

O problematiki Ba, Pb, Zn rudišča Pleše

On the problems of Ba, Pb, Zn Pleše ore deposit (Slovenia)

Ivan MLAKAR
Lapajnetova 13, 5280, Idrija, Slovenija

Ključne besede: Ba, Pb, Zn, rudišče, Pleše, struktura, nastanek, karbon, spodnji trias
Key words: Ba, Pb, Zn, ore deposit, Pleše, structure, genesis, Carboniferous, Lower Triassic, Slovenia

Kratka vsebina

V prispevku smo nanizali že pred leti zbrane - neobjavljene podatke o rudišču Pleše in jih dopolnili z novimi, ki vsi govore proti interpretaciji geološke zgradbe, kakršno podaja Dozet (1999) predvsem pa skitski starosti tega rudišča.

Pokazali smo, da so velika konkordantna baritna telesa singenetskega nastanka vezana na točno določen horizont znotraj karbonskih plasti, nastala so skoraj gotovo v povezavi z Astursko tektonsko fazo in se v krovlini naključno stikajo s skitskim dolomitom ob narivni ploskvi. V terciarju je bila rudna substanca epigenetsko mobilizirana iz paleozojskih kamnin v omenjeni dolomit. V enem izmed natančno preiskanih geokemičnih prerezov je ugotovljena mobilizacija Pb in Hg za razdaljo 70 metrov, pri Ba pa je ta večja od 100 metrov.

Za obstoj Pleške baritonosne formacije kakršno je predstavil Dozet (1999) ni neizpodbitnih dokazov.

Abstract

In this paper we present the years ago collected unpublished data on the Pleše ore deposit which we completed also with some recent ones. They all speak against the offered interpretation of the geologic structure (Dozet, 1999), and especially against the Skythian age of this Ba, Pb and Zn deposit.

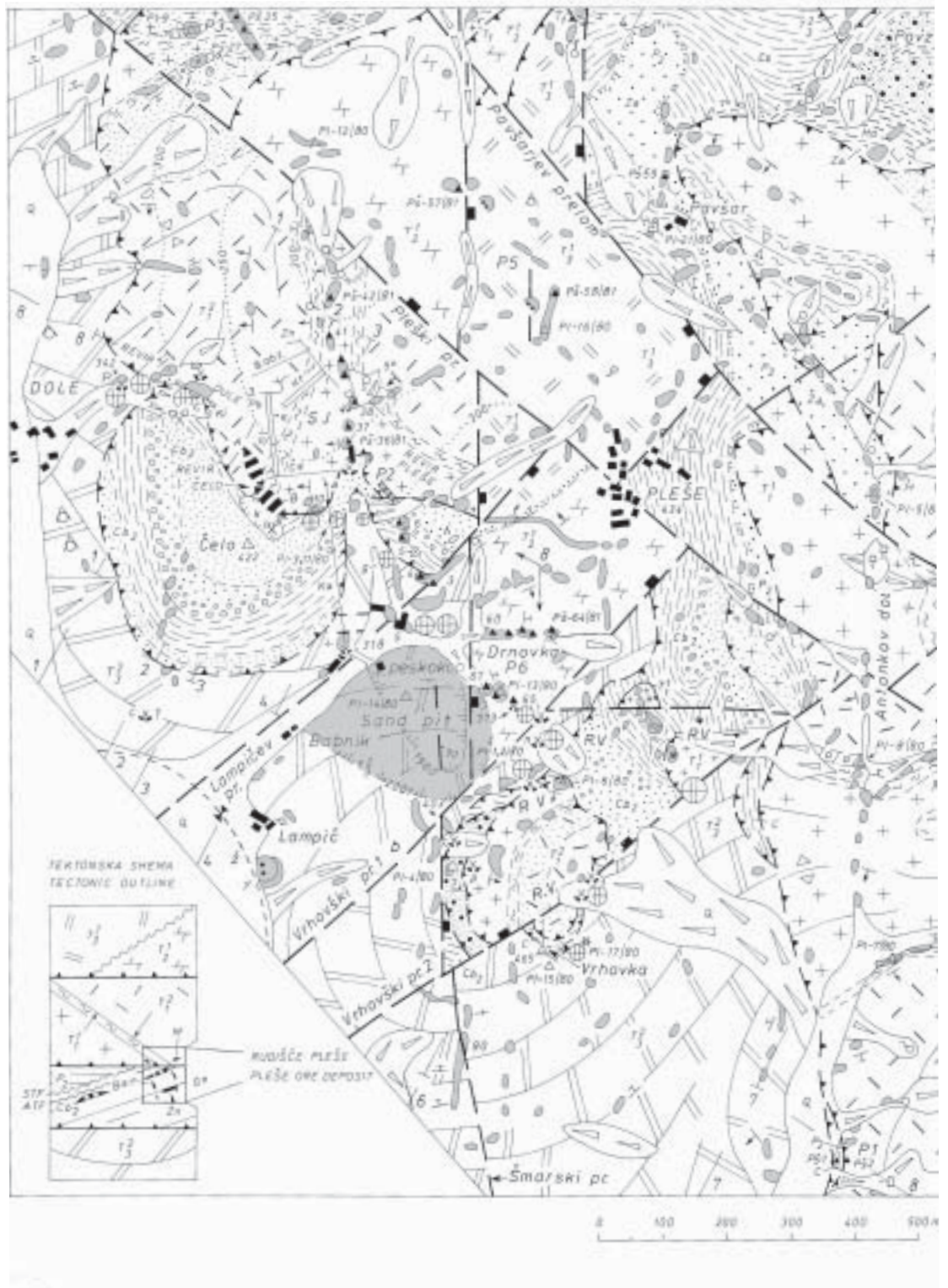
We showed that the two large concordant barite bodies of syngenetic origin are associated with an exactly determined horizon within the Carboniferous beds, that they were formed almost certainly in relation with the Asturian orogenic phase, and that they occur by chance in the hanging wall contact with the Skythian dolomite along a thrust plane. During Tertiary the epigenetic remobilization brought the ore substance from Paleozoic rocks into the mentioned dolomite. In one of the carefully investigated geochemical traverses the remobilization distance for Pb and Hg is 70 meters, and for Ba greater than 100 meters.

For the existence of the Pleše barite-bearing formation as conceived by Dozet (1999) there are no infallible proofs.

Uvod

Z zanimanjem smo prebrali prispevek o Pleški baritonosni formaciji (Dozet, 1999), saj smo se z zapleteno geološko problemati-

ko rudišča Pleše tudi sami ukvarjali pred dobrimi 20. leti. Številni že takrat zbrani, a doslej še neobjavljeni podatki ne govore v prid interpretaciji geološke zgradbe predvsem pa skitski starosti orudenja, ki jo je v



Sl. 1. Geološka karta območja rudišča Pleše

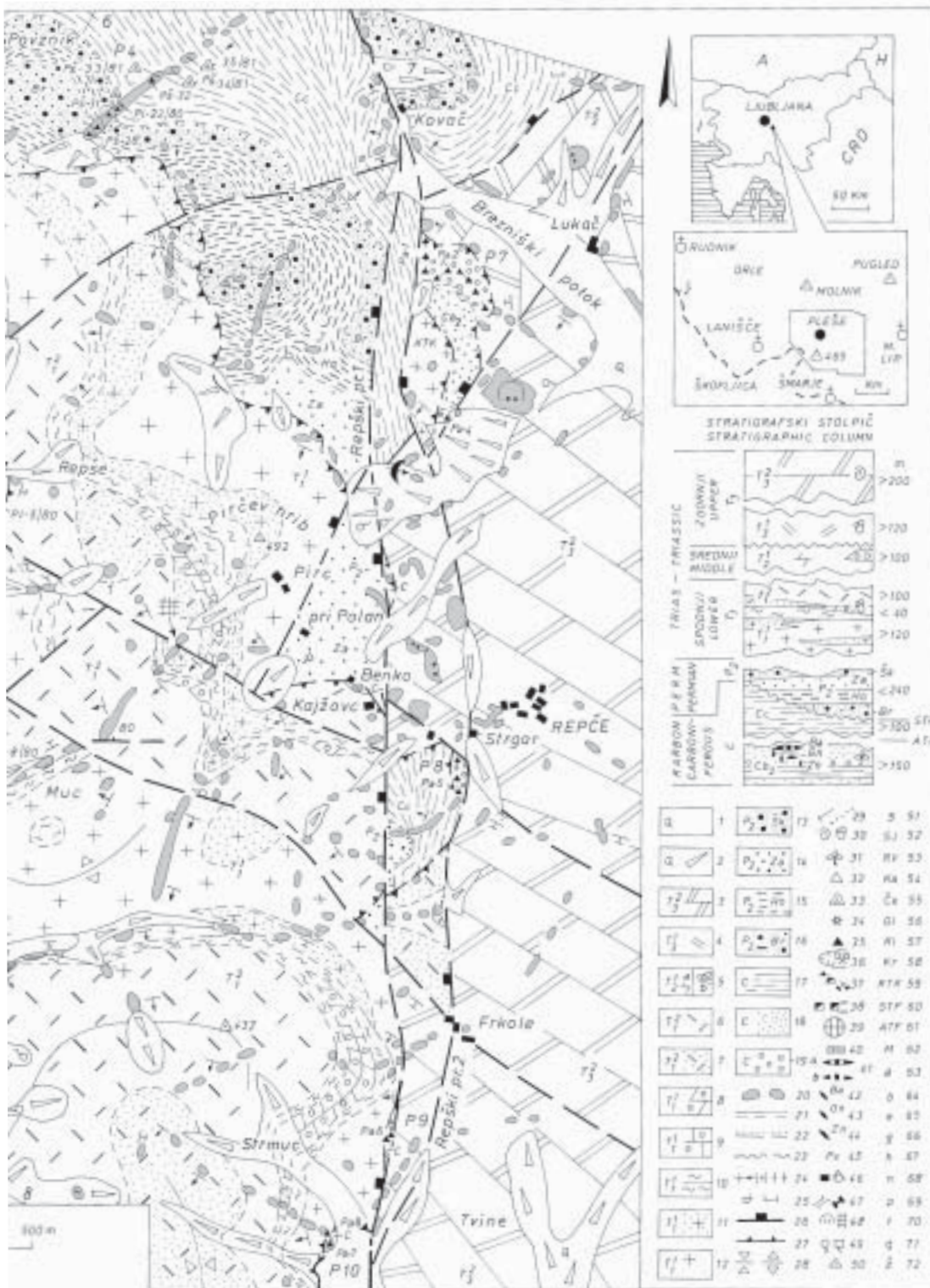


Fig. 1. Geological map of the Pleše ore deposit area

omenjenem prispevku zagovarjal Dozet. Pri iskanju baritne mineralne surovine tudi drugod v Sloveniji, bi bili prav podatki o starosti orudjenja odločilnega pomena za raziskovalni pristop.

Zaradi bližine in obsežne ter raznovrstne problematike lahko postane območje rudišča Pleše učni poligon študentov geologije ljubljanske univerze, torej še dva razloga več, da osvetlimo geološko zgradbo, nastanek in starost tega zanimivega rudišča iz vseh zornih kotov.

Nekaj zgodovinskih in splošnih podatkov o rudišču

O rudarski dejavnosti in proizvodnji so podrobno poročali Žebre (1955), Češmiga (1957, 1959), Fabjančič (1966) in Mohorič (1978, 35, 86, 173), zato bomo opozorili predvsem na zanimive podatke iz neobjavljenih del (Sedlar et al., 1948; Sedlar, 1950; Fabjančič, 1972) in one iz sklepnega obdobja rudarjenja.

Po domnevah Mülnerja (1906) so na območju rudišč Lipoglav in Pleše kopali rudo že v železni in rimski dobi. O rudarjenju na začetku 18. stoletja priča kovinska plošča z letnico 1729, ki so jo našli po izjavi rudarskega nadzornika Blažiča daleč v podkopu Karolina; mesto smo na grafični dokumentaciji (Mlakar, 1981a, sl. 6 in v okviru prispevka – sl. 1, točka e) označili posebej. Plošča, ki je prvotno visela s stropa, je danes v Narodnem muzeju Slovenije v Ljubljani.

V večjem obsegu se je odvijala rudarska dejavnost v obdobju 1857 do 1865. Odkopavali so galenitno rudo in pridobili na leto okrog 200 ton svinca. Dve plamenski peči so zagnali leta 1856 in sta obratovali do leta 1860. Topilnico so postavili pred podkopom Karolina. Dela so ustavili zaradi previsokih stroškov in močnega dotoka vode v jamo.

Tik po prvi svetovni vojni so pridobivali barit le v letih 1919 in 1920 ter ga vskladili, saj takrat v državi ni bilo tovarn, ki bi barit predelovale v litopon. Proizvodnjo so obnovili leta 1932 in prenehali z delom 15. maja 1941. Po osvoboditvi so oktobra 1945 na hribu Čelo z delom nadaljevali, novi revir Vrhovka – kjer so rudarili v vsaj 6. nivojih, pa so odprli šele leta 1954 in je dve leti kasneje že dajal polovico proizvodnje bari-

ta. Rudnik Pleše in Litija sta se leta 1952 združila pod imenom Posavski rudniki.

Leta 1955 je podjetje z obratoma Pleše in Sitarjevec dobilo ime Posavski rudniki svinca, cinka in barita. Direktor je postal F. Hvala, glavni inženir S. Žebre, obratovodja pa J. Pastor. Prvega januarja 1961 se je obrat Litija odcepil, obrat Pleše pa osamosvojil in preimenoval v Posavski rudniki nekovin Ljubljana.

S 1. avgustom 1963 se je rudnik priključil k podjetju Mineral v Ljubljani kot samostojna ekonomska enota. Ker je rudnik že leto prej obratoval na meji rentabilnosti, je delavski svet podjetja sklenil (dokument z dne 24. septembra 1963), naj zaradi izčrpanja rudnih zalog proizvodnja barita preneha 15. novembra 1963.

Po podatkih Fabjančiča (1966, 1972) so med leti 1934 do 1945 pridobili okrog 6.000 ton barita, v razdobju 1946 do 1963 pa 90.171 ton barita ter 5.300 ton svinčevega koncentrata. Sklenemo lahko, da so v rudišču Pleše pridobili skupno okrog 100.000 ton barita ter največ 10.000 ton svinca. Na Metalogenetski karti Slovenije (Drovenik M. et al., 1980) so Pleše uvrščene med Pb, Zn rudišča (št. 49), vendar bi glede na velike količine pridobljenega barita lahko govorili o baritnem nahajališču z nekaj svinca in cinka.

Celotno rudišče se imenuje Pleše. Na severozahodu sta revirja Dule in Čelo ter pod nivojem podkopa Čelo (Če – 346 m; lokalna izmera 320,570 m) takoimenovana Stara jama (SJ). Vzhodno od doline je revir Pleše, na jugovzhodu pa osamljeni revir Vrhovka (RV, sl. 1).

Po podatkih Sedlarja (1950) je bilo rudišče že v 19. stoletju odprto z rovom Karolina (Ka –318 m; stara izmera 292,480 m) usmerjenem proti severu. Na 373,6 metru je podkop dosegel Karlovo polje iz petih horizontov povezanih z vpadniki. Rudišče je bilo dostopno tudi po Barbarinem rovu, iz novejšega obdobja pa so rov Pleše, podkopi Dule ter Spodnji ali Izvozni rov Čelo (Če). Med jaški oziroma slepimi jaški naj omenimo onega – lomljenega z oznako Johan (globina 160 m) ter jaška Peter in Pavel s hriba Čelo. Znotraj Stare jame (SJ) je Glavni vpadnik (Gl) povezoval rov Čelo s tretjim obzorjem (kota 293 m), Krištofov vpadnik pa ta nivo z najglobljim 6. obzorjem (kota 242 m). Na NW obrobju rudišča je bil pomemben

Kidričev vpadnik (Ki). Če upoštevamo še rove in razkope v revirju Vrhovka, so na tem prostoru rudarili med kotama 242 in 465 metrov, torej v višinskem razponu 223 metrov.

Podrobnosti o rudarskih delih in dostopno grafično dokumentacijo smo pred leti zbrali v obsežnem poročilu (Mlakar, 1981a). Opozarjamo, da so na starih kartah vrisane višine rudarskih del po lokalni izmeri. Prave vrednosti – te upoštevamo v prispevku, so za okrog 25,5 m višje. Dotok vode na spodnja obzorja je bil leta 1952 poprečno 120 l/min, leta 1886 pa kar 1.000 l/min (Zorca, 1952). Na pleškem območju ni bila izdelana nobena raziskovalna vrtna.

Orudena jamska območja danes niso več dostopna. Leta 1980 je bil prehodni del podkopa Karolina v zgornjetriasnem dolomitu (do 263 m), rov Dule (3) do 25. metra ter podkop na koti 373 m (RV) do 65. metra – oba v jalovem dolomitu. Zato je pomemben prav vsak podatek o razmerah v jami. V Dozetovem prispevku iz leta 1985 v poglavju Dosedanje geološke raziskave in v seznamu literature tako pogrešamo poročilo Zorca (1952) ter prispevke Žebreta (1955), Češmige (1957, 1959), Jeremića (1959a, b), Mohorića (1978) zlasti pa kar 854 strani obsegajoči rokopis Fabjančiča (1972) z naslovom Kronika litijskega rudnika ter doslej najboljše delo o rudišču Pleše (Mlakar, 1980, 1981a), v katerem je zbranih največ konkretnih podatkov pomembnih za vrednotenje starosti in nastanka rudišča. V novjšem prispevku (Dozet, 1999) je ta pomanjkljivost odpravljena le delno.

Glede razmer v rudišču smo torej vezani izključno na stare podatke, zato je pogosto citiranje neobjavljenih del neizbežno.

Problematika povezana z litologijo in starostjo kamnin

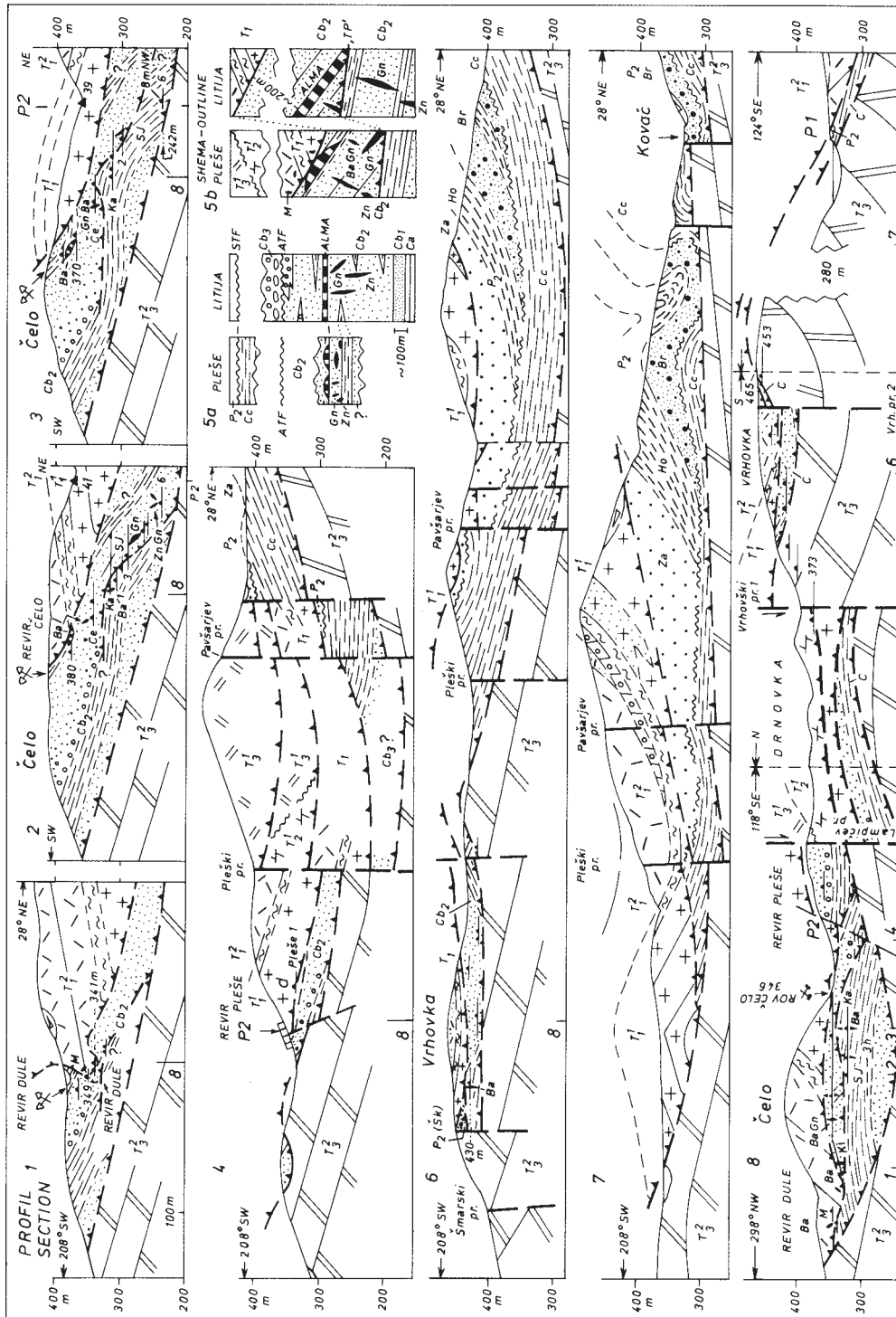
Zgradbo na območju nekega rudišča ne kaže predstaviti samo z geološko skico, na kateri ni niti podatkov o vpadu plasti (Dozet, 1985, sl. 1; 1999 sl. 1), nato pa razpravljati o njem. Celo naša geološka karta iz let 1980 in 1981(a), izdelana po metodi evidentiranja in kartiranja vseh izdankov, s točno litološko razmejitvijo kamnin (sl. 1), je komaj dovolj dobra za reševanje zapletene problematike rudišča Pleše. Če izvzamemo stra-

tigrfske stolpce, ni v doslej objavljenih delih niti enega samega geološkega prereza ali obzorne karte, ki bi prikazovali razmere v rudišču. To pomanjkljivost smo skušali popraviti in v prispevek vključiti precej grafične dokumentacije (sl. 2 in 3).

Najstarejše – karbonske kamnine (stratigrafski stolpec na sl. 1) se javljajo na več mestih, vendar so izdanki zelo redki. Litološke člene smo ponekod lahko izdvojili le po kosih v preperini. Medtem ko najdemo na NE obrobju karte ter pri naselju Pleše le temno sive skrilave glinavce z vložki meljevca, prevladujejo drugod (Čelo, Vrhovka) debelozrnati klastiti. V njih lahko ločimo več sekvenc iz kremenovega konglomerata, peščenjaka in skrilavega glinavca. Na podlagi jamskih geoloških kart (Berce, 1955; Ciglar, 1962) sklepamo, da je tak razvoj skladov prisoten tudi v Stari jami in revirju Vrhovka. Posebno poudarjamo, da na pregledanem območju in v rudišču ni laporjev, kakor tudi ne vložkov grebenskega apnenca in apnenčeve breče s fosili, (kamnini omenja Dozet, 1999, 63), kar velja tudi za debelozrnate konglomerate z apnenčevimi prodniki (Cb₃).

Nekaj osnovnih podatkov o petrografski sestavi karbonskih kamnin je nanizal Dozet (1966, 1985, 1999, 45), v okviru našega poročila (Mlakar, 1980) pa je Orehkova (1980) natančno preiskala kremenov konglomerat (vzorec Pl-1/80) z odvala na Vrhovki ter kremenov peščenjak (Pl-2/80, 3/80) z jalovišč prav od tam in s hriba Čelo (sl. 1). Po teh podatkih vsebujejo peščenjaki 75 do 82% kremenata ter 18 do 20% drobcev kamnin, zato jih je Orehkova opredelila kot litično kremenovi peščenjaki (sublitareniti). Razpolagamo še z rezultati zelo natančne petrografske preiskave dveh vzorcev slabo sortirane, drobnozrnate litično kremenovega peščenjaka (Ple-3/8 in 4/150) z izdanka ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4, profil P2) ter rentgensko preiskavo meljevca (Ple-3/20) prav od tam. V slednjem vzorcu je Skaberne (1982) ugotovil okrog 50% kremenata, 10% glinencev (albita) ter 40% muskovita. V vzorcu prisotni illit spada v diagenetsko območje.

