

# Általánosan a festett műtárgyak fotótechnikai és mikroszkópos vizsgálatairól

Galambos Éva

A tanulmányban rövid áttekintést nyújtunk a festett műtárgyak restaurálását előkészítő fotótechnikai és mikroszkópos vizsgálatokról, melyek egyben a dokumentáció fontos részét képezik.<sup>1</sup>

A tárgyról átvételi állapotban normál-, surlófényes-, UV-, lumineszcens-, és infravörös felvételeket készítünk, ezek megfelelő kiértékelésével – állapotuk rögzítése mellett – nagyon sok értékes információt kapunk, azaz a vizsgálatok első fázisának is tekinthetők.

## Normál felvételek

Első lépés a tárgyról normál totál és részletfelvételek készítése, melynek során legfontosabb a megfelelő megvilágítás, hogy színhelyes felvételeket kapjunk, illetve a torzításmentesség.<sup>2</sup>

*Totálfelvétel* a tárgy minden oldaláról – tehát elől-, hátul-, mindkét oldal-, alul-, és felül-nézetből – készüljön és a belsejéről is (célszerű vonalzót, vagy papír centiméterest is a tárgy mellé helyezni).

A *részletfelvételek* a szerkezeti sajátosságok, mint csapolások, szögelések, rögzítések, (pl. profilécek, lábak) zá-  
rak, pántok, díszítések, szerszámnyomok, a szerkezeti- és anyag-károsodások (rovarfertőzés, mechanikus sérülések, karcok, hiányok) festékrétegek, bevonatok állapotának (pl. elbarnult lakkok, kipergett, feltáskásodott festék, repedéshálók (öregedési, vagy száradási, korai repedésháló), bemutatására alkalmasak. Részletfelvételeken rögzítjük továbbá a restaurálás során várható változások illetve változtatások helyét.

*Surlófényben* a felszíni egyenetlenségek, repedések, hiányok, a festékréteg károsodásai, (I. tábla 1–3. kép) átfestések, stb. láthatóak kontrasztosabban. Sokszor, a festékrétegek egyenetlensége miatt, az átfestett részletek is jól kivehetőek (I tábla 6., IV. tábla 34. kép), vagy például táblaképeken a poncolt, bekarcolt minták, esetleg előkarcolások, melyek esetenként az alárajzot helyettesítik,

vagy freskókon a vakolatba benyomott díszítőelemek, illetve a vakolat egyenetlensége, varratai stb. Megjegyezzük, hogy a tárgyak surlófényben való vizsgálata nagyon hasznos információkat adhat, bárhol kivitelezhető, tehát mindenképp alkalmazzuk a gyakorlatban!

A normál felvételek elkészítéséhez általában egy alapobjektív (50–80mm), makroobjektív, megfelelő megvilágítás, (jó ha van napellenző, színskála) és állvány szükséges.

A színhelyes normálfelvételek szinte nélkülözhetetlenek a többi sugárzásban készült felvételek kiértékeléséhez, mivel ezeken az adott anyagok, különböző sugárzásokban való megjelenését, viselkedését hasonlítjuk össze. Ezért nagyon fontos a megfelelő, karakteres részletek kiválasztása illetve, hogy ugyanarról a részletről készüljön a lumineszcens és infrafelvétel is!

Sokszor csak a lumineszcens, vagy az infrafelvételek kiértékelése során tudjuk meg melyek a legérdekesebb, legtöbb információt nyújtó részletek, ezért lehet, hogy érdemes normál fényben újabb részletfelvételeket készíteni a speciális sugárzásokban készített fotók alapján.

## UV felvétel

Az UV sugárzás a látható tartomány rövid hullámhosszú részéhez csatlakozik, a sugárzás áthatoló képessége alacsony, ezért általában a felület legkülső rétegeiről ad információt. (III tábla 23. kép) Az UV sugárzásban más az anyagok elnyelő illetve visszaverő képessége, azaz a kontrasztviszonyok mások, mint a látható tartományban, ezért átfestések, retusok, lakkozások, kifakult részletek, eltérő kötőanyagok stb. azonosítására alkalmas.

UV felvétel készítéséhez egy, az objektívra erősített zárósűrítő (UG1) szükséges, ami nem engedi be a látható fényt csak a visszavert UV sugárzást, azaz átlátszatlan. Ezért a sűrítőt az élességállítás után kell feltenni, továbbá nagyon fontos, hogy módosítani kell a képtávolságot, vagyis az élesség állító gyűrűn megállapított fókuszpontot elforgatjuk az objektíven jelölt infra ponttal ellentétes irányban, megegyező távolságban lévő „UV pontra”, (amit nem jelölnek az objektíveken) a rövidebb gyűjtőtávolságnak megfelelően. (mivel a hagyományos objektívek színkorrekciója az UV tartományra nem terjed ki) UV felvételekhez célszerű fekete-fehér filmet használni, mivel monokróm sugárzást rögzítünk.

