

**DISKUSIJA K ČLANKU**  
**»RUDARSKO GEOLOŠKA KARAKTERISTIKA RUDNIKA MEŽICA«**

*Stanko Grafenauer*

Z 2 slikama

V tretji knjigi »Geologije« 1955 je objavil ing. Alojz Zorc članek »Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica«, kjer zelo natančno opisuje razvoj rudarskih del, stratigrafski in geološki položaj okolice rudišča, njegovo tektoniko in na kratko tudi genezo.

Ker se nekatere avtorjeve trditve o genezi ne skladajo s podatki na terenu in se mi njegovi dokazi za sedimentarni postanek rudišča ne zdijo zadostni, bo koristno razčistiti nekatera vprašanja:

Zorc navaja, da se nahajajo v vseh revirjih Mežice številna sedimentarno orudenela ležišča. Pri tem smatra skoraj vsa orudenela ležišča kot sedimentarna, saj pravi, da dajejo skupno okrog 20 % rudne izkopnine.

Sem mnenja, da v rudišču ne nastopajo nikjer ležišča, za katera bi lahko trdil, da so sedimentarnega porekla. Če opazujemo orudenjenja te vrste v rudniku, vidimo, da nastopajo povečini v bližini skrilavca (v razdalji 10 do 100 m), razen v onih delih, kjer nastopa orudenjenje kot tipična zapolnitev odprtih razpok (Union v svojih prelomnicah) z metasomatozo kot stranskim pojavom na ugodnih mestih v bolj čistih apnencih (Grafenauer, 1948). Tektonsko ponašanje na meji skrilavca in apnenca je bilo glavni vzrok za zaviranje rudnih raztopin (Holler, 1953). Kot opisuje Holler tudi za Bleiberg, so pri premikih nastale cone, ki so bile obremenjene s tlaki ali z nategi; v delih, kjer so bile napetosti najmanjše, so se rudne raztopine širile tudi vzdolž ležišč (Edelfugen). Na ta način si lahko tolmačimo, da nastopa v nekaterih primerih ruda izpod najnižjega skrilavca, če so vladale antiklinalne napetosti, ali pa iznad najvišjega skrilavca, če so vladale sinklinalne napetosti, kakor navaja Holler za Mitterberg. Tektonski premiki v rudiščih alpskega tipa pa trajajo še danes, kakor je dokazal Tschernig (1937). Rudna telesa v ležiščih se večinoma širijo metasomatsko levo in desno na obe strani od razpok, v katerih nastopajo v večji meri kot zapolnitve. Ta pojav opisuje že Granigg (1914), dalje Jicha (1951), Zorc in Bertapelle (1955).

Zorc sam navaja pri opisovanju revirja Naveršnik, da se orudenjenja položno dvigajo od juga proti severu pod kotom 15° do 25° vzporedno

s skrilavcem. Tudi v revirju Stari Fridrih so najbogatejše koncentracije v bližini skrilavca. Rudna telesa revirjev Naveršnik, Srednja cona in 3<sup>h</sup> rudišče padajo izrazito proti jugovzhodu, orudenenja sistema Unionskih prelomnic pa se v razpokah spuščajo proti jugozahodu. S profili je dokazano, da ima pad obeh orudenenj medsebojno odvisnost v tektonski zgradbi, ki je v osnovi nastala pred orudenenjem v današnji obliki. V zahodnem delu revirja Naveršnik je ruda delno vezana na skoraj vertikalne dinarske razpoke, od katerih se približno pravokotno cepijo orudenedla ležišča. Na odcepih ležišč je rudna koncentracija navadno metasomatsko obogatena. Vse to govori za tipični hidrotermalni postanek današnjega rudišča.

Ruda v Srednji coni ima, kakor navaja Zorc, obliko sploščenih rudnih cevi in leč v ležiščih, ki se položno dvigajo proti severovzhodu. V mnogih primerih so nastajali premiki v apnencih vzporedno s plastovitostjo, kar je olajšalo prodiranje rudnih raztopin vzdolž njih od južne strani navzgor proti severu. Drse, ki gredo skozi orudenedla ležišča, in »Šahtna« prelomnica, oziroma Unionske prelomnice, se sekajo nekje v globini. To nam vzbuja domnevo, da so prihajale rudne raztopine iz nekega centra na jugu navzgor proti severu po najbolj ugodnih razpokah. Vsa ta dejstva govorijo proti mišljenju o primarno sedimentarnem postanku ležišč Srednje cone.

