

NEKATERI PROBLEMI NASTANKA RUDIŠČA V MEŽICI

Boris Berčè

Skupaj z M. Hamrlo sva v letih 1949–1953 kartirala večji del okolice rudnika Mežice od Pece do Uršlje gore. Nekateri podatki, ki sva jih dobila na terenu, se ne skladajo z interpretacijo, ki jo je podal Zorc (1955) v svoji razpravi. Zato bom probleme, ki so bistveni pri tolmačenju nastanka rudišča, pojasnil tudi na podlagi lastnih opazovanj in preiskav.

V okolici Tople sem delno preiskal granitit. Ponekod je granitit porfiroidne strukture, ki je nastala z naknadnimi procesi med kristalizacijo in po njej. Nastanek porfiroidne strukture je namreč takšen, da bi mogli sklepati na zvezo z orudenjenjem v Mežici. Osrednje granitno jedro je grobozrnato in svetle barve. Posamezna zrna so dokaj enakomerno velika. V pasu, ki ga Teller (1898) imenuje »obrobni porfir« na podlagi mikroskopskih preiskav Graberja (1897), niso odnosi med »porfirjem« in granititom tako enostavni, da bi ju mogli ločiti na karti. Na robu granitita nahajamo, vsaj na preiskanem območju med Črno in Toplo, cono, v kateri prevladuje porfiroidni granitit nad običajnim, enakomerno zrnatim. Ponekod normalnega granitita sploh ni. Kamenina s porfiroidno strukturo je različno obarvana. Količina femičnih mineralov je odvisna namreč od velikosti »vtrošnikov«. »Osnova« je debelo kristalizirana. Poleg porfiroidnega granitita opazujemo tudi temnejše žile, bogate s femičnimi minerali, ki vsebujejo ponekod tudi večja zrna glinencev.

Če preiščemo te kamenine pod mikroskopom, vidimo, da sestavlja osnovo porfiroidnega granitita pretežno alotriomorfen kremen različne velikosti. V osnovi leže do 3 cm velika zrna glinencev in ponekod kremena. Glinenci vključujejo drobna, deloma resorbirana kremenova zrna, ki so manjša, kolikor globlje leže v njem. Običajno jih ni v osrednjem delu glinenca. Ponekod tvorijo takšni vključeni drobcji kremena helicitško strukturo zaradi optično-paralelno orientiranih vključenih zrn. Poleg kremena se javljajo, vendar bolj redko, tudi korodirani barvni minerali in glinenci. Torej so velika zrna glinencev in kremena nastala z blastično rastjo. Na robovih blastov je osnova katarkično nakopičena. To je razumljivo, kajti glinenec s 30 % anortita ima molekularni volumen od 154,3 do 177,9, kar je v povprečku več kot pa molekularni volumen kremena. Včasih vključujejo blastični glinenci v svojem jedru proterogene glinence. Opazovati moremo tudi način blastične rasti zrn. V razpoke in med stike zrn je infiltrirana raztopina zrn glinencev, ki obdaja kot tanka prevleka kremenova zrna. Nekateri blasti predirajo osnovo v žilicah.

Blastična zrna glinencev pripadajo plagioklazom, mikroklinu in mikroklinpertitu, ki so ponekod tudi izomorfnih oblik. Blasti plagioklazov so večkrat drobno lamelarni ali pa slabo izražene conarne zgradbe. Po strukturi mikroklinpertita ne moremo sklepati ali je nastal direktno iz prvotne homogene zmesi ali zaradi naknadne albitizacije kalijevega glinenca. Blasti kremena so v glavnem alotriomorfni.

Med femičnimi minerali je najbolj razširjen biotit. Redko nahajamo opacitizirana zrna biotita, kar kaže, da je pretvorba nastala pri višji temperaturi in manjšem pritisku. Vendar so pojavi opacitizacije zelo redki. Rogovača se javlja v manjši količini in nima jasne kristalne oblike.

Po Fedorovljevi metodi sem preiskal 120 zrn glinencev, ki imajo med 9–39 % an; povprečno 25,7 % an. Količinsko so zrna razporejena:

0–10 % an	1,7 %
10–20 % an	13,3 %
20–30 % an	51,6 %
30–40 % an	31,6 %
40–50 % an	0,8 %
50 naprej	0,8 %

Podatki kemičnih preiskav treh vzorcev iz »porfiroidne cone«, pre-računani po CIPW, so dali formulo I, 4, 2, 2; torej bi pripadala kamenina družini aplitnih granitov.

Temnejše žile, ki so bogate s femičnimi minerali, moremo razdeliti v dva značilna predstavnika; prvi je drobnozrnat, drugi porfiroiden. Drobnozrnat različek sestavljajo enakomerno velika zrna kremena, glinencev in femičnih mineralov. Zrna so alotriomorfna, glinenci so podolgovati in kremen potemnjuje valovito. Femične minerale zastopata rogovača in biotit. Sfen je zelo redek. Porfiroidni predstavnik ima nejasno kristalizirano osnovo, v kateri leže vtrošniki glinencev, kremena in femičnih mineralov. Velikost teh vtrošnikov je manjša kot pri blastih v granititu. Kontakt med granititom in žilami, ki so bolj bogate s femičnimi minerali, je oster. Ponekod so ob kontaktu razviti paličasti femični minerali, ki tvorijo pas z »ofitsko« strukturo.

Nastanek porfiroidnih con v granititu je povzročila mobilizacija posameznih mineralnih komponent zaradi različnih tektonskih in fizikalno-kemičnih pogojev. Pri tem so se raztopile in ponovno odložile najbolj gibljive komponente, ki pripadajo alkalnim kovinam. Da bi bila raztopina v ravnotežju s prikamenino, skozi katero pronica, mora biti zasičena. Napetost površine je proporcionalna velikosti zrn. Zato je raztopina, ki je v ravnotežju z določeno velikostjo zrn, nezasičena za manjša zrna in prezasičena za večja. V tem primeru se bodo manjša zrna topila in večja rastla, če je temperaturno območje takšno, da je mineral v njem stabilen. V raztopini so bile alkalije, zato se je močno povečala topnost kremena. Blastično razvite glinence in kremen nahajamo v posameznih conah, ki so bile zaradi kontrakcije ali nekega drugega vzroka bolj propustne kot ostali deli granitita. Takšno prekristalizacijo, v kateri so ohranjene še primarne strukture, imenujemo metablastezo. Pri tem so se

melanokratni delci kamenine ohranili na mestu, kjer so nastali. Blasti glinencev pa so nastali iz drobnih zrnč plagioklazov. V primeru, da pride do mobilizacije in izločanja levkokratnih delcev po razpokah, govorimo o metatektu (Menhert, 1953). Opozovani pojavi na območju porfiroidne cone v granititu kažejo, da je bila ponekod stopnja mobilizacije komponent celo metatektna. Opacitizacija, ki je zelo redka, kaže, da je pri pretvorbi bila pomembna temperatura, ne pa pritisk. Zato moremo domnevati, da so tudi blasti kremenca nastali zaradi vpliva alkalij na obstoječa kremenova zrna (v čisti vodi je namreč topnost kremenca odvisna od pritiska (Krauskopf, 1956)).

