

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	477-490	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

УДК 553.04:553.43(497.11-11)

Оригинални научни рад

БРЕСТОВАЦ КОД БОРА У ИСТОЧНОЈ СРБИЈИ – ПЕРСПЕКТИВНО ПОДРУЧЈЕ ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ БАКРОВИХ РУДА

од

Миодрага Ђорђевића* и Миодрага Бањешевића*

У подручју Брестовца јужно од Бора (Ђорђевић и др., 1987–1989) при изради Геолошке карте СР Југославије 1:50.000 на великом простору први пут су издвојене сенонске епикластичне насlage и од туронских вулканита раздвојене. Поред валутака туронских вулканогених продуката садрже валутке масивне Cu руде борског типа, порфирских Cu руда и валутке секундарних кварцита. У вулканогеном турону, преко чега су епикластичне насlage дискордантно наталожене, на ушћу потока Брестовац откривене су жице масивне борске Cu руде. У раду се према томе говори о продуктивном бавром орудњеном турону и епикластичном сенону са рудним валуцима пореклом из турона.

Поред наведеног укратко се дају основни подаци о сенонском вулканизму. Од раније позната појава Zn-Cu руде према мишљењу аутора вероватно је кампанске старости.

Кључне речи: борска туронска вулканска структура, бавром орудњени турон, рудии валуци у епикластичној, сенонски вулканизам, кампанска Zn-Cu минерализација.

УВОД

Подручје Брестовца истраживано у више наврата, нарочито у годинама после Другог светског рата, посебно од 1957. године, када су урађене прве детаљне геолошке карте, према синтетичким приказима тих радова Drovenika (1960, 1968), Drovenika и др. (1962) и геолошкој карти, Antonijević и др. (1974), вулканогене творевине највећег распрострањења у овим просторима су туронско-сенонски субмарински продукти прве вулканске фазе, а хидротермално промењене стене које носе рудну минерализацију су ларамидске старости. Појаве бакра код потока Брестовац Drovenik (1966) сматра из дубине експлозивном вулканском активносту изненим кластима пореклом из мањих непознатих горњокредних налазишта.

На постојећим геолошким картама издвојени су још сенонски пироксен андезити и пироксен хорнбленда андезити са пирокластитима, према Droveniku (1960) друга вулканска фаза и "борски пелити (туфови-туфити и лапорци)" са борским конгломератима и пешчарима стварани у периоду вулканског мировања између прве и друге вулканске фазе. Албитски трахит Илић (1957), Drovenik и др. (1962) издвојили су као трећу вулканску фазу, такође сенонску.

* Геолошки завод "Гемини", Карађорђева 48, 11000 Београд.

ГЕОЛОШКИ САСТАВ ПОДРУЧЈА БРЕСТОВЦА

Подручје села Брестовца јужно од Бора, у геолошком погледу је један од занимљивијих делова тимочке еруптивне области. Изузев седимената карбонатне јуре и доње креде из подлоге тимочке еруптивне области као и седимената ценонама, овде су на простору једва већем од 10 km² развијени готово сви делови вулканогене и седиментне горње креде: вулканогени продукти турона¹, епикластичне наслаге сенона, вулканогени и седиментни продукти сенона.

Геолошки развој овог подручја повезано се може пратити од турона до средњег сенона, док су млађе творевине махом у тектонски сложеним односима. Тако сложени односи јасно се могу разумети ако се има у виду да се ови терени налазе уз брестовачко–тупижничку и брестовачко–борску дислокацију које се појављују вероватно при крају горњег турона да би предвојиле тимочку еруптивну област на западни део, који ће од доњег сенона постати подручје снажне вулканске активности, од блока на истоку где се до краја сенона на великом простору таложе морски седименти. Није тешко разумети да се уз границе тих делова до краја сенона услови седиментације и вулканизма разликују у поређењу са западним подручјем, где је вулкански басен отворен и источним које је за вулканске процесе затворено и да ће све то после сенона, када се снажна тектонска кретања обнављају, бити још више преобликовано.

У ужем подручју дислокације преко продуката вулканогеног турона, који овде представља најстарије геолошке творевине, дискордантно лежи горњотуронско–доњосенонски ниво епикластичних наслага ствараних у морској средини од материјала подлоге са ретким појавама интеркалпсаних лапораца. Даље се континуирано може пратити повлата ових творевина коју чине доњосенонски, вероватно коинијачки, андезит–базалтски пирокластити и жице, а даље лапоровити алевролитски седименти горњег саитона – доњег кампана (Mihajlović, 1987, 1989; Ljubović–Obradović, 1987, 1989). Потпуно је јасна повлата тога од епикластичних седимената који већ увелико припадају кампану.

