

# Metode bojenja minerala i stijena

---

**Schneller, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:414872>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Dario Schneller

## **Metode bojenja minerala i stijena**

Seminar III  
Preddiplomski studij geologije

Mentor:  
Zorica Petrincec

Zagreb, 2020.

**Sadržaj**

1.	Uvod.....	1
2.	Pregled češćih metoda bojenja minerala i stijena .....	2
2.1.	Metode prikladne za međusobno razlikovanje cordierita i feldspata .....	2
2.2.	Metode prikladne za međusobno razlikovanje feldspata.....	3
2.3.	Metode prikladne za međusobno razlikovanje pojedinih karbonatnih minerala i evaporita .....	3
3.	Opisi postupaka provođenja metoda bojenja .....	8
4.	Efekti primjene različitih metoda bojenja.....	18
5.	Osvrt na odabrane metode .....	23
6.	Zaključak .....	26
7.	Literatura.....	27
8.	Prilozi.....	I

## 1. Uvod

Geologija je znanost koja se bavi planetima (prvenstveno Zemljom), tj. stijenama na njima i uvjetima u kojima su nastale. Kako bismo došli do vrijednijih te detaljnijih spoznaja, vrlo često stijene moramo promatrati uz pomoć mikroskopa. Mikroskopska istraživanja su izrazito mukotrpa i dugotrajna metoda koja, iako pruža izvrsne rezultate, iziskuje jako puno vremena i energije. I nije jedina. Kako se geologija razvijala, tako su se razvijale i druge metode kojima se možemo pobliže upoznati sa stijenama koje čine planete i uvjetima u kojima su nastali. Razvijamo različite metode s ciljem da postignemo što bolje rezultate za što manje utrošenog materijala, vremena i novca. Tako su tokom vremena razvijene metode koje su izrazito precizne, no izrazito skupe, a s druge strane, postoje i metode koje su jeftine i jednostavne, no u usporedbi s onim skupljima i detaljnijima daju znatno slabije rezultate odnosno manje informacija. Tako su, s ciljem da bude preciznije od makroskopskih istraživanja bez ikakvih optičkih pomagala, a opet jeftino i brzo, razvijane i metode bojenja stijena. Iako te metode neće davati jednako informativne rezultate kao mikroskopiranje, rezultati koje ćemo njima dobiti su vrlo informativni s obzirom na njihovu jednostavnost i cijenu izvođenja i dobrodošla su dopuna mikroskopskim istraživanjima. Zbog toga su metode bojenja stijena i minerala praktički neizbježne u modernoj geologiji, te se do dan danas razvijaju i unapređuju.

Metoda bojenja ima mnogo, no sve ili bar velika većina funkcionira po sličnom principu, a to je da dodatkom određene otopine na stijenu ili preparat dolazi do reakcije između otopine i minerala unutar stijene, pri čemu nastaje obojani produkt koji upućuje na specifični mineral. Ovisno o metodi, imat ćemo različite rezultate na istim stijenama, zbog čega se važno prije obrade dobivenih podataka upoznati s metodama i njihovim mogućnostima primjene. Svrha ovog seminara je napraviti pregled nekoliko češćih metoda bojenja i njihove interakcije s pojedinim mineralima, te potencijalno dati uvid u dodatne mogućnosti modifikacije postojećih ili razvoja novih i boljih metoda. Neke od spomenutih metoda su: Kobaltinitrit-amarant obojenje, *Trypan Blue* obojenje, Na-kobaltinitrit i K-rodizonat obojenje, *Titan Yellow* obojenje i mnoge druge. U nastavku slijedi njihov pregled na temelju dostupne literature, a to je Laniz i sur. (1964), Friedman (1959), Gabriel i Cox (1929), Bailey i Stevens (1960), Harris (1900), Boone i Wheeler (1968), Choquette i Trusell (1978), Graebe i Liebermann (1869), Houghton (1980).

## 2. Pregled češćih metoda bojenja minerala i stijena

Prije izvođenja bilo koje od ovih metoda, trebamo preparat prethodno jetkati. Jetkanje se izvodi pomoću kiseline poput HF ili HCl, tj. pomoću njihovih para kako površina preparata ne bi bila previše oštećena. Naime, nakon što napravimo preparat, on ima ispoliranu površinu. Jetkanjem se nagriza površina i stvaraju malena udubljenja unutar kojih se korišteno bojilo može zadržati i reagirati s mineralom na kojem se nalazi. Da preparate prethodno ne jetkamo, učinak metoda bojenja bio bi znatno slabiji.

### 2.1. Metode prikladne za međusobno razlikovanje cordierita i feldspata

#### 2.1.1. Kobaltinitrit-amarant metoda

Metoda je nastala 1964. godine (Laniz i sur., 1964). Osmislili su ju Laniz, Stevens i Norman kako bi mogli razlikovati kalijem bogate feldspate i plagioklase od cordierita. Metoda je uspješna na debljim presjecima stijene, no na tanjim presjecima (preparatima) joj je uspješnost puno manja. Razlog tome je uništavanje tankog filma na površini plagioklasa uslijed višestruke primjene fuorovodične pare (HF) i konačne obrade amarantom. No, taj problem se može riješiti kratkom imerzijom stijene u otopinu  $\text{BaCl}_2$  između svakog jetkanja pomoću HF para.  $\text{BaCl}_2$  služi kao učvršćivač - učvršćuje obojenje na mineralu držeći ga vlažnim, ali također služi kao reaktant u reakciji s amarantom.

Uslijed bojenja, navedeni autori kažu da će cordierit biti tamnije nijanse od plagioklasa, tj. cordierit će biti tamno crven, a plagioklasi svjetlije crveni. Razlika je dovoljna da se mogu međusobno razlikovati. Zbog mogućnosti međusobne usporedbe, ova metoda je zato bolja kada uzorak sadrži cordierit i plagioklase, a ne samo cordierit ili samo plagioklase. Osim toga, ova se metoda koristi i za razlikovanje kalijevih feldspata i plagioklasa, pri čemu kalijevski feldspati budu obojeni žuto, a plagioklasi crveno. Testiranjem ove metode i na drugim mineralima, otkriveno je da će ovom metodom kalcit biti obojen blijedo rozo, a dolomit tamno crveno, te da kvarc ostaje neobojen (Laniz i sur., 1964). Sličan efekt ima Na-kobaltinitrit i K-rodizonat metoda, razlika je samo u činjenici što je rodizonat skuplji od amaranta, a to je zbog toga što je amarant nepostojan, odnosno izrazito topljiv u vodi (jer se radi o biljnom pigmentu), pa se lako ispire s preparata.

### 2.1.2. Trypan Blue metoda

Navedena metoda (Friedman, 1959) pokazala se prikladnom kada preparat sadrži kalijске feldspate i cordierit zbog nevjerojatne razlike koju proizvede bojeći kalijске feldspate žuto, a cordierit plavo. Također je korisna za razlikovanje kalcita od dolomita, jer će kalcit biti tamnoplav, a dolomit svijetloplav.

## 2.2. Metode prikladne za međusobno razlikovanje feldspata

### 2.2.1. Na-kobaltinitrit i K-rodizonat metoda

Pomoću ove metode koja je nastala kao kombinacija K-rodizonat metode koju su razvili Bailey i Stevens (1960) i Na-kobaltinitrit metode koju su razvili Gabriel i Cox (1929) možemo raspoznati imamo li u preparatu plagioklase ili pak kalijске feldspate. Na-kobaltinitrit će obojati kalijске feldspate žuto uslijed reakcije kobaltinitrita s kalijem u kalijskim feldspatima, a K-rodizonat plagioklase rozo, kao posljedica zamjene kalcija iz plagioklasa barijem iz barijeva klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) koji koristimo kao učvršćivač. Iznimka tom pravilu je albit.

