

Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита „Подбраћан“ код Милића (БиХ)

Бојана Голић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита „Подбраћан“ код Милића (БиХ) | Бојана Голић |
| 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006471>

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ЗА ЕКОНОМСКУ ГЕОЛОГИЈУ

ЗАВРШНИ РАД

Мастер академске студије

Геолошке карактеристике и методика истраживања
лежишта боксита „Подбраћан“ код Милића (БиХ)

КАНДИДАТ

Бојана Голић Г627/18

МЕНТОР

проф. др Владимир Симић

Београд, септембар, 2022.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ЗА ЕКОНОМСКУ ГЕОЛОГИЈУ



ЗАВРШНИ РАД

Мастер академске студије

Геолошке карактеристике и методика истраживања
лежишта боксита „Подбраћан“ код Милића (БиХ)

КАНДИДАТ

Бојана Голић Г627/18

МЕНТОР

проф. др Владимир Симић

Београд, септембар, 2022.

Комисија

1. Проф. др Владимир Симић, ментор
Рударско-геолошки факултет, Београд

2. Проф. др Раде Јеленковић, члан
Рударско-геолошки факултет, Београд

3. Доцент др Зоран Миладиновић, члан
Рударско-геолошки факултет, Београд

Кандидат:

Бојана Голић

Датум одбране:

Садржај

1. УВОД	6
2. ОПШТИ ДЕО	8
2.1. Географско-економске карактеристике подручја	8
2.2. Морфолошко-хидролошке и климатске прилике подручја.....	10
2.3. Историјат и геолошко-економске карактеристике ранијих истраживања подручја и постигнути резултати.....	12
2.4. Геолошке карактеристике ширег подручја.....	15
3. СПЕЦИЈАЛНИ ДЕО	21
3.1. Геолошке карактеристике лежишта	21
3.1.1. Геолошка грађа лежишта.....	21
3.1.2. Опис лежишта.....	23
3.1.3. Генеза лежишта	25
3.1.4. Тектоника лежишта	26
3.1.5. Хидрогеолошке карактеристике лежишта	27
3.1.6. Инжењерско-геолошке карактеристике лежишта.....	29
3.1.7. Истраживања за класификацију и категоризацију резерви минералне сировине.....	31
3.2. Истражни радови	32
3.3. Одређивање квалитета	42
3.4. Приказ резерви.....	46
4. ЗАКЉУЧАК	48
5. ЛИТЕРАТУРА	49
6. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ	50

Резиме

Лежиште црвених боксита „Подбраћан“ се налази у средишњем дијелу Источне Босне, на сјевероисточним падинама планине Јавор и Сушица, унутар општине Милићи и села Гуњаци.

Геолошка грађа ширег подручја је сложена. Заступљени су скоро сви стратиграфски чланови, од млађег палеозоику до квартара. У изградњи терена доминантне су седиментне стијене, затим магматске, док су метаморфне слабије заступљене.

Геолошка грађа ужег подручја лежишта изграђена је од седимената: тријаске, кредне, неогене и квартарне старости чији је литолошки опис приказан у поглављу Резултати истраживања, те у оквиру њега у поглављу Геолошка грађа лежишта.

Лежиште црвених боксита „Подбраћан“ истражено је истражно-експлоатационим радовима, који су углавном базирани на истражном бушењу, рударским радовима, те лабораторијским испитивањима квалитета.

Поред систематског истражног бушења које се изводило у периоду 1966-1988 године, чији је главни задатак био упознавање лежишних услова, облика, грађе, просторног положаја рудног тијела, те његових технолошких и квалитативних карактеристика, последња фаза истражног бушења рађена је 2020. године, у којој сам активно учествовала, јер сам запослена у Компанији као Оперативни геолог за подземну експлоатацију. Истраживања су рађена према Пројекту детаљних геолошких истраживања-доистраживања, за потребе израде Елабората о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви црвених боксита на лежишту „Подбраћан“ код Милића, са стањем 31.07.2020. године.

Кључне ријечи: црвени боксит, „Подбраћан“, геолошке карактеристике, методика истраживања, квалитет

1. УВОД

Циљ овог завршног рада јесте приказ геолошких карактеристика и методике истраживања црвених боксита на лежишту „Подбраћан“ код Милића.

Литолошке чланове који изграђују ово лежиште чине тријаски кречњаци који изграђују подину боксита, затим црвени боксит, неогени седименти који чине повлату боксита, и представљени су пјесковито шљунковитим седиментима, глинама те лапоровитим седиментима. Преко неогених седимената у југоисточном дијелу лежишта навучени су кредни седименти, простиру се даље према југоистоку, изграђују највише дијелове брда Браћан све до села Палеж. Горњокредне седименте изграђују лапорци, пјескови, и лапоровити кречњаци, мрке до мркожуте боје, затим површински седименти представљени пјесковито-глиновитим прокривачем, дебљине од 0,5 до 1,5 м.

Простор лежишта је истражен примјењеним геолошким истраживањима, истражно-експлоатационим радовима, који су највећим удјелом представљени истражним бушењем, затим рударским радовима и лабораторијским испитивањима квалитета. Осим ових радова вршена су геодетска снимања, урађене топографске основе, лоциране су и снимане коте и координате истражних бушотина, затим кабинетски радови.

Поред истражног бушења које се изводило у периоду од 1966-1988. године, за потребе израде Елабората о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви црвених боксита, вршена су доистраживања лежишта, која су у већини потврдила репрезентативност података добијених приликом истраживања у ранијем периоду.

Истражно бушење изводило је предузеће "Геосонда" из Београда. Геолошка доистраживања вршила је геолошка служба Компаније "Боксит" под надзором предузећа "Криптос" д.о.о. Милићи.

Овим путем се захваљујем колегама из сектора Рударство Компаније "Боксит", нарочито директору сектора, господину Драгану Симићу и предсједнику Компаније мр Рајку Дукићу, на несебичној помоћи у проналаску потребне документације, и одобравању изостанака са посла у циљу благовременог завршетка мастер студија. Неизмјерну и посебну захвалност дугујем проф. др Владимиру Симићу на менторству, помоћи и стручном ангажовању кроз период израде овог мастер рада.

2. ОПШТИ ДЕО

2.1. Географско-економске карактеристике подручја

Географски положај – Бокситоносно подручје Милићи налази се у средњем дијелу источне Босне, односно на сјевероиточним падинама планине Јавор и Сушица. Правац пружања овог подручја је динарски, односно сјеверозапад-југоисток. Зона до сада регистрованих појава боксита је веома узана и не прелази 4 km, а дужина око 30 km Ваздушне линије. Прве појаве боксита почињу од Влаке у непосредној близини Власенице, па се према југоистоку линијом: Герови-Црвене стијене-Нурићи-Штедра-Гуњаци-Палеж-Подравање-Прибојевићи, могу пратити до Бијелих вода на ободу кањона ријеке Дрине. На западним падинама планине Таре откривено је неколико појава боксита, тако да се бокситоносно подручје продужује и преко Дрине на територији Србије. Лежиште „Подбраћан“ које је третирано у овом Елаборату, налази се у централном дијелу подручја и административно припада територији општине Милићи, (ГП-1).