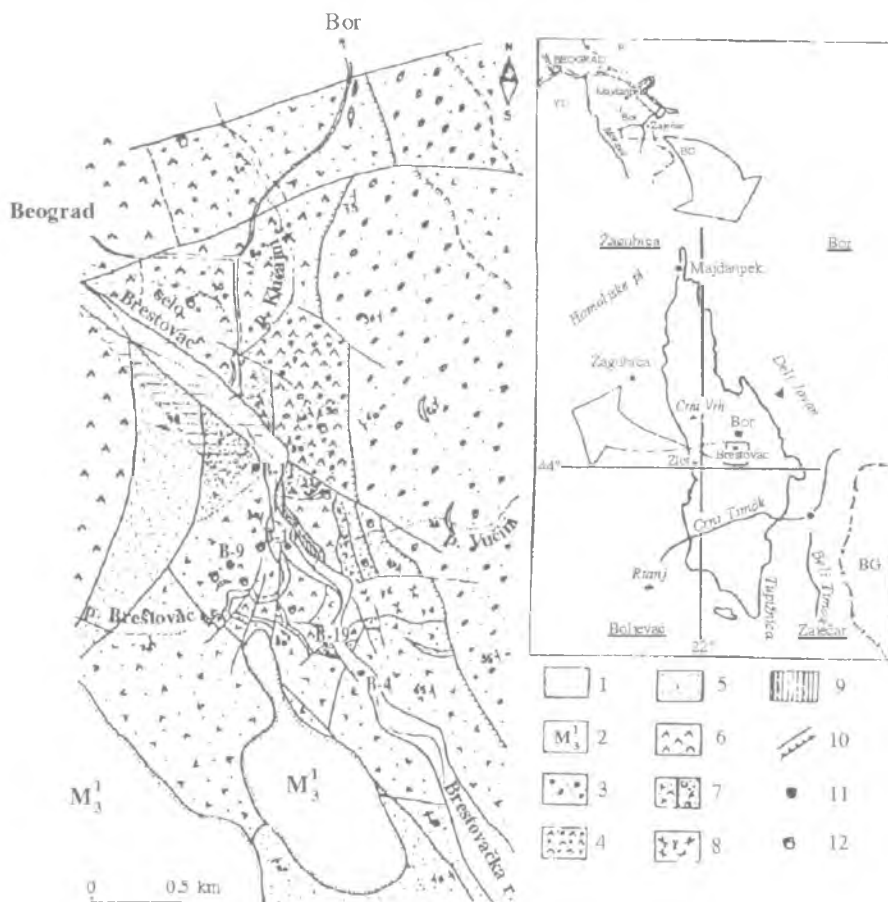
Западно од дислокације, у вулканском басену, у доњем сенону, највећим делом највероватније сантону, андезит–базалтска вулканска активност врло је интензивна. Формирају се дебеле наслаге пирокластита са ређим жицама. У кампану настају морски хорибленда–пироксен андезит–базалтски продукти док се на ободу басена таложе туфски седименти познати као "борски пелити" где је у танким интеркалацијама лапораца Mihajlović (1989) идентификовао нанопланктон средњег кампана – мастрихта. Од свега тога млађи су пирокластити и жице кампанских хорибленда андезита, засада најмлађих познатих вулканогених продуката кампана (Ђорђевић и др., 1990).

Мастрихтски вулканогени продукти према подацима наших истраживања на овим теренима нису развијени. У ободним деловима басена и у источном делу, блоку, у мастрихту се најпре јављају фини кластити који поступно прелазе у борске конгломерате и пешчаре у којима је у непосредној близини ових терена утврђено постојање доњег, –средњег мастрихта (Ђорђевић и др., 1994).

После мастрихта, раседањем дуж борског раседа које ће постати реверсно, источни блок, где ће се сачувати борски конгломерати и пешчари са подлогом од сенонских епикластита и невидљивим делом вулканогеног турона, биће подвучен

¹ Вулканизам се обавио пре горњег турона. У истраживаним теренима јужног дела тимочке еруптивне области нема доказа за почетак вулканизма у ценоману, мада се таква могућност не искључује.

под западни блок на читавом простору од Бора према Брестовцу. Све то ће још више бити искомпликовано транскурентним раседањима правца запад југозапад – исток северисток при чему су јужна крила кретана према западу.



Сл. 1. Скица и геолошка карта истражног подручја.

1. Квартар, 2. Миоцен, 3. Борски конгломерати, 4. "Борски туфови и пелити", 5. Седименти сенона, 6. Доње сенонски пироксен андезит базалти, 7. Епикластити (а), исто, хидротермално измењени (б), 8. Туронски субвулкански дацити, 9. Туронски пирокластити, 10. Раседи, 11. Бушотине, 12. Фауна.

Fig. 1. Schematic geological map of study area.

1. Quaternary; 2. Miocene; 3. Bor conglomerates; 4. "Bor tuffs and pelites"; 5. Senonian deposits; 6. Lower Senonian pyroxene andesite basalts; 7. Epiclastics (a), same, (b) hydrothermally altered; 8. Turonian subvolcanic dacites; 9. Turonian pyroclastics; 10. Faults; 11. Boreholes; 12. Fauna.

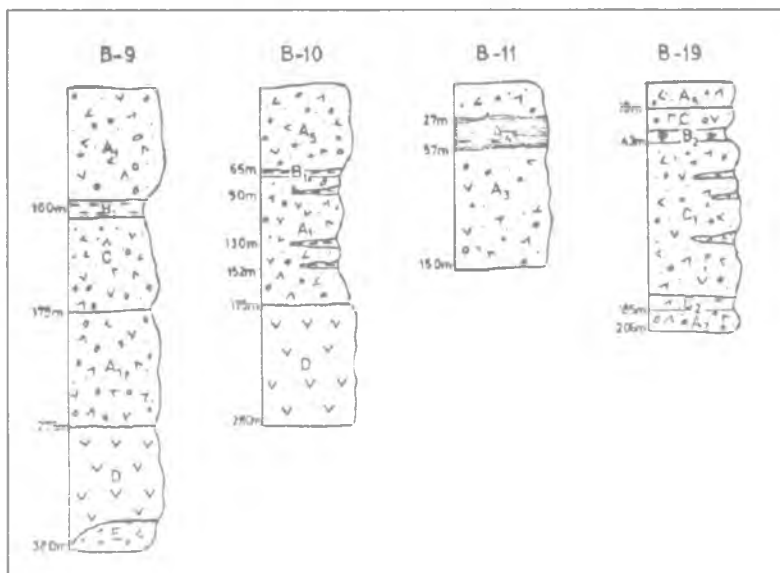
У вулканогеном турону постоје сасвим јасне хидротермалне промене и примарна рудна минерализација бакром. У сенону у овом подручју су такође присутне хидротермалне промене и рудна минерализација Zn–Cu.