Naime, obojenje K-rodizonatom je jače, što mineral ima veći udio kalcija u kristalnoj rešetki. Zato čisti albit neće poprimiti obojenje. Taj se problem može riješiti dodatnim umakanjem jetkanog preparata u otopinu  $\text{CaCl}_2$  prije bojenja, nakon čega će se i albit bojati rodizonatom. Također, obojenje K-rodizonatom može biti izrazito blijedo. U tom slučaju, preporuča se više puta ponoviti postupak.

## 2.3. Metode prikladne za međusobno razlikovanje pojedinih karbonatnih minerala i evaporita

Unutar ove velike skupine metoda, metode će prema svojim specifičnostima biti dodatno raščlanjene u devet podskupina. Te podskupine su: organske metode bojenja specifične za kalcit, organske metode bojenja specifične za dolomit, organske metode bojenja specifične za magnezit, anorganske metode bojenja specifične za kalcit, anorganske metode bojenja specifične za dolomit koji sadrži  $\text{Fe}^{2+}$ , metode bojenja specifične za aragonit, metode

bojenja specifične za visokomagnezijske kalcite, metode bojenja specifične za gips, te metode bojenja specifične za anhidrit.

### **A - Organske metode bojenja specifične za kalcit**

U ovu skupinu metoda spadaju slijedeće metode: *Harris' Hematoxylin* (Harris, 1900), *Alizarine Red S* (ARS) i *Trypan Blue* (Friedman, 1959).

Prilikom korištenja *Harris' Hematoxylin* otopine, preporuča se da ju se dobro promućka prije upotrebe. Rezultati bojenja će biti vidljivi tek nakon 10 minuta u slučaju da je otopina svježije pripremljena, a u slučaju da nije svježija nego je već višestruko korištena, rezultati vide već nakon tri minute. Ova metoda boji kalcit ljubičasto, dok dolomit ostaje nepromijenjen.

*Alizarine Red S* (autor metode je nepoznat) je izrazito jednostavna i brza metoda, koja već nakon dvije do tri minute boji kalcit u duboku crvenu, a dolomit ostaje neobojen, osim u slučaju pretjeranog izlaganja otopini. Otopinu su sintetizirali Graebe i Libberman (1869), no nepoznato je tko ju je prvi iskoristio u svrhu identifikacije minerala.

Kao što je već ranije spomenuto, *Trypan Blue* metoda je dobra kad preparat sadrži kalijske feldspate i cordierit. Osim njih, može se koristiti i za raspoznavanje karbonata, jer će i kalcit i dolomit nakon tretmana s *Trypan Blue* poplaviti, ali kalcit će poprimiti dublju plavu nijansu od dolomita.

### **B - Organske metode bojenja specifične za dolomit**

Sve metode koje služe za raspoznavanje dolomita se provode po istom principu, samo s drugačijim bojilom, zbog čega ovisno o bojilu, imamo drugačije obojenje dolomita. Preparat će tek nakon pet minuta poprimiti obojenje prilikom korištenja ovih metoda. U slučaju da obojenje s vremenom izbledi, umočimo li preparat u razrijeđenu NaOH, vratiti će se originalno obojenje.

Sva bojila su navedena u tablici 5, a među njima se nalaze bojila poput *Titan Yellow*, *Alizarine Red S*, *Trypan Blue*, *Harris' Hematoxylin*, *Neutral Red* (Rudi, 1954, preuzeto iz Friedman, 1959), *Alizarine Cyanine Green*, *Congo Red* i mnoga druga.

### **C - Organske metode bojenja specifične za magnezit**

Ove metode se provode po istom principu kao organske metode specifične za dolomit, samo što se u pripremi koristi 5%-tna, a ne 30%-tna otopina NaOH.

### **D - Anorganske metode bojenja specifične za kalcit**

U ovu kategoriju spadaju metode koje se zasnivaju na primjeni sljedećih bojila: željezovog (III) klorida ( $\text{FeCl}_3$ ), bakrovog (II) nitrata ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ), te srebrovog kromata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ).

Željezov (III) klorid metodu prvi puta koristi Lemberg (1887) (preuzeto iz Friedman, 1959). Ako ju iskoristimo, kalcit će biti obojen u smeđe, a dolomit će ostati neobojen. Zanimljiva je činjenica da možemo i pojačati kontrast između kalcita i dolomita ako naknadno operemo preparat i onda ga uronimo u otopinu amonijeva sulfida ( $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ) na par minuta. Kao rezultat toga, kalcit će postati crn, a dolomit će ostati neobojen. No, nakon što se uzorak posuši, ta crna boja nestaje, te ostaje originalna smeđa.

Bakrov (II) nitrat metoda (Rodgers, 1940, preuzeto iz Friedman, 1959), za razliku od  $\text{FeCl}_3$  metode, zahtjeva dosta vremena, te se sastoji od uranjanja preparata 2,5 do 6 h (ovisno o željenom intenzitetu obojenja) u molarnu otopinu  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Kalcit će biti obojan u zelenu ili plavkasto-zelenu, a dolomit će ostati neobojen.

Metoda srebrovog kromata (Lemberg, 1892, preuzeto iz Friedman, 1959) traje svega par minuta, nakon čega dolazi do obojenja kalcita u čokoladno smeđu, a dolomit ostaje neobojen. Mana ove metode je što osim kalcita, čokoladno smeđu nijansu još poprimaju magnezit i gips.

### **E - Anorganske metode bojenja specifične za dolomit koji sadrži $\text{Fe}^{2+}$**

Koriste se tvari poput: kalijevog fericianida ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) (PF), vodikovog peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) i natrijevog hidroksida (NaOH), te amonijev sulfid ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ) i bakrov sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ).

Kalijev fericianid (Heeger, 1913, preuzeto iz Friedman, 1959) se koristi u rutinskim testovima za dokazivanje željeza, pa se isto tako može koristiti i na dolomitu ako sadrži  $\text{Fe}^{2+}$  ion. Ovom metodom, dolomit će biti obojen dubokom plavom bojom, a kalcit će ostati neobojen.



Vodikov peroksid u kombinaciji s natrijevim hidroksidom (Hallimond, 1925, preuzeto iz Friedman, 1959) se koristi za razlikovanje dolomita od ankerita. Ovom metodom dolazi do bojenja ankerita u narančasto, a dolomit ostaje neobojen. Prema dosadašnjim saznanjima, obojenje ovisi o udjelu  $\text{Fe}^{2+}$  u karbonatu (Taylor, 1948, preuzeto iz Friedman, 1959).

Amonijev sulfid u kombinaciji s bakrovim sulfatom će obojati ankerit sivo-crno (Kirchberg, 1940; 1941, preuzeto iz Friedman, 1959).

#### **F- Metode bojenja specifične za aragonit**

Aragonit se može otkriti metodama tzv. Feiglove otopine (mješavina srebrovog i manganskog sulfata otopljena u 100 ml destilirane vode) (Feigl, 1939, preuzeto iz Friedman, 1959) i Meigenove otopine (otopina kobaltovog nitrata) (Holmes, 1921, preuzeto iz Friedman, 1959). Koristeći Feiglovu otopinu, aragonit se boji crno, a kalcit i dolomit su neobojeni. Pri Meigenovoj otopini, aragonit će poprimiti lila ljubičastu nijansu, a kalcit će ostati neobojen, tj. tako bi bar trebalo biti.

