

## РЕЦИКЛАЖА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

UDK 626.877(497.11)

*Стручни рад*

---

Технички факултет у Бору Универзитета у Београду, В. Ј. 12, 19210 Бор, Србија  
Катедра за минералне и рециклажне технологије  
Тел. +381 30 424 555, 424 556, Фак. +381 30 421 078

---

### ЈАЛОВИШТА БЛАГОДАТА – ПОТРЕБА ЗА УСПОСТАВЉАЊЕМ ИСКРЕНИХ ОДНОСА ПРИРОДЕ И ЧОВЕКА

### TAILING DUMPS OF BLAGODAT – NEED TO ESTABLISH A TRUE RELATIONSHIP BETWEEN MAN AND NATURE

**Божидар В. Ђокић<sup>#</sup>, Милун Јовановић**

Геолошки институт Србије, Сектор за еколошка и геохемијска истраживања,  
Ровињска 12, Београд, Србија

---

#### ИЗВОД

У ванредно атрактивним теренима у југоисточној Србији, у непосредној близини специјалних резервата природе и споменика природе смештена су јаловишта везана за експлоатацију руде из Рудника Благодат. У ширим просторима геореференцирана су следећа јаловишта: махала Мусуљ–Кекеринци – комбинована рудничка и флотирана јаловина, јаловиште махала Мусуљ – рудничка јаловина и јаловиште са флотираном јаловином у непосредној близини Криве Феје.

Непознати утицај јаловишта на животну средину сугерише наставак истраживања и усаглашавање добијених информација са информацијама из Катастра техногених јаловишта, који је у изради.

**Кључне речи:** југоисточна Србија, Благодат, јаловишта, специјални резерват природе, споменик природе, рудничка јаловина, флотирана јаловина, геореференцирана тачка, биолошки вакуум, Катастар техногених јаловишта рудника метала, превенција, санација

#### ABSTRACT

Tailing dumps connected with ore exploitation from Blagodat mine are placed in extraordinary attractive areas of Southeast Serbia, in immediate vicinity of Special natural reserves and Monuments of nature. Following tailing and slag dumps are georeferent in the wider area: section mahala Musulj–Kekerinci – combined mine tailing and flotation slag dump, section mahala Musulj tailing – mine tailing and flotation slag dump in immediate vicinity of Kriva Feja.

Unknown influence of the tailing and slag dumps on environment suggests continuation of research and coordination of obtained information with the information from Cadastre of technogenic tailings, which is under construction.

**Key words:** Southeast Serbia, Blagodat, Tailings, Special natural reserve, Monument of nature, Mining tailings, Flotation slag dumps, Georeferent point, Biological vacuum, Cadastre of technogenic tailings of metal mines, Prevention, Reparation.

---

---

<sup>#</sup> *Особа за контакт: geohemija@sezampro.yu*

## УВОД

У ванредно атрактивним теренима у југоисточној Србији, у просторима који су административно одређени као Јужно Поморавље, смештен је Рудник Благодат. Само име Благодат је божанско и означава дар који вернику пружа могућност да у заједници са Господом Исусом Христом достигне пуноћу живота.

И заиста, у лепом на овим просторима није шкртарено.

Крајолик околине рудника и јаловишта је наглашено планински. У геоморфолошком погледу се истичу врхови Бесна Кобила (1923 m) и Патарица (1672 m) који су део западног родопског система планина (сл. 1).

Карактеристична орографија чини да је клима ових простора изразито континентална, са максималним температурама 27,6<sup>0</sup>С и минималним -39,0<sup>0</sup>С. Максимална влажност ваздуха износи 84,0%, а минимална 62,3%. Просечна годишња количина падавина је 614 mm. Ово је, уз још мноштво других фактора, условило да су ови простори изузетно богати ендемичном флором и вегетацијом.

У близини Благодата се налази Специјални резерват природе Јарешника и Споменик природе Црноштица [1].

## ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОКОЛИНЕ БЛАГОДАТА

Шири простори Благодата су сложене геолошке грађе [2]. Састављени су од кварцита као творевина доњег комплекса серије широке планине и творевина горњег комплекса: амфиболитских метаморфита, лискунских парастена јарешничке серије, серије Стајевца: мусковит-хлоритских шкриљаца, хлорит-мусковитских шкриљаца; творевина ордовицијума: серицит-графитских и серицит-хлоритских шкриљаца; магматских и

Саобраћајна комуникација се обавља локалним путем Врање–Босилеград који је од октобра проходан само од Врања до Криве Феје.

Упркос ванредним природним лепотама, крај је ретко насељен, а насеља су у форми махала које имају карактер села са испод 2000 становника (Крива Феја, Црни Врх, Горња и Доња Љубата и Мусуљ). Миграције локалног становништва су економског карактера и увек су усмерене ка већим привредним центрима Врању, Сурдулици и Босилеграду.