Јужне и југозападне делове подручја Брестовца заплављују седименти миоцена. Квартарне насlage представљене су танким алувијоном Брестовачке реке. Терцијар и квартар неће бити предмет наших даљих излагања.

ТУРОН

Туронски вулканогени продукти

Видљиви делови вулканогеног турона налазе се на неколико мањих изданака укупне површине око 15 ha. Представљени су субаерским бречастим лапилитима биотит–хорнбленда андезитског састава на малој површини уоченим на ушћу потока Брестовац и нешто северније на левој обали Брестовачке реке, затим материјално идентичним агломератским лапилитима у најдубљем делу бушотине Б–9, субвулкански консолидованим биотит–хорнбленда андезитом у истој бушотини, бушотини Б–10 и у потоку Брестовац и као највећом појавом субвулкански консолидованим биотит–хорнбленда дацитом источно од ушћа потока Брестовац. У свим овим творевинама, изузев дацитима, биотит је подређено присутан.



Сл. 2. Профил бушотина. Сенон: А1. Епикластичне брече од валутака хорнбленда андезита; А2. исто, још и валуци дацита и хидротермално измењених стена; А3. исто, хидротермално промењене, А4. исто, са пиритом, халкопиритом и сфалеритом; А5. Вулканокластити у горњем делу од хорнбленда андезита, а у доњем од хорнбленда аугит андезит базалта; Б1. Сиви и црвени лапорци; Б2. лапоровити биомикрити; Ц. Пирокластити од хорнбленда аугит андезит базалта; Ц1. исто, још и мандоласти фрагменти и прослојци туфова истог састава; Ц2. Вулканокластични туф у горњем делу од хорнбленда аугит андезит базалта, а у доњем од хорнбленда андезита. Турон: Д. Субвулкански консолидован андезит; Е. пирокластити хорнбленда андезита.

Fig. 2. Borehole sections. Senonian: A1. Epiclastic breccia of hornblende andesite pebbles; A2. Same, plus dacite and hydrothermally altered rock pebbles; A3. Same, hydrothermally altered; A4. Same, with pyrite, chalcopyrite and sphalerite; A5. Volcanoclastics: hornblende andesite in upper, and hornblende augite andesite basalt in lower parts; B1. Grey and red marlstones; B2. Marly biomicrite; C. Pyroclastics of hornblende augite andesite basalt; C1. Same, plus amygdaloidal fragments and interbeds of tuffs of the same composition; C2. Volcanoclastic tuff: hornblende augite andesite basalt in upper, and hornblende andesite in lower parts. Turonian: D. Subvolcanic consolidated andesite; E. Pyroclastics of hornblende andesite.

Из позиције на геолошкој карти види се да се ове творевине налазе и западно и источно од борско–тупижничке дислокације што нам даје за право да претпостав-

вимо да је граница вулканогеног турона испод сенонских епикластита и пирокластита према западу отворена.

Свим вулканитима недостају највиши нивои са интрузивном кровином изузимајући андезит најдубљег дела бушотице Б-9 (376 m). Дискордантно преко вулканита леже епикластичне насlage. Врло фишозрнаста хинидиоморфна грађа основне масе и местимично видљива у магнетит слабо опацилисана хорнбленда, указују на сасвим плитке нивое консолидације. Стене су слабо пропицитисане. Плагнокласна зрна су мало карбонатисана и аргилпсана, хорнбленда и биотит хлоритисани и карбонатисани. У андезитима се види и сасвим слаба импрегнацијска пиритизација. Агломератски лапилити бушотине Б-9 највероватније представљају пројекциони материјал ниског еруптивног стуба док генеза бречастих лапилита није сасвим јасна. Извесно су субаерски. Постоји могућност да су настали из пирокластичног тока на шта упућује понегде видљиво течење у ситном матриксу између угластих класта величине до 5 cm и јасне деформације минералних зрна вероватно настале услед трења при течењу. Агломератски лапилити показују сасвим слабу импрегнацијску пиритизацију баш као и субвулкански андезит чија су кровина, док се пиритизација у бречастим лапилитима види само уз 5-10 cm дебели обод рудних жица на ушћу потока Брестовац. У кластима бречастих лапилита и матриксу плагнокласна зрна су албитисана и зеолитисана, местимично јаче, хорнбленда јаче или слабије хлоритисана. У стенским фрагментима лапилита понегде је добро очувано стакло.

Туронска рудна појава

Једина видљива туронска рудна појава су жице борске масивне бакарне паразитне дебеле око 0,3 m у лапилитским бречама камеиолома на ушћу потока Брестовац у Брестовачку реку. Уз вратећи пирит и присутни кулорадоит (HgTe) главни рудни минерали су, према Obradović (1987, 1989) халкопирит и борнит. Уз ободне делове жица, оштро ограничene и према свежој стени и према рудној жици, развила се неколико cm дебела пиритизација. У лапилитској бречи понегде се виде изузетно ретке прслине испуњене пиритом. Пиритске импрегнације нису уочене. Појаве су мало проучене.