Naime, difrakcijom rendgenskih zraka na uzorcima foraminifera je zapaženo da se može dogoditi da dođe do obojenja kalcita umjesto aragonita, čime ova metoda gubi na preciznosti (Jirová, 1956, preuzeto iz Friedman, 1959).

#### **G - Metode bojenja specifične za visoko-magnezijske kalcite**

Koristeći metodu *Harris' Hematoxylin*, visokomagnezijski kalcit reagira isto kao i obični kalcit, tj. dolazi do ljubičastog obojenja minerala. S druge strane, ako bismo koristili metode poput *Titan Yellow*, *Alizarine Red S* i *Alizarine Cyanine Green*, visoko magnezijski kalcit bi reagirao isto kao i dolomit. U svrhu eksperimentiranja je korišten koralj *Plexaurella kunzei*, jer je građen od 100%-tnog visokomagnezijskog kalcita sa težinskim udjelom  $\text{MgCO}_3$  od 11,2%. Osušeni uzorak je smečkast, no obradom s izbjeljivačem postaje bijeli. Zamijećeno je da spikule koralja i tijelo koralja poprimaju dvije različite nijanse prilikom bojenja s *Titan Yellow*, tj. spikule su poprimile žutu boju, a čestice tijela koralja su postale narančaste. Analizirajući Mg/Ca omjer u spikulama i Mg/Ca omjer u tijelu koralja (Mg/Ca u spikulama je bio 0,126, a u tijelu 0,482), došlo se do zaključka da nijansa, tj. intenzitet obojenja ovisi o Mg/Ca omjeru (Friedman, 1959).

Dakle, *Titan Yellow* metoda, pogodna je za diferenciranje Mg-bogatog kalcita od ostalih karbonatnih minerala. Potreba za time se često javlja prilikom istraživanja pleistocenskih i holocenskih karbonata koji često sadrže metastabilni oblik  $\text{CaCO}_3$ . Jedan od opisa ove metode je dao Winland (1971) (preuzeto iz Friedman, 1959) gdje ju koristi na tankim presjecima tj. preparatima kako bi detektirao Mg-kalcit koji sadrži više od 3 težinska %  $\text{MgCO}_3$ . Ovisno o postotku  $\text{MgCO}_3$ , boja je blijedo roza ako je postotak mali, a duboko crvena ako je postotak  $\text{MgCO}_3$  visok.

Postoji jedan problem s ovom metodom, a to je da nije trajna, te već unutar sat vremena može doći do promjene boje u narančastu ili smeđe-crvenu. Pokusima je dokazano da do toga dolazi uslijed dezintegracije nastalog adsorpcijskog kompleksa (nastao reakcijom molekula bojila i magnezijeva hidroksida u ovom slučaju) kako se uzorak suši. Kako bi se to izbjeglo, tokom pripreme bojila, priprema se učvršćivač, tvar kojoj je svrha zadržati uzorak vlažnim, čime se sprječava isušivanje odnosno dezintegracija.

## **H - Metode bojenja specifične za gips**

Do obojenja dolazi par minuta nakon uranjanja preparata u hladnu pripremljenu otopinu. Zagrijavanjem otopine njena učinkovitost raste. Na gipsu će doći do dubokog obojenja, a dolomit će zaprimiti isto obojenje, no obojenje će biti blaže, čime ih lako razlikujemo. Anhidrit i kalcit će ostati nebojeni ovim metodama (ili izrazito blago obojeni).

Bojila koja se koriste u pripremi otopine su *Titan Yellow*, *Alizarine Cyanine Green*, *Barium Eosinate* i *Rhodamine B Base* (Friedman, 1959).

## **I - Metode bojenja specifične za anhidrit**

Za sada još ne postoje zadovoljavajuće metode bojenja za određivanje anhidrita. Umjesto toga, njega se za sad još određuje metodom eliminacije, što se može vidjeti na slici 1 i slici 2 (Friedman, 1959).

### 3. Opisi postupaka provođenja metoda bojenja

#### Kobaltinitrit-amarant metoda

Laniz i sur. (1964) opisuju proces pripreme otopine kako slijedi. Naveden je potreban materijal i recept samog postupka.

Materijali:

Plastična kutija (za HF) nešto veća od tankog presjeka.

Plastični poklopac s kukicama od platinaste žice za podupiranje tankog presjeka prilikom jetkanja iznad HF.

Grijače ploče s osjetljivim upravljanjem u temperaturnom rasponu.

Fleksibilne cijevi pričvršćene na izvor komprimiranog zraka.

1 čaša od 100 ml, Petrijev tanjurić, pincete obložene teflonom.

1 čaša od 250 ml, 3 čaše od 30 ml, štoperica.

Postupak:

1. Oprati površinu preparata otopinom deterdženta.
2. Osušiti na vrućoj ploči na temperaturi od 56 °C, u struji zraka (od malog ventilatora ili izvora komprimiranog zraka).
3. pariti 20 sekundi iznad HF-a.
4. Uroniti na 15 sekundi u čašu od 30 ml, s otopinom natrijevog kobaltinitrita.
5. Kratko oprati vodom iz slavine, a zatim destiliranom vodom iz boce za pranje. Ukupno vrijeme pranja ne smije biti duže od 15 sekundi.
6. Temeljito osušiti na vrućoj ploči kao u koraku 2.
7. Pariti 7 sekundi iznad HF-a kao u koraku 3.
8. Uroniti u čašu od 30 ml, s promiješanom otopinom barijevog klorida.
9. Dva puta nakratko umočiti u čašu od 100 ml, sa svježom destiliranom vodom.
10. Posušiti preparat papirnatim ručnikom.
11. Osušiti na vrućoj ploči kao u koraku 2.
12. Uroniti preparat u čašu od 30 ml, s otopinom amaranta na 15 sekundi.

13. Umočiti kratko četiri puta u 250 ml čašu sa svježom vodom iz slavine, kako bi se uklonila većina otopine amaranta.

14. Preostalu tekućinu posušiti komprimiranim zrakom i staviti rub preparata na papirnati ručnik da apsorbira tekućinu koju komprimirani zrak dovodi do tog ruba.

Uz postupak postoji par komentara:

1. Svježe pripremljen, čist preparat ne treba pranje.
2. Jedan papirnati ručnik na grijaćoj ploči pomaže u sprečavanju prekomjernog zagrijavanja preparata i upija vlagu sa stražnje strane preparata.
3. Lagano zagrijavanje kiseline će smanjiti efekt koji ima smanjeni sadržaj HF-a. Temperatura kiseline se treba povećavati onoliko stupnjeva iznad 20°C, za koliko se HF postotak snizi ispod 50%.
4. Voda treba teći preko preparata od ruba kako se ne bi oštetili jetkani slojevi filma na površini minerala. Vrijeme ispiranja u ovom stupnju i svakom idućem se treba držati na minimumu kako bi se izbjeglo ispiranje filma.
5. Nakupine vlage koje ostanu na preparatu mogu uzrokovati nakupljanje  $BaCl_2$  tamo gdje se osuše, rezultirajući pretjerano gustim slojem amaranta na tom mjestu.
6. Budući da je amarant topiv u vodi, pretjerano pranje nepotrebno će umanjiti gustoću sloja. S druge strane, ako je mrlja previše gusta, može se prorijediti dodatnim pranjem.

### ***Trypan Blue metoda***

Pripremu ove otopine opisao je Friedman (1959). Ovdje ponovno iznosim pregled potrebnog materijala, te sam postupak.