Лежиште је смјештено између географских координата:

Табела 1. Географске координате лежишта

Тачка	Y	X
A	6 594 250	4 883 250
B	6 597 250	4 883 250
C	6 594 250	4 880 250
D	6 597 250	4 880 250

Комуникације - Пут Сарајево-Милићи-Зворник, чини основну комуникацију овог подручја. У Милићима овој саобраћајници се прикључује пут III реда Милићи-Дервента-Богодол-Сребреница, који чини основни правац извоза боксита и великог шумрског богатства овога краја.

Досадашњи транспорт руде боксита је искључиво камионски, а према посљедњој "Студији транспорта" и даље ће остати камионски. Модернизовање путне мреже је од великог значаја за руднике боксита, јер ће умногоме утицати на смањење транспортних трошкова, који чине најскупљу ставку код експлоатације и транспорта боксита. Од жељезничке станице нормалног колосијека у Малом Зворнику, која је од централног дијела бокситоносног подручја удаљена око 55 km, врши се даљи транспот боксита према иностраним потрошачима

2.2. Морфолошко-хидролошке и климатске прилике подручја

Геоморфолошке карактеристике - У геоморфолошком погледу бокситоносни терен представља изразиту карстну област, за разлику од сјеверних и сјевероисточних дијелова, гдје су заступљени палеозојски и доњотријаски кластични седименти. Развијен је претежно покривени мерокарст.

Веома често се могу срести мањи или већи низови вртача, које чине веће увале. Распоред вртача је у већини случајева предиспониран радијалном тектоником.

И карстном дијелу терена, који уједно чини и подручје појава боксита, истичу се долине Зеленог Јадра, Николић потока и Штедрића. То су клисурасте, дивље долине усјечене у тријаским кречњацима. Често су врло тешко проходне, пуне вирова, са скоро вертикалним странама високим и по више десетина метара.

Хидрогеолошке прилике подручја - Највеће распрострањење и значај има карстни тип издани и то карстна издан у оквиру тријаских кречњака и карстна издан у оквиру кредних кречњака.

Карстна издан у оквиру тријаских кречњака има велико распрострањење и њене границе се практично поклапају са распрострањењем тријаских кречњака. Велике годишње суме падавина, одсуство површинских токова, немогућност трајнијих акумулација и велики број врела и извора у зони истицања указују на веома честе и интензивне подземне токове у овој издани.

Карстна издан у оквиру кредних кречњака има већи значај и распрострањење у сјеверозападној половини бокситоносног подручја. Кровински кречњаци су бројним расједима и ријечним токовима издјелени на већи број блокова, тако да сваки за себе представља посебну хидрогеолошку цијелну.

Климатске прилике подручја. Климатске прилике подручја Милићи-Сребреница одликују се доста високим годишњим сумама падавина, годишње температурне разлике су такође велике и крећу се од -30° до $+30^{\circ}$ C. На основу ових и других метеролошких појава, подручје припада појасу са влажном планинском климом. Највећи дио атмосферских падавина се манифестује у виду кише, мада се и снијезни покривач, нарочито у вишим предјелима задржава знатно дуго. Овакви климатски услови несумњиво имају великог утицаја на експлоатацију и истраживање боксита, дајући му скоро сезонски карактер.

2.3. Историјат и геолошко-економске карактеристике ранијих истраживања подручја и постигнути резултати

Постојање боксита на подручју Милића констатовао је још Ф. Катзер и више појава нанио на своју прегледну геолошку карту Босне и Херцеговине. Прве писане податке и прве анализе дао је Т. Јакшић 1934. Године. Урађене су двије анализе:

Табела 2. Резултати ранијих истраживања

Лежиште	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	G.Ž. (%)
Просине	43,57	5,64	40,64	10,79
Палеж	46,57	16,84	26,08	10,57

Резултати ових анализа су били разлог да се бокситна лежишта окарактеришу као гвожђевити боксити, те за наредних 20 година нису побуђивала никакав интерес за истраживања.

Површина лежишта „Подбраћан“ истражена је углавном на два начина: методом плитких истражних окана и помоћу истражних бушотина са језгровањем. Истражни радови помоћу плитких окана вршени су углавном на изданцима и по рубу лежишта. Истражним бушењем вршено је истраживање дубљих дијелова лежишта. Истражни радови као што је истражно бушење вршени су тако да се локација истражних бушотина уклапа у мрежу паралелних вертикалних равни што је омогућавало да се код прорачуна резерви примјени метода паралелних вертикалних профила, било уздуж или попречно на лежиште.

У оквиру рудног тијела, а на основу извршених хемијских анализа језгара, боксит је према квалитету у складу са одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви минералних сировина и вођењу евиденције о њима ("Службени гласник РС", број 92/14), подјелен је у 5 врста, и то:

Табела 3. Квалитет боксита по врстама

Врста	SiO ₂	Al ₂ O ₃
I	макс. 5,5%	мин.55%
II	5,5-8%	мин.55%
III	8-12%	мин.48%
IV	12-18%	мин.48%
V	изнад 18%	испод 44%

Тако разврстан боксит је границом издвојен у оквиру сваког профила.

Опробавање код истражних радова вршено је на два начина:

- Код опробавања из истражних окана примјењена је метода бразде. Узимане су бразде ширине 10 cm, и дужине 4 cm, по цијелој дужини бокова истражног окна. Добијени узорак је затим дробљен и мјешан да би се на крају четвртањем сводио на репрезентативан узорак од којег се једна половина употребљава за хемијске анализе, а друга сачувала као контролни узорак.
- Опробавање из истражних бушотина вршено је са сваког метра извађеног језгра.

На површинском копу лежишта "Подбраћан", експлоатацијом од 1973. године и без прекида до краја 1985. године откопано је 3.704.681 t.

Последњи Елаборат о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви црвених боксита на лежишту „Подбраћан“ урађен је са стањем 31.07.2020. године и даје сљедеће податке о количини и квалитету резерви:

Табела 4. Резерве црвених боксита на дан 31.07.2020. године

Категорија	Рудне резерве (t)
А	181 962
Б	4 162 799
Ц ₁	326 909
А+Б+Ц ₁	4 671 670

За потребе израде овог Елабората услиједила су геолошка доистраживања лежишта „Подбраћан“ са неколико десетина истражних бушотина, кратких интервала бушења, чији су резултати само потврдили тачност предходно изведеног истражног бушења које се изводило при систематском истраживању лежишта у периоду од 1966-1988. године.

2.4. Геолошке карактеристике ширег подручја

У геолошкој грађи ширег подручја учествују седименти различите старости. Најстарије творевине припадају палеозооку, док најмлађе квартару. Подаци о геолошкој грађи ширег подручја лежишта преузети су из тумача лист Љубовија, ОГК 1:100 000, (ГП-3), аутор И. Кубат, Д. Рељић, Д. Вељковић, В. Страјин.

У графичком прилогу 3 и на слици 1 приказана је геолошка грађа и старост творевина које изграђују шире подручје лежишта.

