jäämiä, vai oliko haihtuminen ollut täydellistä.

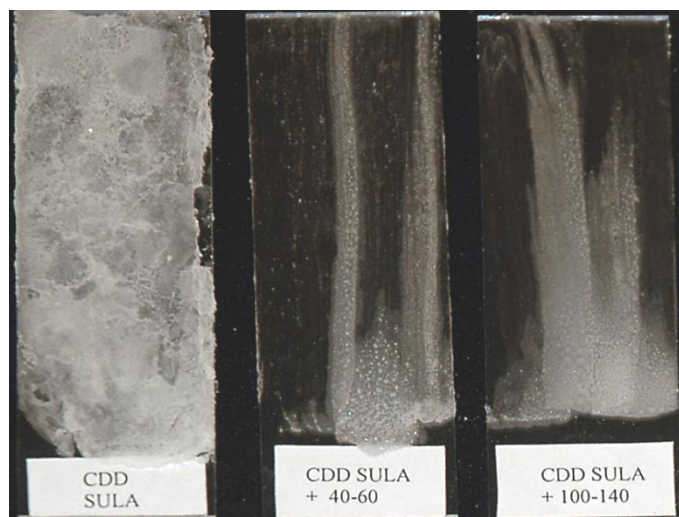
4.1 Haihtuminen tiiviiltä lasialustalta

Ensimmäisen haihtumistestin tein objektilasilevyille, koska halusin saada alustavan kuvan siitä kuinka aineet käyttäytyvät eri muodoissaan, niin haihtumisen kuin kalvonmuodostuksen osalta. Läpinäkyvältä lasipinnalta haihtumisen seuraaminen onnistui silmämääräisesti ja mahdolliset haihtumisen jälkeen testialustan pinnalla olevat aineiden jäämät oli helppo nähdä valoa vasten. Lisäksi tarkkailin kristallisoitumista ja kalvonmuodostusta lasipinnoilla kannettavaan tietokoneeseen liitettävän, digitaalisen Dino-Lite mikroskoopin avulla.

4.1.1 Testikappaleiden käsittely

Testiä varten käsittelin 7 objektilasia syklo-dodekaanilla (CDD), jota käytin sekä sulatettuna, liuotettuna että suihkeena. Puhdasta syklo-dodekaania lämmitin vesihauteessa, kunnes sen sulamispiste (60 °C) ylittyi ja se muuttui juoksevaksi. Lämpötila oli kuitenkin edelleen liian alhainen, jotta sitä olisi voinut käsitellä esimerkiksi siveltimellä, joten annoin sen lämmitä aina 85 °C asti. Koska lämpötila laskee nopeasti kylmällä lasilevyllä, oli sulan syklo-dodekaanin levittäminen siveltimellä edelleen hankalaa, sillä se jäähmettyi lähes välittömästi. Tämän vuoksi päätin testata levittämistä Melinex-kalvon ja lämpölusikan avulla. Kaadoin sulaa syklo-dodekaania Melinex-kalvolle, jolloin se oli hetken aikaa vielä juokseva ja kalvoa käännellen sain syklo-dodekaanin levittymään sille melko ohuelti ja tasaisesti. Kun aine oli jäähmettynyt, siirsin sen lasilevyn päälle, ja lämpölusikkaa avuksi käyttäen sulatin syklo-dodekaanin Melinex-kalvon läpi lasipinnalle. Kiinteä syklo-dodekaani muuttui lämmön (85 °C) avulla välittömästi juoksevaksi ja levittyi lasille melko tasaiseksi, mutta paksuksi kalvoksi, ja jäähmettyi välittömästi kun sitä ei enää lämmitetty.

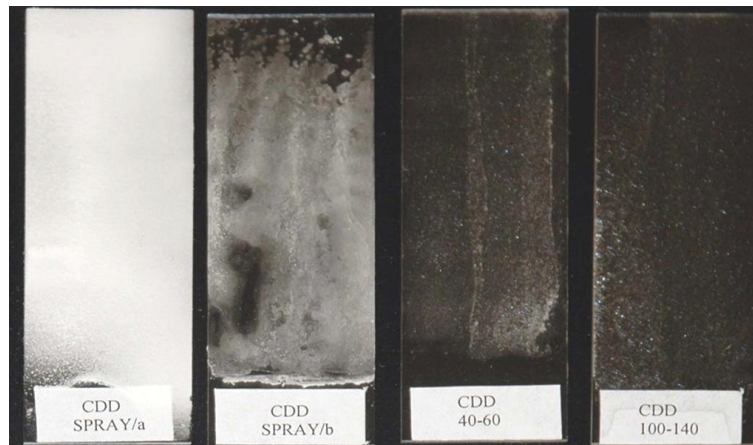
Hangleiterin (2004a) mukaan sulatetun syklo-dodekaanin saa sivelteväksi lisäämällä siihen hieman liuotinta. Valmistin sen vuoksi kaksi erilaista liuosta, joista toiseen lisäsin 10 % petrolieetteriä ja toiseen saman verran teollisuusbensiiniä. Liuokset pysyivät tämän ansiosta hieman pidempään juoksevina ja niitä pystyi levittämään siveltimellä (Kuva 4).



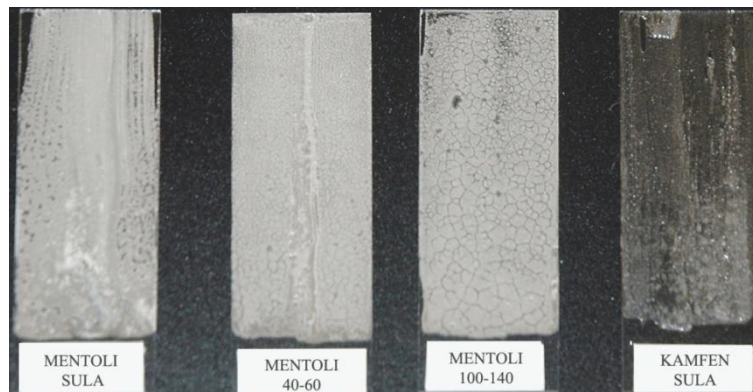
Kuva 4: Lämpölusikalla objektilasille levitetty syklo-dodekaani (vas.) sekä petrolieetterillä että teollisuusbensiinillä ohennetut syklo-dodekaanikalvot (kesk. ja oik.)

Syklododekaanisuihkeen levitin yhdelle alustalle suihkuttamalla sitä suoraan aerosolipullosta, mahdollisimman lyhyeltä etäisyydeltä, jotta kalvosta tulisi tasainen ja kestävä. Toiselle alustalle halusin kokeilla samantyyppistä levitystapaa kuin sulatetun syklododekaanin yhteydessä käytin. Suihkutin syklododekaania pullosta ensin Melinex-kalvon päälle lyhyeltä etäisyydeltä, jonka jälkeen siirsin syntyneen kalvon lämpölusikan avulla lasipinnalle (Kuva 5).

Kahdelle objektilasille valmistin kyllästetyt syklododekaaniliuokset (Geller & Hiby 2002, 96; Hangleiter 2004d), jolloin sulatin syklododekaani rakeet vesihautessa suoraan liuottimeen. Toiseen käytin petrolieetteriä suhteessa 5:4 (viisi osaa syklododekaania, neljä osaa petrolieetteriä) ja toiseen teollisuusbensiniä suhteessa 1:1 (Kuva 5). Liuottimien ansiosta syklododekaani pysyi ilmatiiviissä lasipurkissa juoksevana vielä lämpötilan laskettua.



Kuva 5: Kaksi erilaista syklododekaanisuihke-kalvoa ja kyllästetyillä syklododekaani liuoksilla sivellyt objektilasit



Kuva 6: Sulatettu mentoli, krakeloituneet mentoliliuokset ja trisyklinen kamfeeni objektilaseilla

Trisyklisen kamfeenin sulatin noin 60 °C vesihautteessa, jolloin sitä oli helppo levittää lasilevyille siveltimellä. Loput kolme lasia käsitelmin mentolilla (Kuva 6). Ensimmäistä testialustaa varten sulatin mentolirakeet noin 50 asteisessa vesihautteessa. Kahdessa seuraavassa sulatin mentolin sykloodekaanin tapaan liuottimiin. Testasin ensin samoja sekoitussuhteita, mutta lopuksi päädyin käyttämään mentolin kanssa vähemmän liuottimia, sillä niin sain aikaiseksi mielestäni paremman kalvon. Sulatin mentolin petrolieetteriin suhteessa 4:1 ja teollisuusbenssiiniin suhteessa 4:1,3. Myös mentoli säilyi liuottimien ansiosta lasipurkissa juoksevana vielä lämpötilan laskettuakin (Taulukko 4).

Taulukko 4: Lasilevyjen käsittelyt haihtumistestiä varten

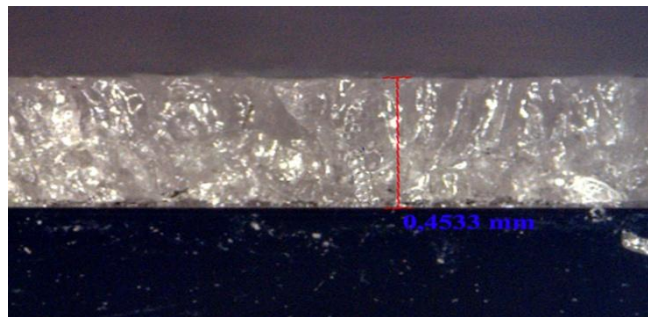
Testattava aine	Liuotin	Liuotussuhde	Levitystapa
CDD sula	-	-	lämpölusikka
CDD sula+40–60	petrolieetteri 40–60 °C	10:1	sivellin
CDD sula+100–140	teollisuusbenssiini 100–140 °C	10:1	sivellin
CDD 40–60	petrolieetteri 40–60 °C	5:4	sivellin
CDD 100–140	teollisuusbenssiini 100–140 °C	1:1	sivellin
CDD spray/a	-	-	suihkeena
CDD spray/b	-	-	lämpölusikka
Kamfeeni^(*) sula	-	-	sivellin
Mentoli sula	-	-	sivellin
Mentoli 40–60	petrolieetteri 40–60 °C	4:1	sivellin
Mentoli 100–140	teollisuusbenssiini 100–140 °C	4:1,3	sivellin

(*) trisyklinen kamfeeni

4.1.2 Kalvonmuodostus

Tarkkailin kalvonmuodostusta lasipinnoilla sekä silmämääräisesti että mikroskoopin avulla. Mikroskooppikuvauksissa käytin kannettavaa, tietokoneeseen liitettävää digitaalista Dino-Lite mikroskooppia, suurennussuhteen ollessa noin 200-kertainen.

Sula sykloodekaani jäi testialustalle melko paksuksi (noin 0,5 mm), vahamaiseksi ja hyvin tiiviiksi kerrokseksi (Kuva 7). Tarttuvuus lasilevyille ei kuitenkaan ole paras mahdollinen kalvon tasaisuuden ja tiiviiden vuoksi, ja tartuntapinnaksi voisikin olla mahdollista levittää kerros liuotettua sykloodekaania. Kalvon pinnalta otetussa mikroskooppikuvassa näkyy sulalle sykloodekaanille tyypillinen, pienistä kiteistä muodostuva kalvo (Kuva 8). Lasin alla kuvattaessa ollut musta taustalevy kuultaa vain heikosti yhtenäisen ja tiiviin kalvon läpi.

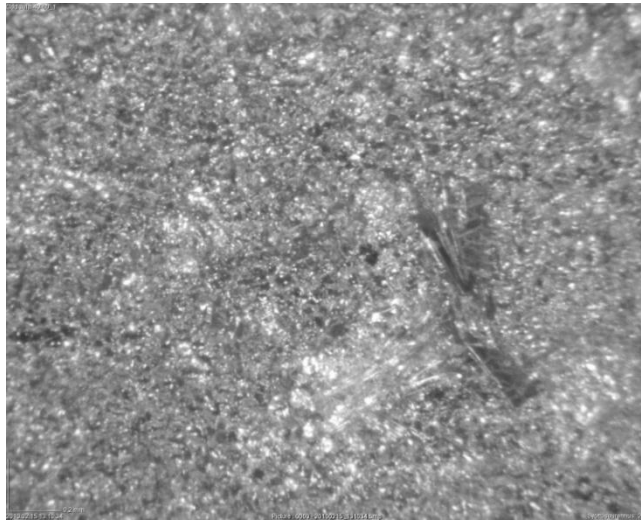


Kuva 7: Mikroskooppikuva sulatetusta sykloodekaani kalvosta, paksuus noin 0,5 mm (200-kertainen suurennos)

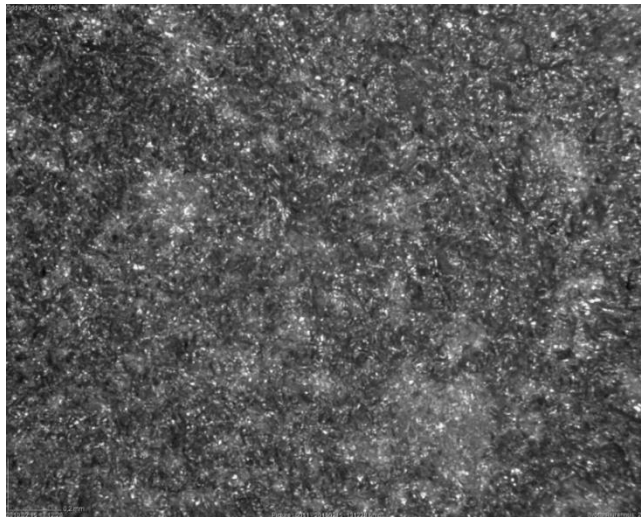


Kuva 8: Sulatettu sykloodekaani (suurennos 200x)

Syklododekaanit, joihin oli lisätty 10 % liuotinta, levittyivät kohtalaisen helposti siveltimellä, sillä ne pysyivät hieman kauemmin juoksevina lämpötilan laskiessa. Liuos jäähmettyi kuitenkin melko nopeasti siveltimeen ja sen vuoksi yhtenäistä peittävää pintaa oli vaikea saada kertasivelyllä aikaiseksi. Pinnan peittäminen vaatiikin siveltimen käyttämistä jatkuvasti lämpimässä liuoksessa, sekä useamman sivelykerran. Testialustoista otetussa kuvassa voi siveltimen vedot nähdä selvästi (Kuva 4). Kertasivelyllä kalvo on ohut ja tasainen, paksummilla alueilla taas kalvosta tulee valkoinen ja läpikuultamaton voimakkaan kristallisoitumisen johdosta. Mikroskooppikuvissa voi nähdä syntyneiden kalvojen olevan lähes identtiset peittävyydeltään ja yksittäisiä kristallikiteitä on vaikea erottaa (Kuvat 9 ja 10).

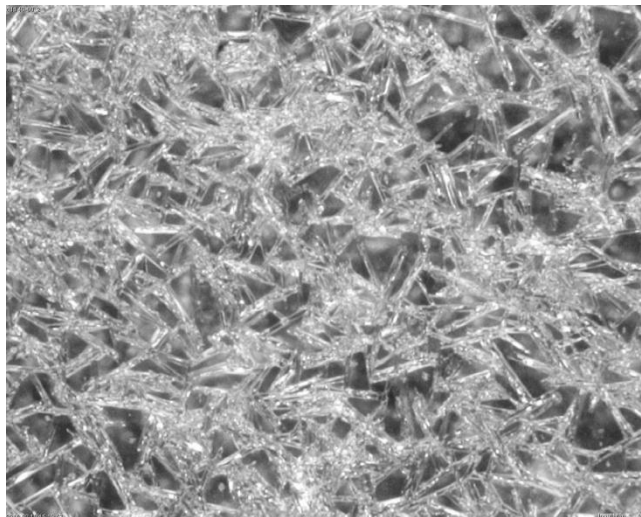


Kuva 9: Sulatettu sykloodekaani, johon lisätty 10 % petroleetteriä (suurennos 200x)

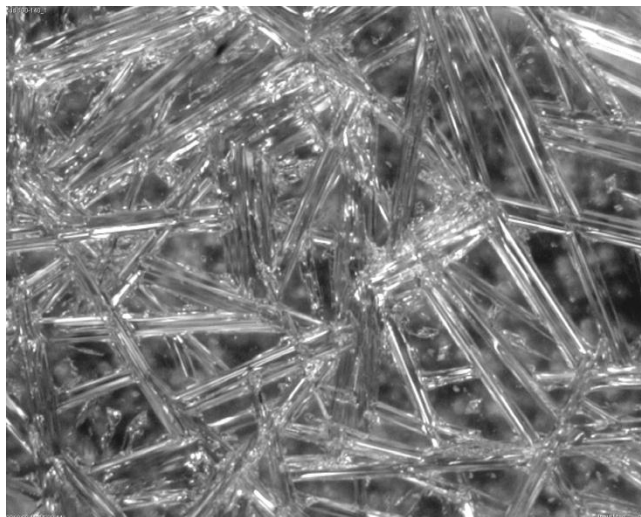


Kuva 10: Sulatettu sykloodekaani, johon lisätty 10 % teollisuusbenseniä (suurennos 200x)

Syklododekaaniliuokset oli helppo levittää yhtenä tasaisena kerroksena objektilasille, eikä liuos jähmettynyt siveltimeen hankaloittamaan levitystä. Liuottimesta riippumatta molemmat kalvot muodostuivat tasaisiksi ja läpikuultaviksi, ja erona niissä oli vain kristallikiteiden koko. Kiteet erottuivat selvemmin ja isompina liuoksesta, johon oli käytetty hitaammin haihtuvaa teollisuusbensiiniä. Mikroskoopin avulla läpikuultavuus ja kiteenmuodostus näkyvät selvästi (Kuvat 11 ja 12).) Nopeasti haihtuvan liuottimen avulla kiteet ovat pienempiä, jolloin ne limittyvät toisiinsa tiiviimmin ja myös kalvosta tulee tasaisempi. Käytettäessä hitaammin haihtuvaa liuotinta, suurien kiteiden väliin jää enemmän tilaa, ja kalvo on huokoinen.

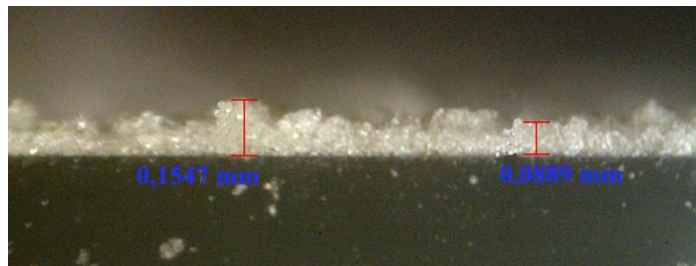


Kuva 11: Syklododekaani-petrolieetterin muodostama kiderakenne (suurennos 200x)

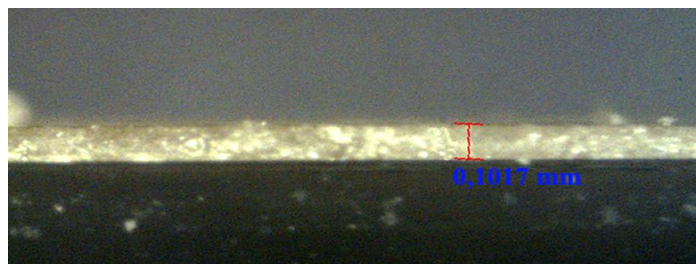


Kuva 12: Syklododekaani-teollisuusbensiinin muodostamat suuret kiteet ja huokoinen rakenne (suurennos 200x)

Levitin sykloodekaanisuihkeen (spray/a) toiselle objektilasille noin 4 cm etäisyydeltä, jolloin ohutta ja tasaista kalvoa oli vaikea saada aikaiseksi. Aerosolipullon suutin hajottaa sykloodekaanisuihkun, jolloin tarkka työskentely pienillä alueilla on vaikeaa. Peittävän kalvon aikaansaamiseksi on suojattava pinta suihkutettava yli useampaan kertaan. Kalvo muodostui kuitenkin silmämääräisesti tarkasteltuna erittäin tasaiseksi ja läpikuultamattoman valkoiseksi, karkeapintaiseksi kerrokseksi, jonka paksuus oli keskimäärin noin 0,12 mm (Kuva 13).



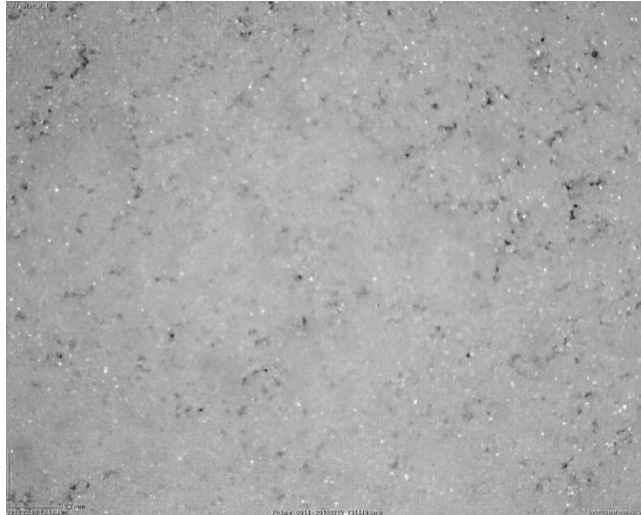
Kuva 13: Mikroskooppikuva sykloodekaani suihkeen muodostaman kalvon rakenteesta. Lämpimitta keskimäärin 0,12 mm (suurenos 200x)



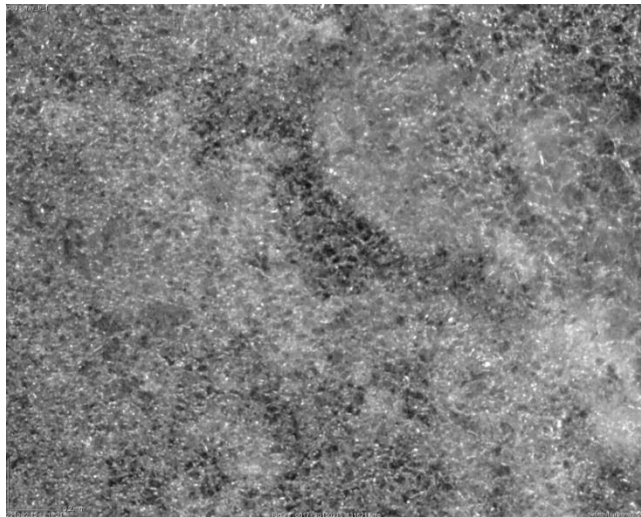
Kuva 14: Tasainen ja tiivis, sulattamalla levitetty sykloodekaanisuihke-kalvo, lämpimitta 0,10 mm (suurenos 200x)

Toiselle objektilasille levitin sykloodekaanisuihkeen (spray/b) Melinex-kalvon ja lämpölusikan avulla. Sykloodekaani sulii helposti lämpölusikalla, jonka olin säätänyt noin 85 asteeseen. Lasilevyille sulatettuna kalvosta olisi ollut mahdollisuus saada ohuempi, kuin suoraan pullosta suihkutettuna. Kalvon paksuudeksi jäi tätä testiä varten kuitenkin keskimäärin noin 0,10 mm (Kuva 14). Sulattamalla sykloodekaanisuihkeen, siitä muodostui vahamainen, osittain läpikuultava ja erittäin peittävä tiivis kalvo. Ero näiden eritavoin käsiteltyjen sykloodekaanisuihke-kalvojen välillä näkyy selvästi mikroskooppikuissa (Kuvat 15 ja 16). Suoraan pinnalle suihkutettu sykloodekaani koostuu hyvin pienistä rakeista, jotka tiiviisti limittyessään muodostavat erittäin tasaisen ja lähes läpikuultamattoman suojapinnan. Sulatettu sykloodekaanisuihke on

kiiltävän vahapintainen, ja musta taustalevy kuultaa hieman ohuemmissa kohdissa läpi, mutta kalvo on tiivis ja muistuttaa puhdasta, rakeista sulatettua sykloodekaania.

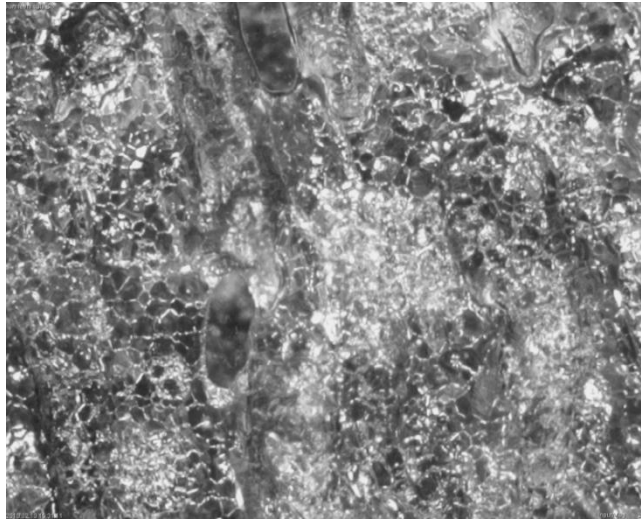


Kuva 15: Karkea ja tiivis kalvo, spray/a (suurennos 200x)



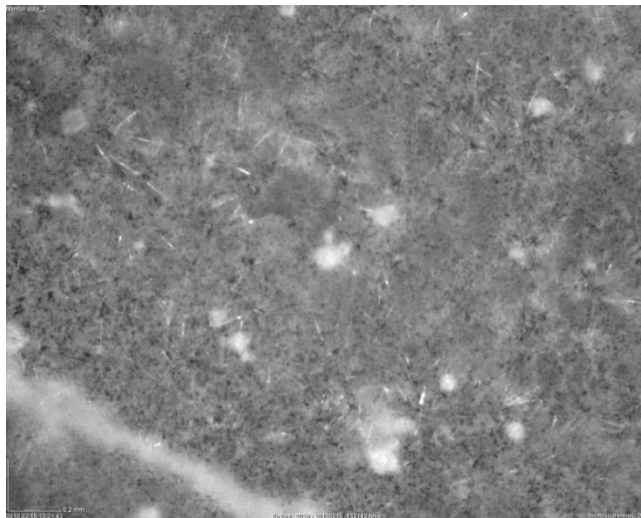
Kuva 16: Tiivis, vahamainen kalvo, spray/b (suurennos 200x)

Sulatettu trisyklinen kamfeeni jähmettyi melko nopeasti sekä lasilevylle että siveltimeen, ja pinnan peittäminen vaati useamman sivelykerran. Paksumpana kerroksena trisyklisestä kamfeenista oli mahdollista saada erittäin peittävä ja tasainen kalvo, joka kuitenkin jää läpikuultavaksi ja hieman tahmeaksi. Kalvo on lisäksi hyvin pehmeä ja vaurioituu herkästi siihen koskettaessa. Mikroskooppikuvassa trisyklisen kamfeenin kiteet näyttävät muodostavan kennomaisen, mutta hyvin tiiviin ja peittävän rakenteen. Kalvo on läpikuultava ja geelimäinen (Kuva 17).



Kuva 17: Trisyklisen kamfeenin muodostaman kalvon kennomainen rakenne (suurennos 200x)

Sulatettu mentoli muodosti lasilevyllä tasaisen, hieman tahmean ja valkoisen kalvon. Nopeasta jäähtymisestä johtuen mentoli kristallisoitui pinnalle läpikuultamattomaksi ja tiiviiksi, mutta oli kuitenkin suhteellisen helppo levittää kertasivellyllä, mikäli sen lämpötila oli riittävästi sulamispisteen (31 °C) yläpuolella. Mikroskooppikuvassa on nähtävissä, kuinka kalvo rakentuu erittäin hentorakenteisista kristallikiteistä, jotka ovat limittyneenä hyvin tiiviisti toisiinsa (Kuva 18). Näin sulatettu mentoli peittää käsiteltävän pinnan lähes täydellisesti.

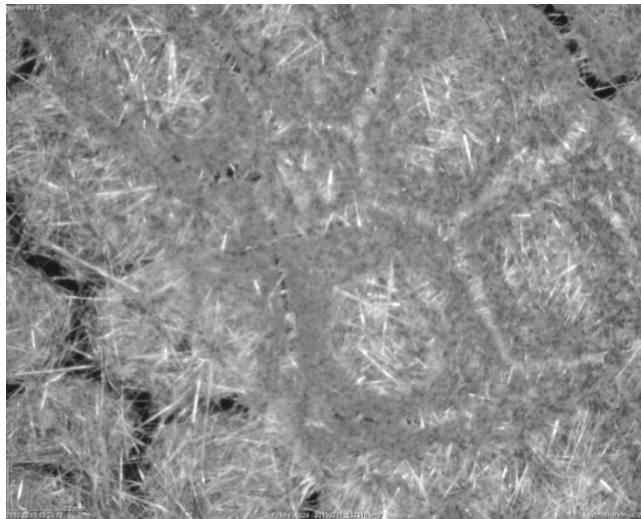


Kuva 18: Tasainen kalvonmuodostus sulatetusta mentolista (suurennos 200x)

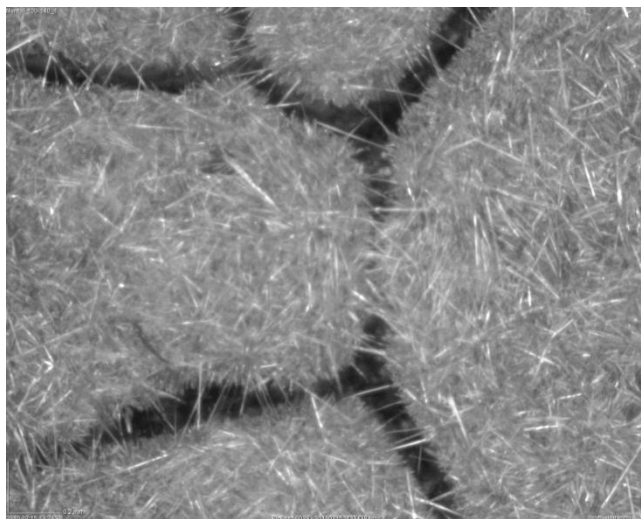
Molemmat mentoliliuokset muodostivat ohuen, voimakkaasta kristallisoitumisesta johtuvan läpikuultamattoman, valkoisen kalvon. Ominaista mentolin

kalvonmuodostukselle näyttäisi olevan sen ns. krakeloituminen liuotinta käytettäessä, sillä samanlaista ilmiötä ei sulatetun mentolin kanssa ole havaittavissa.

Silmämääräisesti katsottuna nopeasti haihtuvaan liuottimeen (petrolieetteri) sulatettu mentoli muodostaa tiiviimmän ja yhtenäisemmän kalvon testipinnalle, jossa verkkomainen krakelyyrikuvio on huomattavasti tiheämpi. Mikroskooppikuvissa liuosten verkkomaisuus näkyy joko leveämpinä tai kapeampina aukkoina kalvossa, josta taustalla oleva musta levy näkyy selvästi läpi (Kuvat 20 ja 21). Molemmissa tapauksissa kalvo muodostuu hyvin hentorakenteisista, neulamaisista kiteistä, jotka ovat tiiviisti limittyneinä toisiinsa. Liuottimen vähäinenkin käyttö tekee mentolikalvosta huokoisen ja mitä hitaammin haihtuva liuotin on kyseessä, sen huokoisempi kalvo syntyy.



Kuva 19: Mentoli-petrolieetteri -liuoksen muodostama huokoinen kalvo (suurennos 200x)



Kuva 20: Mentoli-teollisuusbensiini -liuoksen muodostama erittäin huokoinen kalvo ja neulamaiset kristallit (suurennos 200x)

Liuoksia käytettäessä on huomioitava, että muodostuvan kalvon ominaisuudet tulevat täysin esiin vasta kun liuotinaine on siitä kokonaan haihtunut. Tiiviillä lasipinnoilla haihtumisaika on hyvin lyhyt, vain muutamia minutteja (Geller & Hiby 2002, 97), sillä liuotin ei imeydy itse materiaaliin.

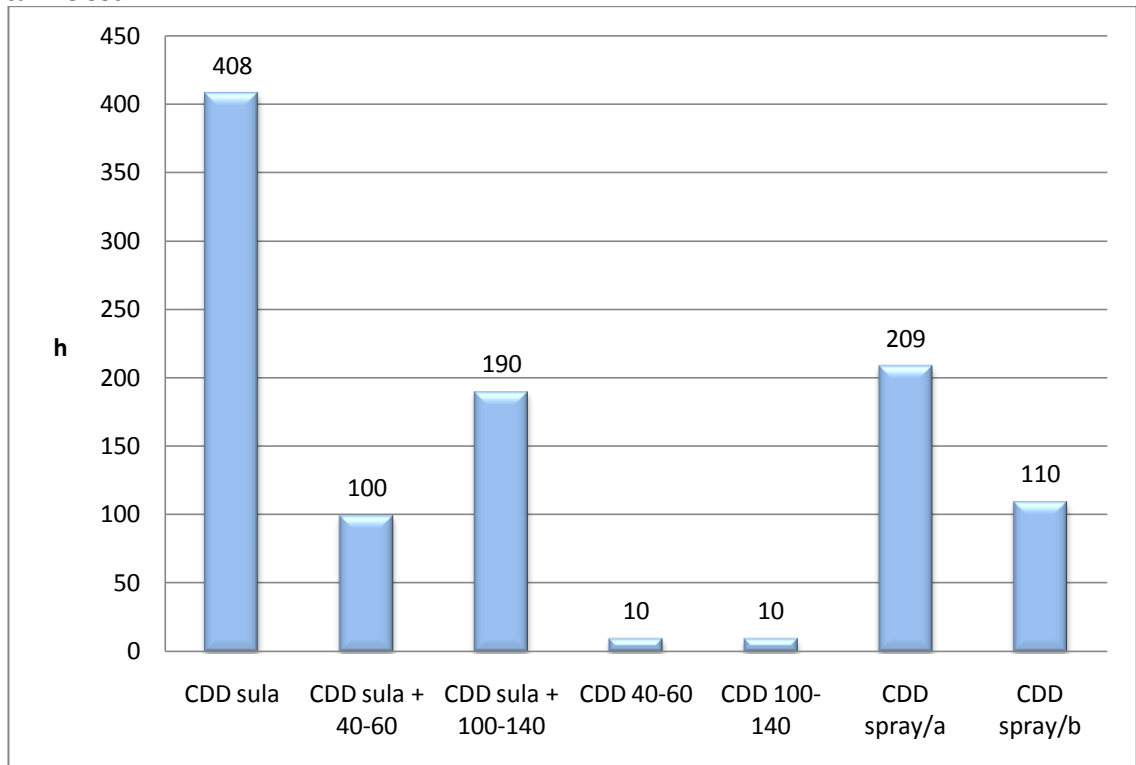
4.1.3 Haihtumisen seuraaminen ja tulokset

Seurasin aineiden haihtumista objektilaseilta pääosin silmämääräisesti, mutta aluksi myös mikroskoopin avulla. Testialustat oli sijoitettu paikkaan, jossa olosuhteet olivat koko haihtumisprosessin ajan mahdollisen muuttumattomat. Keskimääräinen lämpötila testauksen aikana oli noin 21 °C ja suhteellinen ilmankosteus noin 16 % RH.

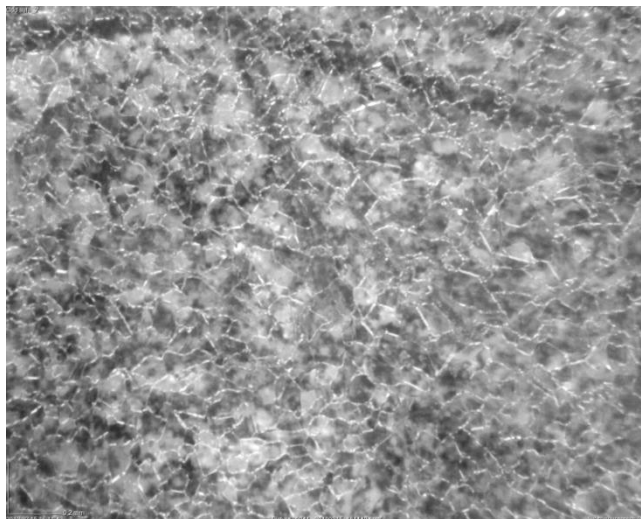
Haihtumisajat vaihtelivat huomattavasti eri aineiden välillä. Trisyklisen kamfeenin haihtuminen tapahtui vain tunneissa, kun taas sulatettu sykloodekaani ja mentoli vaativat haihtuakseen useita päiviä. Kalvon paksuus vaikutti luonnollisesti haihtumisnopeuteen, jolloin ohuet, liuoksista syntyneet kalvot haihtuivat suhteellisen nopeasti pinnoilta, koska niillä ei ollut mahdollisuutta imeytyä käsiteltyyn materiaaliin. Vaikka haihtumiseen kuluva aika oli jopa useita päiviä, saattoi kalvon rakenne muuttua jo hyvin varhaisessa vaiheessa tiiviistä huokoiseksi, jolloin sen suojaava vaikutus heikkeni nopeasti.

Syklodekaanikalvoista hitaimmin objektilaseilta haihtuivat sulatettu sykloodekaani ja spray/a, joka oli suihkutettu suoraan lasille. Nopeimmin taas haihtuivat liuokset. Haihtumisajat eivät täysin ole vertailukelpoiset keskenään kalvon paksuuksista johtuvien erojen vuoksi, mutta ovat kuitenkin suuntaa-antavia (Kuvio 8).

Kuvio 8: Syklododekaanin (CDD) täydelliseen haihtumiseen lasilevyiltä kulunut aika tunneissa

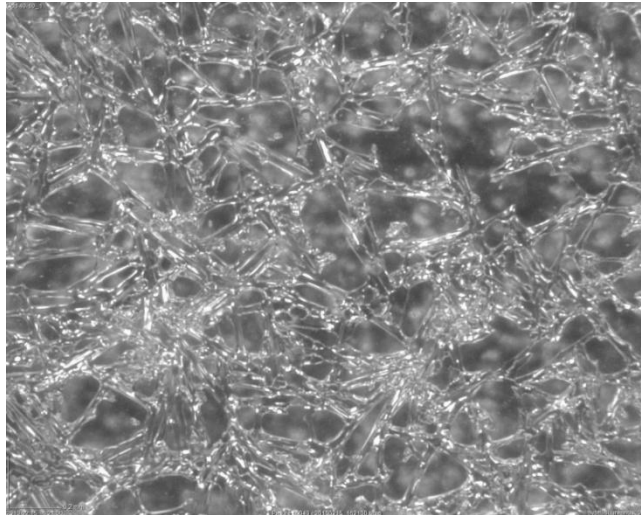


Neljä tuntia syklododekaani kalvojen levittämisen jälkeen otetuista mikroskooppikuvista voi jo nähdä haihtumisesta johtuvia muutoksia. Sulatettu syklododekaani on muuttanut pinnaltaan kennomaiseksi, eikä yksittäisiä kiteitä voi enää erottaa. Kalvo on edelleen erittäin tiivis ja se on ohentunut noin 0,1 mm alkuperäisestä 0,5 mm:stä (Kuva 21).