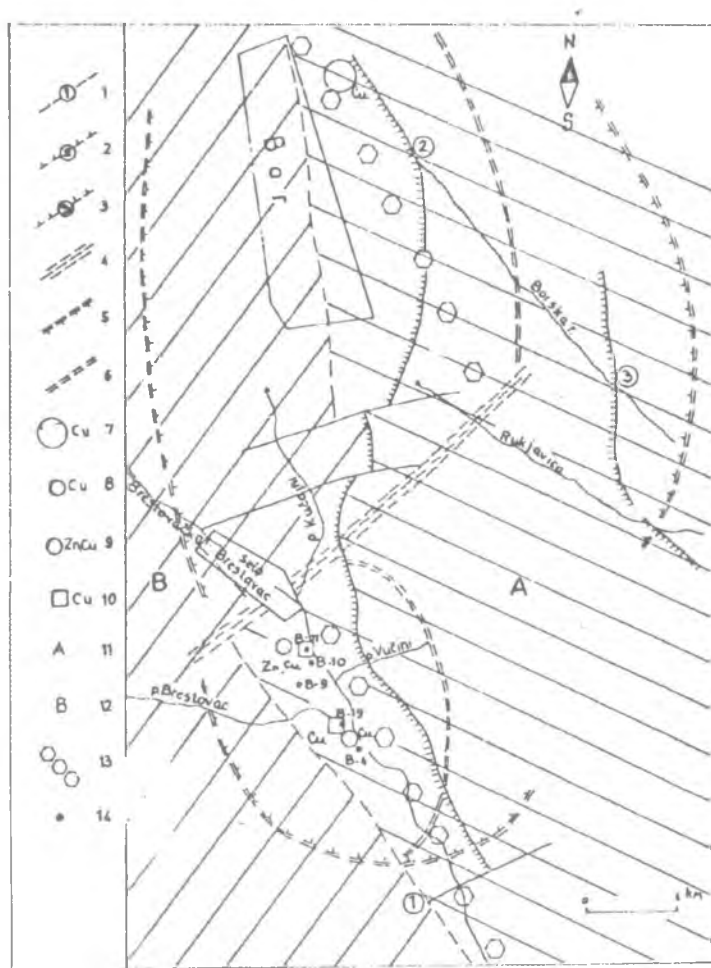
У оси гравиметријских максимума Брестовачке реке, приказаној према карти 1:200.000 (Bilibajkić i dr., 1971/72) максимум на ушћу потока Брестовац у непосредној близини жице са борском рудном парагенезом свакако је изазван туронском сулфидном минерализацијом. Да ли је минерализацијом, која би такође могла бити туронска, изазван гравиметријски максимум око 200 m јужно у Брестовачкој реци није решила бушотина Б-4 пошто, према нашем мишљењима, ни после 694 m није изашла из епикластита (Đorđević i dr., 1989).

СЕНОН

Епикластичне насlage

Представљене су у морској средини таложеним епикластичним бречама од валутака туронског вулканогеног материјала и заважено присутним епикластичним аргилитима. У стенама је присутна стратификација, местимично врло добро изражена. Највећи део онога што је на постојећим картама издвојено као прва вулканска фаза Đorđevića (1960) устварп су епикластити (Đorđević, 1994).

Горњотуронско–доњосенонски и кампаиски нивои епикластита првенствено су изграђени од валутака свежих туронских вулканита свих фаза развоја вулкана (широкластично, вулканогене, субвулканско–хипоабисалие) при чему на неким издацима постоји неубичајено висок садржај валутака из субвулканског нивоа.



Сл. 3. Тектонска скица ширег подручја Брестовца. 1. Борско-тупижнички расед; 2. Борски расед; 3. Кривелјски расед; 4. Зона борског транскурентног раседа; 5. Вулканска структура; 6. Перспективно рудно подручје; 7. Лежиште бакра везано за туронски вулканизам; 8. Појаве бакра везане за туронски вулканизам; 9. Појаве метала везане за сенонски вулканизам; 10. Рудни класти у епикластитима; 11. Борско-леновачки блок; 12. Црноречки блок; 13. Оса гравиметријског максимума; 14. Бушотине.

Fig. 3. Tectonic sketch map of the general Brestovac area. 1. Bor-Tupiznica fault; 2. Bor fault; 3. Krivelj fault; 4. Bor transcurrent fault zone; 5. Volcanic structure; 6. Ore prospect; 7. Copper deposit associated with Turonian volcanism; 8. Copper occurrences associated with Turonian volcanism; 9. Metal occurrences associated with Senonian volcanism; 10. Ore clasts in epiclastics; 11. Bor-Lenovac block; 12. Crna Reka block; 13. Gravimetric maximum axis; 14. Boreholes.

Највиши нивои горњотуронско–доњосенонских епикластита буштоне Б-19, исиод 180 m, садрже рудие валутке пиритисаних и силификованих субвулканита са мало халкопирита. У истим нивоима изнад бречастих лапилиита на левој обали

Брестовачке реке у усеку пута Брестовац Метовница (код старог поткопа) виде се распадиути валуци масивне борске бакарне парагенезе из којих настају малахит и азурит.

У најстаријим нивонма кампанских епикластита непосредно изнад алевролитских лапораца сантон–кампана, на левој обали потока Брестовац, нађен је валутак измењеног апдезита орудњее пиритом, халкопиритом и ковелином, где је микроскопски утврђена и нискотемпературна К–метасоматоза.

У епикластитима деспе долине стране доњег тока потока Брестовац такође су нађени валуци секундарних кварцита за које знамо да су у Борском руднику пратиоци борске рудне парагенезе типа Тилва Рош (Karamata i dr., 1983).