У даљем тексту налази се опис појединих геолошких јединица:

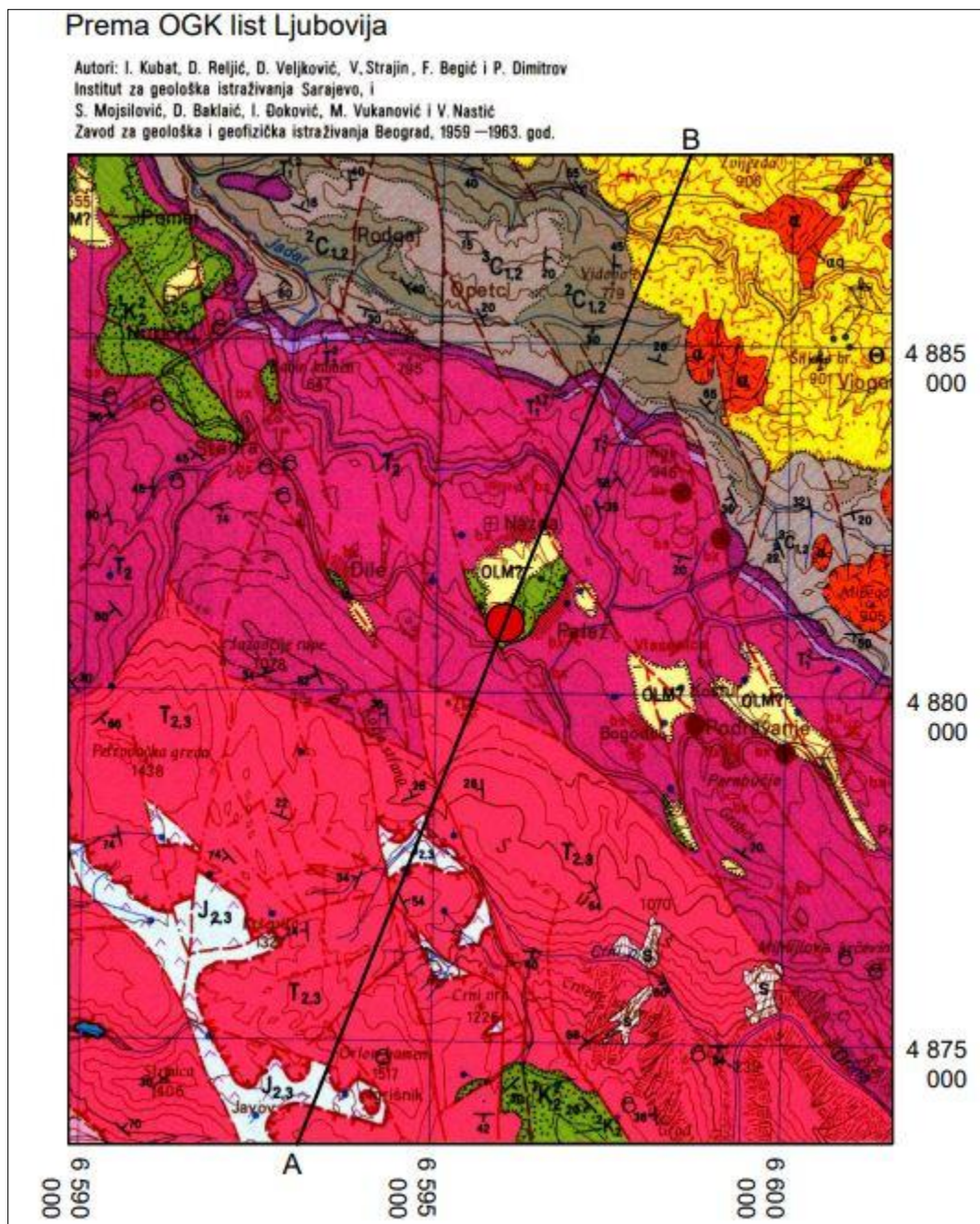
Млађи палеозоик-палеозојске творевине изграђују велики дио третираног терена. Он припада Динарском развићу палеозоика и представљен је доњим и средњим карбоном.

Доњи и средњи карбон - Развој доњег и средњег карбона има знатно распрострањење на овоме терену. Развијен је на ободном дијелу терена и то на простору Милића, Лукића, Подгаја све до Љесковика. Такође га има на југозападном дијелу терена на подручју Заграђа.

Ова јединица је изграђена углавном од слабо метаморфисаних примарно псамитских и пелитских стијена. У доњем и средњем карбону издвојене су три суперпозиционе серије, углавном на бази литолошке заступљености појединих чланова и веома оскудне фауне.

Горња серија карбона - Јавља се у морфолошки највишим дијеловима дринског палеозоика, а нарочито је добро изражена на простору Заграђа и Подгаја. Ова серија се постепено развија из средње, повлачењем филитичних стијена, опадањем степена метаморфизма и још изразитијим учешћем пјешчарске компоненте. Поред пјешчара и веома мало метапјешчара, овдје се

подређено јављају и еруптивне стијене, туфови и карбонатне стијене. Ријетке појаве глиновитих шкриљаца резултат су тектонике. Еруптивне стијене и туфови су малих димензија. Јављају се на почетку ове серије, лијепо стратификоване, нађени су код Шуторинске ријеке и у околини Заклопаче.



Слика 1. Геолошка карта ширег подручја лежишта "Подбраћан"

Мезозоик- мезозојске наслаге су најзаступљеније на овом терену. Представљене су претежно карбонатним стијенама.

Тријас-тријаске наслаге су развијене на средишњем југоисточном дијелу, западном и јужном дијелу терена. Наслаге су састављене претежно од карбонатних стијена, мање кластичних. Палеонтолошки и суперпозиционо издвојен је комплетан развој тријаса, доњи, средњи и горњи тријас.

Кварцно-кластична серија ($T_1^{1,2}$)-наслаге ове серије имају мало распрострањење. Откривене су у подручју Штедрића и Заграђа. Леже дискордантно преко карбона дринског развића. У више случајева кварцно-кластична серија је развијена у цјелом распону доњег тријаса. Карактеристично је да са овим седиментима почиње и тријаска трансгерија. У састав серије улазе највише разнобојни пјешчари, мање конгломератим глинци и кречњаци, а у СИ дијелу још и брече.

У најнижим дијеловима јављају се пјешчари са улошцима конгломерата, црвене, смеђе и сиве боје, изнад које долазе микробрече. Даље се настављају прослојци разнобојних глиновито-лапоровитих седимената. У завршним дијеловима преовлађују глиновито-пјесковити кречњаци, понегдје и доломитични. И поред дугогодишњег узорковања ова серија је остала палеонтолошки недокументована. Искључиво према литолошком саставу може се закључити да су се ове наслаге таложиле у плиткој води, а према суперпозицији припадају доњем тријасу. Дебљина оне серије у ријечи Шуторини износи 230 m.

Карбонатна серија (T_1^2)- представљена је кречњацима који леже конкордантно преко наслага кварцно-кластичне серије. Јављају се у виду издужених зона које нису континуално развијене због бочних фацијалних прелаза у кластичну серију. Откривени су код Љељендола, Шуторинске ријеке и Заклопаче. Седиментолошки су одређени микрокристаласти, финокристаласти, и пјесковити кречњаци. Садржај $CaCO_3$ код микрокристаластих врста износи 90%. Нерастворни остатак је око 4% и

састављен је од органско-глиновите материје и кварца. Код финокристалних кречњака, који су сиве до тамноцрвене боје, повишена је количина лимонито-хематитске компоненте што указује на оксидациону средину стварања. Пјесковити кречњаци имају сиву и жућкасто смеђу боју. Нерастворни остатак им је од 10-22%. Теригени материјал није долазио са већих удаљености што потврђује угласти облик зрна. На основу палеонтолошке документације и суперпозиције, ове наслагае припадају кампилском кату. Дебљина кампилских наслага износи око 80 m.