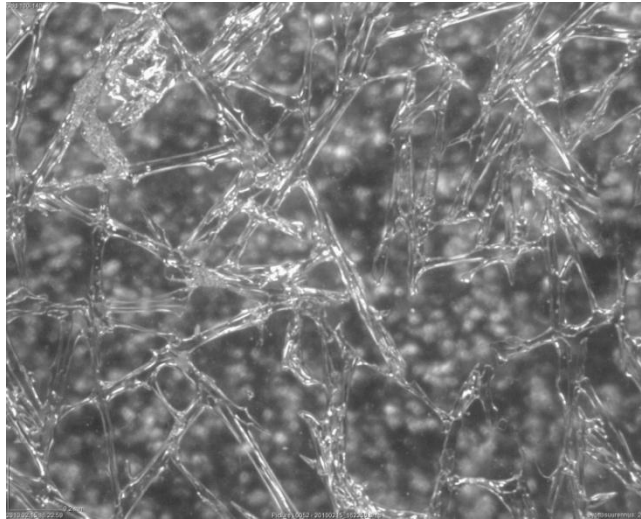


Kuva 21: Sulatetun syklododekaani-kalvon rakenne muuttuu kennomaiseksi haihtumisen ansiosta (suurennos 200x)

Täydelliseen haihtumiseen sulatetun sykloodekaanin osalta kului aikaa noin 17 vuorokautta. Petrolieetterillä ohennettu sykloodekaani haihtui testipinnalta noin 4 vuorokaudessa ja teollisuusbensiinillä ohennettu noin 8 vuorokaudessa levittämisestä. Lämpötilalla sulatetun sykloodekaanisuihkeen täydelliseen haihtumiseen lasipinnalta kului aikaa kaiken kaikkiaan noin 4,5 vuorokautta, kun taas pelkästään suihkutettu sykloodekaani vaati puolet pidemmän, eli lähes 9 vuorokauden haihtumisaajan. Sykloodekaaniliuoksilla aikaan saaduissa kalvoissa voi nähdä hyvin neljän tunnin haihtumisen jälkeen muutokset kiderakenteissa. Kiteiden rakenne ei ole niin vahva kuin aluksi, ne ovat muuttuneet läpikuultavimmiksi, eivätkä ole enää yhtä tiiviisti toisissaan kiinni, jolloin kalvon rakenne on haurastunut merkittävästi (Kuvat 22 ja 23). Molemmista testilevyistä täydellinen haihtuminen tapahtui noin 10 tunnin kuluessa levittämisestä. Kaikki sykloodekaanilla käsitellyt lasilevyt olivat puhtaat haihtumisen jälkeen, eikä niissä näkynyt jälkiä jäämistä.



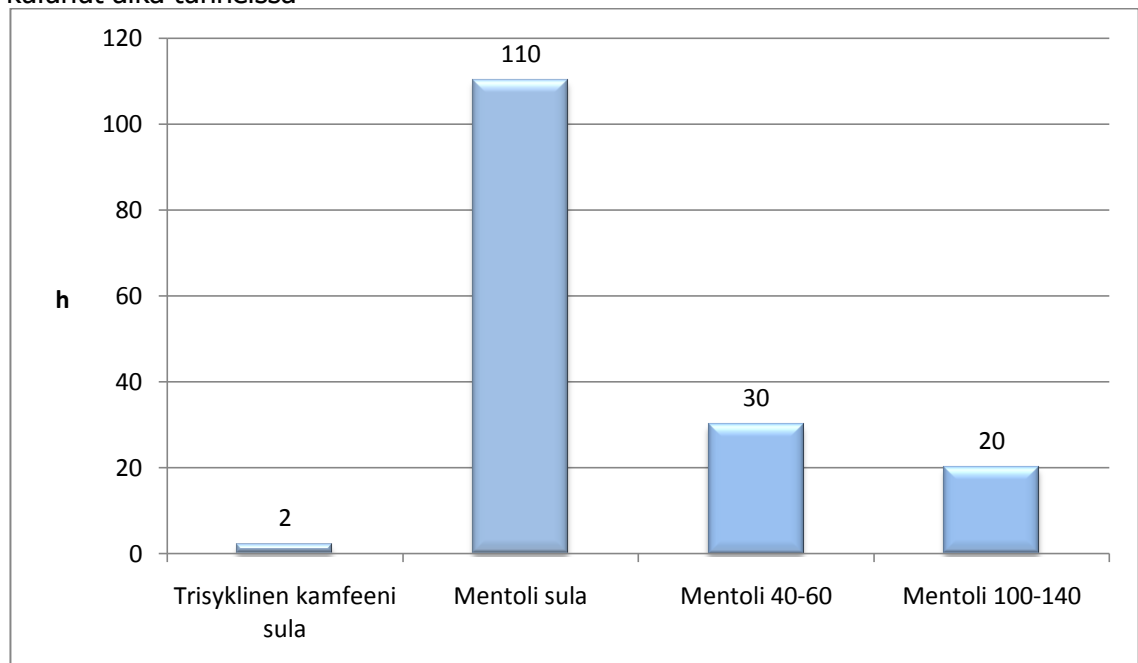
Kuva 22: Haihtumisesta johtuva muutos sykloodekaani-petrolieetteri -kalvon kiderakenteessa (suurennos 200x)



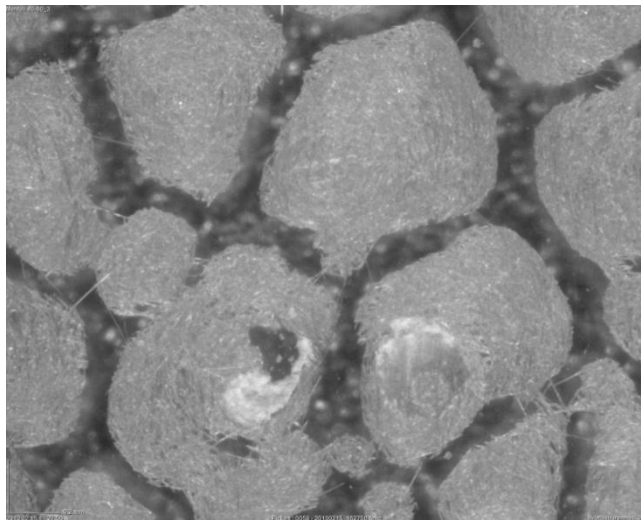
Kuva 23: Osittain jo lähes haihtunut syklo-dodekaani-teollisuusbenssiini -kalvo, jonka kiderakenne on hyvin heikko (suurennos 200x)

Trisyklinen kamfeeni ja sulatettu mentoli haihtuivat testialustoilta huomattavasti nopeammin kuin syklo-dodekaani. Vaikka mentoliliuosten haihtuminen on ajallisesti ollut testeissä hitaampaa, on muistettava, että niissä on liuottimen määrä ollut huomattavasti pienempi, jolloin kalvot ovat tiiviimmät (Kuvio 9).

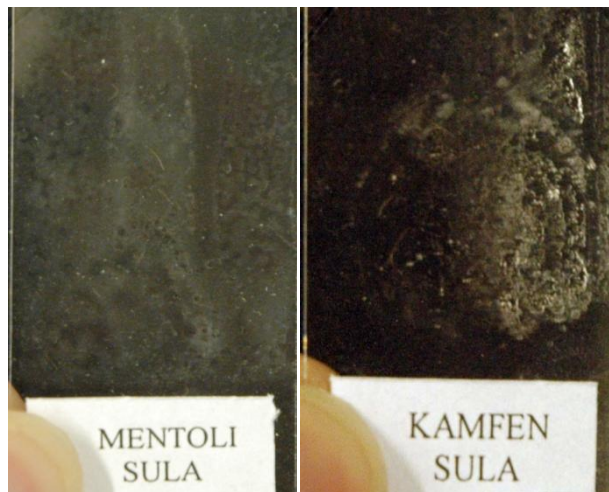
Kuvio 9: Trisyklisen kamfeenin ja mentolin täydelliseen haihtumiseen lasilevyiltä kulunut aika tunneissa



Trisyklisen kamfeenin voimakas haihtuminen käynnistyi välittömästi kalvonmuodostuksen jälkeen, ja jo kahden tunnin kuluttua testin aloitusajankohdasta se oli haihtunut objektilasilta. Sulatetun mentolin haihtumiseen kului aikaa noin 4,5 vuorokautta. Mentoliliuoksista muodostuneissa kalvoissa on neljän tunnin haihtumisen jälkeen nähtävissä kuinka kiteisyys on vähentynyt, ja sen alta paljastuu tasainen kalvo. Samalla krakeloituminen on kiihtynyt, ja mentolikalvosta on tullut entistä huokoisempi (Kuva 24). Molemmat liuokset haihtuivat lasipinnalta, toinen hieman alle ja toinen hieman päälle vuorokauden kuluttua levityksestä. Sekä trisyklisen kamfeenin, että mentolikalvojen jäljiltä objektilaseilla oli selvästi nähtävissä aineiden jäämiä (Kuva 25).



Kuva 24: Esimerkki mentolikalvon rakenteen muutoksesta haihtumisen aikana, kuvassa mentoli-petrolieetteri-liuos (suurennos 200x)



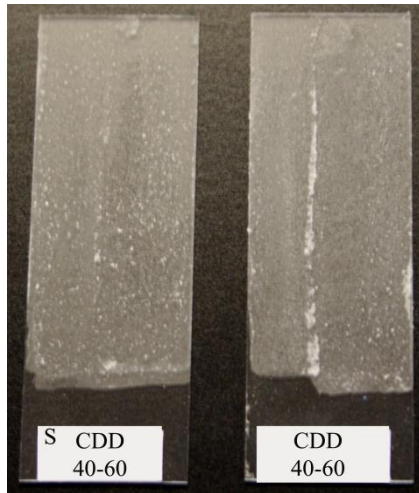
Kuva 25: Haihtumisen jälkeen molemmat, ja etenkin trisyklinen kamfeeni on jättänyt objektilasiin jälkensä

Haihtumiseen liittyen olin kiinnostunut myös tutkimaan, onko alhaisella lämpötilalla vaikutusta sykloodekaani-, trisyklinen kamfeeni - ja mentolikalvoihin. Testiä varten käsittelin kuusi objektilasia, kaksi kullakin aineella, joista toisen suojasin sekä tuorekelmulla että alumiinifoliolla ja toisen jätin suojaamatta (Kuva 26). Tämän jälkeen laitoin ne pakastimeen, noin -23 °C:een ja annoin olla siellä kaksi viikkoa. Ajatuksena oli selvittää onko suojattavalle kohteelle mahdollista tehdä esimerkiksi ns. hätäsuojaus, kuten maalinkiinnitys lämpimänä vuodenaikana, jonka jälkeen sen voisi jättää talven yli odottamaan jatkokäsittelyjä, ilman että suojaukseen käytettävät haihtuvat sideaineet vaurioituisivat olosuhteiden vaikutuksesta. Harvoin on mahdollista siirtää kohdetta säilytykseen ja ihanteellisiin olosuhteisiin odottamaan toimenpiteitä, esimerkkinä rakennukset tai suurikokoiset esineet.

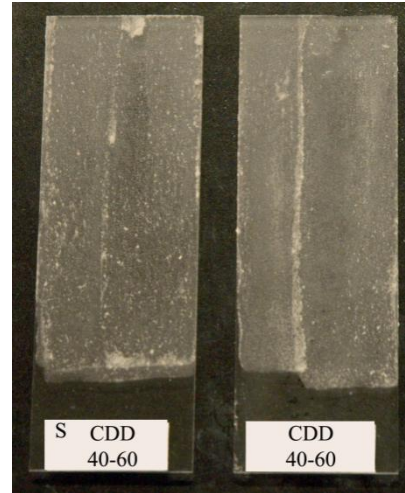


Kuva 26: Objektilasit ennen pakastimeen menoa, puolet suojattuina tuorekelmulla ja alumiinifoliolla, puolet suojaamatta

Pakastuksen jälkeen tarkastelin kalvoja silmämääräisesti. Sykloodekaanin osalta muutosta ei ollut tapahtunut, riippumatta siitä oliko kalvo ollut suojattuna (S) tai ilman suojausta, vaan kalvot olivat lähes identtiset ennen ja jälkeen pakastuksen (Kuvat 27 ja 28).

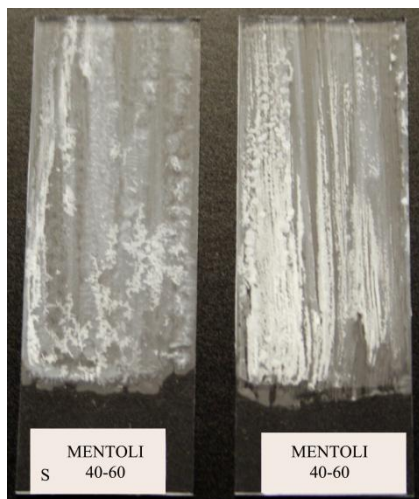


Kuva 27: Syklododekaani ennen pakastusta



Kuva 28: Syklododekaani pakastuksen jälkeen

Mentoli ei myöskään ollut silminnähten reagoinut pakastukseen. Kuvissa näkyvä väriero kalvoissa johtuu siitä, ettei liuotin ollut täysin ehtinyt haihtua ja kalvo muodostua ennen kuin "ennen pakastusta" -kuva on otettu (Kuvat 29 ja 30).

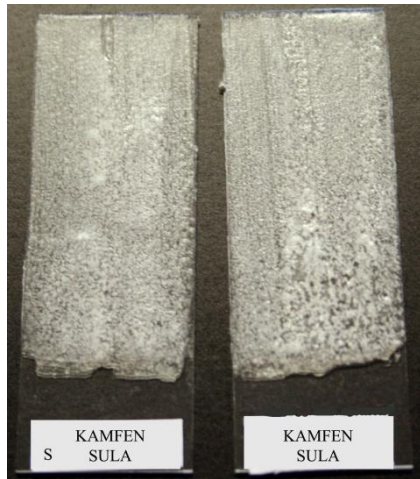


Kuva 29: Mentoli ennen pakastusta

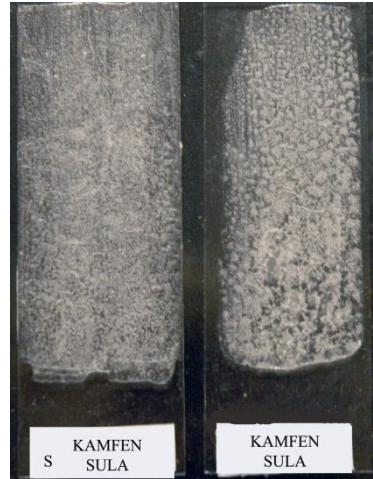


Kuva 30: Mentoli pakastuksen jälkeen

Suojattuna ollut trisyklisen kamfeenin muodostama kalvo on pakastuksen jälkeen ennallaan. Sen sijaan suojaamattomassa kalvossa näkyy selvästi, kuinka se on reunoistaan lähtenyt haihtumaan ja on muutenkin muuttunut huokoisemmaksi (Kuvat 31 ja 32). Vaikka haihtuminen on ollut hidasta, sitä kuitenkin tapahtuu huolimatta siitä, että myös trisyklisen kamfeenin sanotaan haihtuvan vasta huoneenlämmössä.



Kuva 31: Trisyklinen kamfeeni ennen pakastusta



Kuva 32: Trisyklinen kamfeeni pakastuksen jälkeen

4.2 Haihtuminen huokoiselta kalkkilaastialustalta

Haihtumistestiä varten valmistin alustat, jotka koostuivat kahdesta kalkkilaastikerroksesta. Alempi kerros on rakenteeltaan hieman huokoisempi kuin päällimmäinen kerros, sillä valmistin laastit lisäten kalkin sekaan kahta, raekooltaan erilaista hiekkalaatua. Pintakäsittelyjä en testialustoille tehnyt.

Käytin testissä haihtuvien sideaineiden osalta samoja sekoitussuhteita ja liuottimia, kuin objektilaseille tekemissäni haihtumistesteissä, mutta käytin käsittelyainesekoituksista tähän testiin vain osan, sillä käytettävissä olevien kalkkilaastialustojen määrä oli rajallinen (Taulukko 5).

Taulukko5: Käsittelyaineet kalkkilaastialustoille haihtumistestiä varten

Testattava aine	Liutin	Liotussuhde
CDD sula	-	-
CDD sula+40–60	petrolieetteri 40–60 °C	10:1
CDD spray	-	-
CDD 100–140	teollisuusbensoini 100–140 °C	1:1
Kamfeeni^(*) sula	-	-
Mentoli sula	-	-
Mentoli 40–60	petrolieetteri 40–60 °C	4:1
Mentoli 100–140	teollisuusbensoini 100–140 °C	4:1,3

^(*) trisyklinen kamfeeni

Tällä kertaa kiinnitin huomiota tarkemmin myös aineiden levityslämpötilaan, sekä syntyneen suojakalvon ominaisuuksiin ja kestävyteen siihen kohdistuvan mekaanisen rasituksen osalta. Lisäksi halusin nähdä lämpötilan vaikutuksen haihtumisnopeuteen, joten käsittelin kaksi testialustasarjaa samalla tavoin. Ensimmäisen sarjan annoin haihtua huoneenlämmössä ja toisen noin 10 astetta lämpimämmässä olosuhteissa.

Haihtumista seurasin punnitsemalla testialustoja tasaisin väliajoin. Punnituksen tarkoituksena oli selvittää milloin aineet olivat täysin haihtuneet kalkkilaastista, mutta myös saada käsitys haihtumisnopeudesta, johon mahdollisesti olosuhteet, käytetyt liuotinaiset sekä imeytymissyvyys voisivat vaikuttaa. Haihtumisen jälkeen otin kalkkilaastialustoista näytteet tutkittavaksi FT-IR -spektrometrillä. FT-IR -analyysin tarkoituksena oli selvittää oliko testattavasta aineesta jäänyt jäämiä alustaan haihtumisen jälkeen.

4.2.1 Testikappaleiden käsittely

Kumpikin testisarja käsitti kahdeksan käsiteltyä kalkkilaastialustaa ja yhden käsittelemättömän kontrollialustan punnituksen tarkkailun avuksi. Yhden testialustan käsittelin sulatetulla trisyklisellä kamfeenilla, neljä sykloodekaanilla ja kolme mentolilla eri muodoissaan (Taulukko 6).

Taulukko 6: Kalkkilaastipintojen käsittely haihtumistestiä varten

Testattava aine	Liuoksen lämpötilä	Levitystapa
CDD sula	n. 80 °C	lämpölusikka (85 °C)
CDD sula+40–60	n. 65 °C	sivellin
CDD spray	-	suihkeena
CDD 100–140	n. 50 °C	sivellin
Kamfeeni^(*) sula	n. 65 °C	sivellin
Mentoli sula	n. 65 °C	sivellin
Mentoli 40–60	n. 50 °C	sivellin
Mentoli 100–140	n. 50 °C	sivellin

(*) trisyklinen kamfeeni

Sulatetun sykloodekaanin lämmitin vesihauteessa 80 asteiseksi, jolloin se pysyi juoksevassa muodossa pidempään. Siitä huolimatta se jäähmettyi nopeasti, joten en käyttänyt levitykseen sivellintä, vaan siirsin sen Melinex-kalvolta lämpölusikkaa apuna käyttäen testialustalle. Muut liuokset levitin kalkkilaastipinnoille siveltimen avulla, lämmitettyäni ne ensin vesihauteessa sivelyn mahdollistamiseksi.

Sykloodekaanisuihketta käytin tässä testissä vain suihkutettuna suoraan materiaalin pinnalle.

4.2.2 Kalvon muodostus

Kalvonmuodostuksesta kirjasin ylös huomioita huokoisella, siniseksi maalatulla kalkkilaastipinnalla. Lisäsin kalvonmuodostuksen tarkkailuun lämpölusikalla levitetyn sykloodekaanisuihkeen, teollisuusbensiinillä ohennetun sykloodekaanin sekä sykloodekaani-petrolieetteri -liuoksen. Sininen väri mahdollisti kalvonmuodostuksen vaivattoman seuraamisen, jolloin sitä oli helppo verrata tiiville lasipinnoille muodostuneeseen kalvoon.

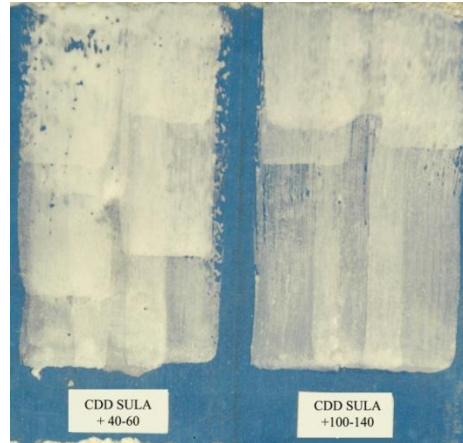
Sulatettu, Melinex-kalvon ja lämpölusikan avulla levitetty sykloodekaani muodosti kalkkilaastipinnalle vahamaisen, tiiviin ja läpikuultavan kalvon, jonka paksuutta pystyi säätelemään lämmön avulla. Huokoiseen pintaan imeytynyt sykloodekaani näkyi kuvassa tummansinisinä alueina (Kuva 33).

Jäähtynyt sykloodekaani lohkeili jonkin verran Melinex-muovin pinnalla, mutta murtuneita sykloodekaanin kappaleita oli suhteellisen helppo sulattaa lämpölusikalla haluttuun paikkaan. Toisaalta pienten, ja tarkkuutta vaativien kohteiden käsittely aineella on hankalaa, sillä sula sykloodekaani leviää hyvin herkästi ja hallitsemattomasti, lämmön tehdessä siitä juoksevan. Laajemmilla alueilla sulatettu sykloodekaani on suhteellisen helppo levittää tasaiseksi, erittäin tiiviiksi ja peittäväksi kalvoksi. Kalvo kesti rikkoutumatta karkealla sianharjassiveltimellä hankaamisen, jonka avulla halusin tarkkailla kalvojen mekaanisen rasituksen kestävyyttä.

Molemmat liuottimella ohennetut, sulatetut sykloodekaanit kristallisoituvat välittömästi käsiteltävälle pinnalle liuottimen nopean haihtumisen ja lämpötilan laskun johdosta, jättäen näkyviin siveltimen jäljet. Tästä syystä tasaisen ja peittävän suojan aikaansaamiseksi oli sively toistettava useaan kertaan. Kalvosta muodostui paksu ja läpinäkymätön ja se oli pinnaltaan karkea. Teollisuusbensiinillä ohennettu sykloodekaani on hieman helpompi levittää ja sen vuoksi muodostunut kalvo oli myös ohuempi (Kuva 34). Mekaanista rasitusta kalvo kesti rikkoutumatta, mutta sen kiilto himmeni kristallikiteiden hajotessa ja petrolieetterillä ohennetun sykloodekaanin pinta naarmuttui hieman.

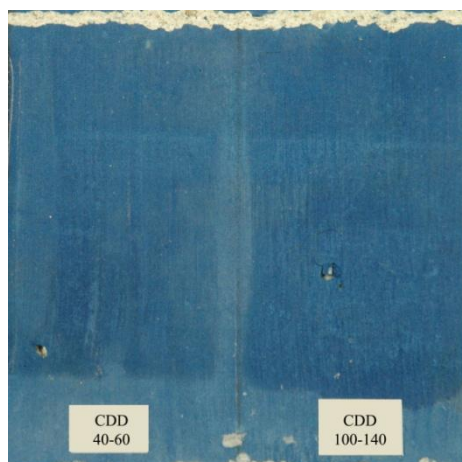


Kuva 33: Läpikuultava kalvo, jossa imeytymisen vuoksi pigmentti on värjäytynyt tummansiniseksi



Kuva 34: Paksut syklododekaani kalvot, joissa siveltimenvedot näkyvät selvästi

Syklododekaaniliuokset levittyivät helposti ja ohuelti kalkkilaastipinnalle. Kalvosta muodostui kertsivellyllä tasainen ja läpinäkyvä, mutta se jäi kuitenkin huokoiseksi useasta käsittelykerrasta huolimatta. Syklododekaaniliuos ei muodostanut näkyvää, vahamaista ja tiivistä suojakalvoa käsiteltävälle pinnalle, vaan se imeytyi pääasiassa materiaaliin (Kuva 35). Imeytyminen näkyy kuvissa sinisen maalikerroksen tummentumisena, mutta väri palautui jälleen vaaleaksi syklododekaanin haihduttua pinnasta. Värin vaalenemista ei voida pitää merkinä täydellisestä haihtumisesta, sillä haihtuminen alkaa pinnasta, ja syklododekaania on huokoisessa materiaalissa vielä runsaasti imeytyneenä. Mekaaninen rasitus ei jättänyt kalvoihin näkyviä jälkiä.



Kuva 35: Syklododekaanikalvot näkyvät testipinnoilla tummansinisenä alueena

Syklododekaanisuihke levitettynä suoraan kalkkilaastipinnalle noin 4 cm:n etäisyydeltä sai aikaiseksi tasaisen, läpinäkymättömän kalvon (Kuva 36). Ongelmana suihkeen

käytössä ovat pienet alueet ja tarkka työskentely, jolloin tasaisen pinnan aikaansaaminen on vaikeaa suittimen hajottaessa suihkun laajalle alueelle. Isommilla pinnoilla suihke on nopea ja tehokas kalvonmuodostaja. Liuottimen haihduttua testipinnalle jäi valkoinen syklo-dodekaani pöly, joka on karkea ja kosketusherkkä. Rasi-tustestissä pinnan pöly irtosi helposti, ja sen alta paljastui ohut, mutta tiivis sekä tasainen, läpikuultava kalvo. Sininen maalipinta ei tummunut käsittelyssä, mikä saattaa kertoa syklo-dodekaani suihkeen jäävän pääasiassa käsiteltävän materiaalin pinnalle, siihen imeytymättä.



Kuva 36: Karkea, peittävä spray/a



Kuva 37: Vahamainen, laastipintaan osittain imeytynyt spray/b

Lämpölusikalla Melinex-kalvon päältä kalkkilaastipinnalle siirretty syklo-dodekaanisuihke käyttäytyi testialustalla hieman eri tavoin. Lämmön avulla suihke on todella helposti levitettävissä tasaiseksi ja tiiviiksi huokoiselle materiaalille. Syntyvä kalvo muistuttaa sulatettua syklo-dodekaania vahamaisuudessaan ja läpinäkyvyydessään, ollen kuitenkin erittäin sileä ja tasainen. Maalipinta kalvon alla tummui paikoittain, joten imeytymistä tapahtui todennäköisesti myös lämmön lisäyksestä johtuen (Kuva 37). Rasi-tustestissä huomasin pinnan muuttuvan himmeämmäksi ja myös naarmuuntuvan melko herkästi, mutta kalvo kesti rikkoutumatta kevyen mekaanisen rasituksen sianharjassiveltimellä.

Trisyklisen kamfeenin levittäminen testialustalle siveltimellä oli melko hankalaa, sillä se jähmettyi niin siveltimeen kuin kalkkilaastipinnallekin hyvin nopeasti. Tämän vuoksi tasaisen ja peittävän kalvon aikaan saamiseksi käsittely oli tehtävä useampana sivelynä. Muodostunut kalvo oli vahamainen, rakeinen sekä epätasaisen paksu ja vaikutti lisäksi melko huokoiselta. Sininen maalipinta ei näyttänyt tummuvan kamfeeni-

trisykleenin vaikutuksesta (Kuva 38). Huokoinen, kennomainen kalvo on erittäin pehmeä, minkä vuoksi se naarmuuntuu ja rikkoutuu helposti siihen koskettaessa.

Sulatettu mentoli jähmettyi käsiteltävälle pinnalle melko nopeasti, mutta siitä huolimatta se oli pääasiassa helpohko levittää. Valkoinen, lievästi vahamainen ja läpikuultamaton, mutta huokoinen kalvo muodostui pinnalle välittömästi. Siveltimen vedot näkyvät selvästi kalvon ollessa paksumpi ja kristallimaisempi kohdissa, joissa mentolia on ollut siveltimessä runsaasti. Kalvon ohuemmillä reuna-alueilla saattaa nähdä maalipinnan tummumisen mahdollisena merkinä imeytymisestä (Kuva 39). Rasiustestistä mentolikalvo suoriutui hyvin muuttamatta ulkonäköään tai rakennettaan.



Kuva 38: Epätasaisen rakeinen trisyklisen kamfeenin muodostama kalvo



Kuva 39: Kristallisoitunut sulatettu mentoli-kalvo

Molemmat liuotetut mentolit levittyivät helposti kalkkilaastipinnoille, jolloin tuloksena oli tasainen, ohut ja peittävä, mutta melko huokoinen kalvo. Kalvojen reuna-alueilla voi nähdä myös tummentuneen maalipinnan (Kuva 40). Petrolieetteriin liuotettu mentoli alkoi kiteytyä heti, mutta liuottimen haihtumisesta johtuen kalvon muodostumiseen kului aikaa kaikkiaan noin 20 minuuttia sen levittämisestä. Syntynyt kalvo oli vahamainen, mutta karkea, ja kristallikiteet oli helppo pyyhkiä pinnalta pois. Teollisuusbensiiniin liuotettu mentoli vaati liuottimen hitaan haihtumisen vuoksi noin 30 minuuttia tasaisen kalvon muodostamiseksi. Syntynyt kalvo oli karkea ja vain heikosti vahamainen, ja kristallikiteet pyyhkiytyivät helposti pois pinnasta siveltimellä.



Kuva 40: Huokoiset, kristallisoituneet mentoli-liuokset. Oikealla, sekä kalvojen reuna-alueilla nähtävissä imeytymisestä johtuvaa pigmentin tummumista

4.2.3 Haihtumisen seuraaminen ja tulokset

Toinen testialustasarja oli koko punnituksen ajan olosuhteissa, joissa lämpötila oli keskimäärin 23 °C ja ilman suhteellinen kosteus 16 % RH. Olosuhteita muuttaakseni pidin toista testisarjaa punnituksen ja haihtumisen ajan avoimessa valokaapissa, jossa lämpötila oli keskimäärin 34 °C ja suhteellinen ilmankosteus 13 % RH. Erillistä tuuletinta ei valokaapissa ollut, jolloin ilmanvaihdon kiihtymisellä ei voinut olla vaikutusta haihtumisnopeuksiin.

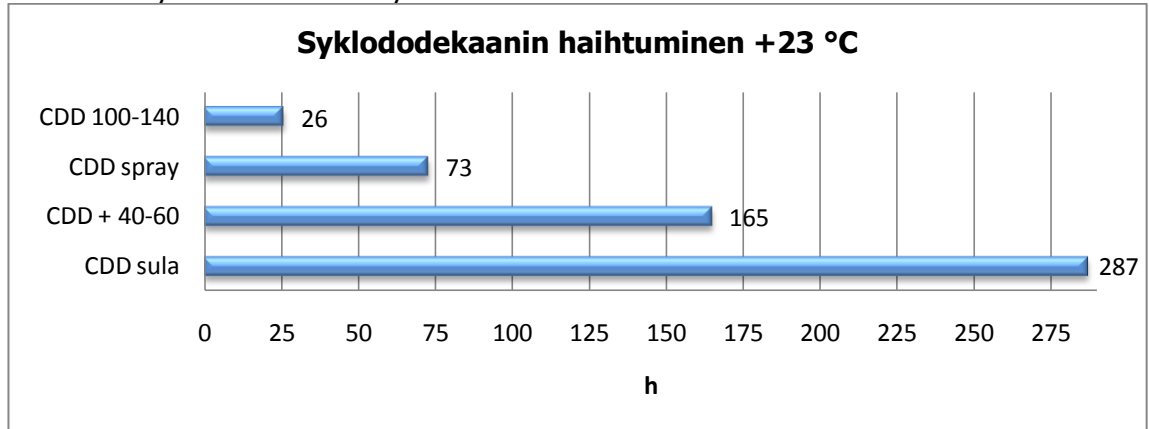
Punnitsin testialustat sekä ennen haihtuvien sideaineiden levitystä että välittömästi käsittelyn jälkeen. Punnituksessa käytin analyysivaakaa, josta punnitustuloksen voi lukea 0,1 mg tarkkuudella. Haihtumisen aikana tein säännöllisesti punnituksia, kunnes lähtöpaino oli uudelleen saavutettu. Kontrollialustan mukanaolo punnituksessa mahdollisti painoon lisäävästi tai vähentävästi vaikuttavien tekijöiden huomioon ottamisen. Tuoreet kalkkilaastialustat kevenivät koko haihtumistestin ajan, joko laastin murenemisestä tai pääasiassa sen kuivumisesta johtuen.

Huoneenlämmössä syklo-dodekaanin haihtuminen vei aikaa liuoksesta riippuen 1–12 vuorokautta, sulatetun syklo-dodekaanin ollessa hitain ja teollisuusbensiiniin liuotetun syklo-dodekaanin nopein. Sulatetun syklo-dodekaanin ylivoimaisesti pisintä haihtumisaikaa voi selittää sekä kalvon tiiviydellä ja paksuudella, mutta myös sillä että

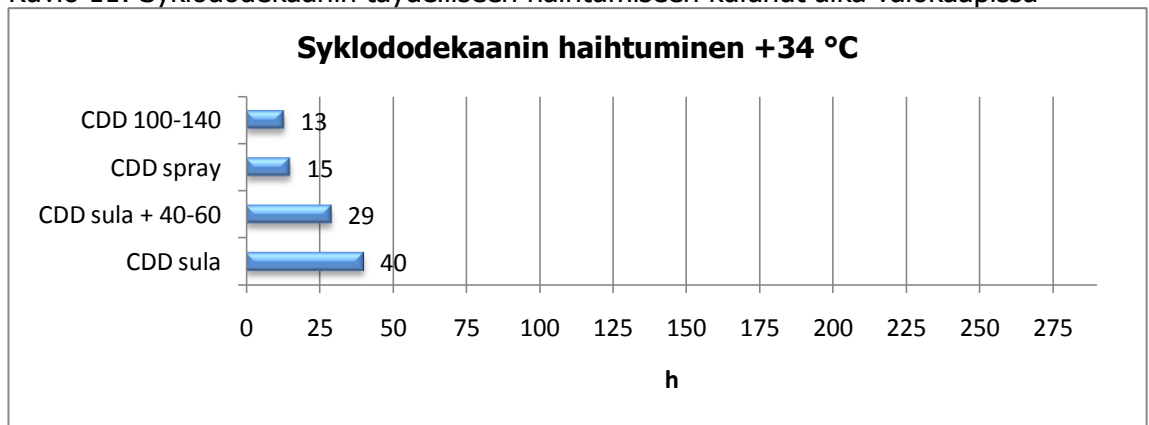
se oli todennäköisesti imeytynyt jonkin verran materiaaliin. Huokoisen, teollisuusbensiniin liuotetun sykloodekaanikalvon haihtumiseen kului vain noin 1 vuorokausi, huolimatta sen imeytymissyvyydestä (Kuvio 10). Mentolikalvot haihtuivat noin 3 vuorokaudessa, sulatetun mentolin ollessa hieman liuoksia hitaamman. Ero ei kuitenkaan ollut merkittävä, ja se saattaa tässäkin tapauksessa johtua kalvon paksuudesta. Trisyklisen kamfeenin haihtuminen huoneenlämmössä sen sijaan tapahtui vain kolmessa tunnissa (Kuvio 12).

Kuten kuvioista 11 ja 13 huomaa, oli lämpötilan nousun vaikutus haihtumiseen huomattava. Kaikkien sykloodekaanikalvojen haihtuminen nostamalla lämpötilaa noin 10 astetta vei korkeintaan alle kaksi vuorokautta. Teollisuusbensiniin liuotetun sykloodekaanin ja suihkeen kohdalla puhutaan vain tunneista. Etenkin sulatetun ja petrolietterillä ohennetun sykloodekaanin haihtumisaika kiihtyi huomattavasti lämpötilan noususta johtuen. Myös mentolin haihtuminen nopeutui lämpötilan ollessa korkeampi, mutta lämmön haihtumista kiihdyttävä vaikutus ei ollut aivan niin suuri kuin sykloodekaanin kohdalla. Mentolin haihtumisaikat putosivat noin puoleen lämpötilan vaikutuksesta, paitsi petrolietteriin sulatetun mentolin, jonka haihtumisaika lämmössä oli vain neljäsosa verrattuna huoneenlämpöön. Tämä saattaa johtua useasta tekijästä, kuten mm. eroista imeytymissyvyydessä tai kalvon paksuudessa kahden eri testikappaleen välillä. Trisyklisen kamfeenin haihtumiseen lämpötilan nostolla oli myös vaikutusta ja sen haihtumisaika lyheni punnituksen perusteella vain yhteen tuntiin.

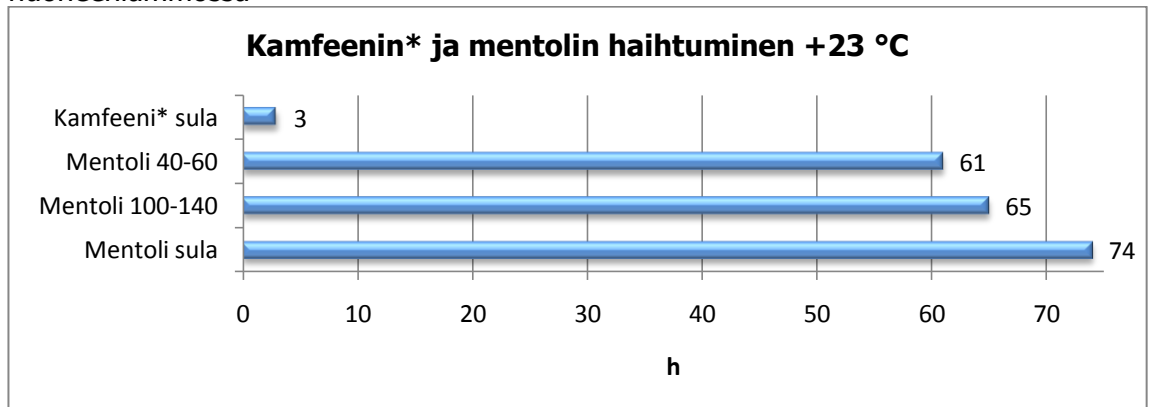
Kuvio 10: Syklododekaanin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika huoneenlämmössä



Kuvio 11: Syklododekaanin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika valokaapissa

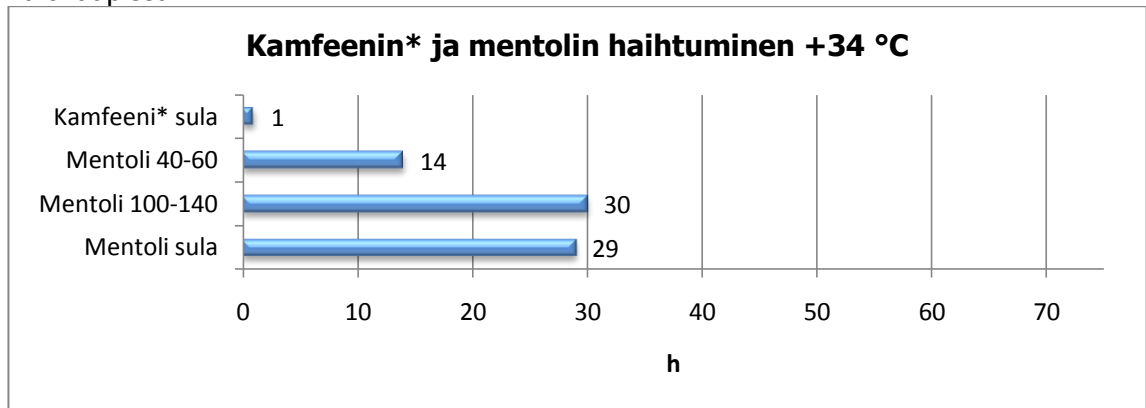


Kuvio 12: Trisyklisen kamfeenin ja mentolin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika huoneenlämmössä



* trisyklinen kamfeeni

Kuvio 13: Trisyklisen kamfeenin ja mentolin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika valokaapissa



* trisyklinen kamfeeni

4.3 Haihtuminen huokoiselta japaninpaperialustalta

Testin tarkoituksena oli nähdä kuinka suuriksi erot haihtumisajoissa muodostuvat kahdella erityyppisellä huokoisella materiaalilla verrattuna haihtumiseen kalkkilaastialustoilla. Testiä varten leikkasin ohuesta japaninpaperista (11g/m^2) n. 2 x 4 cm kokoisia paloja, jotka käsittelin erityyppisillä liuoksilla. Myös tässä testissä seurasin haihtumista kahdesta sarjasta, jotka olivat sijoitettuina eri olosuhteisiin. Haihtumisen etenemistä tarkkailin punnitsemalla paperit tasaisin väliajoin ja lopuksi tein japaninpapereille FT-IR -analyysin, selvittääkseni jääkö suoja-aineista niihin jäämiä, vai onko haihtuminen ollut täydellistä.

