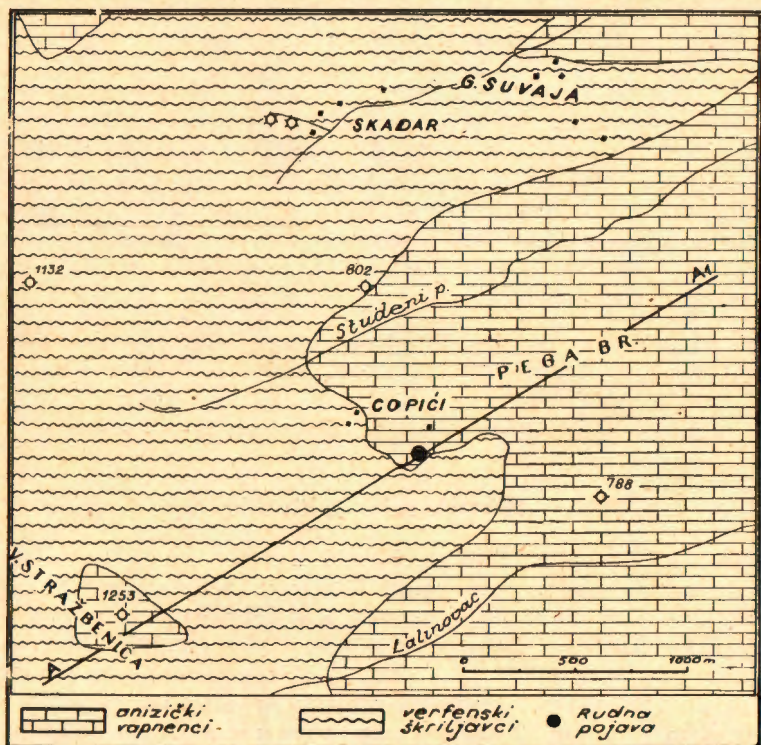


BORIS ŠINKOVEC

### POJAVA CINKOVE I OLOVNE RUDE NA LISINI KOD SRBA U LICI

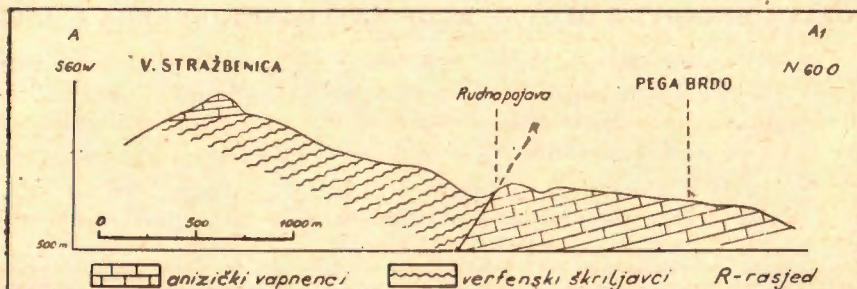
Ova pojava cinkove i olovne rude nalazi se sjeverozapadno od sela Srba, u kotaru Donji Lapac, a na sjeveroistočnoj padini Velike Stražbenice (kota 1253), na nadmorskoj visini od 800 m. Mjesto pojavljivanja Lisina nalazi se u neposrednoj blizini kuće N. Jovanića.

Ovu pojavu spominje u literaturi prvi Kišpatić. Barić i Tučan smatraju, da je geneza galenita ovog nalazišta vezana za tektonske poremećaje i da je on nastao hidrotermalnim putem.



Slika 1. Geološka karta okolice rudne pojave.  
Bild 1. Geologie der Umbung des Erzansbisses.

Godine 1952. izvršio sam sa Fabijanom Trubeljom reambulaciju geološke karte F. Koch-a (F. Koch 1914.) dijela terena sa rudnom pojavom (sl. 1). Neposredno područje rudne pojave izgrađeno je od gornjo-verfenskih (kampilskih) glinovitih škrljavaca i anizičkih masivnih, rjeđe brečastih vapnenjaka. Sama rudna pojava se nalazi duž nenormalnog kontakta ovih stratigrafskih jedinica (profil 2). Vapnenjaci su oko rudne pojave slabo hidrotermalno izmijenjeni i djelomično prekrystalizirani. Verfenski škrljavci na kontaktu nisu uopće izmijenjeni, samo su duž rasjeda kao i vapnenjaci, zdrobljeni i poremećeni.