Сенонски вулканогени продукти

Доњосенонски, вероватно конијачки аугит андезит–базалтски пирокластити и жице (мацдоласти, са сасвим ретком хориблендом) јављају се на малом пространству у ободним деловима сенонског вулканског басена у Брестовачкој реци. Западно, ка унутрашњости басена, тектонски одвојене дебеле наслаге доњосенонских материјалио идентичних андезит–базалтских пирокластита и вулканита, највећим делом вероватно сантонске, не учествују на видљив начин у процесима уз брестовачку дислокацију.

Доњосенонски вулканизам нису пратили израженији хидротермални процеси. Промене у стенама северно од потока Вучици на широком простору развијене као слабо до средње изражен хидротермални преображај (епидотизација, карбонатизација, хлоритизација, албигизација и др.) су егзоморфне, проузроковане неком на површини невидљивом магматском активношћу. Оне су захватиле још горњотуронско–доњосенонске епикластите из базе андезит–базалта, слојеве сантон–кампанских лапораца као и кампанске епикластите што се све види још и на десној долиноској страни Брестовачке реке, а нису се одразиле на мастрихтским алевролитима са пешчарима и ретким интеркалацијама лапораца из којих се развијају борски конгломерати и пешчари.

Промене су настале у кампану, када се у тимочкој еруптивној области ван ових терена широко развијају хидротермалне промене (Тилва Њагра, Злот, Савинац, Марков камен и др.). Вулкански еквиваленти носилаца тих промена су пирокластити и жице хорибленда андезита северно и западно од села где, према нашим схватањима, спада и "албитски трахит" Брестовачке Бање описан од Пића (1957).

Кампанске рудне појаве

Налазе се у сенонским седиментима као сочива дебљине од неколико до преко 20 m (Janković, 1990), а према нашим подацима као хидротермалне, паралелно слојевитости кампанских епикластита и седимента одложене ретке сасвим танке, понегде једва видљиве жилице, а у бушотини Б–11 интервал дебљине веће од 20 m. Минерализацију чине пирит, халкопирит и сфалерит са незнатним уделом галенита.

Старост минерализације према нашим схватањима је кампанска, као и хидротермалне промене на доњосенонским вулканитима и епикластитима о чему је у претходном излагању говорено.

ЗАКЉУЧАК

Видљиве творевине вулканогеног турона на површини и у бушотинама показују да подручје Брестовца припада ужем делу вулканског центра, средини где је

морала постојати дуготрајна продужена вулканска активност. У таквим условима настају максималне дубоке промене вулканогеног материјала у свим нивоима вулканског апарата укључујући и стварање рудне минерализације.

Још пре горњег турона еродована до различитих вулканских нивоа, дуж брестовачке и брестовачко-борске дислокације тектонски јако поремећена, ова на највећој површини епикластитима местимично велике дебљине покривена структура, заслужује пуно интересовање као појава високог приоритета али и врло сложене геолошке грађе.

Присуство примарне масивне борске рудне парагенезе у жицама потока Брестовац, рудних валутака са масивном борском парагенезом, порфирском парагенезом и валутака промењених стена какве су секуидарни кварцити, упућује да су у тој структури морале настајати појаве бакрових руда типа масивне борске руде, порфирских руда бакра и парагенеза тина Тилва Рош какве постоје и у ужем рудном простору Бора.

Осе гравиметријских максимума приказане према подацима Билибајкић и др. (1971/72) вероватно раздвојени делови истог максимума формираног туронском сулфидном минерализацијом упућују такође на могуће јединство подручја Брестовца са подручјем Бора.

Кампанска $Zn-Si$ минерализација Брестовца чини актуелним и питање има ли у продужетку брестовачко-борске дислокације према северу, на граници са борским рудним простором и даље, поред извесно туронске минерализације још и млађе, кампанске. Источно од брестовачко-тупижничке дислокације у јужном делу тимочке еруптивне области, како је већ речено, после горњег турона постојао је морски режим када се таложу седименти.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	477-490	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

UDC 553.04:553.43(497.11-11)

Original scientific paper

BRESTOVAC NEAR BOR, EASTERN SERBIA – A COPPER ORE PROSPECT

by

Miodrag Đorđević* and Miodrag Banješević*

While mapping for the Geological Map of the F.R. of Yugoslavia, at 1:50,000, extensive epiclastic deposits were recognized (Đorđević et al., 1987–1989) in Brestovac area south of Bor and separated from Turonian volcanic rocks. In addition to pebbles of Turonian volcanic products, the deposits included pebbles of massive copper ore of Bor type, porphyric copper ore and pebbles of secondary quartzite; in volcanic Turonian rocks, under the unconformable epiclastic deposits, veins of massive copper ore were found at the mouth of the Brestovac stream. This work considers a Turonian productive copper ore emplacement and Senonian epiclastics with Turonian ore pebbles.

Also, a general information is given about Senonian volcanism. The earlier known occurrence of Zn–Cu ore is Campanian in age, in the opinion of these authors.

Key words: Turonian Bor volcanic structure, copper–mineralized Turonian, ore pebbles in epiclastics, Senonian volcanism, Campanian Zn–Cu mineralization.

INTRODUCTION

Brestovac terrain was repeatedly explored after the second world war, more intensively from 1957 for preparation of the first detail geological map. Synthetic presentations of the explorations by Drovenik (1960, 1968), Drovenik et al. (1962), geological map, Antonijević et al. (1974) describe volcanic rocks of the greatest extent in the region as Turonian/Senonian submarine products of the first volcanic phase, and hydrothermally altered rocks which bear mineral ore as Laramian. Copper occurrences at the Brestovac stream are explained by Drovenik (1966) as clastics ejected by volcanic explosion from small unidentified Upper Cretaceous deposits.