Materijali: samo preparati koji koriste epoksidno ljepilo kao sredstvo za povezivanje su prikladni za ovu metodu!

HF (48-50%-tna)

*Trypan Blue* bojilo (*Diamine blue 3B*)

Metil alkohol (metanol)

10%-tna vodena otopina NaOH

Priprema otopine:

1. Otopiti 0,2 g *Diamine blue* 3B praha u 25 ml metanola. Blago zagrijavanje i miješanje su potrebni za učinkovito raspršivanje praha, jer ono ima tendenciju da formira male poligranularne nakupine. Dodati metanol ako je potrebno za održavanje volumena otopine.

2. U smjesu *Diamine blue* 3B i metanola dodati 15 ml 10%-tne otopine NaOH i zagrijati na oko 50°C za bojenje.

Postupak: osigurati da je preparat učvršćen epoksidnim ljepilom, jer ljepila poput Kanada balzama brzo reagiraju s NaOH.

1. Jetkati površinu preparata, kao i za obojenje kobaltinitritom. Po želji se može u preparatu prvo obojati K-feldspate ili plagioklase, a zatim ponovno jetkati površinu sedam sekundi na sobnoj temperaturi (22°C) iznad HF para, kako bi se obojali preostali feldspati. Ne smije se ispirati ili na bilo koji drugi način remetiti površinu koja se ponovno jetka.

2. Jetkani dio umočiti u toplu *Trypan Blue* otopinu. Uranjanje je učinkovito ako traje između 30 sekundi do minute. Nakon vađenja i ispiranja preparata u svrhu inspekcije, ne preporučuje se ponovno uranjanje.

### **Na-kobaltinitrit i K-rodizonat metoda**

Ovu metodu koju su zamislili Bailey i Stevens (1960), a modificirao je Houghton (1980) koji navodi slijedeće materijale i postupak.

Materijali:

3 čaše od 100 ml

200 ml destilirane vode

0,02 g K-rodizonata

4,4 g BaCl<sub>2</sub>

36 g Na-kobaltinitrita

HF (48-50%-tna)

Postupak:

1. U tri čaše napraviti tri otopine; u prvoj čaši pomiješati 60 ml destilirane vode sa 0,02 g K-rodizonata, u drugoj čaši pomiješati 80 ml destilirane vode i 4,4 g BaCl<sub>2</sub>, a u trećoj čaši pomiješati 60 ml destilirane vode sa 36 g Na-kobaltinitrita.
2. Preparat prije umakanja u bojila treba jetkati 45 sekundi pomoću HF para, nipošto uranjati preparat u HF.
3. Uroniti preparat u otopinu Na-kobaltinitrita na 45 sekundi.
4. Dobro isprati preparat destiliranom vodom i posušiti ga papirnatim ručnicima.
5. Uroniti preparat u otopinu BaCl<sub>2</sub> na dvije sekunde, kako bi došlo do učvršćenja obojenja.
6. Isprati preparat na 10 sekundi destiliranom vodom.
7. Provjeriti ima li preparat tanki i podjednaki film vode duž cijele svoje površine.
8. Ako ima, nanijeti par kapi K-rodizonata na preparat i ravnomjerno ih rasporediti po preparatu.
9. Nakon tri sekunde isprati u destiliranoj vodi.
10. Osušiti preparat komprimiranim zrakom.
11. Mikroskopski pregledati preparat kako bi odredili jesu li plagioklasi poprimili dovoljno dobar intenzitet obojenja ili je potrebno ponoviti postupak bojenja K-rodizonatom.

### ***Titan Yellow* bojenje (trajno)**

Ova metoda koju je izvorno osmislio Friedman (1959), a dopunio Winland (1971) (preuzeto iz Friedman, 1959), modificirana je od strane Choquette i Trusell (1972) kako bi obojenje bilo brzo i trajno. Choquette i Trusell (1972) opisuju proces na slijedeći način.

Materijali:

1. bojilo: 1 g *Titan Yellow* praha
  - 8 g NaOH
  - 4 g EDTA
  - 1 l destilirane vode

2. učvršćivač: 200 g NaOH peleta

1 l destilirane vode

Napomena: prilikom izrade učvršćivača dolazi do stvaranja topline i plinova, zbog čega je najbolje pripremati učvršćivač u dobro provjetrenom prostoru!

Postupak:

1. Jetkati preparat oko 30 sekundi u 5%-tnoj otopini octene kiseline.

2. Posušiti preparat na zraku.

3. Uroniti preparat na 20 minuta u *Titan Yellow* otopinu (koju dobijemo miješajući navedene materijale pri sobnoj temperaturi).

4. Posušiti preparat na zraku.

5. Uroniti preparat na 30 sekundi u otopinu učvršćivača (nastala miješanjem 1 l destilirane vode sa 200g NaOH peleta).

6. Posušiti preparat na zraku.

7. Kada je preparat u potpunosti suh, prekriti ga npr. pokrovnim stakalcem, za što se može koristiti epoksidno sredstvo, na vrućoj ploči (jer *Titan Yellow* otopina rastapa tvari poput Kanada balzama).

### ***Harris' Hematoxylin* postupak**

*Harris' Hematoxylin* otopina se može komercijalno kupiti ili se može pripremiti na način koji je opisan u nastavku (Gurr, 1956) (preuzeto iz Friedman, 1959).

Materijali:

5 ml 10%-tnog *Hematoxylin*-a u apsolutnom alkoholu (etanol s manje od 1% vode po težini)

0,25 g živina (II) oksida (HgO)

100 ml 10% kalijsko-aluminijeva sulfata ( $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ )

4 ml glacijalne octene kiseline (octena kiselina s manje od 1% vode)

Postupak:

1. Pomiješati *Hematoxylin* i otopinu kalijsko-aluminijeva sulfata.

2. Smjesu dovesti do ključanja, nakon čega se dodaje živin (II) oksid.
3. Kada otopina poprimi duboku ljubičastu boju, maknuti ju s grijanja, ohladiti, te dodati octenu kiselinu.

### ***Alizarine Red S postupak***

Friedman (1959) navodi slijedeće za postupak pripreme *Alizarine Red S* otopine.

Materijali:

0,1 g *Alizarine Red*

100 ml 0,2%-tne hladne HCl kiseline

Postupak:

1. Otopiti 0,1 g *Alizarine Red* u 100 ml 0,2%-tne hladne HCl kiseline.
2. Nakratko uroniti preparat u otopinu.

### **Organske metode bojenja specifične za dolomit**

Izdvojene su kao cjelina, a ne pojedinačno, zato što se sve isto pripremaju, razlika je jedino u korištenom bojilu (prikazano u tablici 5) (Friedman, 1959).

Materijali:

0,2 g bojila (20 ml u slučaju da je bojilo benzopurpurin)

25 ml metanola

15 ml 30%-tne otopine NaOH

Postupak:

1. Otopiti 0,2 g bojila u 25 ml metanola (ako je potrebno, kao pomoć pri otapanju, otopinu se može i zagrijavati).
2. Sav izgubljeni metanol uslijed evaporacije se treba nadodati.
3. U otopinu dodati 15 ml 30%-tne otopine NaOH i dovesti otopinu do ključanja.
4. Uroniti preparat u ključajuću otopinu.



### **Organske metode bojenja specifične za magnezit**

Ove metode se pripremaju na isti način kao i prethodno navedene (i sa istim bojilima), samo što umjesto 30%-tne otopine NaOH koriste 5%-tnu otopinu NaOH (Friedman, 1959).