Tri vzorce skrilavega glinavca, od katerih je prvi (Pl-20/80) iz glavnega odvala (sl. 1, točka g), dva pa z območja Pavšar (Pl-21 in 22/80) je preiskal Jelen (1980), vendar so bili brez palinološke vsebine. Prva dva vzor-



Sl. 2. Območje rudišča Pleše, prečni geološki prerezi in vzdolžni geološki profil
 Fig. 2. Pleše ore deposit area, geological cross-sections and longitudinal geological section

ca sta bila bogata z drobcami morfogennega lignohumita in revna z amorfnim lignohumitom, v tretjem pa je bila slika obratna. Raziskovalec je še dodal, da je metamorfoza organske snovi na stopnji metageneze.

Naslednje leto je Jelen preiskal še 5 vzorcev skrilavega glinavca (Pš-5 in 11/81, profil P2 ob cesti v vas Pleše ter vzorci Pš-33 do 35/81 – sklenjeni profil na severnem obrobju karte). Tudi ti vzorci so bili jalovi; gre za lignohuminski organski facies z znaki atmosferske oksidacije (Jelen, 1981).

Ker so bili slabo ohranjeni tudi rastlinski ostanki v okviru izdanka ob cesti v vas Pleše (Skaberne, 1982), nimamo dokazov niti za karbonsko niti za spodnjepersko starost obravnavanih kamnin. Z upoštevanjem novjših podatkov z litijskega prostora (Mlakar, 1985/86, 1993) in zahodne Slovenije (Mlakar, 2003) ugotavljamo, da ima vsaj 150 metrov debela skladovnica na hribu Čelo, v Stari jami in na Vrhovki vse značilnosti zgornje polovice superpozicijske podenote Cb₂ in je torej karbonske starosti, najmanj 100 metrov debele plasti skrilavega glinavca na NE obrobju karte in pri vasi Pleše pa ustrezajo superpozicijski enoti Cc, za katero dopuščamo spodnjepersko starost (stratigrafski stolpec na 1. sliki). V nadaljevanju govorimo le o karbonskih skladih.

O grödenskih kamninah je prvi pisal Grad (1962), vendar raziskovalci tudi kasneje litoloških različkov na kartah niso izdajali, so jih pa opisovali (Dozet, 1985, 33, 34; 1999, 45).

Med skrilavimi glinavci z našo oznako Cc in kamninami Grödenske formacije ni pomembne sedimentacijske vrzeli, s kotno-erozijsko diskordanco pa računamo samo ponekod (npr. severno od Pavšarja), kar govori za spodnjepersko starost kamnin v neposredni podlagi omenjene formacije (Mlakar, 2003); to je na širšem prostoru vztrajno zagovarjal Ramovš (1965, 1966, 1968).

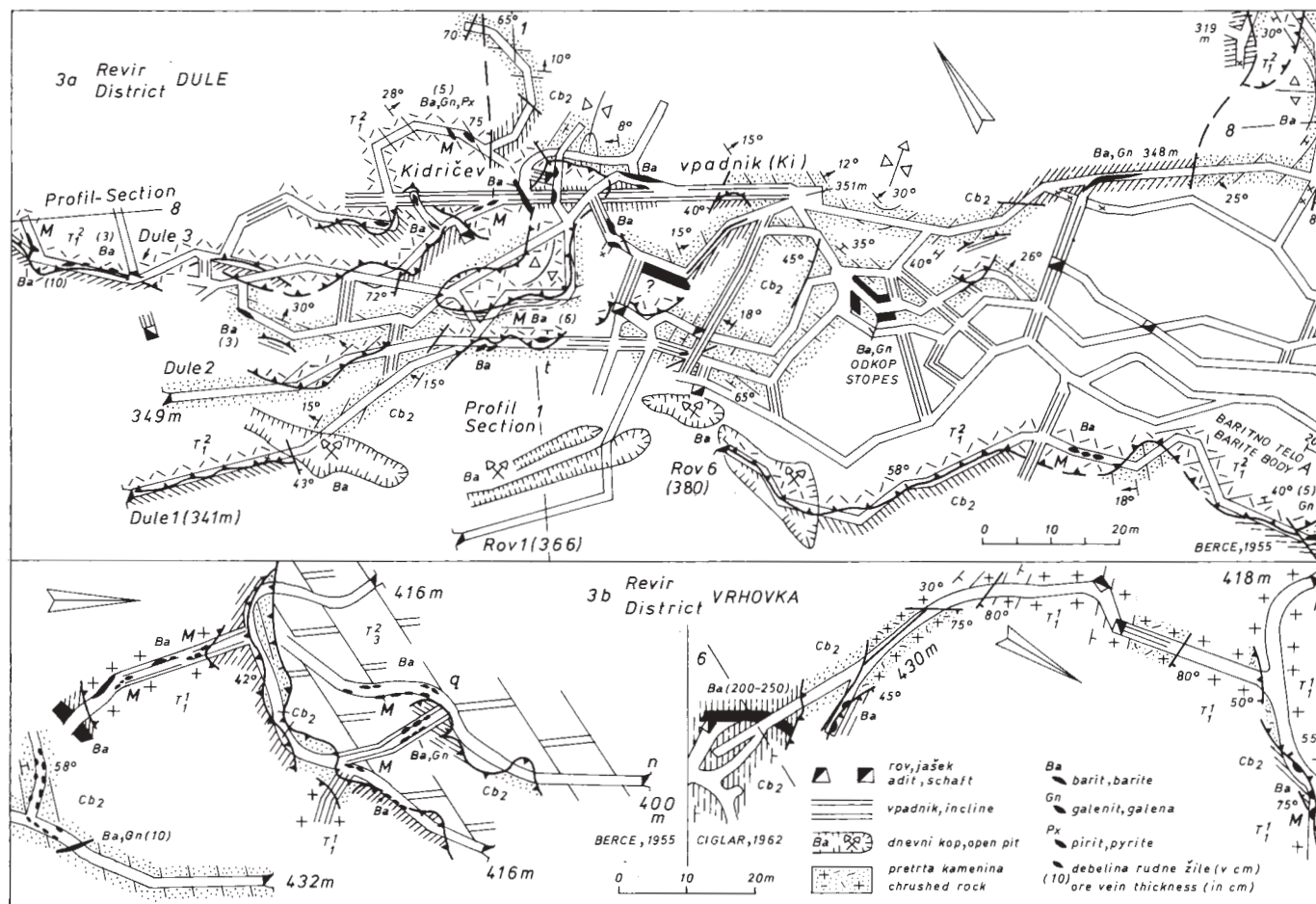
Naša razčlenitev srednjeperskih skladov (Mlakar, 1981b; 2000, 34 do 38; 2003) velja tudi za pleško območje. Brebovniškemu členu (Br) ustrezajo okrog 80 metrov debeli skladi sivo zelenega litičnega peščenjaka in konglomeratičnega peščenjaka z vložkom rdečega muljevca na severovhodnem obrobju karte. Rdeči glinavci in muljevci v debelini največ 75 metrov so ekvivalent Hobovškega (Ho), do 80 metrov debele plasti rdečega peščenjaka pa Zalškega člena

(Za) Grödenske formacije. Pisanega konglomerata Koprivniškega člena (Ko) tod ne poznamo in najbrž ni bil odložen. Škofješkemu členu (Šk) ustrezajo rumenkasto sivi kremenovi peščenjaki na Vrhovki, drobni raznobarvni klastiti Dobračevskega člena (Do) pa se niso ohranili.

Manj kot 240 metrov debeli skladi Grödenske formacije so se odlagali na obrobju srednjeperskega sedimentacijskega bazena, torej v bližini paleoantiforme, kjer že pričakujemo kondenzirane profile srednjeperskih kamnin. Zato ne preseneča, da tod nalebajo na paleorelief tudi različni – mlajši členi Grödenske formacije (najbližje poznamo take razmere v zahodni Sloveniji in sicer na območju Petkovca in Rožnika pri Ljubljani – Mlakar, 2003). Na severozahodnem delu karte so v taki legi kamnine Hobovškega in Zalškega člena. Peščenjak z Vrhovke (Šk) obravnavamo kot notranjo tektonsko krpo (sl. 1 in 2). Rumenkasto siv kremenov peščenjak od tam vsebuje kar 85% kremen, rdeč meljavec (Za) iz Antonkovega dola pa le 48% kremen (Orehkova, 1980, vzorca Pl-4 in 5/80).

Dozet (1985, 33; 1999, 45) je menil, da je različna debelina grödenskih kamnin na posameznih lokacijah posledica dolgo trajajoče erozije v zgornjem permu, zato srednjeperske plasti tu in tam manjkajo in so se spodnjetriasni sedimenti odložili neposredno na permokarbonske. Prav v rekonstrukciji dogajanj v obdobju med paleozoikom in triasom je del rešitve problema starosti in nastanka baritnega orudjenja, zato si oglejmo problematiko podrobneje.

Zgornjeperskih kamnin na pregledanem območju nihče ne omenja, menimo pa, da so se odlagale na celotnem prostoru Posavskih gub. Predvidevamo dolomitni razvoj (v debelini največ nekaj 10 metrov) kakršnega poznamo v komaj 20 km oddaljenih prerezih v zahodni Sloveniji. Tam leže spodnjeskitske kamnine na zgornjeperskih konkordantno in brez sedimentacijske vrzeli (Mlakar, 2003). Podobne razmere smo našli 14 km vzhodno od Pleš v grapah pod vasjo Poljane (Mlakar, 1985/86, 170) in na radeškem območju (Mlakar, 2001). O kakršnikoli erozijski fazi ne moremo govoriti in s takimi okoliščinami računamo tudi na vmesnem – pleškem območju. Opozorimo naj še na ugotovitev, da na celotnem prostoru lista Ribnica o orogenetskih premikih v skitskem ob-



Sl. 3a. Rudišče Pleše, geološke razmere v revirju Dule. Prirejeno po podatkih Berceta (1955)

Fig. 3a. Pleše ore deposit; geological circumstances in Dule district. Modified after Berce (1955)

Sl. 3b. Rudišče Pleše, geološke razmere v revirju Vrhovka. Prirejeno po podatkih Berceta (1955) in Ciglarja (1962)

Fig. 3b. Pleše ore deposit, geological circumstances in Vrhovka district. Modified after Berce (1955) and Ciglar (1962)

dobju ni sledu (Buser, 1974, 48). Spremenljivo debelino skitskih skladov je Buser obrazložil z neenakimi epirogenetskimi premikanji različnih delov sedimentacijskega bazena.

Kot kaže geološka karta (sl. 1) se z različnimi paleozojskimi skladi stikajo prav različne skitske kamnine, ponekod celo pod pravim kotom. Plasti »zgornje strukturne etaže« torej niso vzporedne s kontaktom paleozojskih in mezozojskih kamnin, bazalni horizont (npr. konglomerat, peščenjak, breča itd.) pa ni prisoten. Zato trdimo, da stik med karbonskimi oziroma permskimi kamninami ter skitskimi skladi tod ni tektonsko-erozijska diskordanca kot sta menila Buser (1965, 1969, 1974) in Dozet (1966, 1985, 1999) temveč narivna ploskev terciarne starosti. Te splošne podatke bomo podkrepili kasneje še s podrobnostmi – tudi iz rudišča.

Na preiskanem območju ni dolgih sklenjenih profilov skitskih plasti, izdanki so redkost in se javljajo v tektonsko omejenih blokih z različno orientacijo skladov; ti se bočno izklinjajo. Glede na velikost in prostorsko razporeditev izdankov (sl. 1), nismo upali izdelati tako natančen stratigrafski stolpec kakršnega je predstavil Dozet (1999, sl. 3), je pa v njem zajel vse litološke različke, ki jih najdemo na tem prostoru in jih podrobno opisal.

O najstarejšem spodnjeskitskem litostratigrafskem horizontu lahko samo ugibamo. Najbrž je to dolomit s stilolitsko strukturo, kot v najbližjih prerezi v W Sloveniji (Mlakar, 2003).

Skitsko skladovnico lahko razčlenimo v tri superpozicijske enote (stratigrafski stolpič na 1. sliki). Spodnja je iz rumenkasto sivega do rumenkasto rjavega, včasih rahlo rdečkastega, zrnatega ploščastega dolomita z večjo ali manjšo primesjo terigenih mineralov (kremen, sljuda). Tu so še leče ali plasti rumenkasto rjavega sljudnatega meljevca in peščenjaka (Pirčev hrib). Peščen dolomit z nekaj desetink mm velikimi terigenimi zrni kremenca z Vrhovke je preiskala Orehkova (1980, vzorec Pl-6/80), poznodiagenetski dolomit (Pl-10/80) pa je s hriba Čelo. Sem spada še nekaj vzorcev (Pl-5, 10, 50, 100, 250, 320 in 400), ki jih je preučil Skaberne (1982) in so iz natančno preiskanega profila P2 ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4).

Na vsaj 120 metrov debeli skladovnici leži pisano zaporedje kamnin iz enega ali dveh nivojev rdečkastega, ponekod zelenkastega bolj ali manj kalcitnega ter sljudnatega glinavca in meljevca. Tu in tam so nekaj metrov debele leče sivega, rdečega ali rožnatega dolomita (ponekod apnenca) z oolitno strukturo ali brez nje. Od 20 do 40 metrov debeli skladi se javljajo kot dolgi pasovi. Orehkova (1980) je kamnine opredelila kot meljevec, oosparitni dolomit, oolitni apnenec – biokalkarenit ter rdečkasti dolosparit (sl. 1, vzorci Pl-7, 8, 9 in 11/80). Glede na litofacies in fosilni inventar (Buser, 1965, 37; 1974, 19; Dozet, 1985, 34; 1999, 64) so doslej opisane kamnine brez dvoma spodnjeskitske starosti.

V krovlini tega zaporedja skladov (npr. območje Strmec, Repše) najdemo podobne kamnine kot v njih talnini in dosežejo debelino vsaj 100 metrov. To je siv dolomit in rumeno siv meljevec z malo sljude. Z upoštevanjem podatkov, ki so jih zbrali Buser (1965, 1969, 1974), Dozet (1966, 1985, 1999) in Mlakar (1993) o razvoju spodnjetrijskih skladov tod in v soseščini, so to skoraj gotovo zgornjeskitske plasti. Za tako starostno opredelitev nimamo paleontoloških dokazov, saj se na pregledanem ozemlju v krovlini niso ohranili temno sivi laporni apnenci in apnenci z značilno campilsko mikro in makrofavno.

Celotna debelina skitskih plasti znaša vsaj 260 metrov. Dozet (1999) omenja največjo debelino 250 metrov, na 3. sliki pa je pokazal stolpec le z 137,5 metri sedimentnih kamnin.

Podatke o sestavi litoloških različkov, ki jih je nanizal ta raziskovalec tudi v starejših dveh prispevkih lahko z nekaj izjemami privzamemo brez pridržka. Sporna je le oznaka bazalni dolomit, starost intraformacijskega konglomerata ter v okviru naše karte prisotnost apnenca in laporja iz vrhnega dela Pleške formacije.

Na desnem bregu grape – vzhodno od velikega kopa zdrobljenega dolomita (Kamnolom Škofljica – podjetje Mineral iz Ljubljane) je v višini 360 metrov sredi dolomitnega območja velik, osamljen izdanek konglomerata in se javlja kot čer. Vsaj 3 metre debela »plast« je iz do 7 cm velikih, slabo zaobljenih prodnikov belega, rumenkastega in rožnatega dolomita; vezivo je rdečkasto – peščeno. Vzorec Pl-13/80 (sl. 1) je Orehkova (1980)

preiskala sedimentološko, vendar v prodnikih ni bilo določljivih fosilov temveč le preseki neskeletnih alg. Kamnino smo takrat označili kot intraformacijski konglomerat in ji pripisali spodnjeskitsko starost. Podatek je povzel Dozet (1999, 49), vendar o pravilnosti naše starostne opredelitve danes nismo prepričani. Posebno poudarjamo, da smo konglomerat našli samo na tem mestu in sicer znotraj zelo pogreznjenega bloka (sl. 1 – območje Drnovka), zato dopuščamo možnost, da gre za mlajšo – anizično, ladinijsko ali celo karnijsko kamnino. Spodnjeladinijski in karnijski dolomitni konglomerat se namreč javljata v soseščini kar na nekaj mestih (Buser 1974, 21, 22). Po mnenju Buserja (ustno sporočilo) je to brez dvoma konglomerat anizične starosti v podobni legi kot na planoti Vojsko nad Idrijo, kjer sta ga podrobno preučila Čar in Čadež (1977).

Za prisotnost ladinijskih kamnin na pleškem območju morda govori tudi najdba z Vrhovke. Okrog 25 metrov SES od vrha vzpetine sta dva izdanka rdečkaste kremene kamnine oddaljena med seboj 5 metrov s površino po 1m² in debelino vsaj 0,5 metra. V okolici je zgornjetriasni dolomit. Mikroskopska preiskava vzorca Pl-15/80 je potrdila, da je kamnina roženec z impregnacijami Fe oksidov. Orehkova (1980) je še opozorila na okroglaste oblike, ki spominjajo na rekristalizirane radiolarije. V kamninah ilirske podstopnje ter ladinijskih skladih so roženci pogostni, najdemo pa jih tudi v dolomitu kot ekvivalentu baškega dolomita na listu Celje (Buser, 1979, 27). Za nastanek roženca, obstoji še ena razlaga, ki jo bomo spoznali kasneje. Skratka, prisotnost dolomitnega konglomerata in roženca sta dva izmed nerešenih problemov na preiskavnem prostoru. V prispevku obravnavamo dolomitni konglomerat kot kamnino anizične starosti.

Medtem ko je Berce (1955) večji del karbonatnih kamnin na pleškem območju uvrščal v srednji trias, je Dozet (1966, 1985, 1999, 45) glede na litofacies uvrstil v anizično stopnjo le siv do temno siv dolomit zahodno od Pavšarja ter nekaj manjši izdanek pri Plešah. Tudi podrobnejše podatke, ki jih je nanizal raziskovalec privzemamo brez pridržka. Dodamo naj le, da je bil naš vzorec Pl-12/80 iz sivega mikrosparitnega dolomita severno od hriba Čelo brez fosilnih ostan- kov.

Tod že dolgo znani cordevolski dolomit (Grad, 1962) je edina kamnina karnijske starosti na obravnavanem prostoru. To je svetlo siv, luknjičav, zrnat in neplastnat poznodiagenetski dolomit z algami *Diplopore* *annulata*. Kamnina se javlja na večji površini zahodno od Pavšarja in smo jo preiskali z vzorcem Pl-16/80. Ob cesti v vas Pleše je stik med anizičnim in cordevolskim dolomitom lepo razgaljen ter je erozijsko-diskordantnega značaja (sl. 1, točka f). O takih odnosih sta iz soseščine poročala Buser (1974) in Dozet (1985, 1999). Omenjeni kontakt ima stratimetrijske elemente 300/35°, na stiku pa je okrog 30 cm rdeče – rjave gline.

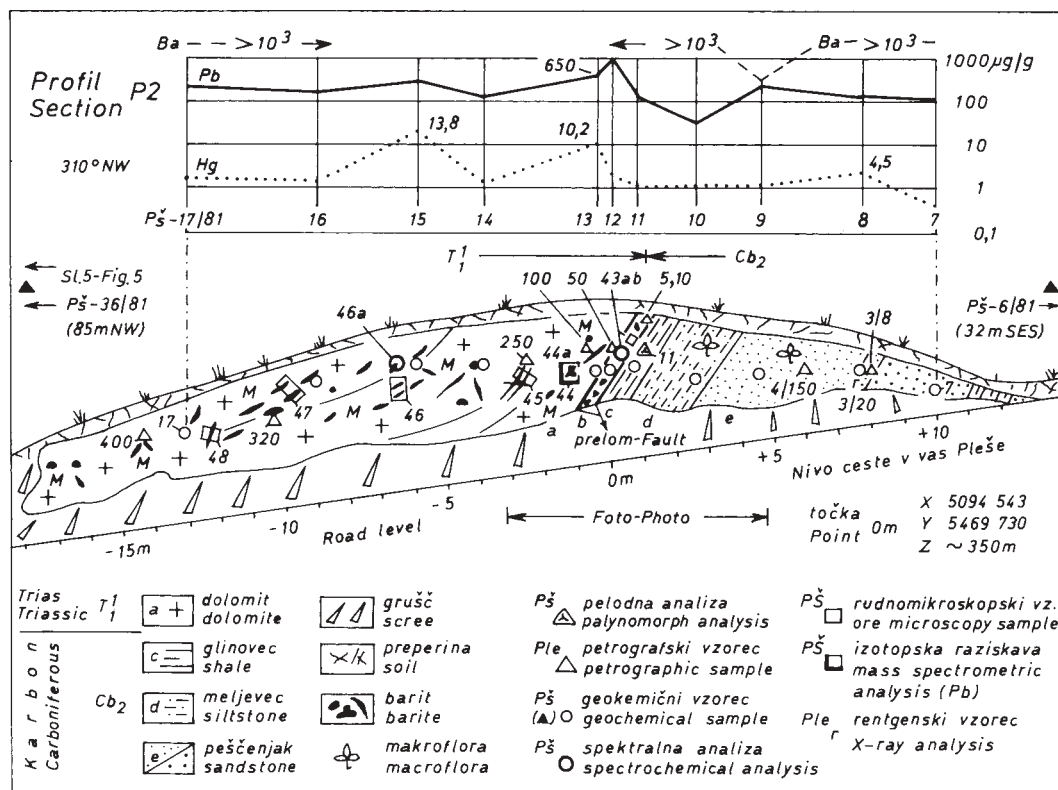
Tudi starejše podatke o zgornjetriasnem dolomitu (Sedlar et al. 1948; Berce, 1955; Grad, 1962; Dozet, 1966, 1985) privzemamo brez pridržkov. Opozorimo naj le na največ meter debele vložke stromatolitnega dolomita ter nekaj cm do več dm debele plasti sinsedimentne breče iz kosov svetlega in skoraj črnega mikritnega dolomita med sivim in svetlo sivim mikritnim do mikrosparitnim debelo plastnatim dolomitom (loferski sedimentacijski cikli). To so podatki iz glavnega kopa zdrobljenega dolomita (peskokopa), ki so ga po letu 1981 precej razširili (sl. 1).

Barjanske usedline sežejo pri omenjenem peskokopu vsaj do Babnika, na zahodnem obrobju karte pa do naselja Dole. Potočne naplavine najdemo vzdolž Brezniškega potoka ter Antonkovega dola. Območja s pobočnim gruščem so komaj omembe vredna. Opozarjamo na debelo preperino z vzpetin Čelo in Vrhovka, kar otežkoča interpretacijo geološke zgradbe prav tam, kjer bi točne podatke najbolj potrebovali.

Tektonska problematika

V okviru prispevka se bomo omejili predvsem na tektonske probleme prisotne v območju naše karte (sl. 1). O zapletenih razmerah na širšem prostoru dajejo podatke Buser (1965, 1969, 1974), Premru (1974, 1976, 1980), Mlakar (1985/86) in Placer (1998a, b).

Podlaga rudonosnim kamninam je zgornjetriasni dolomit, najmlajši člen v skladovnici, ki po podatkih Osnovne geološke karte lista Ribnica (Buser, 1969) vpada proti SW in pričenja pri Lipoglavu s skitskimi plastmi. Dolomit je lepo razgaljen v glavnem pe-



Sl. 4. Podrobno preiskani prerez P2 ob cesti v vas Pleše

Fig. 4. In detail investigated section P2 by the roadside to village Pleše

skokopu – južno od opuščeni rudniških predelovalnih naprav (oznaka S) z vpadom proti jugu ter v do 263. metra prehodnem podkopu Karolina (Ka, sl. 1).

Nariv paleozojskih skladov na zgornjetriasni dolomit priznavajo vsi dosedanja raziskovalci pleškega območja razen Žebreta (1955, 241). To je poševni rez, saj nalebajo na glavni dolomit prav različne karbonske kamnine. Buser (1974, 36) in Dozet (1985, 43) sta pisala o položnem vpadu narivne ploskve (12° do 20°). Zaradi njene upognjenosti so ponekod lahko te vrednosti večje.

Ob cesti 250 metrov NW od vasi Repče vpada narivna ploskev pod kotom 35° proti zahodu, v podkopu Karolina (na 263 metru) pa so stratimetrijski elementi narivnice 330/40°. Z upoštevanjem najglobljih rogov v rudišču Pleše (6. obz. – kota 242m) in razmer na zahodnem robu karte moramo tam računati z vpadnim kotom vsaj 25° (sl. 2, prerez 8). Na stiku je zgornjetriasni dolomit povsod

zelo zdrobljen oziroma milonitiziran, karbonske kamnine pa zaglinjene.

