

Imrik Zsófia

Mikroszkópos vizsgálatok

**Ismeretlen ikonfestő: Mihály arkangyal és
Gá브리el arkangyal, XVIII. sz. 2. fele**



Magyar Képzőművészeti Egyetem
Restaurátor Tanszék
2012-2013-as tanév

Mikroszkópos vizsgálatok

Alapozás:

Az alapozás karbonát tartalmú, a mikrokémiai vizsgálat is igazolta. Vastagsága 250-330 μm , többrétegű, felülete viszonylag sík, a réteghatárok nem élesek. Néhol töredezett, hiányos az alapozás, ezeken a helyeken tömítéssel találkozunk. Az eredeti alapozás színe sárgás, heterogán színű és szemcseméretű. Elszórtan 1-3 μm méretű kék és vörös szemcsékkel találkozunk. Lehetséges, hogy szikkatívként keverték bele őket, vagy a tónus megváltoztatása miatt, de az is lehet, hogy kísérőásványok. A tömítések esetében az alapozóréteg fehér színű, az UV-lumineszcens fotókon sötétebb, mint az eredeti alapozás, mely enyhén lumieszkál. Alapozóba hatoló öregedési repedéssel is találkozunk, a belefolyt később felvitt lakk erősen lumineszkál az UV-lumineszcens felvételeken. Ez azt bizonyítja, hogy a lakkréteg utólag felhordott.

Festékréteg és lakkréteg:

A festmény többrétegű festéssel készülhetett, lazúros technikával. A pigmentrétegek vastagsága 25-30 μm között változik. Az 5. mintán alárajzra utaló nyomokat találtam az alapozón. A 4. és 6. mintáknál az eredeti pigmentrétegek közti lakkozás figyelhető meg. Egy nagy átfestést követően háromrétegű lakkozást kapott, együttes vastagságuk 30 μm . Ezek jól elkülönülnek az UV-lumineszcens felvételeken, legjobban a 4. és 5. mintákon figyelhetők meg. Az arany színű felületeken - mint az 5. mintán is - pigmentált lakkot találtam. Ez azt támaszthatja alá, hogy arany színűre lüszterezett ezüsttel van dolgunk.

Mintavételi helyek

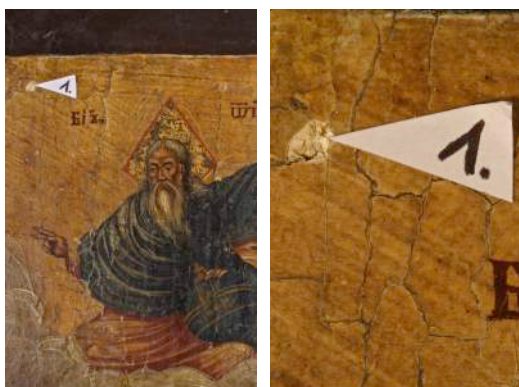


1. minta: Háttér
2. minta: A felhő sötét része Mihály feje felett
3. minta: A felhő világos része az Atya alatt
4. minta: Mihály vörös palástja
5. minta: Mihály arany színű fegyveringe
6. minta: Mihály nadrágja
7. minta: A felhő sötét része Mihály lába alatt

Mintaösszesítő táblázat

1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta	6. minta	7. minta
Lakk	3 lakkréteg	Lakk	3 lakk-réteg	3 lakkréteg	Lakk, UV-lum. felvételen világos	Lakk, UV-lum. felvételen világos
Tömítés, átfestés, okker színű pigment-réteg kék pigment-szemcsékkel			2 rétegű vörös átfestés		Zöld átfestés, UV-lum. felvételen sötét	Tömítés, átfestés, UV-lum. felvételen sötét
			Lakk vagy lazúros vörös pigment-réteg	Színezett lakk	Lakk, UV-lum. felvételen világos	
	Kék pigment-réteg, UV-lum. felvételen fekete	Fehér pigment-réteg, UV-lum. felvételen sötét		Ezüst, alatta ragasztó-réteg	Zöldes lazúr vagy csúcsfény, mely UV-lum. felvételen sötét	
	Fehér pigment-réteg, UV-lum. felvételen sötét	Világos, áttetsző pigment-réteg, UV-lum. felvételen világos		Alárajz a fekete díszítményekhez	Lakk, UV-lum. felvételen világos	
	Okker színű pigment-réteg, UV-lum. felvételen világos	Áttetsző, gyantás pigmentréteg vörös, kék, fekete szemcsékkel, UV-lum. felvételen sötét	Vörös pigment-réteg	Okker színű pigment-réteg UV-lum. felvételen sötét	Két kék pigment-réteg	
Alapozó	Többrétegű alapozó			Alapozó	Alapozó	Alapozó

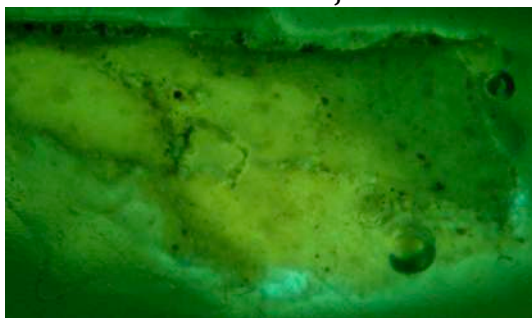
1. minta: A háttér



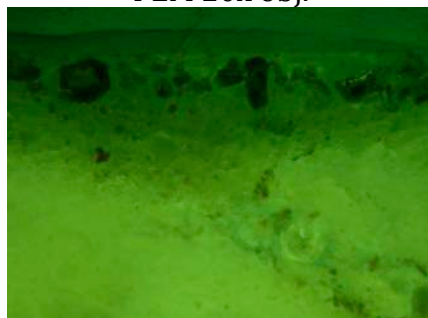
PLM 5x obj.



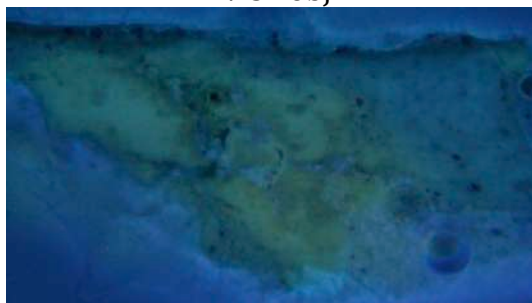
PLM 20x obj.