Средњи тријас-средњетријаске наслагае заступљене су највише на подручју Заклопаче, Равне горе итд. Представљене су различитим врстама кречњака и доломита. Фаунистички и суперпозиционо издвојени су средњи тријас уопште, анзијски и ладински кат.

Средњи тријас уопште (T_2)- представљен је дебелом серијом услојених и масивних кречњака, и знатно мање доломита. Издвојени су на источним падинама брда Сикира, одакле се пружају према ЈИ на Комић, Лисину, и Равну гору. Ове наслагае почињу најчешће са лијепо услојеним доломитичним кречњацима, чија дебљина слојева износи 5-30 cm. Боје су руменкасте и преслојавају се са доломитима. Кречњаци су мјестимично прекристалисали. Изнад њих леже сиви бречастии кречњаци. Дебљина средњег тријаса износи око 800 m.

Средњи и горњи тријас ($T_{2,3}$)- седименти средњег и горњег тријаса су издвојени СИ од Бирча и Сикире. Представљени су кречњацима и доломитичним кречњацима, који су у доњим дијеловима слојевити, а у горњим банковити до масивни. Седиментолошки су одређени финокристалисти, микро и криптокристалисти, доломитични, рјеђе пјесковити и грудвасти кречњаци. Дебљина серије износи око 800 m.

Средња и горња јура ($J_{2,3}$)- творевине средње и горње јуре леже конкордантно преко кречњака доње и средње јуре. На Равној Романији заступљени су највише пјешчари, много мање глинци и рожнаци, те веома мало конгломерати и брече.

Само мјестимично су запажене веома мале партије габрова и појаве спилита. Дебљина ове серије је око 200 m.

Креда-горњокредне насlage граде терене од Заклопаче до врсиња, затим код Помола и Назде. То су различите врсте кречњака и доломита са рудистима и крупним фораминиферама који су стварани у плиткој средини.

Турон-туронске насlage леже дискордантно преко тријаса. Турон је представљен разним врстама лапоровито-пјесковитих кречњака, а у вишим дијеловима и масивним, рјеђе банковитим кречњацима. На терену се ове двије врсте кречњака добро разликују и издвајају.

Кенозоик- у кенозоику су издвојени терцијар са пирокластичним и слатководним стијенама и квартар.

Олигомиоцен- олигомиоценске насlage развијене су на контакту тријаса и кредних наслага. Ова јединица је изграђена од конгломерата и глина. Старост јој није поуздано утврђена услијед недостатака фосилног материјала.

Квартар

Туфови- туфови се карактеришу највише бијелом боом, међутим има их и црвенкасих, зеленкастих и пепељастих. Највише су лоцирани код Вуковића и Рајића. Туфови су лаки и упијају влагу. Структура им је алевролитска. Изграђени су од фрагмената стакла и криптокристалних силицијских минерала као доминирајућих састојака. У ову основу уложене су као одлици ситне лјуспе биотита и рјеђе зрна плагиокласа. Плагиоклас често показује зонарну грађу и ламеле, као код дацито-андезитских стијена.

Делувијум- веће масе делувијалног материјала налазе се ЈИ од Власенице код Горњег Врсиња. То су углавном бречести материјали састављени од тријаских стијена.

Сипари- највећи сипари на овом терену налазе се на Равној гори, такође постоји

велики број мањих сипара на странама већих врхова, нарочито на подручјима изграђеним од тријаских седимената.

Тектоника

Третирани терен припада унутрашњим Динаридима. У оквиру унутрашњих Динарида исти терен припада Унутрашњој палеозојској зони.

У геотектонској јединици Унутрашња палеозојска зона издвојене су три тектонске јединице различите у структурно-тектонском и фацијалном погледу. Од три тектонске јединице на третираном терену развијена је само тектонска јединица Заклопача-Љутица.

Тектонска јединица Заклопача-Љутица представља најјужнију тектонску јединицу у Унутрашњој палеозојској зони. Има динарско подручје као и све остале тектонске јединице на листу Љубовија. Обухвата подручје Сушице, Подравање, Лисину, Краљеву гору и Врсиње. На ЈЗ је тектонски одвојена од творевина офиолитске зоне. Овдје су на цијелој дужини кречњаци средњег и горњег тријаса навучени на јурске и мање горњетријаске наслаге офиолитске зоне. Сјевероисточну границу представља дислокација која иде приближно долином ријеке Јадар и падинама Сушице планине. Овдје су на цијелој дужини у контакту доњотријаске са карбонским творевинама. Карактеристично је да се баш у овој тектонској јединици налазе боксити. У јединици су издвојена три структурна облика: синклинала Заклопача-Штедрић, тектонски ров "Назда", антиклинала Залуковик-Заграђе.

3. СПЕЦИЈАЛНИ ДИО

3.1. Геолошке карактеристике лежишта

3.1.1. Геолошка грађа лежишта

Ужа околина лежишта „Подбраћан“ изграђена је од седимената: тријаске, кредне, неогене и квартарне старости. У даљем тексту описане су картиране јединице издвојене на Детаљној геолошкој карти (ГП-4).

Опис картираних јединица:

- Тријас

Тријаски седименти представљени су свјетлосивим до пепељастим, кристаластим и масивним зоогеноспрудним кречњацима. Изграђују ободни дио лежишта, и чине непосредну подину боксита. Откривени су на сјеверном ободу лежишта гдје су изузетно карстификовани. У њима се запажају развијени карсти облици: вртаче, понори, слијепе долине и други. Утврђене су двије фазе карстификације. Прва фаза развила се прије стварања лежишта боксита, што доказује карстни облик и удубљења у подини лежишта, док је друга фаза посткредна фаза, која и данас ствара карстне облике, те се може наћи на теренима изграђеним од тријаских кречњака.

- Боксит

Боксит је депонован преко тријаских кречњака дискордантно, различите моћности од 0,5 до 37 m. Неравномјерно распоређена моћност боксита последица је веома израженог палеорелефа, у оквиру којег је боксит испунио карстна удубљења која су створена процесом карстификације, односно процесом прве фазе карстификације, прије депоновања боксита. Вријеме генезе боксита, односно старост боксита није тачно утврђена, али према мишљењу геолога који су

проучавали ово лежиште може се закључити да је старост боксита везана за доњу креду. Лежиште према свом облику припада слојевитом типу, са врло неуједначеном подином. За разлику од подине, кровина боксита је равномјерна. Пад лежишта је око 20° , у правцу Ј и ЈИ.

- Горња креда

Горњокредни седименти на обрађиваном лежишту откривени су у југоисточном дијелу лежишта. Ширећи се даље према истоку, они изграђују највише дијелове брда Браћан све до села Палеж. Горњокредне седименте изграђују лапорци, пјесковити и лапоровити кречњаци сиве, мрке до мркожуте боје. Лијепо су услојени.

- Неоген

Неогени седименти на лежишту „Подбраћан“ и његовој ужој околини имају релативно велико хоризонтално и вертикално распрострањење. Леже дискордантно преко свих старијих седимената, изузев горњокредних чине непосредну повлату боксита на овом лежишту. Заступљени су једном алтернирајућом серијом пјесковитих и шљунковитих глина, глиновитих и гвожђевитих кварцних пјескова и слабо везаних пјешчара. Сви ови седименти се вертикално врло брзо међусобно измјењују и постепено прелазе једни у друге, тако да је немогуће јасно повући границу између њих. Према томе ове кровинске наслаге изнад бокситног лежишта треба третирати као комплекс пјесковито-глиновитих стијена.