4.3.1 Testikappaleiden käsittely

Kumpaakin testisarjaa varten varasin 11 kappaletta japaninpaperiliuskoja ja yhden kontrollikappaleen. Kontrollikappaleen avulla pystyin seuraamaan mahdollisia olosuhteissa tapahtuvia muutoksia, jotka voisivat vaikuttaa punnitustulokseen. Käsittelyt japaninpapereille tein samoilla liuoksilla kuin aikaisemmin lasilevyille. Käsittelin seitsemän testialustaa sykloodekaanilla, yhden trisyklisellä kamfeenilla ja kolme alustaa mentolilla (Taulukko 7). Aineet levitin testikappaleille pääasiassa upottamalla ne lämmitettyihin liuoksiin, jolloin käsittelyksi tuli tasaisesti paperin molemmat puolet, eikä suuria eroja kalvon paksuuksissa päässyt syntymään. Sykloodekaanisuihkeen levitin alustoille, joko suihkuttamalla sen suoraan paperiin (spray/a), tai suihkuttamalla sen ensin Melinex-kalvolle, jonka jälkeen siirsin spray-

kalvon paperille lämpölusikan avulla (spray/b). Kummassakin tapauksessa käsittelin japaninpaperin molemmat puolet.

Taulukko 7: Käsittelyt japaninpaperille haihtumistestiä varten

Testattava aine (°C)	Liutotin	Liutossuhde
CDD sula (80 °C)	-	-
CDD sula+40–60 (65 °C)	petrolieetteri 40–60 °C	10:1
CDD sula+100–140 (80 °C)	teollisuusbenssiini 100–140 °C	10:1
CDD spray/a	-	-
CDD spray/b (80 °C)	-	-
CDD 40–60 (50 °C)	petrolieetteri 40–60 °C	5:4
CDD 100–140 (65 °C)	teollisuusbenssiini 100–140 °C	1:1
Kamfeeni^(*) sula (65 °C)	-	-
Mentoli sula (65 °C)	-	-
Mentoli 40–60 (50 °C)	petrolieetteri 40–60 °C	4:1
Mentoli 100–140 (50 °C)	teollisuusbenssiini 100–140 °C	4:1,3

^(*) trisyklinen kamfeeni

4.3.2 Haihtumisen seuraaminen ja tulokset

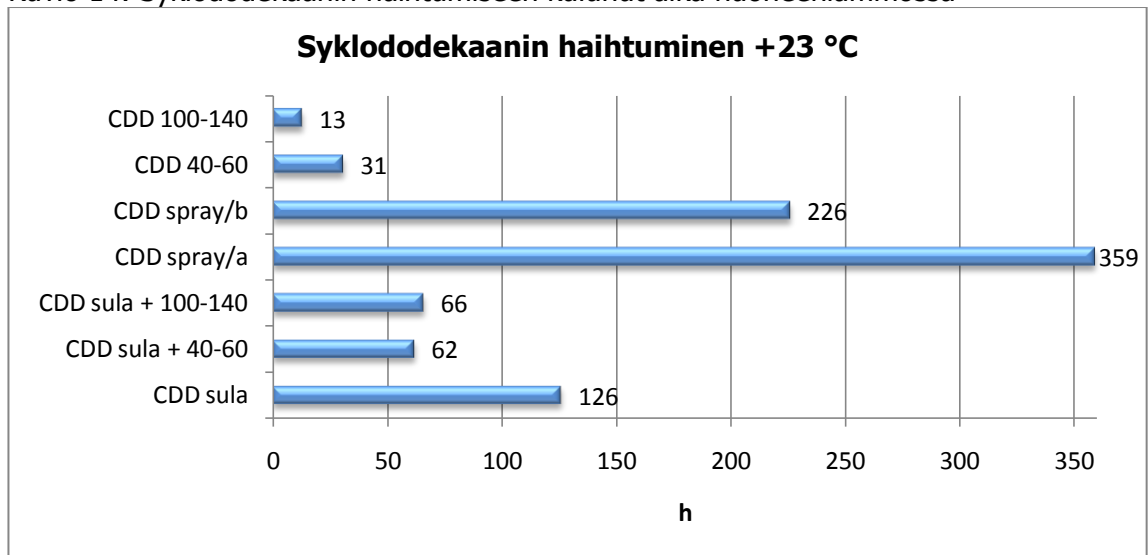
Testauksen aluksi punnitsin japaninpaperit ennen käsittelyä sekä heti käsittelyjen jälkeen. Punnitukseen käytin analyysivaakaa, josta painon voi lukea 0,1 mg:n tarkkuudella. Punnitusta jatkoin, kunnes lähtöpaino oli jälleen saavutettu, ja haihtuminen oli tapahtunut täydellisesti. Toinen testialustasarja oli sijoitettuna paikkaan, jossa lämpötila testauksen ajan oli keskimäärin noin 23 °C ja ilman suhteellinen kosteus noin 16 % RH. Toisen sarjan sijoitin noin 10 astetta lämpimämpään tilaan, jotta voisin todeta lämpötilan nousun vaikutuksen haihtumisnopeuteen. Paikaksi valitsin valokaapin, kuten kalkkilaastialustoille tekemässäni testissäkin. Testin ajan valokaapin lämpötila oli keskimäärin noin 32 °C ja ilman suhteellinen kosteusprosentti noin 13 % RH.

Nopeimmillaan sykloodekaani haihtui japaninpaperista huoneenlämmössä noin puolessa vuorokaudessa. Eniten aikaa haihtumiseen kului molemmilla suihkekalvoilla päällystetyillä testialustoilla; spray/a haihtui 15:ssä ja spray/b noin kymmenessä vuorokaudessa (Kuvio 14). Verrattuna muihin sykloodekaanilla käsiteltyihin kalkkilaastialustoihin, haihtumisajat olivat huomiota herättävän pitkät. Syynä tähän on todennäköisesti erilainen levitystapa, jolloin kalvot muodostuivat paksummiksi. Lisäksi testauksen aikana havaitsin näiden kahden suihkekalvon haihtuvan epätasaisesti, johtuen niiden sijoittamisesta vaakatasoon, jolloin haihtumista tapahtui pääasiassa vain pintapuolelta. Haihtuminen olisi mahdollisesti hieman nopeutunut, mikäli alustoja olisi käännetty tasaisin väliajoin. Trisyklinen kamfeeni haihtui huoneenlämmössä japaninpaperilta kuudessa tunnissa, ja kaikki kolme mentolikäsittelyä vaativat samoissa olosuhteissa noin kaksi ja puoli vuorokautta haihtuakseen täydellisesti (Kuvio 15).

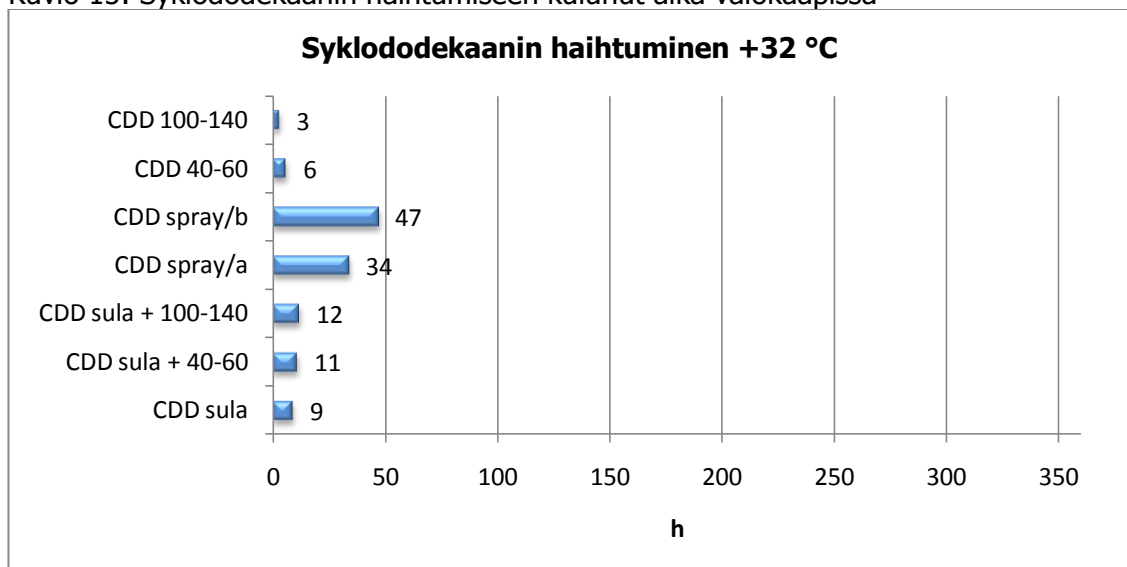
Testin tulosten perusteella sykloodekaanin haihtumista voidaan nopeuttaa huomattavan paljon nostamalla lämpötilaa, sillä kaikki kalvot olivat kadonneet testialustoilta jo alle kahdessa vuorokaudessa. Nopeimmin haihtuminen tapahtui sykloodekaaniliuoksella käsitellyllä japaninpaperilla noin kolmessa tunnissa (Kuvio 16). Haihtuminen nopeutui myös muilla testatuilla aineilla, vaikka ei yhtä merkittävästi kuin sykloodekaanin osalta. Trisyklisen kamfeenin haihtumiseen kului valokaapissa vain yksi tunti. Mentolin kohdalla erot eri liuosten välillä kasvoivat melko suuriksi, verrattuna niiden lähes yhtäaikaiseen haihtumiseen huoneenlämmössä (Kuvio 17). Syynä tähän saattaisi olla etenkin petrolieetterin nopea haihtuminen mentoliliuoksesta lämmön vaikutuksesta, sillä alustat olivat asetettuna valokaappiin jo ennen liuottimen

haihtumista, ja valokaapin lämpötila on melko lähellä petrolieetterin kiehumispistettä. Nopeasta liuottimen haihtumisesta johtuen muodostuvasta kalvosta tulee tiiviimpi ja hitaammin haihtuva. Eniten lämmönlisäys vaikutti teollisuusbensiiniin liuotetun mentolin kohdalla, jolla haihtumisaika putosi yli kahdesta vuorokaudesta vain seitsemään tuntiin. Vaikka myös teollisuusbensiinin haihtuminen nopeutuu lämmössä, on sen kiehumispiste huomattavasti korkeampi kuin petrolieetterin, ja haihtuminen on hitaampaa. Näin ollen kalvosta tulee huokoisempi ja nopeammin haihtuva. Pienin ero haihtumisajoissa sen sijaan on sulatetulla mentolilla, jossa liuotinaaine ei ollut vaikuttamassa kalvon muodostukseen. Sulatetun mentolin kohdalla haihtumisaika lyheni korkeamman lämpötilan ansiosta vain noin kolmanneksen.

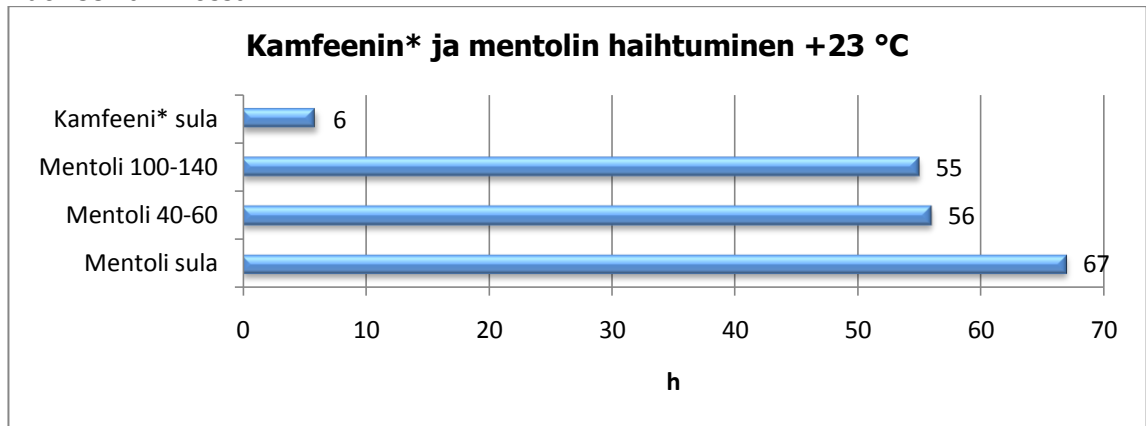
Kuvio 14: Syklododekaanin haihtumiseen kulunut aika huoneenlämmössä



Kuvio 15: Syklododekaanin haihtumiseen kulunut aika valokaapissa

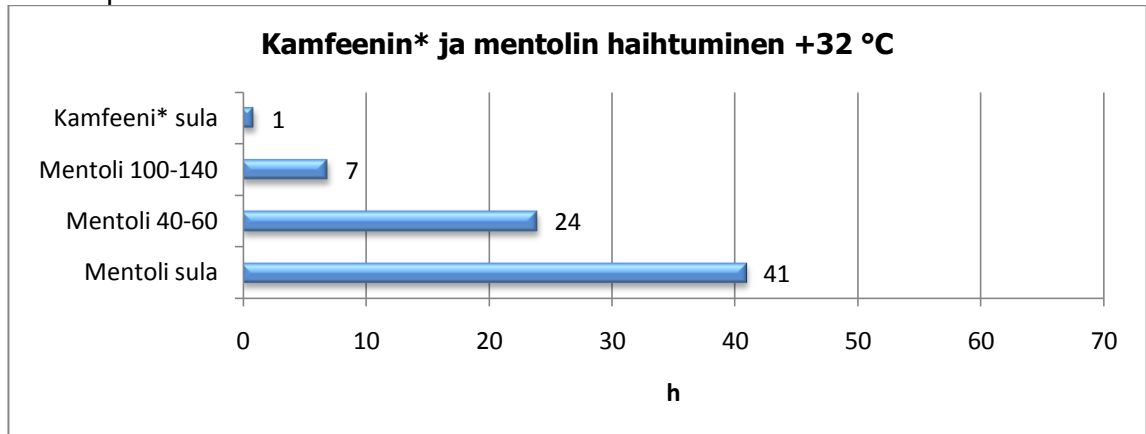


Kuvio 16: Trisyklisen kamfeenin ja mentolin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika huoneenlämmössä



* trisyklinen kamfeeni

Kuvio 17: Trisyklisen kamfeenin ja mentolin täydelliseen haihtumiseen kulunut aika valokaapissa



* trisyklinen kamfeeni

4.4 FT-IR -spektroskopia

Infrapunaspektroskopian historia ylettyy jo 1800-luvulle, jolloin ensimmäiset tutkimukset tehtiin nimenomaan lähi-infrapunasäteilyyn liittyen. Kuitenkin vasta seuraavan vuosisadan alkupuolella IR-spektroskopia alkoi vauhdilla kehittyä, ja toisen maailmansodan jälkeen se on muodostunut tärkeimmäksi analyttiseksi menetelmäksi tutkittaessa molekyylien rakennetta. (Derrick, Stulik & Landry 1999, 1; Stuart, George & McIntyre 1996, 1; Osborne, Fearn & Hindle 1993, Ilolan 2010, 8 mukaan.)

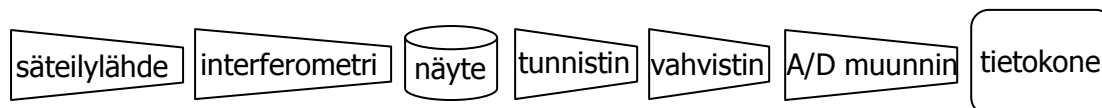
Periaatteena menetelmässä on, että näytteeseen kohdistettu infrapunasäteily joko imeytyy materiaaliin (absorptio), läpäisee sen (emissio) tai heijastuu siitä takaisin

(reflektio) (Ilola 2010, 6). IR-spektroskopian avulla tarkastellaan aineeseen imeytynyttä infrapunasäteilyä. Jokaisella molekyyliyhdyllä on oma ominainen aallonpituusalue, jolla imeytymistä tapahtuu. Imeytyessään säteilyenergia saa molekyylin atomien välisissä sidoksissa aikaan värinää eri tavoin, riippuen atomin rakenteesta. Säteilyenergia muodostaa molekyylistä sille ominaisen spektrin, jonka avulla tutkittavan aineen kemiallinen koostumus voidaan määrittää. Useimmissa laitteissa tulokset näkyvät keskipitkillä infrapunavalon aallonpituuksilla joka soveltuu hyvin aineen kemiallisen koostumuksen tutkimiseen. Tulokset ilmoitetaan aallonlukuina tavallisimmin välillä 4000 cm^{-1} – 500 cm^{-1} . Sormenjälkialueeksi kutsutaan väliä 1500 – 500 cm^{-1} , sillä tällä välillä löytyy kunkin aineen ominaiset tunnistepiikit, joista saman molekyyliyhdyksen eri "yksilöt" voidaan tunnistaa. Spektrikäyrästä voidaan selvittää mitä aineita näyte sisältää, vertaamalla sitä jo olemassa oleviin referenssispektreihin. (Derrick ym. 1999, 14; Ilola 2010, 8, 12–13; Stuart ym. 1996, 19.)

Fourier-muunnos infrapunaspektroskopian (Fourier-transform Infrared Spectroscopy, FT-IR) kehittäminen oli suuri edistysaskel IR-spektroskopian kehityksessä. FT-IR -laitteeseen liitetty interferometri kerää yhteen säteilylähteestä heijastuneet infrapunasäteet, jolloin sen avulla voidaan tutkia koko infrapunaspektriä ja ottaa huomioon myös taustasäteily, joka aikaisemmin ei ollut mahdollista. Menetelmässä tarkastellaan edelleen säteiden imeytymistä, mutta se tehdään joko näytteen läpi kulkeutuneiden tai siitä heijastuneiden IR-säteiden avulla, josta tuloksena voidaan analysoida joko ns. transmittanssi- tai käänteisiä absorptiospektrejä. FT-IR -laitteiston avulla voidaan tietokoneen näytölle tuoda näkyviin molemmat vaihtoehdot, mikäli niin halutaan, ja valinta näiden kahden välillä on pääasiassa omasta henkilökohtaisesta mieltymyksestä kiinni. (Ilola 2010, 11; Stuart ym. 1996, 20.)

FT-IR -tekniikka mahdollistaa sekä huomattavasti nopeamman työskentelyn, mutta lisäksi tulosten tarkkuus on parantunut. (Ilola 2010, 11; Stuart ym. 1996, 24.) FT-IR -laitteen toimintaperiaatteen voi pääpiirteissään kuvata seuraavasti (Kuvio 18): Interferometri kerää yhteen laitteen lähettämän infrapunasäteilyn, ennen kuin se ohjautuu tutkittavaan näytteeseen. Näytteen läpäisseet tai siitä heijastuneet säteet kulkeutuvat tunnistimelle koottavaksi ja siitä edelleen vahvistimelle, jonka suodatin päästää läpi vain keskialueen infrapunasäteet. Muuntimessa analogiset tiedot saatetaan digitaalisiksi ja ohjataan tietokoneelle, josta syntynyttä spektriä voidaan tarkastella. (Stuart ym. 1996, 24.)

Kuvio 18: FT-IR -spektrometrin toimintaperiaate



Kokonaisheijastus (Attenuated Total Reflection, ATR) -tekniikan avulla näytteiden käsittely analyysiä varten on helpottunut huomattavasti. Kun vanhemmissa menetelmissä näytteet oli ensin käsiteltävä eri tavoin tutkimuksen mahdollistamiseksi, esimerkiksi jauhamalla ja puristamalla ne tableteiksi, voidaan nykyään useimmissa tapauksissa pienikin näyte tutkia ilman erillisiä esikäsittelyjä ATR-tekniikan ansiosta. FT-IR/ATR -laitteessa pieni määrä näytettä asetetaan joko sellaisenaan tai tarvittaessa hierrettynä näytelevyllä olevan kristallin päälle ja puristetaan sitä vasten riittävällä voimalla, jonka jälkeen mittaukset voidaan aloittaa. ATR-laitteeseen soveltuvilta kristalleilta vaaditaan mm. korkeaa taitekerrointa. Kristallista infrapunasäteet ohjautuvat näytteeseen ja näytteestä takaisin heijastuneet säteet edelleen tunnistimeen. ATR-tekniikka on tehnyt IR-spektroskopia -analyysistä huomattavasti yksinkertaisempia ja nopeampia toteuttaa. (Ilola 2010, 11; Stuart ym. 1996, 45.)

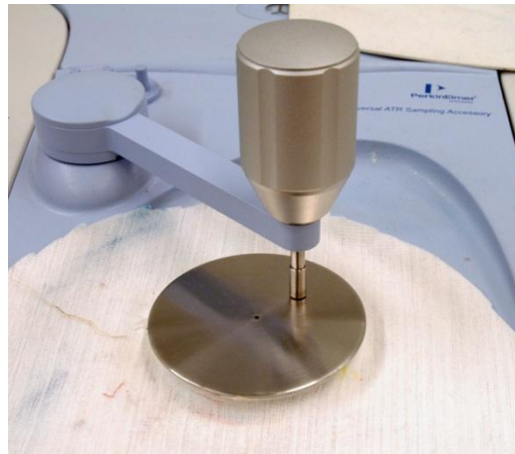
IR-spektroskopiaa on jonkin verran käytetty myös tutkittaessa sykloodekaanin haihtumista. Lähdeaineistosta on löydettävissä analyysit sykloodekaanin haihtumisesta tekstiileistä (Confer 2006, 16, 23, 41–48) sekä öljyvärimalauksista (Kuvvetli, Alling, Kendix, Kalsbeek & Faurskov Nielsen 2007, 28–32). Palaan näiden tutkimusten tuloksiin lyhyesti seuraavassa kappaleessa, verratakseni niitä omiin analyysihini.

4.5 FT-IR -analyysit haihtumisen toteamiseksi

Tekemäni FT-IR -analyysi oli luonteeltaan semi-kvantitatiivinen (osittain määrällinen), sillä tarkoituksena ei ollut selvittää molekyylien tarkkoja pitoisuuksia referenssispektrien piikeissä (Knuutinen 2010b). Tutkimus keskittyi sen sijaan analysoimaan kullekin aineelle ominaisten piikkien käyttäytymistä haihtumisen edetessä. Tein FT-IR -mittaukset sekä lasi-, kalkkilaasti- että japaninpaperialustoille, ja tuloksia tarkastelin transmittanssispektrien avulla. Taulukossa pystyakselilta (T %) voi lukea käänteisesti paljonko kyseistä molekyyliä näytteessä on (100 % = ei yhtään) ja vaaka-akselin aallonluku kertoo, mistä molekyylistä on kyse. Kaikista materiaaleista mittasin ensin

referenssispektrit, joista pystyin näkemään kunkin aineen tyypillisten molekyylien aikaansaamat absorptiopiikit. Näiden piikkien muutoksia seurasin tekemällä mittauksia objektilaseilta jo haihtumisen aikana ja kaikilta alustoilta haihtumisen jälkeen, vertaillen sekä yhdistellen syntyneitä spektrejä (LIITE 8).

Mittalaitteena käytettävissäni oli Perkin Elmer Spectrum 100 FT-IR -spektrometri, johon on liitetty ATR-analyysialusta sinkkiselenidi-kristallilla (Kuva 41).

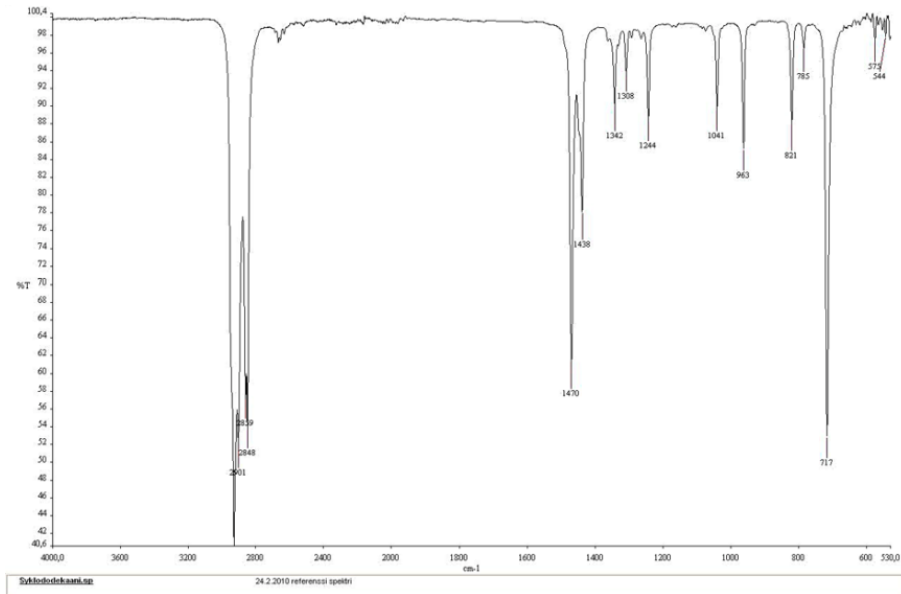


Kuva 41: ATR-analyysialusta ja puristin

Kaikki kolme testattavaa haihtuvaa sideainetta kuuluvat hiilivetyihin, mutta jokaisella niillä on oma yksilöllinen rakenteensa. Tässä tutkimuksessa keskityin tarkkailemaan kaikille yhteisiä, spektreissä selvästi näkyviä hiilivety-ryhmän piikkejä, sillä niiden olemassaolon perusteella pystyin analysoimaan sen, millä tasolla haihtuminen materiaalista oli tapahtunut. Karkeasti ryhmitellen nämä piikit sijoittuvat taulukon alaosakselilla tyypillisesti n. 3000 cm^{-1} , 1500 cm^{-1} ja 750 cm^{-1} :n kohdille (Knuutinen 2010a).

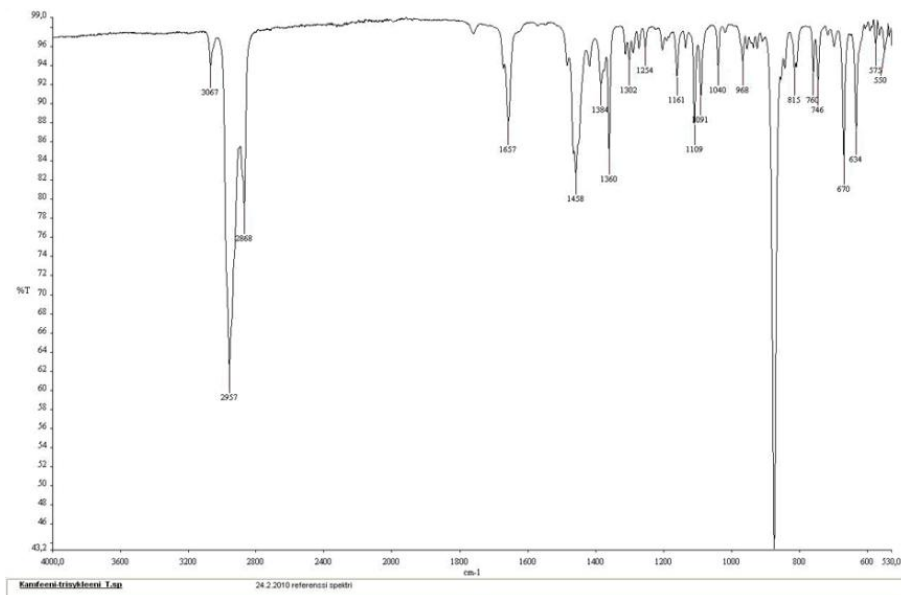
Syklododekaanin IR-spektrissä (Kuvio 19) hiilivety-ryhmän piikit voidaan nähdä aallonlukualueilla $2901\text{--}2848\text{ cm}^{-1}$, $1470\text{--}1438\text{ cm}^{-1}$ ja 717 cm^{-1} .

Kuvio 19: Syklododekaanin referenssispektri



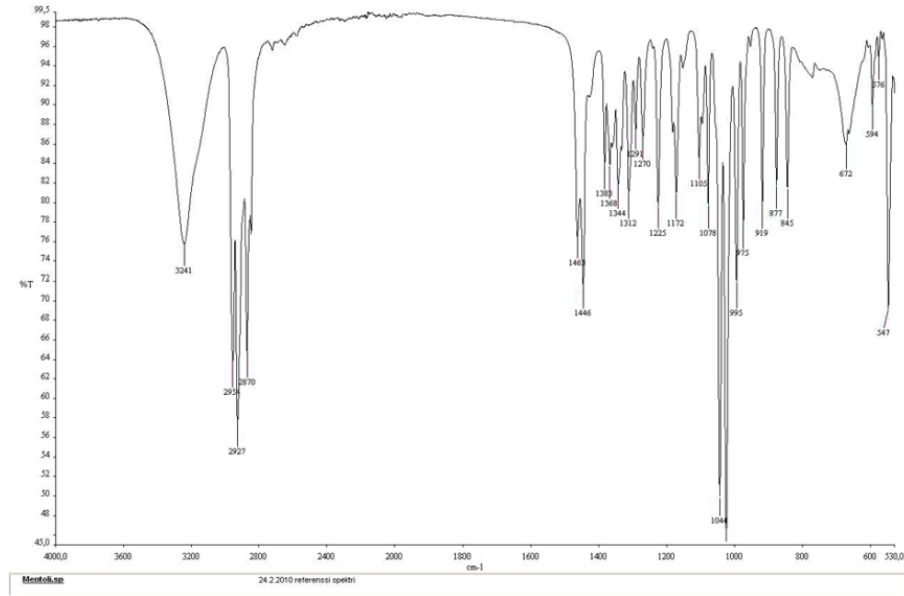
Trisyklisen kamfeenin osalta tarkastelin hiilivety -ryhmän piikkejä alueilla $2957\text{--}2868\text{ cm}^{-1}$, 1458 cm^{-1} ja 875 cm^{-1} (Kuvio 20).

Kuvio 20: Kamfeeni-trisykleenin referenssispektri



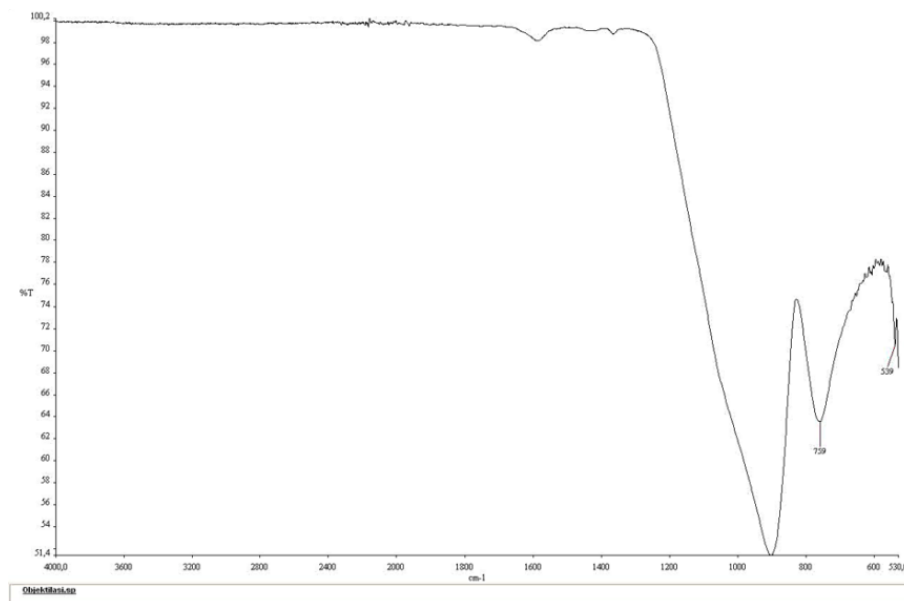
Mentolin tunnistamiseen käytetyt piikit sijoittuvat alueille $2954\text{--}2870\text{ cm}^{-1}$, $1446\text{--}1463\text{ cm}^{-1}$, sekä $1044\text{--}1025\text{ cm}^{-1}$. Lisäksi mentolin spektrissä on voimakas piikki 3241 cm^{-1} :n kohdalla, joka osoittaa alkoholiryhmän olemassaolon (Kuvio 21).

Kuvio 21: Mentolin referenssispektri



Vastaavasti tein jokaisesta käytetystä testialustasta omat referenssispektrit, jotta vertailu olisi ollut mahdollista (Kuvio 22).

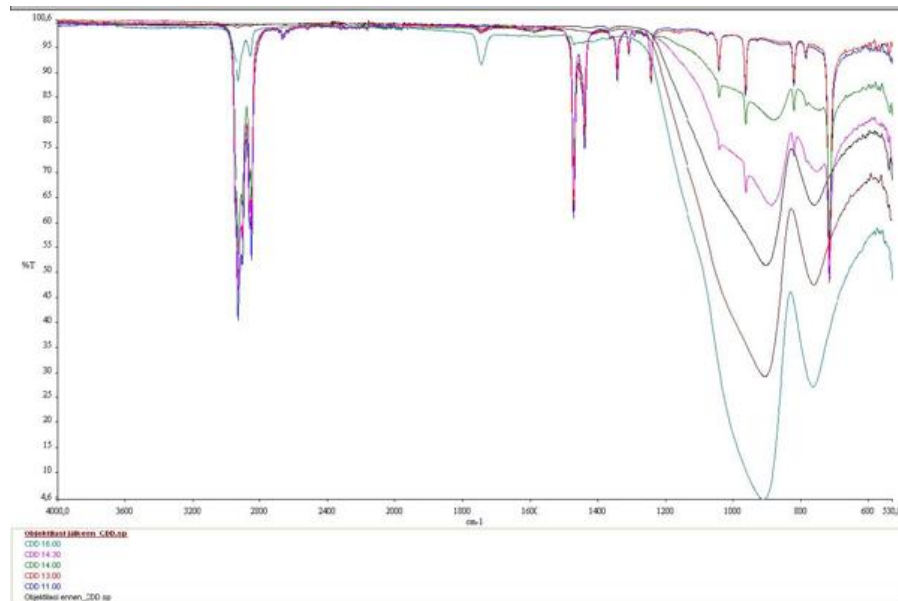
Kuvio 22: Objektilasin referenssispektri



Objektilasilta seurasin kunkin testattavan aineen haihtumista mittaamalla lasilevyn tasaisin väliajoin ja seuraamalla syntyvissä spektreissä tapahtuvia muutoksia. Tietokoneohjelma mahdollisti haihtumisen aikana mitattujen spektrien sekä referenssispektrien asettamisen lopuksi samaan taulukkoon, jolloin siitä oli helppo lukea tulokset.

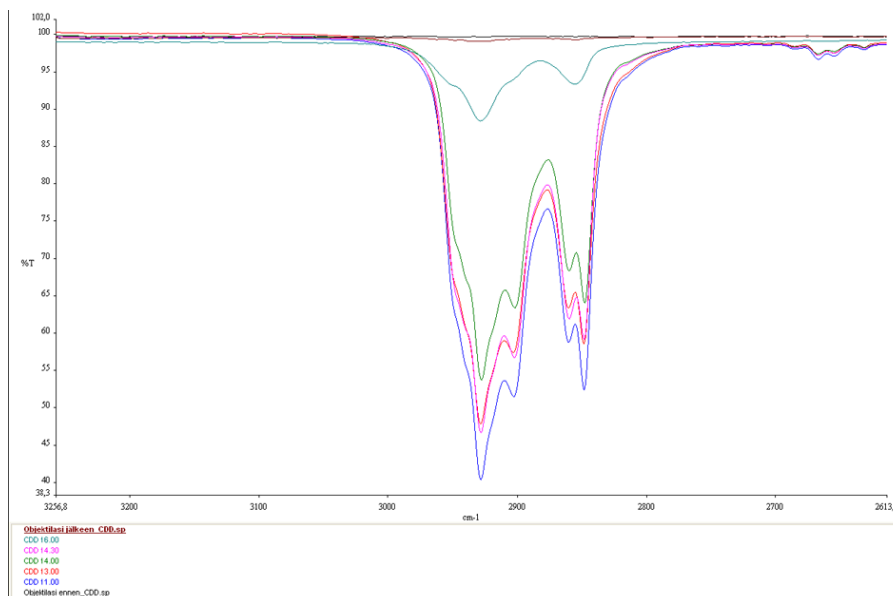
Syklododekaanin haihtumista objektilasilta voi seurata hyvin taulukon oikeasta reunasta, jossa syklododekaani-spektri vähitellen haihtumisen edetessä muuttuu ja lähestyy lasin spektriä, ollen lopulta muodoltaan täysin samanlainen (Kuvio 23).

Kuvio 23: Syklododekaanin haihtuminen objektilasilta



Yksityiskohtakuvassa (Kuvio 24) näkyy selvemmin haihtumisen tulos n. 2900 cm^{-1} : alueella. Eri mittauksista saadut spektrit on kuvassa tunnistettavissa erivärisinä käyrinä. Syklododekaanin käyrät lähestyvät vähitellen taulukon yläosassa näkyvää mustaa käyrää, joka kuuluu lasille. Lähimpänä mustaa näkyy viimeinen, haihtumisen jälkeen mitattu spektri punaisena käyränä, joka näyttäisi olevan identtinen lasin referenssispektrin kanssa. Identtisyyden voi todeta kuviosta 23 koko spektrin matkalta, jolloin voidaan sanoa, syklododekaanin hiilivety-ryhmiä osoittavien piikkien puuttumiseen perustuen, sen haihtuneen täydellisesti objektilasilta.