Narivni stik so ponekod preoblikovali neotektonski prelomi, vendar dejstva o sinklinalno upognjeni narivni ploskvi še vedno ne moremo spregledati. Izstopata dve strukturni depresiji prečnoalpske smeri, zato sežejo narinjene – starejši skladi na hribu Čelo in zlasti v osrednjem delu karte kot apofizi oziroma tektonski polkrpi daleč proti jugu, kar izstopa že na Osnovni geološki karti lista Ribnica (Buser, 1969).

Tudi narivna enota iz karbonskih in na njih diskordantno odloženih kamnin Gröndenske formacije je zgoraj omejena s poševnim rezom. To je 100 do 150 metrov debela plošča, ki se je v taki debelini ohranila v revirju Stara jama (SJ, sl. 1; sl. 2 prerezi 1 do 3) ter na NE obrobju karte. Drugod (Vrhovka, Repče) se paleozojske kamnine zelo stanjšajo, marsikje (N od vasi Dole, Antonkov dol) pa celo izklinjajo.

Glede na podatke Osnovne geološke karte lista Ribnica (Buser, 1969, 1974) znaša debelina skladovnice od karbonskih do noriških kamnin 800 do 2035 metrov. Pri vpadnem kotu narivne ploskve za 15° proti severu, bi znašala v prvem primeru najmanjša dolžina narivanja 3 km, v drugem pa 8 km.

Orudene karbonske plasti pri Plešah smo pred leti obravnavali kot najstarejše kamnine v okviru 2. dela Dolskega nariva (Mlakar, 1985/86, 163, 177). Paleozojski skladi leže na zgornjetriasnih plasteh tudi na območju Debelega hriba in Poljan pri Stični, torej 5 oziroma 13 km vzhodno od Pleš. Tam gre za erozijske ostanke omenjene narivne enote (Mlakar, 1985/86, 170, 171). Tako obsežen nariv ni lokalna deformacija kot jo je označil Placer (1998a, 216), ampak moramo najti drugo rešitev.

Placer (1998b) je postavil hipotezo, da pripadajo karbonski skladi na Žirovskem in Škofjeloško-Polhograjskem ozemlju ter oni na ožjem območju Posavskih gub k različnim strukturnima enotama. Če je temu res tako, so narinjene paleozojske kamnine na Molniku, pri Plešah in vzhodno od tam – torej najstarejše plasti v okviru drugega dela Dolskega nariva, lahko samo ekvivalent enako starih kamnin znotraj Trnovskega pokrova v zahodni Sloveniji. Ključ za rešitev tega problema je med drugim v še boljšem poznavanju razvoja paleozojskih skladov na obeh območjih.

Na karbonskih in srednjeperskih kamninah leži na pleškem območju do 180 metrov debela plošča iz skitskih skladov. O genetskem značaju stika so – kot smo že

poudarili, mnenja deljena. Po ugotovitvah Berceta (1955), Grada (1962), Ciglarja (1962) in Mlakarja (1980, 1981a) je kontakt narivnega značaja, Dozet (1966, 1985, 1999) in Buser (1969, 1974) pa sta menila, da so se skitske plasti odlagale tod transgresivno na paleozojske sklade. Pravilen odgovor je zelo pomemben za rešitev genetske in starostne problematike rudišča Pleše, zato bomo že navedene splošne podatke o narivnem značaju stika dopolnili s podrobnostmi.

Kontakt med karbonskimi kamninami in skitskim dolomitom na hribu Čelo sicer ni nikjer razgaljen, vendar smo ga lahko določili na podlagi izdankov dolomita in peperske sestave. Glede na odnose med potekom kontakta in morfologijo terena znašajo stratimetrijski elementi stika $55/21^\circ$. Toda na vzhodnih obronkih hriba Čelo vpada spodnjeskitski dolomit položno proti zahodu ($270/10^\circ$, sl. 1 – 45m SWS od točke a). Pod topim kotom nalega na problematični kontakt tudi horizont iz rdečega muljevca spodnjeskitske starosti. Opozarjamo na zelo pomemben podatek. Pirc (1946) je zapisal, da je krovina baritni leči tod rdečkasta skrilava glina nevarna za zruške. Iz zapisnika z dne 2. maja 1946 pa izvemo, da je rjava rdeča skrilava glina debela okrog 30 metrov. Menimo, da gre za zmečkanino rdečega spodnjeskitskega muljevca (sl. 2, prerez 2), zelo malo verjetno pa za zgetene podobne kamnine Hobovškega člana (Ho) Grödenske formacije (notranja tektonska krpa ali odstružek). Zahodno od tam nalega na narivno ploskev celo zgornjeskitski dolomit. Rdeč spodnjeskitski muljavec se pod topim kotom stika s karbonskimi skladi tudi na Vrhovki.



Geološke razmere na izdanku ob cesti v vas Pleše (geokemični profil P2)

Geological circumstances by the roadside to village Pleše (geochemical section P2)

Kontakt med karbonskimi kamninami in spodnjeskitskim dolomitom je lepo razglašen samo v brežini ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4, profil P2) in smo ga skupaj s sodelavci pred leti preučili zelo podrobno (Mlakar, 1981a). Karbonske plasti v normalni legi iz 7 sekvenc drobnih klastitov (c, d, e) vpadajo srednje strmo proti NW ($310^\circ - 320/55^\circ$) V zgornjih 20 cm je karbonski skrilavi glinavec zelo zdrobljen. Sledi 40 cm široka cona (b) rumenkasto rjave zmečkanine iz spodnjeskitskega dolomita ter karbonskega peščenjaka.

Kot kaže fotografski posnetek je v talnini in krovnini ta cona ostro omejena, pri čemer se gibljejo stratimetrijski elementi od $0/65^\circ$ do $15/75^\circ$. V zmečkanini med alpsko usmerjenima prelomoma so kosi rude (barit, galemit), k čemur se bomo še povrnili.

Spodnjeskitski dolomit v krovnini (a) je na videz nepretrt, vendar ima po podatkih Skaberne ta brečasto strukturo (vzorec Ple-50). V baritno-dolomitni tektonski breči, nastali po odložitvi barita v dolomitu, so zrna barita in dolomita različno orientirana ter slabo sortirana. To je tektonit (Skaberne, 1982, 36) in ne sedimentno-baritna breča. Z oddaljevanjem od kontakta je okremljen – ponekod vzporedno laminiran dolosparit, po ugotovitvah tega raziskovalca, vse manj pretrt. Proti NW imajo dolomitni skladi tudi čedalje položnejšo lego ($10/45^\circ$ do $0/15^\circ$).

Geološke razmere na lokalnosti, ki je veljala kot klasičen primer, kjer skitske plasti nalegajo transgresivno na karbonske sklade (Buser, 1974; Dozet, 1966, 1985) so torej drugačne in jih ne moremo uporabiti kot dokaz za tako trditev, vendar ne tudi proti njej. Če izvzamemo podatek iz revirja Vrhovka, da je skitski dolomit vzdolž položnega stika s karbonskim glinavcem močno zdrobljen (Ciglar, 1962), kar pa seveda ni mogoče preveriti, na pleškem območju danes ne najdemo neposrednih dokazov niti za narivni in še manj za erozijsko-diskordantni značaj obravnavanega stika.

Izostanek bazalnega horizonta (konglomerat, peščenjak, breča itd.), pretrtost kamnin vzdolž kontakta in dejstvo, da plasti zgornje strukturne etaže v večini primerov niso niti subparalelne s ploskvijo domnevne tektonsko-erozijske diskordance, govori za tektonski značaj tega stika. Potek kontakta strogo zavisi od morfologije terena, zato trdimo, da gre za položno narivno ploskev,

kasneje upognjeno in ponekod v neotektonskem obdobju še deformirano s prelomi.

Na stik narivnega značaja med karbonskimi oziroma srednjeperskimi kamninami ter spodnjeskitskim dolomitom smo nalteli tudi na območju nekaterih drugih dobro preučenih slovenskih rudišč kot npr. Idrija, Zagorica, Marija reka, Zlatenek (Mlakar, 1967, 1985/86, 1993). Podatki ne presenečajo, saj je stik med paleozojskimi drobnimi klastiti ter prvim debelejšim horizontom triasnih kompetentnih kamnin v njih krovnini dobra litološka predispozicija za nastanek narivnih ploskev. Pri debelini permskih plasti okrog 250 metrov in položni narivni ploskvi lahko privedemo spodnjeskitski dolomit na karbonske sklade pri Plešah z dolžino narivanja manjšo od 1 km.

Zgornja narivna enota je iz anizičnega in na njem erozijsko-diskordantno odloženega cordevolskega dolomita. Tektonska shema (sl. 1) lepo kaže medsebojne odnose narivnih enot.

Narivno zgradbo so razsekali neotektonski prelomi vseh štirih sistemov (sl. 1). Najstarejši so alpsko usmerjeni prelomi, vpadajo strmo proti severu, ob njih pa so se grezala severna krila. Sem spadata že omenjena preloma ob cesti v vas Pleše ter prelom na območju med Vrhovko in tem naseljem.

Med starejše uvrščamo tudi snop močnih, subvertikalnih prečnoalpskih prelomov, ki so bili kasneje ponekod reaktivirani. Taka sta Repški prelom 1 in 2 na vzhodnem obrobju karte poimenovana po vasi Repče (Mlakar, 1981a). Na večini odsekov se je grezalo zahodno prelomno krilo za 50 do 70 metrov. Kovačeva tektonska krpa (KTK) je nastala zaradi grezanja vzhodnega bloka ob drugem Repškem prelomu.

Subparalelno in dober km zahodneje poteka Šmarski prelom (poimenovali smo ga po večjem naselju Šmarje izven območja karte) z močnim grezanjem vzhodnega krila.

Skupini subparalelnih konjugiranih zmičnih prelomov sta praviloma mlajši, pri čemer so dinarsko usmerjeni prelomi desnozmični, prečnodinarski pa pretežno levozmični. Med prve spadajo Pavšarjev in Pleški prelom, med zadnje pa Lampičev ter prvi in drugi Vrhovski prelom. Ob dinarskih prelomih so se grezala NE in SW krila za 10 do 80 metrov, pri horizontalni komponenti 50 do 100 metrov, ob prečnodinarskih prelomih pa je grezanje NW prelomnih kril navadno 20 do 70

metrov, z horizontalno komponento istega velikostnega reda (poševni zmiki).

Med Šmarskim in prvim Repškim prelomom se je izoblikoval izrazit – okrog 1250 metrov širok prečnoalpsko usmerjeni »Šmarski tektonski jarek«, znotraj tega pa Lampičev in prvi Vrhovski prelom (v rovu na koti 373m usmerjenem proti vzhodu se ta javlja na 60. metru in ima elemente 300/75°) omejujeta okrog 275 metrov širok prečnodinarsko usmerjeni »tektonski jarek Drnovka«. S tem je bila prekinjena povezava paleozojskih plasti s hriba Čelo in Vrhovke. Kot kaže sl. 1 in prerez 8 (sl. 2), so se zato tam ohranili anizični dolomit in pod njim spodnjeskitski skladi, še globlje – kot predvidevamo, pa tudi rudonosne karbonske plasti.

Struktura Vrhovke ni antiklinalna guba kot je zapisal Dozet (1985, 43), temveč del stopničaste zgradbe omejene s prečnodinarskima prelomoma, znotraj katere so se ohranile tri manjše tektonske krpe iz skitskih kamnin (sl. 1, sl. 2 prerez 8). Številne podrobnosti o neotektonskih deformacijah smo nanizali v letnem poročilu o raziskavah (Mlakar, 1981a).

Geološka zgradba rudišča

Po podatkih Bercetovih jamskih geoloških kart iz leta 1955 lahko v grobem rekonstruiramo geološko zgradbo v revirjih Dule, Čelo in Stara jama (SJ), z informacijami ki sta jih zbrala Berce (1955) in Ciglar (1962) pa one v revirju Vrhovka (RV). O razmerah v revirju Pleše na vmesnem območju (sl. 1, sl. 2 – pr. 4, točka d) vemo le to, da so brez uspeha sledili stiku karbonskega skrilavca in triasnega dolomita (Sedlar et al., 1948; Sedlar, 1950).

V talnini rudonosne strukture revirjev Dule, Čelo in Stara jama (ST), ki so z geološkega vidika nerazdružljiva celota, je zgornjetriasni dolomit. Podkop Karolina (Ka – kota 318m), usmerjen proti severu, je potekal v dolomitu vse do 263. metra (sl. 1, točka a). Stik s karbonskim glinavcem je narivnega značaja (330/40°). V kompaktnem dolomitu brez tankih vložkov glinavca in s subhorizontalno lego nismo opazili niti enega močnejšega preloma. Subvertikalni prelomi slabše intenzitete imajo alpsko smer. Tudi v do 25. metra prehodnem rovu nad vasjo Dole (kota 342m) je v takem dolomitu nekaj

šibkih prelomov z elementi 170/80° do 170/89°.

Z rovi na najnižjem 6. obzorju (kota 242m) še niso zadeli na glavni dolomit. Po podatkih Berceta (1955, 8), o vguanem srednjetriasnem dolomitu na dnu Krištofovega vpadnika (Kr) pa sklepamo, da je narivni stik že nekje v bližini (sl. 2, prereza 2 in 3).

Rudonosni karbonski skladi so vsaj iz dveh makro sekvenc z debelozrnatimi klastiti v spodnjem in drobnimi v zgornjem delu. Plasti so povsod v pravilni legi.

Kot kaže geološka karta (sl. 1) in prerezi (sl. 2, profili 1 do 3) o peščenjakih spodnje sekvence iz rudišča ni podatkov, kar pa ne velja za skrilave glinavce debele 40 do 50 metrov.

Peščenjaki druge sekvence so debeli do 80 metrov, vendar je stik s skrilavim glinavcem v talnini na jamskih kartah označen kot tektonski, ponekod celo s podatkom o njegovem položnem vpadu (25° do 45°).

Menimo, da gre za močno narivno ploskev znotraj karbonskih skladov z vpadom proti NW. Taka razlaga obenem pojasnjuje, zakaj v rudišču skoraj ni konglomeratnega člena, ki je prisoten na hribu Čelo. Kremenov konglomerat je našel Berce (1955) le na nivoju Karolina.

Karbonske plasti so rahlo upognjene in vpadajo pretežno pod kotom 20 do 30° proti severu ali NEN. Rudišče ne seka noben pomemben neotektonski prelom. Dodamo naj še, da šibkejših prelomov vseh štirih sistemov z Bercetovih jamskih kart nismo mogli povezovati med seboj. Kot kažejo geološki prerezi (sl. 2, profili 1 do 3 in 8) dosežejo rudonosni karbonski skladi debelino do 150 metrov in se proti zahodu izklinjajo.

Stik med karbonskimi klastiti in skitskim dolomitom je prostorsko opredelil Berce (1955) v revirju Dule in ga povsod obravnaval kot narivno ploskev (sl. 3a). Na stiku so ponekod karbonski skrilavi glinavci, drugod peščenjaki in nalegajo na narivno ploskev celo pod topim kotom (npr. v Rovu 6, sl. 3a). Opozarjamo na podatek, kako se stikata karbonski peščenjak in zgornjeskitski dolomit v točki t (sl. 3a in prerez št. 1 na 2. sliki). S profilov še razberemo, da je narivni stik tu in tam sinklinalno, drugod pa antiklinalno upognjen, generalno pa vpada proti NE (35/15°).

V revirju Vrhovka je bil do 60. metra prehodni le podkop na koti 373 metrov in sicer

v sivem, drobljivem, ploščastem dolomitu z elementi 300/10°. Tektonska polkrpa iz karbonskih skladov je na NW omejena z narivno ploskvijo v višini okrog 425 metrov, z zahoda in SE pa z neotektonskimi prelomi (sl. 1). Stik z glavnim dolomitom vpada zelo položno proti SE in je na vzhodnem obrobju tektonske polkrpe v višini 390 do 415 metrov (sl. 2, prereza 6 in 8).

Narivna ploskev med skitskimi kamninami in komaj 25 do 45 metrov debelo narivno enoto karbonskih skladov iz skrilavega glinavca, peščenjaka in konglomerata je ponekod rahlo sinklinalno, drugod pa antiklinalno upognjena. Struktura kot celota je razsekana z neotektonskimi prelomi (sl. 3b). Rudonosne kamnine so zelo pretrte, kar ne preseneča, saj sta narivni ploskvi iz talnine in krovnine blizu skupaj.

Kritično vrednotenje podatkov o orudenju

Literaturni podatki o orudenju v jami, ki jih danes ni mogoče več preveriti, so splošnega značaja, ali pa se nanašajo na posamezne lokalnosti. Pri vrednotenju le teh bomo upoštevali predvsem podatke raziskovalcev, ki so lahko opazovali razmere na licu mesta (v jami do leta 1963).

V rudišču Pleše imamo opraviti s tremi vrstami orudenja katerih podatke kaže pred sintezo izvednotiti ločeno. V mislih imamo Pb, Zn, Ba mineralizacijo v karbonskih plasteh Stare jame in na Vrhovki, veliko homogeno baritno telo v revirju Čelo ter pojave barita in drugih rudnih mineralov v triasnih kamninah.

Razmere pod nivojem rova Čelo (Če – 346m) so preproste. V Stari jami je prisotno polimineralno in polimetalno Pb, Zn, Ba orudenje z dobro izraženo vertikalno zonalnostjo. Mineralizacija se javlja v dveh oblikah – kot konkordantna rudna telesa Pb, Zn rude in diskordantne rudne žile, ki so lahko monomineralne (iz barita, galenita ali sfalerita), ali pa kompleksne sestave navadno s simetrično zapolnitvijo odprtih razpok in baritom v sredini.

O ekonomsko pomembnih konkordantnih rudnih telesih je malo podatkov. Vemo za galenitni odkop med nivojem Karolina in 1. obzorjem z debelino »žile« 2 metra in glavno Pb orudenje z nekaj sfalerita ob Krištofovem vpadniku (3. do 5. obzorje) v karbonskem

peščenjaku z debelino »žile« od 0,5 do 2 metra (poprečno 0,8 m) ter širino 15 do 20 metrov (Zorc, 1952; Žebre, 1955, 241, 245). Računamo z vpadnim kotom 35° do 42° ter razsežnostjo do 50 metrov po vertikali. Menimo, da gre za več takih rudnih teles znotraj pretežno dinarsko usmerjenih karbonskih skladov (sl. 2, prereza 2 in 3). To vrsto rude so odkopavali predvsem v 18. stoletju.

Diskordantne žile so manj pomembne in še neznatnih razsežnosti. Po Bertovich jamskih geoloških kartah iz leta 1955 sklepamo na prisotnost različno usmerjenih baritnih, galenitnih ali baritno-galenitnih žil debelih le nekaj cm ter z dolžino do 10 metrov, javljajo se tako v karbonskih skrilavih glinavcih kakor tudi v peščenjakih enake starosti. Sedlar (1950) omenja debelejšje žile barita s 3. obzorja.

O razmerah na najnižjem 6. obzorju (kota 242m) daje podatke Drovenik F. (1956). Tektonsko močno pretrt karbonski peščenjak je zelo neenakomerno oruden z galenitom, kar pa velja za sfaleritno orudenje v manjši meri. Opozorimo naj še na podatek o dveh s sfaleritom orudenih prelomih z elementi 110/81° in 103/90°. S pretežno galenitnim orudenjem računamo med 5. in 3. obzorjem, nad njim pa je območje z galenitno-baritno rudo.

Po zaprtju rudnika konec leta 1963 nudi jo podatke o rudi v karbonskih kamninah le vzorci z odvalov (sl. 1, točka g). Drovenik M. (1982) je rudnomikroskopsko preiskal več vzorcev karbonskega peščenjaka (PŠ-51, 52, 53, 56) in muljevca (PŠ-54) ter ugotovil naslednje. V okviru hidrotermalnih procesov je najprej kristaliziral siderit in za njim barit. Nato se je iz prihajajoče raztopine izločala sulfidna parageneza v kateri je pirit vedno najstarejši, galenit pa najmlajši mineral. Med sulfidi so prisotni še bornit, halkopirit, tennantit in sfalerit. Sulfidi metasomatsko nadomeščajo tako siderit kot barit. Najmlajša sta kremen in kalcit, ter v enakem odnosu do omenjenih dveh mineralov. Raziskovalec je opozoril še na prisotnost diagenetskega pirita, organsko snov (antracit) in poudaril, da je siderit, s katerim so posamezni vzorci prav prežeti (PŠ-54), zanesljivo nastal pri hidrotermalnih procesih. Siderit je pogosto spremenjen v Fe hidroksida (goethit, lepidokrokit), halkopirit in bornit v covelin, malahit in Fe hidrokside, galenit pa v anglezit in cerusit (Drovenik M., 1982).

Med literaturnimi podatki naj opozorimo še na žile hematita v zgornjem delu rudišča (Sedlar et al., 1948). Eno takih žil je raziskovalec našel tudi ob cesti v vas Pleše (sl. 1, točka h). To je dm debela žila s smerjo 310° v debelozrnatem karbonskem peščenjaku z elementi 230/64°; podatka nismo mogli potrditi.

Zorc (1952) je opozoril na močan sijaj drobnozrnatega galenita iz »konkordantnih« žil v karbonskem peščenjaku med 3. in 5. obzorjem ter sklepal na prisotnost Ag v njem. Na ta tip orudenja se najbrž nanaša tudi podatek Berceta (1955, 13), da so v drobnozrnatem zelo svetlem galenitu nepravilna zrna (0,04 mm) minerala, ki bi po optičnih značilnostih lahko pripadal miargiritu (AgSbS_2), značilnem za nizkotemperaturna rudišča. Raziskovalec je še poudaril, da vsebuje galenit tudi manjše delce bournonita ter opozoril na spektralno analizo, ki je pokazala na prisotnost Ag, Sb, Cu, Mn in Ba.

Največjo pozornost zaslužijo razmere v zgornjem delu rudišča (revirja Dule in Čelo) in so poleg odnosov med karbonskimi in skitskimi skladi ključ za rešitev problema starosti in nastanka orudenja.

Fabjančič (1966, 514) je postavil mejo med spodnjim baritno-galenitno-sfaleritnim delom ter zgornjim baritnim delom rudišča nekako v višini izvoznega rova Čelo (Če – kota 346m). Po podatkih Zorca (1952) so baritni odkopi med kotama 341,5 in 366 metrov.

O razmerah v najvišjih delih revirja Dule vemo zelo malo. Po podatkih Češmige (1959) so zračni rov Dule odprli leta 1932 in že na 30. metru zadeli na baritno telo, deloma odkopano z dnevnim kopom. Jugovzhodno od tam so bili dnevni kopji še na nekaj mestih, vendar o njih ne vemo ničesar. Verjetno gre za več manjših – najbrž diskordantnih baritnih leč znotraj karbonskih skladov, kar velja tudi za nižje nivoje v tem revirju. Tam najdemo tudi žile in leče barita v skitskem dolomitu (sl. 3a).

Več opisov, toda malo grafične dokumentacije je iz revirja Čelo. Tudi tod so nekaj let kasneje pričeli z dnevnimi kopji (sl. 1, točka k). Kosi barita so se javljali v preperini iz karbonskih kamnin, okoliščine pa so kazale v globino (Sedlar, 1950). Tam so našli dve veliki homogeni – med seboj s prelomom ločeni baritni telesi, ki so ju označevali s simboloma A in B. Po podatkih Češmige

(1959) so barit prve leče izkoriščali do leta 1940, drugo pa so odkrili leta 1947 in jo odkopali do leta 1950. Lego baritnih leč smo pokazali na karti (sl. 1 – projekciji na horizontalno ravnino) in prerezih (sl. 2, profila 2 in 3). Po izjavi nekdanjega obratovodje Slavka Hacina sta se leči navzgor izklinili in nista imeli neposredne povezave z izdanki barita na površini. Po naši oceni sta dali omenjeni rudni telesi vsaj 50.000 ton čistega barita, torej več kot polovico celotne proizvodnje te surovine v rudišču Pleše.

Baritni telesi sta po podatkih Žebreta (1955, 242) in Fabjančiča (1966, 514) dolgi 50 do 100 metrov, široki 50 metrov in 0,3 do 4 metre debeli, pri čemer se največja dolžina po našem mnenju nanaša na obe leči skupaj. Iz starih jamskih kart lahko določimo še poprečne stratimetrijske elemente teh baritnih leč in znašajo $60/40^\circ$ – 45° . Baritni leči torej vpadata proti NE in ne proti NW, kot bi lahko sklepali iz podatkov v monografiji o slovenskih rudiščih (Drovenik M. et al., 1980, 27). O dinarski usmeritvi teh rudnih teles in vpadnem kotu 40° proti NE je pisal že Sedlar (1950). V nadaljevanju pogosto govorimo le o baritni leči, saj literaturni podatki ne dopuščajo, da bi obravnavali vsako posebej.