Slika 2. Profil V. Stražbenica — Pega Brdo

Rudna pojava je malog prostranstva i otvorena plitkim istražnim oknima. Ruda se nalazi isključivo u vapnenjaku u obliku tanjih žilica, malih gnijezda i impregnacija. Makroskopski se već vide galenit i sfalerit. Galenit je u obliku jedrih krupno i sitno kristaliziranih nakupina. Sfalerit se javlja u bubrežastim kriptokristalastim masama, sive i žute boje različitih nijansa. Galenit i sfalerit su mjestimice prorasli, a mjestimice zasebno iskristalizirani.

Istraživanjem u rudnom i petrografskom mikroskopu utvrđeni su sljedeći minerali: sfalerit, vurcit, galenit, halkopirit, pirit, markazit, realgar, kalcit, ceruzit, smitsonit, anglezit i limonit. Sfalerit i galenit su glavni minerali. Ostali minerali su u vrlo oskudnim količinama.

### Mikroskopska ispitivanja

**SFALERIT i VURCIT.** Sfalerit, kao najčešći mineral u paragenezi, javlja se u bubrežastim, zonnarnim formama (Schalenblende), rijetko u kompaktnim, sitnozrnim nakupinama. Kao »Schalenblenda« ima ovalne i jajolike koncentrično radijalno vlaknate oblike. Ovojnice su debele od 50 mikrona do 3—4 mm, a tolike su i dužine pojedinih vlakana. Bubrežasti su dijelovi od submikroskopskih zrnatih agregata sfalerita, a manjim dijelom i vurcita. U kompaktnim sitnozrnatim dijelovima otkrivena je struktura jetkanjem sa  $KMnO_4 + H_2SO_4$  i izmjerena veličina zrnja u prosjeku 50 do 100 mikrona, mjestimice do 200 mikrona. Zrna su lamelirana.

Kompaktni sfalerit je na mnogo mjesta kataklaziran i kataklaze cementirane galenitom i smitsonitom. Djelovanje pritiska na bubrežastom (zonarnom) sfaleritu opaža se manje, no i njegove zone su mjestimično prekinute i međusobno pomaknute.

Galenit potiskuje frontalno sfalerit, ali je i utisnut u njega tektonski duž kataklaza. U sitnozrnim sfaleritu vide se uklopljena zrna starijeg piritita i halkopiritita, a u zonarnom izdvajanja i mikroskopski sitni uklopoci markazita, meljnikovit-piritita i galenita.

Sfalerit se dobro polira. Moć refleksije mu je slaba, a u cedrovom ulju sjaj se znatno snizuje. Boja je u uzduhu svjetlosiva. Sa<sup>+</sup>Nic. u odbijenoj svjetlosti je potpuno pomračen i pun unutrašnjih refleksa tamnospive do svjetložute boje. U prolaznom polariziranom svjetlu, opaža se mjestimice slaba anizotropija, koja upućuje na vircit.

Kristalizacija je počela sitnozrnim sfaleritom, a zatim, sniženjem temperature termni, počeo se izlučivati kao gel cinkov sulfid, dajući bubrežaste i koncentrične radijalne forme sfalerita i vircita. Veći dio vircita prekrystalizirao je najzad u sfalerit.

Sfalerit prelazi napokon u smitsonit i to po ovojnica ili po prslinama koje su nastale prekrystalizacijom gela ili kataklazom.

Kvalitativno spektrografski dokazan je u sfaleritu Cd (spektralna linija 3261,1 Å), Ge (linija 3269 Å), Tl (linija 3519,2 Å) i Sn (linija 3262,3 Å).<sup>1</sup>

GALENIT je iza sfalerita najčešći mineral u paragenezi. Počeo je kristalizirati pri kraju odlaganja sfalerita, odnosno vircita iz gel-srnjese ZnS, PbS i FeS<sub>2</sub>. Taj se galenit nalazi zajedno sa piritom i markazitom u obliku uklopaka u zonarnom sfaleritu. Glavni dio galenita kristalizirao se nakon odlaganja sfalerit-vircita. Vidi se, da je pri tome galenit potiskivao sfaleritne mase frontalno. Postrudni tektonski pokreti vide se u savijenim pukotinama kalavosti galenita. Mjestimično su vidi da je galenit kao plastičniji mineral tektonski utisnut duž kataklaza u sfalerit.