Temne žile, ki so bogate z melanokratnimi minerali, so ali ostanek onega dela granitita, iz katerega so izlužene lahko gibljive komponente, ali pa so injektirane naknadno, kot poseben kristalizacijski različek. V zadnjem primeru bi morali ob kontaktu opazovati spremembo v strukturi granitita.

Na podlagi opisanih pojavov moremo zaključiti, da je granitit pretrpel po intruziji določene spremembe, ki jih opazujemo v posameznih conah. Te spremembe so nastale med kristalizacijo granitita ali po njej. Povzročile so jih terme, ki so prihajale iz globine, ali pa so se terme direktno izločile iz granitita zaradi sprememb v fizikalno-kemičnih pogojih.

Granitit obdajajo metamorfne kamenine, ki jih sestavljajo različno obarvani skrilavci, diabazi in njihovi tufi. V njih je našel Graber (1897) kordierit. To kaže, da so te metamorfne kamenine postale iz glinastih in lapornatih sedimentov. Velik del kordierita je prešel v pinit. Na prelazu Ježar—Sv. Magdalena pri Remšniku so po Graberju (1929) metamorfozirane werfenske plasti. Kamenine, ki leže med granititom in tonalitom, so močnejše metamorfozirane. Na njih se odraža vpliv dveh intruzij. Zato ne moremo domnevati, da so ti metamorfni skrilavci najstarejše kamenine tega ozemlja.

V okolici kmetije Končnik v Topli zavzemajo najnižji stratigrafski horizont zeleni metamorfni skrilavci, ki so ponekod tudi peščeni, ponekod pa celo pravi filiti. Navzgor prehajajo zelene kamenine v vijoličaste skrilavce, ki se na površini javljajo le lokalno. Te kamenine moremo smatrati kot metamorfoziran paleozoik vključno s spodnjewerfenskimi plastmi, ker sva našla s Hamrlo kamenine, ki jih moremo po videzu prišteti grōdnu. Stopnja metamorfoze zgornjepermskih in spodnjewerfenskih kamenin je tako majhna, da so ohranile še skoraj značilen videz. Nad njimi slede temnosivi in rjavkasti neplastoviti apnenci, ki prehajajo v temne dolomite. Te plasti pripadajo zgornjemu werfenu. Na njih leže temni ploščasti bituminozni apnenci, ki vsebujejo gomolje, plasti in vložke črnega roženca. Apnenec je anizične starosti (Žlebnik, 1955). V neposrednem kontaktu z granititom med Toplo in Črno so anizične, ladinske in rabeljske kamenine brez kontaktnih pojavov.

Na podlagi Graberjevega (1929) opisa metamorfoze werfenskih kamenin in pojavov, ki sva jih s Hamrlo opazovala pri Končniku v Topli, moremo sklepati, da je granitit mlajši od spodnjewerfenskih plasti.

Značilna steklasta struktura, ki sem jo našel v nekaterih zbruskih, in opacitizacija, kaže, da so se prekristalizacijski procesi dogajali blizu površine. Med centralo Topla in kmetijo Pečnik meji na granitit anizični apnenec. Vmesne plasti roženca, ki se nahajajo v njem, kažejo na močan pritok kremenice v morju med sedimentacijo apnenca. Tonaliti Pohorja in Karavank pa so nastali v gornji kredi ali najkasneje do miocena (Germovšek, 1954), torej ne pridejo v poštev kot izvor kremenice v anizičnih kameninah.

V Južnih Alpah je nejasna starost granitov, monconitov in nefelin-skih sienitov pri Predazzu (Cornelius, 1949). Pri Nötschu v okolici Bleiberga so golice močno pretrtega granita, ki je v kontaktu s perm-skimi kameninami. V konglomeratu krovnine so kosi granita. Po tem sklepa Felsner, da je granit variscen (1936). Torej ni spodnje ali srednjetriadna starost granitita neka posebnost v alpsko-karavanskem območju.

V spodnjem delu skitske stopnje omenja Zorc sivkasto zelene vložke, ki naj bi pripadali tufom. Pri podrobnem kartiranju okolice Tople in preiskavi werfenskih plasti pod mikroskopom nisva s Hamrlo našla takšnih kamenin. Kolikor so razviti tufski vložki v spodnjewerfenskih plasteh v okolici Javorja, imamo še en neposreden dokaz, po katerem moremo določiti starost granitita. Vzhodno od Polen leži golica triadne prodornine, ki še ni podrobneje petrografsko raziskana. To kaže, da je bila v okolici Mežice tudi manjša triadna vulkanska dejavnost. Zato bi bilo potrebno podrobneje proučiti tudi to in prodornine v okolici Kotelj.

Po Zorcu je rudišče sedimentno in je s poznejšimi procesi dobilo hidrotermalne značilnosti, čeprav niso izključene tudi določene manjše hidrotermalne dejavnosti. Kot dokazuje takega nastanka navaja v glavnem:

a) da je količina kovin Pb in Zn v sedimentih okolice rudišča večja od povprečka teh kovin v istih sedimentih v zemeljski skorji;

b) da je nenormalna razdelitev kovin Pb in Zn po globini;

c) da so sedimentarno orudenela rudišča običajno enakomerno sestavljena iz Pb—Zn mineralov in da niso v zvezi z nobenimi, zlasti ne večjimi prelomi;

č) da obstoji določena zakonitost v razdelitvi kovin Pb in Zn po tektonskih smereh; na podlagi sestava rudnih teles deli rudne pojave na primarne in sekundarno prenesene.