O talnini baritne leče so mnenja nedeljena. Ugotovili so nekaj metrov debelo plast črnega, mastnega, bituminoznega karbonskega skrilavega glinavca, s tankimi lečami antracita, barita in kremenca. V podlagi skrilavega glinavca, ki je pri dotiku z vodo postal plastičen in je služil kot vodilo pri raziskovanju, je kremenov peščenjak. Skrilavi glinavec je rahlo naguban, se ponekod izklini in barit leži neposredno na peščenjaku (Župančič, 1946; Pirc, 1946; Sedlar et al., 1948; Sedlar, 1950; Zorc, 1952; Berce, 1955; Žebre, 1955). Posebno naj opozorimo, da je skrilavec iz talnine baritne leče Zorc (1952) obravnaval kot prvotni vložek v peščenjaku. O tesni povezanosti obeh baritnih leč s kamninami v talnini je bil prepričan tudi Hacin.

O razmerah v samem baritnem telesu je malo podatkov. To je čisti barit v belem ali modrikasto sivem različku (Pirc, 1946). Sedlar (1950) in Žebre (1955, 241) pa sta zapisala, da je barit včasih skoraj črn zaradi vključenih delcev talninskega skrilavca; v tej kamnini se javlja pirit (včasih markazit) kot majhni okrogli ali kepasti agregati. Iz

zapisnika z dne 2. maja 1946 pa izvemo, da barit tu in tam prekinjajo tanjše »plasti« rdeče glin, o čemer je poročal tudi (Župančič, 1946). Berce (1955) je omenil impregnacije s Pb in Fe sulfidi.

Ponovno opozarjamo na podatek, da je krovina baritni leči ponekod rdečkasta skrilava glina debela okrog 30 metrov ter nevarna za zruške (Pirc, 1946 ter zapisnik z dne 2. maja 1946). Nenavadni hribini so pripisovali karbonsko starost. Pirc (1946) je še dodal, da prehaja čisti barit v črn apnenec, pri čemer intenzivnost preraščanja rude in kamnine navzgor pojema. Apnenec v krovini omenjata tudi Župančič (1946) in Sedlar (1950). Skoraj gotovo gre za nesporazum, saj so enega izmed triasnih dolomitov nekdanj označevali kot školjkoviti apnenec, ne izključujemo pa možnosti, da nalegajo na barit leče oolitnega apnenca, ki se drugod javljajo znotraj rdečih spodnjeskitskih drobnozrnatih klastitov. Kot nesporazum obravnavamo še podatek, da je bil nadomeščen z rudnimi minerali tudi permokarbonski grebenski apnenec (Drovenik M. et al., 1976, 205).

Po podatkih Sedlarja (1950) je dolomit nad baritno lečo neplastnat, gručav, ponekod zelo okremenjen in tektonsko močno pretrt; v takih odsekih je dolomit limonitiziran in prhek.

Že starejši raziskovalci (Sedlar, 1950; Berce, 1955; Žebre, 1955) so poudarili, da je tudi dolomit v krovini rudišča oruden z baritom. Po teh podatkih so to impregnacije, do meter debele žile (Žebre, 1955, 241), žilni spleti in le tu in tam kompaktna ruda. Iz grafične dokumentacije (Berce, 1955) pa razberemo, da so nekateri celo 100 metrov dolgi odseki stika C/T₁ brez makroskopsko vidnih sledov barita (sl. 3a).

Ta tip orudjenja smo lahko preučevali na dveh mestih. Ob ustju 13 metrov dolgega, delno zarušenega podkopa (kota 380 m) na vzhodnem pobočju hriba Čelo je nekaj vzporednih do 3cm debelih baritnih žilic z elementi 155/85°, medtem ko tone spodnjeskitski dolomit položno proti zahodu (270/10°). Drugih podatkov s te lokalnosti (sl. 1 – 45m SWS od točke a) nimamo.

Največ informacij smo skupaj s sodelavcema zbrali na lepo razgaljenem useku ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4 – pr P2 ter fotografski posnetek). Na celotni dolžini dolomitnega dela golice najdemo svetlo siv sko-

raj bel barit kot žilice in žile dolge največ 0,5 metra in debele navadno do 1cm orientirane vzporedno ali pravokotno na plastovitost, nadalje kot neprevilna gnezda (premer 2 do 15 cm) ter geode in leče (1 do 4 cm), ki se večkrat nizajo po plastovitosti. Barit zapolnjuje žilice ali pa nadomešča dolosparit. Med številnimi podrobnostmi, ki jih je nanizal Skaberne (1982) naj omenimo močno silifikacijo, vezano na tretjo tektonsko fazo (zlasti v vzorcu Ple-50) ter prisotnost kalcita, limonita, illita in klorita (sl. 4, vz. Ple-50, 100, 250, 320, 400). Kalcit nadomešča dolosparit in barit njega pa kremen. Zgodnjediagenetska piritna zrna so limonitizirana oziroma spremenjena v goethit in lepidokrokit.

Rudnomikroskopske raziskave petih vzorcev dolomita (sl. 4, vzorci PŠ-44 do 48) so potrdile, da je okremenitev mlajša od baritne mineralizacije (Drovenik M., 1982). Razen vzorca PŠ-47 so vsi ostali vsebovali diagenetski pirit, toda samo vzorec PŠ-44, najbližji karbonskim kamninam in oddaljen od njih le 80 cm tudi druge sulfide. V baritni leči je najstarejši pirit. Zrna sfalerita so mlajša, nastala pri metasomatskih procesih. Še mlajši je tennantit, ki nastopa v drobnih zrnih kot vključek v galenitu. Slednji je v tej paragenezi najmlajši – vendar najpogostejši mineral in pri oksidaciji deloma spremenjen v cerusit in anglezit. Od vseh prisotnih mineralov je najmlajši kremen, ki različno nadomešča starejši barit, zlasti ob stikih njegovih zrn. To je ista generacija kremenca, ki je povzročila tudi okremenitev dolomita (Drovenik M., 1982, 4).

O prisotnosti sulfidnih mineralov v skitskih kamninah imamo podatek le še iz vzorca rožnatega dolomita (PŠ-49a, b) z glavnega jalovišča (sl. 1, točka g). Rožnata barva kamnine je pogojena s številnimi majhnimi, razpršenimi zrnimi hematita. V prvem obrusku (a) so drobna nepravilna zrna pirita pretežno limonitizirana. V baritu je nekaj manjših sulfidnih polj s prevladujočim halkopiritom, ki vsebuje korodirane vključke pirita in sfalerita, nadomešča pa ga mlajši galenit. Pri oksidaciji je bil halkopirit spremenjen v Fe hidrokside, galenit v cerusit, deloma pa v anglezit. Karbonatno kamnino in barit nadomešča mlajši kremen.

V drugem obrusku (PŠ-49b) iz istega vzorca je v paragenezi sulfidnih mineralov najstarejši pirit. Za njim so po vrsti nastajali sfalerit, bornit, halkopirit, tennantit (tetra-

edrit?) in galenit. Najbolj pogostna sta halopirit in galenit. V paragenezi je kremen spet najmlajši mineral, nadomešča barit in sledi njegovim zrnom. Pri procesih oksidacije je nastal covellin, deloma pa še goethit in lepidokrokit (Drovenik M., 1982, 7, 8). Posebej naj opozorimo, da se javlja rdečkasti običajno oolitni dolomit v srednjem nivoju, torej precej visoko v litostratigrafskem stolpiču.

V povzetku je omenjeni raziskovalec zapisal, da je orudjenje v obruskih iz karbonskih klastičnih kamnin, kar zadeva mineralno sestavo, zelo podobno orudjenju v obruskih iz skitskega dolomita (Drovenik M., 1982, 12), vendar smo opazili, da niti v enem preiskanem vzorcu iz skitskega dolomita ni bila dokazana prisotnost siderita oziroma sideritizacija kamnine, kar je nasprotno značilnost orudjenja v karbonskih kamninah.

Med literaturnimi podatki moramo omeniti še drobne kristalčke cinabarita v baritu ali dolomitu, včasih skupaj s piritom (Sedlar, 1950). V zvezi s Hg navajajo Sedlar in sodelavci (1948, 45) še zanimivo podrobnost. Po pripovedovanju kmeta iz Sel, so nekoč poznali mesto, kjer so iz zemlje prihajale kapljice samorodnega živega srebra. Sedlar (1950) opozarja še na velike kristale rjavega sfalerita v dolomitu na stiku s karbonskimi plastmi ter na žile turjita (drobno-dispergirani hematit z absorbirano vodo) v tej karbonatni kamnini.

Literaturni podatki iz revirja Vrhovka so skopi tako glede orudjenja v karbonskih kamninah, zlasti pa o velikih baritnih lečah ter mineralizaciji v dolomitu.

Fabjančič (1966) je zapisal, da so tudi na Vrhovki izkoriščali svinčevo rudo v enaki geološki legi kot drugod v rudišču Pleše. Na grafičnih prilogah, ki jih je prikazal Berce (1955) izstopa prečnoalpsko usmerjena diskordantna dm debela Ba, Pb rudna žila v karbonskem peščenjaku in precej debelejša baritna žila v karbonskem skrilavem glinavcu (sl. 3b).

Kot bi lahko sklepali iz literaturnih podatkov (Tiringer & Berce, 1956) nastopa čisti barit na Vrhovki na stiku dolomita in karbonskih kamnin vsaj v dveh lečah debelih 1,5 metra, širokih 12 metrov in skupno dolžino 45 metrov. Lokacije baritnih teles v prostoru ne poznamo.

Po podatkih Ciglarja (1962), ki je tam kartiral sledilna dela, se javlja barit največ-

krat na stiku med dolomitom in karbonskim skrilavcem » v plastovnih žilah, ki prehajajo ponekod v kompaktno rudo«. Posamezne večje leče so tudi v skrilavcu, a le v bližini stika z dolomitom. Raziskovalec je poudaril, da so posamezne baritne leče v karbonskih plasteh na prvotnem mestu in ekonomsko pomembne. Tako lečo so odkrili z raziskovalnimi deli na koti 430 metrov. Kot lahko razberemo s slike 3b je leča barita debela 2 do 2,5 metra in dolga vsaj 10 metrov, poteka v smeri 320°, medtem ko o njenem vpadu ni podatka. Iz Ciglarjeve geološke karte lahko še razberemo, da leča seka proti WNW nagnjene karbonske skrilave glinavce in jo na severu odreže narivna ploskev znotraj paleozojskih skladov.

Na pasnati barit z vzporednimi do mm širokimi limonitiziranimi pasovi je prvi opozoril Dozet (1966), vendar brez točnih podatkov o najdbi in sestavi rude. Pasnati barit brez prikamenine smo našli na drugotnem mestu vzdolž kolovoza v bližini odvzema vzorca Pl-4/80, predvsem pa SE od tam na vrhu hriba Vrhovka ob ustju starega vpadnika ali jaška (sl. 1, vzorec Pl-17/80). Vzorec iz petih kosov je rudnomikroskopsko preiskal Drovenik M. (1980). Progasta tekstura je po mnenju raziskovalca nastala zaradi tektonskega vpljiva in je pogojena z diferencialnimi premikanji posameznih delov prvotnih baritnih zrn ob razkolnih ploskvah (001). Nekatera baritna zrna so tudi intenzivno nagubana. Večja zrna (od 100 µm do 1mm, max. 3 mm) leže med limonitovimi »lezikami«, dejansko pa med piritovimi »lezikami«. Proces nastajanja drobnih baritnih zrn iz večjih, naj bi bila posledica degradacijske kristalizacije. Raziskovalec opozarja še na prisotnost limonitiziranih piritovih zrn z okroglimi preseki (cca. 20 µm) – to so orudene bakterije – ter na dejstvo, da v nobenem od preiskanih vzorcev ni bilo karbonatnih polj, niti korodiranih karbonatnih zrn (Drovenik M., 1980). Prav zaradi njih odsotnosti menimo, da je pasnati barit z Vrhovke ekvivalent velikih homogenih baritnih leč iz revirja Čelo, kar bomo upoštevali pri razlagi njih nastanka.

Berce (1955) in Ciglar (1962) sta poročala o majhnih lečah barita ter o siromašnih baritnih impregnacijah tudi v dolomitu na stiku s karbonskimi kamninami; tam so uvaljane leče glinavca (sl. 3b). Z izjemo pasnatega barita iz revirja Vrhovka nimamo labo-

ratorijskih podatkov o sestavi različnih vrst rude.

Razpolagamo s številnimi informacijami o kemizmu barita. Vsebnosti posameznih komponent se gibljejo v širokih mejah kar povezujemo z odkopavanjem treh vrst barita. Domnevamo, da je k analizam z izkazanimi visokimi vsebnostmi BaSO₄ ter malo SiO₂ in karbonatov doprinesla predvsem surovina iz velikih, homogenih baritnih leč iz revirja Čelo. Žilni barit v karbonskih kamninah je vseboval najbrž več kremenca, oni v dolomitu pa karbonatov.

Če upoštevamo podatke iz zapisnikov, poročil (Berce, 1955) in objavljenih del (Že-

bre, 1955; Češmiga, 1959; Fabjančič, 1966; Buser, 1974; Mohorič, 1978, 86) je variabilnost kemičnega sestava barita takšna kot jo kaže naslednja tabela.

Tabela 1. Variabilnost kemičnega sestava barita (%)

Table 1. Chemical Composition of Barite (%)

BaSO ₄	87,60–99,00
SiO ₂	0,10– 8,75
Fe ₂ O ₃	0,14– 0,78
Al ₂ O ₃	0,04– 1,08
CaO	0,04– 2,53
MgO	0,00– 0,43

Tabela 2. Osnovni statistični parametri vzorčevanja na 6. obzorju (%)

Table 2. Basic statistical sampling parameters on the 6th level (%)

		Zn	Pb
Število vzorcev – Number of samples	n	31	31
Range – Razpon	Min – max	0,44 – 8,60	0,05 – 3,99
Srednja vrednost – Mean	%	2,08	1,09
Standarni odklon – Stand. Dev.	s(n-1)	1,72	1,21
Koeficient variacije – Var. Coeff.	V	83 %	110 %

Tabela 3. Sledne prvine v galenitu in baritu iz rudišča Pleše (µg/g)

Table 3. Trace elements in galena and barite from Pleše ore deposit (µg/g)

GALENIT – GALENA				BARIT – BARITE						
		T ₁	C	T ₁	T ₁	T ₁	C	C	C	
		Pš – 43a	56*	2	43b	46a	49*	50**	51*	55*
Ag	10	150	130	1	–	–	–	–	–	–
As	30	–	–	30	–	–	–	–	–	–
B	10	–	–	3	–	3	–	–	–	–
Ba	10	>1000	15	–	–	–	–	–	–	–
Be	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–
Bi	3	–	–	3	–	–	–	–	–	–
Co	5	–	–	3	–	–	–	11	–	–
Cr	10	–	–	10	–	–	–	–	–	–
Cu	1	>1000	20	1	17	650	8	6	20	20
Ga	10	–	–	10	–	–	–	–	–	–
Ge	1	–	–	3	–	–	–	–	–	–
Hg	100	–	–	100	–	–	–	–	–	–
Mo	3	–	15	3	–	–	–	–	–	–
Ni	3	95	55	3	13	12	14	13	18	15
Pb	5	–	–	5	130	850	190	54	43	32
Sb	10	>1000	750	10	–	–	–	–	–	–
Sn	3	6	5	3	–	–	–	–	–	–
Sr	30	>1000	–	30	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
V	5	–	–	5	5	7	5	4	8	5
Zn	100	600	–	300	–	–	–	–	–	–
Zr	30	–	–	30	–	–	–	–	–	–
W	100	–	–	100	–	–	–	–	–	–

T₁ vzorec iz skitskega dolomita
Sample of Scythian dolomite
C vzorec iz karbonskega peščenjaka
Sample of Carboniferous sandstone
1 najnižja določljiva vrednost (galenit)
The lowest determinable value (galena)

najnižja določljiva vrednost (barit)
2 The lowest determinable value (barite)
vzorec z jalovišča
* Sample from waste damp
baritna usedlina
** Barite sediment

Precej manj podatkov se nanaša na kakovost sulfidne rude. Zorc (1952) je ocenil vsebnost Pb na 5 do 20 %, Zn pa na 1 do 2%.

Edine stvarne podatke o kakovosti Pb, Zn rude navajata Berce (1955) in Drovenik F. (1956). V mislih imamo točkasto vzorčevanje dela severozahodne proge na najnižjem 6. obzorju Stare jame. Če iz podatkov izračunamo osnovne statistične parametre dobimo naslednjo sliko.

Cink prevladuje nad svincem, le v 8. primerih je obratno. Razmerje Zn/Pb se giblje v širokih mejah od 0,18/1 do 29,4/1 in znaša povprečno 6/1; med prvina ma ni korelacije.

Na staro domnevo o prisotnosti Ag v galenitu (Zorc, 1952) smo že opozorili, večina informacij o slednih prvina h v rudnih mineralih rudišča Pleše pa je iz kasnejšega obdobja. To je 6 vzorcev iz sfalerita in galenita (Drovenik M. et al., 1980; tabeli 9 in 10). Samo za vzorec sfalerita (št. 7) vemo, da je iz karbonskih kamnin, vzorca 9 (sfalerit) in 10 (galenit) sta iz odvala (revir Dule), mesta odvzema ostalih vzorcev pa ne poznamo.

V okviru naših raziskav iz let 1980 in 1981(a) je Hudnikova (Kemijski inštitut Ljubljana) spektrografsko preiskala še 8 vzorcev, od katerih pripadata 2 galenitu, 6 pa različkom barita (tabela 3).

Vzorci Pš-56 (galenit) ter Pš-51 in 55 (barit) so z odvala (sl. 1, točka g); prikamnina je karbonski peščenjak. V vzorcu Pš-56 je v galenitu precej Ag, Mo, Ni in Sb, vzorca z baritom pa razen Sr izkazuje nizke vsebnosti vseh prvin. Podobno se obnašata vzorca Pš-43a in Pš-43b (galenit oz. barit) iz zgnetene cone v profilu ob cesti v vas Pleše (sl. 4), le v prvem vzorcu je kar 600 µg/g Zn, kar je največ od vseh doslej preiskanih vzorcev galenita. Vzorec Pš-46a je iz gnezda sivega barita v skitskem dolomitu znotraj istega prereza in oddaljen 5,5 metra od stika s karbonskimi kamninami. Opozarjamo na visoki vsebnosti Cu (650 µg/g) in Pb (850 µg/g) v baritu, kar pa ne velja za vzorec rožnatega žarkovitega barita (Pš-49) kot žilice v enako obarvanem skitskem dolomitu z jalovišča (sl. 1, točka g).

Posebno pozornost zasluži vzorec Pš-50 iz mlečno belega drobnozrnatega barita, ki je nesporno iz velikega homogenega baritnega telesa 20 metrov nad nivojem rova Čelo. Neznaten košček nam je odstopil nekdanji rudarski nadzornik Franc Blažič. Od drugih preiskanih vzorcev barita se razlikuje po najvišji vsebnosti Co, po najnižjih kon-

centracijah Cu (6 µg/g) in V (4 µg/g) ter nizki količini Pb.

Če upoštevamo vseh 14 doslej spektrografsko preiskanih vzorcev in zanemarimo stratigrafsko pripadnost prikamnine, so najvišje vsebnosti Ag v galenitu (poprečje je 103,4 µg/g), sledi sfalerit s poprečjem 14 µg/g in končno barit z manj kot 1 µg/g Ag. Najvišje vsebnosti Co najdemo sicer v sfaleritu (60 µg/g), vendar se javlja v povečanih količinah tudi v posameznih vzorcih barita. Visoke vsebnosti Cu so v vseh treh glavnih mineralih, vendar kot kaže prednjači sfalerit.

Vsebnosti Ga so v sfaleritu vsaj 6 krat večje kot v baritu in nekaterih vzorcih galenita. Podoben odnos velja tudi za Ge. Izstopajo precej izenačene vsebnosti Ni v vseh treh mineralih ter precej visoke količine Pb v baritu. Vse Sb je praktično skoncentriran v sulfidnih mineralih, pri čemer so najvišje vsebnosti (930 in več kot 1000 µg/g) v galenitu.

Visoke vsebnosti Sr (>1000 µg/g) v baritu ne presenečajo, čeprav rudna mikroskopija ni dokazala prisotnosti celestina ali stronciana; rentgenskih preiskav barita nimamo. Vsaj del Sr se verjetno javlja v kristalni rešetki barita, pri čemer je del Ba zamenjan s Sr, na kar sta opozorila že Berce (1955, 13) in Jeremić (1965) v zvezi z bosanskimi nahajališči barita.

Analizirani vzorci kažejo izenačeno vsebnost vanadija tako v galenitu kot baritu in visoke koncentracije Zn v galenitu.

Če upoštevamo stratigrafsko pripadnost prikamnine, so zaradi majhnega števila starostno opredeljivih vzorcev zaključki nezanesljivi. Pozornost pritegnejo le podatki, da so količine Ag, Ni in Sb v galenitu iz karbonskega peščenjaka (Pš-56) in spodnjetrinarnega dolomita (Pš-43a) skoraj enake, vsebnosti Cu, Sr in Zn pa so v dolomitu znatno višje. Previdno je treba jemati podatek, da so koncentracije Pb v baritu iz skitskega dolomita višje kot one iz barita v karbonskih kamninah; vsebnosti drugih prvin (razen Cu) so izenačene. Posebno opozarjamo, da vsebuje kar dva vzorca iz dolomita visoke vsebnosti Cu.

Čeprav je vzorcev malo, pogledimo kaj nakazuje primerjava količin slednih prvin iz rudišča Pleše z nekaterimi genetsko sorodnimi rudišči v Posavskih gubah. Primerjamo seveda lahko samo vsebnosti v galenitu iz karbonskih kamnin.

Drovenik M. in sodelavci (1980, 28) so ugotovili, da je galenit iz Pleš kakor tudi iz Litije in Knapovž sicer obogaten z Ag, Cu in tudi s Sb, vendar so količine teh prvin spremenljive. V primerjavi z rudiščem Knapovže (Mlakar, 1979, 98) vsebuje pleški galenit manj Ag in manj Cu (poprečno 381,5 proti 995 $\mu\text{g/g}$), vendar nekaj več Sb in sicer poprečno 605 $\mu\text{g/g}$ (Knapovže 520 $\mu\text{g/g}$). Primerjava vsebnosti Ag v vseh treh rudiščih nakazuje, da se proti zahodu povečuje vsebnost Ag v galenitu, saj vsebuje litijski galenit poprečno le 39,4 $\mu\text{g/g}$ Ag (5 vzorcev), oni iz Pleš 91,75 $\mu\text{g/g}$ (4 vzorci) knapovški pa kar 195 $\mu\text{g/g}$ Ag (5 vzorcev).

Prve podatke o izotopski sestavi sulfidnega in sulfatnega žvepla iz rudišča Pleše so zbrali Drovenik M. in sodelavci (1976, 197; 1980, 31). To so vzorci barita in po dva vzorca galenita in sfalerita. Pri nobenem izmed njih ne poznamo prikamnine in le za vzorec sfalerita vemo, da je z odvala v območju revirja Dule. Kot smo pokazali se lahko javlja galenit v treh genetsko različnih vrstah rude, kar velja tudi za barit. Zato za interpretacijo podatkov ter s primerjavo z drugimi sorodnimi rudišči (Litija, Knapovže) ne kaže izgubljati časa, saj bi bili zaključki nezanesljivi.

Iz objektivnih razlogov (premalo vzorcev za serijsko obdelavo, oziroma problemov s preureditvijo aparatur na Inštitutu Jožef Stefan) leta 1981 nismo mogli izvesti predvidenih raziskav izotopov S v sulfidih in sulfatih, O v sulfatih in C v karbonatih, kar se danes kaže kot ena največjih pomanjkljivosti takratnega pristopa k reševanju genetske problematike rudišča Pleše. S preišljenim odvzemom vzorcev in z vsaj jasno opredelitvijo prikamnine bo treba v naslednjem raziskovalnem obdobju zapolniti to vrzel. Na obrobju starega dnevnega kopa s hriba Čelo (sl. 1, točka k) bi še našli kose, ki pripadajo velikim, homogenim baritnim lečam. Podatke o izotopski sestavi Pb bomo nanizali v povezavi s problematiko o starosti rudišča.