Orudenenja 3<sup>h</sup> rudišča imajo jugozahodno od helenskega jaška obliko več ali manj pravilnih rudnih cevi. Deloma se rudišča spuščajo tesno ob kontaktu skrilavca in apnenca proti jugovzhodu. Orudenenja so se tudi tu oblikovala v posttektonski fazi in niso sedimentarnega porekla.

Orudenenja Unionskih prelomnic nastopajo, kot že pove beseda, v tektonskih prelomih smeri sever—jug in s padom proti zahodu. Rudna telesa se tudi v teh prelomih dvigajo proti severovzhodu v obliki ploskih cevi, deloma tudi daljših žil. Manjši del orudenenja se odcepi od prelomov in nastopa v ležiščih bolj kot metasomatski tip, delno pa tudi kot zapolnitev v prelomih, vzporednih slojem. Manjši premik v sloju in orudenenje, ki se širi iz preloma vanj, vidimo na 1. sliki.

Pri opisovanju Fridriha si tudi Zorc tolmači nastanek orudenenja hidrotermalno z raztopinami, ki so pritekale z juga in so bile zaradi skrilavca prisiljene, da so se spustile navzdol proti severovzhodu. Nikjer pa nisem mogel v Starem Fridrihu zaslediti sedimentarno orudenedlih ležišč, ki jih navaja Zorc. V obeh revirjih, posebno v Starem Fridrihu, so verjetno orudenenja nekoliko slabša, ker so že precej bolj oddaljena od izhodišča raztopin, nekje v globini na jugu.

Za rudišče Graben trdi Zorc, da je nastalo singenetsko z dolomitom iz razloga, ker nastopajo izrazite impregnacije. Tudi tu si lahko tolmačimo nastanek rudišča izključno z metasomatozo. Pod mikroskopom vidimo v rudi Grabna tipične nepravilne meje »potiskanja« med nadomeščenim dolomitom in rudnimi minerali; v rudi opazujemo večkrat še ne do konca zamenjane »viseče« koščke dolomita in apnenca; deloma nastopa tudi tipično difuzna zamenjava; v rudišču imajo rudna telesa obliko zelo nepravilnih rudnih cevi. Podoben položaj je tudi v Topli. Tu najdemo deloma avtomorfno strukturo zamenjavanja, ki jo opisuje Ba-

stin (1950). Prav tako si tudi raztresene, deloma razpršene rude Uršlje gore lahko tolmačimo z difuzno metasomatozo. Znani so trije načini nadomeščanja (Bateman, 1950):

1. Nadomeščanje se začinja na stenah razpoke ter je meja med jalovo prikamenino in bogato rudo popolnoma ostra. Ruda je masivna do zadnje meje orudenenja.

2. Izpred masivne rude se širi kot »predhodnik« vškropljena ruda. Rezultat je bogato rudišče. Masivna ruda je obkrožena z vškropljeno, revno rudo.

3. Nadomeščanje poteka iz mnogih majhnih središč. Kot rezultat nastajajo vškropljene rude. Zrna so različno velika — od nevidnih na oko pa do premera 0,5 cm.

Deloma nastopa nadomeščanje tudi v sloju, ki se v rudi večkrat ohrani, če je ta zamenjala prvotno kamenino (Irving po Batemanu, 1950).

Fizikalno kemične lastnosti kamenine so pri teh orudenenjih bistveno vplivale na mesto in način orudenenja. Lastnosti, ki povzročajo odlaganje mineralov so le redko točno razvidne; večinoma jih prezro. Razpoka, ki seka sloje, deluje na primer kot kanal za raztopino, če pa prikamenina ustreza, nastopi izločanje. V nekaterih rudiščih sploh ni dovodnih kanalov in je edini faktor lokaliziranja rudnih teles permeabilnost. Apnenci so zaradi kemičnih in fizikalnih lastnosti izredno ugodni za usedanje epigenetskih raztopin.