Količine Pb in Zn, ki jih kažejo rezultati analiz kamenin iz okolice Mežice, so do 150-krat večje, kot znašajo ugotovljene povprečne količine teh kovin v sedimentih zemeljske skorje. Po podatkih Wedepohla (1956) vsebuje apnenec povprečno 0,0009 % Pb. Različne primesi in organizmi lahko ponekod vplivajo na zvečanje odstotka Pb v kamenini. Tako je našel Wedepohl (1955), da lahko povečajo količino Pb v sedimentih mikroorganizmi (foraminifere, globigerine). Gline z večjim odstotkom Ca so imele v povprečku tudi 0,022 % Pb, brez Ca pa samo okoli 0,011 Pb. Vendar so vzorci iz Tihega oceana s 7 % CaO imeli manj Pb kot vzorci s 3 % CaO. Leutwein (1951) je našel v recentnih glinastih muljih

Norveške z več kot 1 ‰ ogljikove kisline le 0,0035 ‰ Pb. Tudi tu ni torej posebne obogatitve s Pb. Povečano količino Pb in Zn v sedimentih okolice Mežice ne moremo pripisati določenemu ugodnemu okolju, ki je omogočilo tako veliko koncentracijo kovin Pb in Zn, ker je wettersteinski apnenec zelo čist.

Po podatkih Konstantinova (1954) imajo tekoče vode $5,2 \cdot 10^{-3}$ do $6,35 \cdot 10^{-1}$ mg/l Pb. V kislem okolju se količina Pb zveča v odvisnosti od pH. Pri pH 3,35 je našla Jakovljeva (1952) 75 mg/l; pri pH 7,84 0,4 mg/l in pri pH 7,3 3,5 mg/l Pb. Pb nastopa pri koncentraciji 2–5 mg/l kot PbCl_2 (kotunit) in $\text{PbCO}_3\text{Pb(OH)}_3$ (Baštan, 1952). Takšno kislo okolje najdemo seveda samo v okolici rudišč, kajti običajne tekoče vode variirajo okrog pH 7. Pb je topen kot bikarbonat, čeprav je prisoten H_2S pri pH 7, ali v organski kompleksni spojini (Konstantinov, 1954). Svinec se težko transportira v takšnih posebnih pogojih na večje razdalje, ker vsebujejo vode ione SO_4 , CO_2 in druge, s katerimi se Pb hitro spaja. Topnost teh spojin je majhna in zato izpadajo iz raztopin. V oksidnih pogojih tekočih in vadoznih vod je svinec slabo gibljev. Nekoliko laže se prenaša Zn, ker je njegova topnost kot sulfata približno 10.000-krat večja od Pb sulfata in kot karbonata vsaj 5-krat večja. Teoretski računi Krauskopfa (1956) o topnosti Pb in Zn kažejo, da bi morali pričakovati v morju 9,6 ppm Pb in 79 ppm Zn. Povprečni ugotovljeni količini teh kovin znašata 0,003–0,008 ppm za Pb in 0,005–0,021 ppm za Zn. Torej tudi z izjemnimi fizikalno kemičnimi pogoji v morski vodi, ki bi omogočili večjo topnost svinca in cinka, kolikor te spremembe ne povzročajo posebni procesi, ne moremo pojasniti tako velikih količin Pb in Zn v sedimentih.

Precipitacija sulfidov v sveži morski vodi se javlja samo tam, kjer nastopi zaradi razpadanja organskih snovi redukcijsko okolje. Počasno vendar stalno kroženje morske vode omogoča pristop kisika tudi v večje globine. Zato so v morju redukcijski pojavi redkejši kot oksidacijski. Miller (1952) je proučeval topnost CaCO_3 v območju temperature 0–150 °C in pritiskov od 1–110 barov in ugotovil, da topnost v glavnem ni odvisna samo od temperature in pritiska temveč od čistoče in velikosti delcev CaCO_3 in koncentracije drugih ionov v vodi. V prisotnosti ionov Cl se poveča topnost CaCO_3 . Izpadanje CaCO_3 povzročajo spremembe fizikalno-kemičnih pogojev in različne druge spremembe kot n. pr. izhlapevanje sredstva, v katerem je raztopljen kalcijev karbonat, z asimilacijo v rastlinah, preko sinteze z organskimi snovmi ali z izdihanim CO_2 morskih živali itd. (Niggli, 1952). Če je prisotno tudi žveplo, potem je odvisna oblika njegovega iona od oksidacijske stopnje okolja. Naraščanje oksidacije žvepla kaže naslednja vrsta $\text{S}^{-2} \rightarrow (\text{S}_2)^{-2} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6}$, ker je za oksidacijo značilno izgubljanje elektronov. Torej bi v primeru sinsedimentarnega izločanja rude v Mežici morale prevladovati primarne oksidne spojine svinca in cinka nad sulfidnimi. (Pod oksidnimi spojinami mislim v tem primeru različne karbonate, sulfate, hidrokside in druge spojine svinca in cinka s kisikom.) Posebno značilno bi bilo sedimentarno orudenjenje v apnenih brečah, ki jim Zorc pripisuje

tektonski nastanek. Vendar so to le intrafacialne breče. V wetterstein-skem apnencu smo v letu 1958 proučevali značilne plasti. Sestavljajo jih mlečne, oolitne in brečaste plasti z vmesnimi prehodi. Običajno imajo le majhno razsežnost (največje dosežejo 150×150 m). Njihova debelina se močno spreminja, in to od 1 cm do 60 cm. Pri tem nismo mogli ugotoviti nobenega pravilnega zaporedja značilnih plasti. Po podatkih Štruc la so nekatere plasti razvite na določeni oddaljenosti od prvega skrilavca, čeprav se večkrat izklinjajo. Značilne plasti so nekoliko bolj dolomitne od prikamenine in bolj drobnozrnate. Nastale so zaradi valovanja morja. Ker nahajamo v Mežici v ležiščih primarne sulfide, bi morali domnevati, da so terme, ki so se izlivale na dnu morja, imele takšen sestav, da so se mogli odvijati samo procesi, ki jih običajno najdemo v redukcijskem okolju. V tem primeru bi morali prineseni H_2S v morski vodi tvoriti avreolo, v kateri bi se izločali rudni sulfidi. Na robu avreole bi se izločali oksidi in sulfidi, kolikor bi razpršitev žveplovega vodika zajela samo ono območje, v katerem so terme prinašale tudi raztopljeni prvini Pb in Zn. Ponekod bi lahko prišlo tudi do izločanja sulfidov po celotnem ležišču, če bi avreola H_2S bila večja, kot bi jo lahko terme s kovinami obsegle. V Mežici nahajamo poleg značilnih hidrotermalnih struktur galenita in sfalerita v ležiščih tudi pomembno količino kalcita. Razen tega zahteva sinsedimentarni način nastanka sulfidov hitro dotekanje term, ki je možno le, če bi bile razpoke, skozi katere prihajajo terme, dovolj široke. V tem primeru bi morali najti vsaj dovodne kanale, ali pa celo rudne pojave vzdolž takih razpok. Vsekakor bi morali dobiti velik del rude, če bi ruda nastala sinsedimentarno, v oksidni obliki in z jasnimi prehodi iz oksidov v sulfide. Takšen način nastanka moremo izvesti samo teoretsko, kajti do danes niso opisani rudni sulfidi, ki bi bili singenetski z usedanjem čistega apnenca. Ena in druga sedimentacija se med seboj izključujeta, če niso izpolnjeni posebni pogoji. V apnenodolomitnih kameninah z veliko količino bituminoznih snovi lahko najdemo tudi sulfide Pb in Zn. Vendar so v tem primeru sulfidi vezani na oni del kamenine, ki je zelo bogata ali celo v glavnem sestavljena iz organskih snovi in so šele naknadno preneseni v karbonatni del kamenine. Take zelo značilne primere smo opazovali v rudišču Maine v Bosni in Hercegovini. Zorc je mnenja, da ni mogoče epigenetsko razložiti abnormalne razporeditve svinca in cinka v rudišču. Pri tem ne upošteva večkrat opisanih in podrobno preiskanih primerov »prevrnjene« conarnosti. Morda bi bil kot primer najbolj značilen mineral wolframit, ki velikokrat nastopa nenormalno. Nahaja se pogosto v zgornjih delih žil, ki postajajo v globino vedno bolj bogate s sulfidi. Količina wolframita z globino pada. Večkrat nadomeščajo wolframit sulfidi. V rudnih raztopinah migrira wolfram do cone, kjer izpade kot oksid. Njegova afiniteta do žvepla je minimalna. Torej se je wolframit primarno izločil kot prvi mineral, čeprav bi po položaju in po njegovi sestavi lahko sklepali, da je nastal sekundarno v oksidni coni. V prerezu wolframit lahko asociira s sulfidi — realgarjem, cinabaritom in sulfosolmi srebra. Torej bi ga po tej asociaciji mogli prišteti med