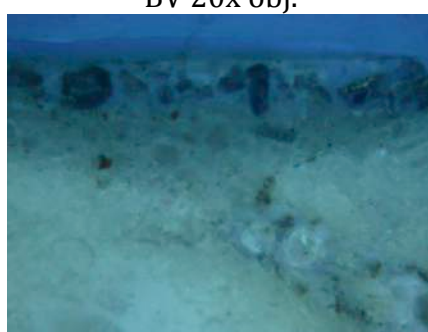
BV 5x obj.



BV 20x obj.



UV 5x obj.



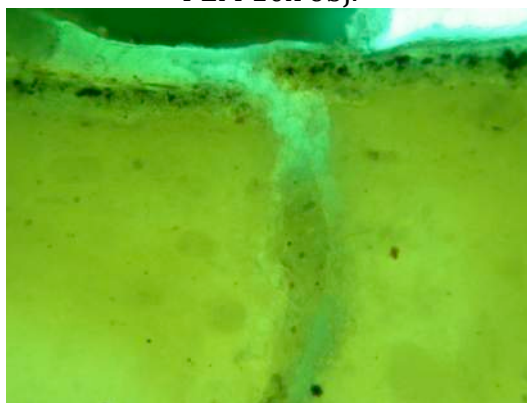
UV 20x obj.

A vastag, többrétegű alapozóréteg (330-350 μm) töredezett, eredeti és tömítés is látható a mintán. Az alapozáson okker színű festékréteg (30 μm) figyelhető meg, mely az UV-lumineszcens felvételeken sötétben jelenik meg. Felette nagyméretű, szögletes, üvegszerű átlátszó és kék szemcsék, valamint kisebb vörös szemcsék, melyek sötétben jelennek meg az UV-lumineszcens felvételeken. Néhol lakkmaradvány is található, mely világosan lumineszkál.

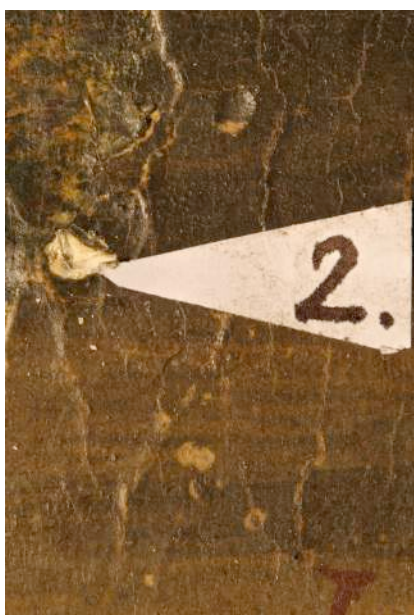
2. minta: A felhő sötét része Mihály feje felett



PLM 10x obj.



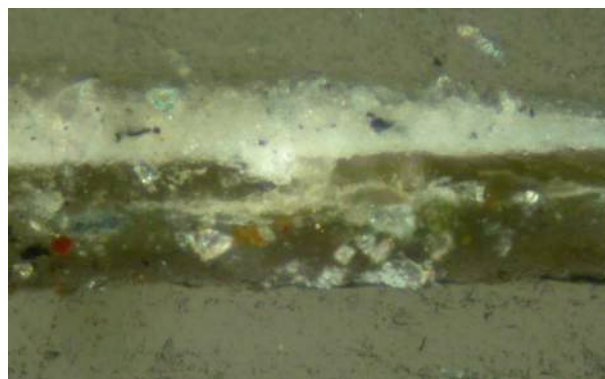
BV 10x obj.



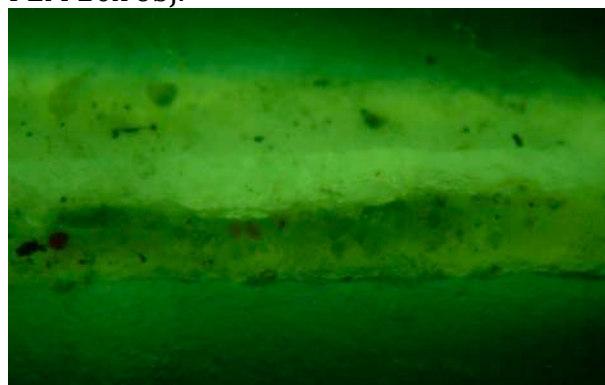
UV 10x obj.

A többretegű, vastag alapozóréteg (300-350 μm) felett vékony okker színű réteg (10 μm) húzódik, mely világosan lumineszkál az UV-lumineszcens felvételeken. Felette vékony fehér réteg (10 μm), rajta elszórva nagyobb méretű sötétkék vagy fekete szemcsék láthatók, melyek sötétek az UV-lumineszcens felvételeken. Három lakkréteg látható legfelül: sárga, szürke, és kékes színűek az UV-lumineszcens felvételen. A középső lakkréteg belefolyt egy öregedési repedésbe, melynek mentén elmozdultak egymástól a szigetek.

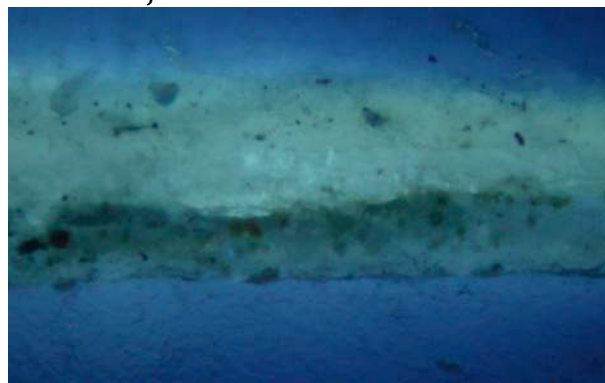
3. minta: A felhő világos része az Atyaisten alatt



PLM 20x obj.



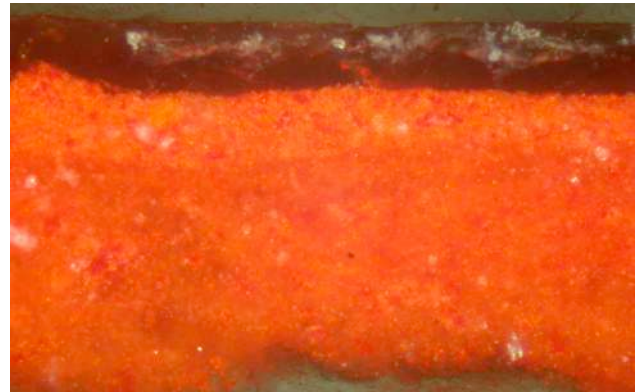
BV 20x obj.