Also separated on the available geological maps are Senonian pyroxene andesite and pyroxene hornblende andesites with pyroclastics of the second volcanic phase, according to Drovenik (1960), and "Bor pelites (tuffs, tuffites and marlstones)" with Bor conglomerates and sandstones formed between the first and second volcanic phases. Albite

* Geological Institute "Gemini", Karađorđeva 48, 11000 Belgrade.

trachyte of Ilić (1957), Drovenik et al. (1962) separate as the third volcanic phase, also Senonian.

GEOLOGY OF BRESTOVAC AREA

The geology of Brestovac area south of Bor is notable in the Timok volcanic eruption zone. In addition to Jurassic and Lower Cretaceous carbonate sedimentary rocks from under the Timok eruption zone and Cenomanian deposits, this village area of some 10 km² is made up of almost all volcanogenic and sedimentation products of the Upper Cretaceous: Turonian volcanogenic products, Senonian epiclastic deposits, Senonian volcanogenic and sedimentation products.

The local geologic history can be continuously traced from the Turonian to the Middle Senonian, whereas newer formations are in complex tectonic relations. The geological complexity of this terrain is understandable, because it extends along the Brestovac–Tupižnica and Brestovac–Bor dislocations which appeared probably in the late Upper Turonian and halved the Timok eruption zone into its western part, which was to become an area of strong volcanism from the Lower Senonian, and eastern part where marine sediments were deposited through the Senonian. At the boundary of these two parts, the conditions of sedimentation and volcanism differed to the end of the Senonian from those in the western area, where a volcanic basin opened, and the eastern area closed for volcanic processes. New tectonic movements after the Senonian reshaped the terrain, adding to its complexity.

In the dislocation zone proper, Turonian volcanogenic products, which are the oldest rocks, are discordantly overlain by a level of Upper Turonian/Lower Senonian epiclastic deposits formed in a marine environment of underlying rocks and occasional intercalated marlstones. Upward, a continuous sequence can be traced of Lower Senonian, likely Coniacian, andesite–basalt pyroclastics and veins, then Upper Santonian/Lower Campanian marly siltstone deposits (Mihajlović, 1987, 1989; Ljubović–Obradović, 1987, 1989), and epiclastic deposits of the Campanian.

Andesite–basalt volcanism in the volcanic basin west of the dislocation prevailed through most of the Lower Santonian, when thick deposits of pyroclastics were formed with occasional vein. Rocks of the Campanian are marine hornblende pyroxene and andesite basalt products, and, on the basin's margin, tuffaceous deposits generally referred to as "Bor pelites" which are intercalated with marlstone bearing Middle Campanian/Maastrichtian nannoplankton (identified by Mihajlović, 1989). Younger rocks are Campanian hornblende andesite pyroclastics and veins – the latest Campanian products (Đorđević et al., 1990).

Maastrichtian volcanogenic products are not reported in the study area. Maastrichtian deposits on the margin of the basin and in the eastern part/block are fine clastics gradually passing upward into Bor conglomerates and sandstones in which Lower/Middle Maastrichtian products are recognized (Đorđević et al., 1994).

Faulting along the Bor fault, after the Maastrichtian, which was to become reverse, subducted the eastern block, which would preserve Bor conglomerates and sandstones on a basement of Senonian epiclastics and invisible part of volcanogenic Turonian, under the western block all over the area from Bor to Brestovac. This was additionally complicated by transcurrent faults in WSW–ENE direction and displacement of southern limbs to the west.

Hydrothermal alterations and primary copper mineralization are distinct in Turonian volcanogenic rocks. Senonian rocks in the area also include hydrothermal alterations and Zn–Cu mineral emplacements.

The southern and southwestern parts of Brestovac area are covered with Miocene deposits. Quaternary deposits are represented by a thin alluvion from the Brestovačka river. Tertiary and Quaternary deposits will not be considered in this work.

TURONIAN

Turonian Volcanogenic Products

Visible parts of the volcanogenic Turonian unit crop out in several places in a total surface area of about 15 ha. These rocks are represented by brecciated lapilli of biotite–hornblende andesite in composition, in a small area noted at the Brestovac stream mouth and more northward upstream the Brestovačka river, by identical lapilli deepest in borehole B–9, subvolcanic consolidated biotite–hornblende andesite in the same borehole, B–10 in Brestovac stream, and, the largest occurrence, subvolcanic consolidated biotite–hornblende dacite east of the Brestovac stream mouth. Except in dacites, biotite is a subordinate component in all the mentioned rocks.

The geological map in Fig. 1 shows Turonian volcanic rocks on either side of the Bor–Tupižnica dislocation, on which it may be supposed that their boundary under Senonian epiclastics and pyroclastics is open to the west.

Volcanic rocks everywhere lack the highest levels with intrusive overlayers, excluding andesite deepest in B–9 (376 m). Epiclastic deposits unconformably lie over the volcanic rocks. Very finegrained hypidiomorphic texture of the groundmass and locally visible slightly opacitized hornblende, indicate quite shallow consolidation levels. The rocks are slightly propilitized. Plagioclase grains are low carbonated and argillated, hornblende and biotite chloritized and carbonated. Andesites show very weak impregnation pyritization. Agglomeratic lapilli in hole B–9 are most likely the material projected from a low eruption column, whereas the derivation of brecciated lapilli is not quite clear, except that they are subareal. These rocks, hypothetically, formed from a pyroclastic flow, as suggested by sporadically visible flow in the fine matrix between angular clasts up to 5 cm in size and clearly deformed mineral grains as a likely result of flow friction. Agglomeratic lapilli show quite slight impregnation pyritization, same as the underlying subvolcanic andesite, while pyritization in brecciated lapilli is observed by the 5–10 cm thick ore vein margin at the Brestovac stream mouth. Plagioclase grains in brecciated lapilli clasts and the matrix are albitized and zeolitized, notably in places; hornblende is more or less chloritized. Lapilli rock fragments contain well preserved glass in places.