»epitermalne« minerale skupno s kalcedonom in fluoritom. Med orudenjenjem se spreminja sestav term, kar je ugotovil Smirnov (1937), ki govori o »pulziranju« term. Poleg tega se spreminjajo tudi temperatura, pritisk in drugi fizikalno-kemični pogoji hidrotermalnih raztopin. Zato odnos med posameznimi minerali vzdolž rudnih teles navadno ni enakomeren. Če pa še upoštevamo razlike med mineralnimi komponentami rudišča v Mežici, postane razumljivo, da se lahko pojavijo različna variiranja v mineraloškem sestavu. V grobem bi po objavljenih podatkih tabele 19 v članku mogel sklepati, da z globino pojemajoča količina Pb v odnosu na Zn kot osnovo, kaže na določeno primarno conarnost.

Spremembe mineraloškega sestava rudnih žil v odvisnosti od določenih tektonskih smeri kažejo, da so se tektonski procesi odvijali tudi še med orudenjenjem, zato niso potrebna poznejša premeščanja mineralnih komponent. Če bi do njih prišlo z zapletenim prostorskim premeščanjem, potem je malo verjetno, da ne bi opazovali sprememb tudi v mineralih ne pa samo v njihovi prostorski razporeditvi. Edina izjema v razporeditvi Pb in Zn nastopa v dolomitu, ki je razvit v revirju Graben. To in pa spremembe sestava rudnih teles v odvisnosti od posameznih smeri kažejo, da se je poleg drugih faktorjev spreminjal tudi sestav term. V splošnem imajo rudna telesa tudi v horizontalnih prerezihi običajno razporeditev Pb-Zn mineralov, z galenitom v jedru in sfaleritom na robu.

Ruda se lahko useda tudi vzdolž plastovitosti, kjer nastopi sprememba v okolju. Takšna orudenjenja se imenujejo v Mežici ležišča. Za sedimentarno orudenela ležišča bi morali poleg že naštetih dejstev upoštevati še strukturne značilnosti v zraščanju rudnih in morebitnih nerudnih mineralov. Za vsa zrna in orudenjenja, ki jim Zorc pripisuje sedimentarni način nastanka, moremo sklepati, po objavljenih slikah in skicah in po lastnih preiskavah, samo na hidrotermalni izvor.

Če bi bilo rudišče sedimentarno, potem moramo raztolmačiti tudi način prenašanja in ponovnega zbiranja prvotno sterilnih term v določenih conah, kajti samo na ta način lahko pride do nastanka rudnih teles. Odprto ostane vprašanje, zakaj niso poznejše številne terme razpršile rudišča. Pri tem bi morali opazovati tudi določene strukturne spremembe v primarnih »sedimentarnih« rudiščih (korozijo rudnih zrn, oksidacijo pod vplivom termalnih raztopin, osiromašitev primarnih ležišč z rudo ipd.). Torej tudi oblike rudnih teles kažejo, da je rudišče nastalo hidrotermalno. Posebno značilni so v tem pogledu pojavi metasomatoze apnenca z rudo.

V rudišču so razvite odprte razpoke, v katerih najdemo le kose rude. Pogostni so tudi prelomi, ki niso orudenjeni. Večkrat so različni prelomi raztrgali rudna telesa. Zato lahko ločimo v rudišču pred, med in porudno tektoniko. Pomembno je tudi, da niso mlajše velike tektonske črte orudene niti v Mežici niti v Bleibergu (Dobračev prelom). V njih najdemo popolnoma porušena rudna telesa (Kotlje). Zelo težko bi mogli pojasniti ta pojav, če bi rudišče nastalo, kot so domnevali nekateri raziskovalci (Jicha, Petrascheck, Tornquist, Colbertaldo, Holler)

v kenozoiku. To je seveda tudi razlog, da so nekateri raziskovalci (M a - kus, Hupfeld, Brunlecher, Taupitz) domnevali sinsedimentarni nastanek teh vzhodnoalpskih rudišč. Cissarz (1956) je domneval, da je rudišče regenerirano. V članku iz leta 1951 je bil še mnenja, da je rudišče vezano na terciarni vulkanizem. Verjetno je del rude raztopljen in odložen na novem mestu, vendar ti pojavi niso preiskani. Za popolno regeneracijo rudišča ni nobenih dokazov.