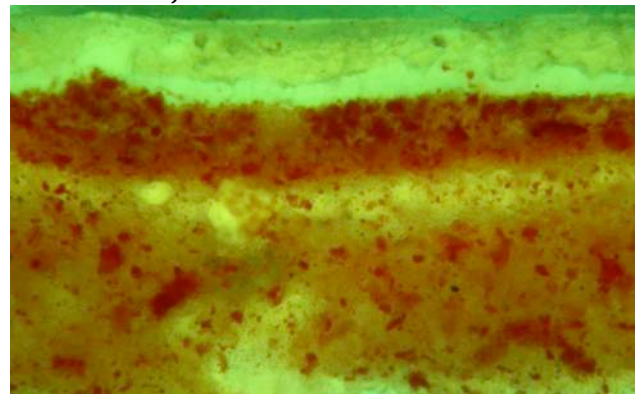
UV 20x obj.

A fehér mintát a felhőből vettem. Az infravörös és röntgen felvételen is látszik, hogy a fehér csúcsfényeket egy szürkés rétegre festette a festő. A keresztmetszet-csiszolatban a fehér réteg alatt áttetsző, gyantás, vörös, kék, fekete szemcsékkel dúsított rétegek (45 μm) húzódnak. Azért áttetsző, mert a benne lévő töltőanyag és a kötőanyag törésmutatója között nincs különbség. A fehér pigmentréteg (20-30 μm) az UV-lumineszcens felvételeken sötét. Rajta lakkréteg látható, mely az UV-lumineszcens felvételeken sárga.

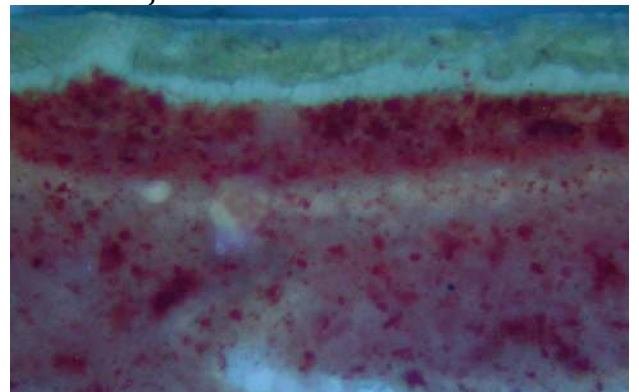
4. minta: Mihály vörös palástja



PLM 20x obj.



BV 20x obj.



UV 20x obj.

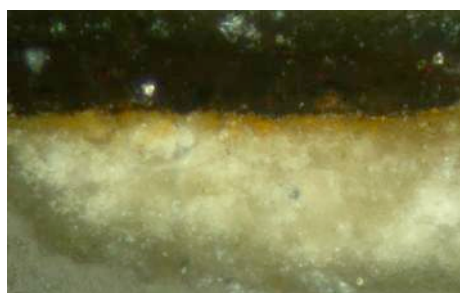
A vörös minta esetében négy réteget különíthetünk el a BV lumineszcens felvétel segítségével. Az alsó rétegek kötőanyagban gazdagabbak, a felső rétegekben több a vörös szemcse.

A heterogén szemcseméretű vörös pigmentréteg (100 μm) felett lakkréteg (25-30 μm) húzódik, mely az UV-lumineszcens felvételeken világosan lumineszkál. Ez vagy színezett lakk, melyben apró vörös pigmentszemcsék találhatók, vagy lazúros festékréteg. Felette 2 rétegű vörös átfestés (30 μm), majd legalább 3 lakkréteg húzódik.

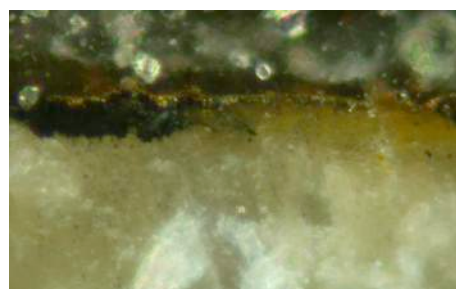
5. minta: Mihály arany színű fegyveringe



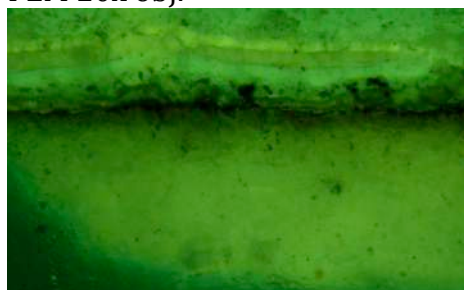
PLM 40x obj. Ker. an.-pol.állásban



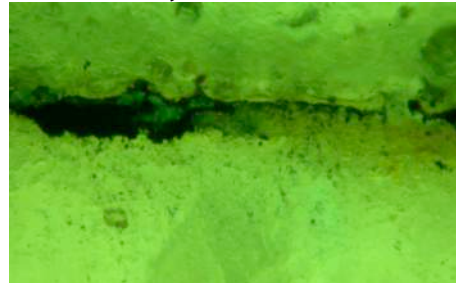
PLM 20x obj.



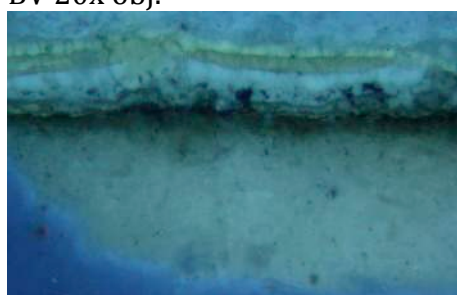
PLM 40x obj.



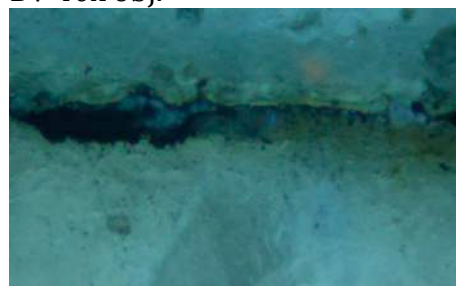
BV 20x obj.



BV 40x obj.