<sup>1</sup> A közölt képek 2004 júniusában, a Szentendrei Szabadtéri Néprajzi Múzeumban rendezett II. Restaurátor Alkotótelep résztvevői – Bölöni Melinda, Demeter István (Székeyudvarhely), Erce Laura (Kézdivásárhely) Harasztovics Veronika, Károlyi Zita (Székeyudvarhely), Martinovich Zoltán, László Magdolna (Csíkszereda), Oláh Rezső, Pelik Istvánné és a múzeum munkatársai – által restaurált ládákra készültek. A vizsgálatokat Galambos Éva végezte, a restaurálási munkát Kovács Petronella és Szendrődiné Gombás Ágnes vezette.

<sup>2</sup> Ld. Szilágyi Sándor: Fényképezzünk! Műtárgyfotózási alapok, praktikák. in. Isis Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 3. Haáz Rezső Székeyudvarhely, 2003. 71–76. o

## Lumineszcens felvétel

Ez az eljárás az UV felvételnél általában sokkal több információval szolgál, ezért gyakrabban alkalmazzák.

A lumineszcens felvételnél is UV sugárzást használunk, de ebben az esetben ez a gerjesztő sugárzás, és a felvételen, a látható tartományba eső *gerjesztett sugárzást* rögzítjük, ami azt jelenti, hogy az anyagok 'lumineszkálását' fényképezzük le. A felvételen általában a tárgyak bevonatának lumineszcenciája jelenik meg. Ha ez nagyon erős, amiből esetleg a bevonat vastagságára is következtethetünk, akkor természetesen nem látjuk az alatta lévő anyagok lumineszkálását, de a felső rétegen történt beavatkozások, javítások, retusok, a lakkozás ecsetvonásai stb. láthatók. (I. ábra 5., III. tábla 22, 24., IV. tábla 33. kép). Ilyen esetben érdemes később, a restaurálás során, a tisztítás közben illetve után is készíteni egy felvétel sorozatot.

A festékrétegek lumineszcenciája a kötőanyagtól és a pigmenttől is függ.

A gyanták, lakkok, olajok a bennük végbemenő oxidációs folyamatok miatt, az idő előrehaladtával egyre erőteljesebben lumineszkálnak, természetesen ez függ az összetételtől, a tárolás körülményeitől is. Az olajtartalom általában növeli a kibocsátott sugárzás intenzitását, az olajhoz adott szikkatívak pedig a sugárzás színét befolyásolhatják.

A réz (azurit, malachit, verdigris) és vastartalom (okerek, porosz kék) gátolja az olaj lumineszcenciáját, azaz az ilyen pigmenteket tartalmazó rétegek sötéten (I. tábla 5., III. tábla 21., 24. kép), míg más pigmentek (ólomfehér, kobaltkék) elősegítik azt, és ezért világosan jelennek meg a felvételen.

Egyes pigmentek maguk is lumineszkálnak, pl. a cinkfehér zöldes sárgán, a kadmiumok sárgán, narancsosan, a valódi krapplak (a purpurin tartalom miatt) rózsaszínesen.

Összegezve: a lumineszcens felvételen az átfestések, javítások, retusok, ragasztások, átlakkozások mutathatók ki a leggyakrabban, ami a restaurálás megkezdésekor nagyon hasznos információkat jelent, emellett egy-két pigmentre illetve kötőanyagra is következtethetünk, vagy alátámaszthatjuk az egyéb vizsgálatokkal kapott eredményeinket.

A felvételhez színes napfényfilmet, a gerjesztő sugárzás kizárására átlátszó UV szűrőt – mely kiszűri az UV sugárzást, de átengedi a látható tartományba tartozó gerjesztett sugarakat – használunk. Emellett hasznos egy halvány sárga szűrőt (1,5x) az objektív és az UV szűrő közé illeszteni, mert így színhelyesebb lesz a felvétel. Fontos, hogy a sárga szűrő, az UV szűrő mögött legyen, mert sokszor maga is lumineszkál UV sugárzás hatására. Napellenző alkalmazása ebben az esetben is hasznos.