O sekundarnih spremembah bi navedel mnenje Graška, ki je preiskoval način in stopnjo oksidacije rudišča (1951). Po rezultatih preiskav je zaključil, da je oksidacija na prvotni višini talne vode nekoliko večja od običajne in da so nastajali oksidni minerali svinca in cinka v več zaporedjih zaradi oscilacije vodne gladine, kar pa ni popolnoma točno; svobodni kisik najdemo globoko pod gladino talne vode. Oksidni minerali, n. pr. anglezit, so lahko tudi direktno izločeni iz hidrotermalnih raztopin v odvisnosti od oksidacijskega potenciala in prisotnosti žvepla. To pojasnjujejo preiskave Roya in Mumptona (1956) o ravnotežju v sistemu $\text{ZnO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ in preiskave Harkerja in Hutta (1957) o stabilnosti smitsonita. Zelo značilen je tudi vpliv mangana na oksidacijo sulfidov Pb in Zn, ki ga je raziskal Kamp (1953) v rudišču Pichita — Caluga, Peru. Betehtin (1955) smatra anglezit v rudišču Rabelj za primaren. Zato bi bilo zelo zanimivo preiskati, če se morda ne javljajo v Mežici tudi primarni karbonati in sulfati svinca in cinka.

Genezo molibdena v mežiškem rudišču tolmači Zorc kot sedimentno. Ugotovljena povprečna množina molibdena v prvem skrilavcu je enaka s količino v istem skrilavcu v rudišču Rabelj (0,01–0,05 % Mo), vendar tu ni molibdenovih mineralov (Schroll, 1949). Ti so omejeni le na Mežico in Bleiberg. V primeru descendantnega nastanka bi bil wulfenit razvit tudi izven orudenjenih con. Zato mu je v skladu z ugotovitvijo Duhoznika (1954) pripisati samo ascendentni nastanek. Za tvorbo wulfenita obstojita dve možnosti: da je nastal z oksidacijo molibdenita ali pa je primaren. V prvem primeru bi morali najti vsaj sledove sulfida molibdena v wulfenitu, ker je skoraj neverjetno, da je nastopila popolna oksidacija molibdenita, oziroma, da se je molibdenit ohranil samo v zgornjem delu rudišča. Težka topnost molibdenita zahteva posebne pogoje oksidacije. Poleg tega bi se v tem primeru razvili še drugi molibdenovi oksidi, kot na primer molibdit, ali molibdofilit. Zato je verjetnejši drugi način nastanka, ki ga je povzročilo pomanjkanje žvepla v hidrotermalnih raztopinah. Lokalno, pod posebnimi pogoji (skrilavci) pa se je kot mineraloška redkost v Mežici izločil tudi molibdenit. Koloidni molibdenov sulfid — jordizit omenja prvi Cornu (1909) s kratko beležko. Pozneje je o istem nahajališču pisal Brandes (1931). Nanj sta sklepala tudi Lloyd in Cook (1931) v Climaxu v Koloradu. Na podlagi teh podatkov je objavil Hintze (1938) kratek članek o jordizitu. Najpodrobneje je preiskal koloidni sulfid molibdena Meixner (1950). Jordizit je določil po kemični analizi; rudnomikroskopska preiskava ni dala zadovoljivih rezultatov (birefleksija, anizotropija?), medtem ko z röntgenom ni našel značilnih črt molibdenita. Na

podlagi tega sklepa, da gre za jordizit. Zdi se mi, da so podatki o jordizitu še preveč skopi, da bi ga lahko uvrstili kot poseben molibdenov mineral v sistematiko. Podobno je z ilzemanitom, za katerega še vedno veljata dve enačbi; ena z SO_3 in druga brez nje. Podatki iz Mežice pa so še bolj revni in zato težko, razen po analogiji z Bleibergom, sklepamo na ta dva minerala v rudišču.

V kratkem je torej geneza rudišča v Mežici nekako naslednja. Kmalu po sedimentaciji werfenskih in morda celo anizičnih plasti se je intrudiral granitit. Na to kažejo metamorfno spremenjene spodnjewerfenske plasti in vložki roženca v anizičnem apnencu (cona s *Ceratites trinodosus*). Naknadno je zaradi metamorfoze nastala v granititu tudi porfiroidna struktura. Da ne nahajamo kontaktnih sprememb v srednje in zgornjetriadnih plasteh, ki so v neposrednem kontaktu z granititom, je posledica tektonike v alpski orogenezi, ko so te kamenine šele prišle v neposreden stik z granititom. Prvotno so bile ločene od granitita s pasom paleozojskih in srednjetriadnih kamenin. Enakomerno zrnasta struktura osrednjega dela granitita kaže, da je kristalizacija intrudirane mase potekala počasi, enakomerno in v primerni globini, zato metamorfni pojavi niti niso mogli nastati v više ležečih kameninah. Poleg tega je prišlo tudi do manjše vulkanske dejavnosti vzhodno od Polene.

Tonalit je v pogledu orudenjenja skoraj sterilen. Majhni rudonosni pojavi pri Tinjah, Remšniku in Ožboltu imajo posebno Pb-Zn-Cu paragenezo. Zato se takoj ločijo od orudenjenja v Mežici. Enake značilnosti ima tudi hidrotermalno orudenjenje v skarnih na Veliki Kopi.

Čeprav manjkajo podrobnejše študije o orudenjenju v Mežici, vendar moremo po makroskopskem opazovanju, obstoječih opisih orudenja in analogiji s podobnimi rudišči v Bleibergu in Rablju sklepati, da se je orudenje izvršilo v več fazah. Potek orudenja je za obe rudišči podal prvi Törnquist (1927, 1931). Nato pa so opisovali medsebojne paragenetske odnose mineralov v Bleibergu še Holler (1936, 1953) in Schroll (1953) ter Colbertaldo (1948, 1953) za Rabelj.

Prvo izločanje rude je bilo v revirju Graben, kjer je več cinka kot svinca. Pozneje se je temperatura term zniževala in so nastala ostala rudna polja. Rudna telesa s prevladujočo svinčevo komponento so se izločila kot zadnja. V Mežici so orudenjene v glavnem tri prevladujoče smeri NW-SO, NE-SW, N-S. Te smeri se skladajo s tektonskimi črtami, ki so nastale v alpskem orogenu. Zelo verjetno so vse tri prevladujoče smeri orudenjenja samo obnovljene stare tektonske smeri. Na postrudne tektonske procese kaže poleg prelomov, ki so pretrgali rudna telesa, še jeklenka (Bleischweif), ki jo najdemo zelo pogosto v rudišču, in prekristalizacija galenita, kar je opisal že Munda (1938). Značilno je, da se takšni pojavi najdejo samo v prelomnih conah, medtem ko je rudna breča brez sledov jeklenke in prekristalizacije. To dokazuje, da je rudna breča nastala že med orudenjenjem. Prodirajoče terme so na onih mestih, kjer ni bilo skrilavih rabeljskih plasti, odlagale rudo tudi v zgornjetriadnem dolomitu. Ker se je intruzija granitita izvršila v dolgem ozkem