- Квартар

Квартарни седименти немају велико распрострањење и представљени су углавном површинским слојевима, растреситим пјесковито-глиновитим покривачем моћним од 0,5 до 1,5 m. Детаљнији опис картираних јединица уграђен је у поглавље "Истраживања инжењерско-геолошких карактеристика истражног простора".

3.1.2. *Опис лежишта*

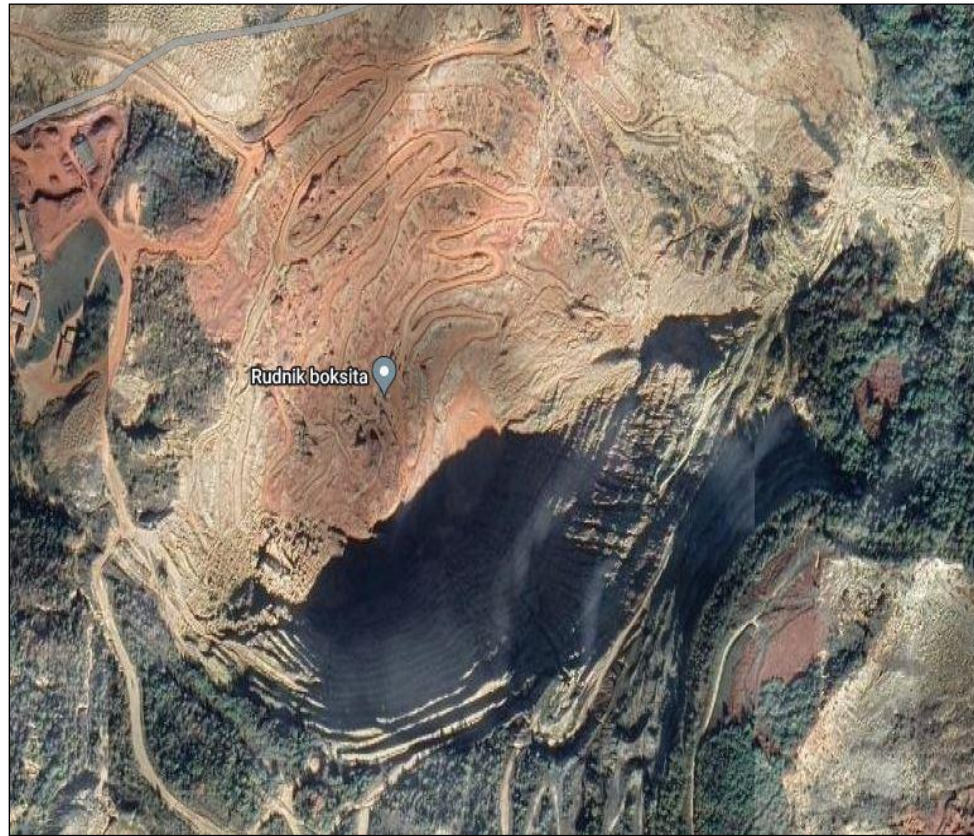
Лежиште „Подбраћан“ код Милића истраживано је на површини од око 523 000 m², док истражени део лежишта у контури резерви захвата површину од 176 446 m². Диспозиција истражних бушотина и граница лежишта у којој је вршен прорачун резерви налази се на Ситуационој карти (ГП-6).

Лежиште се налази у дијелу бокситоносног подручја Милићи на сјеверозападним падинама брда Браћан. (ГП-2). Геолошка грађа лежишта је приказана на Детаљној геолошкој карти (ГП-4).

Терен који захвата лежиште је благо заталасан и испресјечан токовима мањих поточића. Према структурно-морфолошком типу и економском значају спада у прву групу лежишта црвених боксита. Рудно тијело је претежно прекривено неогеним седиментима, који мјестимично достижу дебљину и до 300 m. Највиши дијелови рудног тијела показују преталожавања боксита, и обично је он на тим мјестима лошијег квалитета. Слабији квалитет боксита може да буде и последица циркулације подземних вода, које приликом своје циркулације врше растварање алумосиликатних стијена, одношење силиције из њих и њено обарање у бокситима, те тако смањују његов квалитет.

Рудно тијело је неправилно слојног облика, благо заталасаног ка истоку и југоистоку под углом од 20°. Моћност рудног тијела варира од неколико cm од 37 m. Средња моћност рудног тијела износи 15,21 m. Највећа дебљина боксита је у централном дијелу лежишта. Лежиште „Подбраћан“ представља један мањи тектонски ров. Тектонски ров се формирао дуж два паралелна расједа правца пружања СЗ-ЈИ. Између ова два расједа у тектонском рову очувано је лежиште „Подбраћан“. Највише дијелове рудног тијела понекад изграђују свјетлоцрвени, шарени, често више каолински боксити са повишеним садржајем силиције. Боксит на овом лежишту припада бемитском типу. Бемит је основни носилац

алуминијума, и по својој концентрисаности долази на прво мјесто међу минералима у бокситу.



Слика 2. Сателитски снимак лежишта „Подбраћан“

Лежиште у садашњој контури захвата површину од 576 541 m². Један мањи део лежишта се налази изван границе експлоатационог поља. Површина лежишта унутар експлоатационог поља износи 518 930 m².

3.1.3. Генеza лежишта

Лежиште црвених боксита „Подбраћан“ припада серији егзогених лежишта, групи седиментних лежишта. У групи седиментних лежишта, лежиште „Подбраћан“ према средини локализације припада типу орудњења које је смјештено у карстификованим карбонатним стијенама.

Постанак бокситних лежишта у свијету и поред вишегодишњих изучавања још увијек није једнозначно ријешен. У геолошкој литератури постоји читав низ хипотеза о настанку седиментних лежишта боксита, које показују битне разлике у погледу примарних извора рудних компоненти, тако и процеса који су довели до његовог формирања.

Поријекло материјала за генезу боксита на лежишту „Подбраћан“ везује се са нерастворним остатаком кречњака и латеритском кором распадања алумосиликатних стијена. У егзогеним условима, под утицајем егзогених агенаса, односно дејством површинских токова на силикатне, седиментне и метаморфне стијене са латеритском кором распадања које изграђују терене у непосредној близини лежишта „Подбраћан“, долази до физичко-механичког разлагања тих стијена, ослобађања алуминије и њеног преласка у раствор, те транспорта са мјеста примарног распадања до мјеста обарања односно у карстна удубљења палеорељефа. Степен карстификације кречњака није био изражен у толикој мјери да би могао сав материјал да пропусти кроз пукотине, каверне и поноре, већ их је брзо зачепио и запунио. Тако су настали услови за стварање басена и депоновање великих количина материјала у њима. У оваквим басенима у условима алкалне средине, дошло је до даље десилификације латеритског

муља, а последице исушења и дојагенезе боксита. На основу онога што се досада зна, може се издвојити неколико фаза у генези боксита:

- Прва фаза

Првој фази одговара временски период повлачења мора из овог дијела терена, када је дошло до формирања копна и када су настали услови за развој процеса карстификације који је предходио стварању боксита. О постојању интензивне карстификације прије стварања боксита нема сумње, јер се на основу откривене подине боксита виде трагови, односно остаци рељефа у коме између вртачастих удубљења налазе се кречњачке пирамиде висине и до 20 m.