Zorc poudarja, da postanka rudišč v Mežici ni mogoče tolmačiti epigenetsko iz razloga, ker nastopajo deloma orudenenja, ki so zelo bogata s svinčnimi minerali, v večji globini kot cinkovi minerali. Nižjetemperaturni svinčevi minerali in višjetemperaturni cinkovi minerali torej ne nastopajo conarno. Preden pa se odločimo za tak zaključek, moramo upoštevati, da se je rudišče regeneriralo daljšo dobo in v več fazah. Na ta način si zlahka tolmačimo, da je pri eni izmed faz sfalerit prišel v večjo višino, ker so bile raztopine toplejše, v drugem primeru pa ne, ker so bile hladnejše in se je moral izločiti v večji globini. Na ta način so nastajala navidezna prekrivanja in anomalije.

Zorc je mnenja, da so v spodnjih delih Unionske prelomnice v ležiščih ostanki prvotnega sedimentarnega temnega lapornato-apnena orudenelega ležišča. Po vsem videzu in pregledu teh ležišč na 9. in 11. obzorju sem prišel do zaključka, da je bilo tu več epigenetskih faz orudenenja. Že v prvi fazi sta galenit in sfalerit metasomatsko zamenjala apnenc in lapornate plasti. Pozneje je prišlo do premikov ter do novega orudenenja in zapolnitve v slojni razpoki. Kosi lapornatega in rudonosnega apnenca so bili ponovno podvrženi metasomatski zamenjavi. Na presekih Unionskih razpok in ležišč nastopajo močnejše koncentracije. Tudi v tem primeru se rudna telesa vlečejo kot nekake položne ploske cevi navzgor proti severovzhodu. Vse to govori za epigenetski postanek teh delov rudišča.

Oblika rudnih teles, komplicirana razvejanost, dviganje rude od juga proti severu v slojih in v razpokah, odnos rudnih teles napram mladi

alpskodinarski tektoniki, potiskanje rudnih raztopin v mlade tanke razpoke (2. slika), nastopanje arzenopirita (J i c h a, 1951) v rudišču in drugi znaki nam govore za epigenetsko orudenenje v wettersteinskih apnencih v Mežici.

Tudi fotografije, s katerimi dokazuje Z o r c sedimentarni postanek, se lahko tolmačijo z epigenetskim postankom. Slike 23, 24 in 29 lahko tolmačimo z difuznim prodiranjem in avtomorfno teksturo zamenjave, kot jo imenuje B a s t i n (1950). Slika 28 lahko tolmačimo kot atolsko teksturo, ki je nastala z metasomatozo (B a s t i n, 1950). G r o n d i s in S h o u t e n (1937) nam podajata to teksturo v Mount Isi.

V Mežici nastopajo v ogromni večini teksture in strukture, ki dokazujejo zapolnjevanje ali pa metasomatozo. Zelo značilni teksturi v rudišču sta skorjasta svetlica in kokardna ruda. Včasih najdemo tudi kombinacijo kokardne in skorjaste rude. Kokardna ruda je varianta skorjaste rude. Tam, kjer se razpoka delno zapolni z drobci, ki so padli iz sten razpoke, se lahko zgodi, da jih ovije več sukcesivnih slojev mineralne snovi. Včasih imamo enako zaporedje mineralov ob stenah in okrog mnogih odlomkov. Odsotnost najstarejših pasov okrog nekaterih odlomkov lahko razlagamo s tem, da so padli iz sten že po pričetku mineralizacije. Mnogokrat vidimo tudi zapolnitve majhnih razpok. Pri tem se ena in druga stran razpoke lepo ujemata (2. slika).