pasu (verjetno v nekem obstoječem prelomu), je razumljivo, da so tudi terme prodirale na veliki širini v triadne sedimente. Zato najdemo rudo ali vsaj povečano koncentracijo Pb in Zn na celotnem območju med Uršljo goro in Peco. Današnji geološki cestav Slovenije vsebuje tudi elemente starejše geološke zgradbe. To kažejo rezultati raziskav Rakovca (1950), ki je ugotovil, da so že v wengenski dobi obstajali v Posavskih gubah podmorski hrbti v smeri O—W. Podoben hrbet sem našel pri preiskovanju rabeljskih plasti. Hrbet leži v smeri NW—SE in se razteza od Vrhnike proti Velikim Laščam. Na obeh ozemljih opazujemo tudi danes enako usmerjeno geološko, tektonsko in morfološko zgradbo. Paralelno z granititom leži nekoliko južneje tonaltni pas, ki kaže, da se je obnovila ista tektonska smer tudi v alpskem orogenu. Zato je razumljivo, da niso tektonske smeri v rudišču Mežica nastale samo v mlajšem mezozoiku in terciaru, temveč tudi v triadi, ter so se samo obnovile v postkrednih tektonskih procesih. Delu brečaste rude lahko pripišemo postkredni nastanek.

Primarna razpršitev svinca in cinka v okolici rudnih teles znaša po podatkih Haulaya (1952) za Pb približno 3 m za 700 ppm. V dolomitu rudnika Chief, v katerem je redno okrog 10 ppm Pb, znaša razpršitev na razdalji 5 čevljev 120 ppm, 10 čevljev 77 ppm, 15 čevljev 40 ppm in 20 čevljev 40 ppm Pb. Cink se razprši tudi 150 čevljev daleč. Torej ne moremo pojasniti povečanih količin Pb in Zn samo s primarno razpršitvijo, temveč so triadni sedimenti obogateni s Pb in Zn zaradi hidrotermalnih procesov, ki so obsegli ozemlje od Pece do Uršlje gore.

Za zadnjo fazo orudenjenja je bilo značilno pomanjkanje žvepla, zato so nastali različni oksidi, od katerih je najvažnejši wulfenit.

Schneiderhöhn (1956) poudarja, da je osnovni problem rudišč, ki se pojavljajo v apnencih alpske triade, pomanjkanje ustreznega magmatizma. Če privzamemo sedimentni način nastanka, potem bi morali domnevati, da je delovanje term trajalo enakomerno okrog 1,200.000 let pod izjemnimi fizikalno-kemičnimi pogoji. Po podatkih o magmatizmu in orudenju na splošno pa takšni pojavi do sedaj niso znani, čeprav po Zorcu niti ne vemo, na kateri magmatizem bi vezali izvor Pb in Zn v morju. V okolici rudišča Bleiberg nastopajo permske globočnine in v okolici rudišča Rabelj triadne prodornine. Čeprav zavzemajo v okolici obeh rudišč magmatske kamenine, na katere je verjetno vezano orudenjenje, v primerjavi z Mežico majhen obseg, vendar kažejo ti pojavi na ozko zvezo s triadnim magmatizmom.

Rudišče je v določeni meri tudi raztopljeno in ponovno odloženo. Podatki o teh pojavih so premalo preverjeni, da bi jih mogel podrobneje opisati. Poleg njega je pomembno vlogo, vsaj v razpršitvi cinka, imela oksidacija.

Po mineraloški asociaciji (posebno v pogledu sledov prvin) kaže rudišče Mežica določene značilnosti. Karakteristična je n.pr. popolna odsotnost Ag in različnih svinčevih sulfosoli. To vprašanje zahteva podrobnejšo in širšo razpravo, ki presega namen tega članka, vendar so prav te značilnosti pomembne za ocenitev nastanka tudi ostalih rudišč

Pb—Zn v Sloveniji. Po vseh navedenih podatkih sklepam, da je nastalo triadno rudišče v Mežici hidrotermalno v zvezi z intruzijo granitita. Marsikatera vprašanja, ki sem jih v članku le nakazal, zahtevajo še dopolnilnih preiskav. Te bodo dale nove podatke, ki bodo še bolj osvetlili vprašanje nastanka rudišča v Mežici in metalogenezo v Sloveniji.

ON SOME GENETIC PROBLEMS OF THE MEŽICA ORE DEPOSIT

During the mapping of the Peca—Uršlja Gora Mountains area with Hamrla in the years 1949—1953 as well as of the part of the mining works in 1958 I got some data, which do not completely agree with the interpretation of the genetic conditions as given by Zorc (1955).

In the mapping of the vicinity of Topla we examined a part of the granitite outcrop. The central part of the outcrop is coarse-grained and light colored. On its edge between Črna and Topla valleys the porphyroid granitite is prevailing containing lamprophyric veins rich in femic minerals and with some larger phenocrysts of feldspars. The feldspar phenocrysts include tiny, partly resorbed grains of quartz and still rarer grains of feldspars, and femic minerals. The grains included are the smaller the deeper they occur in the "phenocryst". Blastitic grains belong to plagioclases, microcline, microcline-perthite and quartz. The femic minerals are biotite, and rarer hornblende. According to chemical analysis the rock has following CIPW formula: 1, 4, 2, 3, the granitite should so belong to the family of aplitic granites.

Lamprophyric veins are either finegrained or porphyroidic. The contact between the granitite, and the vein rock rich in femic minerals is sharp. On some places there are columnar femic minerals forming a belt with ophitic texture along the contact. Metablastic recrystallization has taken place with the metatectic grade of components mobilization on some places. According to the opacitization of biotite we can suppose the crystalloblasts of quartz have been formed because of the influence of the alkalies on the quartz grains already existed.

Granitite is surrounded by metamorphic rocks composed of schists, diabases, and their tuffs. According to Graber (1929) the Werfenian strata are metamorphosed on the Ježar—St. Margareta pass. In the vicinity of the Končnik farm the green schist grading into reddish and violet tinted shales forms the lowest horizon. We can assume them as metamorphosed Paleozoic sediments including the Lower Werfenian strata. With Hamrla we have found the rocks which according to their appearance have to be accounted to Gröden. There is plenty of hornstone in the Anisic limestone between Topla stream and the Pečnik farm. East of Polena there is an outcrop of Triassic effusive rock, which has not been examined petrologically yet.

The Triassic age of granitite in the Alps area is not extraordinary, as the igneous rocks of Predazzo in Southern Alps (Cornelius, 1949)

as well as in the vicinity of Nötsch in the Bleiberg area are Permo-Triassic.