Geokemične raziskave

Z geokemičnim vzorčevanjem smo želeli zbrati podatke tako teoretskega značaja (velikost disperzne aureole okrog rudišča), kakor tudi preveriti vsebnost prvin ob nekaterih kontaktih, ki bi po konceptu, kakršnega

je zagovarjal Dozet (1999), lahko bili baritonosni. Na 10. prerezih (P) z oznakama vzorcev Pš (Pleše) in Pa (Paradišče) smo odvzeli skupno 58 geokemičnih vzorcev kamnin, ki so jih na Pb, Hg in Ba analizirali v Kemijskem inštitutu Ljubljana (analitik Hudnikova). V tem vrstnem redu med tekstom pogosto navajamo rezultate posameznih analiz. Clarkove vrednosti v glinavcih so 20; 0,4 in 580 $\mu\text{g/g}$, v peščenjakih 7; 0,03 in X0 $\mu\text{g/g}$, v karbonatnih kamninah pa 9; 0,4 in 10 $\mu\text{g/g}$ (Rösler & Lange, 1972).

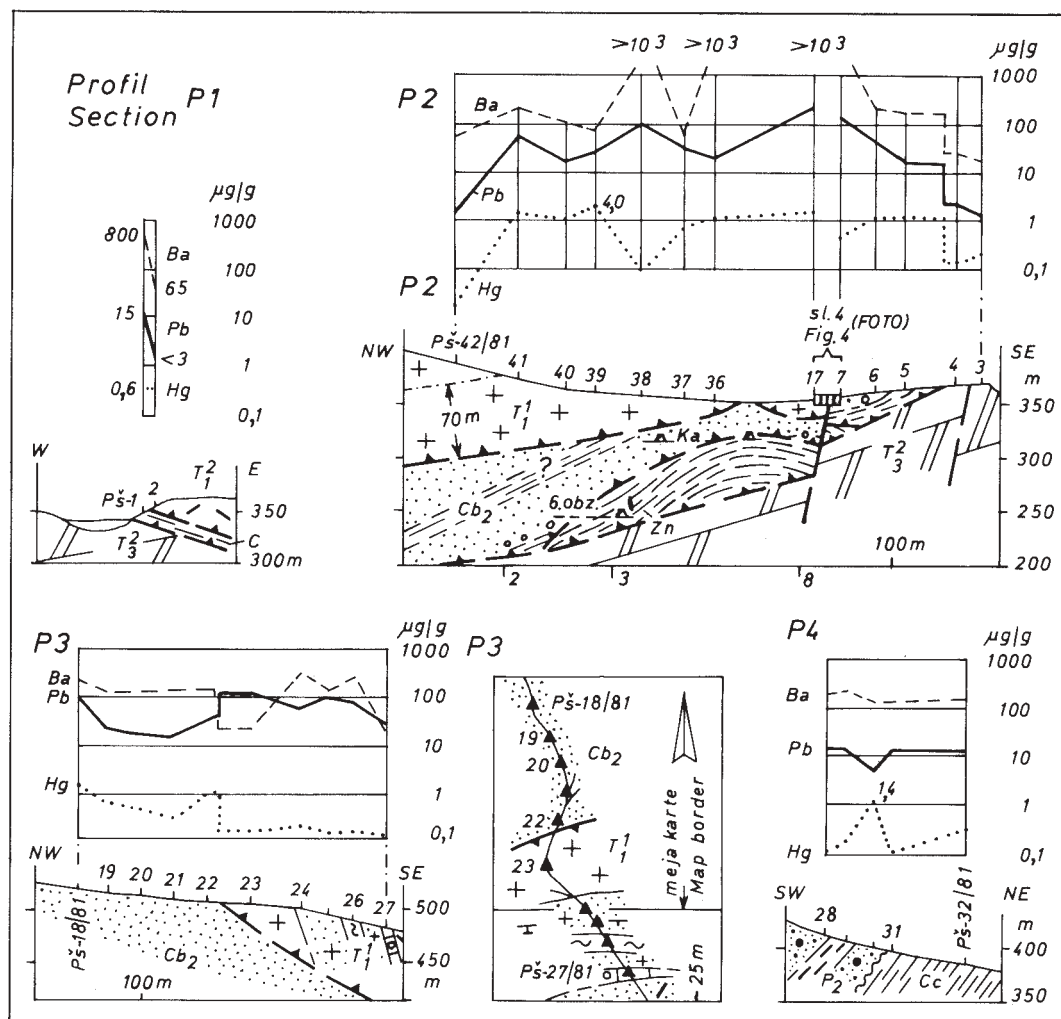
Na južnem obrobju karte se v Antonkovem dolu na neznatnem izdanku stikata karbonski glinavec in zgornjeski dolomit (sl. 1 in 5, profil P1). V glinavcu in dolomitu so nizke vsebnosti Pb, toda povišane koncentracije Ba, glede Hg pa so vsebnosti izenačene. Najbrž gre za zgornji, baritonosni del karbonskih skladov na SE podaljšku zveznice Čelo – Vrhovka.

Za določitev disperzne aureole rudišča Pleše bi bil najugodnejši profil vzdolž kolo voza na grebenu hriba Čelo. Zaradi starih dnevnih kopov in prevoza barita je območje onesnaženo, izdanki pa so zelo redki. Zato smo izbrali profil ob cesti v vas Pleše preko lepo razgaljenega in vsestransko preučena useka dalje po grapi mimo podkopa Čelo. Prerez je rahlo lomljen in dolg okrog 500 metrov, zajema zgornjetriasni dolomit iz podlage rudišča, rudonosne karbonske plasti ter seže daleč v krovino iz spodnjeskitega dolomita (sl. 1, 4 in 5, profil P2). Vse vzorce (22) smo odvzeli na izdankih v razdalji od nekaj metrov do 60 metrov, navadno pa 30 do 40 metrov.

Kot kaže prerez P2 so vsebnosti prvin v dveh vzorcih iz glavnega dolomita (Pš-3 in 4) nizke (poprečja 3,5; 0,30 in 40 $\mu\text{g/g}$), kar je za Pb in Ba na nivoju clarkovih vrednosti, glede Hg pa okrog 10 krat več.

V karbonskih kamninah (sl. 4 in 5) se vrednosti takoj povzpnejo za velikostni razred, nato pa se gibljejo pri Pb na nivoju nekaj 100 $\mu\text{g/g}$, pri Hg dosežejo nekaj $\mu\text{g/g}$, koncentracije Ba pa v večini primerov presežejo 1000 $\mu\text{g/g}$. Najvišja vsebnost Pb (1000 $\mu\text{g/g}$) je dokazana v zmečkanini znotraj prelomne cone (vzorec Pš-12), kar pa ne velja za Hg (3 $\mu\text{g/g}$); pri Ba (>1000 $\mu\text{g/g}$) o tem ne moremo soditi.

Vzorci Pš-13 do 17 (sl. 4) so že iz spodnjeskitega dolomita, toda še vedno v okviru natančno preiskanega useka ob cesti. Vseb-



Sl. 5. Geokemični profili

Fig. 5. Geochemical sections

nosti Pb so približno na istem nivoju kot v karbonskih kamninah, kar velja z izjemo vzorcev Pš-13 in 15 še za Hg in najbrž tudi za Ba, kjer je v vseh vzorcih več kot 1000 µg/g te prvine.

Z vzorcem Pš-36 (sl. 1 in 5) pričanja 225 metrov široka cona kjer so vsebnosti vseh treh prvin zelo spremenljive, se z oddaljevanjem od karbonskih plasti vztrajno znižujejo in v vzorcu Pš-42 dosežejo najnižje (<3; <0,05) – clarkove vrednosti, le pri Ba (78 µg/g) je ta vsebnost nekaj višja.

Kot lahko razberemo s prereza P2 (sl. 5) najdemo povišane koncentracije Pb in Hg v spodnjeskitem dolomitu še 70 metrov nad

rudonosnimi karbonskimi skladi, pri Ba pa znaša ta razdalja vsaj 100 metrov. K podatkom, ki jih daje ta geokemični profil, se bomo še povrnili.

Na NW obrobju naše karte so ob kolovozu na hrib Molnik lepo razgaljeni karbonski peščenjaki, zlasti pa skitske kamnine – torej stik, ki mu vseskozi namenjamo veliko pozornost. Na tem prerezu (P3), oddaljenem od Stare jame 0,5 km in dolgem okrog 270 metrov (velik del se nahaja izven območja naše karte) smo odvzeli 10 vzorcev kamnin v medsebojni razdalji 25 do 30 metrov (sl. 1 in 5).

Kot kaže geokemični profil P3 je vsebnost Pb v različnih spodnjeskitem kamninah

precej visoka, narašča proti stiku s karbonskimi skladi, doseže najvišjo vrednost v dolomitu nad naravno ploskvijo, se nato v karbonskem peščenjaku spusti na nivo clarka in na NW delu profila nakazuje anomalijo znotraj paleozojskih klastitov. Obratno se

ponaša Hg, saj so vsebnosti te prvine v skitskih plasteh nižje kot v karbonskih skladih (poprečje 0,2 proti 1 µg/g), vendar tudi Hg nakazuje spremembo kamnine ter anomalijo na severozahodu. Opozarjamo na nizko koncentracijo Ba v vzorcu Pš-23 (pod 50 µg/g) iz

Legenda k sl. 1 do 5 Explanation of figs. 1 to 5

1 kvartarne potočne in barjanske usedline; 2 pobočni grušč (kvartar); 3 siv plastnat dolomit (zg. trias); 4 svetlo siv zrnat dolomit (zg. trias – cordevolska podstopnja); 5a svetlo siv dolomit; 5b dolomitni konglomerat (sr. trias – anizična stopnja); 6 siv dolomit (sp. trias); 7 rumenkasto siv meljevec in peščenjak (sp. trias); 8 rdečkast oolitni dolomit (sp. trias); 9 rdečkast oolitni apnenec (sp. trias); 10 rdečkast glinavec in meljevec (sp. trias); 11 rumenkasto rjav meljevec in peščenjak (sp. trias); 12 rumenkasto siv do rumenkasto rjav, zrnat, ploščast dolomit (sp. trias); 13 do 16 Grödenska formacija (sr. perm); 13 rumenkasto siv kremenov peščenjak (Sk – Škofješki člen); 14 rdeč peščenjak (Za – Zalski člen); 15 rdeč glinavec in meljevec (Ho – Hobovski člen); 16 sivo zelen litični peščenjak in konglomeratični peščenjak (Br – Brebovniški člen); 17 temno siv skrilavi glinavec (karbon); 18 siv kremenov peščenjak (karbon); 19 siv kremenov konglomerat (karbon); 20 izdanki kamnin; 21 ugotovljena in domnevna geološka meja; 22 ugotovljena in domnevna erozijsko-diskordantna meja (na kartah); 23 ugotovljena in domnevna erozijsko-diskordantna meja (v profilih in stolpcu); 24 smer in vpad plasti (0°, 0–30°, 30–60°, 60–89°, 90°); 25 inverzne plasti; skrilavost; 26 močan mladoterciarni prelom z oznako relativno pogreznjenega krila; 27 narivna ploskev; 28 os sinklinale; os antiklinale; 29 geološki prerez; stik C/T₃ na različnih nivojih; 30 makrofavna; mikrofavna; 31 makroflora; 32 petrografski vzorec; 33 pelodna analiza; 34 najdišče pasnatega barita; 35 geokemični vzorec; 36 opušen dnevni kop; 37 opuščeni rovi na prerezih in kartah; 38 jašek; vpadnik; 39 odval; 40 podrobno preiskan prerez; 41a singenetsko baritno rudno telo, b projekcija tega rudnega telesa na horizontalno ravnino; 42 epigenetska baritna rudna žila; 43 epigenetska galenitna rudna žila; 44 epigenetska sfaleritna rudna žila; 45 pirit; 46 kmetija; počitniška hišica; 47 most; podvoz; 48 peskokop; lehnjak; 49 izvir; zajetje; 50 kota; 51 opuščene predelovalne naprave; 52 revir Stara jama; 53 revir Vrhovka; 54 Karolinin rov; 55 rov Celó; 56 Glavni vpadnik; 57 Kidričev vpadnik; 58 Krištofov vpadnik; 59 Kovačeva tektonska krpa; 60 Saalska tektonska faza; 61 Asturska tektonska faza; 62 epigenetsko mobilizirana rudna substanca; 63 do 71 pomembne točke; 63 narivni stik T₃/C v Karolininem rovu; 64 baritna žila v zgornjetriasnem dolomitu; 65 najdišče plošče z letnico 1729 v revirju Stara jama; 66 jalovišče – mesto odvzema vzorcev; 67 žila hematita; 68 revir Vrhovka – rov na koti 400 m; 69 revir Vrhovka – rov na koti 418m; 70 revir Dule – lokacija s pomembnimi podatki o odnosih C/T₁; 71 revir Vrhovka – baritne žile v zgornjetriasnem dolomitu; 72 železniška proga

1 Quaternary stream and moor sediments; 2 Slope scree (Quaternary); 3 Grey bedded dolomite (Upper Triassic); 4 White grey grained dolomite (Upper Triassic – Cordevolian substage); 5a White grey dolomite; 5b Dolomitic conglomerate (Middle Triassic – Anisian stage); 6 Grey dolomite (Lower Triassic); 7 Yellow grey siltstone and sandstone (Lower Triassic); 8 Reddish oolitic dolomite (Lower Triassic); 9 Reddish oolitic limestone (Lower Triassic); 10 Reddish shale and siltstone (Lower Triassic); 11 Yellow brown siltstone and sandstone (Lower Triassic); 12 Yellow grey to yellow brown grained, platy dolomite (Lower Triassic); 13 to 16 Val Gardena formation (Middle Permian); 13 Yellow grey quartz sandstone (Sk – Škofje Member); 14 Red sandstone (Za – Zala Member); 15 Red shale and mudstone (Ho – Hobovše Member); 16 Grey green lithic sandstone and conglomeratic sandstone (Br – Brebovnica Member); 17 Dark grey shale (Carboniferous); 18 Grey quartz sandstone (Carboniferous); 19 Grey quartz conglomerate (Carboniferous); 20 Rocks outcrops; 21 Proved and supposed geologic boundary; 22 Proved and supposed erosionally-discordant boundary (on maps); 23 Proved and supposed erosionally-discordant boundary (on sections and in column); 24 Strike and dip of strata (0°, 0–30°, 30–60°, 60–89°, 90°); 25 Overtuned strata; Schistosity; 26 Main late Tertiary fault with designation of downthrown block; 27 Thrust plane; 28 Axis of syncline; Axis of anticline; 29 Geological section; Contact C/T₃ in the different levels; 30 Macrofauna; Microfauna; 31 Macroflora; 32 Petrographic sample; 33 Palynomorph analysis; 34 Finding place of bedded barite; 35 Geochemical sample; 36 Open pit – abandoned; 37 Adits abandoned on sections and maps; 38 Shaft; Incline; 39 Dump; 40 Section investigated in details; 41a Syngenetic barite ore body, b Projection of this ore body on the horizontal level; 42 Epigenetic barite ore vein; 43 Epigenetic galena ore vein; 44 Epigenetic sphalerite ore vein; 45 Pyrite; 46 Farm; Weekend house; 47 Bridge; Subway; 48 Sand pit; Travertine; 49 Spring; Captured spring; 50 Elevation; 51 Separation plant abandoned; 52 Old Mine district; 53 Vrhovka district; 54 Karolina adit; 55 Celó adit; 56 The Main incline; 57 Kidrič incline; 58 Krištof incline; 59 Kovač tectonic klippe; 60 Saalian tectonic phase; 61 Asturian tectonic phase; 62 Epigenetically mobilized ore substance; 63 to 71 Important points; 63 Overthrusting contact T₃/C on the Karolina adit; 64 Barite vein in Upper Triassic dolomite; 65 Plate finding place with date 1729 in Old Mine district; 66 Dump – samples taking place; 67 Hematite vein; 68 Vrhovka district – adit on the 400m level; 69 Vrhovka district – adit on the 418m level; 70 Dule district – locality with important data about C/T₁ relation; 71 Vrhovka district – barite veins in Upper Triassic dolomite; 72 Railway line

Tabela 4. Osnovne statistične ocene ($\mu\text{g/g}$)Table 4. Basic statistics ($\mu\text{g/g}$)

Prvina Element	Št.vzorcev N	Razpon Range	Popr.vrednost Average cont.	Stand.odklon Stand.Dev.	Clark Rösler & Lange, 1972
Skitski dolomit – Scythian dolomite					
Pb	14	1,5 – 510 ¹	128,46	152,4	9
Hg	14	0,02 – 13,8 ²	2,165	3,556	0,04
Ba	14	65 – > 1000			10
Karbonski peščenjak in konglomerat – Carboniferous sandstone and conglomerate					
Pb	11	10 – 400	108,45	128,2	7
Hg	11	0,3 – 2,1	0,988	0,555	0,03
Ba	11	225 – > 1000 ³	563,18	337,00	X0
Karbonski skrjavni glinavec – Carboniferous shale					
Pb	7	10 – 190	56,0	70,80	20
Hg	7	0,16 – 4,5	1,391	1,492	0,4
Ba	7	210 – > 1000 ⁴	557,86	359,0	580

Najnižja določljiva vrednost za Pb-3 $\mu\text{g/g}$, za Hg-0,05 $\mu\text{g/g}$ in za Ba-50 $\mu\text{g/g}$.

1 Dve analizi vrednosti za Pb sta pod 3 $\mu\text{g/g}$; upoštevano 1,5 $\mu\text{g/g}$

2 Ena analizi vrednosti za Hg je pod 0,05 $\mu\text{g/g}$; upoštevano 0,02 $\mu\text{g/g}$

3 Tri analize vrednosti za Ba so nad 1000 $\mu\text{g/g}$; upoštevano 1000 $\mu\text{g/g}$

4 Dve analizi vrednosti za Ba sta nad 1000 $\mu\text{g/g}$; upoštevano 1000 $\mu\text{g/g}$

dolomita nad naravno ploskvijo. Sklenemo lahko, da stik med karbonskimi in skitskimi skladi tod ni baritonosen.

Tudi z vzorčevanjem v grapi okrog 500 m NE od Pavšarja smo želeli spoznati kakšne so vsebnosti Pb, Hg in Ba v paleozojskih kamninah daleč od orudenih blokov. Če upoštevamo še vzorec Pš-59, odvzet severno od domačije, smo tej problematiki namenili skupno 6 vzorcev (sl. 1 in 5, profil P4).

Geokemični prerez P4 kaže, da vsebnosti prvin (razen Hg v vzorcu Pš-30) niti v karbonskih niti v permjskih plasteh niso spremenljive in so kot vse kaže ozadje v teh kamninah. V dveh vzorcih rdečega peščenjaka Grödenske formacije (Pš-29 in 59) znaša poprečje za Pb 27, pri Hg 0,235 in za Ba 300 $\mu\text{g/g}$. V dveh vzorcih sivlega peščenjaka enake starosti so te vrednosti 14; 0,76 in 280 $\mu\text{g/g}$, v dveh vzorcih karbonskega skrjavlega glinavca (Pš-31 in 32) pa 15,4; 0,36 ter 245 $\mu\text{g/g}$. Vsebnosti Hg in Ba so glede na clark v peščenjakih previsoke, v skrjavih glinavcih pa so na tem nivoju.

Za orientacijo smo določili vsebnosti Pb, Hg in Ba tudi v dveh vzorcih kamnin mlajših od spodnjega triasa. Vzorec Pš-57 je iz anizičnega, Pš-58 pa iz cordevolskega dolomita; oba sta z izdankov ob cesti vas Pleše-Molnik (sl. 1, profil P5). Kemični analizi kažeta nizke – clarkove vsebnosti Pb (pod 3 $\mu\text{g/g}$), glede na clark okrog 10 krat previsoke koncentracije Hg (0,30 in 0,20 $\mu\text{g/g}$) ter rahlo povišane vsebnosti Ba (85 in 105 $\mu\text{g/g}$).

Z 8. geokemičnimi vzorci (Pš-60 do 67) smo želeli preveriti vsebnosti prvin v ka-

mninah na lokalnosti Drnovka (sl. 1). Na območju prereza P6 so koncentracije Pb zelo nizke (vse pod 3 $\mu\text{g/g}$), vsebnosti Hg se gibljejo med 0,27 do 0,70 $\mu\text{g/g}$ s poprečjem 0,45 $\mu\text{g/g}$, analize na Ba pa so pokazale od 50 do 450 (vz. 64) in celo 800 $\mu\text{g/g}$ (vz. 67); poprečje je 217 $\mu\text{g/g}$ Ba. Živo srebro spet izkazuje 10 kratno povečanje glede na clark v karbonskih kamninah litosfere.

Okrog 250 m SES od Kopača so z gozdnim kolovozom razkrili debeložrnate karbonske klastite (sl. 1, profil P7). Trije zbirni vzorci (Pa-1 do 3) so vsebovali clarkove vsebnosti Pb (12 do 18 $\mu\text{g/g}$, s poprečjem 14 $\mu\text{g/g}$), 10 krat večje koncentracije Hg od clarka (poprečje 0,43 $\mu\text{g/g}$) ter pokazali na precejšno variabilnost Ba (235 do 900 $\mu\text{g/g}$). Glede na statistično obdelavo vseh vzorcev s pleškega prostora (tabela 4), so vsebnosti Pb globoko pod poprečjem za karbonski peščenjak, glede na Hg nekaj pod njim, vsebnosti Ba pa so poprečne. Ožje območje odvzema vzorcev torej ni zanimivo, pač pa smo v kosu piritiziranega karbonskega konglomerata iz preperine južno od tam (sl. 1, vzorec Pa-4) našli visoke vsebnosti vseh treh prvin (305; 2,1 in več kot 1000 $\mu\text{g/g}$). Glede na statistično obdelavo so te vrednosti vsekakor nadpoprečne in najbrž tudi anomalne.

Ob kolovozu SWS od Strgarja je pod karbonskim glinavcem drobnožrnati konglomerat enake starosti in smo ga preiskali z vzorcem Pa-5 (profil P8). Kemična analiza zbirnega vzorca je pokazala nekoliko povečane vsebnosti vseh treh prvin (38; 0,80 in 365 $\mu\text{g/g}$).

Enaka kamnina je vkleščena ob 1. Repškem prelomu, okrog 550 m SWS od tam (sl. 1, profil P9). Analiza vzorca Pa-6 je pokazala, da je glede na clark, precej, z ozirom na lokalno ozadje pa rahlo povečano vsebnost Pb (130 µg/g); koncentracije ostalih prvin so na nivoju poprečja za preiskano območje (0,94 in 325 µg/g).

Kot v Antonkovem dolu (P1), se tudi na SE obrobju naše karte ob narivni ploskvi stikata karbonski skrilavi glinavec in skitski dolomit. Vzorca Pa-7 in 8 sta zbirna iz več izdankov ob kolovozu (sl. 1, profil 10). Kemični analizi kažeta, da je glede na statistično obdelavo vsebnost Pb v glinavcu (Pa-7) kakor tudi v triasnem dolomitu (Pa-8) nizka (10 in 15 µg/g) oziroma na nivoju clarka, koncentracije Hg in Ba pa poprečne, toda višje v karbonskih kamninah (0,63 in 315 µg/g) kot v dolomitu (0,20 in pod 50 µg/g).

Domnevamo, da so vse navedene vsebnosti Hg v okviru našega vzorčevanja za razred previsoke, oziroma da gre za standardno napako pri določanju koncentracij te prvine.

Za računalniško obdelavo, ki jo je izvedel Bidovec (v poročilu Mlakar, 1981a), je bilo iz starostno in litološko enakih kamnin z izdankov na razpolago majhno število vzorcev. Statistični parametri prikazani na tabeli 4 zato lahko služijo le kot groba orientacija.

Kot geokemično vzorčevanje lahko obravnavamo tudi podatke, ki jih je zbral Dozet (1999) na tabelah 2a in 2b, vendar jih ni iz vrednotil. Starost kamnin oziroma pri kamnin v vzorcih dolomita z baritom je sicer znana, ne poznamo pa lege vseh 17 preiskanih vzorcev (pretežno dolomita) v prostoru in s tem oddaljenosti od rudišča.

Vsi preiskani vzorci izkazujejo znatno višje vsebnosti Cd od clarkove vrednosti (Rösler & Lange, 1972), kar velja – razen enega vzorca tudi za Pb. Nasprotno pa so količine Sr v preiskanih vzorcih, zlasti one v dolomitu, znatno nižje od clarkove vrednosti (610 µg/g). Pri ostalih slednih prvinah (Ni, Cu in Zn) vsaj polovica vzorcev izkazuje višje vsebnosti od clarkovih. Povišane koncentracije slednih prvin povezujemo s prisotnostjo disperzne aureole okrog rudišča, ali višjega ozadja znotraj metalogenetskega pasu Posavskih gub.