A lumineszcens felvétel az UV felvételhez hasonlóan hosszú expozíciós időt kíván (B idő). A fénymérési módszerekkel kiszámítható adatok tapasztalataink alapján nem túl megbízhatóak, szerencsésebb próbafelvételeket készíteni az adott UV lámpákkal, és lejegyezni melyik kockára

mit exponáltunk. Általánosan megállapítható, hogy a felvételeket nem lehet túlexponálni, azaz inkább hosszabb idővel kell próbálkozni (átlag 1,5–3 perc, 8–11-es blende, 100 ASA két UV fénycsővel megvilágítva, kb. 1–2 m között). Mindez természetesen függ attól is, hogy a tárgy mennyire lumineszkál, és mekkora blendét használunk.

## Infravörös felvétel

Infravörös felvételnél a 700 nm-nél hosszabb hullámhosszú sugárzást használjuk a képalkotásra. Az infra foton energiája alacsony, ezért a legtöbb pigment nem nyeli el, ennek következtében a festékrétegek nagy része átengedi (átlátszó) az infravörös sugárzásban. Ez a vizsgálati módszer alkalmas egyes alárajzok kimutatására, mert a sugárzás behatol a festékréteg alsó rétegeibe is, és ott a sötétebb alárajzok elnyelik, a világos alapozóról visszaverődik. A hullámhossz növekedésével egyre jobban behatol a festékrétegbe, azaz csökken a festékréteg fedőképessége.

A különböző pigmentek különbözően verik vissza és nyelik el az infravörös sugárzást is. Pl. a réztartalmú pigmentek elnyelik, ezért sötéten jelennek meg a felvételen, és így el is takarhatják az alattuk lévő rétegeket.

Általában a vastag, elbarnult lakkréteg alá is behatol a sugárzás, így információt kaphatunk a festett felület lakk által eltakart, szabad szemmel nem látható részleteiről. (I tábla 7., III. tábla 25. kép)

Összegezve: az infravörös felvételekkel általában kimutathatók egyes széntartalmú (szénnel, grafitval, tintával készült) alárajzok, és sokszor az átfestések, retusok, javítások is kontrasztosan jelennek meg, valamint egyes pigmentek jelenlétére is következtethetünk, illetve az így kapott információkkal alátámaszthatjuk más vizsgálatok eredményeit.

Az infravörös felvételeket egy erre a célra kialakított kamerával készítjük, és a felvételeket kinyomtatjuk. Ennek hiányában digitális kamerával is végezhetünk vizsgálatokat infravörös szűrővel a közeli infratartományban, éjszakai üzemmódban (night-shoot), illetve digitális fényképezőgéppel fekete-fehér üzemmódban.

## Mikroszkópos vizsgálatok

A műtárgy átvételi állapotának felmérése és az előzőekben említett felvételek elkészítése, illetve kiértékelése után kerülhet sor a mikroszkópos vizsgálatokra.

A sorrendet azért érdemes betartani, mert a fentiek során kiderülnek azok a kérdések, amelyek tisztázására irányulnak majd a mikroszkópos és egyéb vizsgálatok, illetve annyira megismerjük tárgyat, hogy megfelelő, céltudatos mintavételt tudunk végezni.

Mikroszkópot a festékrétegek és a tárgyakat alkotó anyagok – fafaj, textil, bőr, kő, só, vakolat, stb. – vizsgálatára illetve meghatározására használunk.



1-3. kép. Normál és surlófényes részletfelvételek. A normál felvételekkel szemben a surlófényben készült képeken jobban láthatóvá válik a festékréteg repedezettsége, főleg a pasztózusabban festett részeken.



4-5. kép. Normál és lumineszcens részletfelvételek. A normál fényben készült részletfelvételen (4. kép) megfigyelhető, hogy a takaróléc alatt valószínűleg nem volt lakkréteg. Ezt a lumineszcens felvétel (5. kép) is bizonyítja. A lakkréteg zöldesen lumineszkál. A fehérrel festett részek lumineszkálnak a legerőteljesebben, a zöldek viszont teljesen elnyelik a sugárzást, sötétben jelennek meg, feltehetően a réztartalom miatt. Megfigyelhető a bordóval festett részek halvány lumineszkálása is.



6-7. kép. Surlófényes és infravörös felvétel. A surlófényes felvételen (6. kép) virágmotívum mutatkozik a barna festékréteg alatt. Ez, az infravörös felvétellel (7. kép) bizonyítást nyert. Bár a barna festék részben elnyeli az infravörös sugárzást, de ahol vékonyabban festett, ott látható az alatta lévő motívum.



8. kép. A részletfelvétel mutatja, hogy a virágmintás ládát csukott állapotban festették át.



9. kép. Részletfelvétel egy rovarfertőzött ládáról. A profilécet festés előtt rögzíthették, mivel nincs alatta festék.



10. kép. Minta beágyazás előtt. Sztereomikroszkópos felvétel.