According to Zorc the ore deposit is of sedimentary origin, but it has been changed later on by hydrothermal processes. The sedimentation of clean Wetterstein limestone excludes the contemporaneous sedimentation of Pb, and Zn sulphides. That has been proved by detailed investigations by Wedepohl (1955, 1956), Leutwein (1951), Konstantinov (1954), Boštan (1952), and Krauskopf (1956). The sedimentation of sulphides and oxides at the same time are excluded except under special conditions. Such a case I have observed in Maine (Bosnia), where the sulphides have been deposited in the dolomite rich in organic compounds. The galena has been deposited in the bituminous part of the rock, and later on it has been redeposited in the dolomite part of it.

If the ore deposit is of sedimentary origin, then we have to explain the transport and recollecting of the sterile therms in the definite zones, because in this way only new ore deposits can be formed. Certain structural changes should be observed in the primary "sedimentary" deposits (corrosion of the ore-mineral grains, oxidation under the influence of the thermal solutions, leaching of the primary ore deposits and similar). The form of the ore-bodies, intergrowth as well as the metasomatic replacement of the limestone show clearly the hydrothermal origin of the ore deposit.

It is important also, the younger tectonic lines are not mineralized neither in Bleiberg nor in Mežica. Along them completely crushed ore deposits can be found (Kotlje). Very frequent are the post-mineralization thrusts, therefore, it is very easy to distinguish the pre-mineralization, inter-mineralization as well as the post-mineralization tectonics.

The origin of the molybdenum should be the sedimentary one according to Zorc. The average percent of the molybdenum in the First Shale is equal to the quantity established in the same shale in Rabelj, but no molybdenum minerals occur there. In agreement with the Duhovnik's statements (1954) the molybdenite should be of primary origin.

For the genesis of wulfenite there are two possibilities, it has been formed either by oxidation of molybdenite or it is primary. In the first case we should find at least traces of molybdenite in wulfenite, because it is almost improbable the complete oxidation of molybdenite has taken place. At the same time we should find other molybdenum-oxide minerals. Therefore the origin mentioned at last is more probable.

For jordisite, and ilsemanite there are too few data for proof of their existence in the ore deposit.

The genesis of the Mežica ore deposit is briefly as follows. Shortly after the sedimentation of Werfenian, and most probably even Anisic strata the granitite has intruded. The porphyroid texture in granitite has been caused by metamorphosis later on.

The Middle- and Upper Triassic rocks have been brought into immediate contact with granitite during the alpine orogenesis. Therefore there are no contact phenomena. The volcanic activity has taken place in a smaller extent E from Polena. As regard the mineralization the tonalite is almost sterile. The smaller ore deposits connected with it have special Pb, Zn, and Cu paragenesis, which can be distinguished from the mineralization in Mežica.

Although the detailed studies of Mežica mineralization are lacking, we can conclude according to the macroscopic observations, the descriptions of the mineralization with similar ore deposits in Bleiberg, and Rabelj, that the ore deposits of Mežica have been formed in more phases. The changes of mineral composition connected with the different tectonic trends show, the tectonic movements have taken place during the mineralization. The ore-bodies in the horizontal sections have the normal disposition of Pb, and Zn minerals generally. The ore has been deposited in the Graben section first. It is shown by the quantity of zinc prevailing over the lead. The ore-bodies with prevailing lead component have been deposited the last.

In Mežica the three prevailing systems corresponding to the tectonic lines formed in the alpine orogenesis have been mineralized. It is very probable the three prevailing mineralization systems are the renewed tectonic lines. The post-mineralization tectonic processes are proved by thrusts dividing the ore-bodies into more parts, and the Steel-ore (jeklenka), very frequently found in the upper part of the ore deposit with recrystallized galena as described by Munda (1937). It is very characteristic, that such phenomena can be observed in the thrust zones, meantime the ore-breccia does not show any trace of Steel-ore, and recrystallization. That proves the ore-breccia has been formed during the mineralization itself. As the granitite intrusion forms a long narrow belt (most probably along the preexisted fault), it is understandable the ore solutions have advanced in great length into the Triassic sediments. Therefore the ore as well as the concentrated mineralization by Pb, and Zn minerals could be found on the entire Peca—Uršlja Gora Mountains area.

The present geologic structure of Slovenia contains the elements of the older one. That is proved by the results of the examinations made by Rakovec (1950) showing, the submarine ridges existed in Wengenian in the O—W trend agreeing with the trend of the actual features of the Sava folds region. A similar ridge I have discovered examining the Rabelj strata between Vrhnika, and Velike Lašče towns. On both areas the same geologic, morphologic, and tectonic features can be observed at present time also. The renewing of the same tectonic line in the alpine orogenesis is proved by the tonalite belt lying for a distance south and parallel to the granitite belt. Therefore it is clear, the tectonic lines in Mežica have not been formed during the Upper Mesozoic, and Tertiary, but in Triassic also. They have been renewed by the post-Cretaceous tectonic processes, to which a part of the brecciated ore can be ascribed.

For the last mineralization phase the lack of sulphur is characteristic, therefore various oxides have been formed, the most important among them being wulfenite.

Schneiderhöhn accents (1956) the main problem of the ore deposits in the alpine Triassic limestones is the lack of corresponding magmatism. If we admit the sedimentary origin of the ore deposit, then we should suppose the hydrotherms should ascend regularly under exceptional physico-chemical conditions for 1.2 million years. According to data on magmatism, and those on mineralization such phenomena are not known up to date. In the vicinity of the Bleiberg ore deposit there are Permian intrusive rocks, and in vicinity of the Rabelj ore deposit there are Triassic extrusiv rocks. Though the areas of igneous rocks with which the mineralization is probably connected in the vicinity of both ore deposits are small as compared with Mežica, these phenomena show a close connection with the Triassic magmatic activity.

The ore deposit has been dissolved in a certain extent, and redeposited. The data on these phenomena are to little proved, that they could be described in details. The oxidation process has an important role besides them in dispersion of zinc.

In mineral association (especially as regards the trace elements) the Mežica ore deposit shows certain characteristics, as the lack of Ag and lead sulpho-salts. The solving of this problem requires more detailed intensive investigations reaching beyond the aim of this article, though just these characteristics are important for the discussion on the origin of other lead-zinc deposits in Slovenia.

According to all data given I conclude the Triassic ore deposit of Mežica is hydrothermal and connected with the granitite intrusion.

LITERATURA

Anderle, N., 1950, Zur Schichtfolge und Tektonik des Dobratsch und seine Beziehung zur alpidinarischen Grenzzone. Jb. Geol. B. A., Wien.

Betehtin, A. G., Volfson, F. I., Zavarickij, A. N., Koržinskij, D. S., Levickij, OŽD., Nikolaev, V. A., 1955, Osnovnie problemi v učenii o magmatogenih rudnih mestoroždeniah, Moskva.