- Друга фаза

Након прве фазе услиједила је друга, фаза формирања лежишта.

- Трећа фаза

Трећој фази припада временски период када је лежиште било тектонским покретима доведено у приближно садашњи положај.

3.1.4. Тектоника лежишта

Тектонски односи на ужој и широј територији лежишта „Подбраћан“ нису још увијек довољно разјашњени. Интензивни тектонски покрети у широј околини лежишта "Подбраћан" имали су пресудан значај за формирање лежишта. Према геолозима М. Ранковићу и М. Јовичићу (1969), лежиште „Подбраћан“ својом ужом околином представља један мањи тектонски ров. До формирања таквог рова дошло је дуж два расједа правца пружања СЗ-ЈИ. Први расјед се пружа између Клићевца и Браћана и може се пратити до села Назде орема кањону Јадра. Други паралелни расјед откривен је у локалности "Потоци" испод пута Палеж и дуж овога расједа спуштено је СЗ крило за око 70 m (ГП-3).

У структурном склопу лежишта „Подбраћан“ присутни су елементи радијалне тектонике, расједи и пукотине. Већи расједи дуж којих су обављена кретања блокова налазе се подручја лежишта (ГП-3).

На простору лежишта „Подбраћан“ осим мањих расједа и пукотина, нису запажене веће тектонске деформације које би негативно утицале на квалитет лежишта и услове експлоатације.

3.1.5. Хидрогеолошке карактеристике лежишта

Хидрогеолошка истраживања бокситног лежишта „Подбраћан“ датирају још од 1967. године. У оквиру ових истраживања изграђена су четири осматрачка бунара: ОБ-1, ОБ-2, ОБ-3, ОБ-4 са задатком да се преко њих одреди дубина до нивоа карстне издани те један осматрачки бунар ОБ-20 у циљу хидрогеолошке оцјене повлатних наслага. Са циљем испитивања хидрогеолошких прилика у подини лежишта изграђена су три осматрачка бунара ОБ-21, ОБ-22 и ОБ-23, а у ободу лежишта два осматрачка бунара ОБ-6 и ОБ-7.

На основу урађених осматрачких бунара утврђено је постојање повлатних, подинских и рубних подземних вода.

Повлатне воде су углавном везане са интергрануларну порозност пјесковито-глиновитих и пјешчарских седимената, стварајући збијени тип издани сочивастиг облика.

Подинске воде везане су за тријаске кречњаке који имају велико пространство и у широј околини лежишта. Кречњаци имају врло изражен палеорељеф са веома потенцираном карстном морфологијом.

На основу хидрогеолошких испитивања осматрачким бунарима ОБ-1, ОБ-2, ОБ-3, ОБ-4, ОБ-6, ОБ-7 резултати хидрогеолошких истраживања доказују да су кречњаци веома карстификовани са присуством већих каверни. С обзиром да сигурно постоје пукотине и здробљене зоне у дубљим дијеловима лежишта, иста је у стању не само да прими велику количину воде већ и да је пропусти.

Резултати хидрогеолошких испитивања бушотинама ОБ-21, ОБ-22 и ОБ-23 упућују на постојање јединствене изданске зоне у подини боскитног лежишта, која је под хидростатичким притиском.

Лежиште црвених боксита „Подбраћан“ у хидрогеолошком погледу представља јасно издиференцирану средину. С обзиром да подина може прихватити воде из таквих оводњених дијелова лежишта, у хидрогеолошком погледу ово лежиште се може сматрати као средина непогодна за накупљање већих количина подземних вода које би као такве представљале посебан проблем.

Одводњавање дијелова лежишта може се спровести превентивним мјерама које би омогућиле брзо отицање вода са површина рударске дјелатности чиме би се смањиле могућности инфилтрације воде у дубље дијелове лежишта.

3.1.6. Инжењерско-геолошке карактеристике лежишт

Физичко-механичке карактеристике црвених боксита и пратећих наслага кровине и подине лежишта "Подбраћан" испитиване су у лабораторији за геомеханичка испитивања Рударско-геолошког факултета у Београду, од стране стручног тима са Катедре за механику стијена и тла, за израду идејног пројекта откопавања лежишта „Подбраћан“.

Са аспекта подземне експлоатације црвених боксита, рјешавана је проблематика везана за радну средину и њене физичко-механичке карактеристике. Приликом истраживања узето је неколико узорака а којима су извршена потребна испитивања геомеханичких карактеристика.

Код испитивања физичких особина стијенске масе утврђена је

- запреминска тежина γ

Код испитивања механичких особина утврђена је:

- Чврстоћа на притисак σ_c
- Чврстоћа на истезање σ_t
- Угао унутрашњег трења ϕ

Табела 5. Рачунски параметри појединих литолошких чланова усвојени статичким прорачунима

Материјал	Запреминска тежина (kN/m^3)	Чврстоћа на притисак (МПа)	Чврстоћа на истезање (МПа)	Модул еластичности (кПа)
Подински кречњаци	26.80	30.63	3.06	5 700
Боксит	25.39	17.67	1.80	1 550
Лапоровити кречњаци	25.53	23.27	2.33	3 753
Кровински кречњаци	25.46	14.17	1.42	1 281

Инжењерско геолошке карактеристике литолошких чланова

У подручју лежишта црвених боксита „Подбраћан“ тријаски банковити кречњаци представљају непосредну подину. Они су испуцали и карстификовани што представља њихову основну одлику у инжењерско геолошком погледу.

При теренском опажању и извођењу рударских радова, пракса је показала да средину изграђену од кречњака не треба подграђивати, осим наиласка на расједне зоне и велике каверне.

Боксит има релативно лоше физичко-механичке карактеристике, због значајног броја пукотина, те је за његово исотњавање потребан експлозив. У средини изграђеној од боксита не препоручује се изградња сталних рударских просторија. Сталне и главне рударске просторије пожељно би било да се пројектују и израђују у средини изграђеној од подинских тријаских кречњака.

Лапоровити кречњак има лоше инжењерско геолошке карактеристике. С обзиром да је изграђен од честица глине и калцијум карбоната, има својство бубрења, откида се и склон је клизању, те пројектовање подземних рударских просторија треба избјегавати у срединама изграђеним од лапоровитих кречњака.

3.1.7. Истраживања за класификацију и категоризацију резерви минералне сировине

Према структурно геолошким карактеристикама, величини и економском значају, а у складу са важећим Правилником о класификацији и категоризацији резерви минералних сировина и вођењу евиденције о њима (Сл. гласник РС, 92/14), ово лежиште припада првој групи лежишта црвених боксита.

Разврставање резерви по категоријама А, Б, Ц₁ извршено је према степену познавања лежишта, који је одређен растојањем између истражних радова.

Прописана максимална растојања за лежишта прве групе су:

А категорија 60 m

Б категорија 80 m

Ц₁ категорија 120 m

Резерве црвених боксита А, Б, Ц₁ категорије, у зависности од могућности експлоатације разврставају се у билансне (економски исплативе) и ванбилансне (економски неисплативе) резерве. Резерве црвених боксита у централном дијелу лежишта, у коме је боксит бољег квалитета сматрају се билансним, и могу се рентабилно експлоатисати, док резерве у ободном дијелу рудног тијела одликују се нешто лошијим квалитетом те се сматрају ванбилансним, из разлога што се у садашњим условима не могу рентабилно користити.