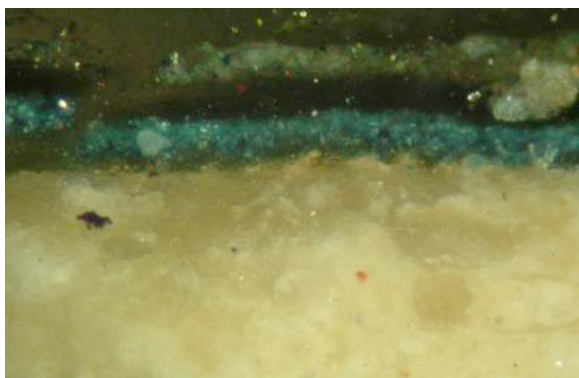
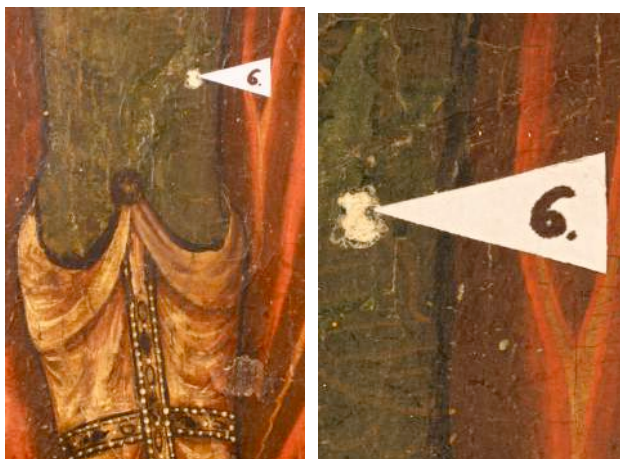
UV 20x obj.



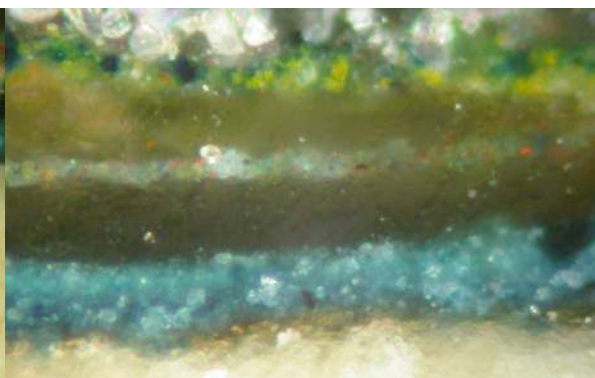
UV 40x obj.

Az 5. mintát Mihály arany színű fegyveringéből vettem. Részben keresztezett polarizátor-analizátor állásban jól látható, hogy valóban fémrétegről van szó. Az alapozóréteg (76 μm) feletti okkersárga (10 μm) pigmentrétegen fekete színű alárajzra utaló nyomokat találtam. Felette valószínűleg ragasztóréteg lehet, amire a fém rákerült. Az ezüstön színezett lakk húzódik. Pigmentszemcséket nem találtam benne, ezért színezék lehet. Azért színezték, hogy az ezüstlap arany színűnek látszon. Ez azt támasztja alá, hogy valószínűleg arany színűre lüszterezett ezüsttel van dolgunk. Egy kiterjedt átfestést követően háromrétegű lakkozást kapott, a lakkrétegek együttes vastagsága 30 μm , ezek jól elkülönülnek az UV-lumineszcens felvételeken.

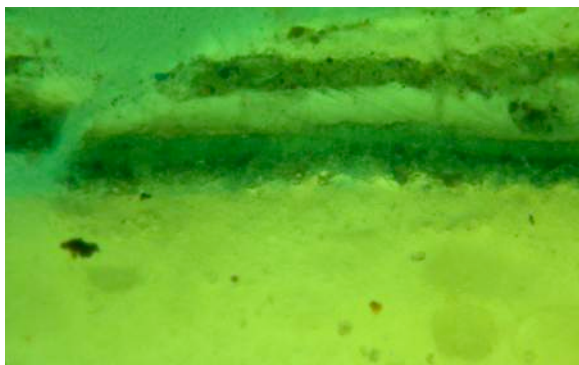
6. minta: Mihály nadrágja



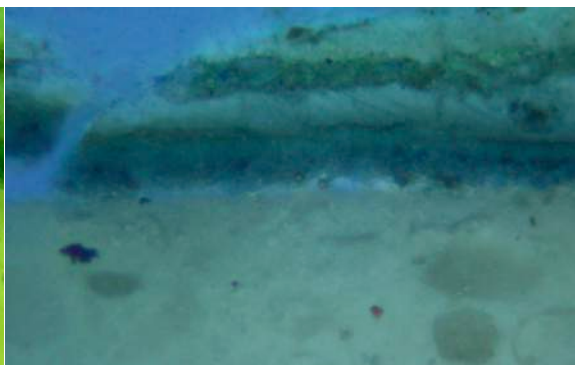
PLM 20x obj.



PLM 40x obj.



BV 20x obj.



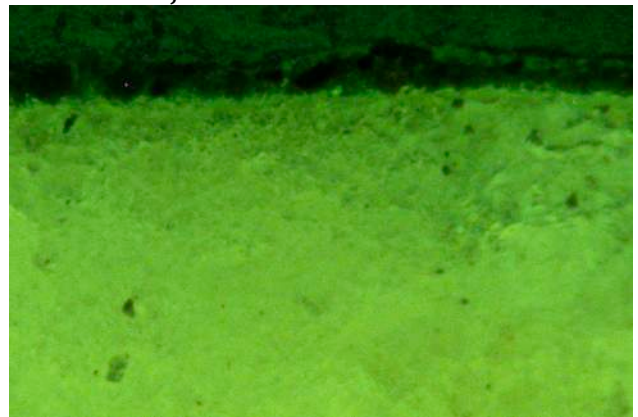
UV 20x obj.

A 6. mintát Mihály nadrágjából vettem. Az alapozóréteg ($260\text{ }\mu\text{m}$) felett kétrétegű kék aláfestés ($20\text{ }\mu\text{m}$) található, rajta lakk ($20\text{ }\mu\text{m}$), mely világosan lumineszkál. Ezt egy világos kékeszöldes lazúrréteg ($12\text{ }\mu\text{m}$) vagy csúcsfény követi, amit szintén lakkréteg ($13\text{ }\mu\text{m}$) fed. Felette zöld átfestés ($15\text{ }\mu\text{m}$) található, mely heterogén szemcseméretű sárga és kék szemcsékből épül fel. Ebből az állapítható meg, hogy a nadrág eredetileg kék volt, de az elsárgult lakk következtében optikailag zöldnek hatott, emiatt festették zöldre a későbbi javítgatások során.