Brandes, W., 1931, Die Rolle des Stahlmetalles Molibdän im Mineralreich. Zs. f. prakt. Geol. 33, Berlin.

Cissarz, A., 1956, Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien in ihren Beziehung zu Vulkanismus und Geotektonik. Raspr. Zav. za geol. i geof. istr. N. R. Srbije, Beograd.

Colbertaldo, D. d., 1948, Il giacimento piombozincifero di Raibl in Friuli (Italia). XVIII. Intern. Geol. kongres, London.

Colbertaldo, D. d., 1952, Die Bleizinklagerstätten von Grigna und Piaz da Barco in den Ostalpen. Denkschrift zum 19. Inter. Kongress in Algier, Roma.

Colbertaldo, D. d., 1953, Zur Prof. A. Cavinato's Interpretation der Raibler Lagerstätten. L'industria Mineralia, Facs. d. geanio, Roma.

Colbertaldo, D. d., 1956, Über den magmatischen Ursprung der Raibler Lagerstätte. Erzmetall, Band IX., H. 5, Stuttgart.

Cornelius, H. P., 1949, Die Herkunft der Magmen nach Stille vom Standpunkt der Alpinegeologie. Sitz. Ber. Österr. Ak. d. Wiss., Abt. I. 158 Bd., 7. und 8. H., Wien.

Cornu, F., 1909, Natürliches kolloides Molybdänsulfid (Jordisit). Zs. f. Chemie u. Ind. der Kolloide, Band IV, Leoben.

Duhovnik, J., 1954, O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica. Geologija 2, Ljubljana.

Felser, O., 1936, Der Granit von Nötsch. Verh. Geol. B. A., H. 9, Wien.

Germovšek, C., 1954, Petrografske preiskave na Pohorju v letu 1952. Geologija 2, Ljubljana.

Graber, H. V., 1897, Die Aufbruchzone von Eruptiv und Schiefergesteine in Südkärnten. Jb. Geol. R. A., Wien.

Graber, H. V., 1929, Neue Beiträge zur Petrographie und Tektonik des Kristallins von Eisenkappel in Südkärnten. Mitt. d. Geol. Gessell., XXII B., Wien.

Grašek, P., 1951, Razmerje med sulfidnimi in oksidnimi minerali v svinčevem in cinkovem rudišču v Mežici ter njihov vpliv na flotacijo. Diplomsko delo, Ljubljana.

Harker, R. I., Hutta, J. J., 1957, The Stability of Smitsonite. Ec. Geol. No. 4., New York.

Hegeman, F., 1949, Die Herkunft des Mo, V, As und Cr in Wulfeniten. Heidelberger Beitr. z. Min. und Petr. Berlin-Göttingen-Heidelberg.

Heritsch, F., 1930, Granitgang in Unterkarbon von Nötsch. Mitt. d. Nat. Vereins für Steiermark, Wien.

Hintze, C., 1938, Handbuch der Mineralogie. Ergänzungsband. Neue Mineralien, Berlin und Leipzig.

Holler, H., 1936, Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. Carinthia II., Klagenfurt.

Holler, H., 1953, Der Blei-Zinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik, Carinthia II., H. 1, Klagenfurt.

Kamp, E. R., 1953, Einfluß von Manganoxiden auf das Auftreten von oxydierten Bleimineralien. Boll. Soc. Geol. d. Peru, 26, Lima.

Konstantinov, N. M., 1954, Blizaiščie zadači v izučeni mestoroždenij svinca i cinka osadočnogo genezisa. Izv. Ak. nauk SSSR, Ser. Geol., Moskva-Leningrad.

Krauskopf, B. K., 1956, Factors Controlling the Concentrations of Thirteen Rare Metals in Sea-Water. Geochim. et Cosmochim. Acta, Vol. 9., London-New York.

Meixner, H., 1950, Über Jordisit (amorphes Molybdänsulfid) von Bleiberg in Kärnten. Carinthia II. Klagenfurt.

Menhert, K. R., 1953, Zur Abfolge der Gesteinsmobilisation in tiefen Grundgebirge (ohne Zufuhr). Geol. Rund. B. 42, H. 1. Stuttgart.

Munda, M., 1938, Milonitski galenit iz Mežice. Rudarski zbornik 2., Ljubljana.

Morris, K. T., Lovering, T. S., 1952, Supergene and Hydrothermal Dispersion of Heavy Metals in Wall Rocks Near Ore Bodies, Tintic District, Utah. Ec. Geol., No. 7., New York.

Niggli, P., 1952, Gesteine und Minerallagerstätten, Basel.

Rakovec, I., 1950, O nastanku in pomenu psevdofilskih skladov. Geografski vestnik 22, Ljubljana.

Roy, D. M., Mumpton, F. A., 1956, Stability of Minerals in the System $\text{ZnO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$. Ec. Geol. No. 5., New York.

Schneiderhöhn, H., 1956, Komplexe Erzlagerstätten. Bull. de la Comiss. Geol. d. Finlande, No. 172, Helsinki.

Schroll, E., 1949, Über die Anreicherung von Mo und V in der Hutzone der Pb-Zn Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Verh. Geol. B. A., Wien.

Schroll, E., 1953, Mineralparagenese und Mineralisation der Bleiberg-Kreuther Blei-Zink-Lagerstätte, Carinthia II., H. 1., Klagenfurt.

Schwinner, R., 1947, Die Bleilagerstätten im Lichte der Isotopenforschung. Verh. Geol. B. A., Wien.

Smirnov, S. S., 1937, K voprosu o zonalnosti rudnih mestoroždenij. Izv. Ak. nauk SSSR, ser. geol., No. 6. Moskva.

Staples, L. W., Cook, C. W., 1931, A Microscopic Investigation of Molybdenite Ore from Climax, Colorado. Amer. Miner. New York.

Teller, F., 1898, Erläuterungen zur Geol. Karte von Eisenkappel und Kanker, Wien.

Teller, F., 1898, Erläuterungen zur Geol. Karte von Prasberg a. d. Sann. Wien.

Tornquist, A., 1931, Die Vererzung der Zink-Bleierzlagerstätte von Raibl (Cave di Predil). Jb. Geol. B. A., Bd. LXXXI, Wien.

Wedepohl, H. K., 1956, Untersuchungen zur Geochemie des Bleis. Geoch. et Cosmochim. Acta, Vol. 10, London-New York.

Zorc, A., 1955, Rudarsko-geološka karakteristika rudnika Mežica. Geologija 3, Ljubljana.

Žlebnik, L., 1955, Triadni cephalopodi izpod Pece. Geologija 3, Ljubljana.