

Sveučilište u Zagrebu
Akademija likovnih umjetnosti
Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina

LAKOVI U RESTAURIRANJU ŠTAFELAJNIH SLIKA

red. prof. mr. art. Tamara Ukrainčik

Nastavni materijal za kolegije:

Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 1
i Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 2

Zagreb, travanj 2020.

Tekst pod nazivom **LAKOVI U RESTAURIRANJU ŠTAFELAJNIH SLIKA** pozitivno je ocijenjen (Klasa 003-08/18-07/02, urudžbeni broj 251-77-10-18-1) kao nastavni materijal za kolegije *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 1* i *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 2* na Integriranom sveučilišnom preddiplomskom i diplomskom studiju Konzerviranje i restauriranje umjetnina – smjer slikarstvo od strane povjerenstva u sastavu izv. prof. mr. art. Suzana Damiani, izv. prof. mr. art. Zvezdana Jembrih i izv. prof. dr. sc. Vladan Desnica te se objavljuje na mrežnim stranicama Akademije likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu za potrebe nastave.

Predgovor

Nastavni materijal **LAKOVI U RESTAURIRANJU ŠTAFELAJNIH SLIKA** namijenjen je studentima Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina (OKIRU) na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu (ALU). Zamišljen je kao pisani materijal uz kolegije *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 1* i *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 2* na trećoj i četvrtoj godini Integriranog sveučilišnog preddiplomskog i diplomskog studija Konzerviranja i restauriranja umjetnina – smjer slikarstvo.

Sadržaji kolegija koji se odnose na restauriranje štafelajnih slika obuhvaćaju povijest struke, pregled i način konzervatorsko-restauratorskih postupaka u svim slojevima štafelajnih slika, na platnenom i drvenom nosiocu. Uz predavanja, vježbe, praktični rad, seminare, stručne prijevode i konzultacije, studenti se upoznaju s povijesnim materijalima, metodama i postupcima, procjenjuju i utvrđuju razloge promjena stanja te planiraju i izvode zahvate na štafelajnim slikama jer su neposredno uključeni u sve faze radova. Ovaj nastavni materijal odnosi se isključivo na lakove te se navedeni ciljevi i očekivani ishodi oba kolegija odnose na lakove.

Ciljevi kolegija *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 1*

- ✓ Studenti će poznavati povijest lakova koji se koriste u restauriranju štafelajnih slika
- ✓ Identificirat će stanje laka i razlikovati razloge promjena i propadanja tog sloja
- ✓ Primijenit će stručnu terminologiju vezanu za lakove
- ✓ Usvojiti će znanja o različitim materijalima korištenima u lakovima
- ✓ Usvojiti će način dokumentiranja u dijelu konzervatorsko-restauratorskog procesa koji se odnosi na lakove

Očekivani ishodi učenja na razini kolegija *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 1*

- ✓ Studenti će opisati i prepoznati povijesne metode nanošenja lakova
- ✓ Primijeniti će pravila o osobnoj zaštiti te ispravno koristiti i rukovati materijalima korištenih prilikom nanošenja lakova na slike
- ✓ S razumijevanjem će koristiti stručnu terminologiju

Ciljevi kolegija *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 2*

- ✓ Studenti će prepoznavati, procijeniti i ustvrditi razloge promjena u svim slojevima štafelajne slike, time i u sloju laka
- ✓ Izvoditi će rekonstrukcije u završnom sloju slike – laku

Očekivani ishodi učenja na razini kolegija *Konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika 2*

- ✓ Studenti će odabrati i primijeniti optimalne metode nanošenja lakova u skladu s načelima konzervatorsko-restauratorske etike
- ✓ Razumjei će, razlikovati i upotrijebiti odgovarajući materijal te primijeniti osnovne vještine i principe u izvođenju rekonstrukcija završnog sloja – laka na slici

SADRŽAJ

Uvod.....	1
1 KRATKI PREGLED POVIJESTI KORIŠTENJA LAKOVA	4
1.1 Lakovi na bazi prirodnih smola.....	4
1.2 Suvremena upotreba damar i mastiks laka.....	11
1.3 Sintetsko-smolni lakovi	11
1.4 Korištenje lakova u druge svrhe.....	13
1.5 Kada se ne koriste lakovi?	14
1.6 Poželjne osobine i izbor idealnog laka	15
1.7 Ispitivanje/istraživanje laka	16
1.8 Staklo kao alternativa lakiranju.....	18
2 OSNOVNA PODJELA LAKOVA PREMA SASTAVU I NJIHOVA SVOJSTVA.....	20
2.1 Podjela prema sastavu	20
2.1.1 Uljeni lakovi.....	20
2.1.2 Uljeno-smolni lakovi.....	20
2.1.3 Albumen lakovi ili lakovi od bjelanjka	20
2.1.4 Prirodni smolni lakovi.....	20
2.1.5 Alkoholni lakovi	21
2.1.6 Voštani i voštano-smolni lakovi.....	21
2.1.7 Sintetski smolni lakovi.....	21
2.1.8 Podjela s obzirom na postotak koncentracije smole u otopini	21
2.2 Fizikalna svojstva smola i lakova	21
2.2.1 Topljivost smole u određenom otapalu.....	21
2.2.2 Stabilnost	22
2.2.3 Krhkost (neelastičnost)	24
2.2.4 Molekularna masa	24
2.2.5 Viskoznost	25
2.2.6 Temperatura staklastog prijelaza - TG.....	25
2.2.7 Sposobnost laka da maksimalno intenzivira boju.....	25
2.3 Svojstva najčešće korištenih smola u lakovima za slike	26
2.3.1 Mastiks	26
2.3.2 Damar.....	26
2.3.3 Paraloid B-72.....	27
2.3.4 MS2A.....	27
2.3.5 Regalrez 1094.....	28
2.3.6 Laropal A 81	28
2.4 Kemijski procesi u lakovima	29
2.4.1 Žućenje laka	30
2.4.2 Zamagljenje/cvjetanje laka	32
2.4.3 Krakelire u sloju laka	34
2.4.4 Regeneriranje laka	34
3 OTAPALA	36
3.1 Najčešća otapala za pripremu i za uklanjanje lakova.....	36
3.1.1 Terpentini (terpentinsko ulje).....	36
3.1.2 Teški benzin (<i>white spirit</i>)	37

3.1.3	Toluen (toluol).....	38
3.1.4	Ksilen (ksilol)	38
3.1.5	Aceton	39
3.1.6	Alkoholi	39
3.2	Podjela otapala prema polarnosti.....	39
3.3	Otapala; omjer hlapljivosti, štetnost, toksičnost i zapaljivost	40
3.4	Hansenovi parametri topljivosti i parametar topljivosti Hildebrand	41
3.5	Parametri topljivosti otapala i Teasov dijagram	41
4	ADITIVI/DODACI LAKOVIMA	44
4.1	Stabilizatori.....	44
4.2	Sredstva za matiranje.....	45
4.2.1	Vosak.....	45
4.2.2	Sintetičke gume	45
4.2.3	Dimasti kremen (<i>Fumed silica</i>).....	45
5	VOSKOVI U LAKIRANJU SLIKA.....	47
5.1	Primjena	47
5.1.1	Dodatak smolnoj otopini	47
5.1.2	Voštana pasta.....	48
5.1.3	Voskovi sami kao lak za slike.....	48
5.2	Vrste voskova	48
5.2.1	Mineralni voskovi.....	49
5.2.2	Biljni voskovi	49
5.2.3	Životinjski voskovi	50
6	O ČIŠĆENJU U RESTAURIRANJU	51
7	LAKIRANJE	53
7.1	Priprema smolnih otopina.....	53
7.1.1	Određivanje koncentracije otopine	55
7.2	Uvjeti potrebni za lakiranje	55
7.3	Metode nanošenja lakova	55
7.3.1	Nanošenje laka kistom	56
7.3.2	Sprejanje zračnim pištoljem za prskanje, sprejom ili „puhalicom“	57
7.3.3	Slojevito lakiranje: Iskustva s radionice <i>Lakovi za slike</i> u Portu	58
8	ZAKLJUČAK	61
9	RECEPTI	62
9.1	Tradicionalni recepti (16 recepata).....	62
9.1.1	Mastiks lak	62
9.1.2	Damar lak	64
9.1.3	Kopal lak.....	65
9.1.4	Mješavine smola	65
9.1.5	Kolofonij lak	66
9.1.6	Šelak lak	66
9.1.7	Lak od bjelanjka	67
9.2	Suvremeni recepti (14 recepata).....	67
9.2.1	Damar ili mastiks.....	68
9.2.2	Paraloid B-72.....	68
9.2.3	Regalrez 1094.....	68
9.2.4	Laropal A 81	68

9.2.5	MS2A.....	69
9.3	Komercijalne lak otopine na bazi smola	69
10	VJEŽBE IZRADE I NANOŠENJA LAKOVA.	70
10.1	Cilj	70
10.2	Izvedba.....	70
10.2.1	Izrada lakova	70
10.2.2	Nanošenje gotovih lakova.....	71
10.2.3	Potrebni materijali	71
10.3	Opažanja	72
10.4	Rezultati i zaključak vježbe	73
10.5	Slikovni prikaz vježbi	75
11	POJMOVNIK.....	83
12	POPIS FOTOGRAFIJA I TABLICA	88
13	LITERATURA	93
13.1	Ostali izvori	94

Uvod

Lak je viskozna otopina prirodne ili sintetske smole u ulju i/ili organskom otapalu. Kada otapalo ishlapi ostane lak, a osušeni film je krut i (relativno) transparentan. Lakovi koji se koriste za lakiranje slika, različiti su koliko i same tehnike slikanja kroz stoljeća. Moguće ih je bojati dodatkom pigmenta ili npr. dodavanjem uljene boje.

Lak se, u tradicionalnom smislu, smatrao obnovljivim premazom odvojenim od rada umjetnika, jer je često bio nanošen na sliku najmanje godinu dana nakon što je ona bila naslikana, da se boja dobro osuši jer, kao što piše Cennino Cennini (1360. – 1427.) “...znaj da je tajna najljepšeg i najboljeg lakiranja na dasci u njegovom odgađanju, jer što više budeš odugovlačio, to će lak bolje ispasti. Neću pogriješiti kažem li da će tvoj rad izgledati još svježije budeš li lakiranje odgađao nekoliko godina, ili barem godinu dana.” (Cennini, 2007: 129).

Slikari su postavljali i privremeni lak, očekujući da će netko drugi umjesto njih, majstor u slikarevoj radionici, kolekcionar ili trgovac umjetninama, premazati konačni lak (Kirsh i Levinson, 2000: 214). U svom tekstu Swicklik (1993, 163) navodi da je Pierre Francois Tingry (1743. – 1821.) u priručniku o materijalima i lakovima (priručnik je 1803. izašao na francuskom, a već 1804. na engleskom i njemačkom jeziku) naveo da veliki majstori rijetko sami lakiraju svoje slike kada ih naslikaju; privremeno ih zaštite slojem bjelanjka i ne lakiraju ih najmanje godinu dana nakon izrade. To je bila uobičajena praksa od davnina, a primjer je toga naveden u pismu koje je slikar Nicolaus Poussin (1594. – 1665.) poslao svojem kolekcionaru, u siječnju 1644. godine, iz Italije u Pariz “... kada dobijete moje slike, nategnite ih na podokvire, očistite ih sa spužvom i malo vode, moguće dodajte malo narančinog soka da uklonite privremeni lak. Kada budu potpuno suhe dajte ih lakirati nekome tko to zna kako.” (Stanley-Price, Talley-Mansfield i Melucco-Vaccaro, 1996: 166). Recept za privremeni lak od bjelanjka zapisan je još kod Cenninia. On ne prodire u sloj boje koja je dulje vrijeme u procesu sušenja, te se poslije može ukloniti vodom: „Kako bi za kratko vrijeme neki tvoj rad izgledao kao da je lakiran uzmi dobro stučeni bjelanjak, koji je poput čvrstog snijega. Pusti da odleži preko noći pa izbistreni bjelanjak metni u novu posudicu. Onda vjeveričjim kistom njime prijeđi po svojim uradcima.” (Cennini, 2007: 131).

Praksa izmjene potamnjelog laka (čišćenja, pa nanošenja novoga) datira s početka 17. st., pa je upitno na koliko je još slika ostao lak iz vremena nastanka slike. To je i razlog da fizikalna istraživanja slojeva laka rijetko pružaju povijesno korisne informacije, tvrde Kirsh i Levenson (2000: 214).

Lak je posljednji, završni sloj te je zbog svog sastava i tankog nanosa jedan od najosjetljivijih slojeva slike. Istraživanja Stanley-Price, Talley-Mansfield i Melucco-Vaccaro (1996: 166) ukazuju da ako je lak i opstao netaknut na slikama „starih majstora“ do danas, teško da bi zbog žućenja i tamnjenja mogao pružiti relevantne informacije o izvornom stanju. No, kemijske analize mogu otkriti sastav laka, te je moguće usporediti ga sa starim recepturama i raspravama o materijalima i metodama. Koliko god da su te rasprave od pomoći, vrlo često su i nerazumljive i kontradiktorne te zahtijevaju pažljivu interpretaciju kako bi bile relevantne u rekonstrukciji prošlosti.

Rani izvori upućuju na to da su različite recepture za lakove za obnovu starih slika korištene već stoljećima. Tradicionalno, izgled, sjaj i zasićenje boje kod lakiranja često su važniji od uobičajene funkcije laka (zaštita slike od vanjskih utjecaja). Lakiranje se često naziva "oživljavanje" slika, pišu Phenix i Townsend, jer slike nakon uklanjanja starog laka izgledaju suho (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 635).

Većina boja na slici lakiranjem postaju tamnije i zasićenije. Prema Renéu de la Rieu (2014, predavanje) to je uzrokovano, prvenstveno, smanjenjem hrapavosti površine, jer se mijenja način na koji se svjetlost reflektira od površine slike.

Lakiranje je najčešće završna faza konzervatorsko-restauratorskih radova, kojom definiramo konačan izgled slike. Svakoj slici se pristupa pojedinačno pa tako i odabiru završnog laka.

Sloj laka ima dvostruku ulogu, jer utječe na krajnji, estetsko-optički izgled slike. "Lak je jaka tekućina. On sve razotkriva i svemu traži podčinjavanje, te poništava drugo vezivo. Čim ga razmažeš preko svoga rada, svaka boja izgubi svoju slobodu, potpadne pod vlast laka i nikada se više ne može osvježiti vlastitim vezivom." (Cennini, 2007: 130).

Olszewski (1977: 195) navodi da je očekivanu zadaću završnog laka zapisao još u 16. st. Giovanni Battista Armanini (1530. – 1609.) u *Propisima za slikare*: "Postoje lakovi čiji je učinak oživljavanje boja i dugotrajno očuvanje njihove ljepote. Lak ima moć izvući sve minuciozne detalje, što ih čini vrlo jasnim." (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 252).

Lak služi kao zaštita površine slikanog sloja; štiti njenu strukturu, kao i njeno buduće stanje, jer čuva slikani sloj od dodira, prašine, vlage, svjetla, plinova i mehaničkih udaraca. Sastav otopine laka uvjetuje različitosti u kvaliteti, sjaju, sposobnosti zaštite, fleksibilnosti i trajnosti laka. Idealni lak bi trebao ostati elastičan, transparentan i

bezbojan u dužem vremenskom razdoblju, a kada ostari trebao bi biti lako uklonjiv “blagim” napolarnim otapalima. Lak omogućuje lakše čišćenje površine slike.

Phenix i Townsend pišu kako se recentne rasprave o izboru materijala koji čine lak najčešće usredotočuju na odluku o izboru prirodnog ili sintetskog laka. Slika je umjetničko djelo, no može se smatrati i dokumentom određenog povijesnog trenutka. Restaurator donosi odluku o odabiru laka kojom će ispuniti što više ciljeva u očuvanju umjetnine, te o estetsko-likovnom izgledu same površine. Sva svojstva komponenta laka (smola, otapala i aditivi) bi trebala biti poznata (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 635).

1 KRATKI PREGLED POVIJESTI KORIŠTENJA LAKOVA

1.1 Lakovi na bazi prirodnih smola

Najstariji lakovi, pronađeni na predmetima iz jedanaeste egipatske dinastije (2160. – 1992. g. p. n. e.), bili su neprerađeni balzami stabala, krute smole rastaljene u ulju. Na lijesu iz devetnaeste egipatske dinastije (1292. – 1182. g. p. n. e.) identificiran je lak koji osim balzama, sadrži i vosak. Na ljesovima egipatskih mumija pronađeni su lakovi na bazi mastiksa (smola od balzama mediteranskoga drveta *Pistacia lentiscus*) i ulja. Vjerojatno se radi o cedrovom ulju koje se koristilo i za balzamiranje. Ti stari lakovi su bili gusti, pa su se lakše nanosili zagrijani. S obzirom na to da su nanošeni nekoliko puta i na različita mjesta kovčega mumija, struktura laka je bila vrlo složena; pretpostavlja se da su ti lakovi postavljeni zbog estetskih razloga, a ne zbog zaštite. U Perziji, Kini, Indiji, a kasnije i u Japanu nailazi se na slične lakove. Posebno je zanimljiv čuveni kineski lak, koji se još naziva i japanski lak stabla ili uljeni lak stabla, a koristi se već oko 1100. g. p. n. e.. Radi se o mliječnoj izlučevini azijskog drva *Rhus verniciflua*. Ovaj se lak suši nekoliko sati, a nanosio se i do 60 slojeva. Dodatkom *tung* ulja (20%) smanjuje mu se krtost, lakše se polira. Vrlo je otporan, ali nedostatak mu je nereverzibilnost i tamni ton. U 18. st. dolazi u Europu, često je mijenjan kombinacijom kopala i lanenog ulja, s dodatkom terpentina ili alkohola (Vokić, 2012: 12 prema Gettens i Stout, 1966: 56).

Moffitt (2004: 36) navodi kako Plinije stariji (4. st., p. n. e.) u svojem djelu *Naturalis historia* spominje grčkog slikara Apellesa koji je postavljao na svoje slike tzv. atramentum lak, neku vrstu tamnijeg, "čađavog" laka kojim postiže izvanredne efekte dubinskog svjetla. Pretpostavlja se da se radi o asfaltu (fosilna smola; loše svojstvo joj je omekšavanje pod utjecajem topline, zbog čega ima nepoželjnu tendenciju prodiranja, tj. širenja kroz slojeve slike kojima daje tamnosmeđi ton), otopljenom u terpentinu ili petroleju.

Plinije također spominje mastiks i terebint (*Pistacia terebinthus*), koji potječe iz mediteranske regije, a najstariji je izvor za terpentini. Danas je poznat kao tzv. ciparski terpentini (Vokić, 2012: 12 prema Gettens i Stout, 1966: 56).

Jedan od najranijih recepata za lak naveden je u *Rukopisu iz Lucce (Lucca Manuskript)* početkom 9. st. Kombinacija je osam vrsta smola; od kojih su dvije identificirane; stabala mirhe (*Commiphora myrrha*, ljekovita biljka starih Egipćana) i frankincense (smola stabala *Boswellia* u Aziji i Africi). Moguće je da su ostali sastojci: galba (gorka mirisava smola biljke *Ferula erubescens* iz Perzije), jela, ariš, mastiks, gume trešnje i kalofonij, kako piše Ward (2008: 729). Navodi se i jantar, koji je stoljećima bio pojam kvalitete među uljenim lakovima. Vrlo često je bio zamjenjivan jeftinijim kopalima

(glavne vrste: *kauri-kopal* s Novog Zelanda, *kongo-kopal* iz Afrike i Južne Amerike te *manila-kopal* s Filipina i iz Indonezije).

Skoro isti tekst se nalazi stoljeće kasnije u *Rukopisu iz Seleastata (Seleastat MS)* – piše Caley (1990: 70-73).

Ward (2008: 729) upućuje na Theophilusa, koji oko 1140. g. navodi recepture lakova vrlo slične po postupku izrade i sastavu onima koji se koriste u 19. i 20. st.. Mnogi od njih i danas su izbor umjetnika i restauratora. Sastojci su bile teško topljive smole, npr. sandarak i prokuhana ulja. Smola se topila na cca 300 °C, a ulje se zasebno prokuhavalo na temperaturama između 240 do 260 °C te ulijevalo u tekuću smolu. Zatim se ta mješavina kuhala sve dok se sastojci ne bi stopili i potom se tako formirana smjesa hladila.

Dodavani su sikativi, kao što je olovo ili olovno bijelilo, kako bi se lak brže sušio. Slike su grijane na suncu kako bi lak bio nanesen četkom ili rukom na topli slikani sloj (Nicolaus, 1999: 314).

U 15. st., u *Rukopisu iz Strasbourga (Strasbourg MS)* piše: "... ako opet želiš napraviti dobar lak koji je jasan i bistar kao kristal, tada uzmi jednu funtu (0,45 kg, op. T. U.) terpentina od apotekara i dvostruko toliku količinu ulja. Neka se zajedno prokuhaju, kada se stvore niti, tada je dovoljno kuhan i ispravan..." navodi Neven (2016: 135). Uglavnom se koristio mastiks ili sandarak, ili obje smole, rastaljene u lanenom ulju sa značajnim udjelom kalofonija, dodacima orahovog ulja, balzama terpentina, bjelanjkom jajeta, jantarom, sikativima. U to vrijeme je u upotrebi i lak na bazi vode; sastojao se od bjelanjka, gumiarabike, bademove ili trešnjine gume (Vokić, 2012: 15).

Nažalost, pišu Phenix i Townsend, malo je pisanih dokumenata iz toga vremena koji smole, tj. lakove navode u svrhu završnog premaza na slikama, a Cennino Cennini je oprezan u davanju uputa o tome kada i kako koristiti lak, te preporučuje da treba izbjegavati lakiranje pozlaćenih ploha. Moguće je da su na istom objektu bili nanošeni različiti lakovi, jedan za oslikane dijelove, a drugi za pozlatu i posrebrenje. Vodeni lakovi (polisaharidni ili proteinski) evidentirani su na metalnim listićima u Njemačkoj, a sjevernije i lakovi na uljenoj bazi (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 255).

Neki recepti za lakove opstaju, malo modificirani, više stotina godina. U *Rukopisu iz Bologne (Bologna MS)*, 15.st., navode se dva recepta Jacobusa de Tholeta iz 1440. godine, za *vernice liquida*; prvi je od lanenog ulja i *gomma de gineparo* (pretpostavka je da misli na sandarak), a drugi, također od lanenog ulja, *roche alum* (mineral) i tamjana (Merrifield, 1849: 329).

Vernice liquida spomenut je kod Cenninia, pišu Phenix i Townsend, a recept je naveden 250 godina kasnije u rukopisu Theodora de Mayerna (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 255).

Još u vrijeme rane renesanse različiti su materijali osmišljeni za privremeno lakiranje slika, kao npr. lak od bjelanjka kokošnjeg jajeta. Tuče se dok ne bude ljepljiv, te se izmiješa s vodom. Dodaje mu se med ili šećer, vjerojatno iz razloga kako bi se bjelanjku produljilo vrijeme topljivosti, ili da mu se smanje tenzije tijekom sušenja. Takav lak je najčešće nanošen spužvom, a koristio se kao privremeni lak za slike naslikane temperom. Cennini je s tim lakom želio postići mat efekt. No, ustanovljeno je da on vremenom posivi (Nicolaus, 1999: 314 prema Cennini, 1888: 103-104).

Phenix i Townsend navode istraživanje Plahtera, Hohlera *at el* (2004: 61) kako je lak od bjelanjka pronađen na izuzetno dobro očuvanim srednjovjekovnim slikama u Norveškoj. Također navode da su u cijeloj Europi korišteni – s neznatnom razlikom u sastavu – lakovi za površinske premaze, za polikromirane drvene skulpture i složeno izvedene polikromirane oltare. Pigment azurit, vezan vezivom na vodenoj bazi, često nije lakiran jer kada se na njega nanese ulje, potamni. Dijelovi španjolskih oltara, izrađeni krajem 15. st., oslikani plavom bojom, nisu lakirani. Mikroskopskom analizom poprečnog presjeka zamijetilo se da je lak bio ispod sloja plave boje. Izgled boje se mijenjao i nanošenjem zaštitnog sloja vodenog medija koji je postavljan prije laka na uljanoj bazi, kao što je Cennini primijetio i za pigment zelenu zemlju (*terra verte*). Moguće je da je bilo puno takvih djelomičnih lakiranja objekata, ali suptilnosti i zasićenja boja su izgubljeni pod višeslojnim naknadnim restauratorskim intervencijama i lakiranjima (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 254-255).

Pojedini slikari su bili svjesni da će slike starenjem izgubiti svoju svježinu. Ne samo zbog laka kojeg su oni odredili za lakiranje slika, već i zbog budućih, neadekvatnih, restauratorskih intervencija. Albrecht Dürer (1471. – 1528.) uvjeravao je svog mecenu Jacoba Hellera u pismu 1509. godine da će slika Madona i Dijete "... ostati čista i svjež 500 godina ako ju držite čistom..., a kada jedno dva ili tri puta godišnje dođem do Vas, spustit ćemo sliku. Ako će biti suha, ja ću je ponovno lakirati s posebnim lakom, kojeg ne smije napraviti nitko drugi! Tako će trajati još sto godina, i dulje. Ali ne dopustite da itko drugi lakira, jer svi drugi lakovi su žuti i pokvarit će sliku." (Stanley-Price, Talley-Mansfield, Melucco-Vaccaro, 1996: 166).

Krajem 15. i početkom 16. st. smolno-uljeni lakovi nadopunjeni su i smolama rastopljenima u alkoholnom špiritu i esencijalnim uljima. To se može pripisati razvoju destilacije, ali prema zapisima i tadašnjim istraživanjima, navode Phenix i Townsend Gettensa i Stouta (1942: 215), poznato je da je postupak destilacije alkohola i esencijalnih ulja, uključujući i terpentinskog, osmišljen i prije 15. st. Moguće je da je

uvođenje alkoholnih lakova povezano s razvojem uljanog slikarstva, najviše u Italiji, krajem 15. i početkom 16. st., no najčešće korišteni lakovi do polovice 17. st. su bili uljani lakovi (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 255).

Lakovi koji u sebi ne sadrže sušiva ulja, već su samo čiste smole otopljene u otapalima, rijetko se koriste do kraja 17. st, a od tada se koriste barem jednako koliko i uljni. Smole su iste one koje su se već i prije koristile i topile u uljima (Lawman, 2011: 6).

Vjerojatno najstariji recept za alkoholni lak zabilježen je u *Rukopisu iz Marciane (Marciana MS)* na bazi benzoja, sa špiritom (Merrifield, 1849/1869, vol II: 628). Za te lakove je navedeno da se ne moraju izlagati suncu, a jedan od njih je opisan "... kao vrlo fini lak za minijature i ostale delikatne objekte...". Drugi špiritni lak sadrži, osim pola unce orahovog ulja, jednu funtu mastiksa, te jednu funtu petroleja, koji se tu prvi put spominje (Vokić, 2012: 15). Sastojak recepata u *Rukopisu iz Marciane*, osim smola, ulja, špirita i petroleja je i strazburški balzam (u pisanim izvorima je to *olio d'abezzo*, balzam jele *Abies Alba* koji je "...za delikatne objekte koji neće biti izloženi vodi, te će istaknuti boje i pokazati njihovu ljepotu...". Brzina sušenja, na suncu i u hladu, prednost je špiritnih lakova (Merrifield, 1849/1869, vol II: 634).

Phenix i Townsend citiraju Giovannia Battistu Armeninia (1530. – 1609.) koji krajem 16. st. već u tri od pet recepata ne spominje ulje kao komponentu laka, već smole i balzame u otapalima; npr. strazburški balzam otopljen u petroleju ili u špiritu "...malo rastopljenog bistrog balzama stavi u posudu iznad slabe vatre, dodaj jednaku količinu petroleja, nakon uklanjanja posude sa vatre,...ovaj lak je najtanji i najsjajniji, koji postoji. Vidio sam da se koristi u Lombardiji, a kazano mi je da su ga koristili Coreggio i Parmigianino u svojim radovima, ako je za vjerovati njihovim učenicima.". Armenini spominje i špiritni lak s benzojem, sličan onome u *Marciana* manuskriptu, ali navodi i sandarak i kolofonij (četinjača *Pinus palustris*) u kombinaciji s toplim vinskim alkoholom, koji je pogodan "...i za platno i za drvo..." (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 256).

Theodore Turquete de Mayerne (1543. – 1654. ili 1655.) od 1620. do 1646. godine piše svoje, vrlo slikovite i metodične zabilješke poznate pod nazivom *Pictoria, Sculptoria, et quae subalternarum artium*. Mnoga opažanja, naglašavaju Phenix i Townsend, proizašla su iz razgovora s velikim umjetnicima, kao što su npr. Peter Paul Rubens (1577. – 1640.) i Anthonis Van Dyck (1599. – 1641.), o njihovim tehnikama i materijalima koji koriste te o izvorima tih materijala i njihovim kemijskim svojstvima. I danas znanstvenici još uvijek koriste Mayerneov rad kao izvor informacija za 17. stoljeće, kao što za 15. stoljeće koriste Cenninijev *Il Libro dell 'Arte*. De Mayerne navodi sljedeće smole koje se koriste u lakovima: mastiks, sandarak, jantar, *gum lac*

(šelak), *gum anime*, benzoin i otapala: terpentinsko ulje, lavandino ulje (koje se prvi put spominje u De Mayerenovom rukopisu), u mnogim od njegovih šezdesetak neobičnih recepata. Recepti su kombinacija tradicionalnih *vernice liquida* tipa lakova; mješavina sandaraka i lanenog ulja, u kojima smole idu s hlapljivim otapalima (Caley 1990: 70-73). U zapisu koji je posvećen Rubensu, de Mayerne skreće pažnju na čiste alkoholne lakove, vjerojatno zbog osjetljivosti na čišćenje, zrak i vlagu. Brine se zbog žućenja i tamnjenja ulja i lakova, kako u slojevima boje, tako i u zaštitnom sloju na slici (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 257).

De Mayerne, ključna osoba u tehnološko-tehničkim studijama i zapažanjima svog vremena, navodi: "Stavi sliku na sunce, uzmi bjelanjak jaja, istuci ga u vodi, i namaži preko slike, sa spužvom. To je izvrstan lak, koji se ne kvari i koji se može oprati. Trajat će godinama." (Bomford i Leonard, 2004: 10).

Smole, otapala i ulja, navedeni u de Mayerenovim receptima, bili su glavni sastojci lakova sve do 19. st..