Do zanimivih ugotovitev pridemo, če upoštevamo samo skitske kamnine in sicer 3 vzorce označene kot dolomit z baritom in 6

različkov dolomita brez barita ter skupini primerjamo med seboj. Koncentracije Ni in Cd v vzorcih dolomita z baritom ali brez njega so skoraj enake (poprečja 24 in 23,8 µg/g Ni ter 11 oziroma 10,9 µg/g Cd). V vzorcih dolomita z baritom znaša poprečje Cu 14,6 µg/g, v onih brez njega pa 8,8 µg/g; gre za 1,6 kratno obogatitev v prvi skupini vzorcev. Kar 6 krat višje so vsebnosti Sr v dolomitih z baritom (poprečje 107 µg/g) kot v dolomitih brez njega (poprečje 17,8 µg/g). Pri Pb je ta razlika 10 kratna, pri Zn pa celo 10,7 kratna (poprečja 377 oz. 37,4 µg/g za Pb ter 171,2 oz. 16 µg/g Zn). Te obogatitve povezujemo, kot bomo pokazali, z epigenetsko mobilizacijo rudne substance.

Dosedanji pogledi na nastanek in starost orudjenja

Obstoji več razlag o nastanku rudišča Pleše in mnenj o starosti rudonosnega procesa. V literaturi raztresene podatke smo zbrali na enem mestu (Mlakar, 1981a); na nekatere izmed njih je opozoril Dozet (1985, 1999).

O nastanku orudjenja v revirju Stara jama so mnenja raziskovalcev nedeljena. To je hidrotermalno, polimetalno in polimineralno, srednjetermaturno rudišče z lepo izraženo vertikalno zonalnostjo. Rudišče podobno litijskemu je brez vidne zveze z magmatskimi kamninami (Sedlar et al., 1948; Sedlar, 1950; Zorc, 1952; Berce, 1955; Fabjančič, 1966).

Nasprotno pa so mnenja o nastanku baritnega orudjenja na stiku karbonskih kamnin in triasnega dolomita v revirjih Čelo, Dule in Vrhovka med seboj zelo razhajajo. Berce (1955) je prvi opozoril na te probleme. Višjetemperaturni minerali so se izločili iz raztopine že v karbonskih kamninah, nižjetemperaturni pa so prodrli do stika s triasnim dolomitom. Raziskovalec je dopustil tudi možnost, da pri izvoru barita ne gre za normalni hidrotermalni proces. Velike baritne leče bi lahko nastale z izluževanjem prvotnega nahajališča in ponovnega odlaganja rudne substance na stiku karbonskih skladov in triasnega dolomita.

Žebre (1955) je menil, da se je barit izločal iz hidrotermalnih raztopin blizu površine na stiku s triasnimi kamninami in v njih samih. Za razliko od litijskega je rudišče

Pleše hidrotermalno-metasomatskega nastanka, saj ne prevladujejo rudne žile temveč konkordantna rudna telesa v karbonskem peščenjaku.

Pleše je Jeremić (1959a, 243, 244) uvrstil med sekundarna hidrotermalna rudišča barita nastala iz primarnih, pri čemer je bila mineralna substanca kemijsko in mehansko preložena. Prvotno rudišče paleozojske starosti je bilo tektonsko deformirano in rudna telesa so prišla v nenormalni stik s triasnimi usedlinami. Alkalne raztopine so raztapljale barit in ga odlagale na stiku v obliki leč, kakor tudi v samem dolomitu. Prvotna baritna rudna telesa se javljajo le v karbonskih plasteh in nastopajo v žilni obliki z manjšo ali večjo primesjo sulfidov, za baritna rudna telesa drugotnega nastanka pa je značilna skoraj popolna odsotnost le teh.

Fabjančič (1966) je menil, da so rudonosne raztopine sledile dinarsko usmerjenim prelomom in našle najboljše pogoje za odlaganje rudne substance na mestih, kjer so naletele na karbonatne kamnine, torej na stiku triasnega dolomita in mladopaleozojskih usedlin. Buser (1974) je poudaril, da nastopa barit kot leče in žile na stiku med permokarbonskimi klastiti in na njih transgresivno odloženimi skitskimi dolomiti.

Drovenik M. in sodelavci (1980, 27) so opozorili, da so Pleše edini primer Pb-Zn nahajališča v permokarbonskih skladih Posavskih gub, kjer so orudene tudi krovinske triasne plasti. Vsa rudišča na tem prostoru so povezana z isto magmatsko aktivnostjo in so nastala v zelo podobnih pogojih.

Dozet (1999) je zagovarjal prisotnost Pleške baritonosne formacije skitske starosti; barit je sedimentnega nastanka.

Podobno kot razlage o nastanku rudišča se razhajajo tudi mnenja o starosti rudonosnih procesov, saj so jo raziskovalci ocenjevali v širokem časovnem razponu od mlajšega paleozoika do terciarja.

Berce (1963, 7) je zapisal, da so rudišča v Posavskih gubah verjetno mladopaleozojske starosti in genetsko vezana na sideritno formacijo iz zgornjekarbonskega obdobja. Temu mnenju se je pridružil tudi Štručl (1965), upoštevajoč izotopsko sestavo svinca. Janković (1974) je ugotovil, da so rudišča na tem prostoru iz hercinskega metalogenetskega obdobja. Po mnenju Drovenika M. in sodelavcev (1980, 32) pripadajo Pb-Zn

rudišča v Posavskih gubah najverjetneje metalogenetski dobi mlajšega paleozoika, oziroma so nastala že pred odložitvijo gródenških skladov v povezavi z magmatizmom, ki je dal v Vzhodnih Alpah kremenov porfir in keratofir.

Fabjančič (1966, 522) je zagovarjal stališče, da gre za mladopaleozojsko in delno spodnjetriasno starost rudonosnih procesov; hidrotermalne raztopine so deloma nadomestile triasne karbonatne kamnine. Dozet (1985, 1999) se v prvem prispevku o starosti orudjenja ni opredelil, v drugem pa je zagovarjal prisotnost Pleške baritonosne formacije oziroma skitsko starost mineralizacije.

Srednjetriasno starost je pripisal rudišču Grafenauer (1963, 1965, 1969), Buser (1974, 42, 44, 48) pa je menil, da je nastanek rudišča Pleše verjetno vezan na spodnjeladinski oziroma ladinijsko-karnijski vulkanizem. Duhovnik (1956) je izvor rudišča Pleše videl v povezavi z drugo tektonsko fazo (zgornji karbon – zgornji trias).

Za terciarno starost rudonosnih procesov so se opredelili Hinterlechner (1918), Tornquist (1929), Sedlar s sodelavci (1948), Sedlar (1950), Berce (1955) in Cissarz (1956).

Kompromisno rešitev je ponudil Jeremić (1959a). Hidrotermalna rudišča posavskega paleozoika so sicer zgornjepaleozojske starosti, pri sekundarnih procesih nastala – dinarsko usmerjena baritna telesa pa so iz terciarnih orogenetskih faz in sicer iz paleogena.

Razprava in sklepi

Nanizani podatki kažejo, da bi bilo reševanje genetske in starostne problematike rudišča Pleše zahtevno opravilo tudi v primeru, če bi bila dostopna vsa rudarska dela. Ključ za rešitev teh problemov je glavna baritna leča (oziroma leči) in v odgovoru na vprašanje o odnosu le te do prikamnine.

Projekciji velikih homogenih baritnih teles iz revirja Čelo na površino (sl. 1), zlasti pa geološki prerez 2 (sl. 2) dopuščajo na prvi pogled štiri možnosti. Baritni telesi bi se lahko javljali v karbonskih plasteh, v skitskem dolomitu, na samem kontaktu, ali pa sta tujek (tektonska odstružka) na stiku paleozojskih in triasnih skladov.

Podatek o nekaj metrov debeli skoraj neprekinjeni plasti črne karbonskega skri-

lavega glinavca v podlagi baritne leče (Pirc, 1946; Sedlar et al., 1948; Sedlar, 1950; Zorc, 1952; Berce, 1955; Žebre, 1955) ter izredno pomembna informacija, da je v zgornjem delu baritne leče karbonski peščenjak tudi v njeni krovni (Berce, 1955, 7), kažeta na tesno povezanost rudnega telesa s karbonskimi skladi. Baritni leči ter karbonske plasti imajo iste stratimetrijske elemente ($60/40^{\circ}-45^{\circ}$), zato lahko govorimo o konkordantni legi obeh rudnih teles znotraj paleozojske skladovnice kamnin (stratigrafski stolpec na 1. sliki, sl. 2, prereza 2 in 3).

Po mnenju Dozeta (1999, 61; sl. 2, 3 in 4) je bazalna baritna slojna leča v konkordantem odnosu z zgoraj ležečim spodnjetrojtriasnim dolomitom. Toda naša natančna površinska geološka karta (sl. 1) in prerezi (sl. 2) govore nedvoumno, da nalegajo spodnje in celo zgornjeskitske plasti na rudonosne paleozojske sklade s konkordantno vloženo baritno lečo pod topim kotom. To potrjuje tudi Bercetova jamska geološka karta z nivoja 380 metrov (sl. 3a, revir Dule rov 6). Če upoštevamo še podatek o tektonsko močno pretrtim dolomitu nad baritno lečo (Sedlar, 1950) ter že navedene podrobnosti o rdeči glini v njeni krovni, so predstave o prisotnosti nekega bazalnega spodnjetrojtriasnega dolomitnega horizonta in z njim tesno povezano baritno mineralizacijo (Dozet, 1999, sl. 2 do 4) nesprejemljive.

Konkordantno lego baritnega rudnega telesa lahko v našem primeru povežemo z metasomatskimi procesi oziroma nadomeščanjem kamnine v enem izmed horizontov karbonskih klastitov, ali pa privzamemo sedimentni – singenetski način njegovega izvora.

Misel, da je nastal barit poleg onega žilnega v Stari jami drugod lahko kot baritna

usedlina je v zvezi s preučevanjem pasnatega barita (vzorec Pl-17/80) prvi izrazil Drogenik M. (1980, 9). V nobenem izmed petih kosov z Vrhovke raziskovalec namreč ni našel korodiranih karbonatnih zrn ali večjih karbonatnih polj. Metasomatski procesi nikoli niso tako popolni, da ruda ne bi vsebovala korodiranih vključkov prvotne kamnine je poudaril Drogenik. Tudi iz velikih homogenih baritnih leč revirja Čelo (te so po našem mnenju ekvivalent pasnatega barita z Vrhovke) raziskovalci ne poročajo o nenačasnih delih – reliktnih peščenjaka, zato lahko privzamemo razlago o baritni usedlini tudi za vsako izmed njih.

Žal nimamo masnospektrometričnih analiz stabilnih izotopov δO^{18} in δS^{34} barita iz različnih vrst rude, ki bi tako predpostavko potrdile, vemo le, da vzorec PŠ- 50 iz glavne baritne leče v primerjavi z drugimi bariti izstopa po višji vsebnosti Co (11 $\mu g/g$, tabela 3).

V obsežni literaturi o hrvaških, bosanskih in črnogorskih baritnih nahajališčih (Čičić, 1957; Jurković, 1959; Jeremić, 1959a, b; 1961) najdemo vrsto podatkov o kriterijih na podlagi katerih lahko ločimo baritna telesa epigenetskega in singenetskega nastanka.

Raziskovalci poročajo o singenetskih baritnih telesih z do 20 cm debelimi vložki roženca, ki so nastali z istočasnim odlaganjem barita in kremenice. Zaradi drugačnih pogojev nastanka je vsebnost Sr v sedimentnih baritih okrog 3 krat manjša kot v baritu epigenetskega izvora. Zanimiv je tudi podatek, da dajejo posamezni vzorci sedimentnega barita pod udarcem s klavdom duh po H_2S kar kaže, da vsebuje barit bituminozno substanco in svobodni plin. Taki bariti so gosti, težki in temnejši ter sestojijo iz paliča-

Tabela 5. Vzorci preiskani na izotope Pb
Table 5. Mass spectrometrically investigated samples (Pb)

Vzorec Sample	Način nastopanja Pb Mode of Pb appearance	
Pl - 19/80	Zrna galenita ob žili barita v skitskem dolomitu Galena grains along barite vein in Scythian dolomite	Odval (sl. 1, točka g) Dump (Fig. 1, point g)
PŠ - 44a/81	Zrna galenita ob žili barita v spodnjetrojtriasnem dolomitu Galena grains along barite vein in Lower Scythian dolomite	Profil P2 ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4) Geochemical section P2 (Fig.1 and 4)
PŠ - 56/81	Žila galenita v karbonskem peščenjaku Galena vein in Carboniferous sandstone	Odval (sl. 1, točka g) Dump (Fig. 1, point g)

Tabela 6. Vrednosti razmerja izotopov svinca 206, 207 in 208 glede na izotop 204 in izotopsko razmerje 206/207 v galenitu (Dolenec, 1981)

Table 6. Relation values of Pb isotops 206, 207 and 208 regarding to isotope 204 and isotopic relations 206/207 in galena (after Dolenec, 1981)

Vzorec Sample	Starost prikamenine Host rock age	206/204	207/204	208/204	206/207
Pl-19/80	T ₁	18,22	15,60	38,58	1,168
PŠ-44a	T ₁	18,14	15,61	38,62	1,169
PŠ-56/81	C	18,28	15,69	38,70	1,165

stih zrn, ki oblikujejo snopaste, zvezdaste ali pahljačaste agregate. V združbi mineralov sedimentnih baritnih rudišč najdemo take z oblikami značilnimi za kristalizacijo iz stanja gela (meljnikovit-pirit) ter orudene bakterije. Opozorimo naj še, da je za obarjanje BaSO₄ potreben visok oksidacijski potencial in prisotnost 6 valentnega jona žvepla.

Iz revirjev Čelo, Dule in Vrhovka poznavalci razmer sicer ne poročajo o roženčevih polah (oziroma vložkih karbonatnih kamnin ali klastitov), vendar je prisotnost rdečkastega roženca na drugotnem mestu dokazana na Vrhovki (vzorec Pl-15/80); podatka o baritnih vključkih v njem nimamo. Za sedimentni način nastanka homogenih baritnih leč govore še temni, skoraj črni različki barita ter limonitizirane piritne »orudene bakterije«, iz kosov pasnate baritne rude na Vrhovki (vzorec Pl-17/80), kar je dokazal Drovenik M. (1980, 8).

Sam nastanek singenetskih baritnih rud v jugoslovanskih rudiščih paleozojske in triasne starosti sta Jurković (1959, 88) ter Jeremić (1961, 153) obrazložila takole. Vroči plini in pare iz solfatar s submarinsko ekshalacijo ali iz podmorskih termalnih vrelov so prihajali v hladno morsko vodo, ki kot močan kondenzator naglo odvzame toploto plinom, param in termam. Iz preprostih in mešanih gelov, ki absorbirajo določene količine plinov, glinene substance in bitumna, se hitro izločijo usedline. Geli barita, kakor tudi piritita itd. so v vodi netopni, kar doprinese k njihovi stabilnosti v morski vodi. Rudna substanca se je odlagala tudi v obliki paličastih agregatov, ki med seboj zavzamejo različno lego, v vmesnih prostorih pa se nakopiči bituminozna substanca in daje sivo do temno sivo barvo tej rudni usedlini.

Prvotni kriptot do mikrokristalni barit preide v naslednjem stadiju preobrazbe v

drobnozrnati barit, na mestih z nižjo temperaturo in pritiskom pa nastaja debelozrnati barit; nagla prekrystalizacija gelov privede do paličastih in ploščastih kristalov barita. Tekom diagenoze prvotnih baritnih usedlin se neprestano odvija samoočiščevanje onesnaženih gelov. Barit prehaja iz temno sivega, gostega v bolj debelo kristaliziran beli – čisti barit, kakršen je normalni, hidrotermalni žilni barit.

Pri preučevanju pasnatega barita z Vrhovke (vzorec Pl-17/80) je Drovenik M. (1980) opozoril, da prehajajo zrna barita s paličastimi preseki v drobnozrnati barit. To je razpad prvotno večjih baritnih zrn (1 do 5 mm) v manjša zrna (10 do 40 µm); ta grade pretežni del petih zbruskov. Sprememba velikosti zrn naj bi bila povezana s tektoniko, saj so večja zrna pogosto nagubana in deformirana. Sam proces je raziskovalec označil kot degradacijsko rekristalizacijo. Prav zaradi dinamometamorfizma je po podatkih Jeremića (1959a) tudi v bosanskih hidrotermalnih rudiščih barit prekrystalil v drobnozrnati baritni agregat; nastala je uskriljena baritna substanca.

Svoje predstave o prisotnosti singenetske baritne rude v Plešah je gradil Dozet (1999, sl. 2 do 4) predvsem na predpostavki, da so to konkordantna rudna telesa znotraj spodnjekitskih skladov na stiku s paleozojskimi kamninami ter na primerjavi s podobnimi rudišči s širšega prostora (Gorski Kotar). Toda tam so problematične celo tektonske razmere in starost kamnin, zato pogledimo kaj kaže primerjava s komaj 18 km oddaljenim litijskim rudiščem.

Na prerezih 5a in 5b (sl. 2) smo pokazali razmere v obdobju nastajanja obeh rudišč ter shematsko tudi današnje okoliščine. Podobnosti ni mogoče spregledati, čeprav prevladujejo v spodnjem delu litijskega rudišča diskordantne – epigenetske Pb, Zn rudne žile (Mlakar, 1993), v rudišču Pleše pa taka

konkordantna – epigenetska rudna telesa. Vertikalna zonalnost je v Pleškem rudišču nekaj bolj izražena. V zgornjem delu obeh rudišč, ki se nahajata v klastitih karbonske superpozicijske podenote Cb₂, najdemo velika konkordantna baritna telesa z veliko površino, toda z debelino le nekaj metrov. V litijskem rudišču je to rudna plast Alma (pretežno iz barita), v Plešah pa veliki homogeni baritni leči v revirju Čelo in kot predpostavljamo – raztrgano rudno telo na Vrhovki.

Medtem ko govore vsi razlogi za singenetski način nastanka omenjenih baritnih teles v pleškem rudišču, je taka opredelitev izvora rudnega telesa Alma v Litiji še nekoliko sporna. Opozarjamo na prisotnost drsnih struktur, nastalih zaradi polzenja nekonsolidiranega rudnega materiala, na drugi strani pa na normalno vertikalno zonalnost znotraj rudnega telesa Alma, kar govori za metasomatski način nastanka (Mlakar, 1993, 322, 327). Klub temu se vsiljuje razlaga, da gre v obeh primerih (sem lahko prištejemo tudi srednjetriasno rudišče Idrija) za isti vzorec – to je epigenetsko orudenje v spodnjih in »ekran« iz singenetskih rud v zgornjih delih rudišč kot produkt istega rudonosnega procesa v sorazmerno kratkem obdobju.

Prisotnost »Tornquistovega preloma« (TP) v Litiji in narivne ploskve med baritonosno skladovnico karbonskih klastitov ter skrila-vim glinavcem v Plešah (sl. 2, prerez 5b) je druga nenavadna podobnost med rudiščema. Značaj teh deformacij je vsaj v Litiji še nekoliko sporen (Mlakar, 1994/95, 361). Omeniti moramo še prisotnost hematita v obeh rudiščih.

Paleozojsko starost pleškega rudišča smo doslej utemeljevali le na podlagi splošnih geoloških podatkov, zato si poglejmo, kaj kažejo laboratorijske preiskave opravljene v okviru naših letnih poročil (Mlakar, 1980, 1981a).

Dolenec (1980, 1981) je raziskal izotopsko sestavo Pb v treh vzorcih galenita (tabela 5).

Prva dva vzorca pripadata torej skitskim plastem iz najvišjih nivojev rudišča, tretji pa je iz karbonskih kamnin srednjega ali spodnjega dela Stare jame ali iz revirja Vrhovka. Prostorsko je točno opredeljen le drugi vzorec. Rezultate raziskave kaže tabela 6.

Dolenec (1981) je poudaril, da moramo zaradi majhnega števila vzorcev obravnavati

ti rezultate kot predhodno informacijo ter zapisal naslednje. Izotopska razmerja svinca v galenitu iz spodnjeskitskih in karbonskih skladov se med seboj bistveno ne razlikujejo; razlike so v okviru eksperimentalne napake. Modelna starost svinca iz Pleš, določena po Holmes-Houtermansovem modelu znaša v popreču 345 milijonov let in se skorajda ne razlikuje od poprečne modelne starosti določene na podlagi razmerja 206/207 po Russell-Farquhar-Cummingovem modelu (337 milijonov let). Če upoštevamo še napako določitve, ki znaša približno ± 50 milijonov let, vsebuje galenit iz Pleš najverjetneje svinec karbonske starosti. Ta svinec je bil kasneje najbrž mobiliziran tudi v spodnjeskitski dolomit je sklenil svoja razmišljanja Dolenec (1981).

Rezultati izotopske raziskave svinca se z našimi doslej nanizanimi ugotovitvami lepo ujemajo in jih potrjujejo. Ker se pri remobilizaciji brez dotoka radiogenega svinca modelna starost Pb ne izpremeni, rezultati Dolenčevih raziskav ne govore niti proti premeščanju rudne substance v terciarju. Če privzamemo ugotovljeno poprečno modelno starost svinca 341 milijonov let kot točno, naj bi galenitno orudenje v Plešah nastalo v spodnjem karbonu v povezavi z Bretonsko tektonsko fazo. Z upoštevanjem največje možne pozitivne napake (391 milijonov let) zdrzne nastanek rudišča celo v spodnji devon, kar je še manj sprejemljivo. Pri največji možni negativni napaki (291 milijonov let) pa pade nastanek rudišča nekako na mejo med westphalijem in stephanijem, oziroma v Astursko tektonsko fazo, kar se nam zdi glede na podatke iz drugih sorodnih rudišč v Posavskih gubah (Mlakar, 1985/86, 1993, 2003, Mlakar et al., 1992) najbolj verjetno.

Zelo zanimive podatke v zvezi s problematiko določanja starosti rudišč (paleozoik ali trias) sta na primerih znotraj ozemlja nekdanje Jugoslavije nanizala Jurkovič in Palinkaš (2002). Paleozojska in triasna rudišča se po mnenju teh raziskovalcev močno razlikujejo že glede mineralnih paragenez. V primerjavi s triasnimi rudišči vsebujejo paleozojska srebronosni galenit, prisotne pa so tudi prvine kot Sn, W, Mo, Li, B in F vsebujoči minerali. Razlike so očitne tudi glede poprečnih vrednosti izotopske sestave (δS^{34}) sulfatnega žvepla v baritih hidrotermalnega nastanka, kar valja še za vsebnosti SrSO₄. Tudi analize tekočinskih vključkov v rudi in

mineralih (npr. kremen, barit, cinabarit) dajejo prepričljive podatke za razlikovanje rudišč paleozojske in triasne starosti (Jurković & Palinkaš, 2002).

Splošni geološki podatki, izotopske raziskave Pb, srebrnosnost galenita ter vsebnosti Mo in Sn v njem (tabela 3), govore za paleozojsko starost epigenetskega Pb, Zn, Ba orudenja v Stari jami in revirju Vrhovka. Ostale navedene parametre bo treba še določiti in pri odvzemu vzorcev paziti zlasti na prikamnino (karbonski klastiti oz. spodnjetriasni dolomit ali apnenec).

Pred sintezo moramo odgovoriti še na vprašanje o nastanku in starosti baritnega orudenja v skitskem dolomitu.

Kot smo omenili, sta o možnosti premeščanja baritne substance v rudišču Pleše razmišljala že Berce (1955) in Jeremić (1959a), vendar je pojem mobilizacija barita, – v smislu kakršnega bomo zagovarjali v naslednjih odstavkih, precej mlajši (Drovenik M. et al., 1980, 32). Na drugem mestu je Drovenik M. (1980) poudaril, da je barit v karbonatni kamnini tam nastal pretežno pri metasomatskih procesih, vendar je delno kristaliziral tudi v njenih porah.