На ситуационој карти и обрачунским профилима (ГП-6 и ГП-7) категорије резерви означене су одговарајућом бојом.

3.2. Истражни радови

Појаве боксита на простору источног дијела Републике Српске констатоване су још током прошлог вијека. Од 1959. године интензивније су се изводила геолошка истраживања боксита. С обзиром да се концепција геолошких истраживања састојала из двије фазе основе и детаљне, при основној фази геолошких истраживања која је имала за циљ утврђивање потенцијалности подручја у погледу проналажења лежишта минералних сировина, односно боксита, урађена је геолошка карта размјере 1:25 000, а затим дио по дио бокситоносног подручја је детаљније картиран у размјери 1:10 000. На основу сазнања добијених при изради геолошке карте, извршено је издвајање перспективних подручја у погледу потенцијалности минералног ресурса, и отпочела је фаза детаљног истраживања, која је обухватила истраживања која се изводе ради добијања детаљних геолошких података о положају, величини, облику, саставу, грађи, резервама и условима њиховог искоришћавања.

Систематско истраживање истражним бушењем започело је 1966. године а завршило се 1988. године. За истраживање овог лежишта било је потребно урадити 46 шахти и избушити 206 бушотина дубине 2-325 м.

Посљедња фаза истражног бушења урађена је 2020. године за потребе израде Елабората о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви црвених боксита.

Методe истраживања

Почев од 1963. године, затим до данас предузимани су разни истраживачки радови на лежишту црвених боксита „Подбраћан“ за одређивање квантитативних и квалитативних карактеристика минералне сировине, међу којима се издвајају:

- геодетски
- геолошки радови
- рударски истражни радови
- лабораторијски радови
- кабинетски радови

Истраживањем површинских изданака боксита на лежишту „Подбраћан“ истражним окнима сматрало се да је сваки изданак посебно лежиште, те су им дати називи „Дрењаци“, „Гробље“, и „Петрића кулаче“. Резултати систематског истраживања бушењем показали су да лежишта „Дрењаци“, „Гробље“ и „Петрића кулаче“ представљају само површинске изданке лежишта „Подбраћан“, једног од највећих бокситних лежишта геосинклиналног типа у Европи.

Изведена геолошка истраживања сагласна су Правилнику о класификацији, категоризацији резерви минералних сировина, и вођењу евиденције о њима (Службени гласник РС, број 92/14).

Опис истражних радова

Геодетски радови

Снимљена је топографска основа 1:1000. Лоциране су и снимљене коте и координате истражних бушотина. Снимљени су рударски истражни радови, односно ажуриран је ситуациони план експлоатације.

Геолошки радови

У оквиру геолошких радова издваја се теренски и кабинетски рад.

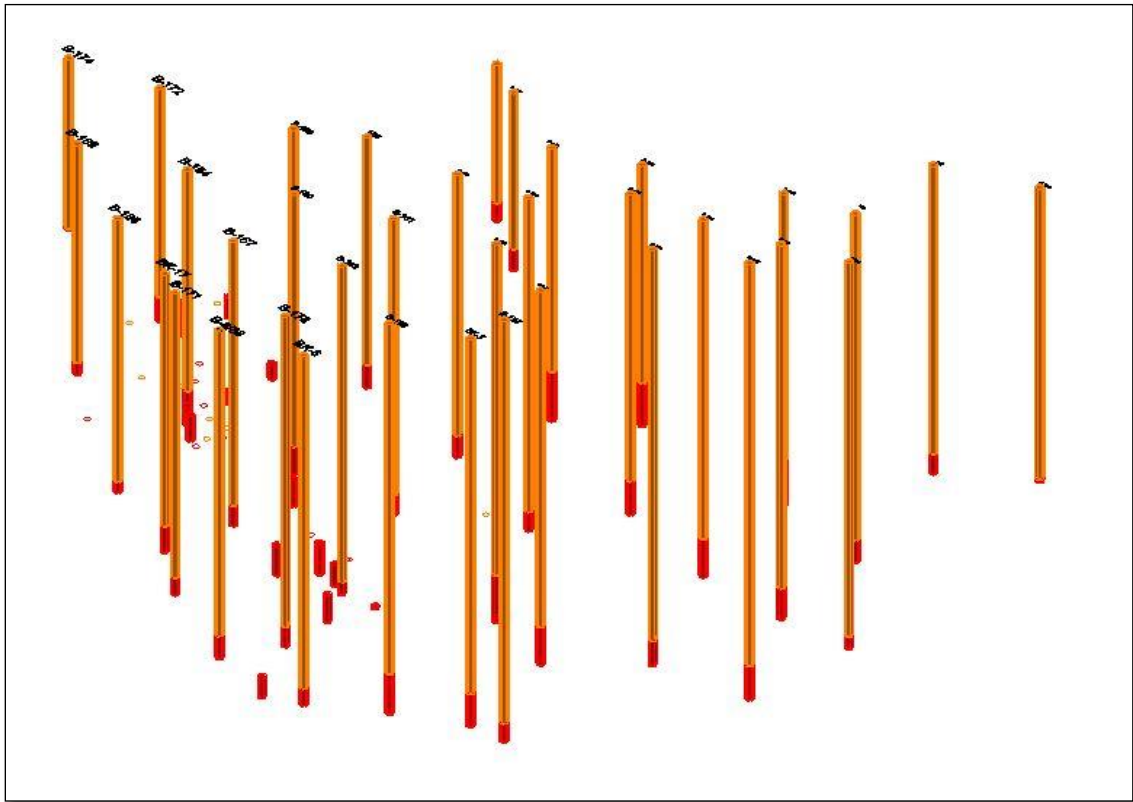
Истражно бушење рађено је у двије фазе. Прва фаза је приликом систематског истраживања када је урађено 206 истражних бушотина. Бушење је

извођено бушаћим гарнитурама РМ-150, БА-150, БА-300, и ЗИФ -750. Почетни пречници бушења су 101 мм, а завршни до 75 мм, зависно од дубине бушења. Током истражног бушења из језгара набушеног боксита узет је одређен број проба за дјелимичне и комплетне хемијске анализе.