Слика 1. Географско и геоморфолошко окружење јаловишта Рудника Благодат (снимак са висине од око 10 000 m, Google)

хибридних стена старије фазе, хибридних стена плагногранитског и гранитског састава, гранитоида Доганице и мусковитских ортогнајсева, терцијарних порфиroidних плутонских гранита Црноока, гранодиорита Сурдулице, нормалних зрнастих и порфиroidних варијетета, пирокластита палеогена, туfoва, ретко са сочивима рожнаца и кварц латита неогена.

Специфична геоморфологија, али и разноврстан петролошки састав, сложене структуре и тектонски склоп чине да терени представљају разуђену вододелницу Јужне Мораве, Пчиње и Драговиштице [3]. Стене које сачињавају област не спадају у категорију оних са значајнијим водоносним својствима и одликују се интензивним површинским отицајем, развијеним процесима ерозије, неравномерним режимима водотокова и отежаним водоснабдевањем. Просечан отицај сливова је 9–13 l/s/km<sup>2</sup>. Такође, карактеристичне су и добрим делом отворене пукотине које чине да је водопропустљивост већа. Понирањем атмосферских талога у подземљу се развија типична разбијена издан која се дренира из више сталних извора. Због свега наведеног, у ширим просторима рудника и јаловишта Благодата је издвојено око 70 извора олигоминералних вода.

Рудник Благодат припада српско-македонској тектонској јединици, беснокобилско-осоговском рудном реону. Формирање лежишта је везано за алпски магматизам. Генетски је скарновско-хидротермалног типа [4].

Од рудних минерала на Благодату доминира галенит, сфалерит и пирит, а споредни су халкопирит, пиротин, магнетит, хематит, кубанит, арсенопирит, маркасит, тетраедрит, молибденит, сидерит, лимонит, хидрохематит, вулфенит, церусит и ковелин.

## ИСТОРИЈАТ РУДНИКА БЛАГОДАТ

Рударења су судбински везана за овај крај. Остаци ових активности сежу до римских времена, и чак су и данас видљиви на бројним локалитетима.

Прва организована истраживања а и експлоатација олово-цинкове руде је извршила италијанска фирма „Societe Commerciale d' Oriente” која је на просторима

Хемијске анализе рађене шездесетих година прошлог века од репрезентативног узорка руде (од 30 t) Рудника Благодат показују следећи састав: Pb (5,22%), Zn (4,91%), Fe (10,90%), S (5,85%), As (0,16%), Sb (0,11%), Cu (0,23%), Cd (0,026%), Bi и Au траг, Ag (20,00 g/t), Mn (10,7%), Mg (1,61%), SiO<sub>2</sub> (56,75%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5,60%) и CaO (4,77%).

У 2006. години су урађене хемијске анализе (American Assay Laboratory) на 68 елемената које су показале следећи хемијски састав руде: Al (802 ppm), As (70 ppm), Au (<2 ppm), (53 ppb), B < 3 ppm, Ba (2 ppm), Be (0,11 ppm), Bi < 1 ppm, Ca (4.680 ppm), Cd (1.327,50 ppm), Ce < 1 ppm, Co (19 ppm), Cr (2 ppm), Cu > 10.000 ppm (18.680 ppm), Dy < 1 ppm, Er < 1 ppm, Eu < 0,5 ppm, Fe (74700 ppm), Ga (6 ppm), Ge < 2 ppm, Hf < 2 ppm, Hg < 0,5 ppm, Ho < 0,5 ppm, In < 1ppm, Ir < 5 ppm, K (943 ppm), La (3 ppm), Li < 1ppm, Lu < 1 ppm, Mg (1.350 ppm), Mn (1.660 ppm), Mo < 0,5 ppm, Na (68 ppm), Nb < 2 ppm, Ni (9 ppm), Os < 5 ppm, P (320 ppm), Pb > 10.000 ppm (160.620), Pd < 5 ppm, Pr < 1 ppm, Pt < 5 ppm, Rb < 5 ppm, Re < 5 ppm, Rh < 10 ppm, Ru < 10 ppm, S (84.900 ppm), Sb (22 ppm), Sc (0,27 ppm), Se (1,7 ppm), Si (429 ppm), Sm < 1 ppm, Sn < 1 ppm, Sr (14 ppm), Ta < 5 ppm, Tb < 1 ppm, Te < 5 ppm, Th < 3 ppm, Ti < 10 ppm, Tl < 3 ppm, Tm < 1 ppm, U (4 ppm), V (7 ppm), W (45 ppm), Y (2 ppm), Yb < 1 ppm, Zn > 10.000 ppm (194.740), Zr (2 ppm), Ag (55,30 ppm), Nd < 1 ppm.