11. kép. A minta felragasztása, szilikonos lapra pillanatragasztóval. Nagyon fontos, a feliratozás!



17. kép. Polarizációs mikroszkóp.



12–13. kép. Minták az epoxi gyantával köréjük ragasztott műanyagcsővel.



14. kép. Frissen beöntött minták.



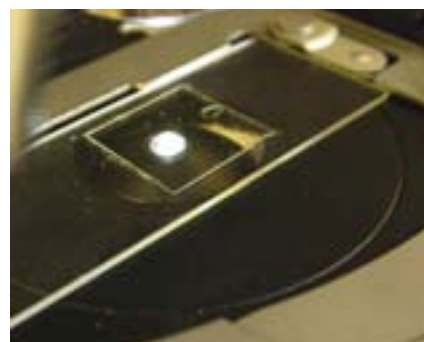
15. kép. Megcsiszolt minták a műanyaggyűrű eltávolítása után. Nagyon fontos, hogy a mintán szerepeljen a száma, mert nem tudjuk azonosítani! Célszerű belekarcolni is, mert az alkoholos filccel készített felíratok lekophatnak a csiszolás során.



18. kép. Tárgylemezre, kanadabalzsamba beágyazott fedőlemezrel letakart, feliratozott minta.



16. kép. A keresztmetszet csiszolatokat felső megvilágításban vizsgáljuk. Több mintát is be lehet ágyazni egy tömbbe, csak fontos hogy pontosan feliratozzuk, jelöljük a mintán.



19. kép. Az átmenőfényes vizsgálathoz alsó megvilágítást használunk.

A következőkben ismertetésre kerülő mikroszkópos vizsgálatok a roncsolásos vizsgálatok közé tartoznak, ezért a lehető legkisebb mintákat kell a tárgyból kivenünk. Soha nem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy azért a mintának kezelhetőnek illetve kiértékelhetőnek kell lenni, ahhoz, hogy megfelelő eredményt kapjunk. Ellenkező esetben meg kell ismételni a mintavételt, és akkor kétszer roncsoljuk a tárgyat!

A rétegek vizsgálatához a festékrétegek teljes keresztmetszetét tartalmazó, legalább 1 mm átmérőjű minta szükséges. Ha a festékréteg merev, sokszor szétesik a kivételkor, ilyen esetben vagy egy kis ponton előre konzerválni (átitatni, rögzíteni) kell a rétegeket, vagy ha ez sem segít, akkor külön is be lehet ágyazni a szétesett rétegeket, de fontos a mintavételkor lejegyezni milyen volt a rétegek elhelyezkedése. A mintavételnél talán a legfontosabb a *mintavételi helyek pontos* megjelölése, mert ezek nélkül a kiértékelés szinte lehetetlen, ugyanis a tárgyakon történt korábbi beavatkozások, átfestések, konzerválások szinte soha nem egyenletesek, és általában pont ezek feltérképezése, illetve bizonyítása az egyik fő cél, ez pedig lehetetlen, ha nem tudjuk, melyik minta pontosan honnan származik.

*Sztereo mikroszkóppal* (100x >), a minta beágyazás előtti vizsgálata lehetséges, emellett a minta megfelelő felragasztásához szinte nélkülözhetetlen, hogy a keresztmetszet tényleg keresztmetszet legyen! (II. tábla 10. kép)

*Polarizációs mikroszkóppal* kétféle megvilágítással dolgozunk *réső sugaras* (felső) megvilágítással az opak, átlátszatlan tárgyakat, mintákat vizsgáljuk, például a keresztmetszet csiszolatokat (II. tábla 16., IV. tábla 35. kép). *Átmenő sugaras* (alsó) megvilágítással az átlátszó tárgyakat, mintákat, például tárgylemezen, beágyazott pormintákat, vékonycsiszolatokat, vékonymetszeteket vizsgálunk. (II. tábla 17–18., III. tábla 29–31. kép)

A megvilágító sugárzás a mikroszkópnál is lehet UV sugárzás, ez a *lumineszcens mikroszkópos vizsgálat*. (IV. tábla 36., 38. kép)

A mikroszkópos vizsgálatokhoz megfelelő felszerelés szükséges, az adott feladathoz alkalmas mikroszkóp, megfelelő objektívvel, megfelelő megvilágítási rendszerrel, stb., ennek részletes kifejtésére itt nincs lehetőségünk.