Turonian Ore Occurrence

The only visible Turonian ore occurrence are veins of Bor massive copper paragenesis, about 0.3 m thick, in lapilli breccia of a quarry where the Brestovac stream flows into the Brestovačka river. The essential ore minerals, besides accessory pyrite and present (Hg Te), are, according to Obradović (1987, 1989), chalcopyrite and bornite. Marginally on the veins, with sharp borders to both the fresh rock and the ore vein, the rock pyritization is

a few cm deep. Lapilli breccia shows few sporadic pyrite-filled fissures. Pyrite impregnations have not been noted. The occurrences have been little studied.

In the axis of the Brestovačka river gravimetric maxima, shown after a map at 1:200,000 (Bilibajkić et al., 1971–72), the maximum at the Brestovac stream mouth near the vein of Bor ore paragenesis is certainly caused by Turonian sulphide mineralization. Has the mineralization, which also could be Turonian, caused the gravimetric maximum about 200 m to the south, in the Brestovačka river, is the question to which hole B-4 did not provide the answer, because, in our opinion, it did not exit from epiclastics even below the depth of 694 m (Đorđević et al., 1989).

SENONIAN

Epiclastic Deposits

These deposits are epiclastic breccias laid in a marine environment, composed of Turonian volcanic pebbles and notable epiclastic arenites. The rocks are stratified, locally well stratified. Most of what is denoted on the available maps as the first volcanic phase (Drovenik, 1960) are actually epiclastics (Đorđević, 1994).

Upper Turonian/Lower Senonian and Campanian epiclastic levels are composed dominantly of fresh Turonian volcanite pebbles of all phases of volcanism (pyroclastic, volcanogenic, subvolcanic–hypabyssal); the rate of pebbles from the subvolcanic level is extraordinarily high in some outcrops.

Highest levels of Upper Turonian/Lower Senonian epiclastics in B-19, below 180 m, contain ore pebbles of pyritized and silicified subvolcanites with some chalcopyrite. The same levels above the brecciated lapilli on the left side of the Brestovačka river, in a Brestovac–Metovnica road cutting (at the old adit), show disintegrated pebbles of massive Bor copper paragenesis from which derive malachite and azurite.

A pebble of potassium metasomatically altered andesite, mineralized by pyrite, chalcopyrite and covellite, was found in the earliest levels of Campanian epiclastics directly over Santonian/Campanian aleuritic marlstones, on the left bank of the Brestovac stream.

Pebbles of secondary quartzite, which we know to be an accessory of the Bor ore paragenesis of Tilva Roš type (Karamata et al., 1983), were found in epiclastics on the right side of the lower part of the Brestovac stream.

Senonian Volcanogenic Products

Lower Senonian, probably Coniacian, augite andesite–basalt pyroclastics and veins (amygdaloidal, with very scarce hornblende) occur in the Brestovačka river in a small area on the margin of the Senonian volcanic basin. Westward into the basin, tectonically separated thick Lower Senonian deposits, identical in material with andesite–basalt pyroclastics and volcanites, mainly likely Santonian, are not visibly involved in the processes along the Brestovac dislocation.

The Lower Senonian volcanism was not followed by notable hydrothermal processes. Rock alterations north of the Vučini stream, as extensive low to medium hydrothermal transformations (epidotization, carbonatization, chloritization, albitization, etc.), are exo-

morphic, caused by some magmatic activity unobserved on the surface. Alterations also affected Upper Turonian/Lower Senonian epiclastics from under andesite basalt, beds of Santonian/Campanian marlstones, and Campanian epiclastics, as has been observed on the right side of the Brestovačka river, but not Maastrichtian aleurites and sandstones in few marlstone intercalations from which Bor conglomerates and sandstones have developed.

These transformations occurred in the Campanian, when beyond this terrain, in the Timok eruption region, hydrothermal alterations were widespread (Tilva Njagra, Zlot, Savinac, Markov Kamen, etc.). The volcanic equivalents of the altered rocks are pyroclastics and hornblende andesite veins north and west of the village where also, in our knowledge, belongs "albite trachyte" of Brestovačka Banja described by Ilić (1957).

Campanian ore occurrences are found in Senonian deposits as lenses, from a few to 20 m in size (Janković, 1990); our data indicate these occurrences as hydrothermal, parallel with bedding of Campanian epiclastics and deposits of few very thin, sporadically barely visible, veinlets, or an interval in B-11 exceeding 20 m in thickness. Mineral emplacements are those of pyrite, chalcopyrite and sphalerite and negligible galena.

We date the mineral emplacements Campanian, same as the hydrothermal alterations on Lower Senonian volcanites and epiclastics described earlier in this text.

CONCLUSION

Visible products of Turonian volcanism at the surface and in boreholes suggest that Brestovac area belongs to the volcanic centre proper, an environment of a prolonged volcanic activity which provided for deep alteration of volcanogenic materials at each level of the volcanic system including the formation of mineral ores.

This structure, largely covered with epiclastics, locally very thick, eroded to different volcanic levels before the Upper Turonian and much deformed along the Brestovac and Brestovac-Bor dislocations, deserves full consideration as a phenomenon of high priority and complex geology.