који гравитирају ка Црној и Краснодолској реци подигла и прва постројења за флотацију. Спекулише се да је до 1912. године на овом локалитету извађено и прерађено 10 000 тона руде. Успомена на та времена је напуштено флотацијско постројење и део рудничке и флотирание јаловине. Почетком Првог

светског рата престају све рударске активности везане за ову област.

Период од 1958. године до 1972. године је време систематичних рударских активности

### ЈАЛОВИШТА РУДНИКА БЛАГОДАТ

Данас, у области Рудника Благодат постоје три јаловишта о чијим утицајима на животну околину знамо веома мало.

Прво јаловиште је на локацији Мусуљ у махали Кекеринци (сл. 2). Карактерише га комбинована рудничка и флотацијска јаловина заостала са почетка прошлог века. Токсичан материјал се са необезбеђене депоније спира у Црну реку. Овако, загађивање реке која припада сливу Пчиње траје већ стотину година. Утицај токсина који су са јаловишта транспортовани еолским путем, никад није анализиран.



Слика 2. Комбиновано рудничко и флотацијско јаловиште

На флотираним јаловинским материјалу који се налази у биолошком вакууму, јасно су видљива бела исцветавања која указују на повећан кондуктивитет, односно на велику концентрацију тешких метала. Главна геореференцирана тачка јаловишта је 7602999, 4708979.

Северозападно од овог јаловишта налази се девет купа које су сачињене од рудничке јаловине из активног Рудника Благодат (сл. 3). Површинске воде на сличан начин као и у претходном случају врше токсикацију Црне реке која протиче испод јаловишта.

када и долази до формирања флотацијског јаловишта Благодата, сада у непосредној близини Криве Феје али и купа рудничке јаловине у махали Мусуљ–Кекеринци.



Слика 3. Рудничко јаловиште

Главна геореференцирана тачка јаловишта је 7602861, 4709199.

У непосредној близини Криве Феје налази се флотацијско јаловиште Благодата са процењених 550 милиона тона јаловинског материјала (сл. 4). Утицај материјала који се неконтролисано спира у Селишки поток или који са површине јаловишта ветрови транспортују километрима у околину, неиспитан је.



Слика 4. Флотацијско јаловиште

Главна геореференцирана тачка јаловишта је 7595906, 4713959.

Јаловишта се налазе у непосредној близини насељених места, што се посебно односи на флотацијско јаловиште на чијим се ободима издиже варош Крива Феја.

## РЕГИОНАЛНЕ ГЕОГРАФСКЕ ОСОБИНЕ ЈАЛОВИШТА

Јаловински материјал ових јаловишта је из рудника Благодат, тако да можемо да кажемо да је углавном уједначеног минералног и хемијског састава.

Географске карактеристике терена су условиле да јаловишта буду углавном издигнута, што је посебно неповољно за еолски транспорт најситније (пелитске) фракције са њихове површине. Такође, водотокови Црна река у Мусуљу и Селишки поток испод јаловишта Благодата су директно

угрожени од токсина које спира атмосферска вода.

Јаловишта су везана за подземно вађење олово-цинкове руде, тако да самим рудником животна средина није угрожена на већој површини. Транспорт јаловинског материјала је до флотацијског јаловишта хидроциклоном у дужини од око 1,5 km, а до рудничког вагонетима.

Јаловишта имају активан статус, сем у махали Мусуљ–Кекеринци.

## ПРЕДЛОГ МЕРА САНАЦИЈЕ И РЕМЕДИЈАЦИЈЕ

Мере санације и ремедијације захтевају утврђивање правог мерљивог стања животне средине у окружењу јаловишта. Ово укључује прикупљање и обраду информација о концентрацијама штетних елемената у медијима животне средине (вода, ваздух, земљиште).

Реализација искрених односа природе и човека почиње оконтуривањем јаловишта и утврђивањем количине јаловинског материјала.

Наредна фаза представља опробавање вода у окружењу јаловишта, али и вода ка којима гравитира токсични материјал са јаловишта [5]. Новије хемијске анализе руде из Рудника Благодата показују екстремно велике концентрације појединих елемената (пре свих, тешких метала) које могу бити погубне за људско здравље [6]. Елементи регистровани у руди логично су очекивани и у јаловиштима. Такође, неопходне су и хемијске анализе земљишта по мрежи чиме би добили концентрацију токсичних елемената у тлу. Надувавањима ветрова најситнија (пелитска) фракција се транспортује километрима, па чак и десетинама километара у окружење. Систематским квалитативним и

квантитативним мерењима концентрација фракција већих или мањих од 10 микрона утврдили би степен угрожавања људског здравља овим материјалом.