### **Anorganske metode bojenja specifične za kalcit**

#### Željezov (III) klorid

Prema Lembergu (1887) (preuzeto iz Friedman, 1959), ova metoda se izvodi na slijedeći način.

Materijali:

97,5 ml vode

2,5 g FeCl<sub>3</sub>

Postupak:

1. Otopiti 2,5 g FeCl<sub>3</sub> u 97,5 ml vode.
2. Uroniti preparat na par sekundi.
3. Preparat dobro isprati.
4. Preparat uroniti u otopinu amonijeva sulfida [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O] na par sekundi.

#### Bakrov nitrat

Ova metoda koju je modificirao Rodgers (1940) (preuzeto iz Friedman, 1959) zahtijeva pripremu na opisani način.

Materijali:

188 g Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ili 225 g Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> \* 3H<sub>2</sub>O ili 332 g Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> \* 6H<sub>2</sub>O

1 l vode

jaka otopina NH<sub>4</sub>OH (visoko postotna)

Postupak:

1. Pomiješati 188 g Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> i 1 l vode, te u otopinu uroniti preparat 2,5 do 6 h, ovisno o željenom intenzitetu.

2. Odmah nakon toga, uroniti preparat u otopinu  $\text{NH}_4\text{OH}$  na par sekundi.
3. Isprati i posušiti preparat.

#### Srebrov kromat

Pripremu za ovu otopinu je osmislio Lemberg (1892), a Rodgers (1940) (preuzeto iz Friedman, 1959) ju opisuje na idući način.

Materijali:

90 ml vode

10 g srebrova nitrata ( $\text{AgNO}_3$ )

saturirana otopina kalijeva kromata

Postupak:

1. Prilikom zagrijavanja, pomiješati 90 ml vode i 10 g srebrova nitrata.
2. Uroniti preparat u novonastalu vruću otopinu na dvije do tri minute.
3. Isprati preparat i uroniti ga u zasićenu otopinu kalijeva kromata.

### **Anorganske metode bojenja specifične za dolomit koji sadrži $\text{Fe}^{2+}$ ion**

#### Kalijev fericijanid

Uočivši potencijal ove metode u svrhu prepoznavanja  $\text{Fe}^{2+}$  iona u dolomitu, Heeger (1913) (preuzeto iz Friedman, 1959) predlaže uroniti uzorak u razrijeđenu klorovodičnu kiselinu ( $\text{HCl}$ ) (1:50-100) koja sadrži par kapi kalijeva fericijanida.

#### Vodikov peroksid i natrijev hidroksid

Smjernice su nepoznate, jer znanstvenici (Friedman, 1959) koji su napisali dostupne znanstvene radove nisu osobno pripremali otopine, tj. nisu osobno vršili eksperimente s njima.

#### Amonijev sulfid i bakrov sulfat

Kirchberg (1940; 1941) (preuzeto iz Friedman, 1959) je razvio navedenu metodu u svrhu bojenja ankerita i predlaže slijedeći postupak.:

Postupak:

1. Ispoliranu površinu preparata jetkati dvije minute u 10%-tnoj otopini klorovodične kiseline.

2. Dobro isprati preparat.

3. Posušiti preparat krpom ili papirnatim ručnikom.

4. Uroniti preparat na jednu minutu u otopinu amonijeva sulfida.

5. Isprati i posušiti preparat.

6. Na pet minuta uroniti preparat u 10%-tnu otopinu bakrova sulfata.

7. Isprati i posušiti preparat.

8. Uroniti u otopinu amonijeva sulfida.

Ako je potrebno, ovaj postupak se može ponoviti više puta.

### **Metode bojenja specifične za aragonit**

#### Feiglova otopina

Feiglova otopina se na temelju bilješki (Feigl, 1937) (preuzeto iz Friedman, 1959) priprema na način kako slijedi.

Postupak:

1.  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  u krutom stanju se stavlja u otopinu koja sadrži 100 ml vode i 11,8 g  $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

2. Otopinu zatim treba prokuhati.

3. Prilikom hlađenja, otopinu filtrirati i dodati 1 do 2 kapi razrijeđene otopine NaOH.

4. Precipitat koji nastane nakon 1-2 sata filtrirati i otopinu čuvati u tamnoj boci.

#### Meigenova otopina

Želimo li pak pripremiti Meigenovu otopinu umjesto Feiglove, Togari i Togari (1955) (preuzeto iz Friedman, 1959) spominju idući postupak.

Postupak:

1. 2 ml 0,1 N  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  otopine dodati u 0,2 g uzorka.

2. Smjesu prokuhati (oko 20 minuta) i filtrirati.

### **Metode bojenja specifične za gips**

Friedman (1959) u sklopu svojeg rada navodi slijedeće kao postupak za pripremu otopina.

Postupak:

1. Otopiti 0,1-0,2 g bilo koju od četiri boje specifičnih boja za gips navedenih u tablici 6 u 25 ml metanola.
2. Dodati 50 ml NaOH.
3. Uroniti preparat u dobivenu otopinu.
4. Kroz nekoliko minuta će doći do obojenja.

#### 4. Efekti primjene različitih metoda bojenja

U ovom poglavlju, bit će prikazane sve obrađene metode i njihov efekt na spomenute minerale u obliku dvije tablice, jedna za karbonate, a druga za ostale minerale, kako bi čitatelj mogao što lakše razumjeti sve spomenuto.

Prikaz dan u tablicama 1 i 2 ne uključuje metode koje su samo spomenute (npr. 20 metoda bojenja dolomita ili četiri bojila za gips), nego će one biti izdvojene u posebnim tablicama na kraju seminara (tablice 3, 4, 5 i 6). Oznaka "/" unutar tablice znači da podaci nisu poznati ili su nedovoljno istraženi. Proučavajući tablice, može se uočiti da kombinirajući metode poput *Alizarine Red S* i Feiglove otopine, možemo na istom preparatu razlikovati veliki broj različitih minerala poput dolomita, kalcita, Mg-kalcita, aragonita i gipsa.