Primary massive Bor ore parageneses in the Brestovac stream veins, a quarry of pebbles bearing massive Bor paragenesis, porphyry paragenesis, and altered rock pebbles such as quartzites suggest that copper ore of massive Bor type, porphyritic copper ore and the Tilva Roš type paragenesis such as in the Bor copper province must have formed in this structure.

The axes of gravimetric maxima presented after Bilibajkić et al. (1971-72), probably divided segments of one maximum from the Turonian sulphide mineralization, also indicate a likely unity of Brestovac and Bor provinces.

The Campanian Zn-Cu mineralization raises the question: Is there, besides Turonian, a newer, Campanian mineralization extending northward beyond the Brestovac-Bor dislocation, at the border of the Bor ore province? East of the Brestovac-Tupižnica dislocation, south in the Timok eruption region, as has been mentioned, a depositional environment prevailed after the Upper Turonian.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Antonijević I., Kalenić M., Đorđević M., Lončarević Č., Čičulić M. i Škuletić T., 1974: Osnovna geološka karta (1:100.000) list "Bor" sa tumačem.– Savezni geološki zavod, 65 str., Beograd.

- Bilibajkić P., Mladenović M.M. i Aleksić D., 1971–1972: Rezultati gravimetrijskih ispitivanja u timočkoj eruptivnoj oblasti.– III Savetovanje o istraživanju Bakrove mineralizacije na teritoriji SFRJ Beograd.
- Drovenik M., 1960: Geološko petrološka studija šire okoline rudnika Bor (istočna Srbija).– Doktorska disertacija, Fond stručnih dokumentacija RTB Bor, 107 st, Bor (nepublikovano/unpublished).
- Drovenik M., 1966: Mineralni sastav i geneza odlomaka sa bakarnim sulfidima iz piroklastičnih stena šire okoline rudnika Bor.– Rudarsko metalurški zbornik, 4, 409–426, Ljubljana.
- Drovenik M., 1968: Razvoj magmatskih in piroklastičnih kamenih v okolici bakrovega rudišča Bor.– Geologija razprave in poročila, 11, 5–113, Ljubljana.
- Drovenik M., Antonijević I. i Mičić I., 1962: Novi pogledi na magmatizam i geološku gradu timočke eruptivne oblasti.– Vesnik Geozavoda, A, 20, 67–92, Beograd.
- Đorđević M., 1994: Piroklastično i epiklastično u "prvoj vulkanskoj fazi" timočke eruptivne oblasti južno od Borskog rudnika – istočna Srbija.– Vesnik, A, B–Geologija, 46, 291–312, Beograd.
- Đorđević M. i Janjić M., 1987: Završni izveštaj o radovima na projektu A₃–A "Mezozoiske sedimentne tvorevine istočne Srbije (neflišne) – gornja kreda i vulkaniti, za područje Brestovca u 1986. god – Fond stručnih dokumentacija Geološkog zavoda, Beograd (nepublikovano/unpublished).
- Đorđević M. i Janjić M., 1990: Proučavanje vulkanizma timočke eruptivne oblasti u okviru geološke karte SFRJ 1:50.000.– XII Kongres geologa Jugoslavije, 2, 241–251 Ohrid.
- Đorđević M., Janjić M. i Banješević M., 1989: Izveštaj o geološkom kartiranju u razmeri 1:5.000 i geološkom istraživanju u području Brestovca južno od Bora u 1988. god.– Fond str. dokum. Geološkog zavoda, Beograd (nepublikovano/unpublished).
- Đorđević M., Mihajlović Đ., Ljubović–Obradović D., Đajić S., Banješević M. & Zupančić N., 1994: New details of the age and location of Bor conglomerates and sandstones southwardly from Bor (east Serbia).– Vesnik, serija A, B–Geologija, 46, 169–181, Beograd.
- Ilić M., 1957: O pojavama albitskih trahida u okolini Brestovačke Banje.– Vesnik zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, 13, 283–298, Beograd.
- Janković S., 1990: Rudna ležišta Srbije: regionalni metalogenetski položaj, sredine stvaranja i tipovi ležišta.– Rep. dr. Fond geol. istr. i Rud.–geol. fak., 320–321, Beograd.
- Karamata S., Knežević V., Đorđević P. & Milovanović D., 1983: Alterations in the Bor copper deposit and their significance for explanation of the ore genesis.– Geol. zbornik Geol. Carpathica, 34/1, 45–52, Bratislava.
- Ljubović–Obradović D., 1987: Izveštaj o mikropaleontološkim ispitivanjima krednih sedimenata u području Brestovca u 1986. god.– Fond stručnih dokumentacija Geološkog zavoda, Beograd (nepublikovano/unpublished).
- Ljubović–Obradović D., 1989: Izveštaj o mikropaleontološkim ispitivanjima krednih sedimenata u području Brestovca u 1988. god.– Ibid., Beograd.
- Mihajlović D., 1987: Izveštaj o istraživanju krečnjačkog nanoplanktona iz gornjokrednih sedimenata istočne Srbije u 1986.– Ibid, Beograd.
- Mihajlović D., 1989: Izveštaj o istraživanju krečnjačkog nanoplanktona iz gornjokrednih sedimenata istočne Srbije u 1988.– Ibid, Beograd.
- Obradović Lj., 1987. i 1989: Izveštaj o rudnomikroskopskom pregledu preparata ruda i stena timočke eruptivne oblasti u 1986. i 1989. god. Ibid., Beograd.