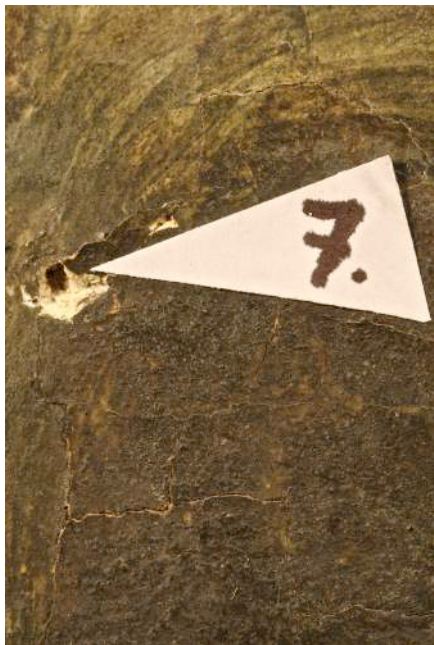
7. minta: A felhő sötét része Mihály lába alatt



PLM 20x obj.



BV 20x obj.



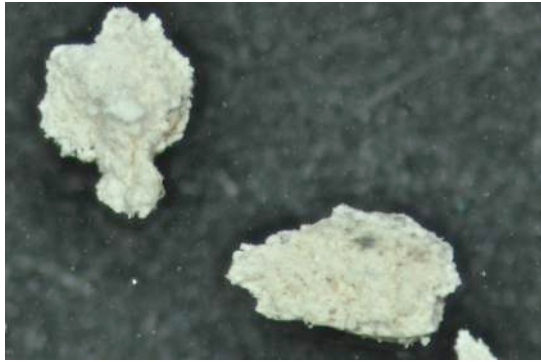
UV 20x obj.

Az alapozórétegen (330 μm) heterogén színű és szemcseméretű pigmentréteg (12-20 μm) húzódik, melyről a feltárás során kiderült, hogy átfestés. Nagyobb fekete, vörös és narancssárga szemcsék találhatók benne, felette lakkréteg (10 μm) látható, mely az UV-lumineszcens felvételen sárga színű.

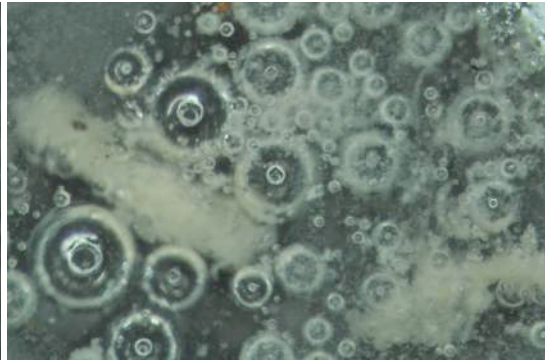
Mikrokémiai vizsgálatok

Karbonát-tartalom kimutatása az alapozóban:

Az alapozóból vett kaparéék mintát HCl-dal cseppentettem meg, mely heves pezsgést eredményezett. Ez bizonyítja, hogy az alapozó karbonát tartalmú.

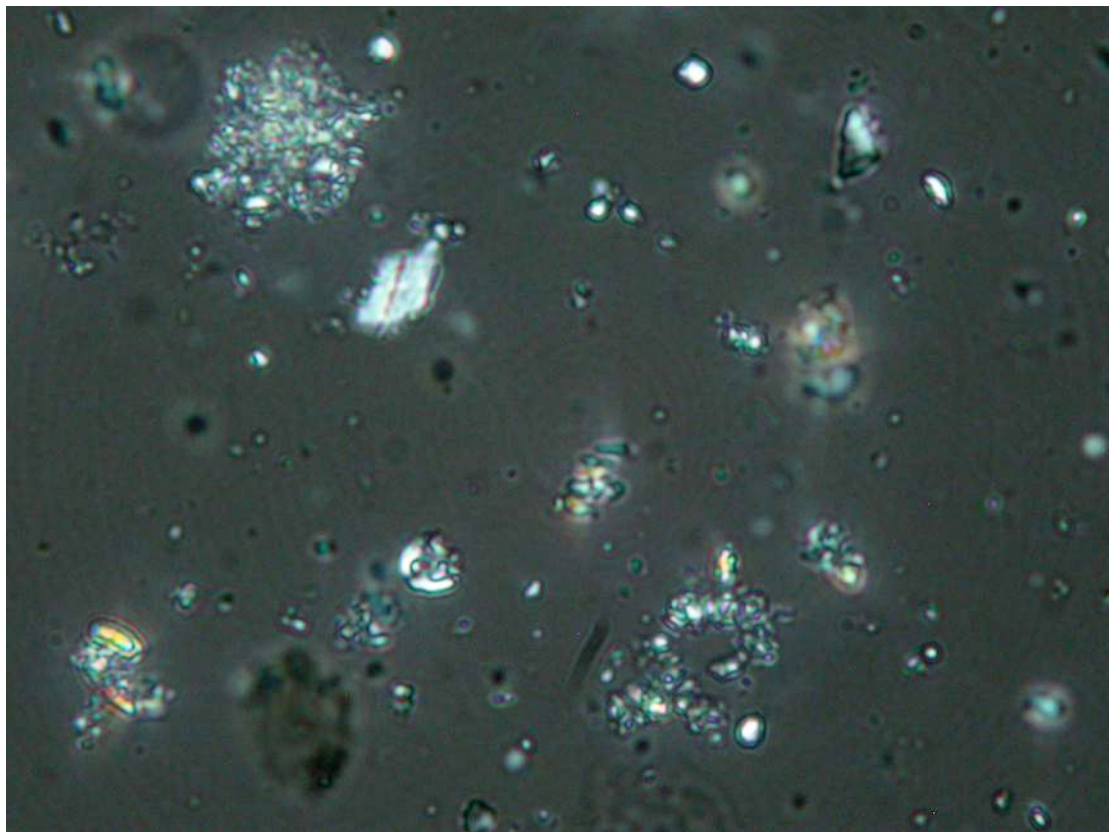


Sztereo-mikroszkóp 7.5x nagyítás



Sztereo-mikroszkóp 7.5x nagyítás

A mintában megfigyelhetők a foraminiferák és a rombusz alakú kalcit szemcsék. Ezek is azt támasztják alá, hogy krétaalapozással van dolgunk.



PLM 10x obj.