Tvrdoću pri brušenju ima malu. Moć refleksije mu je umjereno visoka, a boja bijela. Izotropan je. Pukotine kalavosti po (100) su česte, kao i karakteristična trokutasta udubljenja. Veličina zrna jako varira, najčešće od 0,5—2 mm, a oblik im je poligonalan.

Galenit prelazi najčešće u ceruzit i to obično duž pukotina kalavosti i po kontaktu između galenita i sfalerita. Anglezita ima mnogo manje.

Kvalitativno spektrografski dokazano je u galenitu srebro linijom 3280,7 Å.

HALKOPIRIT je vrlo rijedak. Opažen je samo u jednom uzorku i to u kompaktnom sfaleritu, kao nakupina nekoliko zrnaca veličine do 20 mikrona. Nastao je u najranijem stadiju kristalizacije.

PIRIT-a ima malo, ali gotovo u svim ispitivanim uzorcima. Boja mu je svjetložuta, ima visok sjaj i izotropan je. Pojavljuje se u dvije generacije.

Prva, starija generacija piritita je u obliku rijetko razasutih kristala veličine do 25 mikrona, većinom idiomorfno razvijenih, uklopljenih u

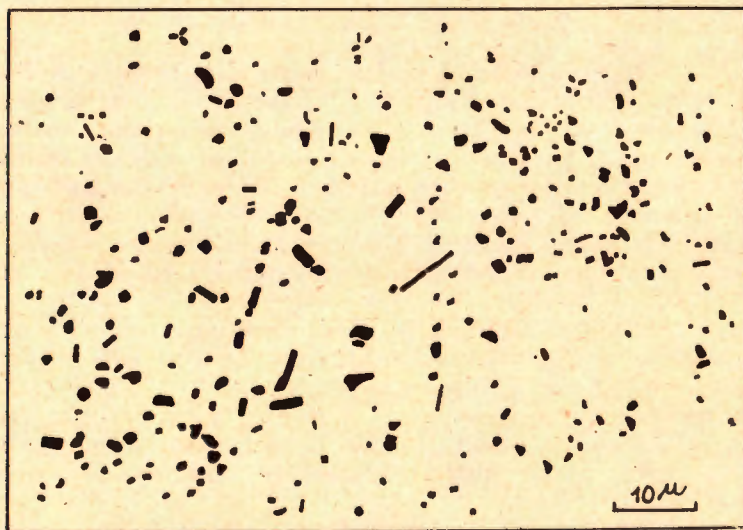
<sup>1</sup> Kvalitativno spektrografsko ispitivanje sfalerita i galenita izvršio je ing. I. Jurković u Zavodu za fiz. kem., a optička kontrolna ispitivanja u Min. geol. zavodu, Tehničkog fakulteta u Zagrebu.

sfaleritu. Pripada početnom stadiju kristalizacije, istodobno sa halkopiritom.

Druga, mlađa generacija pirita je meljnikovit pirit, koji se nalazi u bubrežastom sfaleritu kao zrnca veličine prosječno oko 1 mikron, rijetko više. Meljnikovit pirit se nalazi obično u perifernim dijelovima zonarnog sfalerita, kristalizirao je dakle samo u posljednjim fazama odlaganja sfalerita. Zone sfalerita sa meljnikovit piritom su tamnije od onih bez njega. Kristalizacija  $\text{FeS}_2$  gela vršila se istovremeno sa prekristalizacijom  $\text{ZnS}$  gela.

MARKAZIT se nalazi zajedno sa meljnikovit piritom u zonarnom sfaleritu. Boja mu je svjetložuta, ima visok sjaj i anizotropan je. Ima duguljaste, prtkaste oblike (dužina rijetko veća od 5 mikrona).

Obično je i markazit, kao i meljnikovit pirit nepravilno raspoređen u sfaleritu, ali se mjestimično opaža njihova pravilna orijentacija u dva pravca, koji se sijeku pod kutom od približno  $60^\circ$ . To govori zato, da se je dio markazita i meljnikovit pirita, prilikom prekristalizacije  $\text{ZnS}$  gela u sfalerit, izvdajao paralelno plohama oktaedra (sl. 3).



Slika 3. Pirit i markazit u sfaleritu.