Bomford piše kako su u 17. st. bile zabilježene mnoge obnove slika, a počeli su se pojavljivati i priručnici o restauriranju. Praksa i metode kojima su slike bile čišćene zbog naslaga dima i prljavštine, odnosno zbog promjene boja laka, bile su zapravo vrlo opasne. Naime, slike su bile relativno nedavno naslikane, pa time i osjetljive na jaka sredstva za čišćenje. O mogućim štetnim posljedicama pri čišćenju slika pisali su Francisco Pacheco (1564. – 1644.) i Acislo Antonio Palomino (1653. – 1726.). Pacheco u *El Arte de la Pintura* predlaže korištenje alkalne smjese pepela i vode sa spužvom "...trljati, više ili manje nježno, ovisno o tome koliko svijetli bjelina...oprezno, ne pritiskati, jer to može odnijeti boju...", a Palomino u *El Museo Pictorico y la Escala Optica* sugerira da se ukloni lak ako je *pretežak* i previše sjaji. To je zanimljiva opaska, obzirom na vječne rasprave o sjaju i općenito estetskom izgledu laka na slikama, kao i sklonosti da on bude, danas bi se reklo „svilenkastog sjaja“ (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 483).

Razvojem trgovine u 18. st. dolazi do šire upotrebe kopala (*Protium copal*) kao komponente laka, a tada su publicirani i značajni tehnički-tehnološki priručnici koji se bave pitanjem lakova. Dva koja treba izdvojiti su onaj Fillipa Bonannia (1720. objavljen u Rimu) i onaj Jean Felixa Watina (1772., Pariz). Većina autora priručnika koji se javljaju u Europi nakon Watinove knjige referiraju se na njegov tekst ili ga osporavaju. Ono što Watina razlikuje od prethodnika jest to da on u svojim raspravama klasificira lakove prema otapalima, a ne prema smolama koje su komponente lakova; na lakove s alkoholom i drugim otapalima, na lakove sa (masnim) uljima i lakove s eteričnim (hlapljivim) uljima. Ove posljednje smatra najprikladnijima za lakiranje slika. "Slikama je potreban lak da oživi boju i da ju

sačuva, ne da ju oboji. Da se napravi perfektan lak koji hrani platno i održava boju u dobrom stanju, i da se može ukloniti bez štete po predmet, napravi ga s mastiksom i terpentinom, koje ćeš topiti zajedno u esencijalnom ulju.“(Etienne, 2017: 94-95 prema Watin, 1772: 239).

U 18. st. zabilježena je češća upotreba kopalnog laka. Antonio Palomino Y Velasco (1653. – 1726.) u svojoj knjizi *Pictorial Museum and Optical Scale* (1723.) navodi ovaj recept za kopalni lak: trećina smole se topi s nekoliko kapi terpentina iznad vatre, doda se preostali terpentin, sve se dobro promiješa i procijedi. Treba držati u dobro zatvorenoj staklenoj posudi. Koristi se u hladu, ne na suncu jer se brzo suši.

Do kraja 18. st. trgovci bojama doprinijeli su rasprostranjenosti umjetničkog materijala i pribora, a time i smola.

Razdoblje 18. i početka 19. st. obilježeno je pomodnošću imitiranja „starih majstora“ i upotrebom toniranih tamnih lakova radi stvaranja patine, tzv. *galerijskog tona* (Filippo Baldinucci je godine 1681. definirao riječ *patena*, kao termin koji označava sloj tamne naslage na slikama, uslijed starenja (Brandi, 1949: 183 prema Baldinucci, 1681: 119). No, u ovaj lak dodavani su pigmenti i ulja kako bi dobio „zlatni sjaj“. Slikar Caspar Friedrich David (1744. – 1840.) je namjerno lakirao slike već potamnjelim mastiksom (Vokić, 2012: 17).

Sir Joshua Reynolds (1723. – 1792.), najpoznatiji engleski portretist 18. st., posebno je volio na svojim slikama imitirati površinski izgled slika „starih majstora“, najviše Tiziana (1488. – 1576.) i Rembrandta (1606. – 1669.). Proučavao je rad prethodnika i osmišljavao različite medije, koristio balzame, smole, sušiva ulja, vosak, jaja, i to sve u nekoliko slojeva, pa je na kraju nanosio i lak, kako bi pojačao željeni efekt. Njegov suvremenik Benjamin Robert Haydon (1786. – 1846.) je primijetio da „...je površina slike Sir Joshue izvanredna...“, ali da njegove metode ne treba slijediti, jer su slike naočigled propadale, te ih je sam Reynolds morao obnoviti kako bi kupac bio zadovoljan (Stanley-Price, Talley-Mansfield i Melucco-Vaccaro, 1996: 163).

Uslijed inovacija i industrijalizacije 19. st. donosi velike promjene u pristupu tehnikama slikanja; lakovi i površinski izgled slika razvijaju se zajedno s tim promjenama, a materijali postaju dostupniji umjetnicima.

Priručnici u 19. st., kao i nekadašnji *Rukopisi*, preporučuju da se slika mora dobro osušiti prije lakiranja, barem šest mjeseci, pa i više godina. I dalje je aktualan privremeni lak kojeg treba ukloniti prije nanošenja završnog sloja „pravog“ laka. To su najčešće: lak na bazi bjelanjka (s dodatkom malo šećera ili meda), lak na bazi gumiarabike, te tutkalni lakovi. Izvjesno kratko vrijeme nakon nanašanja moguće je

lak od bjelanjka ukloniti vodom, no ako on na slici stoji dulje vrijeme, zamuti se i posivi te postaje netopljiv. Zato ga se ponekad može naći ispod smolnog laka tijekom restauriranja slika iz 19. st. (Carlyle, 1990:76-80).

Na mnogim slikama Vincenta van Gogha jasno se vidi sivkasti sloj kojeg se može razlučiti od površinskih mrlja ili laka. Taj sloj je identificiran kao bjelanjak. Van Gogh je često koristio ovaj lak kao privremeni lak, no na nekim slikama je ostao trajno; moguće je da je s bjelanjkom želio postići mat efekt (Peres, 1990: 131-133).

Predstavljena su i dva nova materijala, bijeljeni šelak i damar. Phenix i Townsend pišu kako su bijeljeni šelak, neovisno jedan o drugome, 1827. godine otkrili George Field i Henry Luning. Obojica su nagrađeni, svaki s 20 funti, za svoje otkriće od londonskog Društva umjetnika, no nešto kvalitetnijim je smatran Fieldov lak. Damar je 1828. godine prvi opisao njemački apotekar Friedrich Gottfried Herman Lucanus koji ga je smatrao kvalitetnijim lakom od mastiksa, u odnosu na žućenje i optička svojstva. Zabilježene su diskusije o damaru u Njemačkoj, no on je, otopljen u alkoholu ili terpentinskom ulju, već do polovice 19. st. i drugdje u kontinentalnom dijelu Europe smatran najboljim lakom za slike (kao i mastiks). Preporučivali su ga za slike manjeg formata, zbog visoke cijene (paradoksalno je da je damar smola danas jedna od najjeftinijih smola koja se koristi u lakovima, za razliku od mastiksa koji je izrazito skup; opaska T.U.). Nešto kasnije, krajem 19. st. postao je popularan u Engleskoj i Sjedinjenim Američkim Državama, a mnogi umjetnici i restauratori ga i danas koriste, pogotovo u Europi. Početkom 19. st. akademski krugovi u Francuskoj strogo su vodili i nadgledali slikarsku praksu, te je očekivano da sve slike budu pokrivena lakom relativno visokog sjaja i zasićenja. No, bilo je slikara koji su se suprotstavljali takvim stavovima te su stilom i tehnikom reagirali izvan konvencija, a najistaknutiji među njima bio je Eugene Delacroix (1798. – 1863.). Lakove je koristio i u bojama i za završni sloj na slici. Iako je bio svjestan da lak štiti sliku i ističe boje, brinule su ga negativne posljedice laka, krakelire u sloju boje i problemi koji će doći s čišćenjem njegovih slika. Da bi tome doskočio, pokušavao je voskom, želatinom pa i sokom od bijelog luka smanjiti zasićenost boje. Krajem 19. st. slikarska tehnika impresionista, koji nisu bili dio akademske zajednice, snažno se odmakla od akademskog nadzora, a oni su bili skloniji mat izgledu svojih slika. Iz tog razloga je napravljeno mnogo štete kasnijim restauratorskim intervencijama i lakiranjima jer je potpuno izmijenjen izvorni izgled površine slika (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 261-263).

Od impresionista pa sve do danas, završni lak više nije nužno sastavni dio slike.

1.2 Suvremena upotreba damar i mastiks laka (von der Goltz u Hill Stoner i Rushfield, 2012: 639 - 640)

Damar lak je prvi lak koji je razvijen ciljano za restauratorske radove na slikama. Korišten je u Münchenskoj Staroj Pinakoteci, od otvaranja muzeja 1836. godine, a održao se sve do danas, pogotovo u Srednjoj Europi te nešto manje u zemljama engleskog govornog područja. I danas se najviše koristi za završni lak u restauriranju na onim geografskim područjima gdje ga se počelo prvo upotrebljavati. Iako je to prirodni materijal s varijabilnim sastavom i nečistim primjesama, njegovo "ponašanje" je predvidljivo, obzirom na dugo iskustvo njegova korištenja. Triterpenske smole, kao što su damar i mastiks, dobro apsorbiraju UV- zračenje, "...što ih čini superiornim zaštitnicima fotosenzitivnih slojeva ispod njih (Theodorakopoulos, Zafirooulos i Boon, 2005, 2009)" tako da dobro štite slojeve na slici ispod laka. Danas se uz dodatak stabilizatora, kao što je npr. Tinuvin 292 (pogledati u poglavlje **4.1 Stabilizatori**) mogu poboljšati svojstva prirodnih smolnih lakova u odnosu na žućenje odnosno tamnjenje laka. I dalje su zadržane kvalitete koje te smole imaju: mala molekularna težina smola (pogledati u poglavlje **2.2.4 Molekularna masa**), visoki indeks refrakcije (pogledati u poglavlje **2.2.7 Sposobnost laka da intenzivira boju**) i estetski učinak. Isto tako, nije svejedno koje će se otapalo koristiti za prirodne smolne lakove, jer i to utječe na produljenje stabilnosti kao svojstva laka (prema preporuci Renée de la Riea, terpentini treba zamijeniti s mineralnim špiritima; pogledati u poglavlje **3.1.2 Teški benzini**). Zbog relativno visoke temperature staklastog prijelaza (pogledati u poglavlje **2.2.7 Temperatura staklastog prijelaza – T_g**) damar lak ne postaje ljepljiv. Mastiks se više koristi u Sjedinjenim Američkim Državama (uz dodatak Tinuvina 292), nego u Europi.

1.3 Sintetsko-smolni lakovi

Nedostaci prirodnih smolnih lakova naveli su znanstvenike i restauratore da istraže mogućnosti sintetskih smola koje su se tridesetih godina 20. st. koristile u industrijske svrhe. Nakana je bila da sintetski lak, nanesen na slikani sloj, stvori optičku iluziju prirodnog laka, ali da bude stabilniji u odnosu na uvjete u kojima je slika pohranjena te da se kroz dogleđno vrijeme lako može ukloniti nepolarnim ili blago polarnim otapalima. No, sve smole do devedesetih godina 20. st. pokazivale su određene nedostatke, a od tada su se počele koristiti ugljikovodične smole za lakove na slikama, koje se danas, uz aldehidne, smatraju najstabilnijima.

Prvi sintetski lak je bio baziran na polivinil acetatu, a na tržište je izašao 1928. g. u Sjedinjenim Američkim Državama. Na međunarodnoj konferenciji Vijeća muzeja u Rimu (ICOM) 1930. restaurator George Leslie Stout (1897. – 1978.) je opisao svojstva

otopine polivinil acetata, a 1937. sugerira korištenje lakova na bazi PVAc smola, i naziva ga „vjerojatnim lakom budućnosti“. Na istoj toj konferenciji zaključeno je da ne postoji idealan lak, a restauratorima je bilo preporučeno da se na sloj damar ili mastiks laka nanese tanki sloj voska, koji usporava žućenje i starenje laka i štiti sliku od vlage i atmosferskog zagađenja. Danas PVAc smole poznajemo u Europi pod nazivom Mowilith 20, Mowilith 30, Mowilith 40, Mowilith 50 i Mowilith 60, a u Americi AYAB (to je Mowilith 20); AYAA (=Mowilith 30); AYAF(= Mowilith 50) AYAT (=Mowilith 60). Nisu prikladne za završno lakiranje, prije svega jer im je Tg bliska sobnoj temperaturi te tako ostaju ljepljivi i privlače prašinu. Nedostatak im je i što su potrebna jaka polarna otapala da se te smole otope, kao i da se kasnije ti lakovi uklone pa čak i kada su svježije naneseni. Ali, mogu se koristiti kao međulak ili kao vezivo za retuš, no tada ih je potrebno prekriti nekim drugim lakom. Proizvodnja akrilnih smola je počela tridesetih godina 20. st., kada općenito kreće šira upotreba sintetskih smola. I akrilne smole zahtijevaju jaka polarna otapala, kao što su toluen i ksilen koji su bili najčešća otapala za njih.

Proctor i Whatten navode prema Phenixu (1993) da su najpoznatije akrilne smole bile one proizvođača Du Pont (Lucite ili Elvacite smole) i od Rohm & Haas-a (Acryloid ili Paraloid smole). Ustanovljeno je da postaju netopljive ako su izložene dulje vremena svjetlu (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 640).

Ketonske smole, koje se nazivaju policikloheksanonske ili metilcikloheksanonske, su se počele koristiti pedesetih godina 20. st.. Bile su dostupne pod različitim imenima (različiti proizvođači); MS2, AW2 i Laropal K80. Bile su povučene s tržišta iako su imale bolja optička svojstva od svih do tada osmišljenih sintetskih smola. Međutim, nisu bile stabilne; vremenom su gubile elasticitet, pucale su i postajale netopljive. Danas postoje modificirane ketonske smole vrlo dobrih odlika, MS2A i MS2B (Nicolaus, 1999: 318).

Paraloid B-72, kasnije vrlo popularna akrilna smola s poboljšanim svojstvima, pod imenom Acryloid B-72 izašla je na tržište 1963. godine. Paraloid B-72 se i danas, kao i tada, smatra jednom od najstabilnijih smola u konzervatorsko-restauratorskoj struci. Testovi fotokemijskog starenja pokazuju da B-72 neće pokazivati žućenje ili promjene topivosti gotovo 200 godina pod standardnim muzejskim uvjetima (Feller 1975). Topi se u toluenu, ksilenu, acetonu, etanolu, ShellSolu A. Tada je bila kao završni lak preporučena i smola Paraloid B-67 (topljiva u *white spiritu*), no starenjem postaje teže topljiva i danas se koristi u restauriranju kao vezivo za retuš. Akrilni lakovi ne daju slikama „starih majstora“ dubinu i sjaj kao tradicionalne smole.

Prema kraju 20. st. restauratori su se razilazili u mišljenju koje lakove koristiti za lakiranje slika. Oni koji su bili nezadovoljni svojstvima sintetskih smola, vratili su se prirodnim smolnim lakovima. Restaurator John Brealy (1925. – 2002.) je 1980.-ih godina zamolio René de la Riea, kemičara i konzervatora, koji je tada radio u Metropolitan muzeju u New Yorku, da istraži problematiku vezanu za smole. Uz pomoć restauratora i znanstvenika Christophera McGlincheya počeo je istraživati komercijalno dostupne niske molekularne (low molecular weight LMW) smole, stabilne i topljive u ugljikovodičnim otapalima. Rezultati istraživanja su publicirani 1990. godine u tekstu *New Synthetic Resins for Picture Varnishes* koji je uz tekst Marka Leonarda *Some Observation on the Use and Appearance of Two New Synthetic Resins for Picture Varnishes* izašao u IIC (International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works), tisku Brusselskog kongresa, održanom u rujnu te godine. Preporučili su korištenje novih smola, ugljikovodične smole Arkon P 90 i Regalrez 1094, te aldehidne smole Laropal A 81 i Laropal A 101 koje su već prije bile dostupne na tržištu za industrijske svrhe. Od tada mnogi konzervatori-restauratori diljem svijeta koriste lakove na bazi tih smola. Ugljikovodične smole se tope u alifatskim, dok se aldehidne tope u aromatskim otapalima. Dodatkom UV - stabilizatora Tinuvina 292 i plastifikatora još im se poboljšavaju svojstva.

Smole Laropal A 81 i Regalrez 1094 danas se smatraju najprikladnijim i najkvalitetnijim smolama u sastavu lakova za slike (kao i za polikromiranu drvenu skulpturu).

1.4 Korištenje lakova u druge svrhe

Lak je često bio pomiješan sa samom bojom ili je postavljan kao izolacioni sloj.

Jean Baptiste Oudry (1666. – 1755.) je 1752. g. je preporučio postavljanje tankog sloja laka na početni crtež, kako bi prije samog slikanja podloga bila zasićena. Preporučio je i tanki sloj prije postavljanja svijetlih ploha na slici. Michael Swicklik (1993) smatra da je Oudryjeva preporuka odgovor na kritike tehnika lakiranja francuskih akademskih krugova, te da postavljanje slojeva laka između slojeva boje nije bila uobičajena praksa. Van Gogh je koristio bjelanjak ("Van Gogh's Glair/Egg White Varnish") i kao izolacioni sloj među slojevima boje, što je bila praksa Haške škole 19. st.. Francuski akademici su u tekstovima 19. st. preporučivali direktno miješanje laka u boju. To nije bilo povezano s razmišljanjem o zaštiti slikanog sloja, nego zbog estetsko-likovnog optičkog dojma (Kirsh i Levenson, 2000: 216-217).

Umjetnici 20. st., npr. Kazimir Maljevič (1878. – 1935.), Juan Gris (1877. – 1927.) i Julije Knifer (1924. – 2004.), svjesno su nanosili lakove mjestimice na sliku, da bi takosjajem dobili kontraste na površini. Postavljanjem laka između slojeva slike ili

miješanjem laka u boju ne smatra se da je slika lakirana, sve dok baš na samu površinu slike nije nanesen sloj laka.

1.5 Kada se ne koriste lakovi?

Helmut Ruhemann (1891. – 1973.) u knjizi "The Cleaning of Paintings" (1968: 269) navodi da ima slika koje se uopće ne smiju lakirati, a ako ih se lakira, da lak ne smije biti sjajan. Ne smiju se lakirati stare tempere, slike koje su prevučene tutkalom"... a osobito mnoga djela moderne umjetnosti koja nisu predviđena da budu sjajna i koja su umjetnici kao Gauguin, Bonnard i Vuillard napravili da budu mat, slično kao gobleni. Lak koji im izvlači puni intenzitet gazi tu namjeru i čini da djeluju vulgarnije.”.

Neki impresionisti su bili izričito protiv lakiranja slika, pišu Phenix i Townsend, npr. Camille Pissaro (1830. – 1903.), koji je na poleđinama svojih slika ostavljao napomenu da se slike ne smiju lakirati. Claude Monet (1840. – 1926.) je u ranijim radovima koristio lakove. Kasnije, na svojim poznatijim slikama koje su ga i proslavile, više nije; bio je izričito protiv te prakse. Auguste Renoir (1841. – 1919.) nije bio protivnik lakiranja. Iako se brinuo što će lak tamniti, smatrao je da je glavni razlog tome uljeni medij koji se nalazi u boji. Paul Gauguin (1848. – 1903.) nije lakirao slike, ali ih je štiti nanošenjem voštane paste (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 263).

Pablo Picasso (1881. – 1973.) i Georges Braque (1882. – 1963.) su bili veliki protivnici lakiranja (njihovih) slika.

Michael Duffy (2003) restaurator iz MoMA-e (The Moderna Art Museum, New, York) navodi kako je Picassov kolekcionar Jacques Doucet poslao 1924. godine sliku *les Demoiselles d'Avignon* na restauriranje: "Slike koje su lakirane također se čiste, ili točnije, lak se uklanja jer diskolorira i mijenja izvorni izgled boje. Konačno, neke slike ne bi trebale biti lakirane uopće, jer lak kompromitira njihovu estetiku.”.

Lakiranje akvarela i gvaševa su često inicirali kolekcionari i trgovci, kako bi im se digla cijena, jer su tada "zasitili" boju; izgledom su slike bile "bliže" uljenima.

I sami umjetnici su to radili, kao npr. Thomas Gainsborough (1727. – 1788.). Slike koje se ne bi smjelo lakirati su radovi Huga van der Goesa, Gerarda Davida i Mantegne, slikane na vrlo finom tkanju, tutkalnom bojom na vrlo tankim preparacijama (Vokić, 2012.: 23).

Njemački ekspresionisti su izbjegavali lak na površinama svojih slika. Bruce Heimberg je 1984. naveo kako je Max Beckmann (1884. – 1950.) "...nedvosmisleno odbijao bilo kakav završni lak na svojim slikama i bilo kakav sjaj na površini, suptilnost

Beckmannovih boja je u varijacijama sjaja površine, taj kontrast dovodi do novih učinaka koloracije i osjećaja dubine. Nažalost, neke Beckmannove slike su lakirane te je učinjena nepovratna šteta.” (Kirsh i Levenson, 2000: 236).

Ernest Ludwig Kirchner (1880. – 1938.) i Erich Heckel (1883. – 1970.) unosili su pčelinji vosak i tutkalo u uljene boje, kako bi održali mat izgled slika (Katz, 1990:158).

O strašnim posljedicama lakiranja (i dubliranja) po slike koje nikada nisu bile lakirane pisao je John Richardson (1983) u eseju *Crimes against the Cubist*, ustvrdivši kako je površina tih slika potpuno uništena. Tekst je izašao povodom velike retrospektivne izložbe Picassa, 1980. godine: “...oni (kubisti, op. T. U.) su željeli stvoriti površinu slike jednaku stvarnosti, a ne da bude reprezentativna. Zato što je površina kubističke slike subjekt – iz tih razloga treba poštovati svaki detalj te površine.“. Osvrnuo se u tom tekstu i na posjet Braqueu tridesetak godina ranije, kada mu je umjetnik ironično rekao: „ Restauratori su divni, preobrazili su moju gitaru u tamburu.”.

Jedna od glavnih zadaća restauratora jest poštovati izvornost umjetnine i namjere autora. No, ako su boje izgubile na intenzitetu (npr. zbog loših uvjeta u kojima se slika nalazila; prejake rasvjete, izlaganja dnevnom svjetlu i dr.), a slika nije bila lakirana, moguće ju je premazati vrlo tankim slojem laka koji nije presjajan, ili nanijeti tanki sloj voštane paste.

1.6 Poželjne osobine i izbor idealnog laka

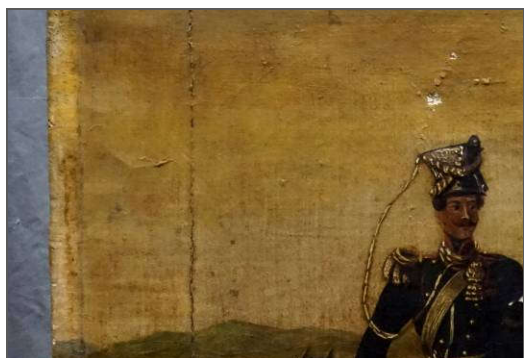
- ✓ Lak mora biti bezbojan, proziran i elastičan što duže vrijeme
- ✓ Mora štiti boju od mehaničkih udaraca i vanjskih utjecaja (vlaga, plinovi, UV radijacija, visoka temperatura)
- ✓ Mora se lako nanositi kistom ili sprejem, tj. biti prikladno viskozno
- ✓ Mora jednolično močiti površinu da dovoljno uđe u površinu boje i ostane čvrsto i trajno vezan za sliku
- ✓ Mora se brzo sušiti, da ne bude ljepljiv kako ne bi privlačio prašinu na sebe
- ✓ Suhi film laka mora uvijek biti reverzibilan, tako da se slikani sloj ne dovodi u opasnost; trebao bi ostati trajno topljiv u blagim, nepolarnim otapalima
- ✓ Mora dobro zasiti boju
- ✓ Komercijalne lak otopine moraju biti od pouzdanih proizvođača; sastav mora biti naznačen na etiketi i uvijek biti ujednačeno visoke kvalitete
- ✓ Slikari, pa i restauratori biraju lak najčešće prema optičkim i estetskim svojstvima, zanemarujući fizikalna svojstva lakova
- ✓ Izbor češće pada na sjajne lakove, jer oni bolje zasićuju boju, no zbog toga daju jaki refleks površine slike
- ✓ Mat lakovi ne bacaju refleks, ali slikani sloj pod njima djeluje zamućeno
- ✓ Izgled laka ovisi o mnogim čimbenicima, kao što su koncentracija smole (razrjeđivanje), vrsti otapala i aditivima

- ✓ Bitan je način primjene (nanosi li se kistom ili prskanjem) i nanosi li se u više slojeva, ali i je li površina slike (boje) porozna (propusna)
- ✓ Ako je površina porozna, prvi sloj se nanosi prskanjem, da bi lak manje prodirao u boju
- ✓ Slojevi se mogu graditi kroz više nanošenja s vrlo razrijeđenim otopinama; kistom se bolje zasićuju boje, ako je to željeni učinak; prvi sloj se može nanijeti kistom, a zadnji sprejem
- ✓ Može se dorađivati kistom, ako ima mjesta visokog zasićenja lakom
- ✓ Ako je za gornji sloj potrebno polarnije otapalo, može doći do otapanja donjeg sloja laka
- ✓ Treba voditi računa da gornji sloj ne pruža značajnu zaštitu donjem sloju laka
- ✓ Tinuvin 292 se treba dodati u oba sloja laka, jer gornji sloj ne pruža naročitu zaštitu donjem sloju
- ✓ Slabiji sjaj može se postići lakše polimernom smolom, poput Paraloida B-72
- ✓ Mat učinak može se postići niskim koncentracijama molekularnih smola male težine i brzo hlapljivih otapala i prskanjem, a ne kistom
- ✓ Voskovi mogu pomoći u postizanju mat izgleda, ali nisu uvijek učinkoviti
- ✓ Svi lakovi sa smolama niske molekularne težine mogu imati visoki sjaj, slabi sjaj, pa i mat izgled
- ✓ Novi lak trebao bi izgledom biti identičan izgledu autentičnog laka uz zadovoljenje uvjeta reverzibilnosti i stabilnosti, te uz uvažavanje promjena koje su se dogodile u sloju boje (Vokić, 2012: 22)
- ✓ Phenix i Townsend smatraju da restaurator treba odgovorno donijeti odluku o odabiru laka kojom će ispuniti što više ciljeva u očuvanju, te o estetsko-likovnom izgledu same površine slike. Sva svojstva komponenata laka (smola, otapala i aditivi) trebala bi biti poznata (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 635).

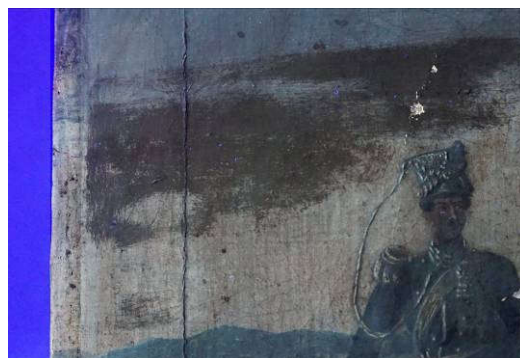
1.7 Ispitivanje/istraživanje laka

Istraživanja počinju promatranjem pod dnevnom rasvjetom, pod kosim svjetlom, te uz dodatno osvjetljenje iz različitih kuteva gledanja. Požutjeli lak mijenja izgled boja na slici. Promjene u laku su najuočljivije na svijetlo oslikanim mjestima, npr. svijetlom nebu ili inkarnatu. Monet je opisao kako su on i njegovi prijatelji otkrivali potamnjele lakove na slikama: „Kao mladi slikari išli smo u Louvre i postavljali manšete u blizini Rembrandtovih slika; nekad bijela boja, kao i naše manšete, užasno je požutjela...” Puno toga se može o laku uvidjeti kada se slika izvadi iz okvira. Najbolje vizualne informacije moguće je sagledati na rubnim dijelovima slike, onima koje često zakloni ukrasni okvir. Taj sakriveni dio nije pod udarom svjetla, pa manje ili gotovo uopće ne tamni. Osim toga, nekada je radi nemara „restauratora“, ili zbog potrebe da se slika „uredi“ na brzinu, ona čišćena istovremeno s ukrasnim okvirom, pa je novi lak nanesen unutar površine vidljivog dijela slike. Tada je moguće vidjeti da je slika više

puta lakirana; jedan je lak do ruba podokvira, a jedan unutar rubova ukrasnog okvira slike. Na poledini slika na platnu je moguće očitati tretmane kojima je slika bila podvrgnuta tijekom svog postojanja. Uzorak krakelire s lica slike ukazuje se na poledini platna kao – na izgled – mokar lak; to je, ili stari lak koji je rastopljen tijekom čišćenja prošao kroz pore platna na drugu stranu slike, ili je novo nanesen lak koji je prošao kroz pukotine starog laka. Pobuđena ultraljubičasta fluorescencija (UVF) sloja laka ukazuje na različite tipove laka. Što je prirodni lak stariji, fluorescencija je jača. Ovisno o sastavu, lakovi različito fluoresciraju; ostarjeli šelak narančasto, damar žuto-zeleno, damar pomiješan s uljem zeleno-plavičasto. Noviji lakovi gotovo i ne fluoresciraju, a pod UV svjetlom vidimo kada slika i nije lakirana: tada nema nikakve fluorescencije. Stariji i novi retuši na sloju laka pokazuju se kao ljubičasto tamne mrlje, dok su retuši i preslici ispod laka na izgled ljubičasto mutni. Ispitivanjima pod UV svjetlom može se uvidjeti kada je slika mjestimice čišćena; svjetlije oslikani dijelovi slike su čišćeni, a kod tamnijih je lak istanjen, ili ostavljen. Je li lak iz vremena nastanka slike, moguće je saznati iz kemijskih i fizikalnih istraživanja uzoraka. Analize pokazuju prisutnost određenih tvari: proteina, smola, ulja. Probe topljivosti upućuju na starost laka; što je lak stariji, teže je topljiv. Mikropresjeci daju informacije o broju slojeva laka na slici (Kirsh i Levenson, 2000: 220).



Slika 1 *Scena iz života konjičke garde*, nepoznatog autora, 19. st., ulje na platnu, priv. vl., detalj slike, jedan lak do ruba podokvira, a drugi je unutar rubova ukrasnog okvira slike; snimila Iva Valenta (2018.)



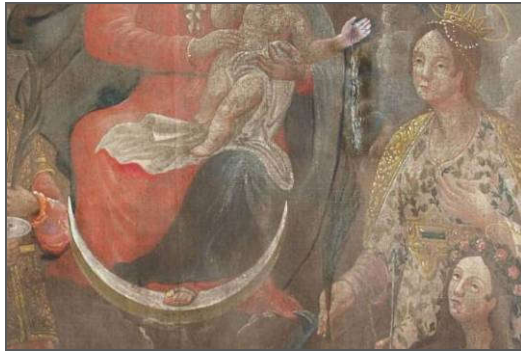
Slika 2 *Scena iz života konjičke garde*, isti detalj pod UVF rasvjetom, vidljiv i preslik; snimila Iva Valenta (2018.)
Diplomski rad Iva Valenta (2018.)