Одређивање геолошког састава подлоге јаловишта и околине (нулта концентрација) је неопходно ради анализа дистрибуције штетних материја са самог јаловишта.

Јаловински материјал на различит начин и у различитом степену деградира животну средину. Хемијски адитиви којима се обогаћује руда приликом флотације чине да су јаловишта хемијски третирана погубнија за животну средину. Бела исцветавања која су уочена на флотацијском јаловишту (код Криве Феје и на флотираном делу комбинованог јаловишта Мусуљ–Кекеринци) указују на велику концентрацију соли, односно, на изразиту концентрацију тешких метала који овај материјал доводе у стање биолошког вакуума. Неопходно је установити тачну концентрацију ових елемената у јаловинском материјалу.

Наведене информације су у фази прикупљања и биће приказане у Катастру техногених јаловишта Републике Србије који је у реализацији.

## ЈАЛОВИШТЕ БЛАГОДАТ У КАТАСТРУ ТЕХНОГЕНИХ ЈАЛОВИШТА У РЕПУБЛИЦИ

На просторима Србије постоје бројна јаловишта рудника метала о чијем утицају на животну средину знамо веома мало. Навешћемо само она највећа: јаловишта у околини Бора и Мајданпека, на Руднику, јаловишта везана за рударски комплекс Зајача, Кална, Мачкатица... О њиховом утицају на животну средину најчешће недостају елементарне информације.

Императив одрживог развоја који је доминантан у земљама чланицама ЕУ је управо заштита животне средине кроз рационално коришћење расположивих минералних ресурса. Све наведено сугерише на неопходност увођења ових објеката у јединствену базу података која би омогућила мониторинг стања животне средине, а на тај начин и одговарајуће мере превенције и

санације у случају инцидента на јаловиштима, на шта нас упозоравају скорашња искуства везана управо за ова јаловишта али и искуства земаља у окружењу [7].

Модел детаљнијих истраживања која се спроводе на јаловиштима Благодата, без већих проблема би могао бити, уз занемарљиве корекције, аплициран и на остала јаловишта која су у Републици, као што знамо, бројна [8].

Прикупљене информације би сачињавале јединствену базу података која је данас један од услова за улазак у ЕУ. Важно је напоменути да је домаћи пакет закона који третира ову проблематику и који је донешен 2004. године у складу са директивом ЕУ.

## САДРЖАЈ КАТАСТРА ЈАЛОВИШТА МЕТАЛИЧНИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА

Катастар јаловишта би био базиран на основним информацијама које су тренутно доступне и информацијама до којих би дошли истраживачким радом. Он обухвата:

- назив и географски положај јаловишта и рудника,
- регионалне географске карактеристике терена и морфолошке особине јаловишта,
- однос јаловишта и заштићених природних добара у околини,
- геолошки састав подлоге јаловишта и оклине,

- класификацију јаловишта у односу на руде чијом су експлоатацијом формирана,
- класификацију јаловишта у односу на токсичност јаловинског материјала,
- начин и дужину транспорта јаловинског материјала,
- статус јаловишта и рудника,
- процењену количину јаловинског материјала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Централни регистар заштићених природних добара Србије, 2005.
2. Бабовић и сарадници, „Тумач и Основна Геолошка карта 1 : 100000“, лист „Трговиште са Радомиром“, 1968.
3. „Геологија Србије, хидрогеологија“, Завод за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, 1976.

4. „Рудна лежишта Србије, регионални металогенетски положај, средине стварања и типови лежишта“, Републички друштвени фонд за геолошка истраживања, Катедра економске геологије Рударско-геолошког факултета
5. Извештај Ђокић В. Б. и сарадници, Катастар јаловишта техногених минералних сировина Републике Србије са проценом ризика извора и капацитета животне средине, Геолошки институт Србије, Београд, 2006.
6. „Геохемијске основе еколошког менаџмента“, Друштво за ширење и примену науке и праксе у заштити животне средине Србије и Црне Горе, „ЕКОЛОГИЦЕ“, Београд, 2004.
7. Directive of the European Parliament and of the Council on the management of the waste from the extractive industries (COM 2003), 319 final
8. Ђокић В. Б. и сарадници, „Геоколошке карактеристике Космаја“, Друштво за ширење и примену науке и праксе у заштити животне средине Србије и Црне Горе „ЕКОЛОГИЦЕ“, Београд, 2005.
9. Montgomery C. W., „Environmental geology“, Mc. Graw Hill Companies, 2003
10. „Животна средина одрживи развој“. Енциклопедија Јован Ангелус, Београд, 2003.