Bild 3. Pyrit und Markasit in der Zinkblende.

REALGAR se nalazi u glavnom između sfalerita i galenita, a djelomično i u sitnim šupljinama perifernih ovojnica zonarnog sfalerita. Mikrokrystalast je. Zbog velike razlike u reljefu spram sfalerita, nejasni su im strukturni odnosi. Moć refleksije mu je umjerena, boja sivobijela. Među +Nič. pokazuje mnogobrojne narančasto-crvene unutrašnje refleksije, koji pokrivaju anizotropiju. Najmlađi je ascendentni sulfidni mineral.

Da bi se izbjegla mogućnost zarnjene sa cinabaritom, koji paragenetski i optičkim efektima liči realgaru, izvršena je spektrograska analiza realgara. Metodom uspoređivanja spektara, u spektrogramu je utvrđena linija arsena 2349,84 Å (250 R), tako da je arsen time sigurno dokazan.<sup>2)</sup>

KALCIT je zadnji ascendentni mineral. Kao descendentan ispunjava šupljine među sulfidima, ali ga ima i u žilicama.

CERUZIT je najrašireniji sekundarni mineral. Pretvorba galenita u ceruzit napreduje zrakasto prema centru, stvarajući bubrežaste oblike i jasno izraženu koncentričnu zrakastu strukturu. Ceruzita ima i u pukotinama kalavosti galenita.

Glača se dobro, tvrdoća mu je nešto veća nego u galenita. Količina odbijene svjetlosti je mala. Boja mu je siva. Birefleksija se lako zapaža. Anizotropni efekti iako jaki, mjestimično su prekriveni mnogobrojnim unutrašnjim refleksima.

SMITSONIT je nešto rjeđi od ceruzita i nalazi se u prslinama i u pukotinama kalavosti sfalerita. Jače kataklazirani dijelovi sfalerita su i jače zahvaćeni pretvorbom u smitsonit. Pojedina zrna i masice sfalerita su potpuno pretvorene u smitsonit.

Tvrdoća mu je malo niža nego u sfalerita, ali viša nego u kalcita i ceruzita. Ima jaku birefleksiju i anizotropiju. Količina odbijene svjetlosti je veća nego u kalcita.

ANGLEZIT je mnogo rjeđi od ceruzita i razvio se u pukotinama kalavosti galenita. Anizotropni efekti su jako slabi, a birefleksija se ne primjećuje. Tvrdoća kao u ceruzita. Otporan je prema sredstvima za jetkanje.

Željezni hidroksid kao »limonit« nalazi se u obliku finih prevlaka i u mikroprslinama.