### **Mikroszkópos keresztmetszet csiszolatok készítése**

A festékrétegek vizsgálatához a festékrétegekből vett apró, 1–2 mm átmérőjű mintákból epoxi műgyantába ágyazott, 'egyoldalas' *keresztmetszet csiszolatokat* készítünk a következőképpen: a mintát pillanatragasztóval felragasztjuk egy szilikonos lapra<sup>3</sup> úgy, hogy a minta merőleges legyen a lap síkjára (II- tábla 11. kép), mivel ez lesz a csiszolás síkja, így kaphatunk a festékrétegből kereszt-

metszetet. A minta köré egy műanyag gyűrű<sup>4</sup> ragasztunk, vigyázva, hogy a majd beleöntésre kerülő beágyazó epoxi gyanta ne folyhasson ki a ragasztásnál (II. tábla 12–13. kép). Ha az epoxi gyanta megkötött – lehetőleg vízmentes gyantát használunk és törekedünk a buborékmentes öntésre – a mintát megcsiszoljuk és polírozzuk. (II. tábla 15. kép) Ezt üveglapon, csiszolópapíron is megtehetjük. Általában 250–2500-as papírokat használunk, majd végül filcen is érdemes a mintát polírozni, mert ezzel a repedésekben, buborékokban lévő csiszolóport is el tudjuk távolítani. Esetleg csiszolóporral is dolgozhatunk, de a vizes csiszolással vigyázni kell, mert a minták nagy részében vannak vízoldható részek, melyek ilyenkor kioldódhatnak.

### **A minták vizsgálata polarizációs mikroszkóppal**

#### *Felső megvilágítással*

Polarizációs mikroszkóppal (100x<) felső megvilágítással, a rétegfelépítést, illetve a rétegszerkezetet tanulmányozhatjuk. Az azonos tárgyból származó minták összetetéséből – rétegvastagságok, pigmentáltóság, kötőanyag – általában kiderül, melyek az eredeti-, melyek az átfestés-, és szennyeződésképző rétegek, valamint a festéstechnikai sajátosságok is tanulmányozhatóak. (IV. tábla 35., 37., 39. kép)

Az egyes rétegekről megállapítható a szín, a pigmentáltóság, a nagyobb (több  $\mu\text{m}$ -es) pigmentek szemcsemérete, alakja, (megfelelő tapasztalattal néhány pigment a szemcsekaraktere alapján is egészen jól meghatározható, pl. smalte, azurit, verdigris, smaragd-zöld). A rétegekről kiderülhet azok egyneműsége, azaz egy- vagy több-pigment keveréke adja-e az adott színt. A keresztmetszeten tanulmányozható, hogy a rétegek vastagsága egyenletes-e, a repedezettség, a repedés végigfut-e a minta teljes keresztmetszetén vagy csak egyes rétegekre jellemző (ebből következtetni lehet korai, vagy öregedési repedésről van szó). Előfordul, hogy az átfestés rétege belefolyt a korábbi repedésbe, ami arra utal, hogy az már korábban repedezett, esetleg hiányos volt. (IV. tábla 35. kép) Sokszor az ecsetvonások jól megfigyelhetők a keresztmetszeten.

Minden apró részletet érdemes megfigyelni és lejegyezni, mert több minta összetetéséből következtethetünk számos összefüggésre, ami a restaurálás megtervezésében is nagy szerepet játszhat, illetve jellemezheti az alkotót vagy a műhelyt.

#### *UV sugárzásban*

Ugyanezekről a mintákról UV sugárzással gerjesztett *lumineszcens mikroszkópos* vizsgálatokat is végezhetünk. Természetesen keresztmetszetek esetén ez is felső megvilágítással történik, és a lumineszcens fotózáshoz hasonlóan itt is a látható, gerjesztett sugárzást rögzítjük a felvételeken.

<sup>3</sup> Erre megfelel a teljes- vagy üdítőitalos dobozok belső fémes-szürke bevonatos oldalából kivágott lap is

<sup>4</sup> Ez lehet átlátszó műanyag, plexi vagy a villanszerelésben használatos átlátszatlan un. Bergmancsó

Ezzel a vizsgálattal tovább juthatunk a rétegszerkezetek megismerésében, mivel az UV sugárzásban ugyanazok az anyagok a keresztmetszeten is másképp jelennek meg, mint normál fényben.

Nagyon hasznos lakkok, szigetelőrétegek, ragasztások vizsgálatánál, mivel azok nagy része lumineszkál, azaz jól megfigyelhető, míg normál megvilágításban gyakran sötétben jelenik meg. Mind a lumineszcencia színe, mind az intenzitása, illetve akár a hiánya is adatként szolgálhat. (IV. tábla 36., 39., 41. kép)

Ebben az esetben is nagyon fontos, hogy ugyanarról a részletről készüljön a normál- és a lumineszcens felvétel, különben nagyon nehéz a kiértékelés. Például előfordul, hogy a normál felvételen látott sötét barnás lakkréteg a lumineszcens felvételen világosan jelenik meg, de ahhoz, hogy biztosan tudjuk, tényleg az a réteg lumineszkál, mellé kell tenni a normál sugárzásban készített hasonló nagyítású mikroszkópos felvételt, különösen, ha nagyon sok réteget tartalmaz a mintánk.