Slika 3 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, J. G. F. Lieder, 1811. g., ulje na platnu, MLU Osijek, fluorescencija laka pod pokretnom UV rasvjetom; snimila Tamara Ukrainčik (2009.)



Slika 4 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, UV snimak, istražni radovi na slici, detalj slike, vidljivi stari preslici i retuši na sloju laka i ispod laka; snimila Tamara Ukrainčik (2009.)



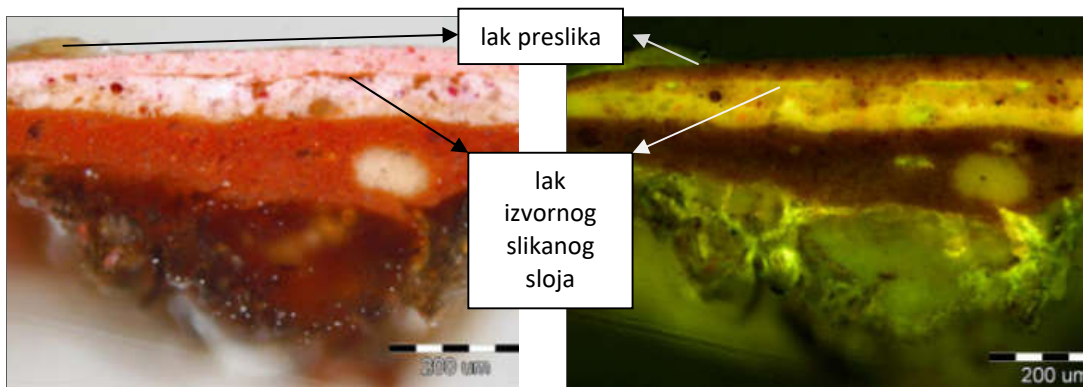
Slika 5 Sv. Lucija, A. Olivo, 1840. g., ulje na platnu, Biskupija Krk, detalj prije radova; snimila Lucija Štefančić (2011.)

Diplomski rad Lucija Štefančić (2012.)



Slika 6 Sv. Lucija, A. Olivo, 1840. g., UV – snimak detalja prije radova, preslici (vidljivi kao tamni ponovljeni detalji izvornog slikanog sloja); snimio Mario Braun (2011.)

Diplomski rad Lucija Štefančić (2012.)



Slika 7 Fotografija mikropresjeka uzorka DDF2 pod standardnom rasvjetom, mikrouzorak slike *Navještenje*, nepoznatog autora, 18. st., tempera na platnu, Franjevački samostan Virovitica, diplomski rad Dijane Fadljević; snimila Mirjana Jelinčić (2016.)

Slika 8 Fotografija mikropresjeka uzorka DDF2 pod UV rasvjetom, mikrouzorak slike *Navještenje*, diplomski rad Dijane Fadljević; snimila Mirjana Jelinčić (2016.)

1.8 Staklo kao alternativa lakiranju

S obzirom na mogućnost izrade velikih staklenih ploča u 19. st., neki umjetnici su radije koristili staklo umjesto laka u svrhu zaštite slike, usprkos svjetlosnom refleksu. Pokrivena sa staklom slika ne žuti. Slika Georga Seruata (1859. – 1891.) *Nedjeljno poslijepodne na otoku La Grande Jatte, iz 1884.* oduvijek je bila pod staklom, po njegovoj želji. Takav način zaštite slike naziva se i "engleski stil" koji je u Francusku uveo Camille Pissaro (1830. – 1903.), velik protivnik lakiranja slika. Paul Gauguin (1848. – 1903.) je također odbacio smolne lakove i ostavio je pisane upute da se njegove slike zaštite staklom, a ne da se lakiraju, kao u slučaju slike *Tri Tahičanke*, iz 1896. godine: „Nepoznatom kolekcionaru, pozdravljam Te. Ispričavam se zbog ove male barbarske slike, koja je, nesumnjivo rezultat stanja mojeg duha. Preporučujem okvir sa staklom, da ostane svježa iako stari.". Henry Ossawa Tanner (1859. – 1937.)

je naročito želio dobiti bogati i svijetli efekt na površinama slika iz svog kasnijeg razdoblja, pa je eksperimentirao sa slojevima različitih veziva i kompleksnim mješavinama ulja, ljepljiva i laka. Kada mu je kolekcionar zabrinuto pisao o mogućim utjecajima onečišćenja na njegove slike, Tanner mu je preporučio da ih zaštiti staklom. Koliko je staklo u Engleskoj i dalje popularno u svrhu zaštite, vidi se iz toga da ga koriste Francis Bacon (1909. – 1992.) i Lucian Freud (1922. – 2011.), najslavniji engleski slikari 20. st., za svoje slike velikih formata (Kirsh i Levenson, 2000: 238).

2 OSNOVNA PODJELA LAKOVA PREMA SASTAVU I NJIHOVA SVOJSTVA

2.1 Podjela prema sastavu

S obzirom na koncentraciju smole u otopini, smolni lakovi mogu biti završni lakovi i retuš lakovi. U retuš lakovima, udio smole je manji nego u završnim lakovima.

Idealan lak za slike, piše Nicolaus (1999: 313), trebao bi ostati proziran i bezbojan kroz dulje vrijeme, treba zadržati elasticitet i štititi sloj boje, a kada ostari trebao bi biti lako uklonjiv "blagim" nepolarnim otapalima. Lakovi se, u osnovi, razlikuju po sastavu:

2.1.1 Uljeni lakovi

Po sastavu su samo sušiva ulja ili se u njih dodaje sikativ. To je npr. laneno ili orahovo ulje, netretirano ili ugušćeno na suncu; dugo suše, jako tamne, vremenom postaju netopljivi. Više nisu u upotrebi; uklanjanje tog završnog sloja smatra se jednim od najdelikatnijih postupaka u konzervatorsko-restauratorskoj struci.

2.1.2 Uljeno-smolni lakovi (sušiva ulja sa smolama)

Smole se dodaju kao sikativ; npr. sandarak, ambra, mastiks u grijanim uljima; po karakteristikama sličje uljenim lakovima, brzo tamne i postaju netopljivi, teško ih se uklanja, kao i uljene lakove.

2.1.3 Albumen lakovi ili lakovi od bjelanjka (s gumom, medom /ili šećerom)

Otopljeni u vodi, u prošlosti su često korišteni u restauratorske svrhe, kao jeftina zamjena za skupi mastiks lak; no oni lako pucaju, stvaraju se krakelire, a postaju netopljivi kada se izlažu svjetlu.

2.1.4 Prirodni smolni lakovi (smole s otapalima)

Od velikog broja prirodnih smola koje su se koristile od renesanse do početka 20. st., u upotrebi su još mastiks i damar u pročišćenom terpentinskom ulju, naftnim destilatima ili alkoholu. Prema izgledu, u odnosu na starenje najslabiji su uljenim i uljeno-smolnim, no manje žute i lakše su topljivi; osjetljivi su na vlagu.

2.1.5 Alkoholni lakovi (prirodne smole topljive u alkoholu)

Prirodne smole u etanolu, npr. šelak, ali i damar i mastiks; brzo se suše zbog brzog hlapljenja alkohola; koriste se često kao izolacioni sloj osnova ili kitova te kao međusloj u slikanju.

2.1.6 Voštani i voštano-smolni lakovi (vosak u destilatima petroleja ili smolnim lakovima)

Bijeljeni vosak se topi u terpentinskom ulju ili *white spiritu*. Kada se ohladi, nastane mekana pasta koja se može mazati na sliku, kistom ili krpicom. Vosak se može dodati i u smolni lak. Vosak prigušuje lom svjetlosti, pa površina slike ima mat izgled.

2.1.7 Sintetski smolni lakovi (sintetske smole otopljene u naftnim destilatima ili polarnim otapalima) se dijele na:

- ✓ polivinil acetatne smole (Mowilith 20= AYAB; Mowilith 30=AYAA, Mowilith 50=AYAF; Mowilith 60=AYAT; završna slova ukazuju na povećanje viskoziteta, fleksibilnosti, Tg-a, molekularne težine)
- ✓ akrilno-smolni lakovi; Lucite 44, Paraloid B 67, Paraloid B 72
- ✓ ketonske smole; Laropal K-80, MS-2, MS-2A, MS-2B
- ✓ ugljikovodične smole; Arkon P 90, Regalrez 1094
- ✓ aldehidne smole; Laropal A 81, Laropal A 101

2.1.8 Podjela s obzirom na postotak koncentracije smole u otopini

Smolni lakovi su završni lakovi i retuš lakovi. U retuš lakovima, udio smole je manji nego u završnim lakovima; koriste se u svrhu ujednačavanja sjaja djelomično osušene površine, ili osiguravanja privremene zaštite boje koja djeluje suha.

2.2 Fizikalna svojstva smola i lakova

2.2.1 Topljivost smole u određenom otapalu

Topljivost je svojstvo smole da se smola u otapalu lako otapa i daje bistru otopinu. Netopljivost je svojstvo smole da se smola u otapalu ne otapa ili se otapa u malim količinama. **Topljiv** - znači da se smola lako otapa u otapalu i da će nastati bistra otopina; **djelomično topljiv** - smola se sporo otapa u otapalu i stvara mutne otopine; **netopljiv** - znači da se smola neće uopće otopiti, ili će se slabo otopiti u otapalu. Topljivost se još definira i postotkom topljivosti: topljiv - kada će se preko 90 % smole

otopiti u otapalu; djelomično topljiv - otopit će se samo 41-90 % i netopljiv - kada će se samo 40 % ili manje otopiti (Vokić, 2012: 49 prema Kushel, 1988: 1).

Nijedna od smola koje se danas koriste za lakiranje slika ne zahtijeva otapalo jače od toluena. Ketonske smole, butil metakrilati, hidrirane ugljikovodične, aldehidne te djelomično i damar – mogu se otopiti u otapalima najnižeg polariteta, tj. teškim benzinima niskog aromatskog sadržaja. Mastiks treba minimalno terpentinsko ulje (terpentin) ili najmanje 30 % aromatični teški benzin.

Metakril/akril kopolimeri kao Paraloid B-72, zahtijevaju kao minimum udjela ksilena, toluena ili dietilbenzena. Polivinilacetati (AYAC i Mowilith, do 60) također zahtijevaju jača otapala (gotovo redovito se koristi toluen). Polivinilacetati i Paraloid B-72 mogu također biti otopljeni u nekim alkoholima. Različitosti u topljivosti mogu se iskoristiti kao velika prednost, u slučaju kada se nanose različiti lakovi u više slojeva na slici (Vokić, 2012: 49).

2.2.2 Stabilnost

Ovo svojstvo se odnosi na stabilnost boje, tj. sposobnost smolnog filma da ostane bistar i bezbojan. Zatim se odnosi na stabilnost topljivosti, tj. sposobnost smole da zadrži svoje originalne karakteristike topljivosti, kako bi se koristila što slabija otapala pri uklanjanju starog laka, te na strukturalnu stabilnost, tj. sposobnost smole da zadrži svoju fizikalnu strukturu i snagu, odnosno da ne postaje slabija i da ne pokazuje promjene u odnosu na sjaj ili pak na matiranost. Kemijski procesi koji utječu na smolni film su oksidacija i pucanje molekularnih lanaca (što znači slabljenje filma) i povezivanje molekularnih lanaca (što znači, njegovu sve težu topljivost (Vokić, 2012: 55 prema Kushel, 1988: 8).

Materijali se po stabilnosti boje, reverzibilnosti i strukturalnoj stabilnosti klasificiraju po Robertu Felleru (1975) u klase: A klasa - materijali koji zadržavaju sve svoje osobine duže od 100 godina (Paraloid B-72 i PVAC); B klasa - materijali koji zadržavaju sve svoje osobine 20 - 100 godina (butilmetakrilati, damar i ketonske smole); C klasa - materijali kod kojih se zapaze promjene za manje od 20 godina (damar otopljen u terpentinu, mastiks, šelak), topljivi najloni: Calaton CA i CB (I.C.I. Ltd), Zytel (Du Pont) i Ultramid (BASF); T klasa - spadaju materijali koji pokazuju promjene za manje od 6 mjeseci, npr. polivinil klorid (Vokić, 2012: 55 prema Sease, 1981:3).

a) Stabilnost boje

Od prirodnih lakova koji se danas preporučuju za lakiranje slika mastiks i damar s vremenom najjače žute, pogotovo ako se kao otapalo koristi nerektificirano staro terpentinsko ulje (terpentin). Sintetični lakovi (MS-2; MS-2A; AW-2; Ketonharz N; Laropal K 80) mnogo manje žute. I butil metakrilati bez odgovarajućeg inhibitora žute, ali Paraloid B-72 i PVAc smole ne žute (Vokić, 2012: 56 prema Kushel, 1988: 8).

b) Stabilnost povratnosti (topljivosti)

Ostarijeli lak bi trebao zadržati sposobnost otapanja u blagim otapalima koja neće oštetiti sloj boje kod uklanjanja laka prilikom restauriranja, pri čemu su naročito lazure osjetljive na otapala. Kod slikanja lazura često je dio ulja zamijenjen damarom ili mastiks lakom, a – budući da laneno ulje žuti– time se postiže i veća prozirnost i dubina lazura. Umjesto dijela lanenog ulja u medij se često dodavalo makovo ulje koje manje žuti, ali daje manje čvrst i manje otporan film. Lazure su često vrlo osjetljive na otapala koja se koriste za uklanjanje laka, pa bi bilo dobro koristiti samo blaža otapala koja ne oštećuju boju. Povratnost (reverzibilnost, topljivost) laka prvi je uvjet kojega smola mora ispunjavati da bi se uopće mogla koristiti u lakiranju (Vokić, 2012: 56).

Po Felleru (Vokić, 2012: 56 prema Feller i Curran, 1975: 17-269) damar i mastiks starenjem oksidiraju i potrebna su jača otapala da ih se ukloni. Kada steknu svoju maksimalnu netopljivost za cca 25 godina u stabilnim uvjetima, daljnjim starenjem im se ne mijenja topljivost, no to ne znači da ne mogu još više požutjeti. MS-2A, AW-2 i Ketonharz N dostižu tu točku sporije (75 do 100 godina), ali će im se povezivanje molekularnih lanaca nastaviti i oni će biti sve teže topljivi, tj. bit će potrebna sve jača otapala za njihovo uklanjanje. Topljivost butil metakrilata ostaje nepromijenjena vrlo dugo razdoblje (75 do 100 godina), ali se onda počnu događati relativno brze i vrlo nagle promjene, da bi tada zahtijevali otapalo slično onom za ostarijeli damar. Potom topljivost miruje neko vrijeme, pa se, opet naglo, (150 do 175 godine) mijenja, tako da traže jaka otapala za uklanjanje. Ovdje treba izdvojiti butilmetakrilat Paraloid B-67 (izo-butil metakrilat) kojem proizvođači dodaju inhibitore koji djelotvorno stabiliziraju topljivost smole. Topljivost Paraloida B-72 i PVAc smola ostaje nepromijenjena 200 i više godina.

Te rezultate je potvrdio René de la Rie krajem 80.-ih i početkom 90.-ih godina 20. st., te ih je dopunio istraživanjima i testiranjima na najnovijim generacijama smola, urea-aldehidnim smolama, Laropalom A 81 i Laropalom A1 01 (obje BASF) i hidrogeniziranim ugljikovodičnim smolama Arkonom P-90 (Arakawa) i Regalrezom 1094(Eastman). One, uz dodatak Tinuvina 292 daju odlične rezultate po pitanju

stabilnosti povratnosti (topljivosti) među lakovima na bazi smola topljivih u teškim benzinima.

Pčelinji vosak je, koliko je za sada poznato, jedini materijal koji se koristi u lakiranju slika, a za kojeg se pouzdano može tvrditi da vječno ostaje topljiv u najblažim otapalima. Dodatkom bijeljenog pčelinjeg voska u otopinu laka poboljšava mu se topljivost. Eksperimenti Karen Raft pokazuju da dodatak pčelinjeg voska, osim što olakšava reverzibilnost, može djelovati i kao stabilizator oksidacije (Vokić, 2012: 57 prema Horie, 1987: 150 i Raft, 1985: 143-144).

2.2.3 Krhkost (neelastičnost)

Krhkost je nemogućnost laka da odolijeva stresu, sili rastezanja i tlačenja. Elastični su Paraloidi B-72 i B-67, srednje elastičan je Mowillith 20, krhki su ketonski lakovi, mastiks, damar, Regalrez 1094 i Laropal A 81 (Vokić, 2012: 57).

Dodatkom plastifikatora povećava se elastičnost laka. U tu svrhu se koristi manji dodatak voska, mekše lak smole ili mali dodatak ulja (najčešće i najbolje makovog ili ugušćenog lanenog).

2.2.4 Molekularna masa

Karakteristike smola niske molekularne (molekulske) mase (Low-Molecular-Weight) određene su razlikama molekularne mase. LMW smole su skupina smola koja se sastoji od malih molekula s prosječnim molekularnim težinama od 500-1000. Iako klasa smola nisko molekularne mase sadrži materijale koji su kemijski različiti (npr. mastiks, damar, Laropal K80, MS2A, Regalrez 1094 su sve smole niske molekularne mase), jer imaju neke zajedničke karakteristike. Što je molekula manja, ona ima veći utjecaj na konačni izgled i fizička svojstva tih smola, odnosno lakova. Nisko molekularne smole razvijaju niski viskozitet, čak i pri visokim koncentracijama, te će ostati takve i kada se u otopini laka nanose na slike, a kada se osuše stvorit će glatki i sjajni film. Zasićuju boju bolje od polimera. Sve smole niske molekularne mase koje se upotrebljavaju za lakove za lakiranje slika topljive su u otapalu manje polarnom od ksilena. Od ovdje navedenih smola mastiks traži najjače otapalo (de la Rie, 1987: 4). Prirodne smole i ketoni će kasnije zahtijevati sve jača polarna otapala za uklanjanje. Kada smole oksidiraju, može se pojaviti povećanje molekulske mase, ali molekulska težina smola niske molekularne mase će i dalje biti znatno niža od početne molekulske mase polimera, te će smole ostati topljive i s tijekom vremena (Whitten *et al*, 1997 prema usmenoj predaji Maines, 1997).

2.2.5 Viskoznost

Viskoznost je otpor kojeg tekućina pruža pri gibanju susjednih slojeva. To je mjera za unutrašnje trenje. Ako su tekućine relativno nepokretljive, tada su viskozne. Što je relativna molekulska masa smole manja, manja je i viskoznost. Ako su molekule u tekućini dugačke i razgranate, teže se gibaju pa viskoznost raste. To je svojstvo otopine da bude u manjoj ili većoj mjeri tekuća u određenom otapalu pri danoj temperaturi. Pri određenoj temperaturi i koncentraciji smole u laku, otopina smole koja ima malu viskoznost bit će više, pa će se lak bolje poravnati. Stvorit će se mikroskopski ravnija (glađa) površina na lakiranoj slici, što će rezultirati jačim zasićenjem boja i jačim sjajem. Viskoznije smole mogu se bolje iznivelirati ako se koriste sporo hlapljiva otapala. Na primjer, upotrebom dietilbenzena koji sporije isparava, Paraloid B-72 će se bolje iznivelirati i intenzivirati boje, isto kao damar i ketonski lakovi (Punda i Čulić, 2006: 212).

2.2.6 Temperatura staklastog prijelaza - TG/Glass transition temperature (ili second-order transition temperature)

To je temperatura iznad koje tvrda, ostakljena smola omekšava i privlači prašinu. Što je TG neke smole viši od sobne temperature, tvrdoća joj je veća. Kada je toplo, prašina se lijepi na lak kojem je TG smole manji od 30 °C.

2.2.7 Sposobnost laka da maksimalno intenzivira boju

Sjaj i zasićenost ne ovise nužno o samom laku, već i o tome je li površina slike glatka, ili nije. Glatke površine sjaje zbog refleksije pa boja izgleda intenzivnija. Na hrapavim površinama sjaj je smanjen zbog difuzije svjetla, površina je više mat, a intenzitet boje je smanjen. Na slikanom sloju hrapavost uzrokuju čestice pigmenta koje strše iz površine boje. Kod starih slika koje su često čišćene, zbog ispiranja veziva između čestica pigmenta hrapavost je povećana. Na sposobnost laka da zasićuje boju utječu indeks loma svjetlosti (indeks refrakcije - IR), izbor otapala, molekularna veličina smole, nizak viskozitet smole, metoda nanošenja laka i sredstva za matiranje (Punda i Čulić, 2006: 213). Indeks refrakcije (IR) je indeks loma svjetlosti koja upada u film laka. Refleksija se događa na svakom polju dodira između medija različitih indeksa loma. Prema de la Rieu, što je veća razlika u IR tih dvaju slojeva, veća je količina reflektirane svjetlosti s polja dodira (1987: 5).

2.3 Svojstva najčešće korištenih smola u lakovima za slike (Whitten *et al*, 1997 i tehničke liste Kremer i CTS)

2.3.1 Mastiks

- ✓ Prirodna smola biljnog porijekla (*Pistacia lentiscus*, drvo s otoka Chiosa - "suze sa Chiosa")
- ✓ Male blijedo-prozračne žute kuglice u obliku „suza“, i već pripremljene u terpentinu ili mineralnim otapalima
- ✓ Topljiv u terpentinu (terpentinskom ulju), toluenu, ksilenu, alkoholima (metil, etil, izo-propil, butil); djelomično topljiv u acetonu, topljiv u *white spiritu*
- ✓ Moguće je da dođe do izbijanja plave maglice
- ✓ Relativno brzo i jako požuti (žuto-narančasto), jače od damara
- ✓ Snažno intenzivira boje i daje fini svilenkasti sjaj
- ✓ Vrlo tvrda, krta i krhka smola s malo fleksibilnosti
- ✓ Nestabilniji od damara
- ✓ Dobro se nanosi kistom (manja koncentracija smole, 5-10 % u otapalu, damar do 15 %) ili sprejanjem
- ✓ Zbog nečistoća, kao i kod damara, grumenje se topi u otapalu preko filtera ili gaze
- ✓ Posljednjih godina popularnost mu raste, iako je vrlo skupa smola; stabiliziran aditivom Tinuvinom 292 ne žuti, ali ne smije biti izložen UV-zračenju
- ✓ Prosječna molekularna masa: 1,929 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.539
- ✓ Tg: 34.7 °C

2.3.2 Damar

- ✓ Prirodna smola biljnog porijekla (*Dipterocarpacea* drvo iz Istočne Azije) s polimerskim frakcijama; kemijski sastav je vrlo kompleksan i još nije do kraja ustanovljen, niske molekulske mase, no starenjem se ona povećava te otopina smole u otapalu postaje polarnija
- ✓ Blijedožuta mutna smola nepravilnog oblika, u formi sitnog i većeg grumenja, moguće i već pripremljen i rastopljen u terpentinu (terp. ulju), alkoholu, mineralnim otapalima u različitim postocima
- ✓ Topljiv u terpentinu (terp. ulju), *white spiritu*, ShellSolu TM, ShellSolu A, toluenu, ksilenu; netopljiv u izopropionolu, etanolu, acetonu, u ShellSolu T, ShellSolu TD
- ✓ Opće prihvaćen zbog lake izrade laka
- ✓ Dobro se nanosi kistom ili sprejanjem
- ✓ Zbog nečistoća grumenje se topi u otapalu preko filtera ili gaze
- ✓ Dobrog sjaja, može se matirati uz dodatak voska

- ✓ Vrlo tvrda, krta i krhka smola s malo fleksibilnosti
- ✓ Koristi se kao prvi lak (npr. završni lak Regalrez 1094), jedini lak u više slojeva, i/ili kao retuš lak
- ✓ Damar lak stabiliziran aditivom Tinuvinom 292 ne žuti, ali ne smije biti izloženo UV-zračenju
- ✓ Prosječna molekularna masa: 424-506 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.535-1.538
- ✓ Tg: 39,3 °C

2.3.3 Paraloid B-72

- ✓ Kopolimer etil-metakrilata i metil-akrilata
- ✓ Proizvodi se kao suha smola u obliku malih prozirnih kuglica ili kao otopina razrijeđena u toluenu
- ✓ Polimer
- ✓ Tvrda smola
- ✓ Topljiv u ShellSolu A, ksilenu, toluenu, acetonu; djelomično topljiv u terpentinu (terpentinskom ulju), u izopropanolu, etanolu; netopljiv u ShellSolu T, ShellSolu D40, *white spiritu*
- ✓ Stvara viskoznu otopinu i u maloj koncentraciji otopine
- ✓ Ne zasićuje dobro
- ✓ Teško se nanosi kistom (prebrzo hlapi, jer je topljiv u brzo hlapljivim otapalima)
- ✓ Dobar u ujednačavanju neravnih površina (neravnih zbog uklanjanja laka ili različite apsorpcije pigmenata)
- ✓ Dobar kao prvi sloj laka; Laropal A 81 (u 50 %-tnom aromatu) i Regalrez 1094 (u alifatskim ugljikovodicima) se može nanijeti kistom ili sprejanjem preko Paraloida B-72 za dodatno zasićenje
- ✓ Razrijeđen, može dati izgled nelakirane površine
- ✓ Čvrsti lak, nije sklon ogrebotinama i može zaštititi sliku od grafita
- ✓ Prosječna molekularna masa: 65,128 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.487 (različiti izvori navode male razlike)
- ✓ Tg: 40 °C

2.3.4 MS2A

- ✓ Reducirani keton
- ✓ Svijetlo žuta smola u malim granulama
- ✓ Imaju široku distribuciju molekulske mase (smjesa materijala visoke i niske molekularne mase)
- ✓ Topljiv u *white spiritu*, ShellSolu D40, ShellSolu A, terpentinu (terpentinskom ulju), toluenu, ksilenu, izopropanolu, Dowanolu PM; netopljiv u acetonu

- ✓ Smola ima alkoholnu funkcionalnu skupinu, tako da čini smjesu laka polarnijom
- ✓ Osjetljiv na mehanička oštećenja (sklonost ogrebotinama)
- ✓ Na visokoj koncentraciji vlage pobijeli (Cosmolloid 80 H vosak može učiniti da je manje sklon ogrebotinama ili reakciji na vlagu)
- ✓ Imaju mekši sjaj i manje zasićenje od prirodnih smola, Regalreza 1094 i Laropal A 81
- ✓ Jednostavno se nanosi, kistom ili sprejanjem
- ✓ Koristi se u svrhu ujednačavanja sjaja
- ✓ Prosječna molekularna masa: 1776 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.505
- ✓ Tg: 57 °C

2.3.5 Regalrez 1094

- ✓ Proizvodi se u obliku blijedo prozračnih sitnih praškastih kristala
- ✓ Hidrogenirana ugljikovodična smola (potpuno zasićena)
- ✓ Niske molekularne mase
- ✓ Topljiv u ShellSolu T, ShellSolu D40, *white spiritu*, terpentinu (terpentinskom ulju),
ksilenu, toluenu; netopljiv u acetonu, etanolu i izopropanolu
- ✓ Visokog sjaja
- ✓ Tvrdna smola
- ✓ Teško se miješa s drugim lakom zbog brze topljivosti
- ✓ Reverzibilan je u tolikoj mjeri, da se ni sušenjem ni starenjem ne mijenja, topi se i u „blagim“ otapalima (zato se na njega ne postavlja drugi lak)
- ✓ Formira neviskozne otopine (može „potonuti”)
- ✓ Lako se nanosi kistom ili sprejanjem
- ✓ Dobar za revitaliziranje laka kojeg se ne želi ukloniti (a može se lako ukloniti bez utjecaja na drugi lak)
- ✓ Dobar kada su slikani sloj i nosilac osjetljivi na otapala
- ✓ Za maksimalno zasićenje
- ✓ Koristi se i kao završni lak na drugi lak
- ✓ Prosječna molekularna masa: 900 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.519
- ✓ Tg: 43,8 °C

2.3.6 Laropal A 81

- ✓ Proizvodi se u pastilama, blijedožute boje
- ✓ Aldehidna smola
- ✓ Ima široku distribuciju molekulske mase (smjesa molekula visoke i niske

molekularne mase)

- ✓ Topljiv u ShellSolu A, terpentinu (terp. ulju), ksilenu, izopropanolu, etanolu, acetonu, Dowanolu PM; netopljiv u *white spiritu*, ShellSolu D40, ShellSolu T
- ✓ Zahtijeva više aromata nego što se to činilo kada je prvi put došao na tržište
- ✓ Ima dobro zasićenje i izgled sličan damar laku
- ✓ Dobro se nanosi u više slojeva
- ✓ Regalrez 1094 u alifatskom otapalu može se nanijeti kistom ili sprejanjem preko Laropala A 81 i Gamblin restauratorskih boja (Gamblin Conservation Colours) koje kao bazu imaju smolu Laropal A 81 (topljivost između Paraloida B-72 i Regalreza 1094)
- ✓ Prosječna molekularna masa: 90.082 g/mol
- ✓ Indeks refrakcije: 1.50
- ✓ Tg: 49 °C



Slika 9 Najčešće korištene smole za lakove; snimila Tamara Ukrainčik (2017.)

2.4 Kemijski procesi u lakovima

Starenjem dolazi do promjena u izgledu laka, a time i u njegovim karakteristikama. Feller dijeli život laka u tri faze. U prvoj fazi, iako je lak na dodir suh, u njemu je otapalo koje još hlapi; tada film laka hlapljenjem otapala dobiva na tvrdoći, no istovremeno i na krhkosti; postaje "plastičan". Druga faza traje duže od prve faze, otapalo je ishlapilo, nema promjena (Nicolaus, 1999: 328).

U trećoj fazi lak počinje propadati, tj. mijenjati se uslijed oksidacije, koja je pojačana djelovanjem vanjskih utjecaja. Žućenje, diskoloracija, stvrdnjavanje i krhkost rezultati su kemijskih procesa u laku. Nije moguće točno odrediti prelazak iz jedne faze u drugu, ali pretpostavka je da proces traje između 50 i 100 godina. Za damar su identificirana tri različita mehanizma kemijskih procesa (Lawman, 2011: 9): (1.) autooksidacija inducirana svjetlom funkcionalnih skupina unutar smole, što rezultira promjenom topljivosti parametara, (2.) mehanizam povezivanja umrežavanja koji proizvode veću molekularnu masu komponente i (3.) mehanizam žućenja, koji nije bio induciran svjetlom.

Damar i mastiks starenjem rapidno oksidiraju i zahtijevaju za uklanjanje jača polarna otapala koja štete sloju boje, kao što su toluen, ksilen, aceton ili alkoholi koji u dužem kontaktu sa slikanim slojem mogu uzrokovati otapanje sloja boje. Kemijski procesi u lakovima bit će ubrzani uslijed djelovanja dnevnog svjetla, topline, a naročito izlaganjem ultraljubičastom svjetlu (Punda i Čulić, 2006: 215).

Dodavanjem stabilizatora, plastifikatora ili voska moguće je stabilizirati oksidaciju laka.