Diagenetskim spremembam v spodnjskitskem dolomitu, kot morski litoralni usedlini in samem procesu orudenja z baritom v njem, je Skaberne (1982) namenil precej pozornosti. Podatki se nanašajo na območje profila P2 ob cesti v vas Pleše (sl. 1 in 4). Osnovne ugotovitve so naslednje. V zgodnji diagenezi je prišlo do rekristalizacije dolo-mikrita; nastala sta mikrodolospirit in psevdodolospirit. Barit je najprej in tudi intenzivneje nadomeščal debelejezrnati psevdodolospirit, nato pa tudi mikrodolospirit. Nastala so večja in manjša baritna gnezda usmerjena z dolgo osjo vzporedno z laminacijo v dolomitu. Nekateri znaki kažejo, da so baritne žilice mlajše od gnezd. Po nastanku baritnih gnezd se je iz raztopin izločal ortodolospirit, ki deloma nadomešča barit v gnezdih. Ortodolospiritu je sledil kalcit, ki nastopa bodisi v žilicah, deloma pa nadomešča dolomit. Kalcitu je sledila nova generacija ortodolosparita.

Barit druge generacije (druga tektonska faza) nastopa v žilicah in ima številne drobne vključke dolomita in včasih tudi kalcita. S tretjo tektonsko fazo je povezana močna okremenitev; kremen nadomešča dolomit, kalcit in barit (Skaberne, 1982).

Dejstvo, da najdemo v dolomitu baritno orudenje z nekaj sulfidnimi minerali samo na mestih, kjer se ta kamnina stika z orudenimi karbonskimi skladi tako izstopa, da ga niso mogli spregledati niti starejši raziskovalci (Jeremić, 1959a, 236; Berce, 1963, 6; Drovenik M. et al. 1980, 32). Pri dokazani paleozojski starosti epigenetskega Pb, Zn, Ba orudenja v Stari jami in v revirju Vrhovka ter ob trditvi o narivnem značaju stika med karbonskimi in skitskimi plastmi, kar smo dokazovali v prejšnjih poglavjih, smo se obenem opredelili tudi o izvoru in starosti orudenja v triasnih kamninah. Orudenje je lahko nastalo samo z mobilizacijo rudne substance iz že zdavnaj orudenih karbonskih skladov in sicer v terciarju in to v samem obdobju, kakor tudi po končanem narivanju skitskih plasti preko karbonske podlage. To so deformacije v okviru narivanja Južnih Alp na Zunanje Dinaride. Te je postavil Premru (1974, 268; 1980, 253) v Rodansko fazo med miocenom in pliocenom.

Bolj kot starost, se nam zdi problematičen način premeščanja rudne substance. Na podoben problem je naletel Jurković (1959) pri razlagi nastanka baritnih rudišč v Gorskem Kotarju. Interstratificirane baritne plasti debele 1 do 2 metra se pojavljajo tam v paleozojskih plasteh, v karnijskih kamninah in glavnem dolomitu stične cone pa so gnezda in žilni spleti barita. Če zanemarimo razliko v starosti krovninskih skladov, so to enake okoliščine kot v rudišču Pleše.

Po mnenju Jurkovića (1959, 87) je v epigenetski fazi pri povišanem pritisku in temperaturi ter s »staranjem« prvotna baritna usedlina z gelsko strukturo delno ali popolno dehidratizirala, devitrificirala, prekristalila in se »očistila«. Ti procesi so verjetno pričeli že tekom sedimentacije. Z dehidratizacijo baritnih usedlin nastanejo tudi »sekundarne hidrotermalne raztopine«, ki delno prenašajo barit in pirit v sisteme razpok v devitrificirajočem gelu, kakor tudi neposredno v krovnino iz karnijskih in noriških plasti, kjer pogojujejo nastanek metasomatskih procesov. Tako so nastale sekundarne hidrotermalne žilice in gnezda barita s piritom v prvotnih rudnih telesih ter baritni pojavi v karnijskih plasteh in glavnem dolomitu.

Način premeščanja rudne substance kakršnega je predvidel Jurković (1959) skoraj povsem ustreza razmeram v Plešah, saj tod ne poznamo terciarne hidrotermalne de-

javnosti. Sledi logičen sklep, da je skitski dolomit oruden povsem naključno, kar bi pri ugodni legi in sestavi doletelo tudi kate-rikoli drug triasni ali celo mlajši litostrati-grafski horizont, torej tudi glavni dolomit.

Teoretsko zelo zanimiv problem, o mož-nosti baritnega orudenja v tem dolomitu (nanj nalegajo ob narivni ploskvi baritna ru-dna telesa vsaj na Vrhovki) je izstopil šele v sklepni fazi obdelave podatkov o rudišču Pleše (Mlakar, 1981a), zato te predpostav-ke ni bilo več mogoče preveriti na terenu. V zvezi s to problematiko naj navedemo nekaj zanimivih opažanj.

Po podatkih naše geološke karte (sl. 1), je vhod rova na koti 400 metrov (Vrhovka, toč-ka n) v glavnem dolomitu. Na Bercetovi karti tega nivoja je tam vrisan triasni dolo-mit z impregnacijami barita (sl. 3b, točka q). Podobne razmere so na nivoju 416 metrov SW od tam (Mlakar, 1981a, sl. 7). Tudi izdanek barita vzhodno od Lampiča (sl. 1, točka b), ki ga omenjajo v starejši literaturi (Sedlar et al., 1948, 49; Sedlar, 1950), pade brez dvoma v območje iz glavnega do-lomita. To je baritna žila s smerjo 335°. Ome-njene nizke vsebnosti prvin v vzorcih Pš-3 in 4 na prerezu P2 (sl. 5) niso dakaz proti naši predpostavki, saj tod sulfidno ali sulfatno rudno telo ne nalega na zgornjetrisni dolo-mit.

Po primerjavi z rudišči na širšem prostoru, predvsem onimi v Gorskem Kotarju, je Dozet (1999, 63) postavil model, ki naj bi veljal tudi za nastanek pleškega rudišča. To-da v njem so prvine, ki jih v rudišču Pleše sploh ne poznamo (npr. hematitsko-baritna ali limonitno-baritna skorja, prisotnost fa-ciesa plimskih ravnin ter kopna v srednjem in zgornjem permu, spodnjetriasna transgre-sija).

Model veljaven za litijsko rudišče (Mla-kar, 1993, 330) lahko z nekaj dopolnitvami uporabimo tudi za razlago nastanka pleške-ga rudišča. Gre za dogajanja nekje na se-vernem obrobju Afriške plošče. Asturska tektonska faza (ATF) je prekinila odlaganje klastitov karbonske superpozicijske pode-note Cb₂ kot najmlajšega člena v okviru regresijskega-progradacijskega niza usedlin (stratigrafski stolpec na 1. sl., sl. 2 – prerez 5a). V nestabilnem obdobju inverzije tek-tonskega režima je ob prevladujočem raz-piranju podlaga razpokala. Morda so to strukture povezane z nastankom tektonskih

jarkov in pragov, ali pa spremljajoče raz-poke enega izmed močnih (transformnih) prelomov, katerih lego v prostoru ne po-znamo.

Zaživela je hidrotermalna dejavnost, ki je pričela s sideritizacijo kamnin. V večji glo-bini so se znotraj debelozrnatih klastitov karbonske superpozicijske podenote Cb₂ v subhorizontalni legi (stratigrafski stolpec na 1. sliki; sl. 2 – prerez 5a) pretežno pri meta-somatskih procesih izločali višjetemperaturni minerali kot sfalerit, pa tudi srebronosni galenit. Lego rudnih teles v prostoru kon-trolirajo presečišča sistemov razpok z ekran-skimi strukturami (vložki skrilavega glinav-ca), ki obenem opredeljujejo konkordantno obliko metasomatskih rudnih teles. Še višje so se v odprtih razpokah predvsem kompe-tentnih karbonskih klastitov iz hidrotermal-nih raztopin izločali nižjetemperaturni mi-nerali. Nastajale so diskordantne rudne žile in žilice monomineralne (barit oz. galenit) ali polimineralne sestave.

V sklepni fazi istega rudonosnega procesa je v sedimentacijski bazen – verjetno laguno ločeno od odprtega morja s pragom, prihajal barij. Brez dvoma so bile to po sestavi zelo izdiferencirane hidrotermalne raztopine v nižjetemperaturnem območju, sam način transporta pa puščamo odprt.

Za nastanek primarnih gelskih struktur baritnih ležišč Gorskega Kotarja je Jurko-vič (1962) dopustil dve razlagi. Te so pro-dukt zelo koncentriranih hidrotermalnih ko-loidnih raztopin iz katerih so se naglo izločali barit in Fe sulfidi, ali pa kemične usedline (submarinski tip ležišča) nastale z naglim izločanjem iz hidrotermalnih razto-pin ali plinskih ekshalacij v mrzli morski vodi. Na en ali drug način sta v Plešah v mlajšem paleozoiku nastali veliki homogeni baritni leči v revirju Čelo ter kasneje raztr-gano baritno telo na Vrhovki.

Glede diagenetskih in epigenetskih spre-memb v baritnih telesih lahko previdno priv-zamemo že opisani model, kakršnega sta predstavila Jurković (1959) in Jeremić (1961) in velja za druga baritna ležišča na širšem prostoru.

Iz prerezov (sl. 2) je razvidno, da je znašala prvotna vertikalna razsežnost orudenega bloka najmanj 100 metrov. Ker sta revirja Stara jama in Vrhovka brez dvoma del iste orudene cone, lahko računamo z dolžino vsaj 1100 metrov.

Hidrotermalna dejavnost je zamrla. Sedi-mentacijo več 100 metrov debelih klastitov zgornje strukturne etaže iz transgresijskega – retrogradacijskega niza karbonskih (deloma morda spodnjepermskih) usedlin (Cb₃, Cb₄, Cc) je prekinila Saalska tektonska faza (STF). Po odložitvi okrog 240 metrov klastitov Grödenske formacije, nekaj 10 metrov debelih zgornjepermskih kamnin v dolomitnem razvoju ter skitskih plasti, moramo računati še z več 1000 metrov debelo skladovnico iz srednje in zgornjetriasnih kamnin pa tudi mlajših usedlin, ki jih stratigrafski stolpec na 1. sliki ne zajame.

V terciarju je prišlo rudišče bliže zemeljskemu površju. V okviru narivanja Južnih Alp na Zunanje Dinaride, je bil del že zdavnaj orudenega bloka v talnini in krovniini poševno izrezan iz skladovnice paleozojskih kamnin in narinjen vsaj za 3 km proti jugu na glavni dolomit. Močna porudna tektonika je pogojevala nastanek pasnatnega barita na Vrhovki.

V krovniini orudenega bloka so narivne deformacije privedle skitske kamnine na veliki površini v stik z orudenimi karbonskimi plastmi. V ozkem pasu so poševno nalegla na narivno ploskev tudi velika homogena – singenetska baritna telesa, vezana na točno določen horizont znotraj paleozojskih klastitov (tektonska shema na 1. sl.; sl. 2 prerez 2 in 5b).

Kot vse kaže, so se pri narivanju ponekod odtrgali posamezni kosi ali bloki singenetsko nastalega pa tudi epigenetskega – žilnega barita in jih danes najdemo kot tujke – tektonske odstružke – vzdolž narivnih ploskev na Vrhovki (sl. 3b). Na območju revirja Čelo je veliko singenetsko baritno telo ležalo na karbonskem skrilavem glinavcu, v krovniini pa so nanj poševno nalegli rdeči glinavci spodnjeskitske starosti spremenjeni pri narivanju v rdečo glino. Prav lega omenjenega baritnega telesa med inkompetentnimi kamninami, ki so se lahko plastično deformirale, je omilila ter celo preprečila njegovo mehansko dezintegracijo in velika baritna leča (oziroma leči) se je ohranila kot celota. Po podatkih Župančiča (1946) in zapisnika z dne 2. maja 1946 je »barit mestoma prekinjen s tanjšimi plastmi rdeče gline«, po našem mnenju one iz krovnine, uvaljane ob šibkejših prelomih ali narivnih ploskvah.

Pri povišanem pritisku in temperaturi, torej pri pogojih, ki se približujejo okolišči-

nam nastanka epitermalnih rudišč, so se porne vode segrele in povzročile mobilizacijo barita. Epigenetska mobilizacija je zajela predvsem barit, vendar je proces v omejenem obsegu prizadel tudi nekatere druge minerale. V mobilizirani rudi ni siderita, s čimer smo dobili enega izmed kriterijev za razlikovanje primarnih od sekundarnih – mobiliziranih rud.

Danes lahko zapišemo, da je mobilizacija barita segla v krovniinske skitske – predvsem dolomitne kamnine vsaj 100 metrov daleč, pri Pb in Hg pa gre za razdaljo okrog 70 metrov (sl. 5, geokemični profil P2). Kako so se v okviru teh procesov obnašale druge prvine nakazujejo rudnomikroskopske raziskave (Drovenik M., 1980, 1982) ter podatki, ki jih nudita tabeli 2a in 2b (Dozet, 1999).

V vseh preiskanih vzorcih v okviru prereza ob cesti v vas Pleše (sl. 4, vzorci PŠ-44 do 48) je dokazana prisotnost kremenice, z izjemo enega vzorca še pirit in kalcit, toda le v vzorcu PŠ-44, samo 80 cm oddaljenem od karbonskih skladov, tudi navzočnost galenita oziroma cerusita in anglezita ter sfalerita in tennantita. V vzorcu rožnatnega skitskega dolomita z baritom, katerega lego v prostoru ne poznamo (odval; sl. 1, točka g – vzorec PŠ-49), so bili poleg omenjenih mineralov ugotovljeni še halkopirit, bornit, covellin, goethit in lepidokrokot.

Vse kaže, da so pri procesih, ki so oblikovali neke vrste »sekundarno disperzno aureolo« okrog paleozojskega rudišča, sodelovale predvsem prvine Si, Ca, in Ba, v nekaj manjši meri Zn, Pb, Hg in Sr, v najmanjši pa Cu (o obogatitvah nekaterih prvin smo že poročali) in morda še nekatere druge prvine, kar bi kazalo preučiti podrobneje. V tem obdobju je prišlo brez dvoma tudi do premeščanja bituminozne substance eksogene izvora. To nakazujejo literaturni podatki (Pirc, 1946) o temnih apnencih oziroma dolomitih v krovniini velike – homogene baritne leče. Jeremić (1959a, 243) govori o alkalnem značaju takih raztopin.

V neotektonskem obdobju so subvertikalni prelomi orudeni blok skupaj z disperzno aureolo razsekali, omejili in prekinili povezavo med rudonosnima strukturama z območja Stare jame in Vrhovke. Sem štejemo tudi že večkrat omenjena preloma iz natančno preiskanega profila P2 ob cesti v vas Pleše. Na obeh območjih je erozija odstranila najvišje dele rudišča.

Klasifikacijo številnih bosanskih baritnih nahajališč je podal Jeremić (1961). Glavna – homogena baritna leča iz revirja Čelo pripada po teh kriterijih k prvemu monomineralnemu baritnemu nahajališču ter morfološkemu tipu C; to so baritna rudna telesa lečaste oblike interstratificirana znotraj matične kamnine. Če obravnavamo rudišče Pleše kot celoto, je to baritno-sulfidno (galenit, sfalerit) oziroma polimetalno, polimineralno mezo do epitermalno rudišče hidrotermalnega nastanka, pri čemer je del rudnih teles epigenetskega, druga pa singenetskega izvora. Zveza z magmatskimi kamninami ni vidna. Glede na visoko udeležbo barita je pleško rudišče nastalo daleč od centra magmatske aktivnosti. Po ugotovitvah Jeremića (1959a, 1965) so baritna nahajališča tudi na širšem prostoru vezana na kisli magmatizem varistične orogeneze. Še natančneje se je opredelil Janković (1967); v Posavskih gubah pogojuje ta rudišča srednjekisli magmatizem.

Sliko o pleškem rudišču lahko dopolnimo še z nekaj podatki o perspektivnosti objekta. Ugotavljamo, da je rudišče kot celota slabše preiskano. To velja za območje ob narivnem stiku z glavnim dolomitom nad železniško progo (tam so po literaturnih podatkih najstarejša rudarska dela), predvsem pa na severovzhodu kamor – kot kaže strukturna karta – tone rudonosna struktura (sl. 1 in 2, prereza 2 in 3). Nasprotno pa v revirjih Dule in Čelo ni več prostora za odkritje večjih homogenih baritnih leč, kar lahko trdimo tudi za revir Vrhovka, kjer so bile okoliščine za rudarjenje sila težavne.

Zdaleč najbolj obetavno je ledinsko območje Drnovka, ki leži na zveznici med revirjema Čelo in Vrhovka. Rudonosni paleozojski skladi so izginili s površja zaradi močnega grezanja vmesnega bloka ob sistemu prečnoalpskih in prečnodinarskih prelomov (sl. 1, sl. 2, prerez 8). Tod teoretsko lahko pričakujemo velika homogena baritna telesa, (visoke vsebnosti Ba v vzorcih Pš 64 in 67, profil P6), kakor tudi manj pomembno Pb, Zn orudjenje v globljih delih. Območje ostaja zanimivo, ne glede na to, ali so kamnine na površju spodnje ali srednjetriasne starosti. Raziskovalne vrtine bi v drugem primeru zadele na morebitno orudjenje nekaj globlje.

Na obsežnem območju iz skitskih skladov imamo tudi na vzhodni polovici karte opraviti s »prekritimi rudonosnimi strukturami«.

Potencialne karbonske kamnine so se tako kot v Stari jami najbrž ohranile v večji debelini le v strukturnih depresijah (sl. 1 in 2, prerez 8). Najbolj zanimiva oziroma kakovostna, singenetska baritna rudna telesa, vezana na točno določen horizont znotraj karbonskih skladov, lahko pričakujemo samo na jugovzhodnem podaljšku zveznice Čelo – Vrhovka, kar bi lahko dokazali z raziskovalnim vrtanjem. Predhodne geokemične raziskave bi bile uspešne le tam, kjer razdalja do morebitnih orudenih karbonskih skladov v globini ne bi presegala one, do koder se je premeščala (epigenetsko mobilizirala) rudna substanca. Ta razdalja je za posamezne prvine različna in v okviru prispevka le nakazana.

Tiringer in Berce (1956) sta ocenila, da je na jaloviščih okrog 50.000 ton izkopnine z 30 % barita, kar da okrog 15.000 ton barita. Drovenik F. (1956) je sicer poročal o vzorčevanju enega izmed odvalov, vendar podatkov o analiziranih vzorcih nismo mašli. Fabjančič (1966, 511) je opozoril na dejstvo, da se ves barit, ki so ga odkopavali obenem s svinčevo rudo pred prvo svetovno vojno in večji del tako pridobljenega barita med vojnama nahaja na odvalih.

Naše pomisleke v zvezi s pojmom Pleška baritonosna formacija lahko strnemo takole. Ideja o prisotnosti omenjene rudne formacije skitske starosti (Dozet, 1999) je le na prvi pogled logična in za nepoznavalca razmer morda celo prepričljiva, vendar ne vzdrži teže argumentov, ki govore proti njej. Kljub nekaterim modernim pristopom, toda ob hkratnem premalo poglobljenem usklajevanju stare tekstualne z grafično – jamsko dokumentacijo ter neupoštevanja celo nekaterih pomembnih podatkov (poševno naleganje skitskih litostratigrafskih horizontov na karbonske plasti, izotopske raziskave Pb itd.), rezultat Dozetovih prizadevanj ni primer celovitega pristopa in dobro dokumentirane interpretacije starosti in geneze enega naših rudišč.

Upoštevanja vredno je predvsem mnenje o sedimentnem nastanku baritnih teles, ki pa ne velja za večino – kot bi lahko sklepali iz prispevka (Dozet, 1999), temveč samo za nekatere izmed njih. Toda ta sklep ne temelji na konkretnih – četudi skupnih podatkih iz rudišča, temveč na primerjavi s podobnimi oddaljenimi baritnimi nahajališči na Hrvaškem, kar velja tudi za predpostavljeno

skitsko starost orudjenja. Poleg tega spoznaje o sedimentnem nastanku posameznih baritnih teles v Plešah ni novost. O baritni usedlini v tem rudišču je prvi pisal Drove-nik M. (1980). Skratka, singenetski način nastanka nekaterih baritnih teles smo skupaj s sodelavci zagovarjali in utemeljevali že pred mnogimi leti (Mlakar, 1980, 1981a), o čemer lahko v Dozetovem prispevku iz leta 1999 izvemo le med vrsticami.

Že takrat nakazana predpostavka o epigenetski mobilizaciji rudne substance v porudnem obdobju je sedaj izstopila z vso težo in je od vseh prisotnih problemov najbolj zanimiva tako s teoretskega kot iz praktičnih razlogov. V naslednjem raziskovalnem obdobju kaže tej problematiki nameniti posebno pozornost, saj je o takih dogajanjih malo oprijemljivih podatkov celo v tuji strokovni literaturi. Z vse boljšim poznavanjem karbonskih plasti, ki se nakazuje v najnovejših prispevkih (Kolar-Jurkovšek & Jurkovšek, 2002a, b; Mlakar, 2003), bo treba v stratigrafskem stolpcu mnogo bolj natančno opredeliti tudi lego baritonosnega horizonta znotraj paleozojskih skladov.

On the problems of the Ba, Pb, Zn Pleše ore deposit

Extended summary

Not far from Ljubljana is situated the at least 250 years known Ba, Pb and Zn ore deposit of Pleše that was in production during several periods between 1729 and 1963. In total, more than 100,000 tons of barite, close to 10,000 tons of lead and some zinc were mined from it. Geologic data from the presently inaccessible mine workings are scarce.

Based on comparisons with the related deposits in Croatia Dozet (1999) attempted to explain the genesis and age of this interesting ore deposit by proposing the existence of a Pleše barite-bearing formation of the Skythian age. The barite bodies of syngenetic origin should be genetically related to the erosional-discordant contact between the Paleozoic clastites and the Lower Skythian basal dolomite. However, our unpublished data, collected in 1980 and 1981(a), and completed with recent observations, do not speak in favor of such interpretation of the

geologic structure and of the Lower Triassic age of mineralization.

The Carboniferous beds consisting of several sequences of coarse and fine grained clastites are overlain along an erosional discordance by Middle Permian rocks of the Val Gardena Formation (column on fig. 1) coordinated with the geology in western Slovenia (Mlakar, 2000, 2003). The beds of Upper Permian are not preserved. In the Skythian rock sequence dolomites are interbedded with fine clastites (siltstone, sandstone). Attention should be drawn also to red claystones and lenses of oolitic limestone or dolomite. Of Middle Triassic age is the Anisian dolomite which is overlain above an erosional discordance by Cordevolian dolomite of the lower part of the Carnian stage. The Upper Triassic Main Dolomite is the youngest marine deposit in this region.

The area is characterized by the Tertiary overthrust structure (Figs. 1 and 2). The Upper Triassic dolomite is overthrust for a distance of at least 3 km by the Carboniferous beds appearing in plate up to 150 meters thick that locally pinches out. The following overthrust unit, up to 180 meters thick, consists of Skythian rocks, and the uppermost unit of the Anisian dolomite on which above the erosional discordance Cordevolian dolomite was deposited.

The overthrust structure dating from the Rhodanian orogenic phase was dissected by neotectonic faults of four distinct systems. The most expressed are two across-alpidic (N-S) faults and the conjugated system of dinaric (NW-SE) and across-dinaric (NE-SE) faults (Figs. 1 and 2).

Geology of the Dule, Čelo and Stara jama (SJ – fig. 1) mine sections is simple (fig. 2, cross-sections 1 to 3 and 8). The mineralized Carboniferous beds of at least two macrosequences of clastites dip N or NNE; the sandstones are separated from shale by a strong thrust plane. In the hanging wall the ore-bearing Carboniferous beds are in contact with the Skythian rocks. The absence of a basal horizon (conglomerate, sandstone etc.) and the inclined position of various deformed Skythian rocks on Carboniferous beds indicates the overthrust position, and not an erosional-discordant character of this contact, as believed by Buser (1962, 1969, 1974) and Dozet (1985, 1999). This is confirmed also by old

underground maps of the Dule and Vrhovka mine sections (figs. 3a, b).

Data on mineralization in the underground mine at present cannot be verified; accessible are only samples on dumps. According to literature data occurs in the Stara jama district (SJ) polymineral and polymetallic Pb, Zn, Ba mineralization with well expressed vertical zonality. Important are above all the epigenetic concordant galena ore bodies. Epigenetic discordant veins – prevailing of complex composition (Pb, Ba) are of small extension. Some researchers mentioned the presence of hematitic veins.

The most important and interesting are two large barite lenses in the Čelo mine section of a total length of about 100 meters, width up to 50 meters and 0.3 to 4 meters thickness; they dip towards NE (fig. 1 with projection of barite lenses on the horizontal plane; fig 2, cross-sections 2 and 3). In the footwall of lenses appears a several meters thick bed of black Carboniferous shale, and in the hanging wall in places reddish clay that is explained by us as tectonised material of one of horizons of the Lower Skythian (fig. 2, cross-section 2). Barite is white, bluish, and in places almost black, somewhere with crystals of galena and pyrite. According to our estimate from the two homogeneous barite lenses at least 50,000 tons of barite were produced in total.