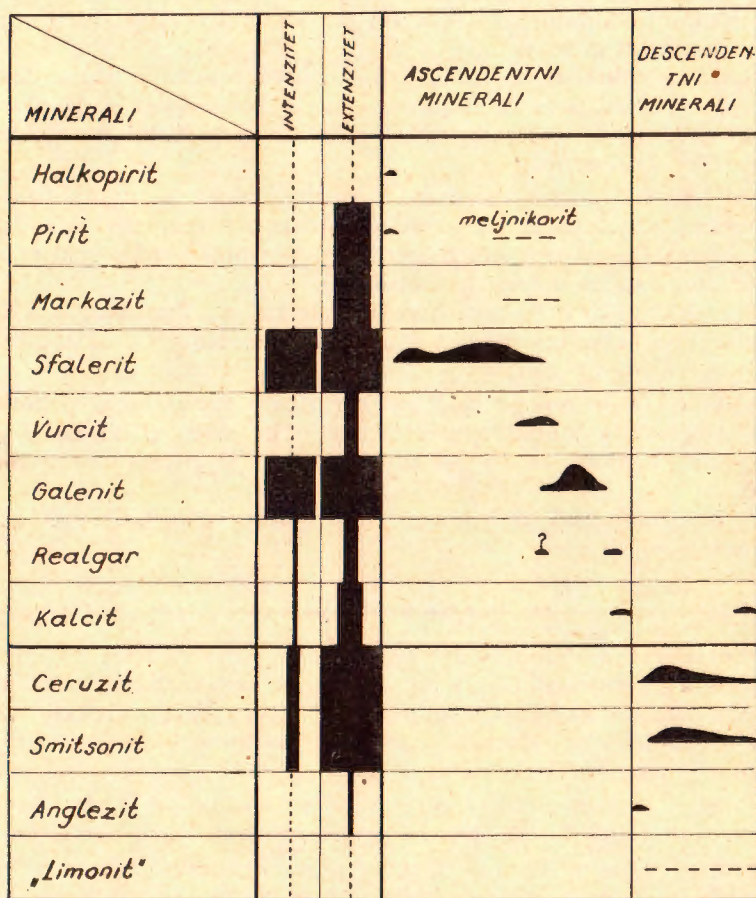
### Geneza rudne pojave

Mineralizacija sfaleritno-galenitne rudne pojave Lisine kod Srba je ascendentnog porijekla. Terme su ascendirale duž tektonskog, rasjednog kontakta između kampilskih glinovitih škriljavaca i anizičkih vapnenjaka. Orudnjenje se odvijalo u jednoj mineralizacionoj fazi. Sukcesija minerala je temporalnog karaktera (Sl. 4).

Parageneza i djelomično gel-struktura upućuju na nisku temperaturu kristalizacije. Rudna pojava je teletermalna apomagmatska.

Starost rudne pojave nije moguće točno utvrditi. Svakako je mlađa od rasjeda na kome se nalazi, a koji presijeca verfenske i anizičke slojeve.

<sup>2)</sup> Spektralno određivanje As u realgaru izvršio je F. Trubelja u Institutu za fiziku »Ruđer Bošković«.



Slika 4. Parageneza i sukcesija minerala.  
 Bild 4. Paragenesis und die Sukcession der Minerale.

LITERATURA

- KIŠPATIC: Rude u Hrvatskoj, Rađ Jug. Akad. Znanosti i Umjetnosti, knjiga 147, Zagreb, 1901.  
BARIĆ, TUČAN: Bilješka o nekim našim mineralima, Geološki anali Balkanskog poluostrva, knjiga VIII, dio I. Beograd, 1925.  
F. KOCH: Tumač geolojske karte Gračac-Ermaj, Zagreb, 1914. g.  
P. RAMDOHR: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin, 1951.  
I. S. VOLINSKIJ: Opređenije rudnih mineralov pod mikroskopom, Moskva-Lenjingrad, 1947.

Geološki zavod NRH  
Zagreb

BORIS ŠINKOVEC

EIN KLEINER ERZAUSBISS VON BLEI-ZINK-ERZEN AUF DEM LISINA-  
GEBIRGE BEI SRB IN LIKA

Zusammenfassung

Auf den nördlichen Abhängen des Gebirges Velika Stražbenica nordwestlich vom Dorfe Srb in Kroatien sind geringe Vorkommen von Blei-Zink-Erzen gefunden worden, und zwar an einem unnormalen Kontakt von Werfener (Kampiler) Schiefen mit anisischen Kalksteinen.

Durch mikroskopische Untersuchung sind folgende Minerale bestimmt worden: Zinkblende, Wurtzit, Bleiglanz, Chalkopyrit, Pyrit, Markasit, Realgar, Calcit, Cerusit, Smithsonit, Anglesit und Limonit. Die Hauptminerale sind Zinkblende und Bleiglanz und die anderen kommen untergeordnet vor.

Zinkblende ist das häufigste Mineral. Das Mineral kommt in kompakten kleinkörnigen Massen vor, überwiegend in nierenförmigen zonaren Formen (»Schalenblende«), welche aus radiaalfaserigen Massen von Zinkblende, in geringerem Teile von Wurtzit bestehen. In der Schalenblende sind zahlreiche winzige Einschlüsse und Absonderungen von Melnikovit-Pyrit und von Markasit zu finden, welche durch gleichzeitige Umkristallisierung von ZnS und FeS<sub>2</sub> — Gels entstanden sind.

Gleich nach Zinkblende ist Bleiglanz vertreten. Seine Hauptkristallisation fand nach der Erstarrung des Sphalerit-Wurtzites statt und dabei entstand eine Verdrängung von Zinkblende durch Bleiglanz.

Die Mineralisation des Erzvorkommens ist aszendenter Herkunft, wobei die Thermengewässer längs der Verwerfungsspalte aszendierten. Die Mineralisierung entwickelte sich in einer Mineralisationsphase. Die Sukzession hatte temporären Charakter.