2.4.1 Žućenje laka

Kada proziran lak izgubi izvoran izgled tijekom vremena, te se mijenja u žuti potamnjeni lak, taj proces opisujemo kao žućenje laka. Koliko će požutjeti, ovisi o komponentama koje čine lak. Prirodne smole apsorpcijom kisika jače žute. Žuti lak mijenja izgled boje na slici i efekt strukture slike. Ne vide se fini tonovi i nijanse koje je stvorio umjetnik, pogotovo svijetli dijelovi na slici. To žućenje nema veze s pomodnosti imitiranja starih majstora u 18. i početkom 19. st., kada su slikari dodavali pigmente ili ulja u završne lakove, kako bi slike dobile "zlatni sjaj" (vidi pod **1.1 Lakovi na bazi prirodnih smola**). Iz tog razloga, a i stoga što moramo biti svjesni da su sve slike nastale do 19. st. barem jednom, a najčešće nekoliko puta čišćene, mora se pomno razmotriti i istražiti koje su bile namjere samog umjetnika. Vjerojatno ne postoji slika iz toga vremena koja na sebi ima izvorni lak. Damar i mastiks, na kraju, isto požute (mastiks ima više narančasti izgled, op. T. U), iako mastiks prije počne žutjeti. (Nicolaus, 1999: 329).

Paraloid B-72 ne žuti, a Laropal A 81 i Regalrez 1094 su za sada najstabilnije smole, u pogledu žućenja koje se koriste u lakovima za slike, uz dodatak Tinuvina 292.



Slika 10 i 11 *Josephina Catinelli-Obradić*, nepoznatog autora, 19. st., ulje na platnu, Muzej grada Zagreba, snimak pod standardnom rasvjetom snimila Maja Sučević Miklin i UV snimak, snimio Mario Braun (2010.)

Slika prije radova; radove u nastavi izvodila Maja Sučević Miklin (2010.-2011.)



Slika 12 i 13 *Josephina Catinelli-Obradić*, slika u tijeku i nakon radova; UV snimak tijekom čišćenja laka i snimak pod standardnom rasvjetom; snimila Maja Sučević Miklin (2011.)

2.4.2 Zamagljenje/cvjetanje laka

Zamagljenje se najčešće javlja na sjajnim, debelo nanesenim lakovima i više je vidljivo na tamnim ploham a slika. Lak koji sadrži malo ulja, a napravljen je od prirodnih smola, često će pobijeliti zbog izloženosti vlažnosti i atmosferskim uvjetima. Sušenjem zbog isparavanja otapala hladi se film laka, pa se vlaga iz okolnog zraka na njemu kondenzira. Plinovite pare i brze promjene temperature u vrijeme lakiranja mogu imati isti učinak. Kondenzirana vlaga može se otapati u otopini laka ili može otopiti postojeće nečistoće u smolama, što rezultira bijelim cvjetanjem ili plavetnilom filma. Ako nije topljiva u laku, vlaga će ostati na površini laka i uzrokovat će mat efekt.

Toplina i suhi zrak trebali bi tu pojavu ukloniti. Moguće je i poprskati površinu laka sporije hlapivim polarnim otapalom koje će osloboditi (otпустiti) vlagu zarobljenu u filmu laka. Nije dobro lakirati, niti revitalizirati lak na slikama za vlažnih dana ili u vlažnom okolišu.

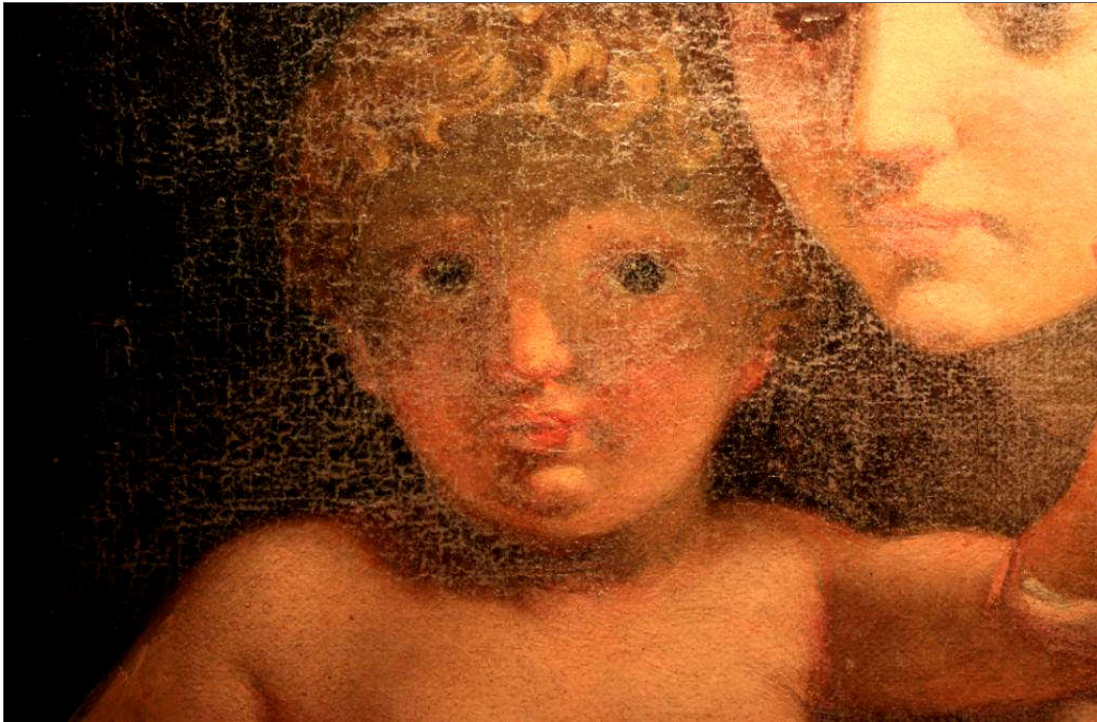
Postoje dvije teorije o nastanku zamagljenosti laka, od kojih niti jedna nije sa sigurnošću dokazana (Nicolaus, 1999: 330). Prva se odnosi na formiranje kristala amonij sulfata ($[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$), koji su prisutni u atmosferi i na površini slike. Zbog higroskopskih svojstava, u solima tih kristala kondenzira se vlaga. Prema drugoj teoriji, zamagljivanje/cvjetanje (iz engl. *bloom*) je izlučevina supstanci nastalih sušenjem sloja laka, tj. njegovim raspadanjem.

Zamagljivanje se stvara i dahom u blizini laka ili dodirrom površine laka.

Lakovi smola najnovijih generacija, Laropal A 81 i Regalrez 1094, su stabilniji od prirodnih i ketonskih smola i u uvjetima veće vlage.



Slika 14 *Svi sveti*, nepoznatog autora, kraj 18. st., ulje na platnu, Crkva Presvetog Trojstva, Legrad, slika u tijeku radova, zamagljenje laka
Radove u nastavi izvodile Ivana Krile i Tanja Vukmanić; snimila Tanja Vukmanić (2002.)



Slika 15 *Bogorodica s djetetom*, nepoznatog autora, ulje na platnu, Muzej sakralne umjetnosti bazilike sv. Tripuna, Kotor, Crna Gora, vidljive krakelire i zamagljenje laka; snimila Barbara Horvat Kavazović (2012.)

2.4.3 Krakelire u sloju laka

Potpuno neovisno od ostalih slojeva slike, lak može imati svoje krakelire. Dva su osnovna tipa krakelira, starosne i isušene (*aging and drying*).

Starosne nastaju tijekom vremena, uslijed utjecaja iz okoline objekta, mehaničkih i drugih stresova. Kreću se od nosioca i idu kroz sve slojeve slike. Nastaju i zbog debelog neelastičnog sloja laka, kao reakcija slikanog sloja, ali i zbog pomicanja nosioca, naročito kod slika na drvu. Raspored starosnih krakelira ovisi o nosiocu slike. Kod slika na platnu, krakelire su grupirane po slikanom sloju, ovisno o stresu na tim individualnim područjima. Kod slika na drvu, starosne krakelire teku paralelno i progresivno po cijeloj slici tvoreći fine pukotine.

Isušene, izgledom šire i kružne, nastaju zbog dodavanja sušivih ulja ili sikativa, tako da je i lak na tim slikama više žut nego na onima sa starosnim krakelirama. One nastaju uslijed kemijskih procesa i/ili fizikalnih djelovanja.

2.4.4 Regeneriranje laka

Kada se lak raspada u sitnu mrežu finih pukotina, izgledom podsjeća na popucano staklo. Lak postaje optički nehomogen i mutan. Takav oštećeni sloj laka možemo

natopiti parama otapala, ili prijeći preko njega otapalom, kako bi ga regenerirali dok ne postane homogen i transparentan.

Max von Pettenkofer (1818. – 1901.) je osmislio način koji je kasnije po njemu u povijesnoj literaturi prozvan *Pettenkoferova metoda* regeneriranja laka. Metodom se stvrdnuti, zamagljeni i ispucali lak izlaže parama alkohola ili balzovima, u zatvorenoj komori. Prije toga vremena, slike su bile tretirane tako da su se zagrijana ulja, smole ili balsami, kako bi se laku povratila homogenost i transparentnost, nanosili kistom, a procedura bi se, prema potrebi, ponavljala više puta. Nakon što je Pettenkofer 1870. godine publicirao svoju inovaciju, ona je bila brzo i vrlo dobro prihvaćena u literaturi i praksi, uz nešto izdvojenih kritika. Alexander Eibner je bio jedan od rijetkih koji je izrazio sumnje u tu proceduru (Nicolaus, 1999: 353), u priručniku *Razvoj materijala u štafelajnom slikarstvu* iz 1928. godine. Max Doerner se u *Materijalima o umjetnicima* iz 1936. godine i dalje zauzima za *Pettenkoferovu metodu*, iako je dobio informacije „...od direktora Haarlem galerije da Pettenkoferova metoda ne daje zadovoljavajuće rezultate. On je rekao da je u suradnji s kemičarom otkrio puno efikasniji način. No, pošto ništa drugo nisam čuo o tome, i dok nam znanost ne pruži nešto bolje, moramo se držati Pettenkoferove metode i copaiva balzama kao djelotvornog medija za dezintegrirane smolne i alkoholne lakove i smolno-uljene boje.“ (Doerner, 1936: 399).

Efekt revitaliziranja laka tako nije dugotrajan, a i opasan je po boju jer ju omekšava. Istraživanja Bremmer (1987) i Schmitta (1990) su dokazala da pri korištenju etanola i/ili balzama u revitaliziranju laka dolazi do oštećivanja slikanog sloja, jer otapalo klizi kroz sloj boje (Nicolaus, 1999: 355-356).

Prema preporuci R. de. la. Riea (na radionici *Varnishes for Paintings: Results from Recent Research, and Practical Applications*, Porto, 2014) lak se može regenerirati tako da se ukloni površinska prljavština i prašina, stanji ga se prikladnim otapalom te se nanese novi sloj Regalrez 1094 laka.

3 OTAPALA

Za izradu lakova koristimo otapala kojima i uklanjamo lakove. U pravilu, tvari se otapaju u kemijski sličnim tvarima. Postoje uvriježene predodžbe o snazi otapala, npr. za aceton se kaže da je “jako” otapalo, ali i brzo hlapivo, voda je “slabo” otapalo, ali gotovo kao da i nije otapalo. Benzin i petrolej su “slaba” ili vrlo blaga otapala. Sve su to pretpostavke koje i nisu točne jer otapalo je jako, odnosno slabo u odnosu na materijal koji otapa, ili koji ne želi otopiti (Stavroutis i Blank, 1989: 2). To je važno kod uklanjanja slojeva starog laka s površine slike, kao i kod odstranjivanja preslika. Otapalo mora imati omjer hlapljivosti prikladan zahvatu koji se vrši. U procesu čišćenja slika npr., ako otapalo prebrzo hlapi (što je često s acetonom), teško je omekšati slojeve oksidiranog laka i otkloniti ih prije nego što otapalo nestane. I suprotno, ako je otapalo presporo, ono ostaje u kontaktu s originalnim slojem boje i omekšava ga. U takvom stanju sloj boje može biti vrlo lako oštećen laganom mehaničkom akcijom. Drugi, nepoželjni efekt otapala koje presporo hlapi jest pojava da se vlažne površine rapidno prljaju prašinom koja se lijepi za njih. Takva svojstva imaju npr. glicerini i trietanolamini. Međusobne veze otapala s nečim što želimo ili ne želimo otopiti, u svojem su polazištu zbir mnogih molekularnih interakcija. U našoj struci koristimo čista otapala, mješavine otapala te smjese otapala i različitih tvari tijekom različitih konzervatorsko-restauratorskih postupaka. Za odabir odgovarajućeg otapala potrebno je iskustvo i razumijevanje različitih definicija snage otapala. Parametri koji upućuju na snagu otapala su kauri-butanol vrijednost, razred topljivosti, aromatski karakter, anilinska točka, heptanski broj, Hildebrandov parametar topljivosti, Hansenovi parametri topljivosti, frakcionalni parametri, vrijednost vodikovih veza i sl. Važno je da koristimo otapala koja su kemijski ispravna i čista, te da su od poznatih i provjerenih proizvođača i dobavljača. Ona koja to nisu, štete umjetninama, kao i zdravlju samih restauratora. Najčešće korištena otapala su organska otapala: klorirani, alifatski i aromatski ugljikovodici, alkoholi, ketoni, eteri, esteri, organske kiseline i lužine. Od anorganskih otapala najviše se koriste: voda, vodene otopine različitih organskih i anorganskih spojeva te amonijak. Alkoholi i otapala velike polarnosti uglavnom se ne koriste za izradu laka, jer mogu djelovati na sloj boje, a u budućnosti se moraju uklanjati jakim, polarnim otapalima.

3.1 Najčešća otapala za pripremu i za uklanjanje lakova

3.1.1 Terpentini (terpentinsko ulje)

Dobiva se destiliranjem iz oleorezinskih izlučevina nekih vrsta borova: procesom destilacije nastaje hlapljiv sastojak, terpentini (što je danas udomaćeno ime za ono što se nekada zvalo terpentinsko ulje ili esencija terpentina) i nehlapljivi ostatak kolofonij. Bolje kvalitete je ono terpentinsko ulje koje nastaje procesom vodene

destilacije, a lošije kvalitete je ono koje se dobiva iz korijenja, cjepanica ili panjeva destilirano parom. Glavni sastojak mu je pinen.

Prodaje se pod nazivima "terpentinsko ulje", „pročišćeni terpentini", "destilirani terpentini", "slikarski terpentini", ili samo "terpentini", a ponekad je na tržištu označeno u nazivu prema zemlji porijekla (npr. francuski, američki,...). Najčešće je navedeno je li pročišćen (rektificirani), jer to govori o njegovoj kvaliteti. Koristi se za razrjeđivanje uljanih boja i kao otapalo za pripremu lakova, najčešće damara.

Stajanjem na svjetlosti ponovo oksidira, tj. vraća se u stanje ljepljive smole. Zato ga treba čuvati u bocama napunjenim do vrha, dobro začepjenim i u mraku. To se isto odnosi i na lak, ako je pripremljen s terpeninom (terpentinskim uljem). Ako se lak priprema (otapa) s osmoljenim terpeninom ili je otopina laka odležala pa se terpenin osmolio, takav lak će više sati (dana ili tjedana, ovisno o tome koliko se osmolio) biti ljepljiv za prašinu. Prašina koja mu se prilijepila činit će ga poroznim, pa tako već samim nanošenjem imamo višestranu nekvalitetan lak. U lakiranju vrijednih slika trebalo bi se koristiti samo s rektificiranim i svježim (neosmoljenim) terpeninom. Terpenin se smatra nepoželjnim materijalom u nekim restauratorskim radionicama u svijetu. Čak i ako se, u skladu sa starom praksom koja vrijedi za lakove od prirodnih smola, blago zagriju i lak i kist (prskalica) i slika i soba, a lak bude kvalitetan i svjež (Vokić, 2012: 29).

Iako i de la Rie priznaje da terpenin utječe na jače žućenje damar laka (uspoređujući ga s kvalitetnim teškim benzinima), piše da mu ne izgleda da je taj utjecaj tako dramatičan kako ga neki izvori žele prikazati (de la Rie, 1989: 144).

Terpenin je jedan od najjačih prirodnih alergena. Njegove pare često ljudima izazivaju glavobolju i mučninu, a mnogi ljudi kojima koža često dolazi u dodir s njim, postaju alergični na njega (Vokić, 2012: 29).

Vrelište mu je između 150 i 180 °C.

3.1.2 Teški benzin (*white spirit*)

Teški benzin je najpoznatiji mineralni razrjeđivač. Dolazi na tržište najčešće kao *white spirit*, *mineral spirit* (mineralni špirit), *essence de petrole*, *essence minerale*, *naphta*, *test benzin*,...; različitog je sastava od različitih proizvođača. To je bezbojna tekućina, mirisa sličnog benzinu i slabo hlapljiva. Uz smjesu alifatskih i acikličkih ugljikovodika, zastupljeni su i, najviše do 25 %, aromatski ugljikovodici pa postaje nešto polarniji s jačom snagom otapanja. Točka vrelišta im je između 130 do 200 °C.

Za slikarske i restauratorske svrhe mineralni razrjeđivači moraju biti potpuno pročišćeni, gotovo bezbojni, bez primjesa aromatskih ugljikovodika, acetona, itd. Teški benzini su kvalitetna zamjena za terpentini. Hlapljivi su bez ostatka, brže ishlape, ne osmoljavaju se, bolje i dublje prodiru u mikroskopske pore boje od terpentina. Manje su otrovni od terpentina. Snaga otapanja im je nešto manja nego kod terpentina jer su manje polarni, npr. ne otapaju mastiks, a damar otapaju potpuno (Punda i Čulić, 2006: 186).

U engleskom se jezičnom području umjesto naziva benzin, koji se ranije koristio, već neko vrijeme uvode drugi nazivi, uglavnom mineral spirits, ali i VM & P spirit ili u SAD-u VM & P naphtha (*varnish makers and printers spirit*) (Vokić, 2012: 30).

Manje je zapaljiv od terpentina; koristi se za čišćenje, odmašćivanje te kao otapalo u lakovima, bojama i adhezivima. Bitno je paziti na sastav.

Shell cemicals proizvodi ShellSol(e); postoji mnogo različitih otapala pod tim nazivom gdje su smjese parafina, izoparafina, naftenika i aromata u različitim omjerima. ShellSol T je 100 % parafin; nepolarno i slabo polarno otapalo i zamjena za *white spirit*, točka vrelišta mu je od 189 do 215 °C. ShellSol D 40 u sastavu je 40 %-tni cikloparafin i 60 %-tni parafin, blago je polaran, točka vrelišta mu je od 162 do 181 °C. ShellSol A je 100 % aromatični, s točkom vrelišta od 190 do 214 °C.

Ostali mineralni razrjeđivači, brže hlapljivi benzini od teških benzina dolaze na tržište pod nazivom VM & P spirit (engl. *varnish makers and printers spirit*). Teži naftni destilati od teških benzina su petroleji. Nečisti su i masni.

3.1.3 Toluen (toluol)

Bezbojna je zapaljiva tekućina intenzivnog mirisa, nalazi se u nafti i kamenom ugljenu. Dobiva se ekstrakcijom ili destilacijom benzina, suhom destilacijom kamenog ugljena i frakcijskom destilacijom katrana kamenog ugljena. Kao sastojak benzina nalazi se i u ispušnim plinovima, ali se u atmosferi brzo razgrađuje. Jako je aromatsko mineralno otapalo. Nije uputno lakirati slike s otopinom laka u kojoj je toluen, jer može razgraditi boje, pa se u tom slučaju može nanositi uz pomoć prskalice. Otrovan je, točka vrelišta mu je 110 °C.

3.1.4 Ksilen (ksilol)

Ksilen je aromatski ugljikovodik, drugi naziv mu je dimetilbenzen. Bezbojna je tekućina slatkastog mirisa. Smjesa je triju izomera – orto, meta i para ksilena. To je žitka, hlapljiva, nagrizajuća i zapaljiva tekućina, netopljiva u vodi, a topljiva u

organskim otapalima. Pretežno je sintetička kemikalija koja se dobiva iz reformata (reformat – u rafinerijama nafte produkt katalitičkog reformiranja benzina). Također se dobiva iz katrana kamenog ugljena. U prirodi se pojavljuje također u petroleju, u katranu, te tijekom šumskih požara. Upotrebljava se kao otapalo, sredstvo za čišćenje, u proizvodnji gume i kože, sirovina je za proizvodnju intermedijera za bojila (i razrjeđivač za boje), sintetskih mirisnih sredstava, kemijskih (sintetskih, umjetnih) vlakana. Zbog svog visokog oktanskog broja se koristi se i kao dodatak motornim gorivima (ponajviše avionskim), kao i benzinu. Malo je manje otrovan nego toluen, sličnih karakteristika u pogledu korištenja u lakovima, tako da se preporučuje koristiti na isti način, prskalicom. Točka vrelišta mu je 139 °C.

3.1.5 Aceton

Aceton (dipropanon, dimetil-keton) je najjednostavniji i najvažniji alifatski keton. Bezbojna je, lako hlapljiva (i zato nepostojana), zapaljiva tekućina, karakteristična mirisa. Potpuno se miješa s vodom, s većinom organskih otapala i s uljima. Nekad se industrijski proizvodio isključivo biotehnoški, s pomoću bakterije *Clostridium acetobutylicum* (tzv. aceton-butanolno vrenje). Danas se proizvodi jeftinijim i bržim petrokemijskim postupcima, a najvažnije je katalitičko dehidrogeniranje izopropanola, u kojem su katalizatori bakar, cink, olovo, bronca i metalni oksidi. Jako je polarno otapalo, male otrovnosti. Koristi se kao organsko otapalo za smolne lakove i ulja. Lak može štetiti boji, i mora se uklanjati polarnim otapalom (uobičajeno, acetonom). Točka vrelišta mu je 56 °C.

3.1.6 Alkoholi

Od davnina se koriste za pripremu i za uklanjanje alkoholnih lakova. Alkoholi su relativno jaka otapala za uljenu boju i ostarjele lak filmove, posebno denaturirani alkoholi (sadrže nečistoće zbog kojih su jača otapala). Brzo hlape. Danas se rijetko koriste u svrhu lakiranja jer mogu oštetiti slikani sloj, a lakovi se moraju uklanjati polarnim otapalima (uobičajeno, alkoholom). Najčešće se koristi etanol; točka vrelišta mu je 78 °C.

3.2 Podjela otapala prema polarnosti

Organska otapala se prema polarnosti dijele u tri grupe, ovisno o tipu veza između molekula otapala. Polarnost se odnosi na diobu električnog naboja, što dovodi do pojave dipola unutar molekule ili njene atomske skupine. Mogu biti nepolarna, polarna aprotična (aprotionska) i polarna protočna (protonska) otapala, a raspoređuju se prema porastu polarnosti. Kod nepolarnih otapala između molekula postoje slabe međumolekularne, tzv. Londonove privlačne disperzne sile. To su npr.

terpentinsko ulje (terpentin) i *white spirit*. Kod srednje polarnih otapala postoje još i dodatna elektrostatička privlačenja zbog nejednake raspodjele elektronskog naboja i stvaranja dipola. To su klorirani ugljikovodici, ketoni, esteri i eter-alkoholi. Najpolarnija su ona otapala između kojih se stvaraju vodikove veze kada se atom vodika direktno veže na kisik ili dušik, a to su alkoholi i voda. Polarne molekule imaju u sastavu dipole, a nepolarne nemaju.

3.3 Otapala; omjer hlapljivosti, štetnost, toksičnost i zapaljivost (Torraca, 2010: 49-52)

Otapalo mora imati omjer hlapljivosti prikladan zahvatu koji se izvodi; ako hlapi prebrzo (npr. aceton), teško će omekšati sloj oksidiranog laka, ili, ako hlapi presporo (npr. glicerin), ostaje predugo u doticaju sa slojem boje, te ga omekšava i privlači prašinu i prljavštinu.

Brzina hlapivosti se lako procijeni, ako je tlak para otapala (hlapivost) na sobnoj temperaturi poznat. Mjeri se milimetrima žive, skraćeno mm Hg (treba upamtiti: tekućina vrije kada je tlak para jednak (=) 1 atmosfera i kada je 1 atmosfera = 760 mm Hg). Otapala koja pokazuju tlak para između 2 i 5 mm Hg su najprikladnija za rad. Proširena skala od 1 do 20 mm Hg prihvaćena je kod restauratora kao sveobuhvatna skala otapala koja se koriste.

Većina otapala je otrovna i uzrokuje trovanje, ovisno o duljini vremena izloženosti njihovim parama. Štetnost otapala se najbolje procjenjuje uvidom u maksimalne dopuštene koncentracije (u zraku ili praga limita tlaka (L)) dopuštenog po zdravstvenim normama za kontinuirano izlaganje industrijskih radnika.

Dopuštena koncentracija se izražava skraćenicom ppm (*eng.: parts per million*, jedan ppm predstavlja jedan dio na 1000000 dijelova). Niska brojka (ispod 25 ppm) pokazuje relativno visoku otrovnost. Brojke između 25-100 ppm ukazuju na osrednju otrovnost, a iznad 100 do 1000 se smatra manjim nivoom otrovnosti. Za dopuštenu koncentraciju u zraku iznad 1000 ppm otrovnost se ne pretpostavlja.

Zapaljivost se mjeri točkom plamišta otapala. Ako je točka plamišta ispod sobne temperature ili malo iznad, nužne su mjere zaštite od požara. Prema pravilima transporta smatra se da su potencijalno opasna sva otapala koja imaju točku zapaljenja nižu od 37 °C. Rijetko se događa da požar počinje u fazi isparavanja, a ne u samoj tekućini. Zato kada se koristi hlapivo otapalo i zrak postaje zasićen parama, može doći do požara iskrom (običan električni prekidač proizvodi iskru), cigaretom, pa čak i ako je izvor požara dalje od zapaljive tekućine.

3.4 Hansenovi parametri topljivosti i parametar topljivosti Hildebrand

Charles Medom Hansen (1938.–) je 1966. godine razvio opće prihvaćen sustav koji se temelji na tri parametra topljivosti kojima se opisuju otapala, neionski emulgatori, pigmenti i polimeri. Svaka tvar ima tri Hansenova parametra topljivosti; suma njihovih kvadrata daje kvadrat Hildebrandove vrijednosti. Parametar topljivosti Hildebrand(δ) je kvadratni korijen kohezivne gustoće energije. Kohezivna gustoća energije je količina energije koja je potrebna za potpuno uklanjanje volumena molekula od susjednih, do beskonačnog odvajanja. Joel Henry Hildebrand (1881. – 1983.) je 1936. sugerirao kvadratni korijen kohezivne gustoće energije kao numeričku vrijednost koja ukazuje na ponašanje topljivosti. Materijali sa sličnim parametrima topljivosti interaktivno djeluju, što rezultira otapanjem i miješanjem.

Hansen je izradio komplicirane 3D grafičke modele za prikaz topljivosti. Parametar topljivosti je mjera međumolekularnih privlačnih sila. Svojstva topljivosti mogu biti primijenjena, ako su poznata sva tri parametra topljivosti svakoga otapala. Prezentira zbroj privlačnih sila, odnosno gustoću kohezijske energije. Na primjer, parametar topljivosti osušenih premaza uljene boje je 9.3-9.5 pa će otapala čiji je parametar topljivosti u ovim granicama ili blizu njih, kao kloroform čiji je parametar topljivosti 9.3 ili metilen klorid s parametrom topljivosti 9.7, jako bubriti uljeni premaz. Otapala s većom razlikom parametra topljivosti, kao *white spirit* s parametrom topljivosti 7.6 ili etanol na drugoj strani s parametrom topljivosti 12.7, pokazivat će znatno manji efekt bubrenja uljene boje. Toluena s parametrom topljivosti 8.9 je snažnije otapalo za uljene premaze od etanola i može ih više oštetiti. Svaki od njih multiplicira parametar svake komponente svojom koncentracijom u mješavini i daje rezultat. Mješavina može biti locirana u trokutnom dijagramu i prema tome se može odrediti sposobnost topljivosti nasuprot čvrstih materija, čija su područje topljivosti poznata.

3.5 Parametri topljivosti otapala i Teasov dijagram

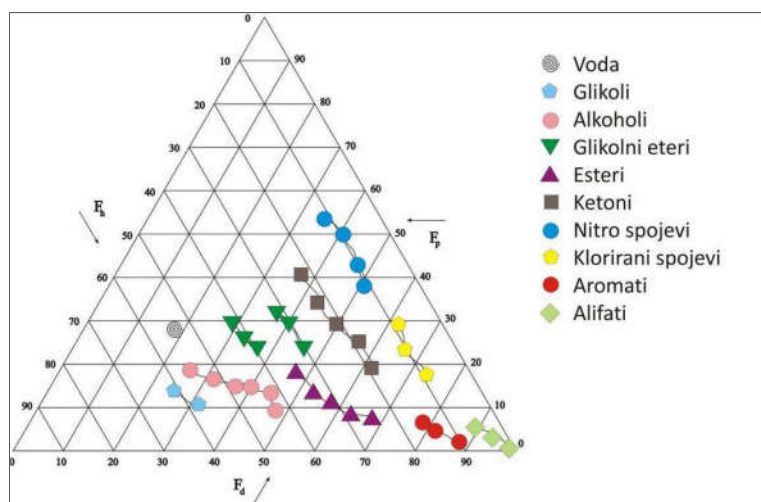
otapala	f_d	f_p	f_h	Δ
Terp. ulje (terpentin)	77	18	5	16.6
<i>White spirit</i>	90	4	6	16.1
Ksilen	83	5	12	18.2
Toluen	80	7	13	19.7
Diaceton alkohol	45	24	31	20
Izopropil alkohol	41	18	41	24.9
Aceton	47	32	21	19.7
Etanol	36	18	46	26.2
Voda	18	28	54	48

Tablica 1 Parametri topljivosti nekih otapala

otapala	f_d	f_p	f_h
White spirit	90	4	6
Aceton	47	32	21
White spirit (50 %)	90 x 50/100	4 x 50/100	6 x 50/100
Aceton (50 %)	47 x 50/100	32 x 50/100	21 x 50/100
White spirit (50 %)	45	2	3
Aceton (50 %)	23.5	16	10.5
Parametri mješavine	68.5	18	13.5

Tablica 2 Primjer izračuna Hansenovih parametara mješavine otapala

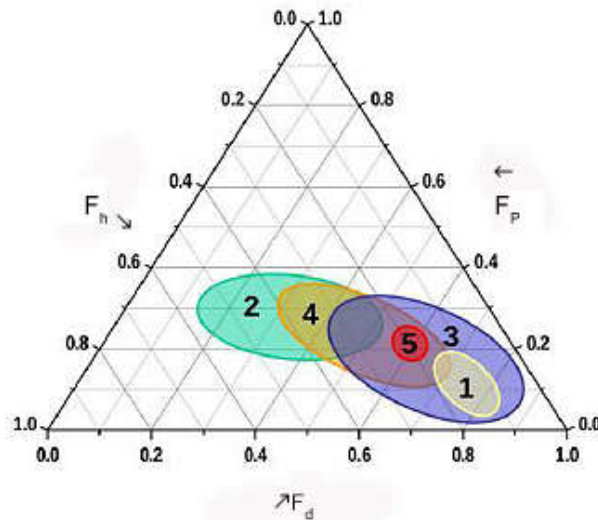
Jean Paul Teas je 1968. godine razvio trostrani dijagram parametara topljivosti (tzv. trokut otapala) koji prikazuje odnos parcijalnih intermolekularnih privlačnih sila u vezivima i otapalima, kao nepolarne disperzne sile (f_d), polarne dipolne sile (f_p) i vodikove veze (f_h). U dijagramu se mogu naći područja koja odgovaraju različitim medijima, kao i točke koje odgovaraju svakom otapalu ili smjesi otapala koje mogu otopiti određena veziva (Nicolaus, 1999: 360-361).