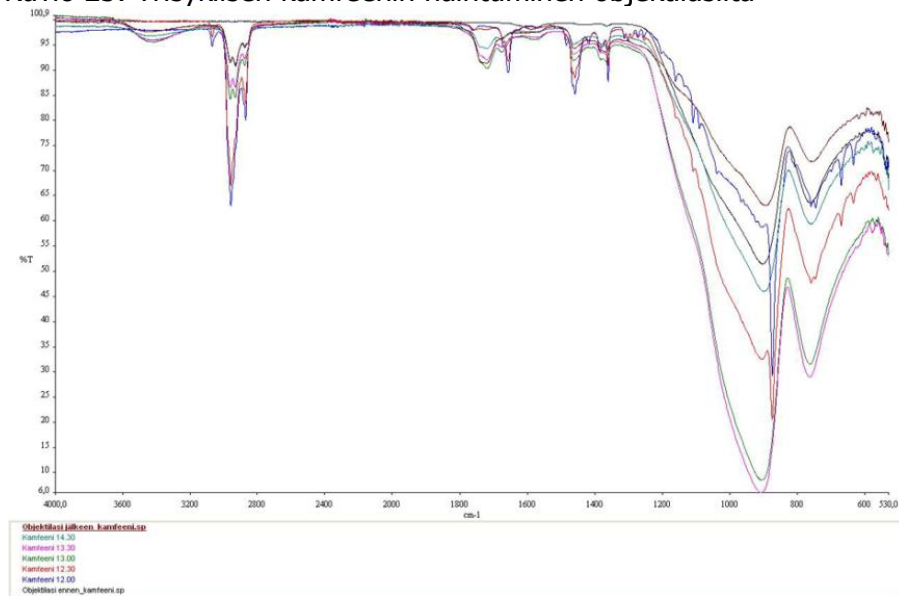
Kuvio 24: Yksityiskohta sykloodekaanin haihtumisesta objektilasilta



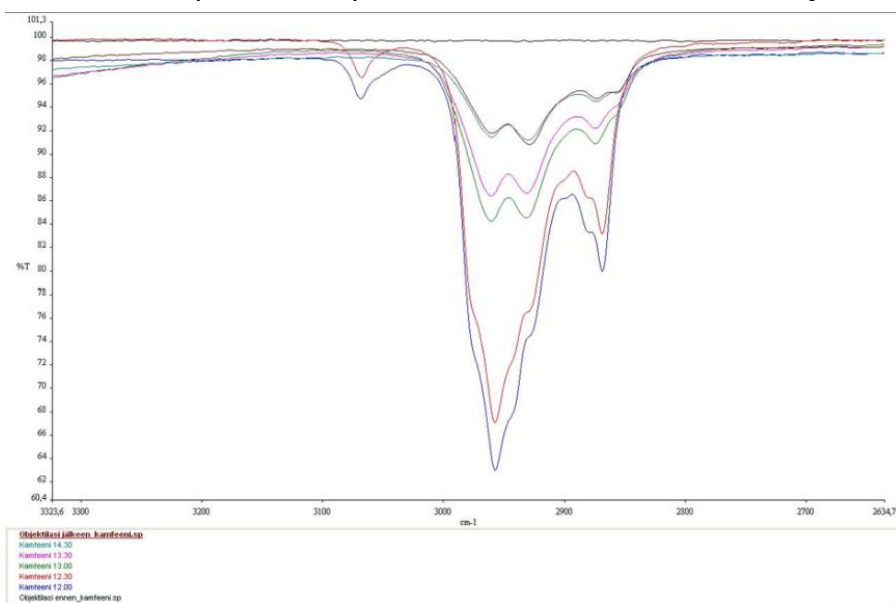
Syklodekaanin haihtumiseen liittyen uusinta tietoa löytyy vuonna 2009 julkaistusta artikkelista, jossa perehdytään sykloodekaanin mahdolliseen, tuloksia vääristävään vaikutukseen tutkittaessa arkeologisten materiaalien ikää radiohiiliajoituksen avulla. Tutkimukset osoittivat, että sykloodekaanin täydellisen haihtumisen jälkeen vain hyvin pieniä määriä radiohiiltä (^{14}C) oli havaittavissa tutkituilla pinnoilla, jonka voidaan katsoa olevan peräisin ennemminkin ympäristön epäpuhtauksista kuin itse sykloodekaanista. Tuloksena voitiin todeta, ettei sykloodekaani jätä jälkeensä haihtumattomia, hiilipitoisia jäämiä, jotka voisivat vääristää radiohiiliajoituksen analysointia. (Pohl, Hodgins, Speakman & Beaubien 2009, 229; Beaubien 2010.)

Päällekkäin asetettuna trisyklisen kamfeenin spektrien ja lasin referenssispektrin lähestymisen voi todeta kuviosta 25. Kuitenkin tarkastellessa yksityiskohtakuvaa aallonluku alueella n. 2900 cm^{-1} nähdään, että trisyklisen kamfeenin spektri ei ole yhteneväinen lasin spektrin kanssa (Kuvio 26). Tämä eroavaisuus osoittaa lasilevyllä jääneen jotakin orgaanista ainetta, joka ei ole trisyklistä kamfeenia, vaan saattaa olla sen sisältämää epäpuhtautta tai mahdollisesti kemiallisesti muuttunutta trisyklistä kamfeenia (Knuutinen 2010c). Yksi mahdollinen selitys tähän voisi olla lisäksi se että trisyklisen kamfeeni sisältää sekä stabilisointiaineita että pilaantumisenestoaineita, jotka eivät ole haihtuvia, ja jotka lisäksi tahraavat suojattavia materiaaleja sekä nopeuttavat niiden ikääntymistä. (Saltzman 2008, 32–33.) Nämä aineet saattavat näkyä analyysin tuloksissa.

Kuvio 25: Trisyklisen kamfeenin haihtuminen objektilasilta

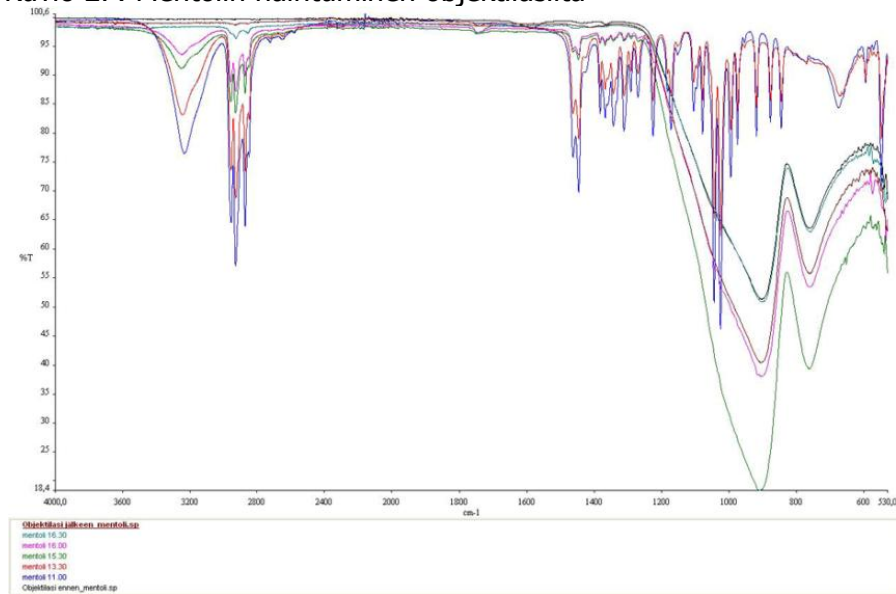


Kuvio 26: Yksityiskohta trisyklisen kamfeenin haihtumisesta objektilasilta

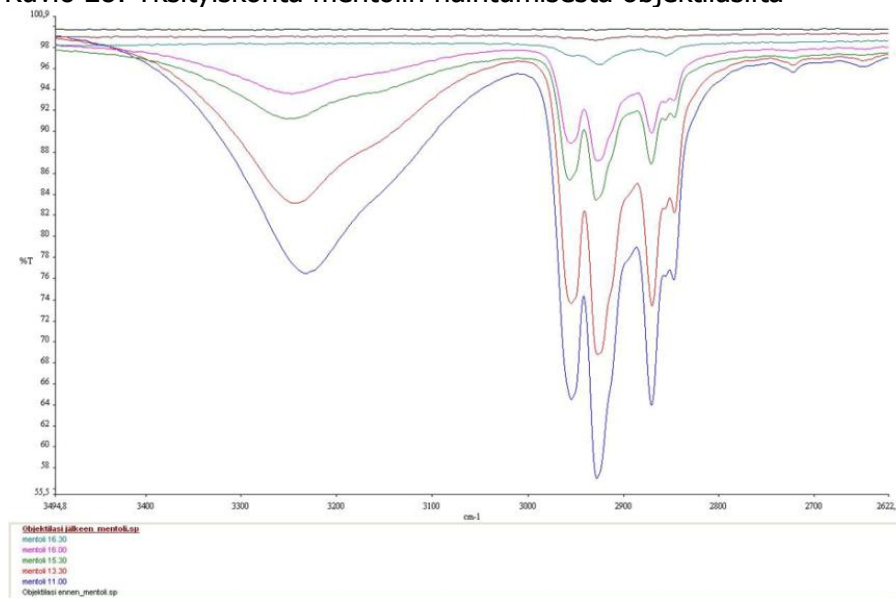


Mentolin spektrikuvioista (Kuvio 27) voi todeta sen haihtuneen täydellisesti objektilasilta. Tämän voi paremmin nähdä myös yksityiskohtakuvasta sekä alkoholiryhmän että hiilivety -ryhmän osalta (Kuvio 28).

Kuvio 27: Mentolin haihtuminen objektilasilta



Kuvio 28: Yksityiskohta mentolin haihtumisesta objektilasilta



Kalkkilaastialustoista sekä japaninpaperista tein mittaukset vasta täydellisen haihtumisen jälkeen ja tulokset vastasivat objektilaseille tehtyjä analyysyjä sykloodekaanin ja mentolin osalta. Sen sijaan kummassakaan materiaalissa ei jäämiä trisyklisestä kamfeenista voinut nähdä, toisin kuin lasilevyillä(LIITE 9). Kuten jo edellä mainitsin, on IR -spektroskopiaa käytetty jonkin verran myös aikaisemmin tutkittaessa sykloodekaanin haihtumista. Sarah Confer (2006, 16, 23, 41–48) on tutkinut lopputyössään sykloodekaanin haihtumista erilaisista

tekstiililaaduista ja liittänyt tutkimukseen mukaan myös FT-IR -analyysit.

Tutkimuksessa tarkasteltiin haihtumisen edistymistä puuvillasta, silkistä, tekokuidusta (Dacron), pellavasta sekä villasta. Haihtumistapahtumaa pidettiin kuitenkin vaikeasti seurattavana spektrien perusteella ja punnitsemisen todettiin olevan tarkempi menetelmä. Tutkimuksessa ei varsinaisesti tehty johtopäätöksiä haihtumisen täydellisyydestä, mutta tarkastelemalla haihtumisen aikana koottuja spektrikaaviota, ei niissä voi suoraan nähdä jälkiä sykloodekaanista.

Toinen esimerkki sykloodekaanin haihtumisesta on vuodelta 2007, ja siinä testialustana toimi öljyvärimaalaus. Tutkimus suoritettiin käyttäen Raman-spektroskopiaa (Near Infrared-Fourier Transform -Raman spectroscopy, NIR-FT - Raman spectroscopy). (Kuvvetli 2007, 28–32.) Lyhyesti sanottuna Raman-spektroskopia muistuttaa periaatteiltaan FT-IR -spektroskopiaa, ja nämä kaksi täydentävät toisiaan, sillä Raman-spektroskopian avulla saadaan paremmin tietoa epäorgaanisista yhdisteistä. Raman-metodi perustuu myös molekyylin atomien väliseen värähtelyyn, mutta infrapunasäteilyn imeytymisen seuraamisen sijasta laite kerää tietoa valon hajoamisesta eri aallonpituuksilla. (Ojanen 2008, 48.) Tutkimuksen tuloksena voitiin todeta että mitään jäämiä, mitä käytetyillä menetelmillä voidaan havaita, ei sykloodekaanista öljyvärimaalaukseen jäänyt. Lisäksi tutkimuksessa todettiin maalauksen olevan käsittelyn jälkeen vaurioitumaton pinnaltaan (Kuvvetli 2007, 28–32.)

4.6 Johtopäätökset

Tekemäni testit osoittivat sykloodekaanin, trisyklisen kamfeenin ja mentolin haihtumisen olevan usean eri tekijän tulos. Haihtumisajoista on lähes mahdotonta antaa yksiselitteisiä vastauksia, sillä ne voivat vaihdella paljon olosuhteista riippuen. Vaikka aineiden täydelliseen haihtumiseen huokoisista materiaaleista voi joissain tapauksissa kulua jopa kuukausia, on muistettava että haihtuminen alkaa pinnalta, jolloin suojakalvo muuttuu jo hyvin varhaisessa vaiheessa huokoiseksi ja sen ominaisuudet heikkenevät. Trisyklinen kamfeeni haihtuu hitaasti jo hyvin matalissa lämpötiloissa, kun taas sykloodekaanin ja mentolin osalta haihtumisen on todettu alkavan vasta lämpötilan noustessa lähelle 20 °C. Lämpötilan nousu vaikuttaa kaikkiin kolmeen aineeseen nopeuttaen haihtumista huomattavasti, ja sitä on mahdollista tehostaa edelleen lisäämällä ilmanvaihtoa. Tehokkain menetelmä suojakalvojen nopeaan poistamiseen pinnoilta on käyttää lämpöpuhallinta, mikäli kohde sen sietää.

Haihtumisen voi sen sijaan kaikkien haihtuvien sideaineiden kohdalla pysäyttää, suojaamalla ne mahdollisimman ilmatiiviisti. Opinnäytetyöhöni liittyvät haihtumistestit tein alkuvuodesta, jolloin ilman suhteellinen kosteusprosentti oli jatkuvasti hyvin matala, alle 20 % RH, mikä on talviaikaan tyypillistä koneellisesti ilmastoiduissa sisätiloissa. Epäselväksi siis jäi, minkälainen vaikutus ilmankosteuden muutoksilla on haihtumiseen.

Lämpötilan lisäksi haihtumisaikaan vaikuttavat muodostuvan kalvon ominaisuudet, kuten sen paksuus ja huokoisuus. Näitä ominaisuuksia voidaan säädellä käyttötarkoituksen mukaan lisäämällä aineisiin erityyppisiä orgaanisia liuottimia. Liuottimien määrä sekä niiden haihtumisominaisuudet vaikuttavat huokoisilla pinnoilla suoja-aineiden imeytymiseen, joka on erittäin oleellinen seikka tarkastellessa aineiden haihtumista. Tarkoitukseni oli liittää opinnäytetyöhön myös imeytymistestejä, mutta tässä vaiheessa en onnistunut löytämään luotettavaa metodologiaa imeytymisen toteamiseen. Mentolin kohdalla imeytymisen voi huokoisessa materiaalissa nähdä selvästi stereomikroskoopilla, sillä mentoli muodostaa erittäin suuria ja hyvin erottuvia kristallikiteitä, mutta muiden aineiden kohdalla kiteiden havainnointi ei ole yhtä yksinkertaista. Imeytymisen seuraaminen vaatisi oikeanlaisten värjäysmenetelmien kehittämistä erilaisille huokoisille materiaaleille.

Kun tarkastellaan haihtumisen täydellisyyttä, on selvää, ettei trisyklinen kamfeeni täytä riittävästi haihtuvan materiaalin vaatimuksia. Kalkkilaasti- ja japaninpaperialustoille tekemissäni punnituksissa ei merkitsevää, jäämistä kertovaa painoeroa voinut havaita, mutta objektilasien analyysit osoittivat, ettei lasilevy ollut haihtumisen jälkeen puhdas. Tämän seikan saattoi nähdä silmämääräisesti sekä trisyklinen kamfeeni että mentoli alustoilta. FT-IR -analyysien perusteella ei mentoli olisi jäämiä lasilevyille kuitenkaan jättänyt. Koska tarkkaa tietoa jäämien koostumuksesta ei ole, tulisi synteettisesti valmistettujen trisyklisen kamfeenin ja mentolin käyttöä konservoinnissa välttää. Sen sijaan sykloodekaani näyttäisi sekä lasilevyjen, punnituksen että IR-spektroskopian perusteella haihtuvan materiaaleista täydellisesti.

5 KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET KONSERVOINNISSA JA TAPAUSTUTKIMUKSET

Tähän osaan opinnäytetyötäni olen halunnut kerätä esimerkkejä haihtuvien sideaineiden erilaisista käyttömahdollisuuksista. Käytettävissä onkin runsaasti kirjallista materiaalia juuri käyttötapoihin liittyen. Aineistosta olen pyrkinyt löytämään mielenkiintoisia ja helposti saatavilla olevia tapaustutkimuksia erityyppisille materiaaleille. Tapaustutkimukset perustuvat valitettavasti lähes kokonaan vain sykloodekaanin käyttöön, sillä trisyklisen kamfeenin ja varsinkaan mentolin käytöstä on löydettävissä hyvin vähän julkaistua lähdeaineistoa. Joissakin tapauksissa saattaa kuitenkin olla mahdollista soveltaa niihin sykloodekaanin kanssa esimerkeissä käytettyjä metodeja, selvittämällä ensin niiden soveltuvuus käsiteltäville pinnoille ja materiaaleille. Hangleiter (2010) mainitsee mentolin olevan erittäin käyttökelpoisen suoja-aineen, sillä se tarttuu hyvin kaikille pinnoille ja muodostaa erinomaisen kalvon. Haittapuolena hän mainitsee kuitenkin mentolin erittäin voimakkaan ja hengitystiehyitä ärsyttävän tuoksun, joka tekee työskentelystä epämiellyttävää. Trisyklisen kamfeenin ja mentolin käyttöä tietyissä kohteissa rajoittaa lisäksi terpeeneille tyypillinen ominaisuus reagoida useimpien orgaanisten sideaineiden kanssa, jolloin käyttöä esim. öljyväri- ja paneelimaalausten, polykromiveistosten tai modernin taiteen kanssa on harkittava ennen työhön ryhtymistä (Saltzman 2008, 32–33). Sykloodekaanin käyttöä joissakin tapauksissa saattaa rajoittaa sen ominaisuus liuottaa ainakin osittain tiettyjä materiaaleja kuten akryylejä, lateksia, öljyä, vahoja ja hartseja, jolloin sen vaikutus näihin materiaaleihin on ennen suojakäsittelyä testattava. (Rowe & Rozeik 2008, 25.)

5.1 Vettä hylkivänä suojakerroksena

Haihtuvista sideaineista etenkin sykloodekaanin mahdollisuudet vettä hylkivänä suojakerroksena, esimerkiksi puhdistuksen aikana, ovat hyvin monipuoliset. Kirjallisuudesta löytyy runsaasti esimerkkejä sen käytöstä etenkin seinämaalausten, paperin ja tekstiilien puhdistuksen yhteydessä. Vaikka kaikki kolme haihtuvaa sideainetta liukenevat hyvin heikosti veteen, on muistettava, että trisyklinen kamfeeni ja mentoli liukenevat kuitenkin mm. etanoliin ja asetoniin, jolloin puhdistusaineen valintaan on kiinnitettävä huomiota. Koska sykloodekaaniliuos muodostaa pinnoille vain huokoisen kalvon, sen hydrofobinen ominaisuus heikkenee lisättäessä veteen alkoholia tai asetonia. Tästä syystä suosituin sykloodekaanin käyttömuoto puhdistuksen aikaisena suojana on sen levittäminen sulatettuna.

Esimerkkinä vettä hylkivän suojakerroksen muodostamisesta on tapaustutkimus Saksasta. Esimerkissä käsitellään 1950-luvulla esiin otettujen ja gluteeniliimalla suojattujen, 1500- ja 1600-luvuilta peräisin olevien kalkkimaalausten puhdistamista niitä tuhoavasta liimakerroksesta. Tyypillistä proteiiniliimoille on, että ne vanhetessaan kutistuvat ja aiheuttavat jännitystä maalausten pinnalla, jolloin maalikerrokset hilseilevät ja lopulta irtoavat kokonaan. Lisäksi liimakäsittely tummuu voimakkaasti ajan mittaan ja aiheuttaa muutoksia pigmenttien sävyissä.

Koska gluteeniliima on vesiliukoinen, ei sen poistaminen seinäpinnoilta tässä tapauksessa ollut itsessään ongelma. Sen sijaan vesipesun huomattiin jättävän kalkkilaastipintaiseen seinään likareunuksia ja tahroja, jotka haluttiin estää tekemällä laastipinnasta väliaikaisesti hydrofobinen. Suoja-aineeksi työhön valittiin sykloodekaani, joka liuotettiin teollisuusbensiinin (kiehumispiste 40–60 °C) suhteessa 5:6. Sykloodekaaniliuosta levitettiin siveltimellä useita kerroksia puhdistettaville pinnoille, jonka jälkeen liuottimen annettiin haihtua noin tunnin ajan, jotta kalvonmuodostus voisi tapahtua täydellisesti. Tämän jälkeen käsitellylle pinnalle muodostunut kristallisoitunut sykloodekaanikalvo poistettiin painelemalla sitä lakkabensiiniin kostutetulla vanulla. Tarkoituksena oli muodostaa vettähylkivä suoja, joka on pinnaltaan huokoinen, mutta jonka vaikutus jatkuu myös pintaa syvemmälle. Huokoinen pinta mahdollistaisi veden imeytymisen sen verran, että gluteeni liukenisi siihen. Gluteeni poistettiin seinäpinnalta vesi-alkoholihauteilla. Vesi-alkoholiliuokseen oli lisätty n. 0,5 % metyyliiselluloosaa (Tylose MH 30000), jotta veden viskositeetti kasvaisi ja sen imeytyminen huokoisen sykloodekaanikalvon läpi pintaa syvemmälle vaikeutuisi. Tutkimuksen mukaan sykloodekaanilla suojattu kalkkilaastiseinä pysyi vettähylkivänä noin 2–3 tuntia käsittelyn jälkeen, eikä puhdistuksesta jäänyt likatahroja seinäpintaan. (Hangleiter 2004d.)

Mielestäni kyseisessä tapauksessa sykloodekaaniliuoksen voidaan katsoa olevan paras vaihtoehto suojaukseen. Sulatetulla sykloodekaanilla kalvosta olisi tullut aivan liian tiivis, eikä vesi olisi kyennyt imeytymään sen läpi liuottamaan gluteiinia. Liuottimen avulla sykloodekaani saadaan imeytymään syvälle kalkkilaastiin, jossa se vahvistaa huokoista materiaalia ja antaa sille suojan vesikäsittelyn ajaksi. Koska suoja-aineen levityksen jälkeen pinnalta poistettiin varovasti lakkabensiinin avulla vain päällimmäinen, kristallisoitunut sykloodekaanikerros, suojasi jäljelle jäänyt kalvo todennäköisesti myös gluteeniliiman alla olevaa pigmenttikerrosta. Liuottimeksi oli valittu nopeasti haihtuva teollisuusbensiini, koska sykloodekaanin ei haluttu imeytyvän

liian syvälle, mikä olisi hidastanut haihtumista tarpeettomasti. Lisäksi hitaammin haihtuva liuotin olisi tehnyt kalvosta entistä huokoisemman, jolloin sen suojaava vaikutus olisi heikentynyt.

Trisyklisen kamfeenin ja mentolin käyttö maalausten suojakäsittelyinä ei mielestäni olisi ollut perusteltua, sillä ne olisivat lienneet gluteenin poistoon käytettyjen vesi-alkoholikompressien vuoksi. Lisäksi etenkin laajoilla pinnoilla käytettynä niiden silmiä, ihoa ja hengityselimiä ärsyttävät ominaisuudet saattaisivat muodostua ongelmaksi.

Tässä yhteydessä haluan ottaa esille vielä toisen mielenkiintoisen esimerkin sykloodekaanin käytöstä vesikäsitteilyjen aikana. Salvador Muñoz-Viñas julkaisi vuonna 2007 artikkelin kehittämästään tekniikasta suojata paperikonservoinnissa vastaantulevia vesiliukoisia väriaineita, kuten esimerkiksi erilaisia musteita sekä vesi- ja guassivärejä, jotka erilaisten kosteutus- tai pesukäsittelyjen aikana saattavat vahingoittaa kosteuden vaikutuksesta. Kirjoittajan mukaan nämä herkäät väriaineet kiinnitetään usein liuotinpohjaisilla tuotteilla, joista hän erityisesti mainitsee Paraloid B72:n. Paraloid B72 on kuitenkin hankala, tai jopa mahdoton poistaa paperista täydellisesti käsittelyn jälkeen ja koska se saa paperissa aikaan kiiltoa, on sen poistaminen ainakin osittain suotavaa. Lisäksi osa väriaineista saattaa liueta Paraloid B72:n kanssa käytettyihin liuotinaineisiin, kuten asetoniin. Tutustuttuaan sykloodekaaniin Salvador Muñoz-Viñas totesi myös sen käytössä olevan tiettyjä vaikeuksia, vaikka sen haihtuvuus ja liuotinvapaa käyttö olivatkin kiinnostavia ominaisuuksia. Paras vettä hylkivä kalvo on mahdollista saada aikaiseksi vain sulatetulla sykloodekaanilla, sillä sykloodekaaniliuokset ovat aivan liian huokoisia estääkseen kosteuden pääsyn suojatulle alueelle. Muodostuva kalvo on kuitenkin hyvin jäykkä sekä herkästi murtuva, jolloin siihen syntyy helposti pieniä halkeamia, ja vedenläpäisevyys kasvaa näiden halkeamien kautta.

Salvador Muñoz-Viñas kehitti ns. kaksikerrostekniikan suojaamaan vesiliukoisia väriaineita paperilla. Ensin sekä paperin päälle että kääntöpuolelle sivellään sulatettua sykloodekaania, joka suositellaan tehtäväksi useampana kerroksena, sillä kalvon paksuus on hyvä olla vähintään 0,5 mm. Tämän jälkeen kalvon päälle levitetään Paraloid B72 -liuos, jättäen sykloodekaanikalvo kuitenkin reuna-alueilta kapeasti peittämättä. Paraloid B72 täyttää sykloodekaanikalvossa mahdollisesti olevat halkeamat, ja suojasta muodostuu täysin läpäisemätön. Peittämättömiltä reuna-alueilta sykloodekaani pääsee haihtumaan, ja yleensä jo ennen täydellistä haihtumista, voi

Paraloid-kalvon poistaa helposti ilman liuottimia tai mekaanista työtä. Mahdolliseksi ongelmaksi sykloodekaanin käytössä saattaa kuitenkin muodostua hetkellinen korkea lämpötila paperissa, kun sulatettua ja noin 85-asteista sykloodekaania levitetään. Lisäksi paperin laajentuminen kosteuskäsittelyn aikana aiheuttaa todennäköisesti siihen jännitystä, sillä joustamattoman ja hydrofobisen sykloodekaanikalvon alla paperi ei pääse laajenemaan samalla tavoin kuin minkä joustavampi Paraloid B72 sallii. (Muñoz-Viñas 2007, 78–91.)

Vaikka trisyklinen kamfeeni ja mentoli soveltuisivat hyvin tämän tyyppiseen käyttöön nopeamman haihtumisensa puolesta, ei se kuitenkaan käytännössä ole mahdollista. Pinnan tiivistys vaatii liuotinpohjaisia aineita, jolloin kumpikaan niistä ei anna riittävää suojaa käsiteltävälle materiaalille.

5.2 Eristyskerroksena

Lähdekirjallisuudesta löytyy muutamia esimerkkejä sykloodekaanin käytöstä eristyskerroksena etenkin muottikopioiden valmistuksen yhteydessä.

Sen sijaan trisyklisen kamfeenin tai mentolin käytöstä tähän tarkoitukseen ei julkaistua kirjallisuutta tai artikkeleita löydy. En kuitenkaan näe estettä sille, ettei niitä voisi käyttää sykloodekaanin tavoin, etenkin jos haihtumisaikaa materiaalista halutaan lyhentää.

Esimerkkinä on tapaustutkimus Yhdysvalloista, jossa vuonna 1972 löydettyä, vulkaanisen tuhkan peittämistä sarvikuonojen ja hevosten fossiileista haluttiin tehdä kopiot näyttelyä varten. Kaksi viikkoa ennen muotin valmistamista fossiili vahvistettiin Paraloid B72 -liuoksella, jotta se kestäisi vaurioitumatta toimenpiteet. Tämän jälkeen luuranko esikäsiteltiin sivelemällä se kauttaaltaan sykloodekaani-teollisuusbensiniliuoksella. Sykloodekaaniliuoksen katsottiin soveltuvan käytettäväksi yhdessä sekä Paraloid B72:n että muottimateriaalina käytetyn silikonin kanssa, sillä kumpikaan ei liukene teollisuusbensiniin. Tarkoituksena oli saada sykloodekaanilla aikaiseksi eristyskerros, jotta silikoni ei imeytyisi huokoiseen luuhun ja jotta muotin poistaminen olisi vaivatonta. Sykloodekaanikalvon annettiin muodostua 12 tunnin ajan ennen silikonin levittämistä sen päälle. Silikonin kuivuttua voitiin valmistaa varsinainen kipsimuotti. Silikoni oli helppo poistaa jälkeinpäin fossiiliin päältä vahingoittamatta sitä ja sykloodekaani haihtui fossiilista noin kahdessa viikossa. (Brown 2005.)

Ongelmaksi muottikopioiden valmistamisessa muodostuu usein muotin valmistukseen käytetyn materiaalin taipumus imeytyä kopioitavaan, etenkin huokoiseen materiaaliin. Lisäksi yleisesti muottimateriaalina käytetty öljyinen silikoni jättää jälkeensä tahroja, joiden poistaminen on mahdotonta. Brückle, Thornton, Nichols ja Strickler (1999) tutkivat sykloodekaanin mahdollisuuksia toimia eristyskerroksena, jotta nämä ongelmat voitaisiin estää. Testialustoina käytettiin huokoisia terrakottasaviruukkuja sekä kalkkikiveä, jotka käsiteltiin sulatetulla sykloodekaanilla, sillä se muodostaa liuoksiin verrattuna kiinteämmän kalvon. Jotta sulatettu sykloodekaani olisi helppo levittää siveltimellä tasaisesti suojattavaan pintaan ja imeytyisi myös sen huokosiin, testialustat esilämmitettiin noin 60-asteisiksi, mikä on sykloodekaanin sulamispiste. Melko pian kuitenkin huomattiin, että sykloodekaani ei täysin estäkään silikonin sisältämien öljyjen pääsyä materiaaliin, sillä poolittomat öljyt todennäköisesti liuottivat osittain sykloodekaanikalvoa tehden sen huokoisemmaksi. Tähän ongelmaan testausten jälkeen löytyi ratkaisuksi vesiliukoinen eristyskerros sykloodekaanin ja silikonimuotin väliin. Parhaaseen tulokseen päästiin eristämällä sykloodekaani joko arabikumilla tai metyyliiselluloosalla. Silikonimuotti on helppo jälkeensä poistaa niiden päältä, jolloin eristyskerroksen voi poistaa vedellä, ja sykloodekaani saa vapaasti haihtua materiaalista. Näin vältetään materiaalia mahdollisesti rasittavalta jälkipuhdistukselta. (Brückle, Thornton, Nichols & Strickler 1999.)

Ongelmana sulatetun sykloodekaanin käytössä muottikopioiden osalta näkisin kuitenkin vaikeuden saada aikaiseksi riittävän ohut ja tasainen kalvo, erityisesti kohteissa, joissa on paljon yksityiskohtia. Mikäli muotin tulisi toistaa kaikki nämä pienimmätkin yksityiskohdat, käyttäisin eristykseen mieluummin sykloodekaaniliuosta useampana kerroksena siveltyinä antaen edellisen kerroksen kuivahtaa hieman ennen seuraavan levitystä. Näin on mahdollisuus saada aikaiseksi ohut ja hydrofobinen kalvo, joka vahvistaa kopioitavaa materiaalia myös pintaa syvemältä. Mikäli sykloodekaaniliuos levitetään kohteeseen riittävän lämpimänä (käytettävästä liuottimesta riippuen 60–85 °C), ei se myöskään muodosta materiaalin pinnalle yksityiskohtien kopiointia haittaavaa kristallikalvoa, kuten aikaisemmin tekemissäni kalvonmuodostustesteissä kalkkilaastipinnoille on todettu. Lisäksi sykloodekaaniliuos haihtuu materiaalista huomattavasti nopeammin kuin lämmin, sulatettu sykloodekaani, jonka imeytymistä on tehostettu esilämmittämällä käsiteltävä pinta. Pahimmassa tapauksessa haihtuminen materiaalista tällaisen käsittelyn jälkeen voi kestää useita kuukausia (Hangleiter 2004a), jolloin jatkotoimenpiteitä on mahdollisesti siirrettävä kohtuuttoman paljon.

5.3 Väliaikaisena vahvistuksena ja suojana

Väliaikaisesta vahvistuksesta syklo-dodekaanin avulla löytyy lähdeaineistosta esimerkkejä erityisesti arkeologiasta, jolloin sitä on käytetty vahvistamaan mm. hauraita keramiikka- ja metalliesineitä ennen toimenpiteitä tai kuljetusta. Lisäksi käyttökokemuksia löytyy öljyväri- ja seinämaalausten, sekä veistosten maalipinnan suojaamisesta ja kivimateriaalien vahvistamisesta, etenkin kuljetuksen aikana. Arkeologiassa syklo-dodekaanin käytön tekee monesti ongelmalliseksi olosuhteet, sillä ensiksikin sen lämmittäminen paikanpäällä saattaa olla haasteellista, ja toiseksi syklo-dodekaania ei voi käyttää mikäli suojattava kohde on liian märkä, joten se on ensin kuivatettava. Lämpimissä olosuhteissa esimerkiksi kesäaikana rajoittaa trisyklisen kamfeenin ja mentolin käyttöä niiden matala sulamispiste (noin 30 °C), jolloin suojattavat pinnat joudutaan viilentämään ennen käsittelyä, jotta kalvonmuodostus olisi mahdollista.

Tutkimusta arkeologisten rautaesineiden vahvistamisesta ennen niiden mekaanista puhdistamista on tehnyt mm. Ulrike Uhlig (2002), joka testasi rakenteeltaan ja huokoisuudeltaan erityyppisiä rautaesineitä, ennen menetelmän toteuttamista käytännön kohteisiin. Tutkimuksessa haluttiin selvittää syklo-dodekaanin imeytymistä esineisiin, sen mahdollistamaa työskentelyaikaa, haihtumista sekä suojauksen riittävyttä mekaanisen puhdistuksen aiheuttamaa rasiusta vastaan. Testausten perusteella varsinainen puhdistus tehtiin myöhäiskeskiajalta peräisin oleviin, voimakkaasti korrodoituneisiin rautaesineisiin. Esineet esilämmitettiin lämpökaapissa 70 asteeseen, jonka jälkeen ne upotettiin sulatettuun syklo-dodekaaniin, sen lämpötilan ollessa kolmenpäivän imeytyksen aikana sama 70 °C. Imeytymiseen kulunut aika vaihteli riippuen testikappaleen koosta, muodosta sekä kunnosta. Tämän jälkeen esineet hiekkapuhallettiin ja hiottiin puhtaaksi. Lopputuloksena voitiin todeta syklo-dodekaanin tunkeutuneen materiaalin huokosiin ja täyttäneen ne vahvistaen huokosten seinämiä. Suojakäsittelyn katsottiin olevan riittävä, jotta mekaaninen puhdistus voitiin tehdä vahingoittamatta itse esineitä. Työskentelyaikaa oli mahdollista pidentää käärimällä esineet tuorekelmuun ja sulkemalla ne polyeteeni-pusseihin haihtumisen estämiseksi. Haihtumiseen kulunut aika huoneenlämmössä oli suhteellisen pitkä, esineestä riippuen jopa kuusi kuukautta. Haihtumista oli mahdollista kuitenkin myös nopeuttaa, joko asettamalla esine lämpökaappiin, tai pesemällä sitä bensiinissä. (Uhlig 2002, 580–583.)

Kuljetuksen aikaisesta suojauksesta esimerkkinä toimii seinämaalausten siirtäminen Los Angelesissa, Yhdysvalloissa. Työ oli luonteeltaan hieman erikoinen, sillä seinämaalausten mukana siirrettiin koko rakennus Santa Barbaran taidemuseon ulkopuolelle. Useita siirtomenetelmiä pohdittiin, mutta koska museo oli esittänyt toiveen saada David Alfaro Siqueiroksen vuonna 1932 valmistunut maalaus siirrettyä yhtenä kappaleena, niin lopulta päädyttiin tähän ratkaisuun. Maalaus oli alkuperäisellä paikallaan maalattuna puutarharakennuksen viidelle seinälle ja ennen siirtoa vaurioita todettiin olevan sekä rakenteissa että itse maalauksessa. Rakennuksen katto oli lähes sortumispisteessä ja seinissä oli havaittavissa kosteusvaurioita. Maalaus oli paikoittain irronnut alla olevasta seinäpinnasta ja sideaineen kadottua ajan mittaan maalipinta oli muuttunut jauhomaiseksi. Koska taiteilija oli käyttänyt maalauksessaan kokeiluluontoisesti hyvin erikoislaatuista fresko-tekniikkaa, eli pigmentin sideaineena toimi öljy, ja viimeistelykerros oli tehty sementillä, oli maalauksen suojaukseen käytettävän materiaalin valinta hankalaa, sillä aineen ei haluttu tuhoavan teosta enempää liuottamalla sitä. Niinpä maalauksen suojaukseen päätettiin käyttää sykloodekaania. Sulatettu sykloodekaani siveltiin sen pintaan ohuelti ja päälle asetettiin harsokangas, jonka päälle levitettiin jälleen kerros sykloodekaania. Tämän jälkeen maalaus peitettiin muovilla ja pehmustetuilla vanerilevyillä, koko rakennus tuettiin, irrotettiin perustuksistaan ja siirrettiin nosturin avulla kuljetusauton lavalle. Siirto onnistui ja maalauksen suojana olleet vanerilevyt sekä muovi poistettiin. Sykloodekaanin haihtuessa kangas irtosi ja sen alta paljastui siirron aikana täysin vaurioitumattomana säilynyt maalaus. (Emerling 2002; Santa Barbara Museum of Art 2002.)

Esimerkissä mainittu kohteen suojaus on tähän asti ollut suurin laatuun sykloodekaanilla toteutettu toimenpide ja jäin miettimään kuinka hankalaa sulatetun sykloodekaanin levittäminen seinäpinnoille ohueksi kerrokseksi on sivellintä käyttäen saattanut olla. Koska työ on tehty kesällä, lämpimissä olosuhteissa, on sulatetun sykloodekaanin käsittely hieman helpompaa, etenkin jos myös seinäpinta on ollut lämmin. Toisaalta olisin saattanut harkita levitysmetodiksi vaihtoehtoisesti paineilmaruiskua lämmitettävällä säiliöllä, jolloin laajan pinnan suojaaminen on nopeampaa, ja suojakalvosta on mahdollista saada ohuempi sekä tasaisempi. Pintaan suihkuttamalla levitetty suojaus olisi lisäksi hellävaraisempi irtonaista ja hilseilevää maalipintaa kohtaan, kuin pinnan käsittely siveltimellä varovastikin tehtynä.