Die Mineralisation fängt durch die Kristallisation sehr kleiner Mengen älteren Pyrits und Chalkopyrits an. Unmittelbar darauf folgt die Hauptphase der Vererzung durch die Kristallisation der Zinkblende, welche am Anfang feinkristallinisch ist und später aus kolloidalen Lösungen in konzentrisch radialen nierenförmigen Aggregaten, teilweise auch als Wurtzit, erstarrt. Gleichzeitig kommt es auch zur Erstarrung des Melnikovit-Pyrits wie auch des Markasits aus dem entsprechenden FeS<sub>2</sub>-Gel. Gegen Ende der Erstarrung der Zinkblende kristallisiert der Bleiglanz unter teilweiser Verdrängung der Zinkblende. Mikroskopische Mengen des Realgars kristallisieren an den peripheren Umrandungen der Zinkblende sowie auf dem Kontakt des Bleiglanzes mit der Zinkblende. Das Kristallisieren des Calcits beschliesst die hypogene Generation der Minerale.

Durch die tektonischen Nachvererzungsprozesse kommt es zur Kataklasierung der Zinkblende und des Bleiglanzes wie auch zur Einprägung des Bleiglanzes in die Sprünge der spröden Zinkblende.

In der hypergenen Phase kommt es zur Bildung deszendenter Minerale, besonders in den kataklasierten Partien, darunter am häufigsten Cerusit und Smithsonit und daneben auch Anglesit, Calcit und Limonit.

Die Paragenesis und teilweise die Gel-Struktur weisen auf niedrigere Kristallisationstemperatur. Es ist dies eine Telethermale apomagmatische Erscheinung.

Das Alter des Erzvorkommens lässt sich nicht genau bestimmen. Jedenfalls ist es jünger als die Verwerfung, in welcher sie sich befindet und welche die Werfener und die anisischen Schichten überquert.

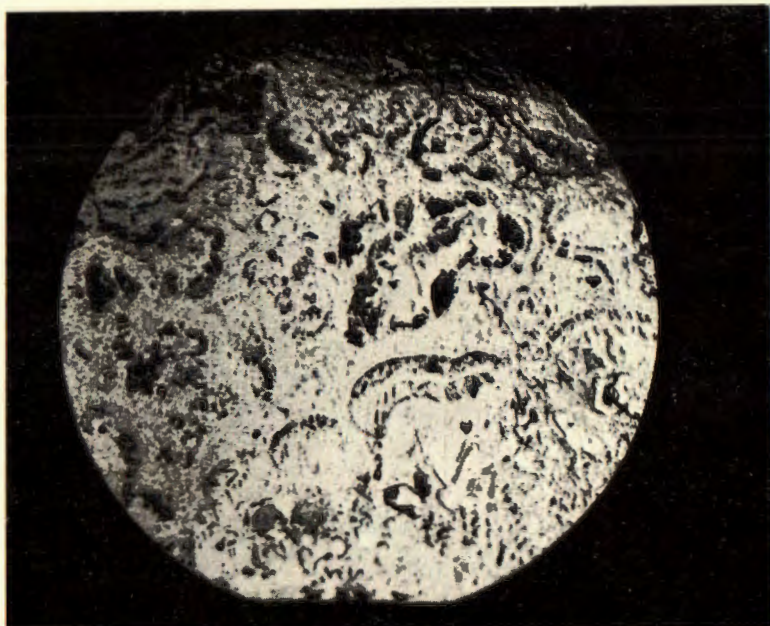
Geologisches Forschungsinstitut der  
Volksrepublik Kroatien Zagreb



B. Šinkovec: Pojava cinkove i olovne rude na Lisini  
kod Srba u Lici  
Zink- und Bleierzvorkommen am Lisina  
Gebirge in Lika