Vörös szemcsepreparátum Mihály vörös palástjából:

Az infravörös felvételen világosan jelenik meg, tehát visszaveri a sugárzást.



Normál felvétel



Infravörös felvétel

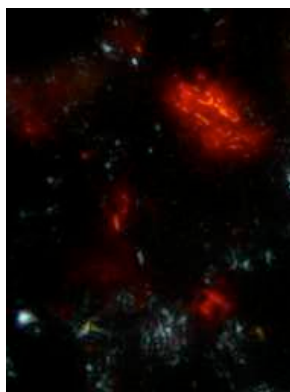
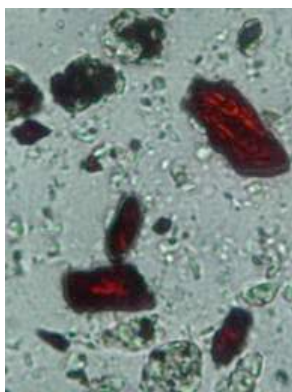
A röntgenfelvételen is világosan jelennek meg a vörössel festett részek mint a palást, Mihály szája és glóriájának körvonala. Radiográfiás szempontból az ólomfehérhez hasonlóan viselkedik még a mínium [$2\text{PbO} + \text{PbO}_2 = \text{Pb}_3\text{O}_4$], a cinóber [higany-szulfid (HgS)], valamint az ólomsárga [ólom-oxid (PbO)].



Röntgen felvételek

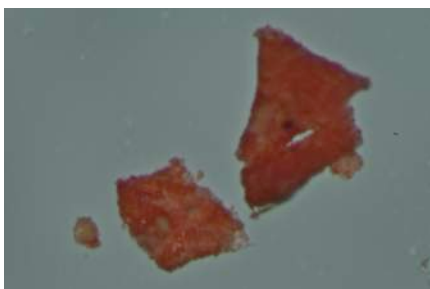
A szemcse jellemzői és optikai tulajdonságai:

Változó szemcseméretű (0,5-20 mikron) meggyvörös szemcsék. Hasábosak, sima törésfelületűek, éles határok jellemzik és színtelen szennyezőanyagok fordulnak bennük elő. Törésmutatójuk magas, pleokroizmusuk gyengén vöröses, narancsos. Keresztezett analizátor-polarizátor állásban megfigyelhető, hogy anizotróp, a kioltás jól látható. Erős narancsos interferencia-színe van a saját szín miatt. A szemcsekarakter alapján cinóber (természetes higany-szulfid). A higanyt elemanalízissel lehet kimutatni.



Vas-teszt:

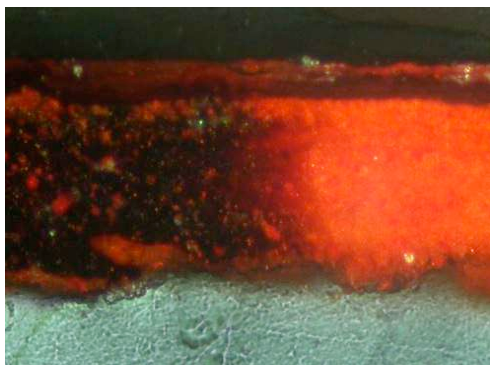
Kizártam a vasoxid-vöröset, mert a sósavval és kálium-ferrocianiddal való megcseppentés után sem történt színváltozás.



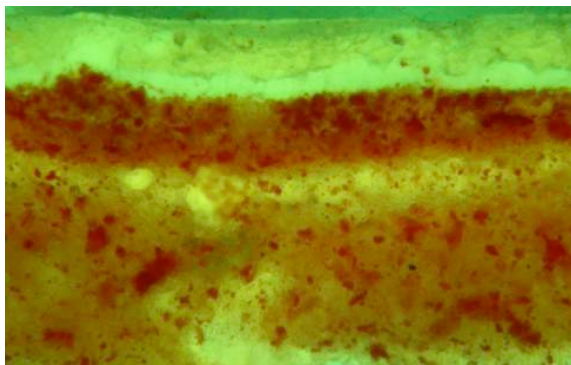
Sztereo-mikroszkóp 7,5x nagyítás

Kénhidrogén gáz fejlesztés:

A tesztet a 4-es keresztmetszet-csiszolatán végeztem. Vas-szulfidot helyeztem egy kémcsőbe, melyet 20%-os sósavval cseppentettem meg. A pohár szájára nedvesített szűrőpapírt helyeztem, és erre fektettem rá a keresztmetszet-csiszolatot, amit így közvetett módon kénhidrogén gáz ért. A vörös rétegben nem történt változás, tehát az ólomtartalmú minium kizárható a vörös festékek közül, ami valószínűsíti a cinóber jelenlétét. Ahol mégis elbarnult a réteg színe, a gazdag kötőanyag okozza. A BV lumineszcens felvételen látható mennyi vörös szemcse található a kötőanyagban.



PLM 10x obj.

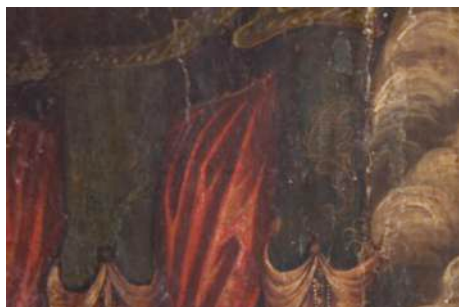


BV 20x obj.

Megállapítható, hogy a felül lévő, drágább cinóber rétegeket egy lazúrosabb, kötőanyagban gazdagabb, nagyobb ólomtartalmú vastag réteggel festették alá. Az ólom szikkatívként kerülhetett bele.