5.4 Väliaikaisena kiinnitysaineena

Leonie Saltzmann ja Hans Michael Hangleiter (2005) kehittivät syklododekaanin avulla erittäin käyttökelpoisen, kohdetta tuhoamattoman menetelmän kiinnittää materiaaleja väliaikaisesti toisiinsa. Ajatus lähti liikkeelle tarpeesta kiinnittää olosuhdemittareita, maalatuille seinäpinnoille, jolloin useimmat kiinnitystavat olisivat turhaan aiheuttaneet maalauksiin vaurioita. Kiinnitykseen sopivaksi välikappaleeksi valmistettiin liimakangas, kastamalla pala puuvilla- tai tekokuitukangasta syklododekaaniin ja peittämällä se eristävällä alumiinifoliolla, jotta haihtumista ei pääsisi tapahtumaan. Alumiinifolion kiinnittämiseen testattiin kahta erilaista 2-komponentti polyuretaania, joista toinen oli vaahto ja toinen juokseva. Polyuretaanin oli havaittu olevan yksi niistä harvoista materiaaleista joka kiinnittäisi alumiinifolion syklododekaaniin. Vaahtona polyuretaani jähmettyi liian nopeasti folioon ja tasaista kalvoa oli vaikea muodostaa. Juokseva polyuretaani oli sen sijaan helppo levittää folioon, jolloin se muodosti kirkkaan, kestävän kalvon, ja kiinnitti folion hyvin syklododekaanilla kyllästettyyn kankaaseen. Kolmantena käyttökelpoisena vaihtoehtona alumiinifolion kiinnittämiseen toimi helposti saatava ja edullinen hunaja. Hunaja säilyy foliolla suojattuna tahmeana, jolloin sen liimausvoima pitää. Alumiinifoliolla laminoidusta syklododekaanikankaasta voi leikata tarkoitukseen sopivan palan, joka kiinnitetään seinään lämmön avulla, esimerkiksi silitysraudalla. Silitysraudan ja alumiinifolion väliin kannattaa laittaa Hostafan- tai Melinex-kalvo, jotta folio ei rikkoutuisi. Kun syklododekaanin sulaa lämmön vaikutuksesta, kiinnittyy laminoitu kangas seinään. Hunajan osalta ongelmaksi muodostui sen muuttuminen juoksevaksi lämmön vaikutuksesta, jolloin se valui folion alta ja sotki seinäpinnan. Tämä ongelma ratkesi kuitenkin lisäämällä hunajaan Aerosil piihappoa, jolloin hunaja pysyi kiinteänä vielä syklododekaanin sulamispisteessä, 60 °C. Kun laminoitu syklododekaanikangas oli kiinnittynyt seinään, oli dataloggeri helppo kiinnittää alumiinifoliopintaan kaksipuolisella teipillä. Mittauksen päätyttyä laite voitiin irrottaa laminoidusta syklododekaanista ja poistaa alumiinifolio sekä vesiliukoinen hunaja, jolloin syklododekaani pääsi haihtumaan irrottaen samalla kankaan seinäpinnasta. Samalla tavoin laminoituja syklododekaanikangaspaloja voi käyttää kohteen tai esineen väliaikaiseen merkitsemiseen, sillä ne tarttuvat erittäin hyvin myös epätasaiselle pinnalle. (Saltzmann & Hangleiter 2005.)

Lyhyenä yhteenvetona haihtuvien sideaineiden käyttökohteiden valinnasta voin todeta sulatettujen syklododekaanin, trisyklisen kamfeenin ja mentolin, sekä syklododekaanisuihkeen soveltuvan pääasiassa kohteiden pintasuojaukseen. Ne

muodostavat yleensä tiiviin, vettähylykivän ja vahamaisen kalvon, eivätkä imeydy materiaaliin pintaa syvemmälle. Liuottimiin sulatetut haihtuvat sideaineet sen sijaan soveltuvat paremmin kohteiden rakenteelliseen vahvistamiseen, sillä liuottimen avulla voidaan vaikuttaa aineiden imeytymissyvyyteen. Liuottimen haihtuessa aineet kristallisoituvat käsiteltävän materiaalin huokoiseen rakenteeseen antaen sille tukea. Pinnalle muodostuva kalvo ei ole yhtä hydrofobinen ja tiivis, sillä kristallikiteet tekevät siitä huokoisemman. Kaikissa tapauksissa haihtuvat sideaineet on käsittelyn mahdollistamiseksi lämmitettävä melko korkeisiin lämpötiloihin (50–90 °C), jolloin kohde ei saa vahingoittua nopeasta ja hetkellisestä lämpötilan noususta. Lisäksi käytettyjen liuottimien vaikutus suojattavaan kohteeseen on tutkittava ennen käsittelyä.

6 POHDINTAA LOPUKSI

Haihtuvista sideaineista sykloodekaani, trisyklinen kamfeeni ja mentoli ovat jo 15 vuoden ajan olleet käytössä väliaikaisina suojausmenetelminä erilaisten konservointitoimenpiteiden yhteydessä. Aluksi ne tunnettiin vain pienen ryhmän keskuudessa Saksassa. Tämän ryhmän tutkimustyön, sekä julkaistujen artikkelien ansiosta aineiden suosio kohdetta tuhoamattomana menetelmänä, sekä vaihtoehtona perinteisesti käytetyille suojaus- ja konsolidointiaineille levisi ensin laajalti muualle Eurooppaan ja sen jälkeen ympäri maailman. Vuosien mittaan näistä kolmesta aineesta sykloodekaani on saavuttanut suurimman suosion, sillä sen käyttömahdollisuudet ovat muihin verrattuna hyvin monipuoliset. Kun puhutaan konservointiin soveltuvista materiaaleista ja työtavoista, ei 15 vuoden mittainen käyttökokemus ole kuitenkaan vielä riittävän pitkä aika, jotta voitaisiin varmuudella sanoa niiden olevan täysin turvallisia aineita, olkoon kyseessä sitten konservointikohde, ympäristö tai aineille altistuvan henkilön terveys. Historia on osoittanut liian usein, että uusien, alaa mullistavien menetelmien vaikutukset materiaaleihin tai terveyteen ovat havaittavissa vasta kymmenien, tai jopa satojen vuosien päästä siitä, kun ne on virallisesti hyväksytty osaksi konservointitiedettä. Tämä tosiasia ei kuitenkaan saa täysin sulkea pois uusiin materiaaleihin kohdistuvaa kehitystyötä, sillä vain tutkimalla niitä entistä paremmin on mahdollisuus tehdä johtopäätöksiä aineiden soveltuvuudesta kulttuuriperinnön säilyttämiseen.

Haihtuvien sideaineiden kohdalla tutkimustyötä on jo jonkin verran tehty, mutta suojattavaksi soveltuvien materiaalien kirjo on laaja, eikä tutkimustuloksia kaikilta osin ole vielä riittävästi saatavilla. Pääosin aineiden suosio ja niiden käytön yleistymisen konservaattorien keskuudessa ympäri maailmaa perustuu kuulopuheisiin, sekä olemassa oleviin tapaustutkimuksiin. Usein työn suorittaminen tapahtuu luottaen muiden kokemuksiin työskentelymenetelmien ja aineiden käyttäytymisen osalta, jolloin tapauskohtaista tutkimusta tehdään harvoin. Ongelmaksi haihtuvien sideaineiden kohdalla saattaakin muodostua niiden käyttäytyminen eri tavoin hieman erityyppisillä materiaaleilla, jolloin testaus ennen käytön aloittamista olisi suotavaa. Lisäksi aineiden käyttömuodot, erilaisine liuotussuhteineen ja liuotINVALINTOINEEN sekä levitystapoineen on alue, jossa tutkittavaa riittää lähes loputtomasti.

Opinnäytetyöni alussa siteerasin E.C.C.O.:n eettisen ohjeiston yhdeksättä artiklaa, joka sisältää määritelmän konservointikäyttöön soveltuvista materiaaleista ja metodeista. Halusin työni lopuksi vielä pohtia toteutuvatko nämä määritelmät haihtuvien sideaineiden osalta, tai missä määrin ne toteutuvat, perustuen opinnäytetyöhöni liittyvään tutkimukseen sykloodekaanista, trisyklisestä kamfeenista ja mentolista.

“Konservaattorin tulee pyrkiä käyttämään ainoastaan sellaisia tuotteita, materiaaleja ja toimenpiteitä, jotka ajanmukaisen tiedon mukaan eivät vahingoita kulttuuriperintöä, ympäristöä tai ihmisiä” (E.C.C.O. 2002).

Haihtuvien sideaineiden käyttö perustui alun perin tarpeeseen löytää erilaisille materiaaleille soveltuvia vaihtoehtoisia suojausmenetelmiä, jotka itsessään eivät vahingoittaisi käsiteltävää kohdetta. Lisäksi kyseeseen tulevien aineiden valintakriteereihin liittyi olennaisesti niiden ympäristöystävällisyys ja käyttöturvallisuus. Kun puhutaan haihtuvien sideaineiden käytöstä esimerkiksi pintojen puhdistuksen aikaisena suojauksena, nousee sykloodekaani ylitse muiden liukoisuusominaisuuksiensa ja kalvonmuodostuksensa ansiosta. Pelkällä vesipesulla puhdistettavien kohteiden yhteydessä myös trisyklinen kamfeeni ja mentoli voivat toimia suojaavana kerroksena estämässä vesivaurioiden syntymistä puhdistettavilla pinnoilla. Eristykseen ja väliaikaiseen kiinnitykseen on mahdollista soveltaa kaikkia kolmea ainetta, mikäli niiden yhteensopivuus käsiteltävien kohteiden ja muiden työssä käytettävien materiaalien kanssa on todettu.

Trisyklinen kamfeeni sekä mentoli ovat materiaaleja, joiden tiedetään tutkimusten perusteella saastuttavan vesistöä sinne joutuessaan. Sykloodekaanin mahdollisista

ympäristölle aiheuttamista vahingoista käydään jatkuvasti kiivasta keskustelua, mutta luotettavien tutkimustulosten, sekä riittämättömien näyttöjen puuttuessa, sen ei viimeisten tietojen mukaan katsota kuuluvan erittäin suurta huolta aiheuttavien kemikaalien ryhmään. Siitä huolimatta sykloodekaanin hävittäminen kotitalousjätteen mukana tai viemäriin kaadettuna ei ole hyväksyttävää. Kaikki kolme ainetta voi turvallisesti hävittää haihduttamalla hyvin ilmastoidussa tilassa, sillä nopean puoliintumisaikansa vuoksi ne hajoavat haihtuessaan, eivätkä saastuta ilmakehää.

Terveysvaikutusten osalta kaikkien kolmen aineen kanssa työskenneltäessä on suojauduttava asianmukaisesti. Kaikki haihtuvat sideaineet saattavat aiheuttaa enemmän tai vähemmän ärsytystä iholla ja silmissä, sekä olla haitallisia hengitettynä. Omakohtaisen kokemuksen mukaan trisyklisen kamfeenin voimakas tuoksu aiheuttaa jo pieninä määrinä lievää pahoinvointia ja päänsärkyä, jolloin sen käyttö ilman hengityssuojaimia tai riittämätöntä ilmanvaihtoa ei ole järkevää. Mentolilla on myös voimakas tuoksu jota on helppo pitää jopa miellyttävänä, mikäli altistus on pienimuotoista, mutta runsaasti käytettynä saattaa mentolihöyryjenkin hengittäminen aiheuttaa oireita. Sykloodekaanin tuoksu on hyvin mielto, eikä tunnu sellaisenaan aiheuttavan ongelmia. Sen sijaan sykloodekaanisuihketta käyttäessäni, kiinnitin huomiota ponneaineen haihtuessa jäljelle jäävän sykloodekaanijauheen leviämiseen hallitsemattomasti laajalle alueelle, jolloin sen joutuminen hengitykseen tai silmiin on estettävissä vain asianmukaisilla suojaimilla. Lisäksi suihke sotkee helposti myös ihon ja vaatetuksen. Liuottimien kanssa käytettynä kaikilta aineilta on suojauduttava liuottimen turvallisuusmääräysten mukaisesti. Koska sykloodekaanin, trisyklisen kamfeenin ja mentolin haihtumisajat vaihtelevat huomattavasti perustuen niiden höyrynpainearvoihin, on niiden haihtumisen aikainen pitoisuus hengitysilmassa täysin verrannollinen haihtumiseen kuluvaan aikaan.

”Mikäli mahdollista itse toimenpiteen ja käytettävien materiaalien ei tulisi haitata tulevaisuudessa tapahtuvaa tutkimusta, käsittelyä tai analyysiä” (E.C.C.O. 2002).

Ongelmaksi etenkin hitaasti haihtuvien sykloodekaanin ja mentolin käytössä saattaa usein muodostua epätietoisuus siitä, kuinka kauan aikaa voi täydelliseen haihtumiseen suojatuilta pinnoilta kulua. Liian nopeasti tehdyt jatkotoimenpiteet voivat aiheuttaa myöhemmin ongelmia. Esimerkkinä voin mainita hyvin lämpimällä sykloodekaaniliuoksella huokoiseen maalauspintaan tehdyn suojauksen puhdistuksen ajaksi. Sykloodekaaniliuoksessa mukana oleva, hitaasti haihtuva liuotin imeyttää suoja-aineen syvälle huokoiseen materiaaliin, jättäen sen pinnalle vain ohuen kalvon.

Kalvo suojaa maalausta riittävästi puhdistuksen ajan, mutta haihtuu nopeasti pinnalta. Sen sijaan imeytyneen sykloodekaanin haihtumiseen kuluu huomattavasti pidempi aika, jolloin se toimii materiaalissa pitkään eristyskerroksena. Liian aikaisessa vaiheessa tehdyt mahdolliset paikkaukset tai retusoinnit eivät pysy maalauksen pinnassa, koska ne eivät pääse imeytymään materiaaliin. Tästä syystä käytettyjen suoja-aineiden haihtumis- ja imeytymisominaisuudet olisi hyvä tiedostaa ennen työskentelyä, jotta tilanteeseen ja aikatauluun sopiva suojausmenetelmä olisi helpompi valita. Tulevaisuudessa näkisin hyödylliseksi jatkotutkimuksen aiheeksi haihtuvien sideaineiden imeytymisen testaamisen erilaisilla materiaaleilla, sillä se täydentäisi osaltaan kokonaiskäsitystä aineiden käyttäytymisestä ja auttaisi ymmärtämään haihtumistapahtumaa paremmin.

Sykloodekaani on tietääkseni näistä kolmesta ainoa, jonka täydellistä haihtumista materiaaleista on seurattu, jotta sen mahdolliset vaikutukset muiden materiaaliala-analyyysien tuloksiin voitaisiin sulkea pois. Sykloodekaanin on todettu haihtuvan materiaaleista niin täydellisesti, ettei se osaltaan voi vääristää iänmäärittystä radiohiiliajoituksen yhteydessä.

“Niiden tulee sopia yhteen kulttuuriperintökohteen materiaalien kanssa ja oltava mahdollisimman helposti ja täydellisesti poistettavissa” (E.C.C.O. 2002).

Kaikilla kolmella haihtuvalla sideaineella on taipumus reagoida tiettyjen materiaalien kanssa, jolloin näiden materiaalien olemassaolo suojattavassa kohteessa on tiedostettava. Sykloodekaanin soveltuvuus käytettäväksi erilaisten akryyli-, lateksi- tai öljymaalien kanssa saattaa olla rajoittunut, ja lisäksi se voi liuottaa erilaisia vahoja ja hartseja. Trisyklinen kamfeeni ja mentoli taas reagoivat monien orgaanisten sideaineiden kanssa, joka on tyypillistä muillekin terpeeneille. Varsinaista tutkimusaineistoa näitä väitteitä todentamaan ei ole saatavilla, vaan soveltuvuus on harkittava ja testattava tapauskohtaisesti.

Sykloodekaani, trisyklinen kamfeeni ja mentoli eivät vaadi perinteisten konservoinnissa käytettyjen suoja- tai eristysaineiden tapaan erityiskäsittelyä, jotta ne voitaisiin poistaa työskentelyn jälkeen pinnoilta. Haihtuminen tapahtuu ajan kuluessa itsestään, ja kuten haihtumistestit ja FT-IR -analyysit osoittivat, voidaan sykloodekaanin ja mentolin haihtumista pitää täydellisinä. Sen sijaan trisyklisen kamfeenin epätäydellistä haihtumista voidaan pitää riittävän suurena epäkohtana, jotta sen käyttöä konservointitarkoituksissa voisi jatkossa suositella.

Opinnäytetyöhön liittyvien tutkimusten, ajanmukaisen tiedon sekä konservoinnin eettisen ohjeiston perusteella olen valmis hyväksymään näistä kolmesta haihtuvasta sideaineesta ainoastaan sykloodekaanin käytön kohdetta tuhoamattomana menetelmänä. Mentolin käytön puolesta puhuvat sen sykloodekaania nopeampi haihtuvuus, sekä hieman erilainen kalvonmuodostus, mutta koska mentolin turvallinen käyttö on riippuvainen liian monesta eri tekijästä, suhtaudun siihen edelleen hieman varauksellisesti. Trisyklisen kamfeenin ainoana hyvänä ominaisuutena näen sen erittäin nopean haihtumisominaisuuden, mutta se ei yksinään riitä syyksi käyttää ainetta jatkossa.

LÄHTEET

- Brown, Gregory 2005. Molding and Casting of In-situ Articulated Skeletons in Soft Matrix: A Case Study from the Ashfall Fossil Beds, Nebraska [verkkodokumentti]. Lincoln: University of Nebraska State Museum. Saatavilla <http://www.vertpaleo.org/education/documents/Brown_2005.pdf> (luettu 7.4.2010).
- Brückle, Irene; Thornton, Jonathan; Nichols Kimberly & Strickler, Gerri 1999. Cyclododecane: Technical Note on Some Uses in Paper and Objects Conservation [verkkodokumentti]. Journal of the American Institute for Conservation, JAIC 1999, 38/2, 162–175. Saatavilla <http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic38-02-004_3.html> (luettu 7.4.2010).
- Confer, Sarah 2006. Cyclododecane: An Examination of the Rate of Sublimation from Various Textile Substrates. Master of Art Conservation Programme. Kingston: Queen's University, 16–48.
- Derrick, Michele R.; Stulik, Dusan & Landry, James M. 1999. Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Scientific Tools for Conservation 1999. Los Angeles: The Getty Conservation Institute
- E.C.C.O. European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations 2002. Kokkonen, Jyri 2004 (käänn.). Ammatillinen ohjeisto (II): Eettinenohjeisto, artikla 9 [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.konservaattoriliitto.fi/SuomECCOGuidelineslopullinen%20versio.pdf>> (luettu 8.2.2010).
- Emerling, Susan 2002. Siqueiros-“Portrait of Mexico Today, 1932” [verkkodokumentti]. Los Angeles Times. Saatavilla <<http://www.wpamurals.com/Siqueiros.htm>> (käyty 10.4.2010).
- European Chemicals Agency, ECHA 2008. Member State Committee Support Document for Agreement on Cyclododecane [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://echa.europa.eu/doc/about/organisation/msc/agreements_svhc/svhc_supdoc_cyclododecane.pdf> (luettu 2.4.2010).
- Fisher 2007. Material Safety Data Sheet. Camphene, remainder mainly alpha-fenchene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<https://fscimage.fishersci.com/msds/83984.htm>> (luettu 17.4.2010).
- France 2008. Annex XV Dossier. Proposal for Identification of a Substance as a CMR CAT 1 or 2, PBT, vPvB or a Substance of an Equivalent Level of Concern [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://echa.europa.eu/doc/consultations/svhc/svhc_axvrep_france_pbt_cyclododecane_20083006.pdf> (luettu 2.4.2010).
- Franz, Wolfgang 2002. Temporary consolidation using volatile binding media. Lindborg, Ulf (toim.). National Heritage board, Conservation of Mural paintings 2002, 71–77.

- Geller, Birgit & Hiby, Gudrun 2002. Flüchtige Bindemittel in der Papierrestaurierung sowie Gemälde- und Skulpturenrestaurierung. München: Siegel.
- Hangleiter, Hans-Michael 2004a. Volatile bindingmedia/Substances/Cyclododecane [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.hangleiter.com/html_e/index_.htm> (luettu 2.4.2010).
- Hangleiter, Hans-Michael 2004b. Volatile bindingmedia/Substances/Camphene [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.hangleiter.com/html_e/index_.htm> (luettu 2.4.2010).
- Hangleiter, Hans-Michael 2004c. Volatile bindingmedia/Substances/Menthol [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.hangleiter.com/html_e/index_.htm> (luettu 2.4.2010).
- Hangleiter, Hans-Michael 2004d. Volatile bindingmedia/Conservation/Applications in Conservation [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.hangleiter.com/html_e/index_.htm> (luettu 17.4.2010).
- Harrison, Karl 2005. Menthol, What is Menthol? About its Science, Chemistry and Structure [verkkodokumentti] Saatavilla <<http://www.3dchem.com/molecules.asp?ID=202>> (luettu 17.4.2010).
- Ilola, Noora 2010. Puiden ja varpujen juurten lajikohtainen massasuhteiden määrittäminen infrapunaskopioskopian avulla [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/16064/noora.ilola.progradu.pdf?sequence=1>> (luettu 4.4.2010).
- Invista 2005a. INVISTA™ Specialty Intermediates, Cyclododecane (CDD). Technical Information [verkkodokumentti]. Saatavuus <http://c12.invista.com/doc/files/306/CDD_tech_data_sheet.pdf> (luettu 2.4.2010).
- Invista 2005b. Safety Data Sheet, Cyclododecane. Versio 2.1, 1–5.
- Jägers, Elisabeth & Jägers, Erhard 1999. Volatile binding media – useful tools for conservation. Oddy, Andrew & Carrol, Sara (toim.). Reversibility – does it exist? British Museum Occasional Paper 1999/135. Lontoo: British Museum, 37–42.
- Kremer, Georg 2009a. 87100 Cyclododecane (C¹²H²⁴), sealing wax [verkkodokumentti]. Aichstetten: Kremer Pigmente. Saatavilla <<http://www.kremerpigments.com/shopus/PublishedFiles/87100e.pdf>> (luettu 12.4.2010).
- Kremer, Georg 2009b. 87099 Cyclododecane Spray [verkkodokumentti]. Aichstetten: Kremer Pigmente. Saatavilla <<http://www.kremerpigments.com/shopus/PublishedFiles/87099e.pdf>> (luettu 2.4.2010).
- Kremer, Georg 2009c. 87105 Tricyclene-Camphene [verkkodokumentti]. Aichstetten: Kremer Pigmente. Saatavilla <<http://www.kremerpigmente.de/shopint/PublishedFiles/87105e.pdf>> (luettu 17.4.2010).

- Kremer, Georg 2009d. 87108 Menthol [verkkodokumentti]. Aichstetten: Kremer Pigmente.Saatavilla <<http://www.kremerpigmente.de/shopint/PublishedFiles/87108e.pdf>> (luettu 17.4.2010).
- Kremer Pigmente 2002. Material safety data sheet, 87108 Menthol [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.kremerpigmente.de/shopint/PublishedFiles/87108MSDS.pdf>> (luettu 2.4.2010).
- Kremer Pigmente 2003. Safety Data Sheet, 87105 Tricyclic Camphene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.kremerpigmente.de/shopint/PublishedFiles/87105MSDS.pdf>> (luettu 2.4.2010).
- Kremer Pigmente 2009a. Safety data sheet, 81700-cyclododecan [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.kremerpigmente.de/shopint/PublishedFiles/87100_SHD_ENG.pdf>(luettu 2.4.2010).
- Kremer Pigmente 2009b. Safety data sheet, 87099-Cyclododecane Spray [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://www.kremerpigments.com/shopus/PublishedFiles/87099_SHD_ENG.pdf> (luettu 2.4.2010).
- Kuvvetli, Filiz; Alling, Anette; Kendix, Elsebeth; Kalsbeek, Nicoline & Faurkov Nielsen, Ole 2007. Observation of Cyclododecane on Canvas Painting as a Temporary Consolidant. *Meddelser* 2007/1, 28–32.
- Muñoz-Viñas, Salvador 2007. A Dual-Layer Technique for the Application of a Fixative on Water-Sensitive Media on Paper. *Restaurator* 2007/28, 78–94. München: Saur
- Ojanen, Sanna 2008. Drug loading of mesoporous silicon particles. Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology [verkkodokumentti]. Saatavilla <<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/42806/nbnfi-fe200811052056.pdf?sequence=3>> (luettu 17.4.2010).
- Oxford University 2003. Safety data for cyclododecane [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://msds.chem.ox.ac.uk/CY/cyclododecane.html>> (luettu 2.4.2010).
- PBT Working Group 2007. TC NES Subgroup on Identification of PBT and vPvB Substances. Results of the Evaluation of the PBT/vPvB Properties of Cyclododecane [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/Documents/PBT_EVALUATION/PBT_sum040_CAS_294-62-2.pdf> (luettu 2.4.2010).
- Pohl, Christie M.; Hodgins, Greg; Speakman, Robert J. & Beaubien, Harriet F. 2009. The Effect of Cyclododecane on Carbon-14 Dating of Archaeological Materials. *Journal of the American Institute for Conservation, JAIC* 2009/48, 223–233.
- Priha, Eero 2007. REACH ja kemikaalien ympäristövaikutukset [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/D46E8FE6-FE59-444B-9732-892EF4F92E06/0/Priha2.pdf>> (luettu 11.3.2010).

- Rowe, Sophie & Rozeik, Christina 2008. The uses of cyclododecane in conservation. Voce, Graham (toim.). International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. Reviews in conservation 2008/9, 17–31.
- Saltzmann, Leonie & Hangleiter, Hans Michael 2005. Cyclododecane- New Ideas for Application [verkkodokumentti]. DKF-course Copenhagen 01.2005. Saatavilla <http://www.hangleiter.com/html_e/index_.htm> (luettu 10.4.2010).
- Saltzmann, Leonie 2008. Information on Use, Exposure, Alternative and Risks on Annex XV SVCH: Cyclododecane [verkkodokumentti]. Saatavilla <http://echa.europa.eu/doc/about/organisation/msc/msc_rcoms/cyclododecane_rcom.pdf> (luettu 10.4.2010).
- Santa Barbara Museum of Art 2002. Conservation, Construction, and Transportation of Portrait of Mexico Today, 1932 [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.sbmuseum.org/siqueiros/conservation.html>> (luettu 10.4.2010).
- Stuart, Barbara; George, William O. & McIntyre, Peter S. 1996. Modern Infrared Spectroscopy. Ando, David J. (toim.) Analytical Chemistry by Open Learning 1996. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- The Good Scents Company 2010a. Camphene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.thegoodscentscompany.com/data/rw1006291.html>> (luettu 2.4.2010).
- The Good Scents Company 2010b. Tricyclene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.thegoodscentscompany.com/data/rw1149991.html>> (luettu 2.4.2010).
- Uhlig, Ulrike 2002. Cyclododecan für archäologische Funde? Konservierung von archäologischem Eisen. Restauro 2002/8, 580–583.
- Wikipedia 2010. Camphene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://en.wikipedia.org/wiki/Camphene>> (luettu 2.4.2010).
- Wolfram Alpha 2010a. Camphene-tricyclene [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.wolframalpha.com/input/?i=camphene-tricyclene>> (luettu 2.4.2010).
- Wolfram Alpha 2010b. Menthol [verkkodokumentti]. Saatavilla <<http://www.wolframalpha.com/input/?i=menthol>> (luettu 17.4.2010).

HENKILÖKOHTAISET LÄHTEET

- Beaubien, Harriet F. 2010. Konservointiosaston johtaja, Smithsonian Institute. Sähköpostiviesti: Lectures. Vastaanottaja Outi Aalto 19.1.2010.
- Hangleiter, Hans Michael 2010. Sähköpostiviesti: Questions about CDD. Vastaanottaja Outi Aalto 18.4.2010.

Knuutinen, Ulla 2010a. Lehtori, materiaalitutkimus. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Haastattelu: 31.3.2010.

Knuutinen, Ulla 2010b. Lehtori, materiaalitutkimus. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Haastattelu: 13.4.2010.

Knuutinen, Ulla 2010c. Lehtori, materiaalitutkimus. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
Sähköpostiviesti: FT-IR spektrit. Vastaanottaja Outi Aalto 8.4.2010.

SAFETY DATA SHEET according to EC directive 2001/58/EC				
Cyclododecane				
Version 2.1 Revision Date 07.03.2005		Ref. 130000000157		
This SDS adheres to the standards and regulatory requirements of the European Community and may not meet the regulatory requirements of other countries.				
1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND THE COMPANY/UNDERTAKING				
Product information				
Product name	:	Cyclododecane		
Use of the Substance/Preparation	:	chemical intermediate		
Company	:	INVISTA Textiles (U.K.) Ltd Wilton Site Redcar TS10 4XY		
Telephone	:	+441642445400		
Telefax	:	+441642445540		
Emergency telephone number	:	+44-(0)208-762.8322		
2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS				
Components				
Chemical Name	CAS-No.	EC-No.	Classification	Concentration [%]
Cyclododecane	294-62-2	206-033-9		100
3. HAZARDS IDENTIFICATION				
Dust may form explosive mixture in air. Heating can lead that developing vapours form explosive mixtures with air .				
4. FIRST AID MEASURES				
General advice	:	Never give anything by mouth to an unconscious person. Take off all contaminated clothing immediately.		
Inhalation	:	Move to fresh air. Consult a physician.		
Skin contact	:	Wash off with soap and water. Cool skin rapidly with cold water after contact with molten material.		
Eye contact	:	Rinse thoroughly with plenty of water, also under the eyelids. If eye irritation persists, consult a specialist.		
Ingestion	:	Clean mouth with water and drink afterwards plenty of water. Consult a physician if necessary.		
5. FIRE-FIGHTING MEASURES				
Suitable extinguishing	:	water spray, dry powder, foam, carbon dioxide (CO2),		
1/5				

SAFETY DATA SHEET according to EC directive 2001/58/EC

**Cyclododecane**

Version 2.1

Revision Date 07.03.2005

Ref. 13000000157

media

Specific hazards during fire fighting : Dust may form explosive mixture in air. Heating can lead that developing vapours form explosive mixtures with air . Hazardous decomposition products Carbon monoxide carbon dioxide (CO2)

Special protective equipment for fire-fighters : Wear self-contained breathing apparatus and protective suit.

Further information : Collect contaminated fire extinguishing water separately. This must not be discharged into drains. Fire residues and contaminated fire extinguishing water must be disposed of in accordance with local regulations.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions : Remove all sources of ignition. Ventilate the area. Avoid dust formation. Use personal protective equipment.

Environmental precautions : Should not be released into the environment. Do not flush into surface water or sanitary sewer system.

Methods for cleaning up : Avoid dust formation. Shovel or sweep up. Keep in suitable, closed containers for disposal.

Additional advice : Dispose of in accordance with local regulations.

7. HANDLING AND STORAGE**Handling**

Advice on safe handling : Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed. Avoid contact with skin, eyes and clothing. Do not breathe dust. Wear personal protective equipment.

Advice on protection against fire and explosion : Dust may form explosive mixture in air. Keep away from heat and sources of ignition. Take precautionary measures against static discharges.

Storage

Requirements for storage areas and containers : Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place.

Advice on common storage : Keep away from food, drink and animal feeding stuffs.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION**Engineering measures**

Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed.

Personal protective equipment

SAFETY DATA SHEET according to EC directive 2001/58/EC

**Cyclododecane**

Version 2.1

Revision Date 07.03.2005

Ref. 130000000157

Respiratory protection	: No personal respiratory protective equipment normally required. Respirator must be worn if exposed to dust. Suitable mask with particle filter P3 (BS EN 143).
Hand protection	: Material: nitrile rubber Permeation rate: 480 min Glove thickness: 0,35 mm Unsuitable material: Do not wear cotton or leather gloves.
Eye protection	: safety glasses with side-shields
Skin and body protection	: If there is potential contact with hot/molten material, wear heat resistant clothing and footwear. long sleeved clothing
Hygiene measures	: Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Keep away from food, drink and animal feeding stuffs. Wash hands before breaks and at the end of workday.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Form	: amorphous,
Colour	: white,
Odour	: slight, musty,
Melting point/range	: 60,7 °C
Boiling point/range	: 247 °C
Flash point	: 98 °C , Method: closed cup
Ignition temperature	: 175 °C
Lower explosion limit	: 0,7 %(V)
Upper explosion limit	: 7,5 %(V)
Vapour pressure	: 1,33 kPa at 100 °C
Density	: 0,82 g/cm ³ at 80 °C
Water solubility	: 0,01 g/l at 20 °C
Partition coefficient (n-octanol/water)	: log Pow: 6,71
Viscosity, dynamic	: 2,21 mPa/s at 65 °C

10. STABILITY AND REACTIVITY

Conditions to avoid	: To avoid thermal decomposition, do not overheat.
---------------------	--

SAFETY DATA SHEET according to EC directive 2001/58/EC

**Cyclododecane**

Version 2.1

Revision Date 07.03.2005

Ref. 130000000157

Hazardous reactions : None known.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute oral toxicity

- Cyclododecane : LD50/rat : > 10 000 mg/kg
Method: OECD Test Guideline 401

Acute inhalation toxicity

- Cyclododecane : LC50/6 h/rat : > 34 mg/l

Acute dermal toxicity

- Cyclododecane : LD50/rabbit : > 3 160 mg/kg

Skin irritation

- : rabbit
Result: No skin irritation Method: OECD Test Guideline 404

Eye irritation

- : rabbit
Result: No eye irritation Method: OECD Test Guideline 405

Sensitization

- : guinea pig Result: Animal test did not cause sensitization by skin contact.
Method: OECD Test Guideline 406

Repeated dose toxicity

- Cyclododecane : Oral rat, Exposure time: 14 d, NOEL: ca. 250 mg/kg , Method: OECD Test Guideline 407

Mutagenicity assessment


- : Not mutagenic in AMES Test.

12. ECOLOGICAL INFORMATION**Elimination information (persistence and degradability)**

- Biodegradability : aerobic//28 d/Not readily biodegradable. 3 %
Method: Closed Bottle test

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

- Product : Dispose of as special waste in compliance with local and national regulations
Offer surplus and non-recyclable solutions to a licensed disposal company. Can be incinerated, when in compliance with local regulations.

SAFETY DATA SHEET according to EC directive 2001/58/EC	
 INVISTA™	
Cyclododecane	
Version 2.1 Revision Date 07.03.2005	Ref. 130000000157
Contaminated packaging	: Empty containers should be taken for local recycling or waste disposal.
14. TRANSPORT INFORMATION	
Further Information	: Not dangerous goods in the meaning of ADR/RID, ADNR, IMDG-Code, ICAO/IATA-DGR
15. REGULATORY INFORMATION	
Labelling according to EEC Directive	
Not a hazardous substance or preparation according to EC-directives 67/548/EEC or 99/45/EC. The product does not need to be labelled in accordance with EC directives or respective national laws.	
16. OTHER INFORMATION	
The information provided in this Safety Data Sheet is correct to the best of our knowledge, information and belief at the date of its publication. The information given is designed only as a guidance for safe handling, use, processing, storage, transportation, disposal and release and is not to be considered a warranty or quality specification. The information relates only to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any process, unless specified in the text.	
5/5	

Material Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

87099 - Cyclododecane Spray

Revised edition: 08.03.2007

Printed: 15.12.2009

1. Identification of the Substance/Preparation and of the Company/Undertaking*Identification of the Product*

Product Name: Cyclododecane Spray
Article No.: 87099
Use of the Substance/Preparation: Artists' and Restoration Material

Company

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
Address: Hauptstrasse 41-47, D 88317 Aichstetten
Tel/Fax: Tel +49 7565 91120, Fax +49 7565 1606
Internet: www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de
Emergency No.: +49 7565 91120, Mon-Fri 8:00 - 17:00

2. Hazard Identification

Hazard designation:



F+ Highly flammable

Risk Phrases:

R12 Extremely flammable.

Additional information:

Careful! Container under pressure.

Protect from direct sunlight and temperatures above 50°C. Do not open by force or burn, even after emptying container.

Contains 100 % flammable components.

Keep out of reach of children.

3. Composition/Information on Ingredients

Chemical Characterization: Preparation of active component Cyclododecane and propellants.
Hazardous Ingredients: Butane (F+, R12) 25-50 %
CAS-Nr: 106-97-8 EINECS-Nr: 203-448-7 EC-Nr:
Propane (F+, R12) 25-50 %
CAS-Nr: 74-98-6 EINECS-Nr: 200-827-9 EC-Nr:

4. First Aid Measures

After inhalation: Take affected person to fresh air and seek medical advice in case of complaints.
After skin contact: This product is in general not irritating to the skin.
After eye contact: Rinse open eyes with plenty of water. In case of discomfort seek medical help.
After ingestion: Drink plenty of water.
Immediately get medical help.

5. Fire-Fighting Measures

Suitable extinguishing media: CO2, extinguishing powder, sand or earth.
Unsuitable extinguishing media: Water
Protective equipment: Use self-containing breathing apparatus.
Special hazards: Do not inhale explosion and smoke fumes and gases.

Material Safety Data Sheet
According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

87099 - Cyclododecane Spray



Revised edition: 08.03.2007

6. Accidental Release Measures

Personal precautions:	Do not inhale aerosol/fumes/vapors. Provide adequate ventilation. Keep away from sources of ignition. Wear appropriate protective equipment. Keep spectators away.
Environmental precautions:	Do not discharge into drains, surface or ground water in concentrated form. Contact local authorities if product pollutes soil or vegetation.
Methods of cleaning/absorption:	Clean up with suitable appliance and dispose adequately. Do not use water or other watery cleaning fluids.

7. Handling and Storage

Handling

Instructions on safe handling:	Protect against heat and direct sunlight. Provide adequate ventilation. Handle and open container with care. Provide adequate ventilation, also in floor area (vapors are heavier than air).
Information on fire and explosion protection:	Keep away from sources of ignition - do not smoke. Take precautionary measures against static discharges. Vapors in combination with air can form an explosive compound.

Storage

Storage conditions:	Store in a cool and dry place. Keep containers tightly closed. Protect against heat and direct sunlight. Store cool and dry. Heat can lead to a pressure increase and risk of bursting. Do not close containers gas-proof.
---------------------	--

8. Exposure Controls/Personal Protection

Additional information about design of technical systems:	No further measures, see Section 7.
Components with workplace control parameters (Germany):	Butane, CAS 106-97-8, TLC: 2400 mg/m ³ ; 1000 ml/m ³ ; 4(II); DFG Propane, CAS 74-98-6, TLC: 1800 mg/m ³ ; 1000 ml/m ³ ; 4(II); DFG
<i>Personal protective equipment</i>	
General protective measures:	Avoid contact with skin and avoid inhalation of vapour. Do not eat, drink or smoke while working.
Respiratory protection:	Not required.
Hand protection::	Solvent resistant protective gloves. Protective gloves. The glove material must be sufficient impermeable and resistant to the substance.
Protective glove material:	Natural latex. The resistancy of the glove material cannot be predetermined since the product is preparation of different substances. Preliminary tests should be carried out in advance.
Eye protection:	Tightly fitting safety goggles.

Material Safety Data Sheet
According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

87099 - Cyclododecane Spray

Revised edition: 08.03.2007

Body protection: Protective clothing.

9. Physical and Chemical Properties

Form: aerosol
 Odor: characteristic
 Melting temperature: not determined
 Boiling temperature: not applicable
 Flash point: not applicable
 Explosion risk: An explosive vapor/air mixture can be formed.
 Lower explosion limit: 1.5 Vol.%
 Upper explosion limit: 10.9 Vol.%
 Vapor pressure: 8300 hPa (20°C)
 Density: 0.65143 g/cm³ (20°C)
 Solubility in water: not miscible
 Solvent content: Organic solvent: 75.0 %
 VOC-EC%: 75.0 %
 VOC-EC: 488.6 g/l / 4.08 lb/gl
 Solid content: 25 %

10. Stability and Reactivity

Thermal decomposition/Conditions to be avoided: No decomposition if used according to specifications.
 Hazardous reactions: Unknown.
 Hazardous decomposition products: None known.

11. Toxicological Information

Primary effects
 Irritant effect on skin: Non irritating
 Irritant effect on eyes: Non-irritating to eyes
 Sensitization: No sensitizing effects known.

12. Ecological Information

Further information
 Water hazard class: 1
 Do not let product contaminate ground water, waterways or sewage system.

13. Disposal Considerations

Product: Do not let product enter water systems.
 Must not be disposed together with household garbage.
 Waste Code No.: 080000 - Wastes from the manufacture, formulation, supply and use (MFSU) of coatings (paints, varnishes and vitreous enamels), sealants and printing inks.

Material Safety Data Sheet
According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

87099 - Cyclododecane Spray

Revised edition: 08.03.2007

Waste Code No.: 080100 - Wastes from the manufacture, formulation, supply and use (MFSU) and removal of paint and varnish
080111 - Waste paint and varnish containing organic solvents or other dangerous substances
150000 - Waste packaging, absorbents, wiping cloths, filter materials and protective clothing not otherwise specified
150100 - Packaging (including separately collected municipal packaging waste)
150104 - Metallic packaging

Uncleaned packaging: Clean packaging material can be recycled.