Slika 16 Grupe otapala u Teasovom dijagramu, prikaz izradila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

No, taj dijagram je bio, i jest kritiziran, jer da bi se sva otapala i tvari smjestile u njega, bilo je potrebno puno „namještanja“. Neki odnosi između otapala su izgubljeni, koordinate za neka otapala su bile proizvoljne, kako bi se skupine otapala što logičnije smjestilo na dijagramu. Parametre je teško izmjeriti, jer ovise o temperaturi. Veze među molekulama su mnogo složenije nego što to parametri ilustriraju, a važan je i oblik molekule, kao i drugi oblici veza, koji nisu prikazani u tom dijagramu. No,

unatoč kritikama, još uvijek je najzastupljeniji prikaz korištenja mješavina otapala (Stavroudis i Blank, 1989: 4-6).



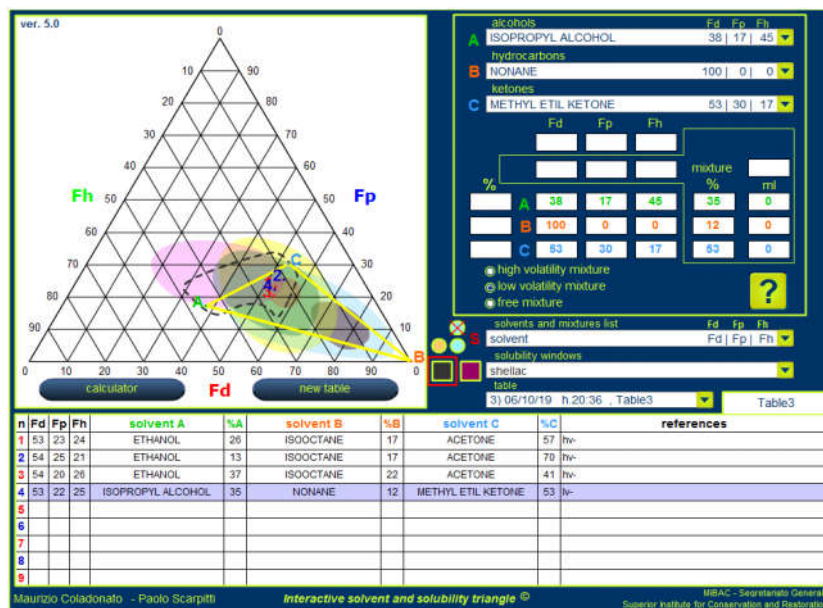
Slika 17 Teasov dijagram topljivosti prirodnih materijala: voskovi (1), proteini (2), smole (3), ulje (4), sušiva ulja (5); prikaz prilagodila Tamara Ukrainčik (2018.)

preuzet sa

[https://www.researchgate.net/publication/261697816_Analysis_of_Cultural_Heritage_Materials_by_Infrared_Spectroscopy\(26.1.2018.\)](https://www.researchgate.net/publication/261697816_Analysis_of_Cultural_Heritage_Materials_by_Infrared_Spectroscopy(26.1.2018.))

TriSolv, računalni mrežni (*online*) radni alat, su kreirali Mauricio Coladonato i Paolo Scarpitti (2005.). Tom aplikacijom se može jednostavnije pronaći koje otapalo/ili smjesa otapala je prikladna za uklanjanje određene tvari, te omogućuje širu primjenu manje rizičnih i po zdravlje štetnih materijala za čišćenje.

O računalnim programima Triansolu i Solvent Solveru, pogledati u poglavlje 11 Pojmovnik.



Slika 18 TriSolv program, screenshot iz diplomskog rada Anamarie Udovičić (2019.)

4 ADITIVI/DODACI LAKOVIMA (Proctor i Whitten u Hill i Stoner, 2012; 642-644)

4.1 Stabilizatori

Dodaju se otopinama lakova počev od 80.-ih godina 20. st., da bi im poboljšali stabilnost i produžili vijek trajanja. Djeluju kao antioksidanti, štite od svjetlosti, upijaju UV-radijaciju. Ako je prisutna UV-radijacija, nisu potpuno djelotvorni (ako je UV zračenje ispod 400 nm, djeluju).

Za sada se najboljim pokazao HALS (hindered amine light stabilizers) Tinuvin 292; dodaje se 3 % masi smole u otopini damara laka, a 2 % Regalrezu 1094 i Laropalu A 81, neposredno prije korištenja.

Otopina koja sadrži Tinuvin 292 mora se trošiti u roku od tri tjedna i ne dulje od šest mjeseci, jer Tinuvin 292 diskolorira dugim stajanjem u otopini. S obzirom na to da još nije poznato mijenjaju li se ponovnim grijanjem laka koji sadrži Tinuvin 292 njegova svojstva, bolje je grijanje izbjegavati. U suhim lak filmovima ne diskolorira. Tinuvinom 292 u laku će reducirati žućenje, ali će, ako u prostoru nisu postavljeni UV filteri preko prozora i-rasvjete, on i dalje žutjeti.



Slika 19 HALS (hindered amine light stabilizers) Tinuvin 292; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

4.2 Sredstva za matiranje

Ta sredstva se dodaju jer se njima umanjuje sjaj laka i intenzitet boja, ali i da bi se poboljšala svojstva laka.

4.2.1 Vosak

Vosak se dodaje laku za umanjenje sjaja, zbog hidrofobnih sklonosti, zbog toga što poboljšava povratnost laka, te smanjuje krhkost laka. Neke restauratore brine što se vosak rasloji od laka, što privlači prašinu pa lak postaje ljepiv i zamućuje se. Iz tih razloga se preporučuje mikrokristalinski vosak Cosmolloid 80H (način primjene pogledati u **5. Voskovi/Recept 5.1.1**), koji je već godinama u primjeni i daje dobre rezultate.

Često se koristi i bijeljeni pčelinji vosak, kojemu se svojstva mogu poboljšati dodatkom 10 % karnauba voska. Moguće je i naknadno matirati sliku voštanim slojem na suhi smolni lak.

4.2.2 Sintetičke gume

Gume Kraton G 61657 i Kraton G 61650 su stiren-etilen/butilen-stiren (S-EB-S) blok kopolimeri. Osmišljene su kako bi povećale viskoznost otopini. U suhom filmu laka umanjuju sjaj i čine ga otpornijim na ogrebotine. Sintetičke gume su topljive u teškim benzinima (*white spirit*) niske aromatičnosti. Kratone G su sugerirali de la Rie i Mc Glinchey 1990. godine kao aditiv Regalrez 1094 laku, jer tako, naizgled, optički podsjeća na damar lak. No nisu kompatibilne sa svim smolama, npr. sa Laropalom A 81. Dodaje se i do 10 % težine smole, s 2 % Tinuvin 292 na količinu smole.

4.2.3 Dimasti kremen (*Fumed silica*)

Dimasti kremen se sastoji od mikroskopskih kapljica amorfnog silicijevog dioksida spojenog u razgranate, lančane, trodimenzionalne sekundarne čestice koje se zatim aglomeriraju u tercijarne čestice. Njegova trodimenzionalna struktura rezultira povećanjem viskoznosti laka. Koristi se kao sredstvo za matiranje u zaštitnim lakovima, iako baš ne slovi kao najbolji izbor kod restauratora; nespretnan je za rukovanje i potrebna je adekvatna oprema da se njegove čestice dobro rasporede u laku. Opasan je i po zdravlje, jer lagane i paperjaste čestice mogu stvoriti probleme s disanjem. Nije idealan ni za slike; kada se lak koji u sebi ima to sredstvo treba ukloniti, on ostaje u krakelirama i može doći do abrazije površine slike.



Slika 20 Sredstva za matiranje; snimila Tamara Ukrainčik (2017.)

5 VOSKOVI U LAKIRANJU SLIKA

5.1 Primjena

Vosak se oduvijek dodavao kako bi smanjio sjaj laka ili obojene površine slike, te stoga što je otporan na vlagu. Uza sve to, osigurava povratnost tijekom kasnijeg uklanjanja laka, te smanjuje pucanje filma laka. Restauratore obično zabrinjava to što na višoj temperaturi postaje ljepljiv i privlači prašinu, što se može izdvojiti u otopini laka, ili što zamagljuje lak. Iz tih razloga preporučuje se mikrokristalinski vosak.

Zbog topljivosti koja raste zagrijavanjem, zaštite i trajnosti, voskovi su iznimno kvalitetan materijal za površinsku zaštitu slika. Sastojci voska su u najvećoj mjeri zasićeni spojevi, što rezultira njegovom kemijskom stabilnošću i postojanošću.

Pčelinji vosak je za sada jedini materijal koji se koristi u lakiranju slika, a za kojeg se apsolutno pouzdano zna da vječno ostaje topljiv u najblažim otapalima.

Voskovi na slikama (Vokić, 2012: 42) mogu se koristiti kao:

5.1.1 Dodatak smolnoj otopini

Moguće ih je koristiti kao plastifikator, sredstvo za matiranje i kao dodatak koji omogućava lakšu topljivost starog laka. Dodavanjem voska u smolnu otopinu smanjuje se moć smole da intenzivira boju, a i umanjuje se sposobnost voska da štiti sliku od vanjskih utjecaja (vlaga, plinovi). Zato je bolje nanositi voštanu pastu na prosušeni smolni lak, jer time i smola i vosak zadržavaju svoje odlike. Lak s voskom se sporije suši te se na njega lijepi prašina. Ako se za lak koriste "jaka" otapala kao što su to npr. aceton, ksilen ili toluen, a otopini laka je dodan vosak, on usporava hlapljenje otapala pa ona mogu agresivno djelovati na vezivo u sloju boje. Dobra strana dodavanja voska u smolnu otopinu jest u tome što će se lak moći lakše ukloniti kada ostari.

Recept: Vosak staviti u otapalo i zagrijati u posudi s dvostrukim dnom, sve dok mješavina postane prozirna, što znači da se vosak u potpunosti rastopio. Pustiti da se ohladi, zatim dodati smolu i Tinuvin 292 i promiješati. Kada se slegne, često se vosak razdvoji i bude na površini otopine. Nije nužno da se otopinu ponovno zagrijava, dovoljno ju je promiješati tako da se vosak stopi s otopinom. Grijanjem otopine vosak manje matira lak. S obzirom na to da još nije sa sigurnošću ustanovljeno da se višekratnim grijanjem otopine Tinuvinu 292 gube svojstva, bolje je taj postupak izbjegavati. Proctor i suradnici navode da se mikrokristalinski vosak Cosmolloid 80H

već duže vrijeme koristi u ove svrhe, i pokazuje dobre rezultate (Hill Stoner i Rushfield 2012: 643).

5.1.2 Voštana pasta

Vosak + otapalo – terpentin (terpentinsko ulje) ili *white spirit*. Voštana pasta se izravno nanosi na boju, ili kao dodatna zaštita prosušenog smolnog laka. Loše strane su da pri povećanoj temperaturi privlači prašinu, a na hladnom se kristalizira, te više nije mat. Osjetljiva je na dodir prstiju, no poliranjem se svi ti nedostaci uklone, a mogu se eliminirati dodatkom 10 % karnauba voska u pastu ili korištenjem sintetskog mikrokristalinskog voska (npr. Cosmolloida 80H).

Recept za voštanu pastu: U posudi s dvostrukim dnom (temperatura otopine oko 70 °C) otopi se 15 % Cosmolloida 80H u *white spiritu* (ili terpentinu ili npr. ShellSolu T). Ohlađena pasta se u tankom sloju nanosi mekanim kistom ili krpicom preko površine slike. Ako se nanosi na suhi smolni lak, pasta mora biti vrlo tanko i jednolično nanesena, da se ne izgubi transparentnost laka. Na tržištu postoje i kvalitetne komercijalne paste, no treba obratiti pažnju na sastav jer neke u sebi imaju ulja.

Za lakiranje slika može se kupiti već pripremljenu voštanu pastu poznatih proizvođača, npr: LeFranc & Bourgeois, Windsor & Newton i Schmincke. Tu je najčešće bijeljeni pčelinji vosak otopljen u *white spiritu*, sa/ili bez dodatka smola ili ulja (pogledati tehničke listove svakog proizvoda).

5.1.3 Voskovi sami kao lak za slike

Za tu se svrhu najčešće koristi karnauba. To je zaštita koja je jačeg sjaja na slici nego mikrokristalinski vosak.

Recept; Vosak se rastali, zatim se u potpuno ohlađeni vosak utrljava kist te se njime prelazi preko slike (obojene površine ili na već prethodno suhi smolni lak).

5.2 Vrste voskova (Vokić, 2012: 44-48)

Voskovi mogu biti prirodni (životinjski ili biljni), umjetno napravljeni putem izdvajanja iz prirodne nafte ili potpuno sintetički napravljeni. Pored pčelinjeg, najpoznatiji prirodni voskovi su parafin (vosak iz nafte) i karnuba (vrsta biljnog voska).

5.2.1 Mineralni voskovi

Parafin voskovi; Imaju talište od 50 do 80 °C. Krhki su i relativno transparentni. Imaju vrlo široku primjenu jer su vrlo otporni, stabilni i inertni. Kristalični su, a kristali su im daleko veći nego u mikrokristalinskih voskovima.

Mikrokristalinski voskovi; tališta su im od 60 do 95 °C. Vrlo su otporni i elastični. Imaju veliku snagu lijepljenja, jaki su, nešto su pokrivniji od parafinskih voskova i manje su sjajni. Mikrokristalinski voskovi nisu topljivi u hladnim otapalima (topljivi su oko 20% u *white spiritu*). S obzirom na to da se moraju stopiti s otapalom ili otopinom zagrijavanjem, to može otežati njihovu reverzibilnost prilikom uklanjanja ostarjelog laka (Vokić, 2012: 45 prema Horie, 1987: 88), i to je razlog zašto ih se ne može smatrati apsolutno nadmoćnijim od pčelinjeg voska kao matirajući dodatak. Parafin voskovi su tvrdi i krhkiji, a mikrokristalinski su žilaviji. Smjesa tih voskova je čvršća nego svaki od njih zasebno.

Komercijalni poznati proizvod Renaissance Wax je smjesa mikrokristalnog i parafinskog voska u ugljikovodičnom otapalu. Recept po kojemu Picreator proizvodi Renaissance Wax je 100 g Cosmolloid 80H (Astor) 25 g Wax A*53 (BASF) - zajedno se rastale u 300 ml ugljikovodičnog otapala brze hlapljivosti i niske aromatičnosti. Picreator koristi benzin s vrelištem na 80 do 100 °C. Stalno se miješa dok se ne ohladi.

Cerezin voskovi; tališta su mu od 44 do 77 °C. To su pročišćeni i prerađeni prirodni mineralni ozokerit voskovi. Vrlo su različiti po kvaliteti, ima ih od mekih do jako tvrdih, od svijetlih do tamnih.

5.2.2 Biljni voskovi

Kandelila vosak; talište od 65-77 °C, tvrd je i krt. Uglavnom se koristi kao dodatak drugim voskovima. Sličan je karnaubi, ali nije toliko tvrd. Žuto-smeđe je boje.

Karnauba vosak; talište od 82 do 86 °C, vrlo otporan, tvrd i visokog sjaja. Dodaje se mekšim voskovima da im podigne talište, tvrdoću, otpornost i sjaj, te da im smanji lijepljivost za prašinu i sklonost da ih hladnoća kristalizira. Pri sobnoj temperaturi se teško otapa u masnim otapalima, ali kao u drugih voskova, toplina pomaže otapanje (Vokić, 2012: 46 prema Masschelein-Kleiner, 1985: 51). Za potrebe lakiranja se umjetno izbjeljuje, jer je vrlo taman.

Ouricury vosak; talište oko 84 °C, vosak sličan karnauba vosku, često ga se može naći pod nazivom karnauba voska, vrlo mu je sličnih osobina.

Vosak šećerne trstike; talište od 72 do 76 °C. Sličan ostalim biljnim voskovima. Proizvodi se ekstrakcijom iz otpada šećernog soka, koji ostaje pri proizvodnji šećera.

Japan vosak; talište mu je od 48 do 55 °C, biljna je mast s karakteristikama voska, pa se stoga naziva voskom. Karakterističnog je mirisa, tvrd i krt, od svijetlo žute do tamno smeđe boje.

5.2.3 Životinjski voskovi

a) Pčelinji vosak; talište od 62 do 70 °C. Od nečistoća se čisti tako da se usitni i stavi u lonac s puno vode te se zagrijava do 70 °C. Kada se vosak rastali, posuda se makne s vatre i pusti hladiti, a na površini vode ostane vosak s nečistoćama na vrhu koje se uklone. Nekada je potrebno ponoviti postupak više puta.

b) Bijeljeni pčelinji vosak; ima više načina izbjeljivanja pčelinjeg voska, neki postupci su štetni (izbjeljivanje kiselinama ili lužinama) jer u njima trajno ostaje manji dio tog sredstva, što kasnije može djelovati štetno na slike.

Kineski vosak; talište od 65 do 80 °C, koristi se u Kini i Japanu za iste svrhe kao pčelinji u Europi. Izvozi se u malim količinama pa na ovim prostorima nije dostupan.

Vorvanj (spermacet vosak); talište mu je od 41 do 49 °C. Dobiva se iz dijela lubanje kita ulješure, relativno je bijel, proziran i krt (Masschelein-Kleiner, 1995: 44). Ekolozi apeliraju da se ne kupuje taj vosak, kako bi se pomoglo zaštititi kitova (Vokić, 2012: 48 prema Gottsegen, 1987: 65).

Šelak vosak; talište mu je od 78 do 82 °C. Proizvodi se kao nusprodukt pri proizvodnji šelaka koji sadržava 3 do 8 % šelak voska.

Stearin; talište od 54 do 72.5 °C. Proizvodi se saponifikacijom uglavnom životinjskih masti i raznih ulja; bijele do svijetlo žute boje. Nije ljepljiv, pa se može dodati drugim voskovima da im se smanji ljepljivost. Uglavnom se koristi izradu svijeća, sapuna i kozmetičkih krema.

6 O ČIŠĆENJU U RESTAURIRANJU

Proširen i razrađeni dodatni pisani izvori i praktična znanja te primjeri iznose se tijekom nastave navedenih kolegija na OKIRU/ALU.

Čišćenje u širem smislu ne pretpostavlja uklanjanje samo sloja laka, već se odnosi i na uklanjanje površinske prašine i prljavštine, preslika i retuša.

Metode čišćenja su: mehaničko, kemijsko i beskontaktno čišćenje, suho i mokro čišćenje.

Mehaničko čišćenje se izvodi skalpelom, prema potrebi uz pomoć lupa, mikroskopa ili s abrazivnim sredstvima – praškastim smolama ili gamicama. Kemijsko (mokro) čišćenje se vrši otapalima, vodom, ionima, slinom (prirodnom ili umjetnom), sapunima, detergentima. Beskontaktno čišćenje se izvodi laserom i ultrazvučnim metodama. Suho čišćenje se izvodi uz pomoć Wishab spužvi, gumica, prašcima za suho čišćenje, mekim kistovima, kruhom.

Površinska prašina i prljavština na slikanom i/ili sloju laka nastaju djelovanjem atmosferskog zagađenja, aktivnostima plijesni i gljivica te uslijed nepravilnih restauratorskih postupaka (ostaci vate, tragovi bronce/pozlate od čišćenja ukrasnog okvira, "ostaci" otapala). Oštećuju i nagrđuju lak, kao i slikani sloj.

Postupak uklanjanja laka (Nicolaus, 1999: 356-357) podrazumijeva uklanjanje jednog ili više, najčešće požutjelih, slojeva laka; kompletno uklanjanje i mjestimično, s područja koja nisu osjetljiva, ili stanjivanje laka, kada prekidamo proces čišćenja i ostavljano tanki sloj laka na slikanom sloju. Djelovanjem otapala molekule otapala ulaze u film laka, lak bubri pa se omekšan pažljivo uklanja. Močenjem sloja boje kada se otapalom djeluje na lak moguće je i "prečistiti" sliku (stanjiti boje). Jaka polarna otapala mogu oštetiti boju ispod laka. Negativne strane upotrebe otapala su otrovnost otapala, teškoća uklanjanja netopljivih preslika/lakova, kapilaran tok u donje slojeve, nepoznati dugotrajni efekti ispiranja i bubrenja slikanog sloja.

UV-lampom je nužno kontrolirati je li lak uklonjen; stari lakovi fluoresciraju, a fluorescencije nema kada je lak uklonjen.

O opasnostima otapala u postupku čišćenja slika pisano je već krajem 18. st. (Jean Felix Watin; Umjetnost slikanja, pozlate i lakovi, 1774. godine). Najznačajnije istraživanje proveli su Stolow, Feller i Jones 1959. godine o lakovima za slike i otapalima.

Richard Wolbers, biokemičar i restaurator, počinje 1984. s razvijanjem novog sustava za uklanjanje površinske prašine i prljavštine i sloja laka, gelovima; odabir materijala ovisi o prirodi slojeva slike, od osnove do laka. Gelovi su alternativa, a ne zamjena otapalima. Njima se produljuje rad otapala, djeluju na zadanu površinu, a proces čišćenja je kontroliran.

Sastav *solvent* (*engl.* otapalo) gelova je ugušćivač Carbopol EZ-2, surfaktant (iz *engl. surface acting agent*, u prijevodu, površinski aktivne supstance) Ethomeen C-25 za polarna otapala /ili C-12 za nepolaro otapalo. *Solvent gelovi* su rizični za moderne slike. Vodeni gelovi kontrolirano donose vodu na površinu slike. To su ugušćivači na bazi guma (Xanthan guma); na bazi metilceluloze (Klucel, Benecel, Blanose), na bazi poliakrilne kiseline (Carbopol, Pemulen TR- 2 (ugušćivač i emulgator).

Silikonskim gelovima baza je Velvesil. Emulzije su otapala u vodi, i voda u otapalu, a mikroemulzije još nisu široko usvojene.



Slika 21 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, sonda čišćenja u sloju damar laka; detalj slike Snimila Tamara Ukrainčik (2009.)



Slika 22 *Bogorodica umilenija-Eleousa*, nep. autora, 17. st. (?), tempera na drvu, Muzej za umjetnost i obrt Zagreb, detalj, probe čišćenja šelaka; snimila Nives Jakovina (2012.)
Diplomski rad, Nives Jakovina (2012.)



Slika 23 *Raspeće*, nep. autora, 19. st., ulje na platnu, Gradski muzej Varaždin, čišćenje špiritnim *solvent* gelom, detalj slike; snimio Tomislav Sikinger (2010.)
Diplomski rad, Tomislav Sikinger (2010.)



Slika 24 *Bezgrješno začće*, nep. autora, 18. st., ulje na platnu, Franjevački samostan sv. Roka, Virovitica, detalj, vidljivi ostaci preslika preko izvorne plave boje; snimio Mislav Fleck (2012.)
Diplomski rad, Mislav Fleck (2013.)

7 LAKIRANJE

7.1 Priprema smolnih otopina

Željena količina prirodne smole se stavlja u rastvorenu gazu, ili neki stabilan sintetički materijal, te se napravi vrećica koja se poveže i postavi u čistu staklenu posudu. Vrećica mora ostati uspravno u posudi, s krajevima i koncem koji vire van. Zatim se ulijeva otapalo. Vrećica se sljedeći dan podigne iz posude. Prostorija ne smije biti hladna. Nekada je potrebno više dana da se smola otopi. Na dnu gaze ostaju nečistoće.



Slika 25 Damar smola u gazi, uronjena u terpentin, 1. dan



Slika 26 Damar smola rastopljena u terpentinu, 2. dan



Slika 27 Gotovoj otopini laka dodaje se Tinuvin 292



Slika 28 Na staklenku se bilježe točne količine sastojaka u laku i datum kada je otopina izrađena

Otopinu laka izradila i postupak snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Sintetske smole nije potrebno stavljati u gazu, već se mogu direktno uroniti u otapalo.



Slika 29 MS2A smola se direktno stavlja u otapalo



Slika 30 Smola se povremeno promiješa



Slika 31 Gotovoj otopini laka dodaje se Tinuvin 292



Slika 32 Otopinu laka izradila i postupak snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Otapanje se može ubrzati miješanjem na magnetnoj miješalici, povremenim miješanjem taloga i otapala ili zagrijavanjem u vodenoj kupelji.

Na kraju se dodaje UV-stabilizator Tinuvin 292 (osim u Paraloid B-72; pogledati u poglavlje **2.2.2 Stabilnost boje**).

Ako se rade mat lakovi, tada se UV-stabilizator dodaje poslije sredstava za matiranje (vidjeti u poglavlje **5.1.1 Dodatak smolnoj otopini**).

Na staklenku uvijek treba zabilježiti točne količine sastojaka u laku i napisati datum kada je otopina izrađena. Dobro zatvorena staklena posuda ne smije stajati na svjetlu (ni dnevnoj niti umjetnoj rasvjeti), niti u prehladnom prostoru. Dobro je da je pohranjena u ormaru s kontroliranim klimatskim uvjetima. Najbolje je iskoristiti lak u roku tri tjedna, maksimalno do šest mjeseci.

7.1.1 Određivanje koncentracije otopine

Koncentracija smolne otopine se izražava u postocima (%) cijele količine otopine laka, smole i otapala. Možemo koristiti omjere masa prema volumenu (m/v) ili masa prema masi (m/m). Uobičajena praksa kod restauratora je masa prema volumenu.

- ✓ Masa na masu: 25 grama smole i 75 grama otapala = 100 grama otopine laka
- ✓ Masa na volumen: 25 grama smole na 75 ml otapala = približno 100 ml otopine laka

"Približno", jer se uzima u obzir gustoća smole (u većine smola odgovara: 1 g smole = 0,8 ml volumena). Npr. za izradu 100 ml 30% otopine Mowilitha 30, otopi se 30 g smole u 70 ml otapala. Nakon što se smola otopi u začepljenoj posudi, u njoj će biti 95 ml otopine. Jednostavno se doda 5 ml otapala da bi se dobio željeni volumen otopine. Da se pojednostavi postupak, ucrtta se volumenska podjela na posudama koje se koriste za spravljanje smolnih otopina (Vokić, 2012: 95).

7.2 Uvjeti potrebni za lakiranje

Lakira se u toploj prostoriji, preporuka je da temperatura bude iznad 22 °C, a trebala bi ostati ista dok se lak ne osuši.

Zrak u prostoriji mora biti suh, bez propuha, kako se ne bi dizala prašina. I najmanje prisustvo vlage može izazvati magljenje, odnosno cvjetanje laka ili plavu maglicu. To je naročito bitno kada se lakira lakovima koji u sastavu imaju prirodne smole (damar, mastiks, pogotovo šelak). Sintetičke smole su fleksibilnije i manje osjetljive na vlagu. Sušenjem laka zbog isparavanja otapala hladi se film laka, pa se vlaga iz okolnog zraka kondenzira na površini. Ako ne ishlapi iz laka, uzrokovat će mat efekt.

Ako se radi o svježje naslikanoj uljenoj slici, ona se mora sušiti barem jednu godinu da se može lakirati. I onda je samo površinski suha, ako su nanosi boje deblji i pastozni.

7.3 Metode nanošenja lakova

Prije lakiranja slika treba biti suha i čista, obrisana suhom mekanom krpicom ili spužvom. Ako na slici postoji lak, mora se znati hoće li ovaj novi rastopiti lak ispod njega, u tom slučaju se novi lak nanosi sprejom, nikako kistom. Ako je stari lak uklonjen, tada više nema ni prašine i prljavštine, a ako postoji, površinsku prašinu i prljavštinu treba odstraniti. Način nanošenja sloja laka na te slike ovisi o stanju laka i tehnici retuša. Ako je lak uklonjen, novi lak se može aplicirati utrljavanjem, kistom ili valjkom. Ako je retuš izveden vodenim medijem (akvarel, gvaš), onda se smolni lak

isto tako može aplicirati na navedene načine. Ako je retuš izveden smolnim, ili smolno-uljanim medijem, onda se slika može lakirati kistom samo ako se dulje vremena sušila, premda i to treba raditi s oprezom. Takve slike je bolje lakirati prskanjem zračnim pištoljem, ili sprejom. Lakove treba nanositi u što tanjem sloju, jer je žućenje i tamnjenje laka manje primjetno na tankim nanosima laka. Magljenje/cvjetanje laka češće se događa na debelo nanesenim lakovima. Ako na sliku treba nanijeti deblji sloj laka, svakako je bolje postaviti nekoliko tanjih slojeva koji će se prosušiti prije nanošenja sljedećeg sloja. Uvijek je bolje nanositi više tanjih slojeva laka, nego jedan deblji sloj, jer tako sjaj laka biva ujednačenijim. Način nanošenja laka određuje završni sjajni odnosno mat izgled površine slike (Nicolaus, 1999: 321).

Uobičajeno je i da se slika konsolidira lakom manje koncentracije (5-10 %) prije kitanja i retuša te se poslije tih faza lakira prskanjem, ili ponovno kistom. Konsolidiranje lakom prije kitanja i retuša izvodi se iz etičkog razloga; tako su izvorni slojevi izolirani od nadoknada koji slijede (kitanje i retuš). Ujedno, time je i omogućeno lakše uklanjanje viška kista s lakirane površine slike.

Lakovi se najčešće nanose kistom i prskanjem, rjeđe utrljavanjem mekom tkaninom ili staničevinom, vrlo rijetko valjkom.

7.3.1 Nanošenje laka kistom

Ako nema bojazni da će se (smolni) retuš na slici razmazati uslijed lakiranja slike kistom, slika se postavi horizontalno, te se premazuje. Ne smije biti previše otopine laka na kistu, ali kist ne smije biti ni suh. S kistom lak najbolje ulazi u sliku, a time i u samu boju, te je ona bolje zasićena. Kistom se bolje intenzivira boja, pa je taj način najčešći izbor restauratora, barem u prvom sloju nanošenja laka; drugi sloj može biti lak u spreju. Ako bude previše laka, on se može „izgurati“ kistom, ili se višak može obrisati s kista, ili pak rastrljati finom svilenom krpom ili staničevinom sa slike. Kistom se može i regulirati sjaj površine. Ako ne želimo da je slika presjajna, kistom istrljamo lak u svim smjerovima. Sjajan lak se može nanositi u više (prosušenih) slojeva i u svim smjerovima, dok mat - lak, koji u sebi ima vosak, samo u jednom smjeru i u jednom sloju; ako se stavlja više slojeva, površina slike ima neujednačen izgled. Slike na drvenom nosiocu manje upijaju, te se lak na njima duže suši i potrebno ga je više razmazivati, dok su slike na platnu porozne, brže upijaju, te se i brže (površinski) suše. Sastav laka, odnosno otapalo, a ne smola, određuje način lakiranja i nanošenja laka. Ako otapalo prebrzo hlaplji (npr. alkohol, aceton), kist nije opcija, tako da se kistom nanose lakovi koji u sebi imaju sporo hlapiva otapala (npr. terpentinsko ulje ili ShellSol T).