Z o r c je mišljenja, da je molibden prišel v rudišče iz karditskega skrilavca v wettersteinski apnenec. Iz razlogov, ki jih je navedel že D u h o v n i k (1954), je najbolj verjeten hidrotermalni izvor molibdena. Pri tem pa trditev, da vulfenit nastaja v zvezi s premikanjem spodnje meje oksidacije z napredkom rudarskih del vedno globlje, ni sprejemljiva. Vulfenita vsekakor ne moremo najti pod oksidacijsko mejo, ki pa je bila določena že davno pred pričetkom rudarskih del. Relief prostega kisika v goratih območjih je zelo različen. Voda pada in prihaja do talne vode lahko pod hidrostatičnim pritiskom. Kisik lahko prehaja na ta način globoko izpod nivoja talne vode in omogoča oksidacijo vzdolž kanalov in cevi (B a t e m a n, 1950). To je najboljša obrazložitev za oksidacijo izpod nivoja talne vode v našem terenu. V Mežici smo našli na primer na 10. obzorju Unionske prelomnice popolnoma »deviško« prelomnico, ki je vsebovala precej debelejše ploščice vulfenita, kakor jih navaja D u h o v n i k, hkrati pa tudi piramide, prav tako visoke in razsežne, kakor v zgornjih oksidiranih delih rudišča. V zadnjem času smo odkrili take vulfenite tudi že v najnižjem, 12. obzorju Uniona na severu. Razen vulfenita nastopajo vedno tudi cerusit, limonit, smitsonit in drugi oksidni minerali, ki jasno dokazujejo, da je oksidna meja bila v globini že davno, preden so tja prodrla rudarska dela.

Pri tolmačenju postanka rudišča privzema Z o r c H e g e m a n n o v o (1949) hipotezo, da so nastala rudišča singenetsko kot posledica pritoka podmorskih term v morje. Vzrok orudenenju pa naj bi bil prvotno triadni vulkanizem. Proti tej hipotezi pa govori več podatkov. Izotopni sestav bleiberškega svinca (N i e r, T h o m p s o n, M u r p h e y, 1941) kaže, da nastopa v prebitku Ac svinca z atomsko težo 207, iz česar se lahko izračuna (H o u t e r m a n n s, 1947), da je svinca starejši od triade.



1. sl. Mežica — Union, 7. obzor, »na mostu«; pogled proti severu. Manjši premik vzporedno ležišču, zapolnjen z rudo iz Unionske prelomnice

Fig. 1. Mežica — Union, 7<sup>th</sup> level, »na mostu«. The view towards north. Shorter slip parallel to the bed filled up by ore out off the Union fault



2. sl. Mežica — Union, odkop nad 7. obzorom. Ruda je vijugasto vtisnjena v tanko razpoko

Fig. 2. Mežica — Union, the slope above the 7<sup>th</sup> level. The ore sinuously pressed into the narrow joint

Ruda najstarejše metalizacijske faze (cinkova svetlica I) (Schroll, 1953) ne nastopa v Bleibergu nikdar sama zase in izključno v določenih plasteh apnenca. Cinkovo svetlico I nahajamo sicer predvsem v slojih v manjših rudnih telesih, vedno pa je v zvezi z rudonosno tektoniko in naslednjimi rudnimi generacijami. Kot trdi Schroll, se ne more nikjer v rudišču Bleiberg najti rudno telo, ki bi ga lahko smatrali za singenetsko. Isto lahko trdimo tudi za Mežico. Neverjetno je, da bi triadni inicialni magmatizem, ki ima kot svoje zastopnike bazične in intermediarne magme, dajal naenkrat tako velike količine Pb in Zn in nič Cu, čeprav so vse te kovine odvisne od hidrotermalnega postanka. Razen tega ni verjetno, da bi se bazične magme inicialnega magmatizma mogle diferencirati tako daleč (Schroll, 1953). Kot vemo, so posledica tega magmatizma le železna, šamozitna in turingitna rudišča (Cissarz, 1956). Gornja dejstva govore za to, da pripada rudnik Mežica regeneriranemu tipu rudišč.

Tudi Cissarz (1956) prišteva Mežico med regenerirana rudišča v smislu Schneiderhöhnove hipoteze (1952). Po Schneiderhöhnu sta bila v Evraziji največ dva glavna prvotna metalonosna ciklusa. Glavna faza je bila v dobi variscijske orogeneze, njen predhodnik (zelo slab) pa je bila kaledonska faza. Vse poznejše orogeneze so po njegovem mnenju bile jalove. Pač pa se je pri orogenetskem gibanju v alpski fazi mobilizirala vsebina starega variscijskega rudišča in zopet posttektonsko izločila.