14. Transport Information*Road transportation ADR/RID*

Class: 2
UN No.: 1950
Classification code: 5F
Tunnel No.: D
Hazard No.: 2.1
Correct technical name: AEROSOLS, flammable

Sea transportation

IMDG/GGVSee Class: 2.1
UN No.: 1950
EmS No.: F-D,S-U
Hazard No.: 2.1
Correct technical name: AEROSOLS, flammable

Air transportation

ICAO/IATA Class: 2.1
UN No.: 1950
Hazard No.: 2.1
Correct technical name: AEROSOLS, flammable

15. Regulatory Information

Designation according to EC guidelines: The material is subject to classification according to EC lists.

Hazard designation:



F+ Highly flammable

Risk Phrases:

R12 Extremely flammable.

Safety Phrases:

S16 Keep away from sources of ignition - No smoking.

S23 Do not breathe gas/fumes/vapour/spray (appropriate wording to be specified by the manufacturer).

S09 Keep container in a well-ventilated place.

S43 In case of fire, use sand, CO₂ or extinguishing powder. Never use water.

S51 Use only in well-ventilated areas.

Material Safety Data Sheet
According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

87099 - Cyclododecane Spray

Revised edition: 08.03.2007

Safety Phrases:	S46 If swallowed, seek medical advice immediately and show this container or label. S29 Do not empty into drains. S33 Take precautionary measures against static discharges. S02 Keep out of reach of children. S56 Dispose of this material and its container at hazardous or special waste collection point.
Employment restrictions:	The employment restrictions for young workers in accordance with the Youth Employment Protection Law (94/33/EC) are to be observed.
Technical instructions on air quality:	75 %
Water hazard class:	1, slightly hazardous for water (self-assessment)

16. Other Information

This product should be stored, handled and used in accordance with good hygiene practices and in conformity with any legal regulations.

This information contained herein is based on the present state of knowledge and is intended to describe our product from the point of view of safety requirements. It should be therefore not be construed as guaranteeing specific properties.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EC



87105 Tricyclic Camphene

Edition: 10.04.2003

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND THE COMPANY/UNDERTAKING

Product Information:

Product Name: Tricyclic Camphene
Article No.: 87105
Application: Artists' and Restauration Material

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
Hauptstrasse 41-47, D - 88317 Aichstetten
Tel. +49 7565 91120 Fax. +49 7565 1606
www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Characterization:

2,2-Dimethyl-3-methylene norbornan bicycle(2.2.1)heptane,2,2-dimethyl-3-methylene.

CAS No.	UN No.	EINECS No.	Hazard Symbols	R-Phrases
79-92-5	1325	201-234-8	Xi, F, N	11, 36, 50/53

3. HAZARD IDENTIFICATION



Xi Irritant



N Environmentally hazardous



F Highly flammable

Risk Phrases:

R 11: Highly flammable

R 36: Irritating to eyes

R 50/53: Very toxic to aquatic organisms. May cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

4. FIRST AID MEASURES

General information: Remove contaminated clothing.
After inhalation: Supply plenty of fresh air; consult physician.
After skin contact: Wash off immediately with plenty of water and soap.
After eye contact: Rinse open eye for several minutes under running water. Consult physician in case of symptoms.
After ingestion: Do not induce vomiting. If swallowed, seek medical advice immediately (show the label where possible).



MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EC

87105 Tricyclic Camphene

Edition: 10.04.2003

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media: Water spray, dry chemical, carbon dioxide. Extinguish larger fire with water spray or alcohol resistant foam.
 Special hazards: In case of fire: formation of carbon oxide.
 Protective equipment: Wear self-contained breathing apparatus.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal protective measures: Avoid contact with eyes and skin.
 Environmental protection: Keep away from sewerage system, waterways and earth.
 Methods of cleaning/absorption: Contain spills with inert material (sand, acid binder, universal binder, etc.). Transfer to separate suitable containers for recovery or disposal.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling:
 Instructions on safe handling: Provide good ventilation when handling large quantities.
 Information on fire and explosion protection: Keep away from sources of ignition. No not smoke. Take precautionary measures against static discharges.
Storage:
 Storage conditions: Store cool and dry. Keep container tightly closed.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Additional information about design of technical systems: No further data; see item 7.

Components with workplace control parameters: --

Personal protective equipment:

General protective measures: Follow the usual good standards of occupational hygiene. Take off contaminated clothing immediately. Wash hands before breaks and after work.
 Respiratory protection: Adequate respiratory mask recommended.
 Hand protection: Protective gloves. The glove material must be adequate to handle this product: polychloroprene. Minimum thickness: 0.65 mm. Minimum penetration time: 480 min.
 Eye protection: Safety glasses with protective shields.



MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EC

87105 Tricyclic Camphene

Edition: 10.04.2003

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Form: solid
Color: colorless
Odor: like turpentine

Changes in physical state:

Melting point:	43 - 46°C	
Boiling range:	156 - 160°C	
Flash point:	approx. 26°C	Method: DIN 51755 (closed cup)
Ignition temperature:	approx. 265°C	Method: DIN 51794
Vapor Pressure:	(20°C) approx. 3.3 mbar	
	(50°C) approx. 21.5 mbar	
Density:	(20°C) approx. 0.87 g/cm ³	
Solubility in water:	(20°C) 4.2 mg/l	
Partition coefficient (log Pow):	4.35	
Viscosity/kinematic:	(50°C) 1.6 mPas	

10. STABILITY AND REACTIVITY

Thermal decomposition: None if used according to specifications.
Hazardous decomposition products: None known.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute oral toxicity:

- Oral, LD₅₀: > 5000 mg/kg (rat)
- Dermal, LD₅₀: > 2500 mg/kg (rabbit)

Primary effect:

Irritant effect on skin: Not irritating (rabbit).
Irritant effect on eye: Irritating effect possible (rabbit eye).

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Persistence/degradability: 100 %, biodegradable (5 d) Method: OECD 302 B
5 % (10 d) Method: OECD 301 F

Ecotoxicity:

Fish toxicity:	LC50/96h:	0.72 mg/l (OECD 203)
Algae toxicity:	EC10/72h:	320 - 580 mg/l (OECD 201)
	EC50/72h:	> 1000 mg/l (OECD 201)
Bacteria toxicity:	EC10:	490 mg/l (OECD 209)
	EC50:	> 1000 mg/l (OECD 209)



MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EC

87105 Tricyclic Camphene

Edition: 10.04.2003

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Product may be taken to waste disposal site or incineration plant, after consultation with site operator and/or with the responsible authority, in accordance with current regulations.

14. TRANSPORT INFORMATION

Land transportation:
 ADR/RID-GGVSE Class: 4.1 UN No.: 1325
 Packaging group: II Label.: 4.1
 Classification code: F1 Tunnel code: E
 Correct technical name: Flammable solid, organic, n.o.s. (Camphene)

Sea transportation:
 IMDG/GGVSee Class: 4.1 UN No.: 1325
 Packing group: II Label: 4.1
 Emergency Schedule: 4.1-05
 Proper Shipping Name: Flammable solid, organic, n.o.s. (Camphene)

Air transportation:
 ICAO/IATA Class : 4.1 UN-No.: 1325
 Packing group : II Primary risk: 4.1
 Proper Shipping Name: Flammable solid, organic, n.o.s. (Camphene)

15. REGULATORY INFORMATION

Designation according to EC guidelines: The material is subject to classification according to EC lists and other sources of literature known to us.

Hazard designation:



Xi Irritant



N Environmentally hazardous



F Highly flammable

Risk Phrases:

R 11: Highly flammable
 R 36: Irritating to eyes
 R 50/53: Very Toxic to aquatic organisms. May cause long-term adverse effects in the aquatic environment.



MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EC

87105 Tricyclic Camphene

Edition: 10.04.2003

Safety Phrases:

- S 16: Keep away from sources of ignition - No smoking.
S 25: Avoid contact with eyes.
S 26: In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.
S 60: This material and/or its container must be disposed of as hazardous waste.
S 61: Avoid release to the environment. Refer to special instructions / Safety Data Sheets.

National (D) Regulations:

Water hazard class: 2, toxic to water

16. OTHER INFORMATION

This product should be stored, handled and used in accordance with good hygiene practices and in conformity with any legal regulations. This information contained herein is based on the present state of knowledge and is intended to describe our product from the point of view of safety requirements. It should therefore not be construed as guaranteeing specific properties.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EEC

**87108 Menthol**

Edition: 10.12.2002

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND THE COMPANY/UNDERTAKING

Product Information:

Product Name: Menthol
Article No.: 87108

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
Hauptstrasse 41-47, D - 88317 Aichstetten
Tel. +49 7565 91120 Fax. +49 7565 1606
www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Characterization:
P-Menthanol C₁₀H₂₀O

CAS-No.: 2216-51-5

3. HAZARD IDENTIFICATION

Hazard designation:



Xi Irritant

R 36/37/38: Irritating to eyes, respiratory system and skin.

4. FIRST AID MEASURES

After inhalation: Supply fresh air; consult physician in case of symptoms.
After skin contact: Wash off immediately with plenty of water and soap.
After eye contact: Rinse open eye for several minutes under running water.
After ingestion: Rinse mouth immediately and drink plenty of water. Consult physician.

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media: Foam, dry chemical, carbon dioxide.
Unsuitable extinguishing media: Water
Protective equipment: Wear self-contained breathing apparatus and protective clothing.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EEC



87108 Menthol

Edition: 10.12.2002

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Person-related safety measures: Provide good ventilation.
 Environmental protective measures: Prevent product from getting into drains/surface water/groundwater.
 Methods of cleaning/absorption: Dispose of contaminated material as described in Part 13.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling:
 Instructions on safe handling: Follow the usual good standards of occupational hygiene.
 Information of fire and explosion protection: Provide good ventilation. Keep away from ignition sources - do not smoke. Take precautionary measures against electrostatic charging.

Storage:
 Storage conditions: Keep containers tightly closed. Store cool and protect against air and direct sunlight. Provide good ventilation.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Additional information about design of technical systems: No further data; see item 7.

Personal protective equipment:
 General protective measures: Follow the usual good standards of occupational hygiene.
 Respiratory protection: Required in case of not ventilated room.
 Hand protection: Protective gloves.
 Eye protection: Safety glasses.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Form: crystals
 Color: white
 Odor: peppermint-like

Changes in physical state:
 Melting point/Melting range: 43°C
 Boiling point/Boiling range: 211 – 218°C
 Flash point: 98°C
 Danger of explosion: none
 Density: 0.88 g/cm³ at 20°C
 Solubility in water: not very soluble
 Solubility in other solvents: Slightly soluble in alcohol, ether, chloroform and gasoline.
 pH Value: neutral

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EEC



87108 Menthol

Edition: 10.12.2002

10. STABILITY AND REACTIVITY

Thermal decomposition:	none
Substances to be avoided:	Inflammable or readily flammable substances.
Conditions to be avoided:	See storage conditions.
Hazardous reactions:	None, if applied appropriately.
Hazardous decomposition products:	None, if applied appropriately.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute toxicity:	
LD50 (oral, rat):	3300 mg/kg
LD50 (skin, rabbit):	> 5 g/kg

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Do not allow to enter ground water, waterways or waste water.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Product:	Product may not be disposed of with regular waste nor enter waste water. Dispose in accordance with local regulations.
Uncleaned packaging:	Dispose in accordance with local regulations.

14. TRANSPORT INFORMATION

No restrictions.

15. REGULATORY INFORMATION

Designation according to EC guidelines: The material is subject to classification according to EC lists.

Hazard designation:



Xi Irritant

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
conforming to 91/155/EEC



87108 Menthol

Edition: 10.12.2002

Risk Phrases:

R 36/37/38: Irritating to eyes, respiratory system and skin.

Safety Phrases:

S 36/37/39: Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection.

National (D) Regulations:

Water hazard class: 2, hazardous for water.

16. OTHER INFORMATION

This product should be stored, handled and used in accordance with good hygiene practices and in conformity with any legal regulations. This information contained herein is based on the present state of knowledge and is intended to describe our product from the point of view of safety requirements. It should therefore not be construed as guaranteeing specific properties.

Kysely haihtuvista sideaineista

Oheisen kyselyn tarkoituksena on kartoittaa haihtuvien sideaineiden, sykloodekaaniin, kamfeenin ja mentolin käyttöä sekä käyttökokemuksia konservoinnin yhteydessä.

Kysely on osa Metropolia Ammattikorkeakoululle, konservoinnin koulutusohjelmaan tehtävää opinnäytetyötä, jonka valmistumisajankohta on keväällä 2010. **Kysymykset 1 ja 2 antavat arvokasta tietoa kartoitettaessa aineiden tunnettuutta Suomessa, joten pelkästään niihin vastaaminen on erityisen tärkeää opinnäytetyön kannalta.**

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja yksittäisen vastaajan tiedot voidaan ottaa esiin vain, mikäli niin on sovittu. Kyselyn lopussa on mahdollisuus kieltää tai sallia yksittäisten vastausten siteeraaminen.

Kyselyyn vastaaminen kestää n. 10–20 minuuttia. Siirtyessäsi kysymyksestä toiseen, älä käytä enter-näppäintä, vaan valitse kysymys hiirellä. Muistathan lopuksi vielä tallentaa vastauksesi.

Kiitos jo etukäteen avustasi!

1. Oletko kuullut tai lukenut seuraavien aineiden käytöstä konservoinnissa väliaikaisena suojausmenetelmänä?

Kyllä En

a) sykloodekaani

Missä yhteydessä olet sykloodekaanista kuullut tai lukenut?

Kyllä En

b) kamfeeni tai kamfeeni-trisykleeni

Missä yhteydessä olet kamfeenista/kamfeeni-trisykleenistä kuullut tai lukenut?

Kyllä En

c) mentoli

Missä yhteydessä olet mentolista kuullut tai lukenut?

2. Oletko itse käyttänyt jotakin seuraavista aineista konservoinnissa?

Kyllä En

a) sykloodekaani

Missä yhteydessä olet sykloodekaania käyttänyt?

Kyllä En

b) kamfeeni tai kamfeeni-trisykleeni

Missä yhteydessä olet kamfeenia/kamfeeni-trisykleeniä käyttänyt?

Kyllä En

c) mentoli

Missä yhteydessä olet mentolia käyttänyt?

Kysymykset 3-7 käsittelevät haihtuvien sideaineiden käyttökokemuksia, joten jos vastasit kaikkiin edellisen kysymyksen kohtiin kieltävästi, voit halutessasi siirtyä suoraan kysymykseen 8.

3. Millaisessa olomuodossa olet haihtuvia sideaineita käyttänyt? (esim. sulatettuna, liuotettuna, spraynä jne.)

a) sykloodekaania

Ei käyttökokemusta

b) kamfeenia/kamfeeni-trisykleeniä

Ei käyttökokemusta

c) mentolia

Ei käyttökokemusta

4. Mitä liuottimia olet haihtuvien sideaineiden kanssa käyttänyt ja missä suhteessa?

a) sykloodekaanin kanssa

Ei käyttökokemusta

b) kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin kanssa

Ei käyttökokemusta

c) mentolin kanssa

Ei käyttökokemusta

**5. Millaisia työvälineitä olet käyttänyt haihtuvien sideaineiden levitykseen?
(esim. sivellin, lämpölusikka, pipetti jne.)**

a) sykloodekaanin kanssa

Ei käyttökokemusta

b) kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin kanssa

Ei käyttökokemusta

c) mentolin kanssa

Ei käyttökokemusta

6. Onko haihtuvien sideaineiden käytössä ilmennyt ongelmia?**Kyllä Ei Ei käyttökokemusta****a) sykloodekaanin käytössä**

Minkälaisia ongelmia sykloodekaanin käytössä ilmeni?

**Kyllä Ei Ei käyttökokemusta****b) kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin käytössä**

Minkälaisia ongelmia kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin käytössä ilmeni?

**Kyllä Ei Ei käyttökokemusta****c) mentolin käytössä**

Minkälaisia ongelmia mentolin käytössä ilmeni?



7. Näkisitkö jatkotutkimuksen tarpeelliseksi jollakin alueella haihtuviin sideaineisiin liittyen?

Kyllä En

a) sykloodekaanin osalta

Minkälaista jatkotutkimusta kaipaisit sykloodekaanin osalta?



Kyllä En

b) kamfeenin tai kamfeeni-trisykleenin osalta


Minkälaista jatkotutkimusta kaipaisit kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin osalta?



Kyllä En

c) mentolin osalta

Minkälaista jatkotutkimusta kaipaisit mentolin osalta?



8. Olisitko kiinnostunut saamaan lisätietoa haihtuvien sideaineiden ominaisuuksista?

Kyllä En

a) sykloodekaanista

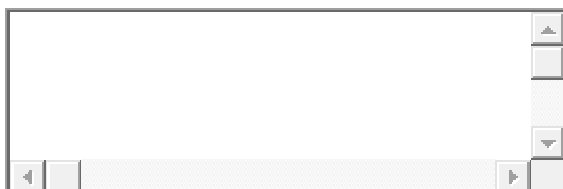
Minkä tyyppisistä asioista haluaisit saada lisätietoa sykloodekaanin ominaisuuksiin liittyen?



Kyllä En

b) kamfeenista tai kamfeeni-trisykleenistä

Minkä tyyppisistä asioista haluaisit saada lisätietoa kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin ominaisuuksiin liittyen?



Kyllä En

c) mentolista

Minkä tyyppisistä asioista haluaisit saada lisätietoa mentolin ominaisuuksiin liittyen?



9. Olisitko kiinnostunut saamaan lisätietoa haihtuvien sideaineiden käyttömahdollisuuksista?

Kyllä En

a) sykloodekaanin käytöstä


Onko jokin tietty konservoinnin alue tai materiaali, jonka yhteydessä toivoisit lisätietoa sykloodekaanin käyttömahdollisuuksista?



Kyllä En

b) kamfeenin tai kamfeeni-trisykleenin käytöstä

Onko jokin tietty konservoinnin alue tai materiaali, jonka yhteydessä toivoisit lisätietoa kamfeenin/kamfeeni-trisykleenin käyttömahdollisuuksista?



Kyllä En

c) mentolin käytöstä

Onko jokin tietty konservoinnin alue tai materiaali, jonka yhteydessä toivoisit lisätietoa mentolin käyttömahdollisuuksista?



10. Haluaisitko vielä lisätä kommentteja aiheeseen tai kyselyyn liittyen?**Yhteystiedot**

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti, eikä yhteystietoja luovuteta kolmansille osapuolille.

Nimi**S-postiosoite**

**Sallitko
vastausten
siteeraamisen
opinnäytetyön
yhteydessä?**

- Sallin siteerauksen
- En salli siteerausta

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR** 

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväys: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

1. AINEEN TAI VALMISTEEN SEKÄ YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTUSTIEDOT

KAUPPANIMI	Ligroiini, 40-60 °C
KEMIALLINEN NIMI	Petroleumeetteri
KÄYTTÖALUE	Laboratoriokemikaali (KT-koodi UC62 = 34)

CAS-nro	64742-49-0
EY-nro	265-151-9
Indeksi-nro	649-328-00-1

Tuotenumero	P066
-------------	------

Kotimainen valmistaja / maahantuoja	
Yritys	VWR International Oy (ID0614918-0)
Osoite	Pihatörmä 1 C 1
Postinumero/toimipaikka	02240 ESPOO
Maa	SF (Suomi)
Puhelin	09 - 804 551
Telefax	09-804 552 00

Nimi	Sähköposti	Puh. (tvö)
Ympäristö ja turvallisuus		

Hätäpuhelinno	
Hätäpuhelin	Aputyyppi
09-471 977 (HUS)	

2. KOOSTUMUS JA/TAI TIEDOT AINEOSISTA

Nro	Aineosan nimi	EY-nro	CAS-nro	Pitoisuus	Luokitus
1	Bentseni	200-753-7	71-43-2	< 0,1 %	T,F,Carc. Cat. 1,Muta. Cat. 2,R36/38 - R45 - R46 - R48/23/24/25 - R65 - R11
2	n-Heksaani	203-777-6	110-54-3	< 2 %	Xn,F,N,Repr. Cat. 3,R38 - R48/20 - R51/53 - R62 - R65 - R67 - R11
3	Teollisuusbenssiini, maaöljy, nafta, vetkäsitelty kevyt	265-151-9	64742-49-0	> 90 %	Xn,F,N,R51/53 - R65 - R66 - R67 - R11

Merkkien selitys: T+=erittäin myrkyllinen, T=myrkyllinen, C=syövyttävä, Xn=haitallinen, Xi=ärsyttävä E=räjähtävä, O=hapettava, F+=erittäin helposti syttyvä, F=helposti syttyvä, N=ympäristölle vaarallinen, Syöp.=syöpää aiheuttava, Mut=perimää vaurioittava, Rep=lisääntymiselle vaarallinen, Pit.=pitoisuus

3. VAARALLISTEN OMINAISUUKSIEN KUVAUS 

Helposti
syttyvä



Haitallinen



Ympäristölle
vaarallinen

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE VWR 

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväs: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C**YLEISTÄ**

HELPOSTI SYTTYVÄÄ. MYRKYLLISTÄ VESIELIÖILLE, VOI AIHEUTTAA PITKÄAIKAISIA HAITTAVAIKUTUKSIA VESIYMPÄRISTÖSSÄ. HAITALLISTA: VOI AIHEUTTAA KEUHKOVAURION NIELTÄESSÄ TOISTUVA ALTISTUS VOI AIHEUTTAA IHON KUIVUMISTA TAI HALKEILUA. HÖYRYT VOIVAT AIHEUTTAA UNELIAISUUTTA JA HUIMAUSTA.

4. ENSIAPUOHJEET **YLEISTÄ**

Tajuttomalle henkilölle ei milloinkaan saa antaa mitään suun kautta. Tajuton henkilö asetetaan tukevaan kylkiasentoon. Otetaan välittömästi yhteys lääkäriin.

HENGITYS

Raitista ilmaa, lepoa ja lämpöä. Huuhtelee nenä, suu ja nielu vedellä. Jos on oireita, ota yhteys lääkäriin.

IHKOSKETUS

Riisu kastuneet vaatteet. Pese iho vedellä ja saippualla. Rasvaa iho.

ROISKEET SILMIIN

Huuhtelee heti runsaalla vedellä. Silmät pidettävä avoimina. Ota yhteyttä lääkäriin, jos ärsytys jatkuu.

NIELEMINEEN

Juotava heti pari lasillista vettä. Ota yhteys lääkäriin. Ei saa oksennuttaa! Henkeenvedon vaara.

TIETOJA LÄÄKÄRILLE TAI MUILLE ENSIAPUA ANTAVILLE AMMATTIHENKILÖILLE

Näytä käyttöturvallisuustiedote tai varoitusetiketti lääkärille.

5. OHJEET TULIPALON VARALTA **SOPIVAT SAMMUTUSAIINEET**

Sammutetaan jauheella, hiilidioksidilla tai vaahdolla.

ERITYISET ALTISTUMISVAARAT TULIPALOSSA

Helposti syttyvä. Reagoi happojen kanssa muodostaen myrkyllisiä kaasuja, jotka voivat yhdessä ilman kanssa muodostaa räjähtäviä seoksia. Aineesta kastuneet vaatteet muodostavat palovaaran. Höyryt ovat ilmaa raskaampia ja voivat levitä maata pitkin. Tulipalon yhteydessä voi vapautua häkää, hiilidioksidia ja muita ärsyttäviä kaasuja.

ERITYISET SUOJAIMET TULIPALOA VARTEN

Käytettävä raitisilmalaitetta ja suojapukua.

MUTA OHJEITA

Huomioitava räjähdysvaara. Tullelle alttiiksi jääneet säilytysastiat tulee siirtää pois ja/tai jäädyttää vedellä. Estettävä staattisen sähkön muodostuminen.

6. OHJEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖJEN VARALTA **OHJEET HENKILÖVAHINKOJEN ESTÄMISESTÄ**

Vältettävä höyryjen hengittämistä. Käytettävä asianmukaisia suojavarusteita, kts. kohta 8.

TURVATOIMET YMPÄRISTÖN SUOJAAMISEKSI

Estettävä pääsy viemäriin tai vesistöön.

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR**

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväys: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

MUITA OHJEITA

Huomioitava syttymisen ja räjähdysvaara. Estettävä pääsy viemäriin. Imeytetään inerttiin imevään aineeseen esim. Vermikuliitti. Pestään vedellä. Suuren vuodon sattuessa otettava yhteyttä pelastuslaitokseen.

7. KÄSITTELY JA VARASTOINTI

KÄSITTELY

Tuotetta on käsiteltävä niin, että vältetään staattisen sähkön muodostumiselta. Eliminoitava kaikki sytytyslähteet.

VARASTOINTI

Säilytettävä kuten tulenarka tuote. Eristettävä sytytyslähteistä. Tupakointi kielletty. Säilytetään huoneenlämmössä (15-25 °C). Säilytettävä tiiviisti suljettuna, suojattuna lämmöltä ja suoralta auringonvalolta. Säilytetään kuivana.

Säilytettävä palavia aineita koskevien määräysten mukaan.

8. ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖNSUOJAIMET

TYÖPERÄISEN ALTISTUKSEN TORJUNTA

Kaikki työskentely vaarallisten aineiden kanssa tulee suorittaa vetokaapissa tai muussa tarkoitukseen hyväksytyssä riittävästi ilmastoidussa tilassa. Työpaikalla tulee olla silmänhuuhtelumahdollisuus. Eristettävä sytytyslähteistä. Staattisen sähkön välttämiseksi on vältettävä nesteen vapaata valumista.

HENGITYKSENSUOJAUS

A-tyypin kaasunsuodattimella varustettu puoli- tai kokonaamari voi olla tarpeen.

SILMIENSUOJAUS

Naamiomallisia suojalaseja tai kasvokilpeä käytettävä roiskevaaran tai höyrymuodostumisen vaaran esiintyessä.

KÄSIENSUOJAUS

Jos on roiske- tai kosketusvaara, käytettävä suojakäsineitä.

Käytettyjen suojakäsineiden on oltava EU-direktiivin 89/686/EEC ja EN374-standardin mukaiset. Suosituksemme soveltuu ainoastaan käyttöturvallisuustiedotteessa mainitulle tuotteelle, jonka olemme toimittaneet laboratorionkäyttöön. Suosituksemme ei sovellu liuotettaessa tai sekoitettaessa tuotetta muiden aineiden kanssa tai muissa olosuhteissa. Seuraavista materiaaleista valmistettujen suojakäsineiden läpäisy aika on normaalisti huoneenlämmössä yli 4 tuntia: Polyvinyylikloridi (PVC).

IHONSUOJAUS

Mikäli on olemassa tuotteelle tai roiskeille altistumisen vaara, tulee käyttää suojavaatteita.

HTP-arvot:

Aineosan nimi	CAS-nro	Aika	ppm	mg/m ³	Vuosi	Ilm.
Bentseeni	71-43-2	8 h	1,0	3,25	2002	H
n-Heksaani	110-54-3	8 h	20,0	72,0	2005	
n-Heksaani	110-54-3	15 min.	150,0	540,0	2002	

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR**

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväs: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

9. FYSIKAALISET JA KEMIAALISET OMINAISUUDET

Olomuoto:	Haihtuva neste.
Väri:	Väritön.
Haju:	Ominainen.
Liukoisuus	Benseeni. Heksaani. Toluenei.
Liukoisuus veteen	Ei vesiliukoinen.

Fysikaaliset ja kemialliset parametrit

Sulamispiste:		Tiheys:	0.68 kg/dm ³ (20 °C)
Räjähdyssrajat, %--%:	1.2-7.5	Vesiliukoisuus:	liukeneaton
Höyrynpaine:	~ 20 kPa (20 °C)	Kyllästyspitoisuus:	
pH (liuos):		Kiehumispiste/kiehumisalu e:	40-60 °C
Leimahduspiste:	~ -40 °C	pH (tuote):	
Syttymislämpötila:	~ 260 °C	Hajurajat:	
Suht. höyryntiheys (ilma=1):	>1	Suht. haihtumisnopeus:	

MUITA OHJEITA

Muita tietoja ei ole saatavilla.

10. STABILISUUS JA REAKTIIVISUUS

STABILISUUS

Vakaa normaalissa käytössä.

VÄLTETTÄVÄT MATERIAALIT

Reagoi voimakkaasti hapettimien kanssa. Yhteensopimattomat materiaalit. Muovit. Kumi.

VAARALLISET HAJOAMISTUOTTEET

Hiihimonoksidi, hiilidioksidi.

11. TERVEYSVAIKUTUKSIIN LIITTYVÄT TIEDOT

Akuutin myrkyllisyyden testaustuloksia

Välitön myrkyllisyys nieltynä:	>2000 mg/kg	LD-50 (ori-rat)
---------------------------------------	-------------	-----------------

HENGITYS

Päänsärkyä. Väsymystä. Huimausta. Huumaava/puuduttava vaikutus. Tajuttomuutta.

IHKOSKETUS

Poistaa ihoa suojaavan rasvakerroksen. Punoitusta. Ihon halkeilua. Pitkäaikainen kosketus voi aiheuttaa: Allergista ihottumaa.

ROISKEET SILMIIN

Kirvelyä.

NIELEMINEN

Oksennusta. Keuhkotulehdus. Muut oireet kuten hengitettynä.

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR**

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväys: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

SYÖPÄVAARA

Mahdollinen syöpävaara on olemassa. Tuote sisältää <01% bentseeniä ja siksi sitä ei ole luokiteltu syöpää aiheuttavaksi.

SIKIÖLLE VAARALLISET VAIKUTUKSET

Vaaraa ei voi poissulkea.

12. TIEDOT KEMIKAALIN VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

EKOTOKSISUUS

Myrkyllistä vesielioille, voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä.

Myrkyllisyys kaloille: LC50 : 10-100 mg/l

Myrkyllisyys äyriäisille: Daphnia magna EC50 : 1,26-12, 6 mg/l

Myrkyllisyys leville: IC50 : 124 mg/l

PYSYVYYS JA HAJOAVUUS

Ei biologisesti helposti hajoava.

BIOKERTYVYYS

Mahdollisesti biologisesti kertyvä. logP(o/w): >3

MUITA OHJEITA

Estettävä aineen pääsy juoma- ja jäteveteen sekä maaperään.

13. JÄTTEIDEN KÄSITTELY

YLEISTÄ

Jäte on luokiteltu ongelmajätteeksi. Mikäli vuotoa tai jätettä ei voida kierrättää tai tuhota omin voimin (huom. lupavaatimus) on otettava yhteyttä luvanomaavaan urakoitsijaan.

JÄTERYHMÄ

07 01 04 (EWC)

14. KULJETUSTIEDOT

Tuote on luokiteltu vaaralliseksi aineeksi: Kyllä Ei Ei arvioitu

YK-numero 1268

TUOTTEEN NIMI JA KUVAUS:

PETROLEUM DISTILLATES, N.O.S.

ADR/RID (VAK-Maantiekuljetus/-Rautatiekuljetus)

Luokka	3	Pakkausryhmä	II
Varoitustipuke	3		

IMDG (Merikuljetus)

Luokka	3	Pakkausryhmä	II
Sivuvaara		EMS	F-E,S-E
Merta pilaava	P		

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR**

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväys: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

IATA (Ilmakuljetus)

Luokka	3	Pakkausryhmä	II
--------	---	--------------	----

15. KEMIKAALEJA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET Helposti
syttyvä

Haitallinen

Ympäristölle
vaarallinen

EY-merkintä

Ei

Kyllä

Ei arvioitu

VAROITUSETIKETTIIN MERKITYT AINEOSAT

Teollisuusbenssiini, maaöljy, nafta, vetykäsittely kevyt (> 90 %)

R-LAUSEKKEET

Nro	R-lauseke
R11	Helposti syttyvä.
R51/53	Myrkyllistä vesieläimille, voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä.
R65	Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieلتässä.
R66	Toistuva altistus voi aiheuttaa ihon kuivumista tai halkeilua.
R67	Höyryt voivat aiheuttaa uneliaisuutta ja huimausta.

S-LAUSEKKEET

S 9 Säilytettävä paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto.

S16 Eristettävä sytytyslähteistä - Tupakointi kielletty.

S23.2 Vältettävä höyryn hengittämistä.

S24 Varottava kemikaalin joutumista iholle.

S33 Estettävä staattisen sähkön aiheuttama kipinä.

S61 Vältettävä päästämistä ympäristöön. Lue erityisohjeet/käyttöturvallisuustiedote.

S62 Jos kemikaalia on nieltä, ei saa oksennuttaa: hakeuduttava välittömästi lääkärin hoitoon ja näytettävä tämä pakkaus tai etiketti.

VIITTEET

BDH Safety Data Sheet.

STmP No:509/2005

16. MUUT TIEDOT

TOIMITTAJAN HUOMAUTUKSET

Tämän käyttöturvallisuustiedotteen tiedot pohjautuvat tämän hetkiseen tuntemukseemme, tiedot on tarkoitettu kuvaamaan tuotetta turvallisuusnäkökohdasta. Käyttöturvallisuustiedotetta ei ole tarkoitettu tuotteen kemialliseksi spesifikaatioksi. Asiakkaalla on vastuu varmistaa tuotteen sopivuus kyseiseen käyttötarkoitukseen. Tisleitten ryhmittelyn pohjana on käytetty CAS-numeroa ja vaaraluokitusta enemmän kuin fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Maaöljytisleidien koostumus voi vaihdella, siksi kemialliset ja fysikaaliset tiedot eivät ole tarkkoja.

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE **VWR**

Päiväys: 17.10.2005

Sisäinen nro:

Edellinen päiväys: 03.03.2005

Ligroiini, 40-60 °C

LUETTELO KEMIKAALIA KOSKEVISTA R-LAUSEKKEISTA

Nro	R-lauseke
R11	Helposti syttyvää.
R38	Ärsyttää ihoa.
R45	Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa.
R48/20	Terveydelle haitallista: pitkäaikainen altistus voi aiheuttaa vakavaa haittaa terveydelle hengitettynä.
R48/23/24/25	Myrkyllistä: pitkäaikainen altistus voi aiheuttaa vakavaa haittaa terveydelle hengitettynä, joutuessaan iholle ja nieltynä.
R51/53	Myrkyllistä vesieläimille, voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä.
R62	Voi mahdollisesti heikentää hedelmällisyyttä.
R65	Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieltäessä.
R67	Höyryt voivat aiheuttaa uneliaisuutta ja huimausta.

KOULUTUSOHJEET

VWR International Suomi edellyttää, että henkilöillä jotka käyttävät tuotetta, on vähintään laboratoriotyöskentelyyn tarvittavat tiedot ja taidot.

JULKAISTU

07.04.1995

TEHDYT MUUTOKSET

Versio	Laadittu	Vastuhenkilö	Muutokset
0.0.1	03.03.2005	Siri Lindström	Yleinen päivitys
0.0.2	17.10.2005	Michaela Sandvik	Varoitusmerkinnän tarkistus 29 atp:n mukaan

Käyttöturvallisuustiedotteen on laatinut

Yritys	VWR International AB
Postinumero/toimipaikka	SE-163 94 STOCKHOLM
Maa	S
Sähköposti	info@se.vwr.com
Puhelin	+46 8 621 34 00
Telefax	+46 8 760 45 20

Nimi	Sähköposti	Puh. (työ)
Miljö & Säkerhet	ehs@se.vwr.com	+46 8 621 34 00



Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Päiväys: 20.09.2005
Edellinen päiväys: 03.03.2004

1. Kemikaalin ja sen valmistajan, maahantuojaan tai muun toiminnanharjoittajan tunnistustiedot

Tuotteen tunnistustiedot

Tuotenumero: 101770
Tuotteen nimi: Petrolieetteri kiehumaa-alue 100-140°C (nafta) extra pure

Käyttötarkoitus:

Kemiallinen tuotanto yleisesti

Valmistajan / toimittajan tiedot:

Valmistaja: Merck KGaA * D-64271 Darmstadt * Saksa * Puh: +49 6151 72-2440
Hätänumero: HUS Myrkytystietokeskus, puh: 09-471 977

2. Koostumus ja tiedot ainesista

Nestemäisten hiilivetyjen seos.

CAS nro: 64742-49-0 EY-indeksinro: 649-328-00-1
EY-nro.: 265-151-9

3. Vaarallisten ominaisuuksien kuvaus

Helposti syttyvä. Ärsyttää ihoa. Myrkyllistä vesiliöille, voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä. Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieltäessä. Höyryt voivat aiheuttaa uneliaisuutta ja huimausta.

4. Ensiapuohjeet

Jos tuotetta on hengitetty: raittiiseen ilmaan. Jos on oireita, altistunut toimitetaan lääkinhoitoon. Pidettävä hengitystiet vapaina.
Tuotteen jouduttua iholle: Huuhdeltava runsaalla vedellä. Saastuneet vaatteet riisuttava.
Tuotteen jouduttua silmiin: Huuhdeltava runsaalla vedellä, silmiä pidettävä avoimina. Otettava yhteys silmälääkärin.
Jos tuotetta on nielty: Vältettävä oksentamista. Aspiraation vaara! Pidettävä hengitystiet vapaina. Otettava yhteys lääkäriin.
Oksennettaessa henkeenvedon vaara. Keuhkovauriot mahdollisia. Otettava yhteys lääkäriin.

Merck Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Tuotenumero:	101770
Tuotteen nimi:	Petrolieetteri kiehumaa-alue 100-140°C (nafta) extra pure

5. Ohjeet tulipalon varalta

Sopivat sammutusaineet:
Vesisuihku, CO₂, vaahdo, jauhe.

Erityiset vaarat:
Palavaa. Höyryt ovat ilmaa raskaampia.
Muodostaa räjähtäviä seoksia ilman kanssa. Varottava vastatulta.
Tulipalon sattuessa on haitallisten höyryjen muodostuminen mahdollista.

Erityiset suojaimet tulipaloo varten:
Vaara-alueella ei saa oleskella ilman paineilmaohengityslaitetta. Ihon suojaamiseksi on pidettävä suojaväliä ja käytettävä sopivaa suojavaatetusta.

Muita tietoja:
Säiliö jäädytetään vesisuihkulla turvallisen välimatkan päästä. Sammutusveden pääsy pinta- tai pohjaveteen on estettävä.

6. Ohjeet päästöjen torjumiseksi

Henkilökohtaiset suojaimenpiteet:
Vältettävä höyryn/aerosolin hengittämistä. Vältettävä kosketusta aineen kanssa. Riittävästä ilmanvaihdosta huolehdittava suljetussa tilassa.

Toimenpiteet ympäristön suojaamiseksi:
Ei saa päästää viemäriin; räjähdysvaara!

Toimenpiteet puhdistamista / imeyttämistä varten:
Kerätään talteen absorptioaineen (esim. Chemizorb®) avulla. Siivousjäte toimitetaan asianmukaiset luvat omaavalle ongelmajätelaitokselle. Saastunut alue siivotaan.

7. Käsitteily ja varastointi

Käsitteily:

Huomautuksia tulipalon tai räjähdysten välttämiseksi:
Eristettävä sytytyslähteistä. Staattisen sähkön välttämiseksi on huolehdittava potentiaalitasauksesta.

Huomautuksia turvalliseen käsittelyyn:
Työkenneltävä vetokaapissa. Ainetta ei saa hengittää. Vältettävä höyryjen/aerosolin muodostumista.