Slika 33 Lakiranje kistom; snimila Ana Sokač (2017.)

7.3.2 Sprejanje zračnim pištoljem za prskanje, sprejom ili „puhalicom“

Prema Vokiću (2012: 100-102) tim načinom je omogućen najveći izbor površinskog izgleda, izveden istom lak otopinom, od sjajnog do mat. Općenito, sprejanje pod većim tlakom, s veće distance, s bržim pomicanjem prskalice i otapalima koja brzo hlape daje više mat izgled slike (laka). Tlak se regulira ovisno o željenom efektu, viskozitetu otopine i širini mlaza, te prema veličini slike. Sprejanje omogućuje jednoličniji nanos laka, moguće je naknadno nanošenje na onim mjestima gdje je slika više upila lak. Ako se kistom na tim mjestima ponovo nanosi lak, vide se potezi i rubovi kista. U svakom slučaju, potrebno je koristiti kvalitetnu prskalicu, s kojom je moguće regulirati protok, širinu i oblik mlaza. Uz to, potrebna je spretnost i višegodišnja praksa da se tim načinom postigne željeni efekt. Gotovi komercijalni lakovi upakirani u staklene boce nisu prilagođeni prskalicama, nego kistu. Boce (metalne) u spreju ne ispuštaju jednolično mlaz, već je on u sredini gušći, te plohe slike koje su zahvaćene tim dijelom mlaza budu sjajnije, jer je tu deblji nanos laka.

Sprejanje je svakako bolja opcija ako je retuš na slici izveden smolnim (ili uljeno-smolnim) medijem, jer bi ga se kistom „raznijelo“. Sprejanje ne zasićuje boju kao lakiranje kistom; lak bude tanji i time je umanjena njegova zaštitna uloga na slici, jer je osjetljivija na mehanička oštećenja i prljavštinu. No, zato što sprejanjem lak ne penetrira tako „duboko“ kao kod lakiranja kistom, manja je opasnost od djelovanja otapala na sve slojeve slike.

Dok se kistom lak nanosi isključivo na sliku koja je smještena horizontalno na čvrstu sigurnu plohu, sprej se može prskati i na sliku koja je okomito smještena na štafelaju. To se pogotovo odnosi na slike velikih formata. Uslijed prskanja slike, koja je tako smještena, moguće je da neki dijelovi slike budu više mokri, pa da lak curi. Ako je slika u horizontalnom položaju, kapljice spreja se mogu osušiti tijekom prskanja, prije nego što dospiju do površine slike. Neki restauratori i danas preferiraju usnu prskalicu (puhalicu), koja se koristila još u 19. st. Upotrebu zračnog pištolja kao metodu naveo je 1930. godine Helmut Ruhemann na *Prvoj međunarodnoj*

konferenciji studija znanstvenih metoda za ispitivanje i očuvanje umjetničkih dijela (Scientific Methods in the Examination and Conservation of Artworks) u Rimu i otada se on redovito koristi piše von der Goltz (Hill Stoner i Rushfield, 2012: 637-638).

Prskanje laka, na horizontalno smještenu sliku na stolu ispred prozora, koristeći jako koso svijetlo opisao je i ilustrirao u svojoj knjizi Knut Nicolaus (1999: 323).

7.3.3 Slojevito lakiranje: Iskustva s radionice *Lakovi za slike* u Portu

Tijekom veljače 2014. godine boravila sam, s kolegicom Barbarom Horvat Kavazović, na trodnevnom seminaru/radionici *Varnishes for Paintings: Results from Recent Research, and Practical Applications* (Lakovi za slike: rezultati recentnih istraživanja, i praktična primjena) u organizaciji 20|21 Conservação e Restauro, Lda u Portu, Portugal. Radionica je osmišljena u svrhu upoznavanja konzervatora-restauratora s novim materijalima za lakiranje slika, koji su posljednjih dvadesetak godina na tržištu. Voditelji René de la Rie, Jill Whitten i Robert Proctor već godinama surađuju u ispitivanjima i primjeni tih materijala, te putem radionica rade na njihovom prihvaćanju unutar struke. Cilj radionica je pokazati kako se korištenjem novih materijala, otapala i aditiva na površini slike mogu postići različite teksture i efekti, kako na tradicionalnim, tako i na modernim slikama. U teoretskom dijelu radionice raspravljalo se, između ostalog, i o slojevitom polaganju istih i različitih lakova u svrhu optimalnog odabira (prema estetskom prohtjevima, zasićenju i topljivosti), odnosno uklanjanju laka.

Općenito govoreći, na završni izgled slike utječe metoda nanošenja laka, zatim hlapljivost otapala, te vrsta smole. Lakiranje slika ovisi o podlozi; ako je slika suha, propusna i time upojna, prvi sloj se nanosi sprejom, kako bi se stvorio film na površini slike, te se (nakon što je prvi sloj osušen) kistom nanosi još jedan, ili više slojeva laka. Sprejanje ne zasićuje dobro, niti se lak zadovoljavajuće sliježe kao pri nanošenju kistom, no slabo prodiranje može dati željeni učinak ako se želi dobiti manje zasićena površina boje na slici. Sprejom nanese lak je manje gust i manje štiti od oštećenja; na odgovarajućoj udaljenosti i brzo hlapljivim otapalima može se postići mat površina. Slojevi se mogu graditi kroz više nanošenja vrlo razrijeđenih otopina.

Postavljanjem različitih vrsta lakova, fizička i optička svojstva svake pojedine smole dolaze do izražaja, tako da je konačni rezultat kombinacija najboljih karakteristika svake od njih. Kako bi se postigli različiti efekti na površini slike, važno je znati svojstva pojedinih lakova jer interakcija slojeva laka ovisi o njihovoj topljivosti. Ako je u gornjem sloju polarnije otapalo, može doći do otapanja donjeg sloja laka. Gornji

sloj nije dovoljna zaštita doljnjem sloju laka, tako da u oba treba biti dodan Tinuvin 292. Lakovi se nanose prskanjem ili kistom, prema izboru.

Kombinacije lakova koje su, između ostalih, tijekom navedene radionice demonstrirane, a i u praksi se često koriste, su sljedeće:

✓ Prvi sloj Laropal A 81/ Drugi sloj Regalrez 1094

Postotak prema izboru (uobičajeno je od 15-25 %) smole Laropal A 81 u 50 ml ShellSola A i 50 ml ShellSol D40/postotak prema izboru (isti kao što je i kod smole u prvom sloju) smole Regalrez 1094 u 100 ml ShellSola D 40. U obje smole ide Tinuvin 292, 2 % prema masi smole.

Laropal A 81 lak se nanese kistom zbog boljeg zasićenja površine slike. Smola Laropal A 81 od svih sintetskih smola je optički najbliža damaru, ima prilično široku distribuciju molekularne težine, te se dobije ujednačena i jednolika površina slike. Ako je potrebno, može se i dodatno staviti još jedan sloj istog laka, prskanjem. Ujedno je dobro tada za retuš koristiti Gamblin boje (Gamblin Conservation Colours) jer im je baza upravo ta smola. Završni lak je Regalrez 1094, koji može biti nanošen kistom ili prskanjem. Ako se želi postići manje zasićenje boje, ili se želi dobiti mat izgled slike, u završni lak se dodaje mikrokristalinski vosak Cosmolloid 80H (maksimalno 5 do 10 % na ukupnu masu smole).

✓ Prvi sloj Paraloid B-72/ Drugi sloj Regalrez 1094

Postotak prema izboru (uobičajeno je od 5-10 %) smole Paraloid B-72 u 100 ml ShellSola A /postotak prema izboru (uobičajeno od 15-25 %) smole Regalrez 1094 u 100 ml ShellSola T. Tinuvin 292; 2 % prema masi smole, ide samo u Regalrez 1094 lak.

Polimer, Paraloid B-72 jako dobro nivelira upijajuće površine, bolje od Laropala A 81. Ako se radi o izrazito upijajućoj površini, bolje ga je nanijeti prskanjem. On dobro ne zasićuje boje, površina izgleda pomalo plastično, umjetno; no kada se na njega stavi sloj nekog drugog laka, npr. Regalreza 1094, onda se taj efekt izgubi.

✓ Prvi sloj Paraloid B-72 / Drugi sloj Laropal A 81 / Treći sloj Regalrez 1094

Postotak prema izboru (uobičajeno je od 5-10 %) smole Paraloid B 72 u 100 ml ShellSola A / Postotak prema izboru (uobičajeno je od 15-25 %) smole Laropal A 81 u 50 ml ShellSola A i 50 ml ShellSol D40/ postotak prema izboru (uobičajeno je od 15-25 %) smole Regalrez 1094 u 100 ml ShellSola T. U smole Laropal A 81 i Regalrez 1094 ide Tinuvin 292 2 % prema masi smole; u Paralod B-72 ne treba.

Kako bi se postepeno gradila željena površina slike, moguće je kombinirati i tri različita laka. Paraloid B- 72 lak ovdje je izolator izvorne slike, prije kitanja i retuša. S obzirom na to da brzo hlapi, najbolje ga je nanositi prskanjem. Zatim se može retuš izvesti akvarel ili gvaš bojama, te se onda postavlja Laropal A 81, kistom ili

prskanjem, na kojem se dalje može doraditi retuš Gamblin bojama (Gamblin Conservation Colours). Na kraju se kao završni postavlja Regalrez 1094 lak, kistom ili prskanjem. Ako se želi postići manje zasićenje boje, ili se želi dobiti mat izgled slike, u završni lak se dodaje mikrokristalinski vosak Cosmolloid 80H (maks. do 5-10 % na ukupnu masu smole).

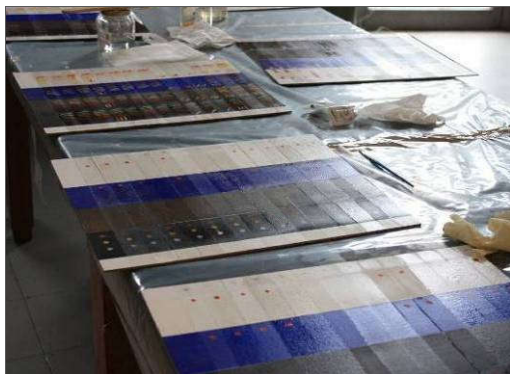
Prema modelu radionice u Portu, a uz suglasnost voditelja i organizatora, kolegica Barbara Horvat Kavazović i ja održale smo predavanja i radionicu *Lakovi za slike - iskustva s radionice u Portu* iste godine u Zagrebu na našem Odsjeku te na Odsjeku za konzervaciju i restauraciju Umjetničke akademije Split.



Slika 34 Voditelji radionice u Portu; Jill Whitten, Robert Proctor i René de la Rie
Snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)



Slika 35 Jill Whitten pokazuje lakiranje u više slojeva, s različitim smolnim otopinama
Snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)



Slika 36 Probe lakiranja su se izvodile na drvenim pločama
Snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)



Slika 37 OKIRU/ALU Zagreb
Snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)



Slika 38 Pripremanje smolnih otopina na Odsjeku za konzervaciju i restauraciju UMAS, Split
Snimila Sagita Mirjan Sunara (2014.)



Slika 39 Probe lakiranja na Odsjeku za konzervaciju i restauraciju UMAS, Split
Snimila Sagita Mirjan Sunara (2014.)

8 ZAKLJUČAK

Lakovi na slikama donekle štite slike od mehaničkih oštećenja, prljavštine i prašine, ali je ne mogu štiti od vanjskih utjecaja; atmosferskog zagađenja, vlage, topline i UV-zračenja.

Lak omogućuje lakše čišćenje površine slike.

Zaštitna uloga lakova na štafelajnim slikama je zbog njihovih svojstava vremenski ograničena, niti jedan lak ne zadovoljava sve uvjete i nije idealan.

Prirodni lakovi ubrzano žute zbog autooksidacije, gube sjaj i prozirnost, no moguće ih je stabilizirati dodatkom Tinuvina 292. Ako su čuvane u muzejskim uvjetima (UV-filteri na prozorima, UV zračenje ispod 400 nm), lak će vršiti svoju zadaću.

Lakovi poliakrilnih visokomolekularnih smola (Paraloid B-72) smatraju se najstabilnijima (osim Paraloida B-67), no ne zasićuju boju, a i za njihovo uklanjanje su potrebna jača polarna otapala, što predstavlja veliki nedostatak.

Malomolekularni sintetski lakovi Laropal A 81 i Regalrez 1094, za sada pokazuju najstabilnija fizikalno-kemijska svojstva, uz stabiliziranje Tinuvinom 292. Lako su topljivi u alifatskim i blago aromatskim ugljikovodicima te njihovo uklanjanje ne utječe na druge slojeve slike.

Izbor laka jako utječe na završni izgled slike, a odluka kojim lakom će slika biti zaštićena, uglavnom je uvijek na konzervatoru-restauratoru.

Poznavanjem materijala, stjecanjem iskustva u radu i dijeljenjem tih iskustava s ostalim kolegama, proširuju se znanja u pravilnoj primjeni lakova na slikama.

9 RECEPTI

9.1 Tradicionalni recepti (16 recepata)

Navedeni recepti su izbor iz pisanog materijala dvodnevnog seminara *Varnishes/Autenticity and Permanence* (Lakovi: autentičnost i trajnost), održanog u organizaciji Canadian Conservation Institute – CCI, u Ottawi, Kanada, rujan 1994. godine. Voditelji su bili Leslie Carlyle i James Bourdau.

9.1.1 Mastiks lak

1) *Tungryev mastiks lak (1804.)* „Najbolja vrsta laka za vrijedne slike:

Uzmi 12 unci (1 unca= 29,57 mililitara; op. T.U.) očišćenog i opranog mastiksa. Dolijevaj 1 i 1/2 unce terpentina i ½ unce kamfora. Dodaj 5 unci bijelog stakla [Stakleni prah pojavljuje se u nekim starim receptima za boje i lakove i često se misli da je to greška u tisku, no nije tako. Više je mogućih razloga zašto se ono stavlja: a) mljeveno staklo pomaže u mljevenju nekih smola, guma i pigmenata jer ih čuva od lijepljenja u masi; b) olovno staklo, kao što je olovni kristal ili kremenasto staklo, sjajnije je te ima veći indeks loma svjetlosti (IR) što uzrokuje povećanje refleksije. Obično staklo ima IR od 1,5 dok dodavanjem olova ima raspon do 1,7. Američke znanstvenice Barbara Berrie iz Nacionalne galerije umjetnina u Washingtonu i Louisa C. Matthew iz Union Collegea u Schenectadyu, otkrili su da se u paleti Tintoretta i drugih venecijanskih slikara nalazi stakleni prah iz Murana koji pruža izvanredni luminozitet; c) olovo iz stakla ubrzava sušenje (prema navodu tehničkog direktora sjevernoameričke tvrtke Natural pigments O'Hanlona, 2004 i usmenoj predaji Jurice Matijevića, 2018); op. T.U.]. Dodaj hlapivu esenciju terpentina, 36 unci Kamfor je usitnjen, a terpentina se dodaje gotovoj otopini smole...hlapiva esencija terpentina se preporučuje za lak zato što se sporo destilira bez posredne supstance, a zbog dvostrukog postupka pročišćavanja (str.133).“

Izvor: Tingry, Pierre Francois, *The painter and varnisher's guide, or, A treatise, both in theory and practice, on the art of making and applying varnishes, on the different kinds of painting; and on the method of preparing colours both simple and compound ...*, G. Kearsley, London, 1804, str. 133

2) *Neilov najbolji mastiks lak (1833.)* “ Dobar lak za slike:

Stavi 5 funti (1 funta= 0,46 kilograma; op. T.U.) dobro izabranog mastiksa u tanku staklenu bocu, zapremnine četiri galona (1 galon=3,78 litre; op. T.U.); pripremi 2

funte stakla sitno smljevenog, veličine zrna ječma; operi ga nekoliko puta, nakon toga ga dobro posuši i stavi u staklenu bocu s dva galona terpentina koji je odležao neko vrijeme; stavi komad mekane kože ispod čepa, postavi kositar na vreću, na tezgu, stol, na bilo što solidno; počni tresti kositar, rolajući ga naprijed i nazad, tako da prouzročiš da se smola, staklo i terpentinske pjene barem četiri sata, kada lak može biti prebačen u drugu, dovoljno čistu i veliku bocu. Ako smola nije rastopljena, vrati sadržaj u prvu bocu i tresti kao prije, sve dok se smola ne otopi, zatim to procijedi kroz tanki muslin u čistu bocu; ne zatvaraj bocu, tako da zrak može ulaziti, ali ne i prašina; pusti da odstoji barem devet mjeseci prije nego što se koristi, što dulje stoji, postaje tvrdi, i osjetljiviji na hladnoću i magljenje.“

Izvor: Neil, J. Wilson, Transactions of the Society, Instituted at London, for the Encouragement of Arts, Manufactures, and Commerce: with The Premiums Offered for the Years 1832-33 and 1833-34, Society House, London, 1833, str. 81-82

3) *Mérimée/DeBurtinov Chios mastiks lak (1839.-1845.)*

„Funti najbistriji i najčišći mastiksa u perlicama, koje ja postavim u čistu staklenu bocu s dovoljno ravnim dnom, dodajem dvije funte terpentinskog ulja, kojeg izaberem da je bistar i čist kao najčišća voda. Po ljeti izložim staklenu bocu suncu: zimi je udaljim od vatre. Prvi dan ili dva, tresem je čvrsto i što je moguće češće, ako treba i svakih pola sata, kako bi se perlice mastiksa što bolje sljubile s terpentinom. Kada stvore samo jednu masu na dnu boce, trešnja služi da se proširi i na gornji, viši dio, koji je već na pola otopljen, i prima otapalo iz donjnjeg dijela. Rijetko je potreban cijeli tjedan da je otopina gotova ako se boca dobro tresu i ako je izložena suncu. Najčešće je dovoljno jedan ili dva dana. Ako se nekome žuri, može pribjeći umjereno ugrijanoj pješčanoj kupelji; ali to sugeriram samo u slučaju ako je nužno, uvijek radije biram lak koji je napravljen po sporom postupku. Nikada se nisam slagao s onima koji rade lak na brzoj vatri, jer taj lak uvijek ima tendenciju da brzo žuti.“

Izvor: De Burtin, Francois Xavier, *Treatise on the knowledge necessary to amateurs in picture*, London, Longman, Brown, Green, and Longmans, London, 1845, str. 297

4) *Stoutov mastiks lak*

Slijediti upute i količine iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; 200 g mastiksa u 400 g pročišćenog terpentina (terpentinskog ulja) što je 44 % smole u otopini.

Izvor: nije naveden

5) Vremešan (više, pa i nekoliko desetaka godina odstajala smola, op. T.U.) mastiks lak s modernim otapalima

Slijediti upute iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; 56.7 g mastiksa u 90.09 ml 18 %-tnog aromatskog mineralnog spirita i 90.09 ml ksilena, što je 31 % smole u otopini.

Izvor: nije naveden

6) Svježi mastiks (ksilen)

Slijediti upute iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; 31 % mastiksa u ksilenu

Izvor: nije naveden

9.1.2 Damar lak**7) Damar lak prema Neilovom receptu**

Slijediti upute i količine iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; umjesto mastiksa staviti damar; 226.8 g damara u 727.25 ml pročišćenog terpentina što je 31 % smole u otopini.

8) Vremešan damar lak s modernim otapalima

Slijediti upute i količine iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*, koristeći moderna otapala koja u sastavu imaju 50 % mineralnog spirita (10 % aromatskog) i 50 % ksilena.

Izvor: nije naveden

9) Svježi damar (ksilen)

Slijediti upute iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; 31 % damara u ksilenu

Izvor: nije naveden

10) Svježi damar s modernim otapalima

Slijediti upute iz *Neilovog najboljeg mastiks laka*; isto kao i br. **8**), ali pripremiti neposredno prije nanošenja laka.

Izvor: nije naveden

9.1.3 Kopal lak (1799.)

11) Kopal u alkoholu

„Rastopiti kopal u alkoholu. Otopiti pola unce kamfora u pinti (1 pinta = 0.47 litre, op. T.U.) alkohola; staviti u protočno staklo, i dodati četiri unce kopala u malim komadima; postaviti u vrući pijesak, tako reguliramo da se mjehurići mogu nadgledati dok se dižu s dna; i nastaviti grijati dok se stvori otopina. Kamfor djeluje moćnije sa kopalom, bolje od bilo kojeg drugog sastojka kojeg sam isprobao. Ako je kopal fino smljeven, zajedno s malom količinom kamfora u mužaru, sve se pretvara u finu koherentnu masu. Na ovaj način će se otopiti više kopala nego u hladnom otapalu. Najekonomičnije je postaviti posudu u kojoj je otopina nekoliko dana ranije; i kada je savršeno pripremljena, izliti bistri lak, a ostatak ostaviti da se može koristiti u budućnosti. To je najbistrija otopina kopala kojeg sam ikada vidio: to je izvrstan lak za slike, i možda se može pronaći u finim japanskim djelima.“

12) Kopal u terpentinu

„Rastopiti kopal u terpentinu: koja god količina treba biti otopljena, mora biti stavljena u prostranu staklenu posudu. Uzmi dvije unce usitnjenog kopala i stavi ga u pogodnu (staklenu, op. T.U.) posudu. Miješaj pintu terpentina sa 1/8 spirita amonijačne soli; protresi ih dobro zajedno; dodaj ih kopalu; začepi plutom staklo, zaveži preko toga žicu, tako da si napravio malu rupicu u plutu. Postavi staklo u vrući pijesak i reguliraj tako da sadržaj proključa, ali nježno, tako da se mjehurići mogu izbrojati kada se dižu s dna. Ista toplina mora biti sve dok otopina nije gotova. Potrebna je biti pažljiv kako bi ova operacija bila uspješna.“

Izvor za oba recepta: autor Sheldrake, *Transactions of the Society, Instituted at London, for the Encouragement of Arts, Manufactures, and Commerce: with The Premiums Offered in the Years 1799*, W. i C. Spilsbury, Snow -hill, London, 1799, str. 287-292

9.1.4 Mješavine smola

13) Lak miješan od više različitih smola: Lak za očuvanje slika (1808.)

„Za ovu namjenu neki su preporučili sljedeći sastav: pola funte sandaraka; jedna unca i pol Venecijanskog terpentina; tri četvrtine unce anime (biljna smola, op. T.U.) i kopala; pola unce mastiks; benzoj, elemi i bijela smola, svaka dvije drahme (jedinica težine koju su ranije koristili apotekari, što je otprilike osam unci, op. T.U.), i jedna funta pročišćenog alkohola. Benzoj i anima, usitnjeni u prah, se stave s

Venecijanskim terpentinom u bočicu s osam unci alkohola; kopal i smole, usitnjeni u prah, se isto stave u bočicu sa šest unci, i elemi smola s dvije unce alkohola. Nekoliko bočica se učestalo mućka, sve dok se smole rastope; tada se otopina procijedi kroz fino laneno platno u bocu, i kada je mješavina odstajala nekoliko dana, procijedi se dok ne bude bistra, i čuva se u odvojenim bocama, spremna za upotrebu. Neki zamijene kopal sarcocollom (biljni balzam, op. T.U.).“

Izvor: autor anonim, A Compendium of Colors, and Other Materials Used in the Arts Dependant on Design, with Remarks on Their Nature and Uses: Including the Method of Drawing in Chalk, Crayons, &c. of Painting in Water Colors, Crayons, &c. of Engraving in Strokes, Chalks, Mezzotinto, Aquatinta, &c. of Modelling, and of Sculpture, &c., publicirao Charles Taylor, London, 1808, str.76-77

9.1.5 Kolofonij lak

14) Kolofonij u terpentinu; *terpentinski lak* (1825.)

„Terpentinski lak. Uzmi pet funti dobrog bistrog kolofonija, jako ga usitni, i stavi u galon terpentinskog ulja; prokuhaj mješavinu nad peći, sve dok smola nije savršeno rastopljena, a kada se ohladi bit će spremna za upotrebu.“

Izvor: autor anonim, The Painter's and Varnisher's Pocket Manual, etc, Printed for Knight and Lacey, patentoster-Row, and Westley and Tyrell, Dublin, London, 1825, str. 46

9.1.6 Šelak lak

15) *Fieldsov bijeli lak* (1827.)

„Postupak gospodina Fieldsa ide ovako:- Šest unci šelaka, grubo stucanog, otopi se u umjereno toploj pinti pročišćenog alkohola. Dodaje se izbjeljivač, napravljen od rastopljenog pročišćenog kalijevog karbonata u vodi, i impregniran s klorom sve dok se silicij staloži, a otopina postane neznatno obojena. Od gore navedenog izbjeljivača dodaj jednu ili dvije unce alkoholne otopine laka, i miješaj cijelo vrijeme; potrebno je vrijeme da se zapjeni, i dok se to razvija, dodaj još izbjeljivača, i nastavi s procedurom sve dok boja mješavine izbljedi. Sada se dodaje drugi izbjeljivač, napravljen od klorovodične kiseline s tri puta toliko vode, i to se ulijeva u pulverzirano crveno olovo (vjerojatno se misli crveni pigment- crveni olovni oksid, opaska T.U.), dok ne pobijeli. Od tog izbjeljivača, male količine se dodaju na pola izbijeljenoj otopini laka, dok se ne zapjeni, a za to treba vremena svaki put kada se ulijeva svježi dio. To se nastavlja dok se lak, sada bijeli, ne odvoji od destiliranog alkohola. Tekućinu koja pliva na površini sada treba izliti, a lak se ispire više puta pod vodom te se što bolje procijedi, i osuši u

tkanini. Lak dobiven u prethodnom postupku, treba rastopiti u pinti alkohola, više ili manje, ovisi o željenoj čvrstoći laka; i, nakon što odstoji neko vrijeme na toplom, iz bistre tekućine, koja je lak, treba ukloniti talog. "Bijeljeni šelak lak" kaže gospodin Field, „pripremljen na ovakav način, i upotrebljen na temperaturi ne manjoj od 60°, suši se za nekoliko minuta i nakon toga se ne može ohladiti, ili zamagliti: Zato je prikladna za crteže i otiske velikog formata; i može se sigurno i povoljno koristiti za uljane slike, koje su naslikane prije dovoljno vremena, i daje boji najčišći učinak. Njegova kvaliteta sprječava zamagljivanje pozlate i čini ga dragocjenim lakom za kožu kod uvezivanja knjiga, što se već pokazalo uspješno jer nije osjetljiv na toplinu ruku, i odolijeva vlazi koja veže plijesan.“

Izvor: autor anonim, Transactions of the Society, Instituted at London, for the Encouragement of Arts, Manufactures, and Commerce: with The Premiums Offered in the Years 1827, London, 1827, str.59-61

9.1.7 Lak od bjelanjka

16) *Cawsov privremeni lak od bjelanjka (1822.)*

„Najbolji lak za sliku koja je nedavno naslikana a treba biti spremna na izložbu, je mješavina je brendija, bjelanjka od jajeta i nekoliko kapi soka od češnjaka nanesenih na sliku koja je u horizontalnom položaju. Češnjak čuva sliku od onečišćenja muha. Da se ukloni ovaj pripravak, koristi spužvu i čistu vodu sve dok ne nestane pjena, i kada je suho, nanesi lak.“

Izvor: Cawse, John, Introduction to the art of painting in oil colours, Printed for R. Ackermann & Co., 101, Strand, By J. Diggins, Saint Ann's Lane, London, 1822, str. 9

9.2 Suvremeni recepti (14 recepata)

Navedeni recepti su izbor iz pisanog materijala trodnevnog seminara *Varnishes for Paintings: Results from Recent Research, and Practical Applications* (Lakovi za slike: rezultati recentnih istraživanja i praktična primjena), održanog u veljači 2014. godine, u organizaciji 20|21 Conservação e Restauro, Lda u Portu, Portugal. Voditelji su bili René de la Rie, Jill Whitten i Robert Proctor.

Standardni raspon postotka smole u otopini laka za lakiranje slika je od 10 do 25 %. Izuzetak je lak sa Paraloidom B-72 za kojeg je dovoljno 5 do 10 % mase na 100 ml otapala. Ovdje su prikazani recepti s cca 13 % smole u otopinama laka, odnosno 15 g mase smole na 100 ml otapala. Na seminaru u Portu masa smole na 100 ml otapala

bila je 25 g, s izuzetkom smole Paraloida B-72, koja je bila kao i u ovim receptima 5, odnosno 10 g na 100 ml otapala.

Tinuin 292 se dodaje u postotku prema masi smole ili ukupnoj masi krutine u otopini laka. Za sintetsko- smolne lakove dodajemo 2 %, a za prirodne smolne lakove 3 % na ukupnu masu krutine u otopini.

✓ npr. 15 g Laropal A 81 množimo s 2%, tj. $0.02 = 0.3$ g Tinuvina 292

✓ npr. 15 g damara množimo s 3%, tj. $0.03 = 0.45$ g ≈ 0.4 g Tinuvina 292

U receptu koji sadrži više od jedne smole ili Kraton gumu, Tinuin 292 dodaje se u postotku ukupne mase krutina. Masa Tinuvina 292 se zaokružuje na desetinku grama (tj. 0.23 \rightarrow 0.2).