Kék szemcsepreparátum Mihály nadrágjából:

Az infravörös felvételen sötétén jelenik meg a nadrág színe, ebből arra következtethetünk, hogy olyan kék pigmenttel készült, mely elnyeli a sugárzást.
Pl: vas-hexacianoferrát

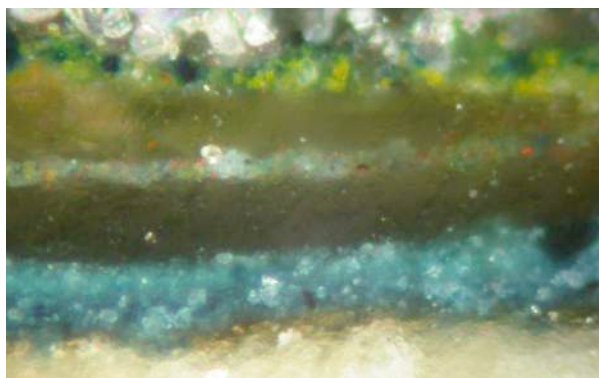


Normál felvétel

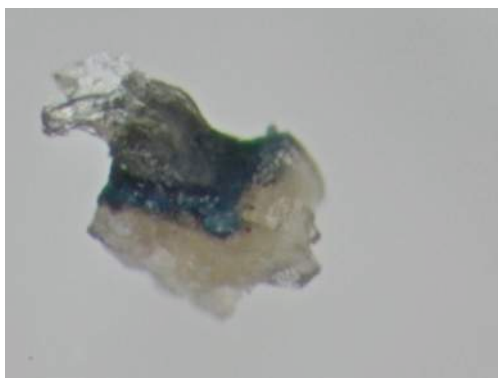


Infravörös felvétel

A nadrágból vett keresztmetszet-csiszolaton megfigyelhető, hogy a lakkréteg felett átfestés húzódik. A zöld színű átfestés kék és sárga pigment szemcséket tartalmaz. Az infravörös felvétel erről a rétegről ad információt, tehát az átfestés tartalmazhat vas-hexacianoferrátot.



PLM 40x obj.

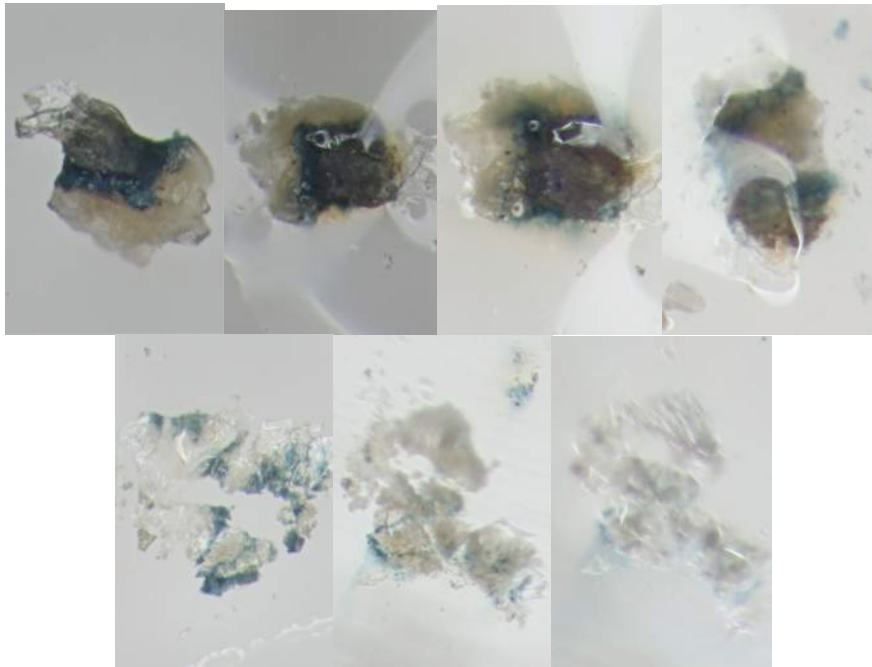


Sztereo-mikroszkóp

A sztereo-mikroszkóppal készített felvételen felül látható egy barnáskék réteg, alatta élénk kék réteg az alapozórétegen. A barnáskék lehet az átfestés, az élénkebb kék réteg pedig az eredeti festés.

Teszt vas-hexacianoferrát kimutatására:

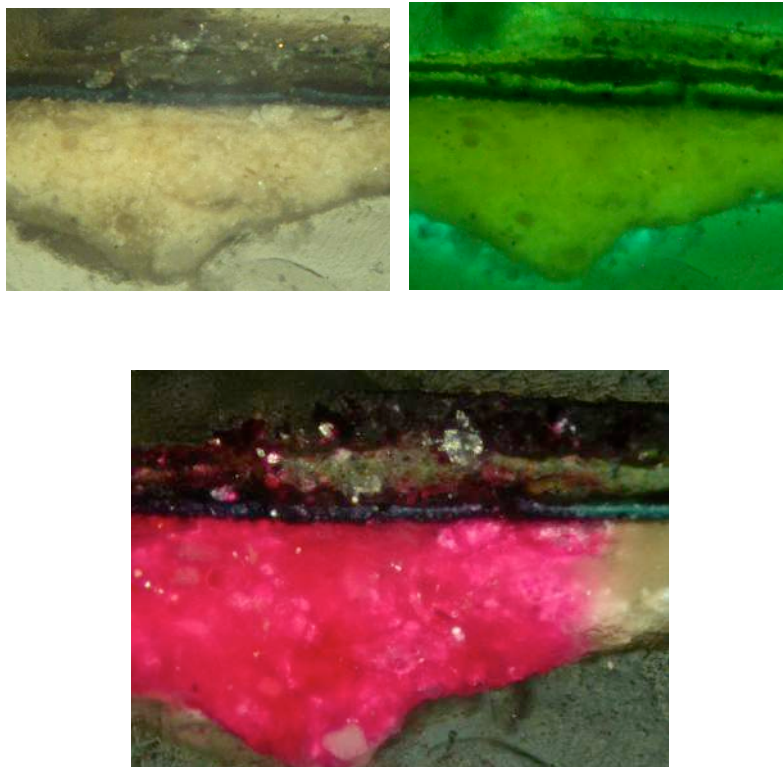
A mintát nátrium-hidroxiddal cseppentettem meg, és sztereo-mikroszkóp alatt figyeltem változását. A felső kék szín gyorsan elbarnult. Teljesen biztosak azonban nem lehetünk benne így sem, hogy vas-hexacianoferráttal van dolgunk, mert lehet, hogy a lúg a lakkréteget is feloldotta, és attól barnult el. Az alsó kék réteg hosszabb idő alatt barnult el, de nem teljesen. Maradtak benne kék szemcsék, elképzelhető, hogy indigóval lazúrozták. Legcélravezetőbb volna az elemanalitikai vizsgálat. Ezt főként az indokolja, hogy kormeghatározás szempontjából fontos lenne megtudni, milyen kék pigmenttel festették.