Varastointi:

Tiiviisti suljettuna riittävästi ilmastoidussa paikassa, eristettynä sytytyslähteistä ja kuumuudesta. Huoneenlämmössä (suositus: +15 - +25°C).

8. Altistumisen ehkäiseminen / henkilökohtaiset suojaimet

Henkilökohtainen suojavaarustus:

Suojavaatteet tulee valita työpaikkakohtaisesti ja riippuen vaarallisen aineen pitoisuudesta ja käsittelyistä määristä. Suojavaatteiden pitävyydestä kemikaaleille tulee ottaa selvää suojavaatteiden valmistajalta.

Merck Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Tuotenumero: 101770
 Tuotteen nimi: Petrolieetteri kiehumis-alue 100-140°C (nafta) extra pure

Hengityksensuojaus: tarpeellinen, jos höyryjä/acrosoleja muodostuu. Suodatin A (orgaanisille höyryille)

Silmiensuojaus: tarpeellinen

Käsiensuojaus Täysikosketus:
 Käsinemateriaali: nitrilikumi
 Kerrospaksuus: 0.40 mm
 Läpäisy aika: > 480 Min.
 Roiskekosketus:
 Käsinemateriaali: nitrilikumi
 Kerrospaksuus: 0.11 mm
 Läpäisy aika: > 30 Min.

Suojakäsineiden on oltava EU direktiivin 89/686/EEC ja EN374-standardin mukaiset, esim. KCL 730 Camatril® -Vclours (täysikosketus), 741 Dermatril® L (roiske kosketus). Allamainitut läpäisyajat on määritetty KCL:n tekemisessä EN374 mukaisissa laboratoriotesteissä käyttäen näytteitä suosittelusta käsinemateriaaleista. Suositus soveltuu ainoastaan käyttöturvallisuustiedotteessa mainitulle tuotteelle, jonka me olemme toimittaneet ja käyttöön jonka me olemme määritelleet. Linnoitettavaa tai sekoitettavaa tuotetta muiden aineiden kanssa tai olosuhteissa jotka eroavat EN374:ssä mainituista, ottakaa yhteys CE-hyväksytyjen käsineiden toimittajaan. (esim. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).

Työpaikkahygienia: Saastuneet vaatteet riisuttava. Iho rasvattava suojavaiteella. Kätet pestävä käsitteilyn jälkeen.

9. Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

Olomuoto:	neste		
Väri:	väritön		
Haju:	ominainen		
pH arvo		ei saatavissa	
Viskositeetti	kinemaattinen (25 °C)	0.76	mm ² /s
Sulamispiste		-40	°C
Kiehumispiste		107-137	°C
Syttymislämpötila		260	°C
Leimahduspiste		1	°C
Räjähdyssrajat	alempi	0.9	Vol%
	ylempi	6.8	Vol%
Höyrynpaine	(20 °C)	35	hPa
Tiheys	(15 °C)	0.728	g/cm ³
Liukoisuus			
vesi		liukenematon	
log Pow		4-5.7	(Ulkoinen MSDS)

Merck Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Tuotenumero: 101770
 Tuotteen nimi: Petrolieetteri kiehumaa-alue 100-140°C (nafta) extra pure

10. Stabiilisuus ja reaktiivisuus

Vältettävät olosuhteet
 Lämmitys.

Vältettävät materiaalit

Voimakas reaktio seuraavien aineiden kanssa : voimakkaat hapettimet.

Haitalliset hajoamistuotteet
 tietoja ei ole saatavilla

Muut tiedot

sopimattomat työskentelymateriaalit: erilaiset muovit, kumi.
 höyrynä/kaasuna räjähtävä ilman kanssa

11. Terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot

Äkillinen myrkyllisyys

LC₅₀ (hengitettynä, rotta): 3400 ppm(V) /4 h (Lit.).
 LD₅₀ (suun kautta, rotta): >2000 mg/kg (Ulkoisen MSDS).

Subakuutti, subkrooninen ja pitkäaikainen myrkyllisyys

Herkistymisen:
 Herkistys koe (Magnusson ja Klingman): negatiivinen. (Lit.)

Muut terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot

Höyryjen hengittämisen jälkeen: uneliaisuutta, unisuutta, Hengitysteiden ärsytystä.
 Tuotteen jouduttua iholle: Ärsytystä. Ihoa kuivattava vaikutus, mahdollisesti sen seurauksena tulehdus.

Tuotteen jouduttua silmiin: Lievää ärsytystä.

Jos tuotetta on nielty: Tuotteen nieleminen voi aiheuttaa henkeenvadon vaaran. Tuotteen pääsy keuhkoihin esim. oksennettaessa voi aiheuttaa kemiallisen keuhkopöhön.

Imeytymisen jälkeen: päänsärkyä, huimausta, levottomuutta, kouristuksia, tajuttomuutta. Seuraavaa ei voi jättää huomiotta: sydän- ja verenkiertohäiriöitä, hengityksen lamaantuminen.

Muita huomautuksia:

Yleisesti soveltuu alifaattisille hiilivedyille, joilla on 6 - 18 hiiliatomia, että ne voivat hengitettynä aiheuttaa kemiallisen keuhkokuumeen, joissain tapauksissa jopa keuhkopöhön (vain erityisissä olosuhteissa, kuten sumutettaessa j.n.c.). Huomavia erittäin suurien määrien imeytymisen jälkeen.

Muita tietoja

Tuotetta tulee käsitellä varoen kuten kemikaaleja yleensäkin.

Merck Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Tuotenumero: 101770
 Tuotteen nimi: Petrolieetteri kiehumaa-alue 100-140°C (nafta) extra pure

12. Tiedot kemikaalin vaarallisuudesta ympäristölle

Abiotinen hajoavuus:
 Nopeasti hajoava. (ilma)

Biologinen hajoaminen:
 Vesiliukoiset ainesosat ovat biologisesti hajoavia.

Käyttäytyminen ympäristössä:
 Kulkeutuminen: log p(o/w): 4-5.7 (Ulkoisen MSDS).
 Biologinen kertyvyys todennäköinen(log Pow >3).
 Erotettava öljynuuttolaitteella.

Ekotoksiset ominaisuudet:
 Biologiset vaikutukset:
 Myrkyllistä vesieläimille. Voi aiheuttaa pysyviä pitkäaikaisvaikutuksia vesiympäristössä.
 Vaarantaa juomaveden saannin, jos tuotetta pääsee maahan tai veteen.

Myrkyllisyys kaloille: kala LC₅₀: 1-10 mg/l (Ulkoisen MSDS).

Muita ekologisia tietoja:
 Ei saa päästää juomaveteen, jäteveeteen eikä maahan.

13. Jätteiden käsittely

Tuote:

Kemikaalit on hävitettävä kansallisten määräysten mukaisesti.

Pakkaus:

Merck-tuotteiden pakkaukset on hävitettävä kansallisten määräysten mukaisesti tai kierrätettävä.

14. Kuljetustiedot

Maa ADR, RID
 UN 1268 ERDOELDESTILLATE, N.A.G., 3, II

Joki ADN, ADNR ei testattu

Vesi IMDG-Code
 UN 1268 PETROLEUM DISTILLATES, N.O.S., 3, II
 Ems F-E S-E

Ilma CAO, PAX
 UN 1268 PETROLEUM DISTILLATES, N.O.S., 3, II

Kuljetusluokitukset on tehty kansainvälisten säädösten mukaan siten kuin ne tulkitaan Saksassa.
 Mahdollisia kansallisia eroja muissa maissa ei ole huomioitu.

Merck Käyttöturvallisuustiedote

EY:n ohjesäädöksen 91/155/EY mukaan

Tuotenumero: 101770
 Tuotteen nimi: Petrolieetteri kiehumaa-alue 100-140°C (nafta) extra pure

15. Kemikaaleja koskevat määräykset*EY-direktiivien mukaisen varoitusetiketin tiedot*

Varoitusmerkki:	F Xn N	Helposti syttyvä Haitallinen Ympäristölle vaarallinen
R-lausekkeet:	11-38-51/53-65-67	Helposti syttyvä. Ärsyttää ihoa. Myrkyllistä veseliölle, voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä. Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieltäessä. Höyryt voivat aiheuttaa umetiaisuutta ja huimausta.
S-lausekkeet:	9-16-23-24-33-61-62	Säilytettävä paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Eristettävä sytytyslähteistä - Tupakointi kielletty. Vältettävä höyryn hengittämistä. Varottava kemikaalin joutumista iholle. Estettävä staattisen sähköön aiheuttama kipinäinti. Vältettävä pääsämistä ympäristöön. Lue erityisohjeet/käytönurvallisuustiedote. Jos kemikaalia on nielty, ei saa oksennuttaa: hakeuduttava välittömästi lääkärin hoitoon ja näytettävä tämä pakkaus tai etiketti.
EY-numero:	265-151-9	EY-varoitusetiketti

Yksinkertaistettu varoitusmerkintä (1999/45/EY, 10 artikla, 4)

Varoitusmerkki:	F Xn N	Helposti syttyvä Haitallinen Ympäristölle vaarallinen
R-lausekkeet:	65	Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieltäessä.
S-lausekkeet:	62	Jos kemikaalia on nielty, ei saa oksennuttaa: hakeuduttava välittömästi lääkärin hoitoon ja näytettävä tämä pakkaus tai etiketti.

16. Muut tiedot*Päivityksen syy*

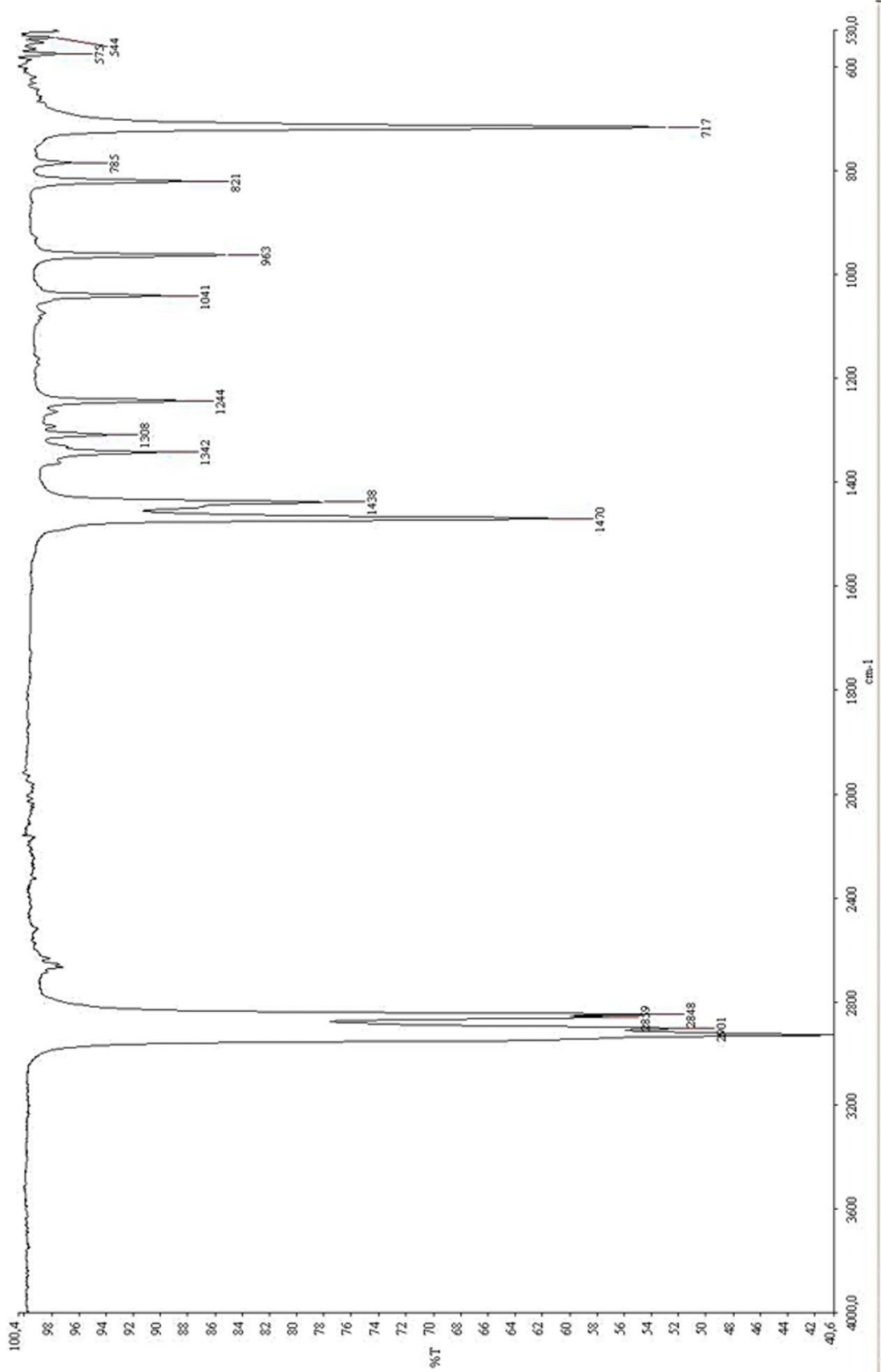
Kohta 10: Stabiilisuus ja reaktiivisuus.
 Kohta 11: Terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot.
 Kohta 14: Muutos kuljetusluokittelussa.

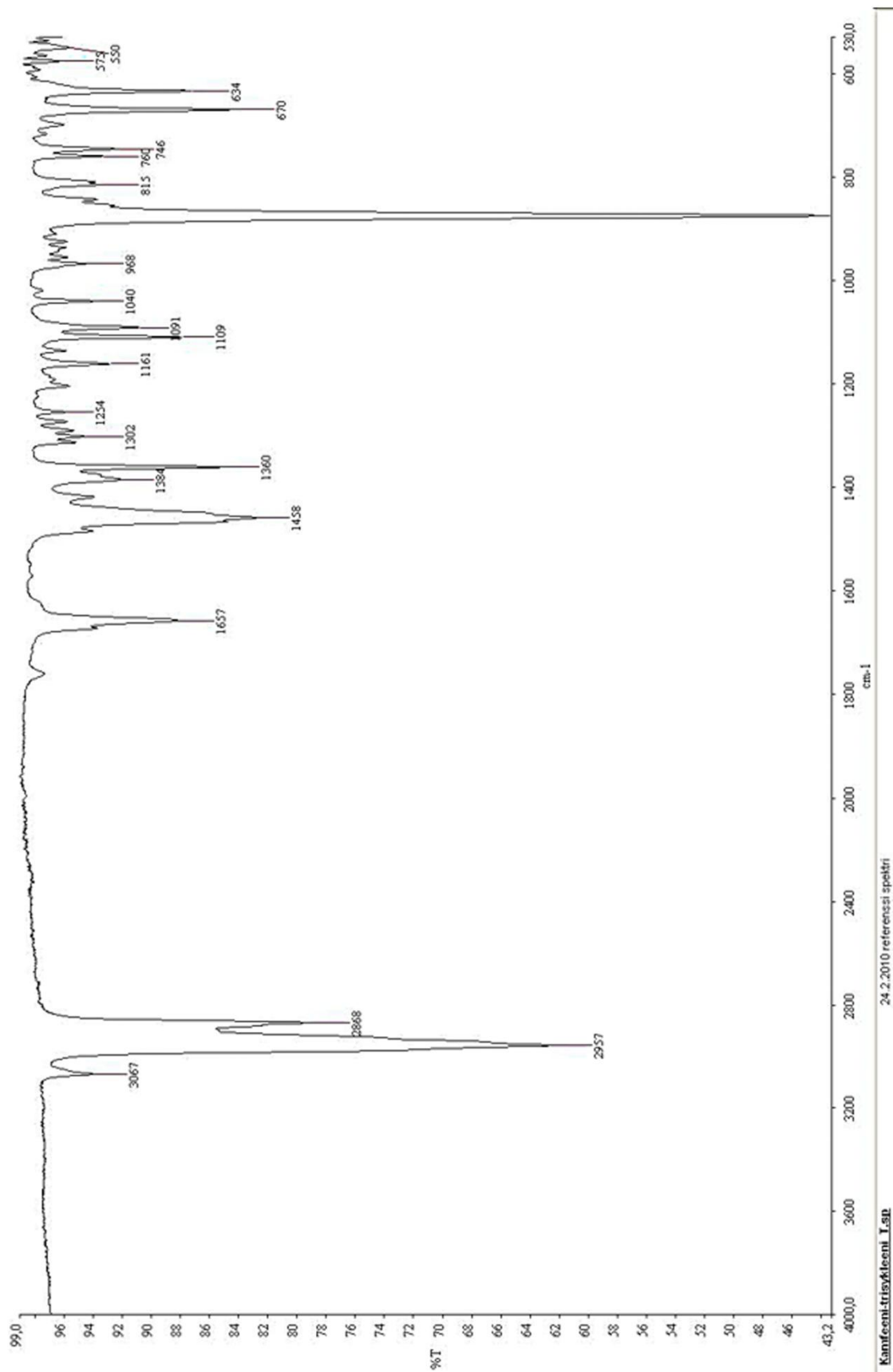
Yleinen päivitys.

Kotimäinen edustaja:

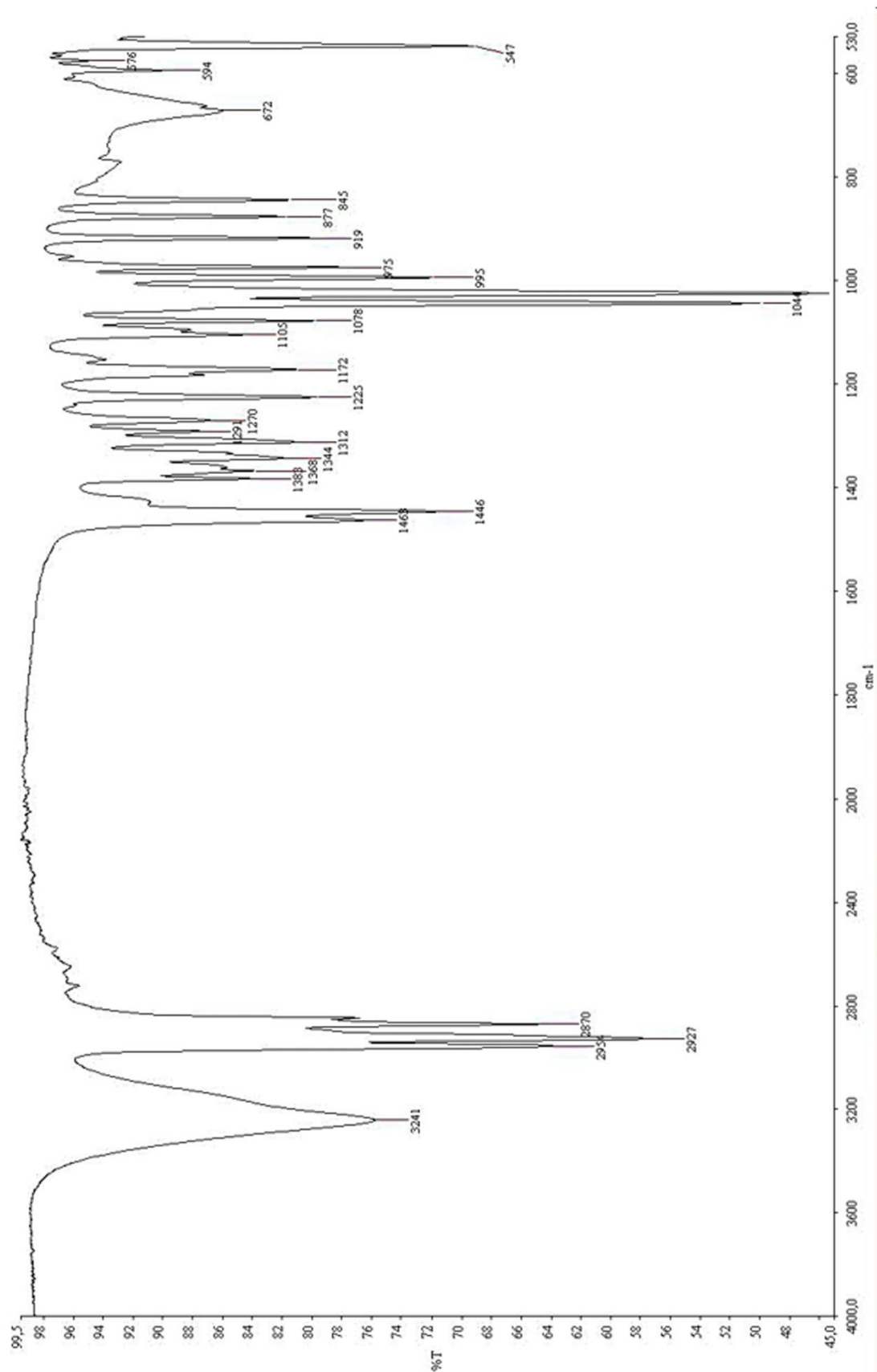
VWR International Oy * Pihatörmä 1 C 1 * FI-02240 ESPOO * Puh: +358 (0) 9 804 551 *
 Telefax: +358 (0) 9 804 55200 * www.vwr.com * info@fi.vwr.com
 Merck OY * Pihatörmä 1 C 1 * FI-02240 ESPOO * Puh: +358 (0) 9 8678 700 * Telefax: +358 (0) 9 8678 7077 *

Tähän sisältyvä informaatio perustuu tämän hetkisiin tietoihimme ja karakterisoi tuotetta turvallisuuden kannalta. Informaatio ei ole takuu tuotteen ominaisuuksista.