The banded barite from the Vrhovka mine section, found on secondary place (fig. 1, sample P1-17/80) is recrystallized under tectonic influence according to M. Drovenik (1980).

Mineralization in the Skythian dolomite occurs according to literature data in form of impregnations and up to 1 m thick veins or vein systems (Sedlar, 1950; Berce, 1955; Žebre, 1955). The most information on this ore type was collected by us in a well exposed road cut at the road to the Pleše village (fig. 4). The almost white barite appears in discordant veinlets up to 0.5 m long and up to 1 cm thick, oriented at right angle to bedding, or parallel to it in form of lenses (1 to 4 cm). Sedimentologic and ore-microscopic examinations by Skaberne (1982) and Drovenik M. (1982) indicate the silicification to be younger than barite mineralization, and disclosed the presence of pyrite, sphalerite, galena and tennantite, and, in a dolomite specimen from the dump, of chal-

copyrite and bornite. By the oxidation processes cerussite, anglesite, limonite, goethite and lepidocrocite were formed.

Variability of chemical composition of the mined barite is presented in table 1, and basic statistics on results of sampling on the lowest, 6th level (elevation 242 m) in table 2. The already published data on trace elements in the Pleše sphalerite and galena (Drovenik M. et al. 1980, tables 9 and 10) were completed by us with some additional determinations (table 3). We draw attention especially to the sample PŠ-50 from the barite lense in the Čelo mine section, owing to its highest Co content. If considering all 14 samples analyzed by spectroscopy, galena contains on an average 103.4 µg/g Ag. In spite of high contents of strontium in barite, there are no proofs of Sr minerals. Data on isotopic composition of sulfide and sulfate sulfur were published by Drovenik M. and co-workers (1976, 1980), however without information on the age of country rock. There are no data on isotopic composition of oxygen in sulfates nor carbon in carbonates.

Of the 10 geochemically sampled traverses the most interesting information is furnished by traverse P2 along the road to Pleše village; it was extended into footwall, and far above into the hanging wall of the ore-bearing Carboniferous beds (figs. 4 and 5). Contacts between the Carboniferous and Skythian beds are not mineralized with barite (figs. 5, traverses 1 and 3). The basic statistics of geochemical sampling results appear in table 4.

On genesis of the Pleše ore deposit exists a number of explanations and ideas on the age of mineralizing processes. The views of researchers on the genesis of mineralization in the Stara jama (SJ) mine section are not divided. The deposit is hydrothermal, polymetallic and polymineral, of medium temperature with well expressed vertical zonality.

In contrast, the views on the genesis of barite mineralization at the contact of Carboniferous clastites and Skythian dolomite in the Dule, Čelo and Vrhovka mine sections differ much. Berce (1955) permitted the possibility of forming the barite lenses by leaching of primary ore and deposition of ore substance at the contact of Carboniferous beds and Triassic dolomite. A similar explanation was proposed by Jeremić (1959a) who maintained that primary barite

ore bodies occurred only in the Carboniferous beds. Fabjančič (1966) considered that ore-bearing solutions met the most favorable conditions for deposition of ore in sites of carbonate composition, in our case in the Skythian dolomites. Buser (1974) and Dozet (1999) considered that barite lenses are genetically associated with the contact between Permo-Carboniferous clastites and Skythian dolomite, transgressively deposited on them. Dozet (1999) proposed the term Pleše barite-bearing formation, and considered barite to be of sedimentary origin.

Also views on the age of ore-forming processes differ much, since researchers proposed ages in a wide time interval from the Younger Paleozoic (Berce, 1963; Štrucl, 1965; Janković, 1974; Drovenik M., 1972 ter Drovenik M. et al. 1980) across Lower Triassic (Fabjančič, 1966; Dozet, 1999) and Middle Triassic (Grafenauer, 1963, 1965, 1969; Buser, 1974; Premru, 1977) to the Tertiary (Hinterlechner, 1918; Tornquist, 1929; Sedlar et al. 1948; Sedlar, 1950; Berce, 1955; Cissarz, 1956). A compromise solution was offered by Jeremić (1959a). The hydrothermal ore deposits of the Sava Folds Paleozoic are otherwise of the Paleozoic age, but in the secondary processes were formed barite bodies of Dinaric orientation (NW-SE) originated during Tertiary orogenic phases, i.e. in Paleogene.

The relations in hanging wall of the large barite lenses do not permit an explanation that would need the presence of a basal Lower Skythian dolomite with which barite bodies were genetically associated (Buser, 1974; Dozet, 1999). The barite lenses and Carboniferous beds have the same stratimetric elements (60/40–45°), therefore we speak of the concordant position of these orebodies within the Paleozoic beds (fig. 2, cross-sections 2 and 3). In the barite lenses and in banded barite from Vrhovka occur no unsubstituted parts of the original rock, but in them are present tiny pyrite framboidal grains (mineralized bacteria) that speak in favor, together with the dark color, of baritic precipitate. Such an explanation was first offered by Drovenik M. (1980), and we supported and advocated it with our co-workers already many years ago (Mlakar, 1981a).

The age of mineralization was indicated by isotopic research of Pb (Dolenec, 1980, 1981). Data on examined galena samples and results are listed in tables 5 and 6. If assuming the determined average model age of 341 million years and considering the maximum possible negative error of –50 million years, the forming of the deposit coincides with the Middle/Upper Carboniferous boundary (Westphalian – Stephanian), or with the Asturian orogenic phase, which seems to be the most acceptable with respect to data from other related ore deposits in the Sava Folds (Mlakar, 1987, 1993, 2003; Mlakar et al. 1992). Comparison with the 18 km distant Litija ore deposit is shown on fig. 2 (cross-sections 5a and 5b). In all cases epigenetic Pb, Zn, Ba ore bodies occur in lower, and the »screen« of syngenetic barite precipitation in the upper parts of ore deposits, as a product of the same mineralizing process in the same relatively short time interval.

The model valuable for the Litija ore deposit (Mlakar, 1993, 333) can be used with certain supplements also for explanation of the Pleše deposit genesis. In question are events somewhere at the northern margin of the African lithospheric plate. The Asturian orogenic phase interrupted the deposition of clastites of the Cb₂ Carboniferous superposition subunit as the youngest member in the frame of the regression succession of sediments. During the unstable period of inversion of the tectonic regime the basement was fissured in the occurring spreading process. Hydrothermal activity set in – associated by Janković (1967) in the Sava Folds with the medium acid magmatism, and the sideritization of rocks started. In greater depths, within the coarse grained clastites of the Cb₂ Carboniferous superpositional subunit in the subhorizontal position (fig. 1; fig. 2, cross-section 5a), started the deposition in the frame of prevalently metasomatic processes of higher temperature minerals as sphalerite, and also of silver-bearing galena (mean of 4 galena samples is 91.75 µg/g Ag). The orebodies position in space is controlled by intersections of fissure systems with the screen structures (shale intercalations) that at the same time define the concordant shape of metasomatic orebodies. In higher parts, in the open fissures of competent Carboniferous rocks precipitated from solutions the lower temperatu-

re minerals. Discordant ore veins and veinlets of monomineral (barite or galena) or polymineral composition were formed.

In the concluding phase of the same mineralizing process the barium was introduced into the sedimentation basen – probably lagoons separated from the open sea by a threshold –, the mode of its transport remaining open. It took place according to one of the possibilities suggested by Jurković (1962) for similar ore deposits in Croatia (Gorski Kotar) – transport with highly concentrated hydrothermal colloidal solutions, or rapid deposition from hydrothermal solutions or gaseous exhalations in cold seawater. In one or the other way in Pleše the two large homogeneous barite lenses (A in B) were formed.

The hydrothermal activity ceased, and the mineralized Carboniferous beds were covered by several 1000 meters thick younger sediments. The deposition was interrupted by several tectonic phases (Saalian, Middle Triassic, etc.).

For diagenetic and epigenetic alterations in barite orebodies the same model can be adopted as it was offered by Jurković (1959) and Jeremić (1961) in the study of Croatian and Bosnian orebodies of Paleozoic and Triassic age. The primary crypto – to microcrystalline barite passes into fine grained barite, while in places of lower temperature and pressure coarse grained barite crystallized. Rapid recrystallization of gels lead to rod-like and platy barite crystals. During diagenesis of the primary barite precipitates the self-purification of gels containing admixtures constantly took place. The barite passed from the dark grey and dense variegated to more coarsely crystallized white pure barite, as it used to be mined in the Čelo mine section.

In Tertiary the deposit came closer to the Earth surface. In the frame of overthrusting of the Southern Alps on the External Dinarides, in the Rhodanian phase, a part of the earlier mineralized block with the footwall and the hanging wall was obliquely cut out of the Paleozoic rocks succession and thrust about for 3 km southwards on the Upper Triassic dolomite.

In the hanging wall of the mineralized block the overthrusting deformations brought the Lower Triassic rocks along a large surface into contact with the mineralized Carboniferous beds. In a narrow belt also

the syngenetic barite orebodies, connected with an exactly determined horizon within the Carboniferous beds, obliquely passed on the thrusting plane (column and tectonic scheme on fig. 1; fig. 2 cross-sections 2, 3 and 5a and 5b). During the thrusting individual barite blocks were torn (Vrhovka mine section, fig. 3b), while in the Čelo mine section the layer of Carboniferous shale in the footwall, and of red clay, into which the Lower Skythian shale was altered, in the hanging wall prevented mechanical disintegration of large baritic lenses. From this period also the banded structure of barite from Vrhovka originated.

At increased pressure and temperature, consequently at conditions approaching to conditions of origin of the epithermal deposits, caused worming of pore solutions. These solutions remobilized barite also directly into the hanging wall, in our case into the Skythian dolomite, and there veinlets and nests of barite were formed (fig. 4). The process is called the epigenetic mobilization of the ore substance.

Today it can be said that the mobilization of barite penetrated into the hanging wall Skythian – predominantly dolomitic rocks to a distance of at least 100 meters, and of Pb and Hg around 70 meters (geochemical traverse P2, fig. 5). In the frame of these processes how other elements distributed is shown by ore microscopic examinations (Drovenik, M. 1980, 1982) and by data in tables 2a and 2b (Dozet, 1999).

In all examined samples from the mentioned P2 traverse the presence of silica was determined, and in almost all also pyrite and calcite. In the sample Pš-44, situated 80 cm from the Carboniferous rocks, occur galena, cerussite, anglesite, sphalerite and tennantite. In a sample of dolomite from the dump (fig. 1, site g, sample Pš-49) were determined in addition to the mentioned minerals also chalcopyrite, bornite, covellite, goethite and lepidocrocite.

It looks like that in processes that formed this kind of the »secondary dispersion halo« around the Paleozoic deposit the main part was played by the elements Si, Ca and Ba, to a somewhat smaller degree by Zn, Pb, Hg and Sr, and the smallest part by Cu and perhaps some other elements, which would be interesting to examine in detail. We specially point out that the mobilized ore does

not contain siderite which is characteristic for the primary mineralization in Carboniferous rocks.

The Lower Triassic dolomite was consequently »mineralized« quite by chance. Therefore it is not surprising to learn that in places barite occurs also in the Upper Triassic dolomite in the footwall of the Carboniferous beds (fig. 1 – site b-E of Lampič; fig. 3b, site q).

During the neotectonic times the mineralized block together with the dispersion halo was cut by subvertical faults that limited and disrupted the continuity between the ore-bearing areas of Stara jama (SJ) and Vrhovka (RV). The intermediate deeply depressed block (Drnovka) therefore earns special attention (fig. 2, cross-section 8).

Literatura

- Berce, B. 1955: Geologija rudišča Pleše. – Rokopis, 17 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Berce, B. 1963: The formation of the ore – deposit in Slovenia. – Rendiconti della Società Min. Italiana, 19, 1–16, Milano.
- Buser, S. 1965: Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskega barja in njegovega obrobja (Geological structure of the Ljubljana moor with special regard to its southern borderland- Summary). – Geologija, 8, 34–57, Ljubljana.
- Buser, S. 1969: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ribnica. – Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S. 1974: Tolmač lista Ribnica. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. – Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Ciglar, K. 1962: Poročilo o rudarsko geoloških raziskavah na Vrhovki. – Rokopis, 3 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Cissarz, A. 1956: Lagerstätten und Lagerstätten-Bildung in Jugoslawien und ihre Beziehung zu Vulkanismus und Geotektonik. – Razprave zavoda za geol. i geof. istr. NR Srbije, 6, 152 str., Beograd.
- Čar, J. & Čadež, F. 1977: Klastični vložki v srednjetrijsnem dolomitu na Idrijskem. – Geologija 20, 85–106, Ljubljana.
- Češmiga, I. 1957: Rudnik barita Pleše. – Nova proizvodnja 8, 5/6, 270–276, Ljubljana.
- Češmiga, I. 1959: Rudarstvo SR Slovenije, 152–159, Ljubljana.
- Čičić, S. 1957: Geologija ležišta barita na Podkovaču, severna Črna gora. – Geološki glasnik 2, 155–170, Sarajevo.
- Dolenec, T. 1980: Raziskava izotopske sestave svinca v galenitu iz Pb-Zn-Ba nahajališča Pleše. – Rokopis, 9 str., Univerza v Ljubljani (NTF), Ljubljana.
- Dolenec, T. 1981: Izotopska sestava svinca v galenitu iz Pb-Zn-Ba nahajališča Pleše. – Rokopis, 7 str., Univerza v Ljubljani (NTF), Ljubljana.
- Dozet, S. 1966: Geološke razmere ozemlja med Laniščem in Polico. – Diplomsko delo v rokopisu, 65 str., Univerza v Ljubljani (NTF), Ljubljana.
- Dozet, S. 1985: Geološke razmere na območju rudišča Pleše in v širši okolici. – Rud. met. zb. 32, 1/2, 27–49, Ljubljana.
- Dozet, S. 1999: Pleška baritonosna formacija, osrednja Slovenija. Primerjava baritonosnih plasti in baritnih pojavov na območju Zunanjih Dinaridov (Barite-bearing Pleše Formation, Central Slovenia. Comparison of barite-bearing beds and barite occurrences in Outer Dinarides area- Summary). – Geologija, 42, 41–68, Ljubljana.
- Drovenik, F. 1956: Poročilo o predhodni oceni rudnih zalog na območju Litije po podatkih do konca junija 1956 (s poročilom o Plešah). – Rokopis, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Drovenik, M. 1972: Prispevek k razlagi geokemičnih podatkov za nekatere predorne in rude Slovenije. – Rud. met. zb. 2/3, 145–167, Ljubljana.
- Drovenik, M. 1980: Mikroskopske raziskave vzorcev iz Pleš. – Rokopis, 9 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Drovenik, M. 1982: Rudnomikroskopska analiza vzorcev iz Pleš. – Rokopis, 16 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Drovenik, M., Duhovnik, J. & Pezdič, J. 1976: Izotopska sestava žvepla v sulfidih rudnih nahajališč v Sloveniji. – Rud. met. zb. 2/3, 139–246, Ljubljana.
- Drovenik, M., Pleničar, M. & Drovenik, F. 1980: Nastanek rudišč v SR Sloveniji (The origin of Slovenian ore deposit – Summary). – Geologija 23/1, 163 str., Ljubljana.
- Duhovnik, J. 1956: Über die metallogenetischen Epochen und Provinzen Jugoslawiens. – Bg. Hütt. Monh., 101 Jahrg. 2, 30–32, Wien.
- Fabjančič, M. 1966: O baritu na Slovenskem (About barite occurrences in Slovenia – Summary). – Geologija 9, 505–526, Ljubljana.
- Fabjančič, M. 1972: Kronika litijskega rudnika. – Rokopis, 854 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Florjančič, A.P. s sodelavci 2000: Rudnik urana Žirovski vrh. – Zbornik, 416 str., Didakta, Radovljica.
- Grad, K. 1962: Poročilo o kartiranju ozemlja med Škofljico in V. Lipoglavom. – Rokopis, 11 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Grafenauer, S. 1963: O mineralnih paragenazah Litije in drugih polimetalnih nahajališč v Posavskih gubah. – Rud. met. zb. 3, 245–260, Ljubljana.
- Grafenauer, S. 1965: Genetska razčlenitev svinčevih in cinkovih nahajališč v Sloveniji. – Rud. met. zb. 2, 165–171, Ljubljana.
- Grafenauer, S. 1969: O triasni metalogeni dobi v Jugoslaviji. – Rud. met. zb. 3/4, 353–364, Ljubljana.
- Hinterlechner, K. 1918: Über die alpinen Antimonitvorkommen. – Jb. geol. R. A., 341–403, Wien.
- Janković, S. 1967: Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije. – Rud. geol. fak. i Rud. Inst., Beograd.
- Janković, S. 1974: Metalogenetske provincije Jugoslavije u prostoru i vremenu. – V knjigi: Metalogenija i koncepcija geotektonskog razvoja Jugoslavije, Beograd.

- Jelen, B. 1980: Poročilo o palinološki raziskavi vzorcev iz okolice Pleš. – Rokopis, 5 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Jelen, B. 1981: Poročilo o palinološki raziskavi vzorcev s Pleš in Podlipoglavu. – Rokopis, 10 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Jeremić, M. 1959a: Genetska podela baritnih ležišča Jugoslavije. – Geol. glasnik geol. dr., Titograd.
- Jeremić, M. 1959b: Baritna ležišča Une i Sane. – Tehnika 11, Beograd.
- Jeremić, M. 1961: Triaska baritska ležišča Bosne. – Geol. glasnik 5, Sarajevo.
- Jeremić, M. 1965: Geohemijski osvrt na bosanska monomineralna baritna ležišča. – Geol. glasnik 4, 345–352, Titograd.
- Jurković, I. 1959: Pojave barita u Hrvatskoj. – Geol. vjesnik 12, 77–94, Zagreb.
- Jurković, I. 1962: Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišča Hrvatske. – Geol. vjesnik 15, 1, 249–294, Zagreb.
- Jurković, I. & Palinkaš, L. A. 2002: Discrimination criteria for assigning ore deposits located in the Dinaric Palaeozoic – Triassic formations to Variscan or Alpidic metallogeny. – The Geological Society of London, Special Publications 204, 229–245, London.
- Kolar-Jurkovšek T. & Jurkovšek, B. 2002a: Karbonski gozd (Carboniferous forest). – Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek T. & Jurkovšek, B. 2002b: Rastlinski fosili v karbonskih plasteh na trasi avtoceste pri Bizoviku (Plant fossils in the Carboniferous beds of the motorway route at Bizovik). – Geologija 45/2, 433–438, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1967: Primerjava spodnje in zgornje zgradbe Idrijskega rudišča (Relations between the lower and the upper structure of the Idrija ore deposit – Summary). – Geologija 10, 87–126, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1979: Metalogenetska karta SR Slovenije, 7. faza (Knapovže). – Rokopis, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1980: Metalogenetska karta SR Slovenije, 8. faza (Pleše). – Rokopis, 27 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1981a: Metalogenetske studije za območje Slovenije, 1. faza (Pleše). – Rokopis, 149 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1981b: Geološki faktorji kontrole Hg, Cu in U mineralizacije, 4. faza (Žirovski vrh). – Rokopis, 82 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1985/86: Prispevek k poznavanju geološke zgradbe Posavskih gub in njihovega južnega obrobja (A contribution to the knowledge of the geological structure of Sava Folds and their southern border – Summary). – Geologija 28/29, (1987) 157–182, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1993: O problematiki litijskega rudnega polja (On the problems of the Litija ore field – Summary). – Geologija 36, 249–338, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1994/95: O marijareškem živosrebrnem rudišču ter njegovi primerjavi z Litijo in Idrijo z aspekta tektonike plošč (On the Marija Reka mercury deposit and on its comparison with the Litija and Idrija deposits from the aspect of plate tectonics – Summary). – Geologija 37/38, (1996) 321–376, Ljubljana.
- Mlakar, I. 2000: Geološka zgradba Žirovskega vrha in okolice, litostratigrafski podatki. – V Zborniku: Florjančič s sodelavci, 2000, Rudnik urana Žirovski vrh, 34–39, Didakta, Radovljica.
- Mlakar, I. 2001: Grödenska formacija na območju Radeč (Val Gardena Formation in the Radeče region, Slovenia – Summary). – Geologija 44/2, 243–261, Ljubljana.
- Mlakar, I. 2003: Problematika paleozojskih skladov in rekonstrukcija srednjepermjskega sedimentacijskega bazena v zahodni Sloveniji (The problems of Paleozoic beds and reconstruction of the Middle Permian sedimentary basin in Western Slovenia – Summary). – Geologija 46/1, 5–39, Ljubljana.
- Mlakar, I., Skaberne, D. & Drovenik, M. 1992: O geološki zgradbi in orudenju v karbonskih kamninah severno od Litije (On geological structure and mineralization in carboniferous rocks north from Litija – Summary). – Geologija 35, 229–286, Ljubljana.
- Mohorič, I. 1978: Problemi in dosežki rudarjenja na Slovenskem. – 1. knjiga, 282 str., Obzorja Maribor.
- Müller, A. 1906: Der Bergbau der Alpenländer in seiner geschichtlichen Entwicklung. – Berg und Hüttenmännische Jb., Wien.
- Orehek, S. 1980: O sedimentološki preiskavi vzorcev kamnin na območju Pleš. – Rokopis, 20 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Pirc, S. 1946: Poročilo o baritnem kopu v Plešah pri Škofljici. – Rokopis, 3 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Placer, L. 1998a: Structural meaning of Sava folds. – Geologija 41, 191–221, Ljubljana.
- Placer, L. 1998b: Contribution to macro-tectonic subdivision of the border region between Southern Alps and External Dinarides. – Geologija 41, 223–255, Ljubljana.
- Premru, U. 1974: Triasni skladi v zgradbi osrednjega dela Posavskih gub (Trias im geologischen Bau der mittleren Savefalten – Zusammenfassung). – Geologija 17, 261–297, Ljubljana.
- Premru, U. 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije (Neotectonic Evolution of Eastern Slovenia). – Geologija 19, 211–249, Ljubljana.
- Premru, U. 1980: Geološka zgradba osrednje Slovenije (Geological structure of Central Slovenia – Summary). – Geologija 23/2, 227–278, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1965: O »hochwipfelskih skladih« v Posavskih gubah in o karbonskih plasteh v njih soseščini (The »Hochwipfel strata« in the Sava Folds and the »Carboniferous strata« in their neighbourhood in east Slovenia and west Croatia – Summary). – Geol. vestnik 18/2, 341–345, Zagreb.
- Ramovš, A. 1966: Razvoj srednjega perma v Jugoslaviji v luči novih raziskovanj. – Referati 6. sav. geol. FR Jugoslavije, 449–460, Ohrid.
- Ramovš, A. 1968: Razvoj paleozoika v slovenskem delu Zunanjih Dinaridov. – Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov 1. del, 7–13, Ljubljana.
- Rösler, H. J. & Lange, H. 1972: Geochemical Tables, Amsterdam.
- Sedlar, J. 1950: Možnosti razvoja rudnikov v Posavskih gubah s posebnim oziranjem na Litijo. – Diplomsko delo v rokopisu, Univerza v Ljubljani (NTF), Ljubljana.
- Sedlar, J., Petrov, I. & Čadež, N. 1948: Poročilo o geološkem kartiranju ozemlja Orle-Pleše. – Rokopis, 61 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Skaberne, D. 1982: Sedimentološke raziskave kontakta T₁/C v profilu Pleše. – Rokopis, 42 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Štruel, I. 1965: Nekaj misli o nastanku Karavanških svinčevo- cinkovih rudišč s posebnim ozirom na rudišče Mežica. – Rud. met. zb. 2, 155–163, Ljubljana.

Tiringer, J. & Berce, B. 1956: Cenitev rezerv barita v LRS. – Rokopis, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Tornquist, A. 1929: Die Blei-Zinklagerstätte der Savefalten vom Typus Litija. – Berg und Hütt. Jb. 71, 1–27, Wien.

Zorc, A. 1952: Kratko poročilo o ogledu rudnika Pleše. – Rokopis, Mežica, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Župančič, L. 1946: Poročilo o nahajališču barita pri vasi Pleše pri Škofljici. – Rokopis, 5 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Žebre, S. 1955: Rudarska dejavnost v območju Posavskih gub. – Rud. met.zb. 4, 239–255, Ljubljana.

Žebre, S. 1961: Izračun rudnih zalog barita na obratu Pleše. – Rokopis, 4 str., Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.