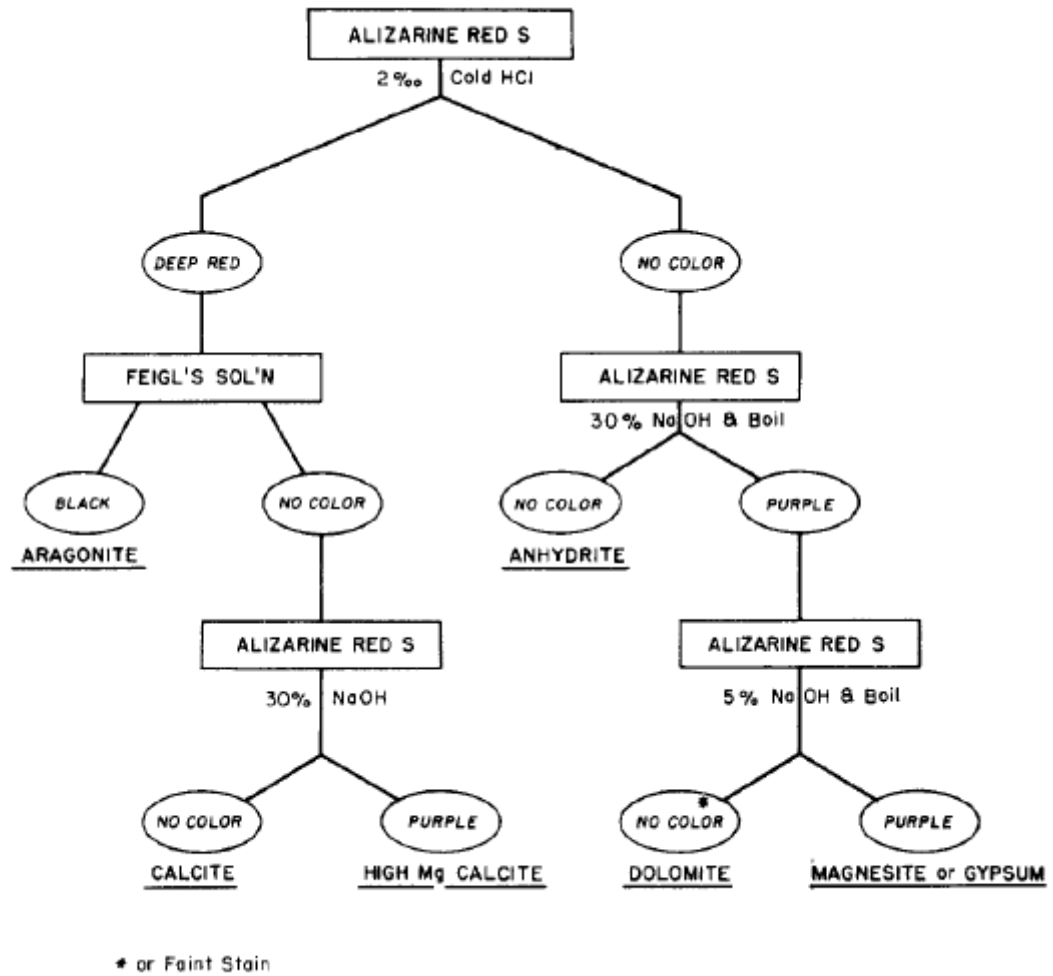
Općenito vrijedi da, zahvaljujući specifičnostima svake od navedenih metoda, metode možemo kombinirati na različite načine i pritom omogućavamo raspoznavanje većeg broja minerala nego bismo mogli samo primjenom jedne metode. Primjeri kombiniranja metoda se nalaze na slikama 1 i 2.

**Tablica 1.** Utjecaj metoda na bojenje nekarbonatnih minerala. Prema Friedman (1959).

	Kvarc	Cordierit	K-feldspati	Plagioklasi	Gips
Kobaltinitrit-amarant	Neobojeno	Tamno crvena	Žuta	Svijetlo crvena	/
<i>Trypan Blue</i>	/	Plava	Žuta	Plava	/
Kobaltinitrit-rodizonat	Neobojeno	Tamno crvena	Žuta	Svijetlo crvena	/
<i>Titan Yellow</i>	/	/	/	/	Narančasta
<i>Harris' Hematoxylin</i>	/	/	/	/	/
<i>Alizarine Red S</i>	/	/	/	/	/
Željezov (III) klorid	/	/	/	/	/
Bakrov nitrat	/	/	/	/	/
Srebrov kromat	/	/	/	/	Smeđa
Kalijev fericijanid	/	/	/	/	/
Vodikov peroksid + Natrijev hidroksid	/	/	/	/	/
Amonijev sulfid + Bakrov sulfat	/	/	/	/	/
Feiglova otopina	/	/	/	/	/
Meigenova otopina	/	/	/	/	/

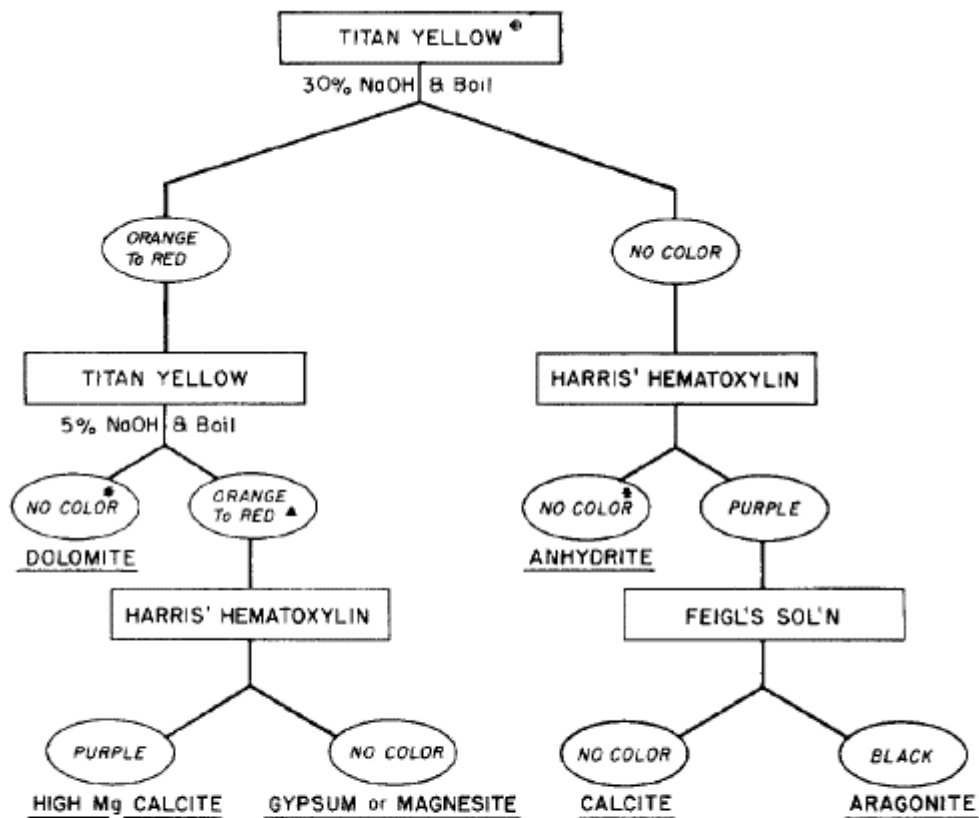
**Tablica 2.** Utjecaj metoda na bojenje karbonatnih minerala. Prema Friedman (1959).

	Kalcit	Mg-kalcit	Aragonit	Dolomit	Ankerit	Željezoviti dolomit
Kobaltinitrit-amarant	Blijedo roza	/	/	Tamno crvena	/	/
<i>Trypan Blue</i>	Tamno plava	/	/	Plava	/	/
Kobaltinitrit-rodizonat	Blijedo roza	/	/	Tamno crvena	/	/
<i>Titan Yellow</i>	Neobojeno/ Žuta/ Roza	Narančasta/ crvena	/	Narančasta/ Crvena	/	/
<i>Harris' Hematoxylin</i>	Ljubičasta	Ljubičasta	/	Ljubičasta	/	/
<i>Alizarine Red S</i>	Duboko crvena	Ljubičasta	/	Ljubičasta/ Neobojeno	/	Blijedo ljubičasta
Željezov (III) klorid	Smeđa	/	/	Neobojeno	/	/
Bakrov nitrat	Zelena	/	/	Neobojeno	/	/
Srebrov kromat	Smeđa	/	/	Neobojeno	/	/
Kalijev fericijanid	Neobojeno	/	/	/	/	Plava/ Tirkizna
Vodikov peroksid + natrijev hidroksid	/	/	/	Neobojeno	Narančasta	/
Amonijev sulfid + bakrov sulfat	/	/	/	/	Siva/ Crna	/
Feiglova otopina	Neobojeno		Crna	Neobojeno	/	/
Meigenova otopina	Neobojeno	/	Lila ljubičasta	/	/	/



**Slika 1.** Primjer preporučene metodologije bojenja korištenjem kombinacije *Alizarine Red S* i Feiglove otopine. Postupak je namijenjen karbonatima. Preuzeto iz Friedman (1959).