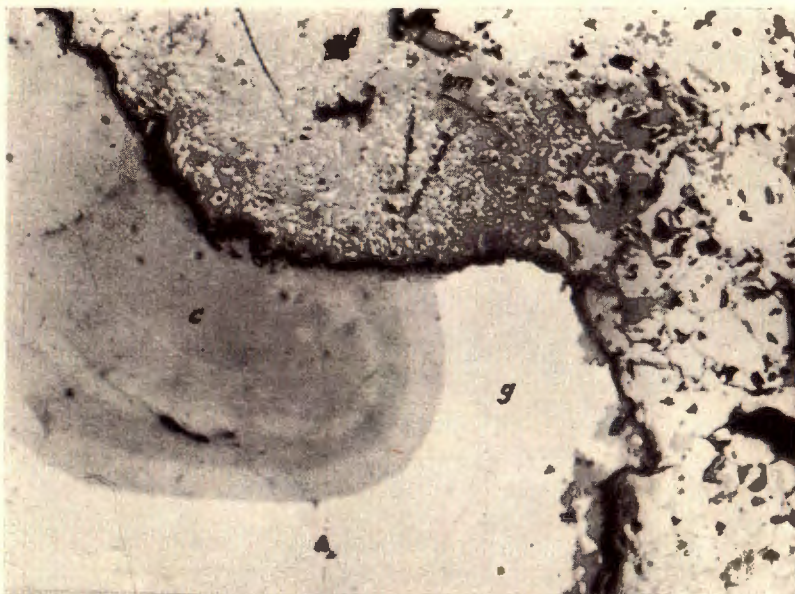
TABLA I

TAFEL I



*Slika 1. Sfalerit kao »Schalenblende« bubrežasta i radijalno koncentrična oblika.  
Tip gelstruktura. Pov. 4,5 ×*

*Bild 1 Zinkblende als »Schalenblende« nierenförmiger und radialkonzentrischer  
Form. Typus einer Gelstruktur, Verg. 4,5 ×*



*Slika 2. Pretvorba sfalerita (s) u smitsonit (sm) i galenita (g) u cezurit (c)  
Nic. Pov. 135 X*

*Bild 2 Die Unwandlung der Zinkblende (s) in Smithsonit (sm) und des Blei-  
glanzes (g) in Cerusit (c) 1 Nic. Vergr. 135 X*



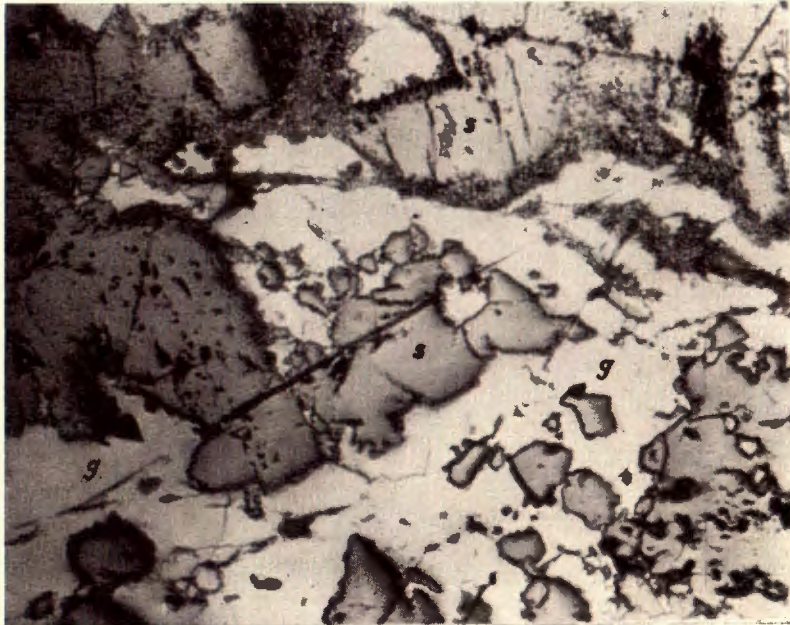
*Slika 3. Radijalnokoncentrična struktura sfalerita (s). Opaža se početni stadij  
pretvorbe u smitsonit (sm). 1 Nic. Pov. 135 ×*

*Bild 3 — Radialkonzentrische Struktur der Zinkblende (s). Man bemerkt das  
Anfangsstadium der Umwandlung in Smithsonit (sm). 1 Nic. Vergr. 135 ×*

B. Šinkovec: *Pojava cinkove i olovne rude na Lisini kod Srba u Lici*  
*Zink- und Bleierzvorkommen am Lisina Gebirge in Lika*

TABLA IV

TAFEL IV



*Slika 4. Potiskivanje sfalerita (s) galenitom (g). 1 Nic. Pov. 135 ×*

*Bild 4 — Die Verdrängung der Zinkblende (s) durch Bleiglanz (g) 1 Nic. Vergr. 135 ×*