A kötőanyag és pigmentáltáság különbségei is sokszor jóval kontrasztosabban jelentkeznek: például gyakori, hogy a normál megvilágításban több azonos színű réteg egy rétegnek látszik, mert nagyon hasonló színű pigmenteket tartalmaznak, míg a lumineszcens képen egyértelműen elkülöníthetőek. (IV. tábla 35–36. kép)

A lumineszkáló kötőanyagban a nem lumineszkáló pigmentek is általában jól látszanak, így a rétegek egy- vagy több-neműsége, stb. is olykor részletesebben tanulmányozható. Az anyagok lumineszcenciájából, illetve annak hiányából is következtetéseket vonhatunk le. Pl. a réztartalmú pigmentek sötétben jelennek meg, egyes pigmentek, mint a természetes krapplak, cinkfehér pedig maguk is lumineszkálnak. Nagyon nagy figyelmet kell azonban szentelni a kiértékeléskor, hogy helyesen állapítsuk meg, mi lumineszkál, és mi az amit esetleg, a mellette lévő lumineszkáló anyag által gerjesztett sugárzás világít meg! Ugyanez a tárgyfelvételnél is igaz lehet, pl. ha egy lumineszkáló lakkréteg megvilágítja az alatta lévő, vörös réteget és ettől a felvételen a lakkréteg lumineszcenciáját rózsaszínnek látjuk, vagy a keresztmetszeten azt hihetjük, hogy a vörös réteg lumineszkál, pedig csak a lakk világítja meg. Ilyen kérdéses esetben a keresztmetszetenél az egész réteg vastagságát érdemes megnézni, mert általában a nem lumineszkáló rétegnek a valóban lumineszkáló rétegtől távolabbi fele sötétebben jelenik meg, míg ha a réteg ténylegesen maga lumineszkál, akkor az egész egészen világosan.

Ugyanilyen fontos, hogy tudjuk, a pigment lumineszkál-e vagy a kötőanyag, vagy esetleg egy hozzáadott töltőanyag. Az azurit például, mivel réztartalmú pigment nem lumineszkál, sötétben kell megjelennie a lumineszcens képen, de ha erősen lumineszkáló kötőanyagban van, az át tudja világítani a szemcséket, és azok kékes színben jelennek meg a felvételen.

### *Vizsgálatok átmenő polarizált fényben*

A festékrétegekből származó pormintákat (néhány szemcse is elegendő) ismert törésmutatójú közegbe – pl. kanadabalzsam, immerziós olaj – ágyazva, tárgylemezen, fedőlemezzel letakarva *átmenő polarizált fényben* is vizsgálhatjuk. (II. tábla 18–19. kép) Így meghatározhatjuk az anyagok szemcseszerkezetét, illetve optikai tulajdonságait. (III. tábla 29–30. kép)

A szemcseszerkezet alatt a szemcse színe, alakja – tűszerű, hasábos, kerekded, szilánkszerű, dentrikus-mérete, hasadása, felülete stb. értendő, az optikai tulajdonságok a törésmutató, kettőtörés, pleokroizmus, tengely stb.

A felismert tulajdonságok alapján sokféle anyag meghatározható, amit alátámaszthat az infravörös és lumineszcens felvételen való megjelenésük valamint a nedveskémi analízis is. (III. tábla 31. kép). A fent ismertetett eljárásokkal azonban gyakran csak a meghatározás egy szintjéig lehet eljutni, kizárólagos módszerrel bizonyos tulajdonságok jelenléte, illetve hiánya alapján, és további ún. nagyműszeres vizsgálatokra van szükség. Ezek – XRD, XRF, AES, EDX, EDS, FTIR,<sup>5</sup> stb. – előtt mindenképp érdemes elvégezni az átmenőfényes, polarizációs mikroszkópos vizsgálatot, főként azért, hogy a természettudományos végzettségű szakembert igénylő, drága nagyműszeres vizsgálatokat csak az igazán kérdéses anyagok esetében kelljen alkalmazni, illetve azért, hogy a minta tényleg megfelelően előkészített legyen.