- \* Dolomite has a wide range of colors, any of the 20 excellent stains from Table 3 may be substituted for Titan Yellow to provide color contrast between dye & dolomite tested.
- \* Or faint stain (light orange)
- ▲ High-magnesian calcite used in this study was very fine grained. The behavior of coarse-grained high-mag. calcite was not studied.

Slika 2. Primjer metodologije bojenja korištenjem kombinacije Titan Yellow metode, Harris' Hematoxylin postupka i Feigllove otopine. Postupak je također namijenjen karbonatima. Preuzeto iz Friedman (1959).

## 5. Osvrt na odabrane metode

Promatrajući tablice u prethodnom poglavlju, lako je uočiti mogućnosti metoda bojenja. Naime, nakon što se preparat obradi jednom metodom bojenja, može ga se nastaviti obrađivati drugim metodama. To je izrazito korisno u poliminerelnim uzorcima, gdje su minerali izrazito slični. Slijedi osvrt na mogućnosti primjene nekoliko značajnijih metoda.

Primjerice, vrijeme bojenja u *Trypan Blue* otopini ne može biti neodređeno dugo, jer će plagioklasi s vremenom početi poprimati boju cordierita. Koliko brzo će se to dogoditi ovisi o udjelu Ca u plagioklasu. Hornblenda, klorit (i vjerojatno druge faze bogate Mg) također će biti obojeni, no to nije problem za daljnje optičke studije bilo koje od asociiranih faza (Wheeler, 1968). Kad je obojen, preparat se na sobnoj temperaturi može prekriti, u svrhu učvršćivanja pokrovnog stakalca za preparat. Dvojbeno je hoće li indeks izobličenja cordierita, male količine alkalnih elemenata,  $Fe^{3+}$  željezo ili  $H_2O$  sadržaj (Schreyer i Yoder, 1964) (preuzeto iz Boone i Wheeler, 1968) utjecati na primjenjivost obojenja, iako je uočeno da cordieriti neobično bogati željezom znaju ne prihvatiti *Trypan Blue* obojenje. Cordieriti koji su snažno pinitizirani (retrogradna transformacija cordierita, nefelina, topaza, andaluzita i feldspata u listićave silikate poput muskovita i biotita) i pokazuju žućkastu boju (prisutnost kriptokristalnih željezovih oksida pomiješanih s muskovitom i kloritom), ne prihvaćaju obojenje. Nekoliko pokušaja je provedeno u svrhu ispitivanja kompatibilnosti obojenja kobaltinitrita i amarant obojenja sa *Trypan Blue* obojenjem na dijelovima fino-zrnatih granofelsa koji sadrže mikropertit, cordierit i oligoklas (Wheeler, 1968). Glavni problem se javlja sa K-bogatim feldspatima koji zadržavaju obojenje kobaltinitritom čak kroz dva kratka i uspješna jetkanja iznad HF para. Međutim, nije bilo poteškoća kod dvostrukog bojenja K-bogatih feldspata i cordierita samo s kobaltinitritom i *Trypan Blue* bojom.

*Titan yellow* obojenje ovisi o postotnom udjelu  $MgCO_3$  u preparatu, tj. o Mg/Ca omjeru, te još dva sporedna faktora: o orijentaciji presjeka minerala (u ovisnosti o c-osi) za relativno krupnozrnate kalcite (normalni presjeci se boje nešto snažnije od paralelnih presjeka) i o veličini čestica tj. kristala i njihovoj unutarnjoj strukturi (Choquette i Trusell, 1972). Što su zrna sitnija, to je obojenje snažnije. Uzrok tome je vjerojatno refrakcija svjetlosti i absorpcija, te nakupljanje adsorpcijskog kompleksa na rubovima zrna, a moguće i zbog sitnih količina organske tvari. Zbog ova dva dodatna faktora, ne možemo

samo na temelju jačine obojenja odrediti točan postotak  $\text{MgCO}_3$ , no za određivanje prisutnosti  $\text{MgCO}_3$ , metoda se prema navedenim autorima pokazala izrazito korisna.

Što se tiče karbonatnih minerala, metode koje smo naveli, podijelili smo na organske, anorganske i prema mineralima na koje djeluju. Razlog tome leži u činjenici što su organske boje koje boje npr. kalcit, a ostavljaju dolomit neobojen, aktivne u kiselim otopinama, zbog veće topljivosti kalcita u hladnim razrijeđenim kiselim otopinama (Friedman, 1959). Također, uočeno je da organske boje koje boje kalcit u kiselim otopinama, boje i dolomit u alkalnim otopinama. Općenito je dokazano da organska bojila boje dolomit samo u alkalnim otopinama (Friedman, 1959). To je iz razloga što u slučaju da je otopina koja sadrži  $\text{Mg}^{2+}$  ione alkalna, dolazi do precipitacije  $\text{Mg(OH)}_2$  koji prilikom nastanka adsorbira bojilo iz otopine, čime precipitat postaje obojen. Dolomit dobiva zadovoljavajuće obojenje samo u slučaju da ga bojimo u 30%-tnoj otopini NaOH pri visokim temperaturama. Ako smanjimo temperaturu ili koncentraciju NaOH, doći će do produženja vremena potrebnog da se bojilo primi za dolomit (Friedman, 1959). Ako uzmemo za primjer metodu *Titan yellow*, dolomit će postati narančasti do crveni nakon pet minuta u kipućoj otopini, a u hladnoj otopini, došlo bi do bojenja tek nakon pola sata do sat vremena. Želimo li u preparatu dokazati dolomit, imamo na odabir čak 24 različite metode (navedene u tablici 5) i svaka od tih metoda boji dolomit različitim bojama. Mora se pritom uzeti u obzir činjenica da dolomit u prirodi nije uvijek bezbojan, nego dolazi i u različitim bojama poput crvene, roze, zelene, smeđe, bijele, itd., pa primjena metode koja bi ga bojila u istu boju nema smisla. Umjesto toga, ako je dolomit npr. rozi, dobra bi ideja bila obojati ga zeleno, radi kvalitetnog kontrasta. Prilikom odredbe najprikladnije metode bojenja preparata, Friedman (1959) također upozorava da je često potrebno uzeti u obzir ispoliranost, porozitet i veličinu zrna preparata, zbog ovisnosti vremena uranjanja preparata u bojilo o tim parametrima. Tako će se vrijeme imerzije ispoliranog sitnozrnatog preparata, razlikovati od neispoliranog preparata visokog poroziteta. Također, kao što smo već spomenuli, pH otopine utječe na učinkovitost obojenja preparata.

Istina, ponekad se može dogoditi i da ista metoda na istom mineralu proizvede dvije različite nijanse prilikom dva različita istraživanja (to se može vidjeti proučavanjem učinka *Alizarine Red S* metode na dolomit pomoću tablice 2 i slike 3), što pokazuje da ove metode još uvijek nisu idealne i samodostatne za nedvojbenu identifikaciju.

CARBONATE		Staining Response		
		ARS	PF	ARS+PF
Hexagonal	Calcite	Pink Orange	None	Pink Orange
	Ferroan Calcite	Pink Orange	Blue	Mauve, Purple Blue
	Dolomite	None	None	None
	Ferroan Dolomite	Pale mauve	Blue Turquoise	Turquoise Green
	Siderite	None	None	None
	Magnesite	None	None	None
	Rhodochrosite	None	Pale Brown	Pale Brown
Orthorhombic	Aragonite	Pink Orange	None	Pink Orange
	Witherite	Red	None	Red
	Cerussite	Mauve	None	Mauve

**Slika 3.** Tablica utjecaja ARS (*Alizarine Red S*) i PF (kalijev fericijanid) metode na karbonatne minerale (izvor: <https://www.esc.cam.ac.uk/images/resources-images/department-facilities/laboratories/Carbonatestaincolours.jpg/view>).