Ta privzetek lahko zadovoljivo reši problem nastanka mežiškega rudišča. Pri potovanju raztopin in njihovem ponovnem izločanju so nastajale nenavadne kombinacije in mineralne parageneze Mežice. Po Schneiderhöhnu se nahajajo prvotna rudišča nekje v permu ali celo niže. Pri procesih potovanja je važna geokemična preiskava, vedeti pa moramo, da tako imenovani sledovi elementov sicer potujejo zraven in so včasih zelo prikladni za dokazovanje medsebojne sorodnosti stare variscijske in mlade alpske orogeneze, lahko pa se pri potovanju popolnoma izločijo in nekje drugod obogate ali pa popolnoma razprše. Tu ne pomaga niti najboljša analiza sledov za iskanje sorodnosti.

## DISCUSSION TO THE ARTICLE

### "MINING GEOLOGICAL FEATURES OF THE MEŽICA ORE DEPOSIT"

In the book "Geologija", vol. 3, 1955, A. Zorc published an article with the title mentioned above. He believes, that the ore deposit of Mežica is of sedimentary origin. He states that there are numerous sedimentary mineralized ore beds.

I think that there are no ore beds of sedimentary origin. Describing the mining district Naveršnik, Zorc states that the ore bodies are gently rising from south to north, parallel to the slate. In the district Stari Fridrih, the ore bodies with highest mineralization are in the vicinity of the slate as well. The ore bodies of the districts Srednja cona and 3<sup>b</sup> are inclined distinctly south-east, those of the Union faults are in fissures, inclined south-west. The cross-sections show, that the dip of

both systems of the ore bodies results in the tectonic structure, originated before the present mineralization. In the western part of the mining district Naveršnik, the ore partly follows the almost vertical fissures. There the ore bodies are situated almost rectangularly to the fissures. At the crossings of the fissures and beddings, the concentration of the ore is often metasomatically enriched. All that proves the typical metasomatal origin of the present ore deposit.

In many places of the ore deposit, we can see displacements in the limestone, parallel to the bedding planes. That facilitates the penetration of the ore solution, from the south up to the north. The slickensides going through the ore bodies and the Shaft fault and the Union fault respectively, are crossing somewhere in the depth. That makes us assume that the origin of the ore solutions was in some center in the south.

The ore bodies of the Union fault occur in the faults in the N-S direction, inclined to the west. The ore bodies in these faults are also rising north-east, in the form of flattened pipes or veins. A smaller part of the ore diverges from the faults, and is shown partly in the ore deposit, mostly as a metasomatal type, as well as a filling in the faults, parallel with the bedding planes. Figure No. 1 shows a small displacement and metasomatic replacement in the strata.

Describing the district Fridrih, Zorc also shows the hydrothermal origin of the ore deposit, with the solutions coming from south and inclined towards north-east because of slate. I did not find in Stari Fridrih any ore bodies of sedimentary origin, quoted by Zorc. In both mining districts, especially in Stari Fridrih, the concentration in the ore bodies is a little reduced, probably because they are in greater distance from the origin of the solutions (somewhere in the depth in the south).

Because of the typical impregnations in the mining district Graben, Zorc believes, that the origin is syngenetic with the dolomite. Even here we can find the metasomatic explanation of the origin of the ore deposit quite satisfactory.

Under the microscope we can see in the ore of the Graben district typical irregular borders between the replaced dolomite and the ore minerals; in the ore we find particles of dolomite and limestone, and the process of replacement is not yet concluded; sometimes we see typical replacement by diffusion; the ore bodies are in form of pipes of a very irregular shape.

The same occurs in Topla district. There the partially automorphic structures of replacement were found (Bastin, 1950). In the same way we can explain the origin of the disseminated ore of the Uršlja gora as a diffuse replacement.