A polarizációs mikroszkópos vizsgálatok (PLM) a kiértékelésen múlnak – azon hogy a vizsgáló személy mennyire biztosan tudja megállapítani az adott anyagok tulajdonságait, felismeri-e azokat – ezért alkalmazásuk gyakorlatot igényel. Mivel azonban e vizsgálathoz mikroszkópon kívül különösebb felszerelés nem szükséges a restaurátorok számára a leghatékonyabb, leggyorsabb, viszonylag könnyen megtanulható, és mindenekelőtt legkönnyebben kivitelezhető vizsgálati módszer.

A felsorolt példákkal, a teljesség igénye nélkül, csak a vizsgálati folyamatok egymásra épülését, annak rendszerét szeretnénk volna felvázolni, kisebb gyakorlati tanácsokkal kiegészítve. A legegyszerűbb fototechnikai vizsgálatokkal is – ha azok megfelelően kivitelezettek, illetve kiértékeltek – sok adatot kaphatunk a tárgyról. Ezekre érdemes építeni a mikroszkópos, illetve ha szükséges a pontosabb adatokat nyújtó nagyműszeres vizsgálatokat.

Szeretnénk hangsúlyozni, hogy a fototechnikai és mikroszkópos vizsgálatok mindenképp szükségesek, és sokszor elegendőek is a restaurálási terv kidolgozásához,

<sup>5</sup> XRD: röntgen diffrakciós vizsgálat (kristályszerkezetre), XRF: röntgen fluoreszcens elemanalízis, AES: Auger felületi elemanalízis, EDX és EDS: energia diszperzív röntgen mikroanalízis (mikrométeres térfogatok elemanalízisére), FTIR: Fourier transzformációs infravörös spektroszkópia (szerves anyagok vizsgálatára)



20. kép. Normál totál felvétel.



22. kép. Normál felvétel, részlet.



23. kép. UV felvétel, részlet.



21. kép. Lumineszcens totál felvétel.



24. kép. Lumineszcens felvétel, részlet.

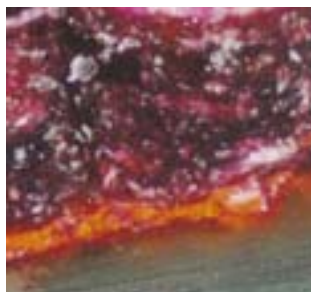


25. kép. Infravörös felvétel, részlet.

Az UV felvételen a fehérrel festett részletek nagyon világosan jelennek meg (24. kép), a lumineszcens felvételen a zöld festék, valószínűleg a réztartalmú pigment miatt sötétben mutatkozik és a lakkréteg kékes-zöldes színnel lumineszkál (22., 25. kép). Az infravörös felvételen (26. kép) a virágmotívum alatt jól kivehető a márványozás.

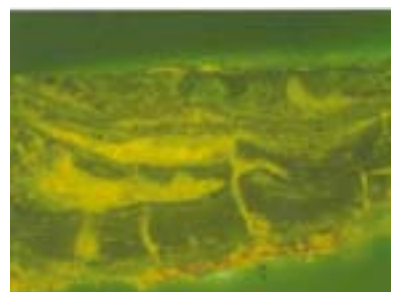


26. kép. Keresztmetszet csiszolat felső megvilágításban.



27. kép. Ugyanaz a minta fehérjetezt után.

A mintán alul egy réteg vörös festés, rajta vastag bevonatréteg figyelhető meg. (26. kép) A bevonat savas fuxin fehérjeteztre reagált. (27. kép) A bevonatréteg UV fényben részben lumineszkál (28. kép)



28. kép. Ugyannak a mintának a lumineszcens mikroszkópos képe.



29. kép. A vörös szemcsékből készült szemcsepreparátum átmenő fényben.



30. kép. A szemcsepreparátum részben keresztezett polarizátoránál.



31. kép. Ólom-nitrát rácsozat.

A mintából származó vörös pigment átmenő fényben szinte átlátszatlan, magas törésmutatójú, ( $n > 2$ ), erősen kettőtörő. Ebből és a mintán végzett ólomteszt pozitív eredménye alapján arra következtethetünk, hogy a pigment mínium.



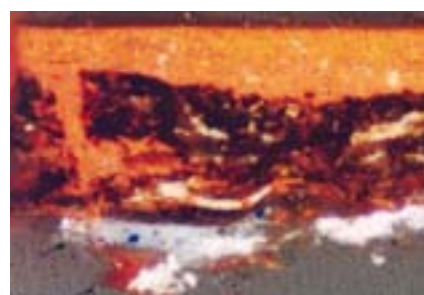
32. kép. Normál fényben készült felvétel.