9.2.1 Damar ili mastiks (3% Tinuvina 292)

- 1) 15 g u 100 ml rektificiranog terpentina s 0.4 g Tinuvina 292 (3% mase smole)
- 2) 15 g u 15 ml ShellSola A100 i 85 ml ShellSola D40 s 0.4 g Tinuvina 292 (3% mase smole)
- 3) 15 g u 100 ml nearomatskog *white spirita* ShellSola D40 s 0.4 g Tinuvina 292 (3% mase smole)

9.2.2 Paraloid B-72 (Tinuin 292 nije potreban za Paraloid B-72)

- 4) 10 g u 50 ml ksilena/50 ml ShellSola A100
- 5) 10 g u 100 ml ShellSola A100
- 6) 5 g u 100 ml ShellSola A100

9.2.3 Regalrez 1094 (2% Tinuvina 292 za Regalrez 1094)

- 7) 15 g u 100 ml ShellSola D40 s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase smole)
- 8) 15 g u 100 ml nearomatskog *white spirita* ShellSol T s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase smole)
- 9) 15 g u 100 ml ShellSola D40 s 1.5 g (10% voska Cosmolloid 80H) i 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase krutina)
- 10) 15 g u 100 ml ShellSola D40 s 0.75 g gume Kraton G 1650 (5%) i 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase krutina)

9.2.4 Laropal A 81, aldehidna smola (2% Tinuvina 292 za Laropal A81)

- 11) 15 g u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase smole)

12) 15 g u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, 0.75 g (5%) voska Cosmolloid 80H s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase krutina)

9.2.5 MS2A (2% Tinuvina 292 for MS2A)

13) 15 g u 100 ml ShellSola T s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase smole)

14) 15 g u 100 ml ShellSola D40 s 1.5 g (10%) voska Cosmolloid 80H i 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase krutina)

9.3 Komercijalne lak otopine na bazi smola

Sve svjetski poznate tvornice slikarskog materijala danas proizvode gotove otopine na bazi prirodnih, akrilnih i ketonskih smola, ili smjesa smola. Smole su najčešće otopljene u *white spiritu* (ali npr. u prvoklasanom laku Rembrandt, proizvođača Talens, otapalo je terpentinsko ulje / terpentin), s dodatkom stabilizatora u odnosu na žućenje, te s ili bez dodatka bijeljenog pčelinjeg voska, što utječe na završni sjajni, odnosno mat izgled laka. Pakirane su u staklenkama ili u spreju. U tehničkim listovima nalaze se svi relevantni podaci vezani za određeni proizvod. Za preporučiti su lakovi sljedećih tvornica: LeFranc & Bourgeois, Windsor & Newton, Schminke, Talens, Lukas i Maimeri.

10 VJEŽBE IZRADE I NANOŠENJA LAKOVA - pripremila as. Barbara Horvat Kavazović, mag. konz.-rest.

10.1 Cilj

Kroz ovu vježbu studenti će izraditi lakove koristeći prirodne i sintetske smole i otapala, te ih nanijeti na štafelajne slike na različitim podlogama. Izbor lakova temelji se na rezultatima znanstvenih istraživanja i primjene u konzervatorsko-restauratorskim zahvatima tijekom posljednjih godina, a koji su pokazali zadovoljavajuća svojstva, prije svega stabilnost te otpornost na starenje i promjene uzrokovane vanjskim utjecajima.

Studenti će se kroz postupak nanošenja jednog sloja laka, sušenja (završnog izgleda) te nanošenja drugog sloja i usporedbe osušenih filmova, upoznati s karakteristikama različitih vrsta lakova; usporediti optička svojstva, močenje, tj. zasićenje boje te druge razlike s obzirom na vrstu smole, koncentraciju smole u otopini, vrstu otapala i metodu nanošenja, kao i upojnost različitih podloga. Usporedbom i bilježenjem opažanja u tablicu tijekom nanošenja i nakon sušenja lakova, studente se upućuje na važnost poznavanja svojstava radi dobrog odabira laka za svaku pojedinu situaciju tijekom konzervatorsko-restauratorskog postupka.

10.2 Izvedba

Vježba se izvode tijekom dva dana kako bi pripremili lakove od različitih smola i otapala i omogućili im da se otope te ih nanijeli na pripremljenu podlogu. Lakovi će se nanijeti na sliku A i B.

1. dan - Prvi dan vježba se sastoji od dva dijela - **izrade lakova i nanošenja gotovih lakova** na sliku A - lakiranja.

10.2.1 Izrada lakova

Potrebno je pripremiti četiri vrste laka prema receptima u nastavku - **mastiks lak, damar lak, Regalrez 1094 lak i Laropal A 81 lak**. Prvo treba izvagati smole i izmjeriti količinu otapala za lak. Sastojke treba pomiješati i ostaviti topiti, barem 12 h.

Potrebni materijali za izradu lakova:

- ✓ smole: mastiks, damar, Regalrez 1094, Laropal A 81
- ✓ otapala: ShellSol A, ShellSol D40, ShellSol T
- ✓ aditivi: Tinuvin 292, Cosmolloid 80H
- ✓ ostalo: gaza, čiste staklenke, plastična folija, konac, kistovi, vaga, kuhalo

Recepti:

mastiks (nakon topljenja dodati 3% Tinuvina 292):

15 g u 50 ml ShellSola A i 50 ml ShellSola D40 s 0.45 g Tinuvina 292 (3% mase smole)

damar (nakon topljenja dodati 3% Tinuvina 292 za damar):

15 g u 85 ml ShellSola D40 i 15 ml ShellSola A s 0.45 g Tinuvina 292 (3% mase smole)

Regalrez 1094 (nakon topljenja dodati 2% Tinuvina 292):

15 g u 100 ml ShellSola T i 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase krutina)

Laropal A 81, aldehidna smola (nakon topljenja dodati 2% Tinuvina 292):

15 g u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A, s 0.3 g Tinuvina 292 (2% mase smole) i 0.75 g Cosmolloid 80H

Napomena o Tinuvinu 292

Kako bi lakovi bili stabilni i otporni na promjene uzrokovane ultraljubičastim zračenjem, potrebno je u gotovi lak dodati aditiv **Tinovin 292** u odgovarajućem omjeru. Tinovin 292 se dodaje u postotku prema masi smole. Tri posto se dodaje u prirodne smole (mastiks, damar), a dva posto za stabilnije smole (MS2A, Regalrez 1094, Laropal A 81). Za Paraloid B-72 Tinovin nije potreban.

10.2.2 Nanošenje gotovih lakova

Dok se smole tope, studenti trebaju na sliku A nanijeti već gotove lakove, u svrhu isprobavanja što većeg broja lakova. Potrebno je nanijeti četiri vrste laka, u četiri široka pojasa, kako bi na istoj slici imali bolju mogućnost usporedbe. Nanose se **MS2A, Paraloid B-72, damar lak i Laropal A 81 lak**. Lakovi se nanose kistom, u jednoličnim potezima po širini slike. Opažanja o lakoći nanošenja laka i kontroli razlijevanja, viskoznosti, promjenama optičkih svojstava (završnog izgleda površine i sjaja) potrebno je unijeti u **tablicu 1**.

10.2.3 Potrebni materijali

- ✓ **MS2A lak** (recept: 25 g MS2A u 100 ml ShellSola T s 0.5 g Tinuvina 292 (2% mase smole))
- ✓ **damar lak** (recept: 15 g damara u 100 ml rektificiranog terpentina (terp. ulja) s 0.7 g Tinuvina 292 3% mase smole))
- ✓ **Paraloid B-72 lak** (recept: 15g Paraloida B-72 u ShellSolu A)
- ✓ **Laropal A 81 lak** (recept: 25 g Laropala A81 u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSolaA100, s 0.5 g Tinuvina 292 (2% mase smole))

10.3 Opažanja

VRSTA LAKA	OPAŽANJA - lakoća nanošenja i kontrola razlijevanja, viskoznost, promjena optičkih svojstava - završni izgled i sjaj, druge opaske

Tablica 3 Nanošenje lakova na sliku A

2. dan - Lakovi pripremljeni prethodni dan nanose se u drugom sloju na sliku A. Lakovi se nanose tako da lakiramo samo polovicu pojasa koji smo prethodni dan

lakirali. Tako možemo bolje uočiti završni izgled laka kod slojevitog polaganja. Opažanja kao i prethodni dan, upisujemo u tablicu 1. Iste lakove nanosimo u četiri pojasa na sliku B, kako bi u praksi mogli promatrati svojstva svježe pripremljenih lakova, te usporediti njihova svojstva. Opažanja se bilježe u **tablicu 2**.

Nakon sušenja laka na slikama A i B, kao završni sloj mogu se po potrebi koristiti gotovi, komercijalni lakovi u spreju. Nanose se sljedeći lakovi u spreju: Schminke Acryl Aerospray Glanz, Schminke Acryl Aerospray Matt i Schminke Seidenmatt.

VRSTA LAKA	OPAŽANJA - lakoća nanošenja i kontrola razlijevanja, viskoznost, promjena optičkih svojstava - završni izgled i sjaj, druge opaske

Tablica 4 Nanošenje lakova na sliku B

10.4 Rezultati i zaključak vježbe

Studenti tijekom vježbe nanose lak na sliku A i B, ispunjavaju tablice te uspoređuju opažanja. Popunjene tablice i uredno lakirane slike predstavljaju cjelokupni rezultat vježbe.



**Slika 40 Izrada mastiks laka
Snimila Maja Sučević Miklin (2018.)**



**Slika 41 Izrada Laropal A 81 laka
Snimila Maja Sučević Miklin (2018.)**



**Slika 42 Nanošenje lakova na sliku A
Snimila Maja Sučević Miklin (2018.)**



**Slika 43 Nanošenje lakova na sliku B
Snimila Tamara Ukrainčik (2018.)**



**Slika 44 Lakovi, pripremljeni prethodni dan, nanose se u drugom sloju na sliku A
Snimila Tamara Ukrainčik (2018.)**



**Slika 45 Tijekom vježbi pišu se zabilježke
Snimila Tamara Ukrainčik (2018.)**



**Slika 46 Sprejanje komercijalnim lakom
Snimila Patricia Prevarek (2018.)**



**Slika 47 Završetak vježbi, zaključna diskusija
Snimio Krešimir Perić (2018.)**

10.5 Slikovni prikaz vježbi

Fotografije na sljedećim stranicama snimio je prof. Mario Braun. Različiti izvori svjetla i različite filtracije ukazuju na razlike u lakovima, njihovoj fluorescenciji ili refleksiji. Pobuda je bila rađena na valnim dužinama oko 360 nm (nanometara).

Korišteni su različiti izvori svjetla i različite filtracije tako da je u vidljivom djelu spektra snimano s led rasvjetom od oko 6000 °K (kelvina) uz izvedenu ravnotežu boja digitalnog foto aparata. Snimci ultra ljubičaste fluorescencije i refleksije rađene su s izvorima svjetla od 360 nm, a filtracija je rađena s filterima UV 0 i UV 360. Infracrvena snimanja su obavljena s halogenom rasvjetom od 3400-3200 °K i IC filterom heliopan IR 1000.

Vježbe su izvođene na starim slikama s kolegija *Slikanje* i *Slikarska tehnologija* te su u tu svrhu simulacija „pravih“ slika. Kroz ove vježbe studenti su izrađivali lakove koristeći prirodne i sintetske smole i otapala. Izbor lakova i materijala temelji se na primjenama u konzervatorsko-restauratorskoj struci tijekom povijesti. Recentni materijali koji se danas koriste pokazuju zadovoljavajuća svojstva, prije svega stabilnost i otpornost na starenje i promjene uzrokovane vanjskim utjecajima. Cilj vježbi je da kroz postupak nanošenja više različitih lakova u jednom ili više slojeva, usporedba lakova nakon sušenja, upoznati karakteristike različitih vrsta lakova; optička svojstva, močenje, tj. zasićenje boje, te druge razlike s obzirom na vrstu smole, koncentraciju smole u otopini, vrstu otapala i metodu nanošenja, kao i upojnost različitih podloga. Usporedbom i bilježenjem opažanja u tablicu tijekom nanošenja i nakon sušenja lakova, studente se upućuje na važnost poznavanja svojstava radi dobrog odabira laka za svaku pojedinu situaciju tijekom konzervatorsko-restauratorskog postupka.

Prikaz 1. vježbe (na sljedećoj stranici)

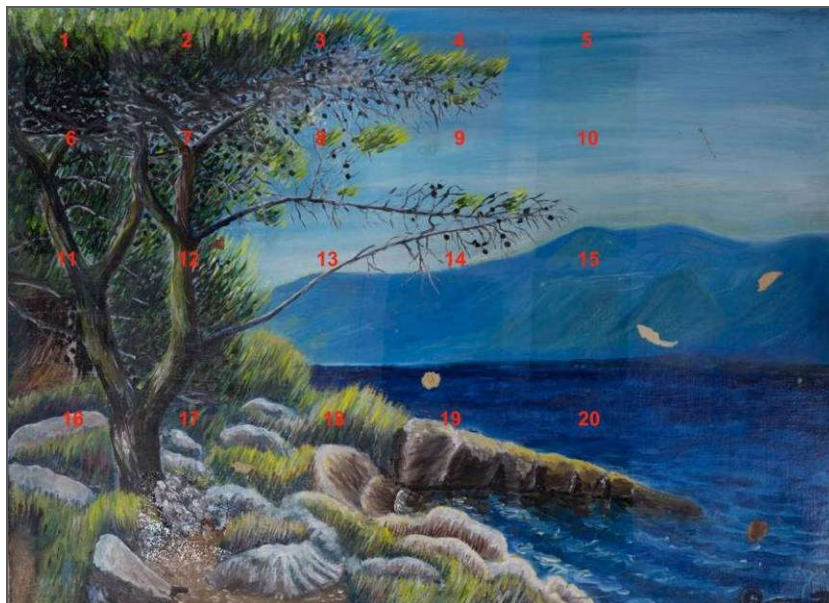
Studenti su nanosili različite vrste otopina komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepila i ostalih materijala na sliku, ulje na platnu).

Otopine lakova, ljepila i ostalo prikazani su pod **crvenim** brojevima, ovim redosljedom: **1)** Damar u terpentinu, 1:5; **2)** Elemi smola u terpentinu, 1:5; **3)** 20 %-tno tutkalo u vodi; **4)** Šelak u špiritu, 1:5; **5)** Damar lak Kremer, smola u terpentinu, 1:2 s dodatkom pčelinjeg voska; **6)** Isto kao 5. **7)** Zaponlack; **8)** 10 %-tno tutkalo u vodi; **9)** 15 %-tni Paraloid B-72 u acetonu; **10)** 10 %-tni Paraloid B-72 u acetonu; **11)** 10 %-tni Mowilith 20 u acetonu; **12)** Pleksisol P 550-40 u *white spiritu* 1:6; **13)** Damar u terpentinu, 1:6 s dodatkom pčelinjeg voska; **14)** 10%-tni Klucel G u špiritu; **15)** 10%-

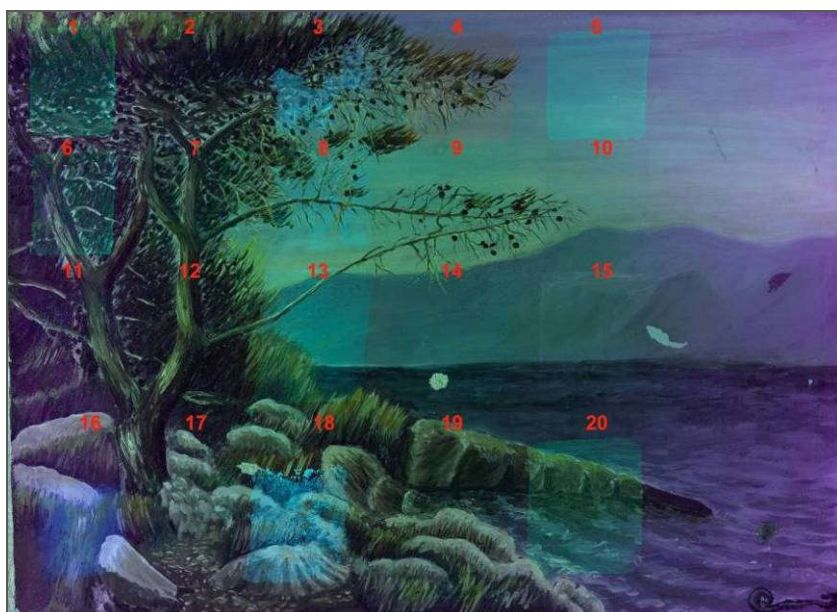
tni šelak u špiritu; 16) Maimeri završni lak u spreju, sjajni; 17) Pebeo mat lak u spreju; 18) Bjelanjak; 19) 5%-tni Klucel G u špiritu; 20) Mastiks u terpentinu, 1:5.

Vježbu su izveli studenti Marko Buljan, Barbara Horvat, Dubravko Jurčić, Dunja Vedriš i Tajana Žarković pod mentorstvom doc. mr. art Eve Winkler i v.as. mr. art Tamare Ukrainčik u akademskoj godini 2007./08..

1. vježba



Slika 48 Na sliku, ulje na platnu, nanese su različite otopine komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepljiva i drugih materijala; pod standardnom rasvjetom snimio Mario Braun (2018.)



Slika 49 Ista vježba; snimak ultraljubičaste fluorescencije (UVF); snimio Mario Braun (2018.)
Vježbu su izveli studenti Marko Buljan, Barbara Horvat, Dubravko Jurčić, Dunja Vedriš i Tajana Žarković (2008)

Prikaz 2. vježbe (na sljedećoj stranici)

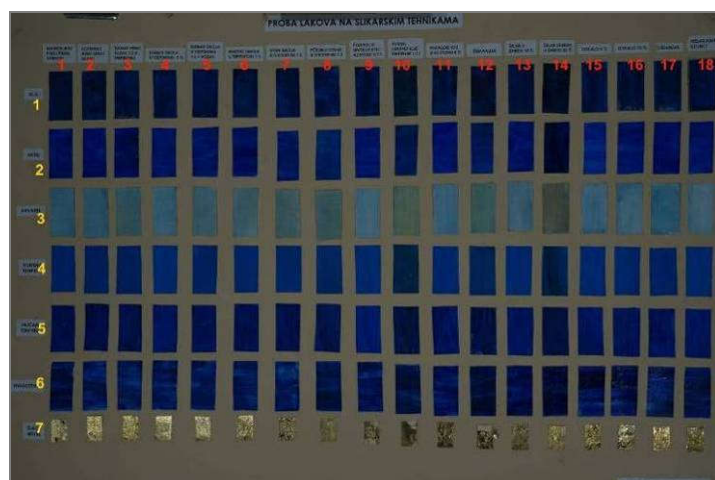
Studenti su nanosili različite vrste otopina komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepila i ostalih materijala na različite slikarske tehnike na prepariranom (tutkalom) papiru.

Otopine lakova, ljepila i ostalo prikazani su pod **crvenim** brojevima, ovim redoslijedom: **1)** Maimeri završni mat lak; **2)** Schminke lak u spreju sjajni; **3)** Kremer damar lak u terpentinu, 1:2; **4)** Damar u terpentinu, 1:6 s dodatkom pčelinjeg voska; **5)** Mastiks u terpentinu, 1:6; **6)** Mastiks u terpentinu, 1:6; **7)** Elemi smola u terpentinu, 1:3; **8)** Pčelinji vosak u terpentinu, 1:2; **9)** Pleksisol P 550-40 u *white spiritu* i acetonu, 1:7:1; **10)** Pčelinji vosak, laneno ulje i terpentini, 1:1:1; **11)** 5 %-tni Paraloid B-72 u acetonu; **12)** Žumanjak; **13)** 10 %-tni šelak u špiritu; **14)** 20 %-tni šelak u špiritu; **15)** 4 %-tno tutkalo u vodi; **16)** 10 %-tno tutkalo u vodi; **17)** Bjelanjak; **18)** Nema nanosa (samo preparirani papir).

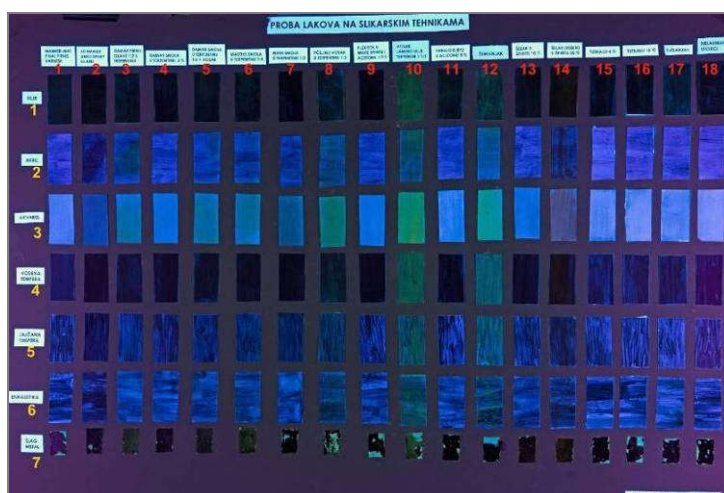
Različite slikarske tehnike prikazane su pod **žutim** brojevima, ovim redoslijedom: **1)** Uljena boja; **2)** Akrilna boja; **3)** Akvarel; **4)** Vodena tempera; **5)** Jajčana tempera; **6)** Enkaustika; **7)** Šlag-metal.

Vježbu su izveli studenti Jelena Duh, Nives Jakovina, Jurica Milinković i Tea Trumbić pod mentorstvom doc. mr. art Eve Winkler i doc. mr. art Tamare Ukrainčik u akademskoj godini 2008./09..

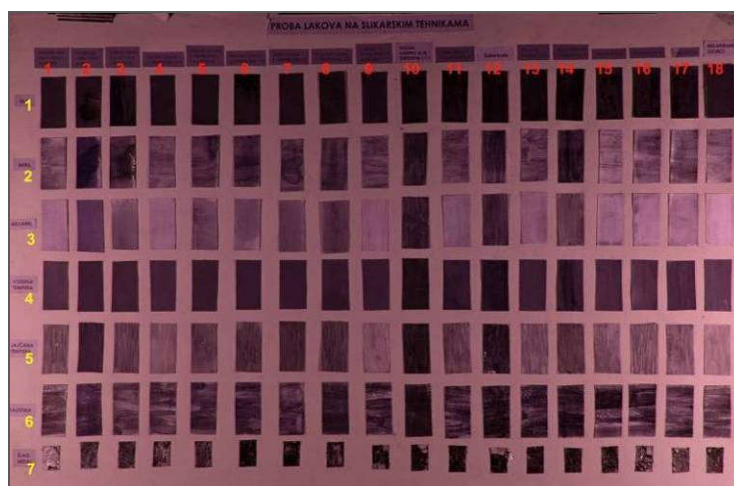
2. vježba



Slika 50 Različite vrste otopina komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepila i ostalih materijala na različitim slikarskim tehnikama na prepariranom papiru pod standardnom rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)



Slika 51 Ista vježba, snimak ultraljubičaste fluorescencije (UVF), snimio Mario Braun (2018.)



Slika 52 Ista vježba, snimak ultraljubičaste reflektografije (UVR); snimio Mario Braun (2018.)
Vježbu su izveli studenti Jelena Duh, Nives Jakovina, Jurica Milinković i Tea Trumbić (2009.)

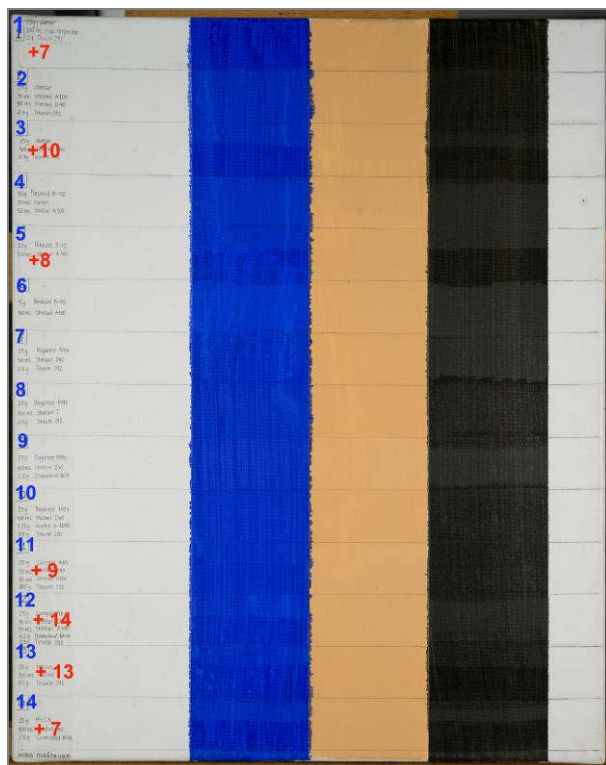
Prikaz 3. vježbe (na sljedećoj stranici)

Prema modelu radionice u Portu (**pogledati pod 7.3.3 Slojevito lakiranje: Iskustva s radionice Lakovi za slike u Portu**) izrađeno je i nanoseno četrnaest (14) različitih lakova u prvom sloju (brojevi označeni plavom bojom): 1) 25 g damara u 100 ml rektificiranom terpentinu s 0.7 g Tinuvina 292; 2) 25 g damara u 15 ml ShellSola A100 i 85 ml ShellSola D40 s 0.7 g Tinuvina 292; 3) 25 g damara u 100 ml ShellSola D40 s 0.7 g Tinuvina 292; 4) 10 g Paraloida B-72 u 50 ml ksilena/50 ml ShellSola A100; 5) 10 g Paraloida B-72 u 100 ml ShellSola A100; 6) 5 g Paraloida B-72 u 100 ml ShellSola A100; 7) 25 g Regalreza 1094 u 100 ml ShellSola D40 s 0.5 g Tinuvina 292; 8) 25 g Regalreza 1094 u 100 ml ShellSol T s 0.5 g Tinuvina 292 9) 25 g Regalreza 1094 u 100 ml ShellSola D40 s 2.5 g (10% voska Cosmolloid 80H) i 0.5 g Tinuvina 292 10) 25 g Regalrez 1094 u 100 ml ShellSola D40 s 1.25 g gume Kraton G 1650 (5%) i 0.5 g Tinuvina 292; 11) 25 g Laropala A 81 u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, s 0.5 g Tinuvina 292; 12) 25 g Laropala A 81 u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, 1.2 g (5%) voska Cosmolloid 80H s 0.5 g Tinuvina 292 13) 25 g MS2A u 100 ml ShellSola T s 0.5 g Tinuvina 292; 14) 25 MS2A g u 100 ml ShellSola D40 s 2.5 g (10%) voska Cosmolloid 80H i 0.5 g Tinuvina 292. U drugom sloju (brojevi označeni crvenom bojom, su iste otopine lakova pod brojem kojim je lak označen plavom bojom) na koje je sljedeći dan, na polovicu filma sedam prethodno osušenih lakova, nanoseno sedam (7) drugih lakova. Postavljanjem tih drugih sedam lakova, fizička i optička svojstva svake pojedine smole dolaze do izražaja, tako da je konačni rezultat kombinacija najboljih karakteristika svake od njih.

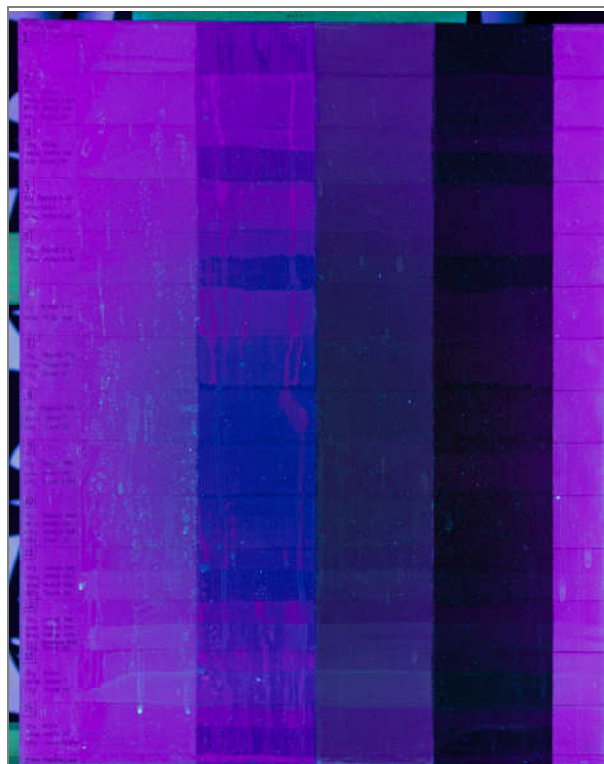
Vježbe su odrađene na slojevima prepariranog platna oslikanog vodenim temperama (simulacija oslika).

Vježbu je u nastavi akademske godine 2013./14. izvela Nika Maštruko, pod mentorstvom izv. prof. mr. art Tamare Ukrainčik i as. Barbare Horvat Kavazović, mag. konz. rest..

3.vježba



Slika 53 Prikaz vježbe pod standardnom rasvjetom



Slika 54 Prikaz vježbe pod UVF-rasvjetom



Slika 55 Prikaz vježbe pod UVR-rasvjetom

Vježbe su izvedene na temperama na platnu; snimio Mario Braun (2018.)

Vježbu izvela Nika Maštruko (2014.)

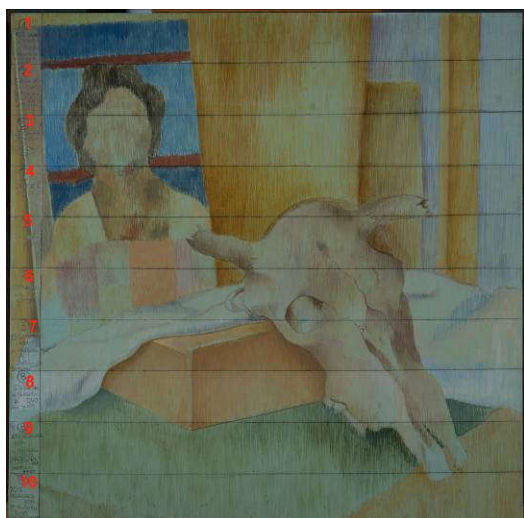
Prikaz 4. vježbe (na sljedećoj stranici)

Studenti su nanosili različite vrste otopina izrađenih lakova na slike (jajčana tempera na prepariranoj drvenoj dasci, mentor slikarskih vježbi red. prof. art Jagor Bučan).

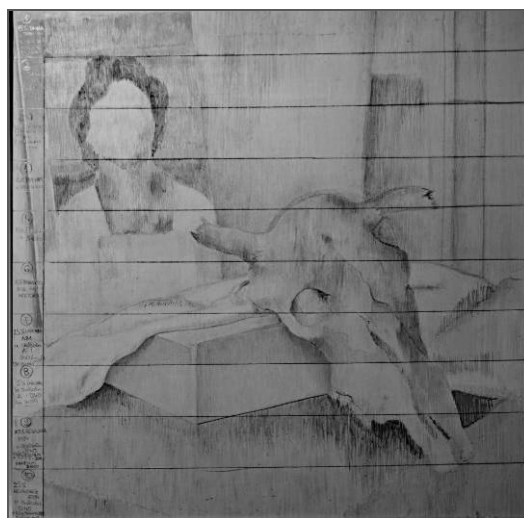
Naneseno je deset (10) otopina lakova, sljedećim redoslijedom: 1) 15 g damara u 100 ml rektificiranog terpentina s 0.5 g Tinuvina 292; 2) 10 g damara u 100 ml rektificiranog terpentina, s 0.5 g bijeljenog pčeilnjeg voska; 3) 25 g damara u 50 ml ShellSola A i 50 ml ShellSola D40 s 0.7 g Tinuvina 292; 4) 15 g mastiksa u 100 ml ShellSola T; 5) 15 g šelaka u špiritu; 6) 10 g Paraloida B-72 u acetonu; 7) 25 g Laropala A 81 u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, s 0.5 g Tinuvina 292; 8) 5 g Laropala A 81 u 50 ml ShellSola D40 i 50 ml ShellSola A100, s 0.1 g Tinuvina 292; 9) 25 g Regalreza 1094 u 100 ml ShellSola D40 s 1.25 g Kratona 61650 i 0.5 g Tinuvina 292; 10) 25 g Regalreza 1094 u 100 ml ShellSola D40 s 2.5 g (10% voska Cosmolloid 80H) i 0.5 g Tinuvina 292.