Sztereo-mikroszkóp

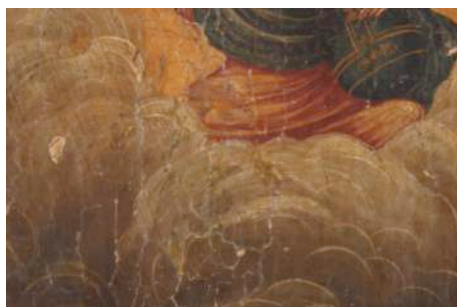
Savas fukszin teszt:

Ugyanezen a mintán elvégeztem még a savas fukszin tesztet is, melynek hatására a fehérjetartalmú rétegek rózsaszínné váltak. A savas fukszin által tehát az mutatható ki, hogy a festékrétegben nincs fehérje, ez is arra utal, hogy kötőanyaga olaj (vagy gyanta). Olajtechnikával készülhetett a kép, nem temperatechnikával, viszont az alapozó elszíneződött, ami utalhat a fehérje tartalmára, de a karbonátos összetevő miatt is lehet hamis színes eredmény.

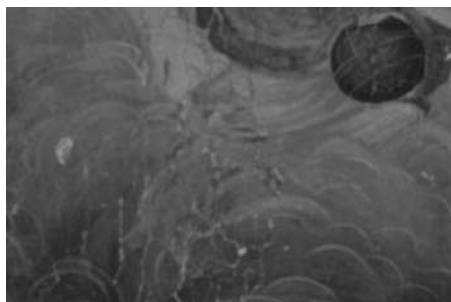


Keresztmetszet-csiszolat a felhő világos részéből:

Az infravörös felvételen világosan jelennek meg a felhőn lévő csúcsfények, tehát visszaverik a sugárzást.



Normál felvétel



Infravörös felvétel

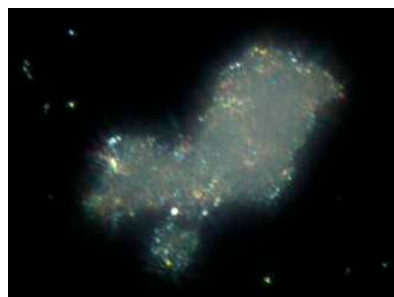
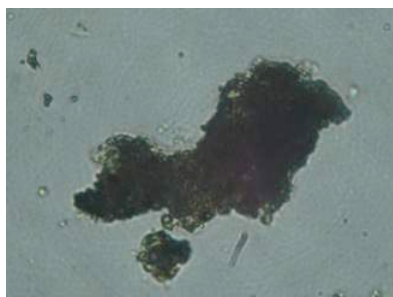
A röntgenfelvételen világos színt eredményez az ólom, mert elnyeli a röntgensugarakat. Ez is bizonyítja, hogy a festő ólomfehéret használt pl: a felhők festésekor, az ékszergallér díszítményénél, ami bázisos ólom-karbonát [$2\text{PbCO}_3 + \text{Pb}(\text{OH})_2$].



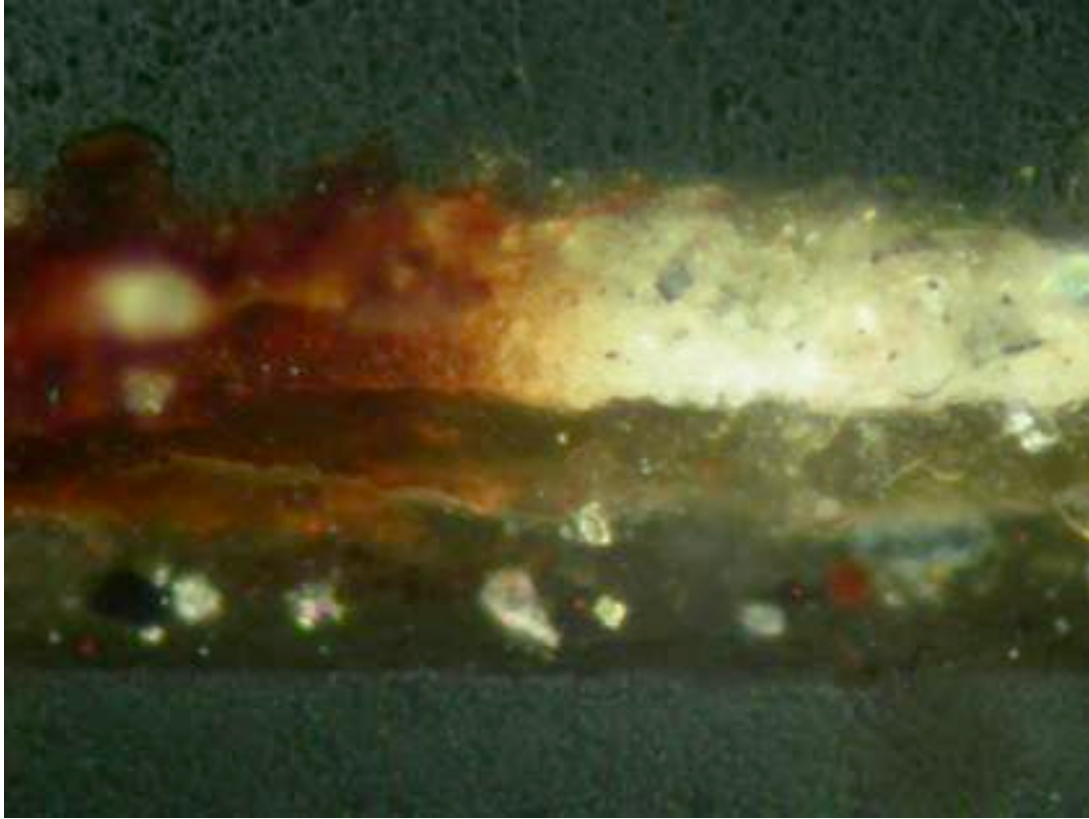
Röntgen felvételek

A szemcse jellemzői és optikai tulajdonságai:

A fehér pigmentből vett aggregátum sok apró, kerekded szemcséből áll, átmenő fényben opak, magas a törésmutatója és rózsaszínes, zöldes interferenciaszínek láthatók.



Kénhidrogén gáz fejlesztés: A tesztet a 3. mintán végeztem. Vas-szulfidot helyeztem egy kémcsőbe, melyet 20%-os sósavval cseppentettem meg. A pohár szájára nedvesített szűrőpapírt helyeztem, és erre fektettem rá a keresztmetszet-csiszolatot, amit így közvetett módon kénhidrogén gáz ért. A fehér pigment elfeketedett, ez is alátámasztja, hogy ólomfehéret használt a festő.



PLM 20x obj.