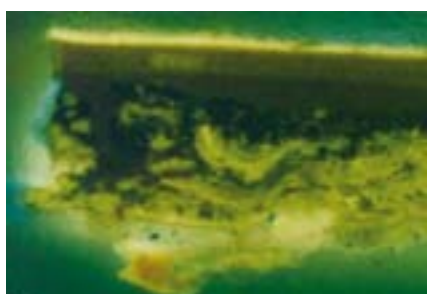
33. kép. Lumineszcens felvétel. A lakkréteg kékeszöldes színben lumineszkál, a foltosság a lakk egyenetlen felkenéséből adódik, az ecsetvonások jól kivehetők.



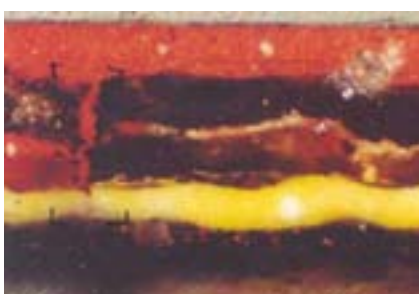
34. kép. Surlófényben készült felvétel. A barna felső réteg alatt virágmotívum rejtőzik, amit a keresztmetszet csiszolatok (35-41. kép) is igazoltak.



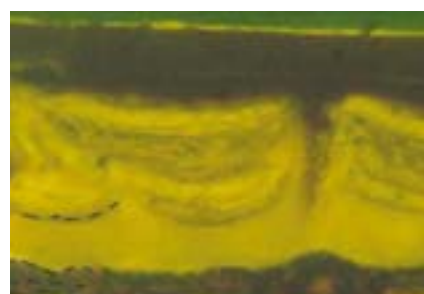
35. kép. Keresztmetszet-csiszolat felső megvilágításban.



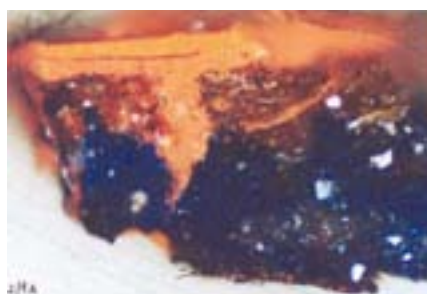
36. kép. A 35. képen szereplő minta lumineszcens mikroszkópos képe.



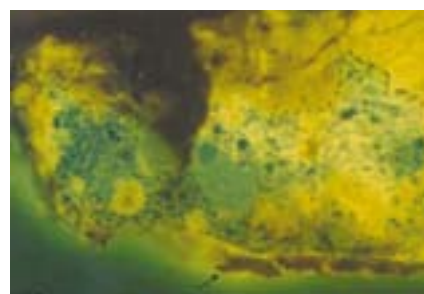
37. kép. Keresztmetszet-csiszolat felső megvilágításban.



38. kép. Ugyanannak a mintának a lumineszcens mikroszkópos képe.



39-41. kép. Keresztmetszet-csiszolat felső megvilágításban, fehérje teszt (savas fuxin) után és lumineszcens mikroszkóppal.



A táblán szereplő mintákra jellemző rétegfelépítés:

1. A márványozás vékony rétege kék és vörös szemcsékkel, 2. A virágmotívumok rétege (sárga vagy kék, ez egyes mintákon hiányzik), 3. Bevonat, 4-5. 2 réteg barna átfestés, 6. Bevonat (lakkréteg)



de csak akkor, ha megfelelően kiértékelt, logikus és jól felépített a vizsgálati sor, melyben a megállapított adatok egymást alátámasztják, ezzel bizonyítva azok helyességét. Tudni kell azonban, hogy a mikroszkóppal történt megállapítások a vizsgáló személytől függenek (mondhatjuk szubjektívek) ezért fontos, hogy kérdéses esetekben megfelelő nagyműszeres vizsgálatokkal azok helyességét ellenőrizzük!

Mindezek mellett a vizsgálati eredményeket tartalmazó alapos dokumentáció egyben a restaurátor védelmét is szolgálja, mert azzal tudja megindokolni az általa végzett beavatkozásokat – miért távolít el egy réteget, vagy kiegészítést, milyen anyagokat alkalmazott stb. A restaurátor

kötelessége is az eltávolított rétegek és anyagok megfelelő dokumentálása, mivel azok általában megsemmisülnek a restaurálás során, de rengeteg információt hordozhatnak a tárgy történetéről. A műtárgyak anyagáról, készítés-technikai megoldásairól a restaurátori vizsgálatok adhatják a legtöbb információt és adatot a műtárgyakkal foglalkozó más tudományágak – művészettörténet, régészet, néprajz stb. – kutatói számára.

*Galambos Éva*

Faszobrász-restaurátor művész

Budapest

1165 Budapest Csinszka u. 92.