Vježbu je u nastavi akademske godine 2015./16. izvela Iva Valenta, pod mentorstvom izv. prof. mr. art Tamare Ukrainčik i as. Barbare Horvat Kavazović, mag. konz. rest..

4. vježba



Slika 56 Prikaz vježbe pod standardnom rasvjetom



Slika 57 Prikaz vježbe pod IRR rasvjetom



Slika 58 Prikaz vježbe pod UVF rasvjetom



Slika 59 Prikaz vježbe pod UVR rasvjetom

Vježbe su izvedene na slici izvedenoj jajčanim temperama na drv. ploči; snimio Mario Braun (2018.)
Vježbu izvela Iva Valenta (2016.)

Prikazan je izbor različitih vježbi i zadataka koje su studenti izradili u nastavi tijekom proteklih 10 godina. Vježbe su pohranjene u stabilnim uvjetima relativne vlage i temperature (bilješke ostaju kod studenata), i nisu izložene svjetlu. Moguće je uvidjeti da lakovi izrađeni od smola damara, mastiksa i šelaka pod UVF rasvjetom ukazuju na žućenje. Laropal A 81 i Regalrez 1094 su, kako pokazuju i istraživanja, najstabilnije smole u pogledu žućenja, koje se koriste u lakovima za slike (uz dodatak Tinuvina 292). Za očekivati je da će još veću fluorescenciju lakova (pogotovo onih od prirodnih smola) na ovim vježbama biti moguće vidjeti za desetak i više godina.

11 POJMOVNIK

Aceton (dipropanon, dimetil-ke-ton) je najjednostavniji i najvažniji alifatski keton. Koristi se kao organsko otapalo za smolne lakove i ulja. Jako je polarno otapalo, male otrovnosti. Kako brzo hlapi, lak se može nanositi jedino prskalicom, nikako kistom.

Alifatska otapala su organska otapala koje karakterizira otvoreni lanac molekularne strukture. Najvažnije alifatsko otapalo za restauratore je *white spirit*.

Aromatski ugljikovodici (areni) su ciklični ugljikovodici specifične strukture. Prsten je građen od šest atoma ugljika koji su međusobno povezani u pravilan šesterokutni prsten s naizmjeničnom jednostrukom i dvostrukom kovalentnom vezom. Značajni areni za restauratore su toluen i ksilen.

Autooksidacija je reakcija nekog materijala s kisikom iz zraka na uobičajenoj temperaturi.

Damar je prirodna blijedo-žuta mutna smola, biljnog porijekla (*Dipterocarpacea* drvo iz Istočne Azije) u obliku sitnog i većeg grumenja. Uz mastiks najvažnija prirodna smola u izradi lakova.

Etanol (etilni alkohol) je najčešće korišten alkohol u restauriranju. Alkoholi su relativno jaka otapala za uljenu boju i ostarjele lak filmove. Brzo hlape, pa u lakovima ne štete obojenom sloju, no danas se rijetko koriste u svrhu lakiranja.

F_d je oznaka nepolarne, disperzne sile.

F_h je oznaka za vodikove veze.

F_p je oznaka za polarne dipolne sile.

Hansenovi parametri topljivosti su mjere sila privlačnosti između molekula. Nazvane su prema Charles M. Hansenu (1938.-) koji je razvio opće prihvaćen sustav utemeljen na tri parametra topljivosti kojima se opisuju otapala, neionski emulgatori, pigmente i polimeri. Tri su osnovne sile koje djeluju unutar molekula otapala; disperzivne sile (F_d), polarne dipolne sile (F_p) i vodikove veze (F_h) i Materijali sa sličnim parametrima topljivosti interaktivno djeluju, što rezultira otapanjem i miješanjem.

Hildebrandov parametar topljivosti (δ) daje numeričku procjenu stupnja interakcije između materijala i može biti dobar pokazatelj topljivosti, posebno za nepolarne

materijale. Hildebrandova teorija predviđa mješljivost onih tvari koje imaju bliske vrijednosti parametara topljivosti.

Indeks refrakcije (IR) je indeks loma svjetlosti koja upada u film laka. Refleksija se događa na svakom polju dodira između medija različitih indeksa loma.

Isušene krakelire, izgledom šire i kružne, nastaju zbog dodavanja sušivih ulja ili sikativa, tako da je i lak na tim slikama više žut nego na onima sa starosnim krakelirama. One nastaju uslijed kemijskih procesa i/ili fizikalnih djelovanja.

IRR je infracrveno zračenje ili infracrvena svjetlost (lat. infra: ispod; kratica IR od eng. *infrared*) je elektromagnetsko zračenje valnih duljina približno između 0,8 μm i nekoliko stotina mikrometara.

Ketonske smole (nazivaju se policiklohektanonske ili metilciklohektanonske) počele su se koristiti pedesetih godina 20. st. Bile su dostupne pod različitim imenima (različiti proizvođači): MS2, AW2, Laropal K 80, no bile su povučene s tržišta, iako su imale bolja optička svojstva od svih do tada osmišljenih sintetskih smola. Nisu bile stabilne, vremenom su gubile elasticitet, pucale su i postajale netopljive. No, danas postoje modificirane ketonske smole vrlo dobrih odlika, MS2A i MS2B.

Laropal A 81 je urea-aldehidna smola iz skupine novijih nisko-molekularnih smolnih lakova, a od 90.-ih godina 20. st. je upotrebi i kao smola za lakove.

Mappae clavícula su srednjovjekovni latinski tekstovi/rukopisi koji sadrže recepte i informacije za umjetničke i obrtne materijale, uključujući metale, staklo, mozaike i boje. Najbolji rukopisi datiraju od osmog do dvanaestog stoljeća.

Mastiks je smola drva mastiks (*Pistacia lentiscus*) u obliku malih blijedo-prozračnih žutih kuglica nalik suzama (zovu ih „suzes Chiosa“).

Paraloid B-72 je vrlo popularna akrilna smola s poboljšanim svojstvima, (ali pod imenom Acryloid B72), izašla je na tržište 1963. godine. Paraloid B-72 se i danas smatra jednom od najstabilnijih smola u konzervatorsko-restauratorskoj struci. Nedostatak im je i što su potrebna jaka polarna otapala da se otope, a akrilni lakovi ne daju slikama „starih majstora“ dubinu i sjaj, kao tradicionalne smole.

Pettenkoferova metoda regeneriranja laka je nazvana po Maxu von Pettenkoferu (1818- 1901), njemačkom kemičaru i higijeničaru. Stvrdnuti, zamagljen i oštećen film laka izlaže se parama otapala u zatvorenoj komori.

Privlačne sile su međumolekularne veze koje su uz disperzne sile i vodikove veze, odgovorne za unutarnju koheziju materijala.

PVAc smole su neke od najstabilnijih poznatih smola; otporne su na žučenje i stabilne. Nisu prikladne za završno lakiranje prvenstveno jer im je T_g bliska sobnoj temperaturi te tako ostaju ljepljive i privlače prašinu. Nedostatak im je i što su potrebna jaka polarna otapala da se te smole otope te da se kasnije ti lakovi uklone, pa čak i kada su svježe nanoseni. Ostarjeli lakovi se ljušte s uljenih slika. Mogu se koristiti kao međulak ili kao vezivo za retuš, ali tada ih je potrebno prekriti nekim drugim lakom. Smole raznih proizvođača, a iste ili vrlo slične molekularne mase, trebale bi imati iste osobine: Mowilith 20 = AYAB; Mowilith 30 = AYAA; Mowilith 50 = AYAF; Mowilith 60 = AYAT.

Regalrez 1094 je 100 %-tna hidrogenirana ugljikovodična smola, pripada skupini novijih nisko-molekularnih smolnih lakova. Prvo se koristio kao ugušćivač u taljivim ljepljivima, a od 90.-ih godina 20. st. je upotrebi i kao smola za lakove.

Slojevi slike; pojam koji obuhvaća sve stratigrafske slojeve slike; osnovu, slikani sloj i sloj laka na nosiocu. Ako je slika bila restaurirana, ili preslikana, moguće je da ima više kronoloških slojeva, izvedenih nakon vremena nastanka slike. Moguće je i da je sam slikar nanosio više slojeva osnove i/ ili slikanog sloja; to je onda prvi kronološki sloj. Stratigrafija obuhvaća sve kronološke slojeve slike.

Solvent Solver je računalni program kojeg je osmislio M. Ormsby (2006.) kako bi se izračunale smjese dva ili tri otapala s određenim parametrima topljivosti, s mogućnošću izračuna parametara smjese. Njegova je najveća prednost točnost parametara miješanja, i strogost po pitanju otrovnosti otapala.

Starosne krakelire nastaju tijekom vremena uslijed utjecaja iz okoline objekta, mehaničkih i drugih stresova. Kreću se od nosioca i idu kroz sve slojeve slike. Nastaju i zbog debelog neelastičnog sloja laka, kao reakcija slikanog sloja, ali i zbog pomicanja nosioca, naročito kod slika na drvu. Raspored starosnih krakelira ovisi o nosiocu slike. Kod slika na platnu, krakelire su grupirane po slikanom sloju, ovisno o stresu na tim individualnim područjima. Kod slika na drvu, starosne *krakelire* teku paralelno i progresivno po cijeloj slici tvoreći fine pukotine.

Teasov dijagram nazvan je po Jeanu Paulu Teasu koji je 1968. godine razvio trostrani dijagram parametara topljivosti koji prikazuje odnos parcijalnih intermolekularnih privlačnih sila u vezivima i otapalima, kao nepolarne disperzne sile (f_d), polarne dipolne sile (f_p) i vodikove veze (f_h). U dijagramu se mogu naći područja koja odgovaraju različitim medijima kao i točke koje odgovaraju svakom otapalu ili smjesi

otapala koje mogu otopiti određena veziva. Dijagram je bio, i jest, kritiziran. Neki odnosi između otapala su izgubljeni, koordinate za neka otapala su bila proizvoljna. Parametre je teško izmjeriti, jer ovise o temperaturi. Unatoč kritikama, još uvijek je najzastupljeniji prikaz korištenja mješavina otapala.

Temperatura staklastog prijelaza- TG/ Glass transition temperature (ili *second-order transition temperature*) je temperatura iznad koje tvrda, ostakljena smola omekšava i privlači prašinu. Što je TG neke smole viši od sobne temperature, tvrdoća je veća. Kada je toplo, prašina se lijepi na lak kojem je TG smole manji od 30 °C.

Terpentin (terpentsko ulje) je gusta otopina smola u eteričnim uljima različite svjetline. Mješavina je nezasićenih ugljikovodika, glavni sastojak je pinen. Dobiva se destiliranjem iz oleorezinskih izlučevina nekih vrsta borova: procesom destilacije nastaje hlapljiv sastojak, terpentin (što je danas udomaćeno ime za ono što se nekada zvalo terpentinsko ulje li esencija terpentina) i nehlapljivi ostatak kolofonij. U lakiranju slika trebalo bi se koristiti samo s rektificiranim i svježim (neosmoljenim) terpentinom (terp. uljem).

Teški benzin (*white spirit*) je najpoznatiji mineralni razrjeđivač. Dolazi na tržište najčešće kao *white spirit*, *mineral spirit* (mineralni špirit), *essence de petrole*, *essence minerale*, *naphta*, *test benzin*. Različitog je sastava kod različitih proizvođača, bezbojna tekućina, mirisa sličnog benzinu i slabo hlapljiva. Uz smjesu alifatskih i acikličkih ugljikovodika, zastupljeni su i, najviše do 25 %, aromatski ugljikovodici, pa postaje nešto polarniji s jačom snagom otapanja.

Tinuvin 292 (HALS- hindered amine light stabilizers) se za sada pokazao kao najbolji stabilizator koji se dodaje otopini laka kako bi mu poboljšao stabilnost i produžio vijek trajanja. Djeluje kao antioksidant, štite od svjetlosti, upija UV-radijaciju. Ako je prisutna UV-radijacija nije potpuno djelotvoran (ako je UV zračenje ispod 400 nm, djeluje). Dodaje se 3 % masi smole u otopini damara ili mastiks laka, a 2 % Regalrezu 1094 i Laropalu A 81 neposredno prije korištenja.

Trinasol je računalni program kojeg su kreirali P. Cremonesi i I. Bortolotti (1999.) na osnovi Fellerovog testa topljivosti (1976.). Može pretraživati otapala ili smjese otapala s određenim parametrima topljivosti, brzo i učinkovito. Nije dostupan besplatno.

UVF je ultraljubičasto zračenje, ultraljubičasta svjetlost ili ultravioletno zračenje (oznaka UV prema eng. ultraviolet) je elektromagnetsko zračenje valnih duljina od približno 10 do 400 nanometara, to jest između rendgenskoga zračenja i ljubičastoga

dijela vidljive svjetlosti, i energiji fotona od 3 eV do 124 eV. Većina kemijskih tvari jako apsorbira ultraljubičasto zračenje.

UVR (UV reflektografija) eliminira vidljivu svjetlost i IR zračenje (iako se može kombinirati UV reflektografiju i IR reflektografiju eliminacijom dijela ili cjeline vidljivog spektra). Na temelju različitosti pigmenata, različitosti vrste i koncentracije veziva, različite zaštićenosti od fotokemijskih promjena (tijekom starenja) i drugih kemijskih i fizikalnih utjecaja moguće je naći „razliku“ variranjem uvjeta zračenja kojim se obasjava slika i raznom filtracijom zračenja koje se propušta u kameru.

12 POPIS FOTOGRAFIJA I TABLICA

Slika 1 *Scena iz života konjičke garde*, nepoznatog autora, 19. st., ulje na platnu, priv. vl., detalj slike, jedan lak do ruba podokvira, a drugi je unutar rubova ukrasnog okvira slike; snimila Iva Valenta (2018.)

Slika 2 *Scena iz života konjičke garde*, isti detalj pod UVF rasvjetom, vidljiv i preslik; snimila Iva Valenta (2018.)

Diplomski rad Iva Valenta (2018.)

Slika 3 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, J. G. F. Lieder, 1811. g., ulje na platnu, Muzej likovnih umjetnosti Osijek, snimanje fluorescencije laka pod pokretnom UV rasvjetom tijekom istražnih radova i pripreme za restauratorsku praksu/terensku nastavu Osijek (2009. – 2013.)

Detalj slike, vidljivi stari preslici i retuši; snimila Tamara Ukrainčik (2009.)

Slika 4 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, UV snimak tijekom istražnih radova na slici, detalj slike, vidljivi stari preslici i retuši na sloju laka i ispod laka; snimila Tamara Ukrainčik (2009.)

Slika 5 *Sv. Lucija, A. Olivo*, 1840. g., ulje na platnu, Biskupija Krk, detalj prije radova; snimila Lucija Štefančić (2011.)

Diplomski rad Lucija Štefančić (2012.)

Slika 6 *Sv. Lucija, A. Olivo*, 1840. g., UV – snimak detalja prije radova, preslici (vidljivi kao tamni ponovljeni detalji izvornog slikanog sloja); snimio Mario Braun (2011.)

Diplomski rad Lucija Štefančić (2012.)

Slika 7 Fotografija mikropresjeka uzorka DDF2 pod standardnom rasvjetom, mikrouzorak slike *Navještenje*, nepoznatog autora, 18. st., tempera na platnu, Franjevački samostan Virovitica, diplomski rad Dijane Fadljević; snimila Mirjana Jelinčić (2016.)

Slika 8 Fotografija mikropresjeka uzorka DDF2 pod UV rasvjetom, mikrouzorak slike *Navještenje*, diplomski rad Dijane Fadljević; snimila Mirjana Jelinčić (2016.)

Slika 9 Najčešće korištene smole za lakove; snimila Tamara Ukrainčik (2017.)

Slika 10 *Josephina Catinelli-Obradić*, nepoznatog autora, 19. st., ulje na platnu, Muzej grada Zagreba, snimak pod standardnom rasvjetom; snimila Maja Sučević Miklin (2010.)

Slika 11 *Josephina Catinelli-Obradić*, UV-snimak prije radova; snimio Mario Braun (2010.)

Slika 12 *Josephina Catinelli-Obradić*, slika u tijeku radova, UV snimak tijekom čišćenja; snimila Maja Sučević Miklin (2011.)

Slika 13 *Josephina Catinelli-Obradić*, slika nakon radova; snimila Maja Sučević Miklin (2011.)

Slika 14 *Svi sveti*, nepoznatog autora, kraj 18. st., ulje na platnu, Crkva Presvetog Trojstva, Legrad; slika u tijeku radova, zamagljenje laka. Radove u nastavi izvodile Ivana Krile i Tanja Vukmanić, snimila Tanja Vukmanić (2002.)

Slika 15 *Bogorodica s djetetom*, nepoznatog autora, ulje na platnu, Muzej sakralne umjetnosti bazilike sv. Tripuna, Kotor, Crna Gora, vidljive krakelire i zamagljenje laka; snimila Barbara Horvat Kavazović (2012.)

Slika 16 Grupe otapala smještene u Teasovom dijagramu, prikaz izradila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 17 Teasov dijagram topljivosti prirodnih materijala: voskovi (1), proteini (2), smole (3), ulje (4), sušiva ulja(5); prikaz preuzet sa stranice [https://www.researchgate.net/publication/261697816_Analysis_of_Cultural_Heritage_Materials_by_Infrared_Spectroscopy\(26.1.2018.\)](https://www.researchgate.net/publication/261697816_Analysis_of_Cultural_Heritage_Materials_by_Infrared_Spectroscopy(26.1.2018.))

Slika 18 TriSolv program, *screenshot* iz diplomskog rada Anamarie Udovičić (2019.)

Slika 19 HALS (hindered amine light stabilizers) Tinuvin 292; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 20 Sredstva za matiranje; snimila Tamara Ukrainčik (2017.)

Slika 21 *Obitelj Pejačević u perivoju virovitičkog dvorca*, sonda čišćenja u sloju damar laka; snimila Tamara Ukrainčik (2009.)

Slika 22 *Bogorodica umilenija-Eleousa*, nep. autora, 17. st. (?), tempera na drvu, Muzej za umjetnosti i obrt Zagreb, detalj slike, probe čišćenja šelaka; snimila Nives Jakovina (2012.)

Diplomski rad, Nives Jakovina (2012.)

Slika 23 *Raspeće*, nep. autora, 19. st., ulje na platnu, Gradski muzej Varaždin, čišćenje špiritnim *solvent* gelom, detalj slike; snimio Tomislav Sikinger (2010.)

Diplomski rad, Tomislav Sikinger (2010.)

Slika 24 *Bezgrješno začće*, nep. autora, 18. st., ulje na platnu, Franjevački samostan sv. Roka, Virovitica, vidljivi ostaci preslika preko izvorne plave boje, detalj slike; snimio Mislav Fleck (2012.)

Diplomski rad, Mislav Fleck (2013.)

Slika 25 Damar smola u gazi, uronjena u terpentin, 1. dan; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 26 Damar smola rastopljena u terpentinu, 2. dan; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 27 Gotovoj otopini laka dodaje se Tinuvin 292; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 28 Na staklenku se bilježe točne količine sastojaka u laku i datum kada je otopina izrađena; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 29 MS2A smola se direktno stavlja u otapalo; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 30 Smola se povremeno promiješa; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 31 Gotovoj otopini laka dodaje se Tinuvin 292; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 32 Otopinu laka izradila i postupak snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 33 Lakiranje kistom; snimila Ana Sokač (2017.)

Slika 34 Voditelji radionice u Portu; Jill Whitten, Robert Proctor i René de la Rie; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 35 Jill Whitten pokazuje lakiranje u više slojeva s različitim smolnim otopinama, snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 36 Probe lakiranja su se izvodile na drvenim pločama; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 37 Seminar/ radionica na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina ALU Zagreb; snimila Barbara Horvat Kavazović (2014.)

Slika 38 Pripremanje smolnih otopina na Odsjeku za konzervaciju i restauraciju UMAS, Split; snimila Sagita Mirjan Sunara (2014.)

Slika 39 Probe lakiranja na Odsjeku za konzervaciju i restauraciju UMAS, Split; snimila Sagita Mirjan Sunara (2014.)

Slika 40 Izrada mastiks laka; snimila Maja Sučević Miklin (2018.)

Slika 41 Izrada Laropal A 81 laka; snimila Maja Sučević Miklin (2018.)

Slika 42 Nanošenje lakova na sliku A; snimila Maja Sučević Miklin (2018.)

Slika 43 Nanošenje lakova na sliku B; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 44 Lakovi pripremljeni prethodni dan nanose se u drugom sloju na sliku A; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 45 Tijekom vježbi pišu se zabilješke; snimila Tamara Ukrainčik (2018.)

Slika 46 Sprejanje komercijalnim lakom; snimila Patricia Prevarek (2018.)

Slika 47 Završetak vježbi, zaključna diskusija; snimio Krešimir Perić (2018.)

Slika 48 Na sliku, ulje na platnu, nanesene su različite vrste otopina komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepila i drugih materijala, snimano pod standardnom rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 49 Ista vježba; snimak ultraljubičaste fluorescencije (UVF); snimio Mario Braun (2018.)

Slika 50 Različite vrste otopina komercijalnih ili izrađenih lakova, ljepila i ostalih materijala na različitim slikarskim tehnikama na prepariranom papiru pod standardnom rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 51 Ista vježba, snimak ultraljubičaste fluorescencije (UVF); snimio Mario Braun (2018.)

Slika 52 Ista vježba, snimak ultraljubičaste refleksije (UVR); snimio Mario Braun (2018.)

Slika 53 Prikaz vježbe pod standardnom rasvjetom, vježbe su izvedene na temperama na platnu; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 54 Prikaz vježbe snimak ultraljubičaste fluorescencije (UVF); snimio Mario Braun (2018.)

Slika 55 Prikaz vježbe pod UV (ultraljubičastom) refleksijom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 56 Prikaz vježbe (lakovi na slici izvedenoj jajčanim temperama na drvenoj ploči) pod standardnom rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 57 Prikaz iste vježbe pod IR (infracrvenom) refleksijom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 58 Prikaz iste vježbe pod UVF rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)

Slika 59 Prikaz iste vježbe pod UVR rasvjetom; snimio Mario Braun (2018.)

Tablica 1 Parametri topljivosti nekih otapala

Tablica 2 Primjer izračuna Hansenovih parametara mješavine otapala

Tablica 3 Nanošenje lakova na sliku A

Tablica 4 Nanošenje lakova na sliku B

13 LITERATURA

BOMFORD, D.; LEONARD, M. (2004), *Issues of Conservation of paintings*, 1. izd. Los Angeles: The Getty Conservation Institute

CENNINI, C. (2007), *Knjiga o umjetnosti/ Il libro dell'arte*, 1. izd Zagreb: Institut za povijest umjetnosti

DOERNER, M. (1984), *The Materials of the Artist and Their Use in Painting*, revidirano izdanje San Diego – New York – London: Harvest book, Harcourt, inc.

ÉTIENNE, N. (2017), *The Restoration of Paintings in Paris, 1750-1815: Practice, Discourse, Materiality*, 1. izd. Los Angeles: Getty Publications

HILL STONER, J.; RUSHFIELD R. (2012), *The Conservation Of Easel Paintings*, 1. izd. New York: Routledge

KIRSH, A.; LEVINSON, R. (2000), *Seeing through Paintings*, 1. izd. New Haven: Yale University Press

MERRIFIELD, M.P. (1849/1999). *Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting: Original Texts with English Translations, Manuscript of Eraclius Lib. III*. Dover Publications., 1999 reprint, pdf: knjiga, 1. i 2. dio, dostupna online [https://archive.org/details/originaltreatis00merrgoog\(10.11.2017.\)](https://archive.org/details/originaltreatis00merrgoog(10.11.2017.)) i [https://archive.org/details/originaltreatis02merrgoog\(21.12.2017.\)](https://archive.org/details/originaltreatis02merrgoog(21.12.2017.))

Masschelein-Kleiner, L. (1995), *Ancient binding media, varnishes and adhesives*, 2. izd. Rim, ICCROM, dostupna online https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/1995_masschelein_ancient_61234_light.pdf (2.4.2020.)

MOFFITT, J. F. (2004), *Carravagio in Context, Learned Naturalism and Renaissance Humanism*, 1. izd. Jefferson: Mc Farland Publishing

NEVEN, S. (2016), *The Strasbourg Manuscript/A Medieval Tradition of Artists' Recipe Collections (1400-1570)*, 1. izd. London: Archetype Publications

NICOLAUS, K. (1999), *The Restoration of Paintings*, 1. izd. Köln: Konemann

PUNDA Ž.; ČULIĆ M. (2006), *Slikarska tehnologija i slikarske tehnike* (skripta), 1. izd. Split (pdf): Umjetnička akademija Split

RUHEMANN, H. (1968), *The Cleaning of Paintings*, 1. izd. London: Faber and Faber

SMITH, R. (2006), *Slikarski priručnik*, 1. izd. Zagreb: Znanje

STANLEY-PRICE; N.; TALLEY-MANSFIELD K.; MELUCCO-VACCARO (1996), A., *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*, 1. izd. Los Angeles: Getty Publications

TORRACA, G. (2010), *Topljivost i otapala u konzervatorsko-restauratorskoj struci*, 1. izd. Zagreb: K-R CENTAR

VOKIĆ, D. (2012), *Lakiranje; tehnologija i primjena u konzervatorsko-restauratorskim radovima*, radna verzija: Dubrovnik (pdf): Odsjek za umjetnost i restauraciju/Sveučilište u Dubrovniku

WARD, G. (2008), *The Grove Encyclopedia of Materials and Techniques in Art*, 1. izd. Oxford: University Press

13.1 Ostali izvori

BRANDI, C. (1949), The Cleaning of Pictures in Relation to Patina, Varnish, and Glazes, *The Burlington Magazine*, Vol. 91, No. 556, str. 183-188

CALEY, T. (1990), Aspects of varnishes and the cleaning of oil paintings before 1700, *Preprints of the IIC Brussels Congress*, str. 70-73

CARLYLE, L. (1990), British nineteenth-century oil painting instruction books, *Preprints of the IIC Brussels Congress*, str. 76-80

DE LA RIE R. (1987), The Influence of varnishes on the appearance of paintings, *Studies in conservation*, 32(1), str.1-13

DE LA RIE R. I MCGLINCHEY C. W. (1989), Stabilized dammar picture varnish, *Studies in Conservation*, 34, str. 137-146

DE LA RIE i R I MCGLINCHEY, C. W. (1990), New synthetic resins for picture varnishes, *Cleaning, retouching and coatings: Contributions to the 1990 IIC Congress*, Brussels, str 168-173

DUNKERTON J., KIRBY J. I WHITE R. (1990), Varnish and early Italian tempera paintings, *Preprints of the IIC Brussels Congress*, str. 63-69

FELLER R. L. i CURRAN M. (1975), Changes in solubility and removability of varnish resins with age, *Preprints, Bulletin of the American Institute for Conservation* 15 br. 2, str. 17-26

KATZ, K. B. (1990), The artist's intention and the varnishing of German Expressionist paintings: two case studies, *Preprints of the IIC Brussels Congress*, str. 158-159

PERES, C. M. (1990), Vincent van Gogh's triptych of trees in blossom, Arles (1888), part 2. On egg white varnishes, *Cleaning, retouching and coatings, Contributions to the 1990 IIC Congress, Brussels*, str. 131-133

RICHARDSON, J. (1983), Crimes Against the Cubists, *New York Review of Books* 30, str. 32-34

STAVROUDIS, C. i BLANK, S. (1989), Solvents & Sensibility, *WAAC, Newsletter*, Vol. 11, Number 2, May str.2-10

SWICKLIK, M. (1993), French Painting and the use of Varnish, 1750-1900, *Conservation Research*, National Gallery of Art, Washington, str. 163

TEAS, J. P. (1968) Graphic analysis of resin solubilities, *Journal of Paint Technology* 40 (516), str. 19-25

http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/aging.pdf (23.8.2014.)

http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/283/1/212800_2011_PhD_Lawman_Samuel_J.pdf (12.10.2018.)

<https://www.moma.org/explore/conservation/demoiselles/ask.html> (18.11.2017.)

[http://www.conservation-wiki.com/wiki/IV. Low Molecular Weight Varnishes](http://www.conservation-wiki.com/wiki/IV._Low_Molecular_Weight_Varnishes) (24.11.2017.)

<http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn11/wn11-2/wn11-202.html> (28.11.2017.)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Charles M. Hansen](https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_M._Hansen) (29.11.2017.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Toluen> (1.12.2017.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Ksilen> (1.12.2017.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Aceton> (1.12.2017.)

https://en.wikipedia.org/wiki/Hildebrand_solubility_parameter (4.12.2017.)

<http://cool.conservation-us.org/byauth/burke/solpar/solpar2.html> (4.12.2017.)

https://en.wikipedia.org/wiki/Mappae_clavicula (9.12.2017.)

<https://www.conversion-metric.org/> (10.12.2017.)

<http://proleksis.lzmk.hr/48691/> (14.12.2017.)

https://hr.wikipedia.org/wiki/Ultraljubi%C4%8Dasto_zra%C4%8Denje (13.1.2018.)

http://www.k-r.hr/ultraljubicasta_reflektografija.htm (13.1.2018.)

https://hr.wikipedia.org/wiki/Infracrveno_zra%C4%8Denje (13.1.2018.)

https://bs.wikipedia.org/wiki/Parts_per_million (8.2.2018.)

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Surfaktant> (9.2.2018.)

<https://www.naturalpigments.com/glass-powder-clear-fine.html> (11.2.2018.)

<https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20486/08.Vila.SCMC3.Mecklenburg.Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (2.4.2020.)

DE LA RIE, R. (2014), *The properties of resin used for varnishing and retouching of paints*, pptx

HORVAT, B. (2014), *Čišćenje štafelajnih slika i polikromirane drvene skulpture, upotreba gelova u čišćenju*, pptx

HORVAT, B. (2014), *Lakovi za slike - iskustva s radionice u Portu- uvodno*, pptx

HORVAT, B. (2014), *Lakovi za slike - iskustva s radionice u Portu/ Rezultati istraživanja smola za lakove/ Moderni lakovi*, pptx

HORVAT, B. (2015), *Otapala u konzervatorsko-restauratorskoj struci_1.dio*, pptx

UKRAINČIK, T. (2014), *Lakovi u restauriranju štafelajnih slika* pptx

MATIJEVIĆ, J. (2017), *Tajne o bojama*, pptx

Radna dokumentacija radionice (1994) *Varnishes/Autenticity and Permanence* (Lakovi: autentičnost i trajnost), Canadian Conservation Institute- CCI, Ottawa

Radna dokumentacija radionice (2014) *Varnishes for Paintings: Results from Recent Research, and Practical Applications* (Lakovi za slike: rezultati recentnih istraživanja i praktična primjena), Porto

Radna dokumentacija nastave i diplomskih radova (1999-) Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina ALU Zagreb

Tehničke liste proizvođača Kremer i CTS