Jedna od većih prednosti metoda bojenja je u tome što za njih nisu potrebni veliki laboratoriji, nego je dovoljno svega par čaša, porculanska zdjela za isparavanje i tekućina, makar ona nije obvezna. Dovoljno je preparat oprati u čaši.

## **6. Zaključak**

Tema ovog seminara bila je napraviti teorijski pregled različitih metoda bojenja minerala, same postupke kao i način primjene, te njihov utjecaj na različite minerale. Iako možda zanemarene uslijed sve veće dostupnosti suvremenih kvantitativnih metoda određivanja mineralnog sastava, prikazane metode svojom jednostavnošću i brzinom znatno olakšavaju posao geolozima. Međusobno smo ih usporedili na temelju minerala koje boje i na temelju nijansi boja koje su minerali poprimili nakon bojenja.

Nažalost, metode bojenja još uvijek nisu idealne, zbog čega dobivenim rezultatima moramo prići s dozom opreza i po mogućnosti testirati preparate i na neki drugi način. Naime, iako ih ima puno, još uvijek ne postoje metode bojenja za svaki postojeći mineral. Također, neke metode bojenja, zbog načina na koji funkcioniraju, neće bojati samo jedan, nego više različitih minerala. Spomenuli smo da se ponekad može dogoditi i da ista metoda na istom mineralu proizvede dvije različite nijanse prilikom dva različita istraživanja. Zbog svega navedenog i relativno velikog broja slabije poznatih metoda koje su danas, možemo reći, možda dijelom pale i u zaborav, konačni cilj ovog rada je pomoći čitatelju u korištenju opisanih metoda, ali i napraviti mogući temelj u osmišljavanju novih, još primjerenijih metoda, i to za svaki pojedini mineral.

## 7. Literatura

- Bailey, E. H., Stevens, R. E., 1960. Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections, *The American Mineralogist*, 45, 1020–1025
- Bardsley, W. E., 1975. Modified Technique for staining feldspar in grain mounts (Note), *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 18:3, 515–518
- Boone, G. M., Wheeler, E. P., 1968. Staining for cordierite and feldspars in thin section, *The American Mineralogist*, 53, 327–331
- Choquette, P. W., Trusell, F. C., 1978. A procedure for making the titan-yellow stain for Mgcalcite permanent, *Journal of Sedimentary Petrology*, 48, 639–641
- Friedman, G. M., 1959. Identification of carbonate minerals by staining methods, *Journal of Sedimentary Petrology*, 29, 87–97
- Gabriel, Alton, Cox, E.P., 1929. A staining method for the quantitative determination of certain rock minerals, *The American Mineralogist*, 14, 290–292
- Graebe, C., Liebermann, C., 1869. Ueber künstliche Bildung von Alizarin, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 2, 14–14
- Harris, H. F. 1900. On the rapid conversion of haematoxylin into haematein in staining reactions, *Journal of Applied Microscopic Laboratory Methods*, 3, 777.
- Houghton, H. F., 1980. Refined techniques for staining plagioclase and alkali feldspars in thin section, *Journal of Sedimentary Petrology* 50, 629–631
- <https://www.esc.cam.ac.uk/images/resources-images/department-facilities/laboratories/Carbonatestaincolours.jpg/view> (10. 9. 2020.)
- Laniz, R. V., Stevens, R. E., Norman, M. B., 1964. Staining of plagioclase feldspar and other minerals with F. D. and C. red no. 2, *Geological Survey Research*, 501-B, 152–153

## 8. Prilozi

Ovdje se nalaze tablice s prikazom metoda koje nisu detaljno opisane u tekstu, ali mogu pomoći u usporedbi efekata za određivanje pojedinih minerala.

**Tablica 3.** Kemijski sastav karbonatnih i sulfatnih minerala podvrgnutih bojenju. Preuzeto iz Friedman (1959).

Mineral	Kemijski sastav
Kalcit	CaCO <sub>3</sub> (heksagonski)
Aragonit	CaCO <sub>3</sub> (ortorompski)
Dolomit	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Magnezit	MgCO <sub>3</sub>
Visoko-magnezijski kalcit	čvrsta otopina MgCO <sub>3</sub> u kalcitu
Gips	CaSO <sub>4</sub> * 2H <sub>2</sub> O
Anhidrit	CaSO <sub>4</sub>

**Tablica 4.** Organska bojila za kalcit. Preuzeto iz Friedman (1959).

Bojilo	Obojenje kalcita	Zamjetka
<i>Hematoxylin (Harris)</i>	Ljubičasta	Izvršno obojenje
<i>Alizarine Red S</i>	Tamno crvena	Izvršno obojenje
<i>Trypan Blue</i>	Plava	Slabo obojenje

**Tablica 5.** Organska bojila za dolomit i magnezit. Preuzeto iz Friedman (1959).

Bojilo	Obojenje dolomita i magnezita	Zamjetka
<i>Titan Yellow</i>	Duboka narančasta Crvena	Prekratko vrijeme namakanja uzrokuje žuto do žuto-narančasto obojenje
<i>4-(p-Nitrophenylazo)-t-Naphtol</i>	Plava	s vremenom izbljedi
<i>Quinalizarin</i>	Plava	
<i>Eosin Y</i>	Duboka roza	otopina se izrazito brzo raspada -> loše bojilo
<i>Alizarine Cyanine Green</i>	Duboka zelena	
<i>Rhodamine B Base</i>	Ljubičasto-crvena	
<i>Benzopurpin 4B</i>	Roza	
<i>1.5 Diphenylcarbolhydrazide</i>	Duboka crvena	
<i>Congo Red</i>	Crvena	
<i>Alizarine Red S</i>	Ljubičasta	
<i>Barium Eosinate</i>	Roza	
<i>Trypan Blue</i>	Plava	
<i>Eosine Bluish</i>	Žuta do Blijedo narančasta	Slabo obojenje
<i>Safranine O</i>	Crvenkasto-roza	
<i>Anthraquinone Green G (and Green G Base)</i>	Plava	
<i>Janus Green B</i>	Plavo-ljubičasta	
<i>Hematoxylin</i>	Ljubičasta	Slabo obojenje
<i>Naphthol Green B</i>	Žuta	Obojenje je presvijetlo
<i>Bismarck Brown Y</i>	Žuto-smeđa	
<i>Carmine Cert.</i>	Ljubičasto-crvena	
<i>Orange G</i>	Narančasto-crvena do Crvena	
<i>Neutral Red</i>	Narančasta	
<i>Celutate Brilliant Blue B</i>	Plava	
<i>Hastings Light Fast Violet (1 RS and 3 RL)</i>	Violet	

\* magnezit će poprimiti duboko obojenje sa puno slabijim alkalnim otopinama od otopina korištenih za dolomit



**Tablica 6.** Bojila za gips. Preuzeto iz Friedman (1959).

Bojilo	Obojenje gipsa
<i>Rhodamine B Base</i>	Ljubičasto-crvena
<i>Barium Eosinate</i>	Rozo-crvena
<i>Titan Yellow</i>	Narančasta
<i>Alizarine Cyanine Green</i>	Plavo-zelena