Zorc emphasizes the impossibility of an epigenetic origin of the Mežica ore deposit. The reasons he gives are: ores, rich with galena sometimes occur in greater depth than zinc metals. The lead minerals and high temperature zinc minerals are not in zonal layers. We have to consider that the ore deposit has often regenerated. We can explain by the regeneration phases, that the sphalerite come to greater height,

when the temperature of the solution was higher, but precipitated in greater depth, when the temperature was decreased.

The shape of ore bodies, the rising of them from south to the north in strata and faults, the relation between the ore bodies and young Alpine-dinaric tectonic, the occurrence of the mineralization in young, narrow fissures (Figure 2), and the occurrence of arsenopyrite (Jičha, 1951) tell us, that the origin of the ore in the Wetterstein limestone was epigenetic.

It has already been proved by Duhovnik (1954), that the molybdenum is of hydrothermal origin. The hypothesis, that the wulfenite can be formed through moving of the lower zone of oxydation in connection with the progressing mining, is not acceptable. It is impossible to find wulfenite below the oxydation-zone, which was formed long before the mining began.

There is much to say against the application of Hegemann's (1949) hypothesis about the origin of the Mežica ore deposit. It has been shown by the isotopical composition of the lead in nearby Bleiberg (Nier, Thompson, Murphey, 1941), that the lead is older than Triassic. Schroll (1953) states the impossibility to find anywhere in Bleiberg syngenetic ore bodies. We can assume, that the same occurred in Mežica. We can't accept that the basic and intermediate Triassic initial magma would only give Pb and Zn-ore, and no Cu-ore.

After this discussion we can conclude that the Mežica ore deposit is of a regenerated type, according to the hypothesis of Schneiderhöhn (1952), and Cissarz (1956).

The principal phase of mineralization took place in the time of the Variscic orogenesis. Through the orogenesis during the Alpine phase the ore content of the old Variscic deposit was put in motion and a post-tectonic regenerative ore deposit was formed.

#### LITERATURA

- Bateman, A., 1950, *Economic mineral deposits*, New York.
- Bastin, E. S., 1950, *Interpretation of ore textures*. The Geol. soc. of Am. Mem. 45.
- Cissarz, A., 1951, *Nauka o rudnim ležištima*, Beograd.
- Cissarz, A., 1956, *Postanak rudnih ležišta u Jugoslaviji*, Beograd.
- Duhovnik, J., 1954, *O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica*. Geologija 2, Ljubljana.
- Grafenauer, S., 1948, *Pogoji nastopanja rude v zvezi z izpremembo sestava prikamenine v Mežici*. Diplomsko delo, neobjavljeno.
- Granigg, B. in Koritschoner, J. H., 1914, *Die geologischen Verhältnisse des Bergbaugbietes von Miess in Kärnten*. Zeitschr. f. prakt. Geol., XXII, H. 4/5, Berlin.
- Grondis, H. F. in Shouten, C., 1937, *A study of Mt. Isa ores*. Econ. Geol., 32.
- Hegemann, F., 1949, *Die Herkunft des Mo, V, As und Cr in Wulfeniten*. Heidelberger Beiträge z. Min. und Petr., 1.
- Holler, H., 1953, *Der Blei-Zinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik*. Carinthia II, 143, H. 1.



Houtermanns, F., 1947, Das Alter des Urans. Zeitschr. f. Naturforschung.

Irving, J. D. (loc. cit. Bateman, 1950).

Jicha, H. L., 1951, Alpine lead-zinc ores of Europa. Econ. Geol. 46, No. 7.

Nier, O., Thompson, W. in Murphey, P., 1941, The isotopic constitution of lead and measurement of geologic time. III. Phys. review, 60.

Schneiderhöhn, H., 1952, Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage, Stuttgart.

Schroll, E., 1953, Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth/Kärnten in Österreich. Mitt. d. Öst. Min. Ges., Sonderheft 2, Wien.

Tschernig, E., 1937, Messung einer tektonischen Bewegung in Bleiberg. Carinthia II, 127, Celovec.

Zorc, A. in Bertapelle, A., 1955, Metode rada u rudniku Mežica I. Tehnika 2, Beograd.

Sprejel uredniški odbor dne 1. oktobra 1957.