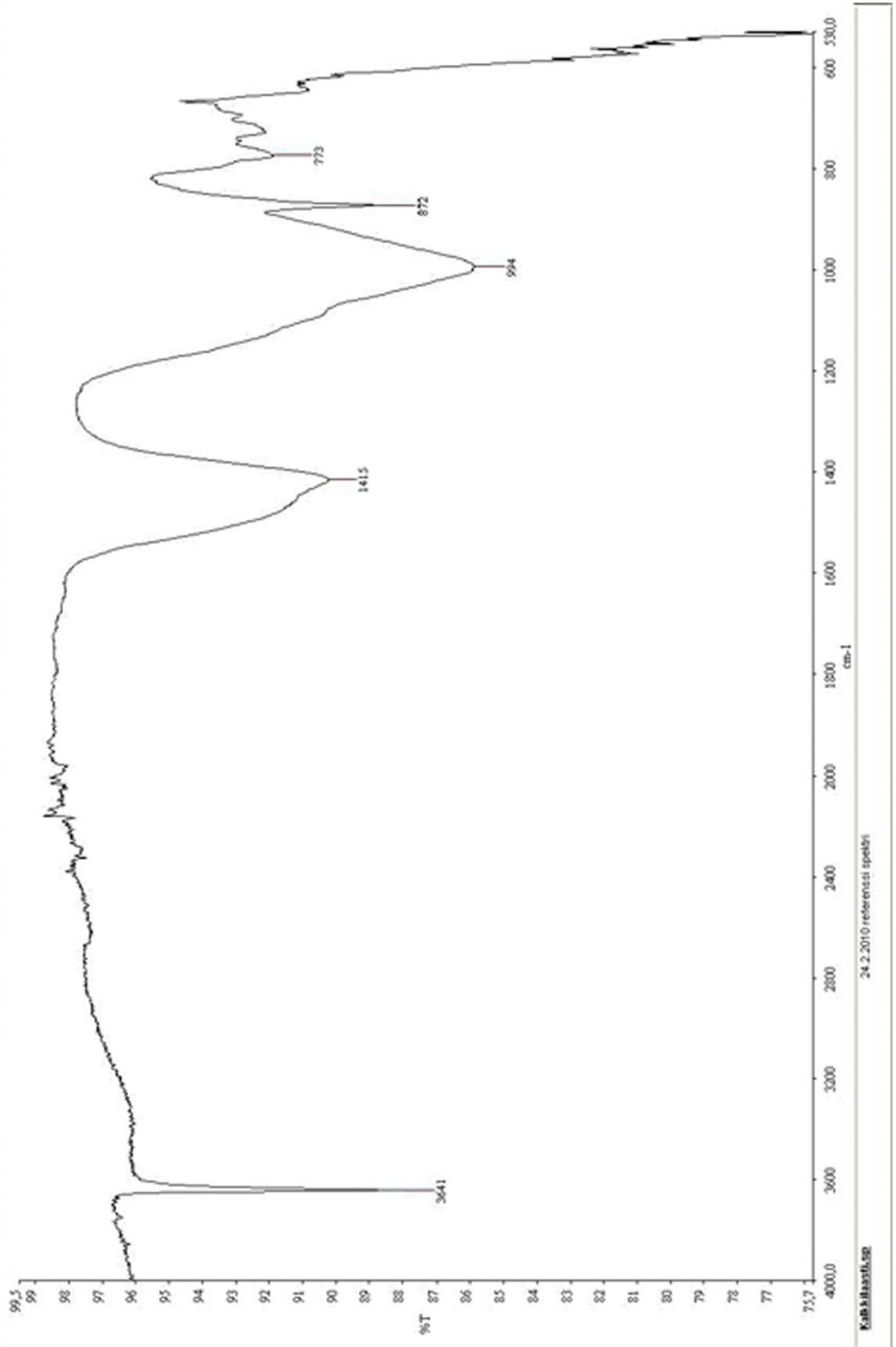




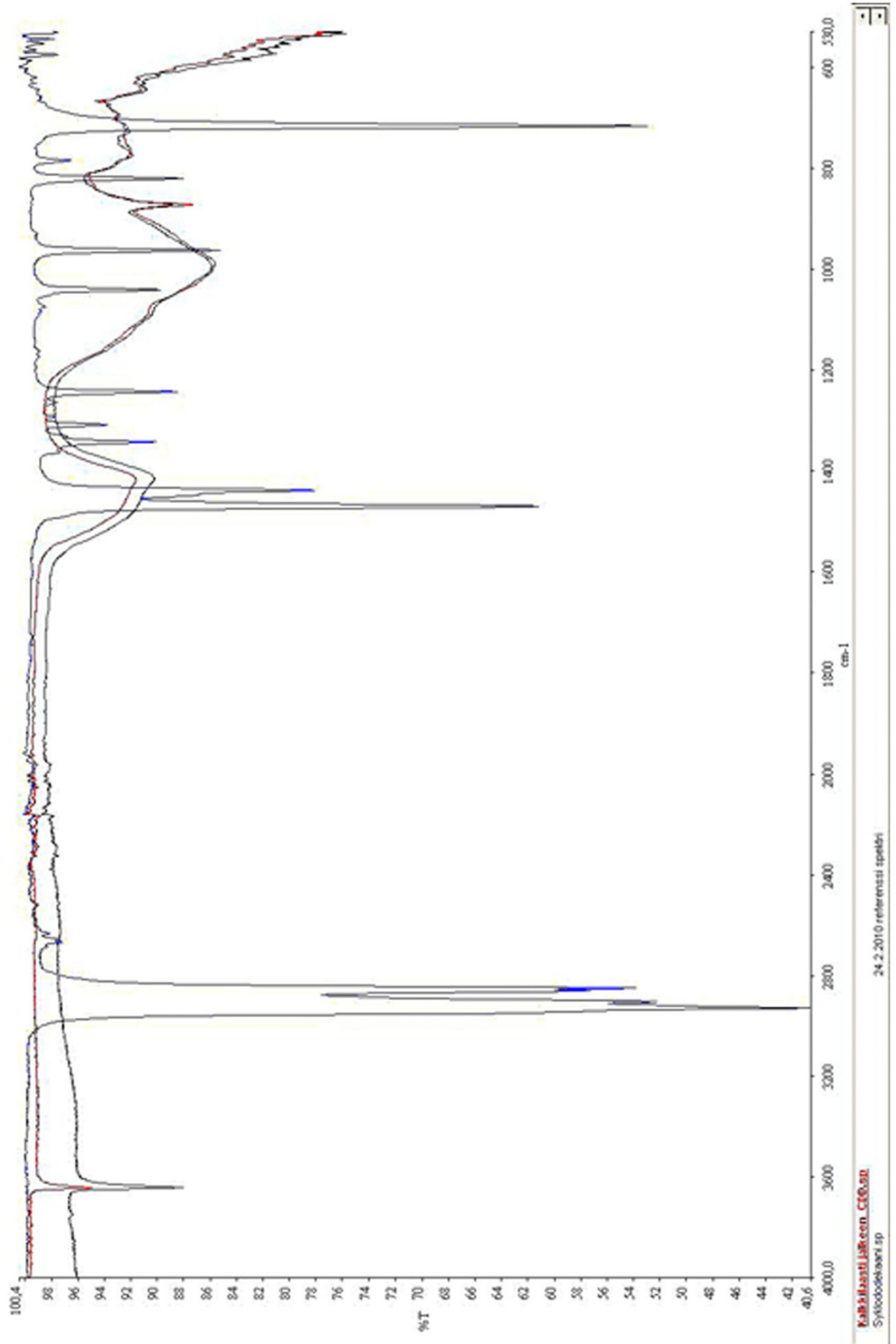
TRISYKLINEN KAMFEENI



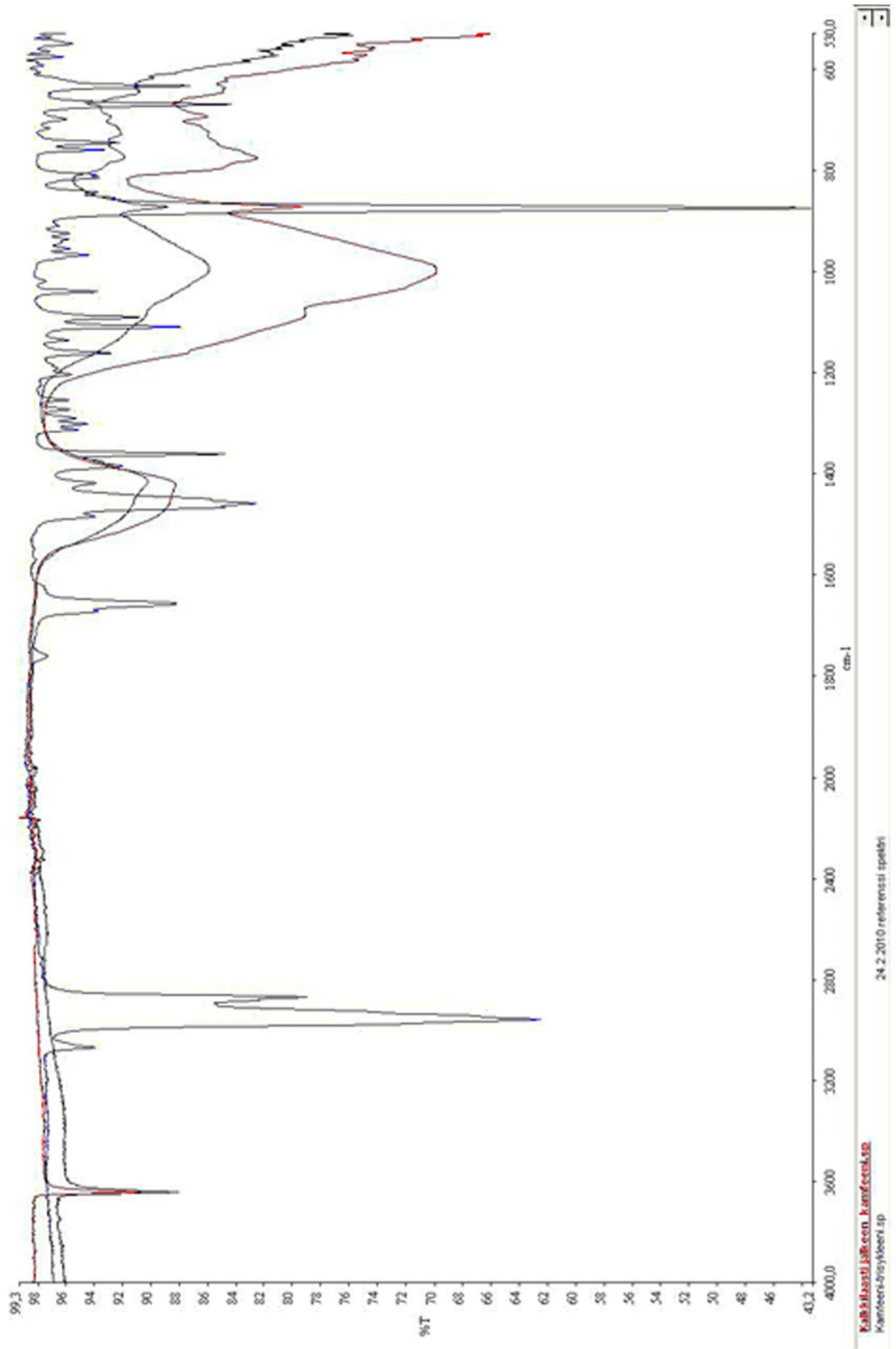
Mentoli.sp 24.2.2010 referenssi spektri



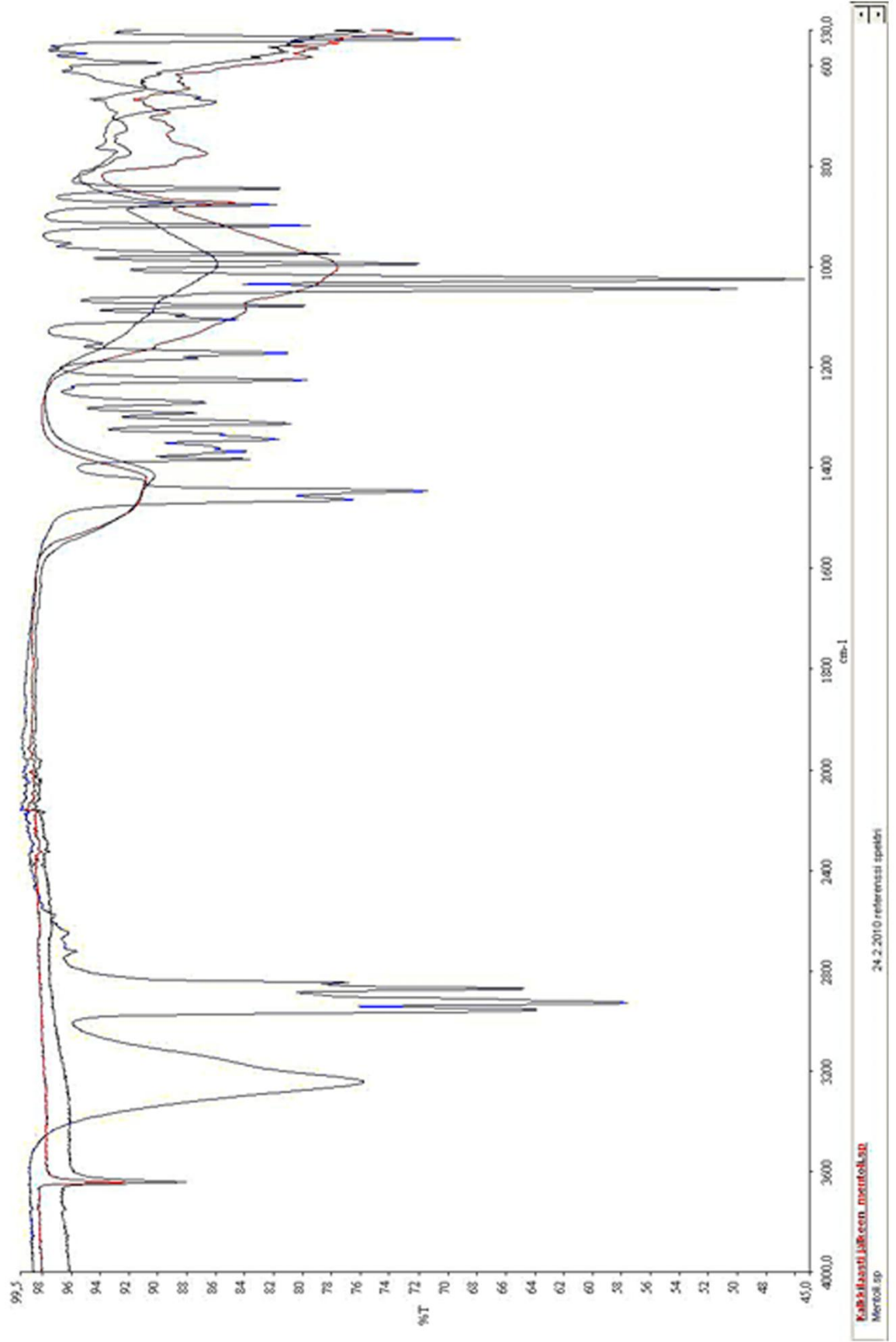
KALKKILAASTI



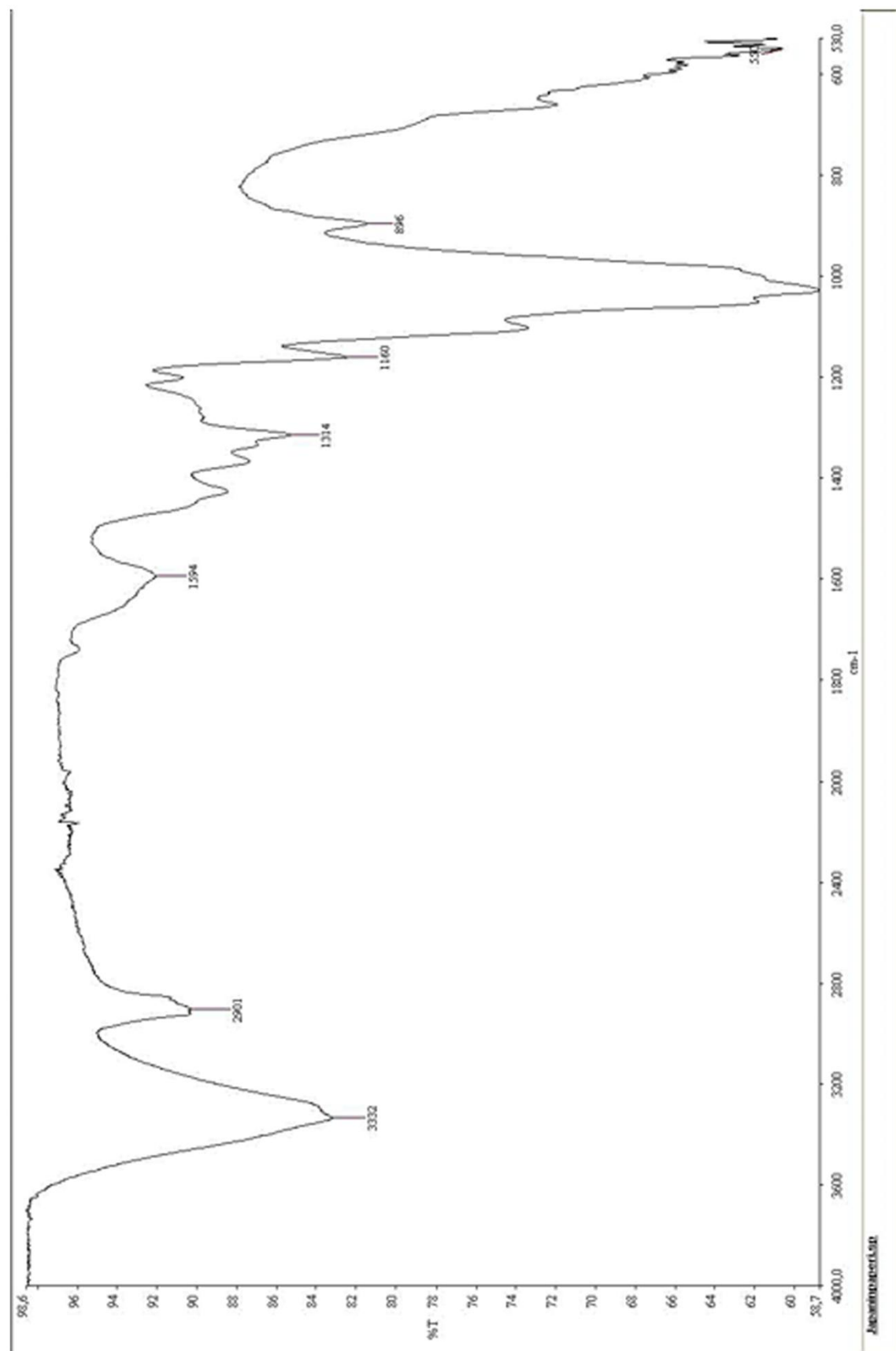
KALKILAASTI
SYKLODEKAANI
KALKILAASTI HAIHTUMISEN JÄLKEEN

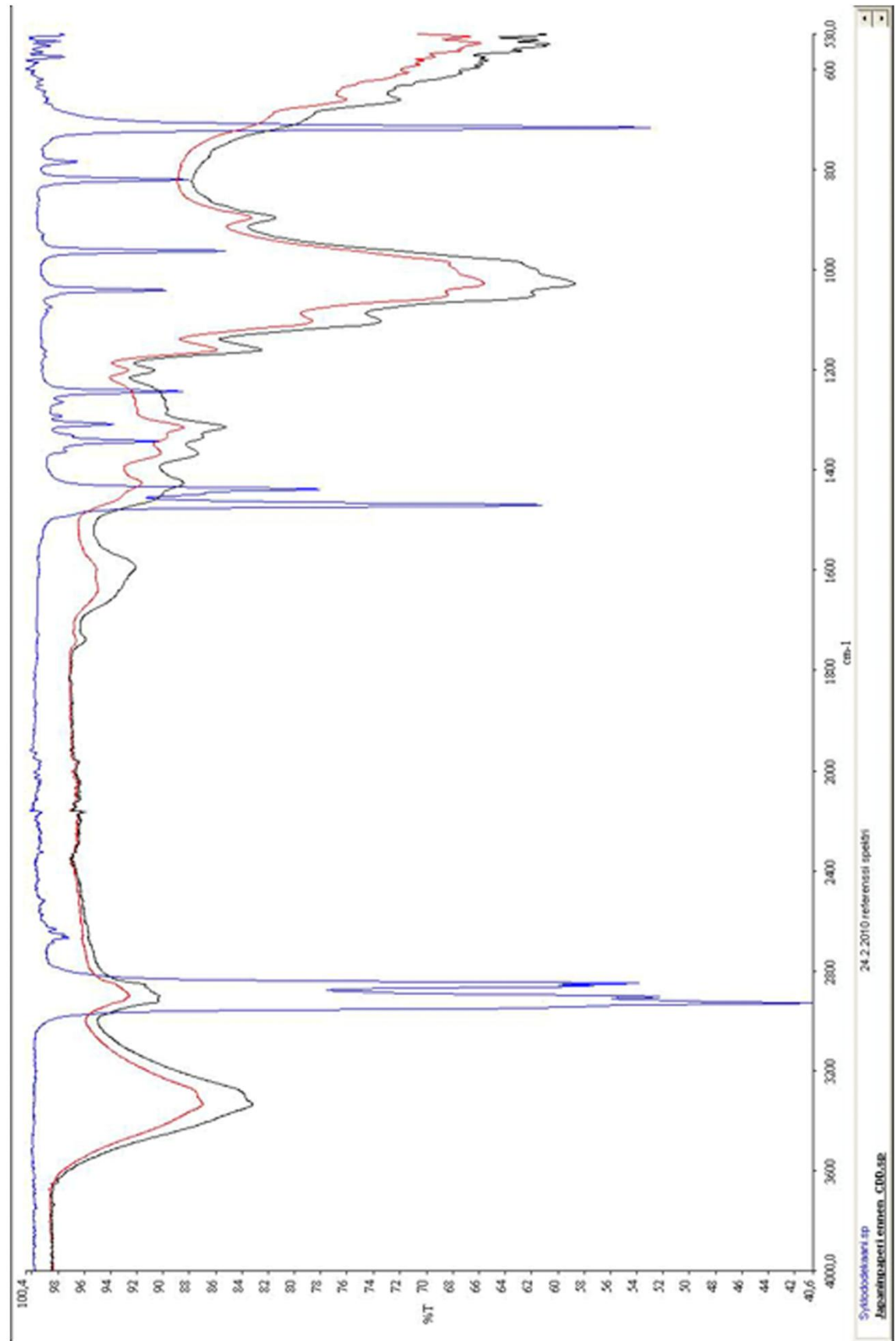


KALKKILAASTI
TRISYKLINEN KAMFEENI
KALKKILAASTI HAIHTUMISEN JÄLKEEN



KALKKILAASTI
MENTOLI
KALKKILAASTI HAIHTUMISEN JÄLKEEN

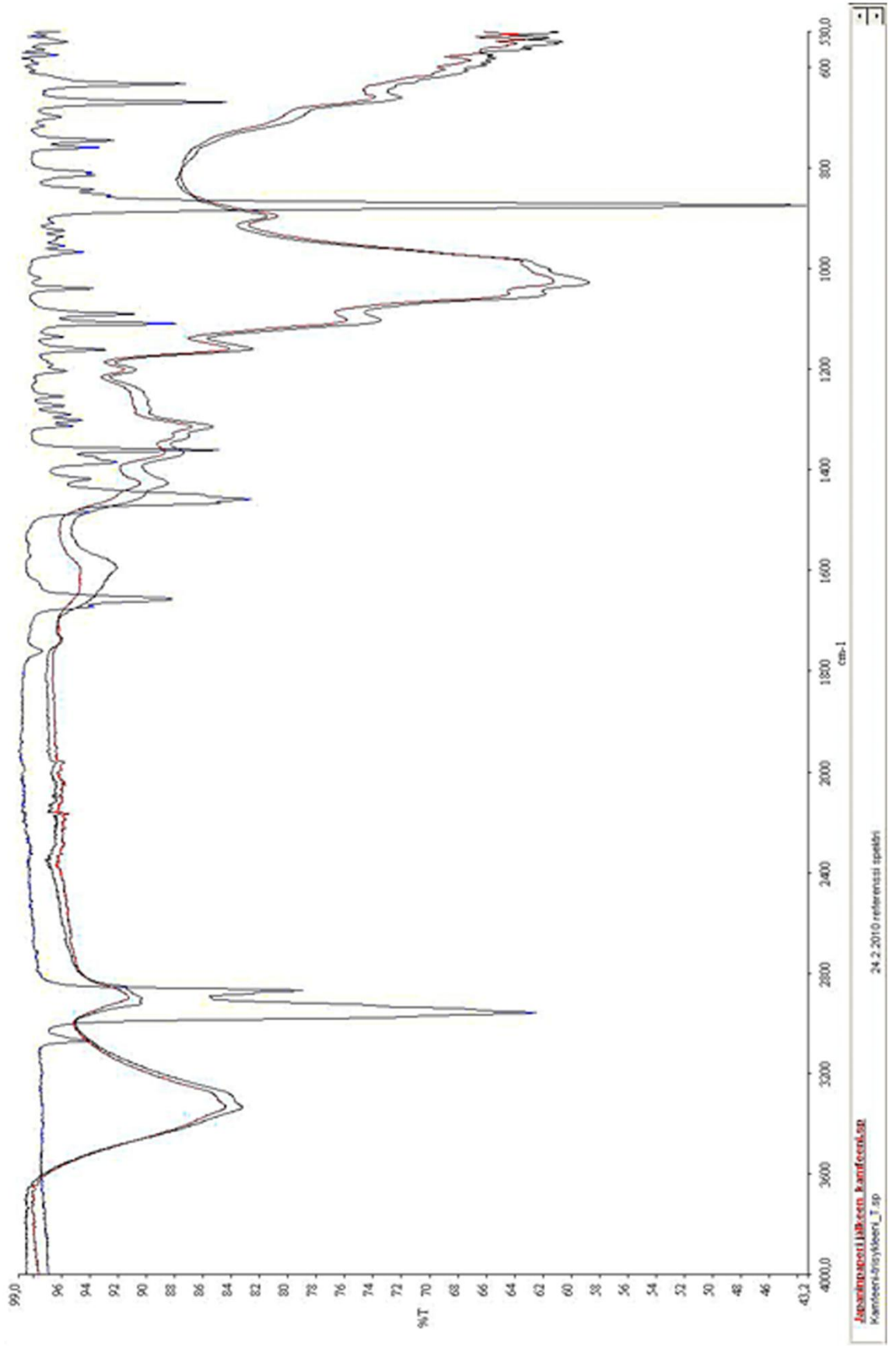




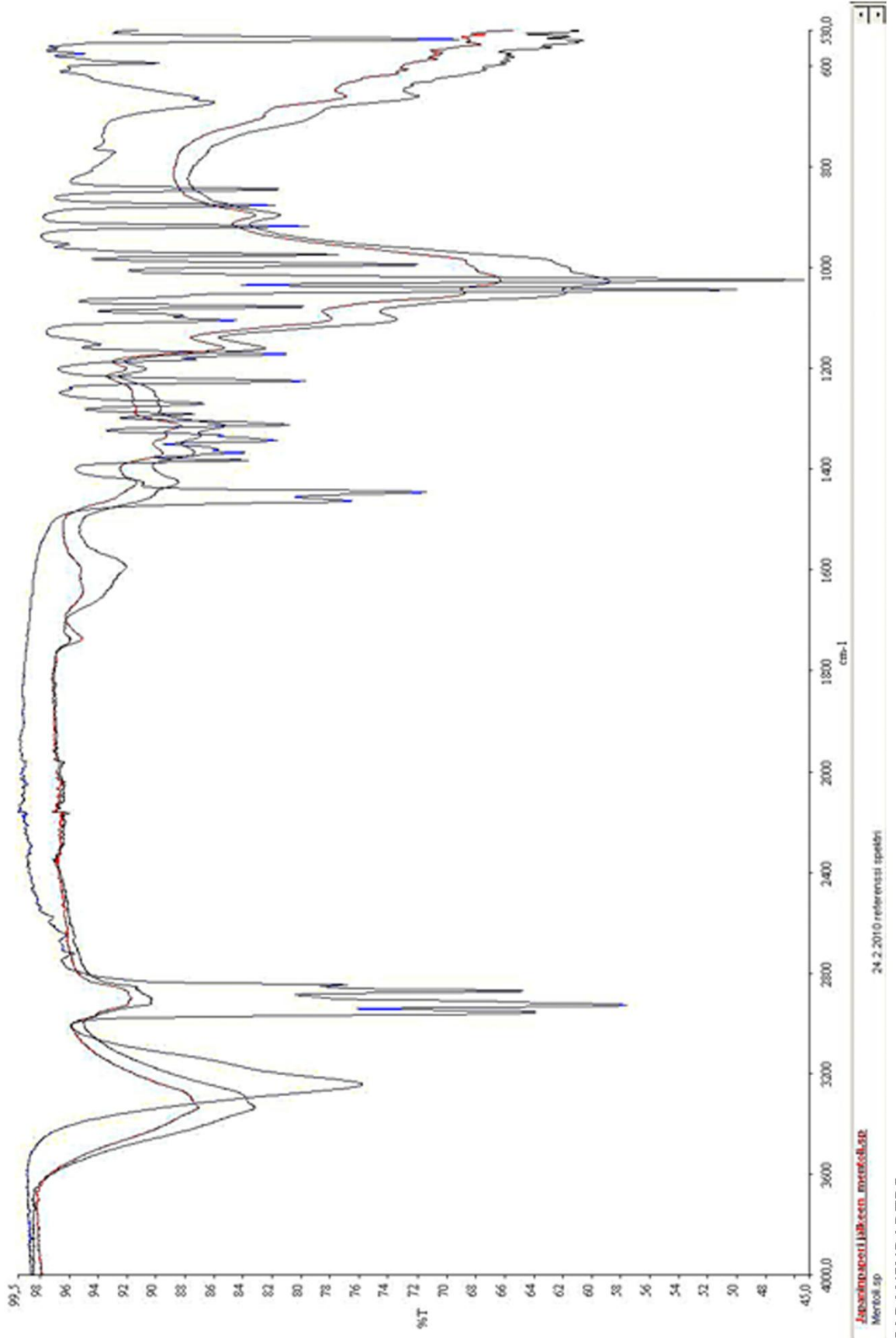
JAPANINPAPERI

SYKLODEKAANI

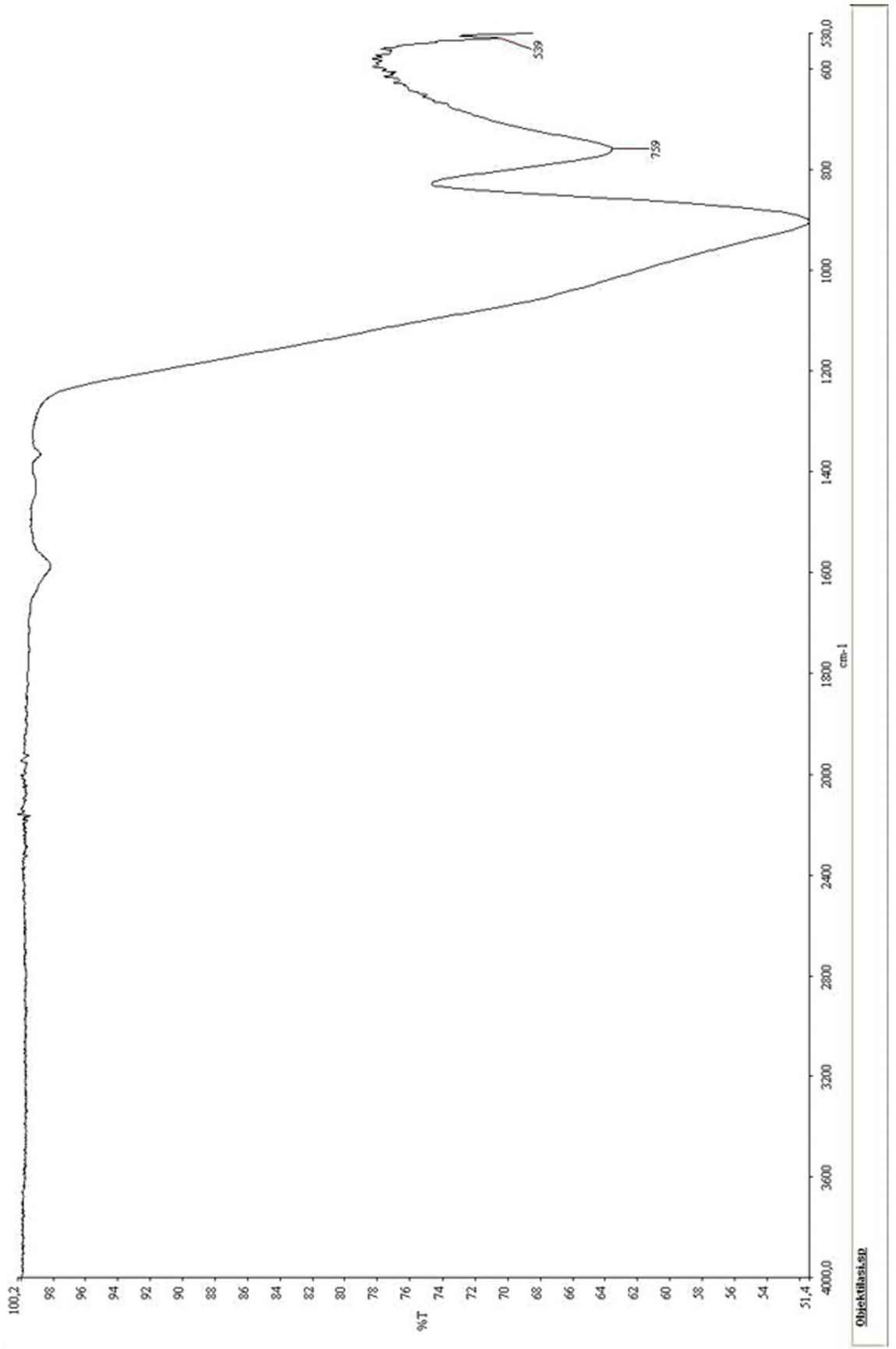
JAPANINPAPERI HAIHTUMISEN JÄLKEEN



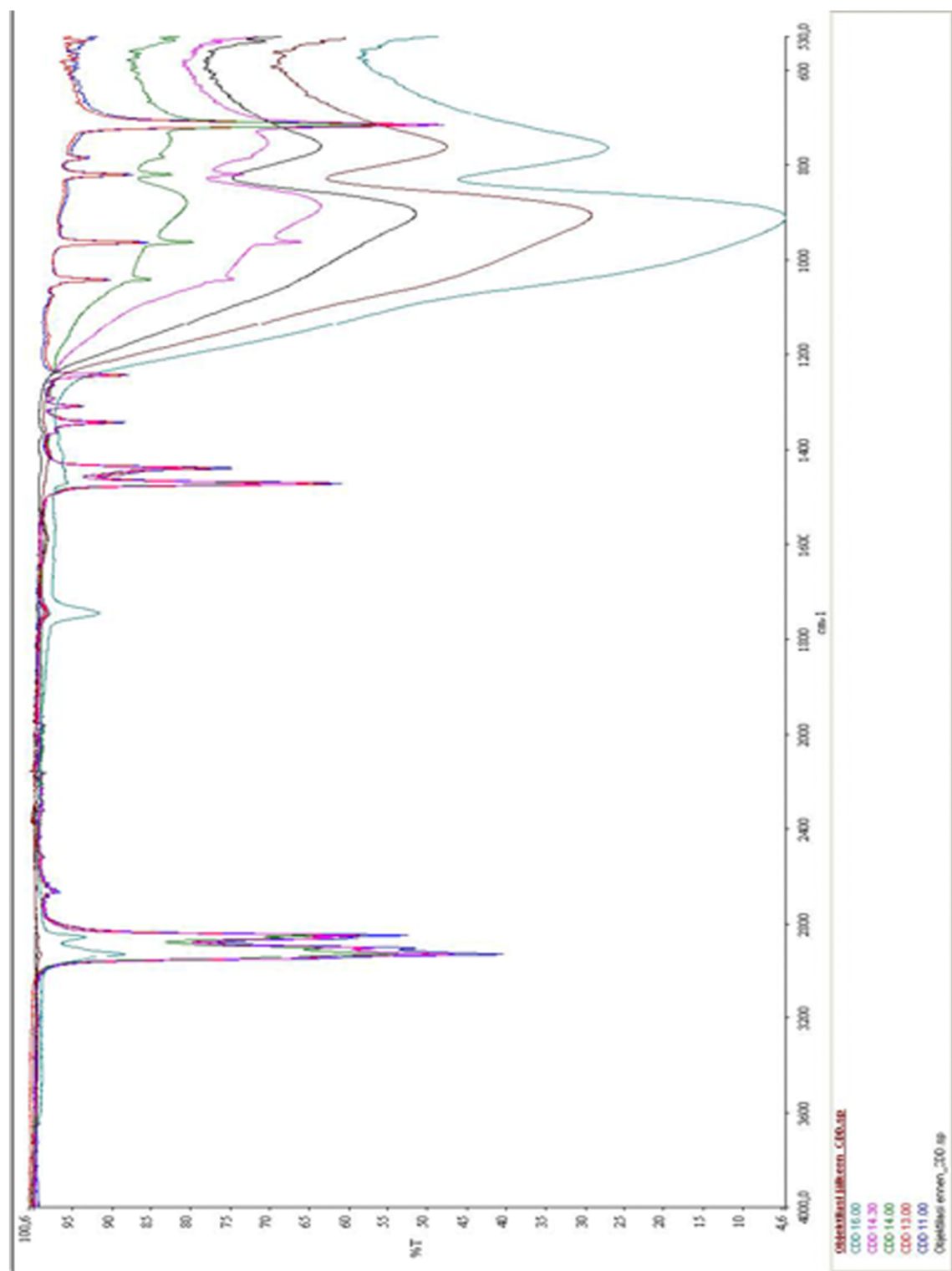
JAPANINPAPERI
TRISYKLINEN KAMFEENI
JAPANINPAPERI HAIHTUMISEN JÄLKEEN



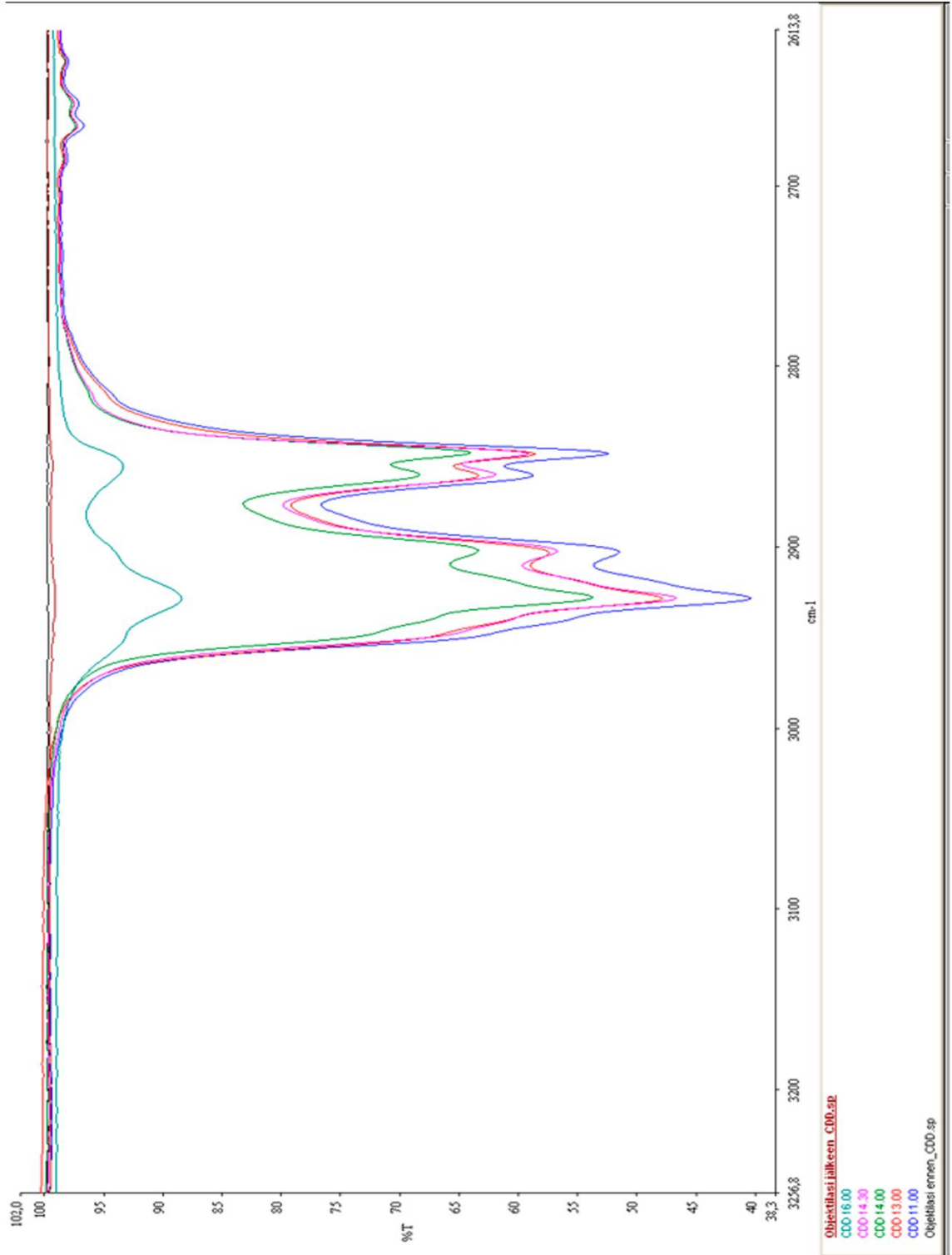
JAPANINPAPERI
MENTOLI
JAPANINPAPERI HAIHTUMISEN JÄLKEEN



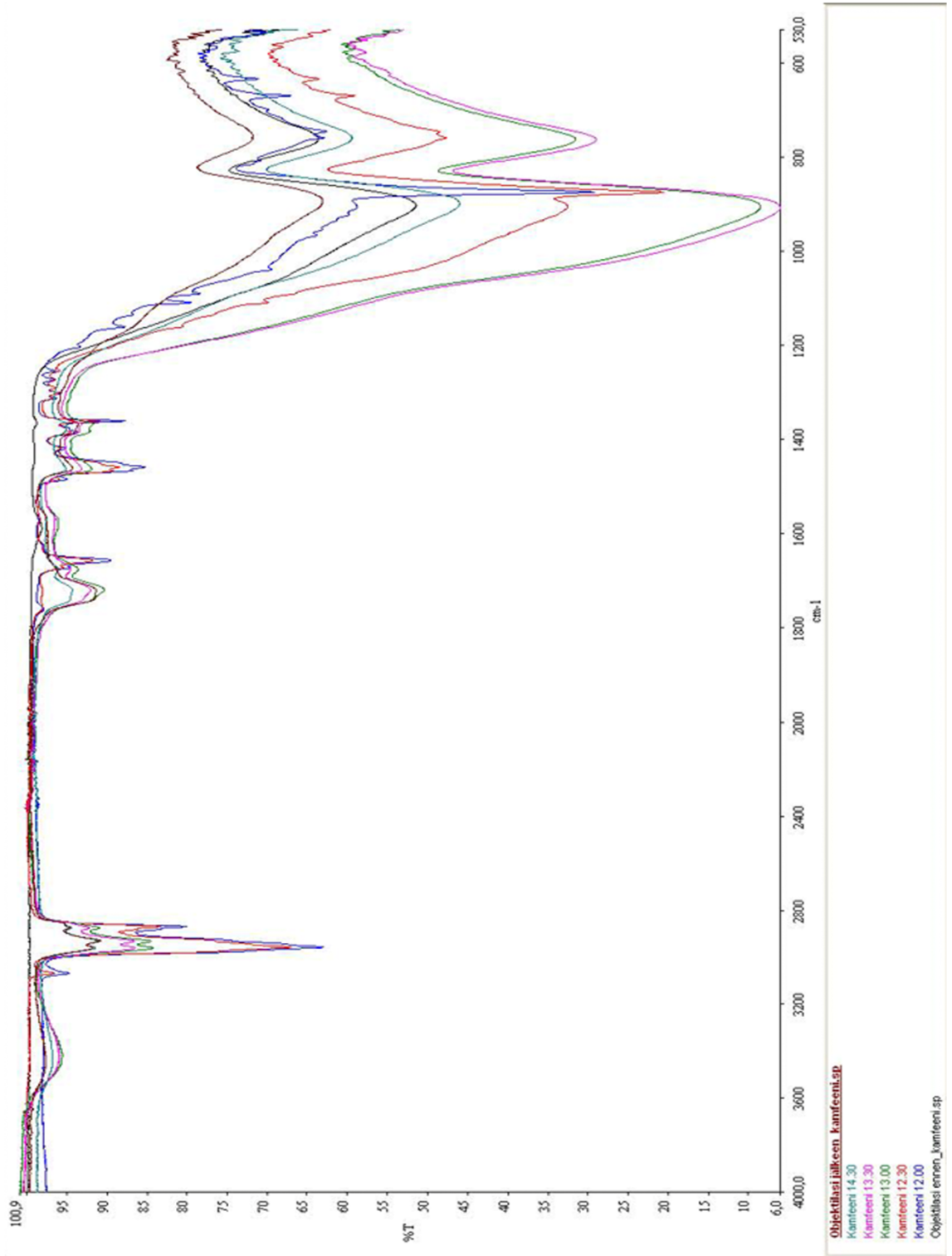
OBJEKTILASI



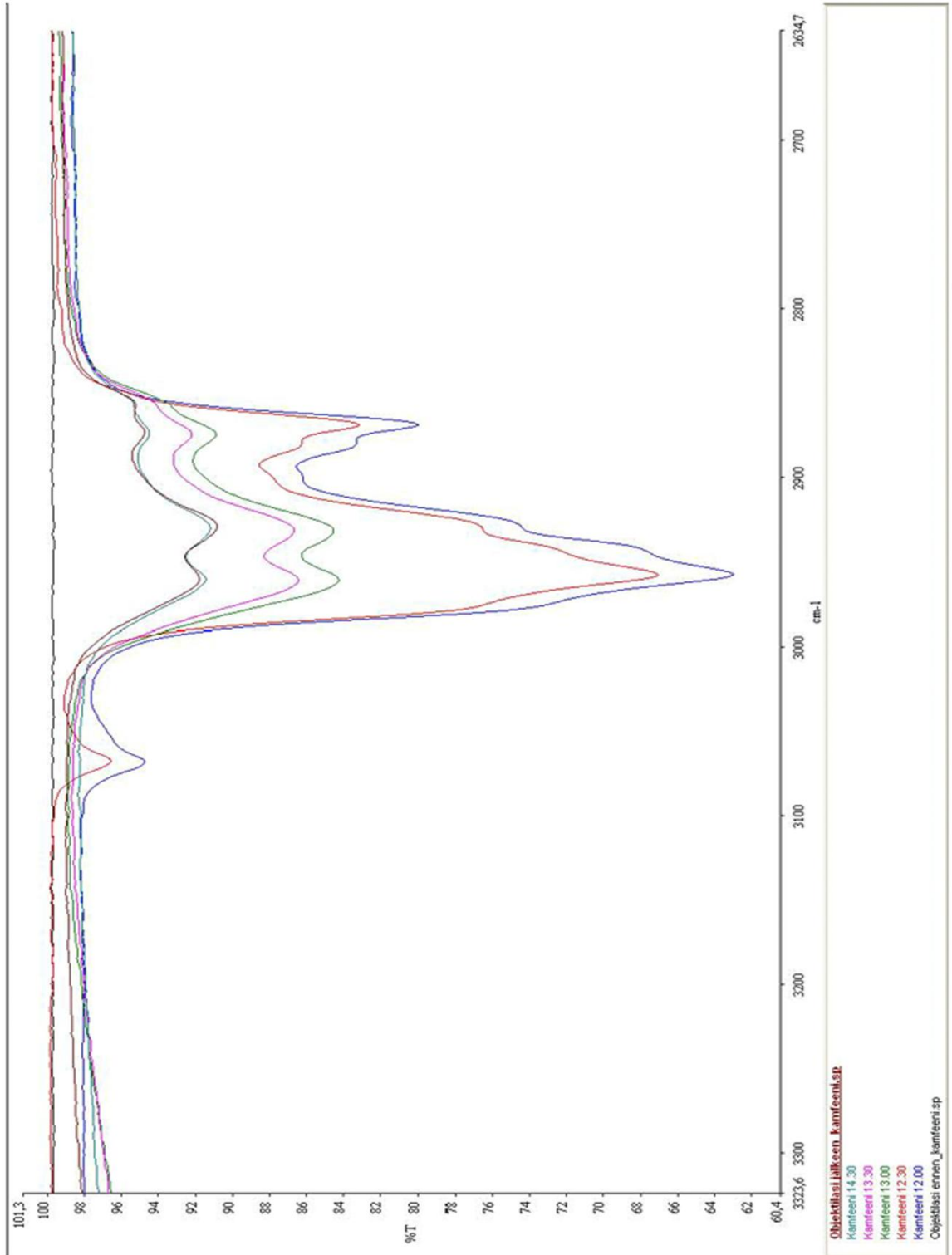
SYKLODEKAANIN HAIHTUMINEN OBJEKTIILASILTA



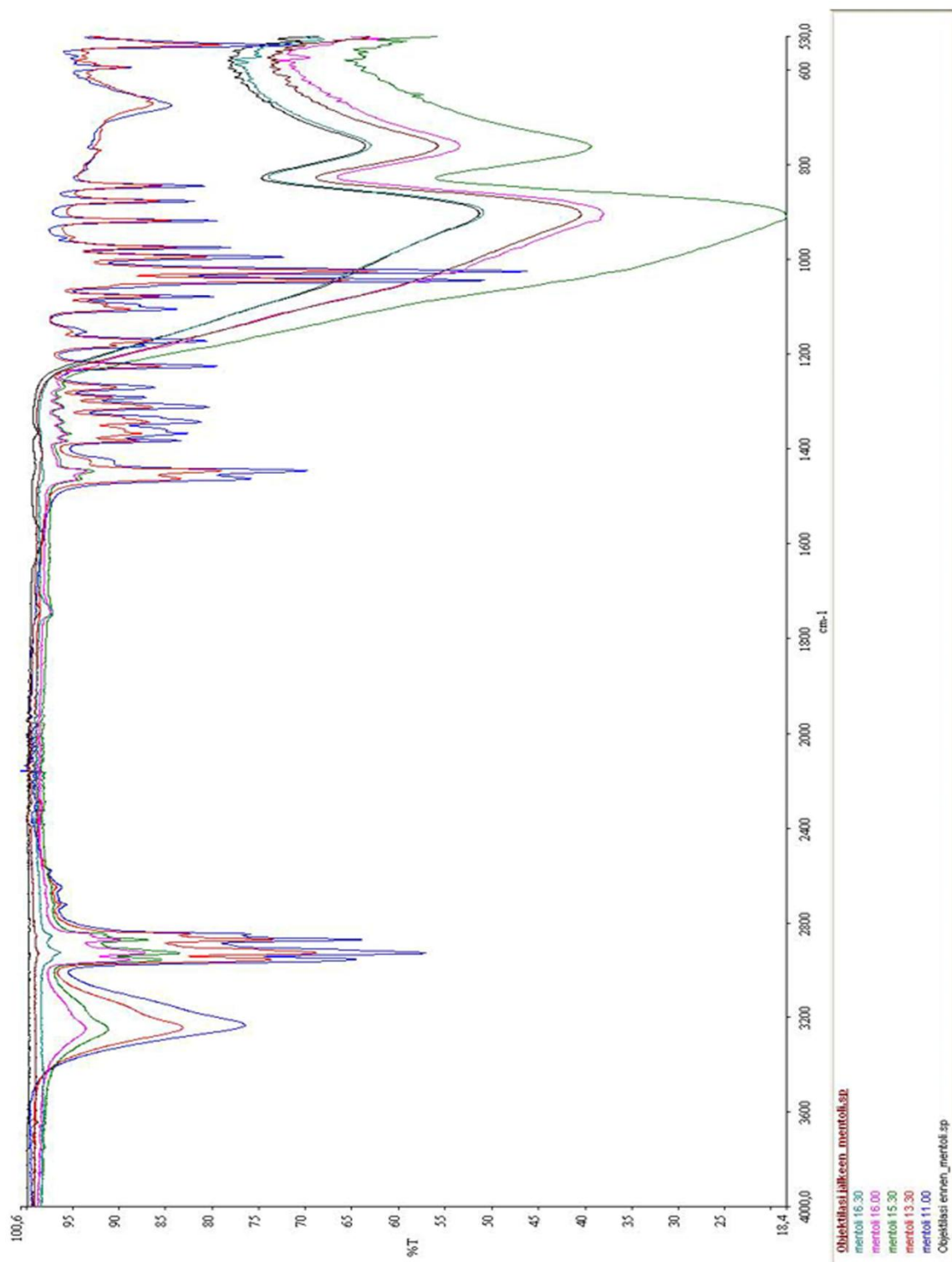
SYKLODEKKAANIN HAIHTUMINEN OBJEKTIILASILTA, YKSITYISKOHTA



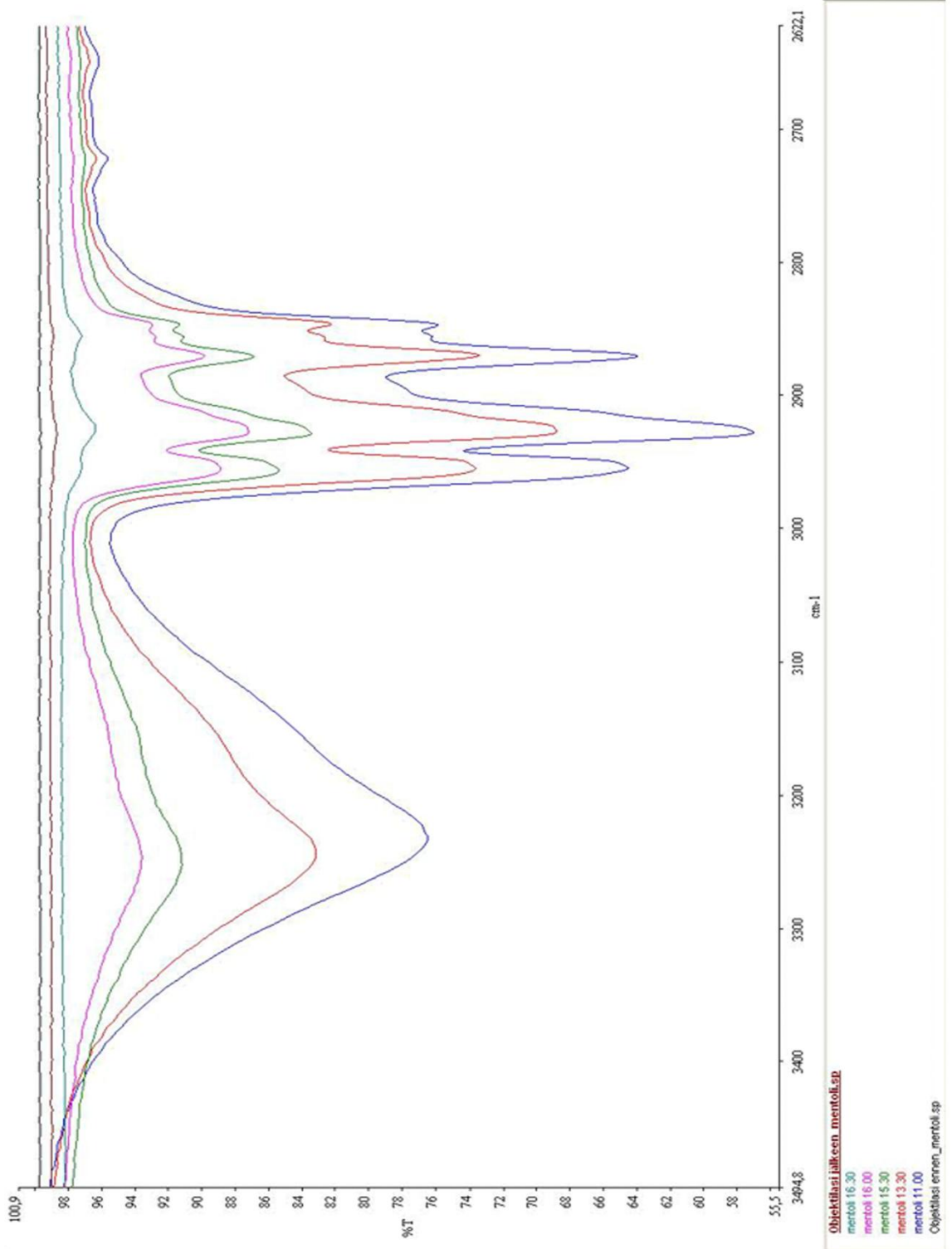
TRISYKLISEN KAMFEENIN HAIHTUMINEN OBJEKTILASILTA



TRISYKLISEN KAMFEENIN HAIHTUMINEN OBJEKTTILASILTA, YKSITYISKOHTA



MENTOLIN HAIHTUMINEN OBJEKTILASILTA



MENTOLIN HAIHTUMINEN OBJEKTIILASILTA, YKSITYISKOHTA