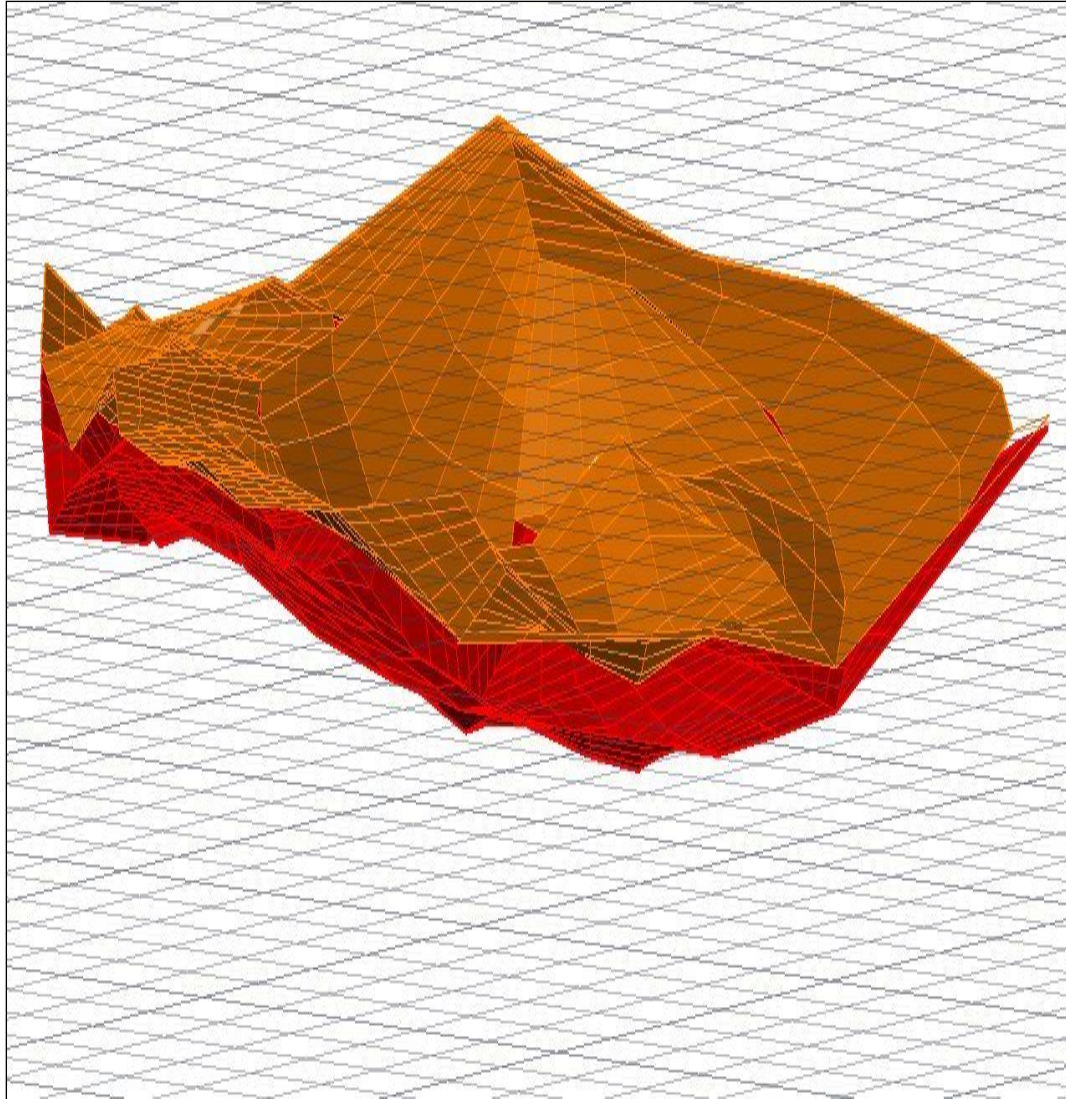
Друга фаза истражног бушења рађена је 2020.године у сврху доистраживања, за потребе израде Елабората о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви минералних сировина. Резултати добијени истражним бушењем у другој фази истраживања-доситраживања у већој мјери потврђују репрезентативност података добијених при истражном бушењу које је рађено у првој фази систематског истраживања.

Истражно бушење вршено у сврху доистраживања лежишта, рађено је истражном бушилицом Diames 232. Узимање узорака је било у директној зависности од динамике извођења истражног бушења и рударских радова.

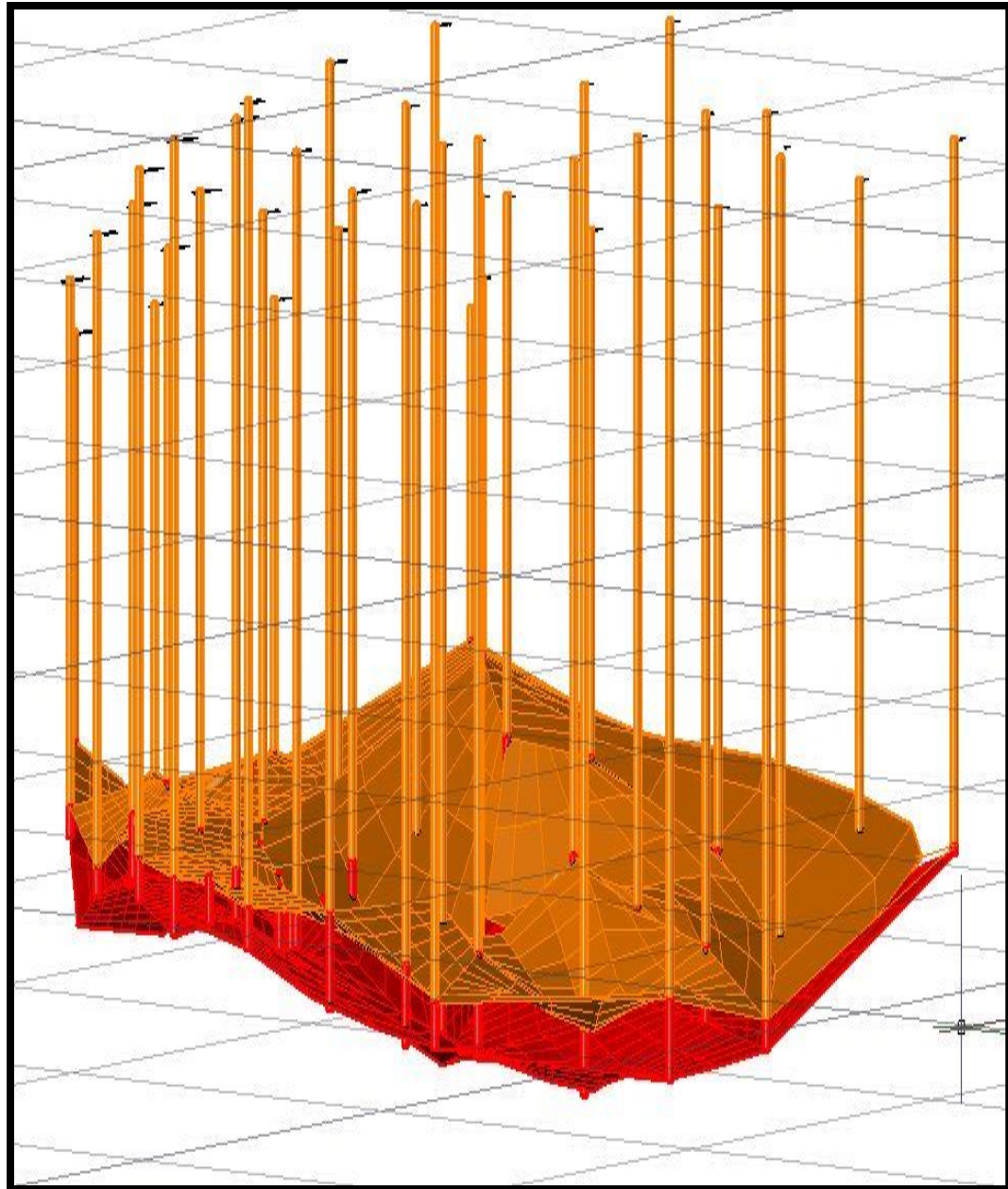
Након обављених теренских радова, завршеног кабинетског анализирања прикупљених података, урађена је Детаљна геолошка карта (ГП-4), и Ситуациона карта лежишта (ГП-6). На овако урађеним подлогама урађен је Елаборат о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви минералних сировина.



Слика 3. 3Д модел појединих истражних бушотина



Слика 4. 3Д модел рудног тијела



Слика 5. 3Д модел рудног тијела урађен на основу истражних бушотина

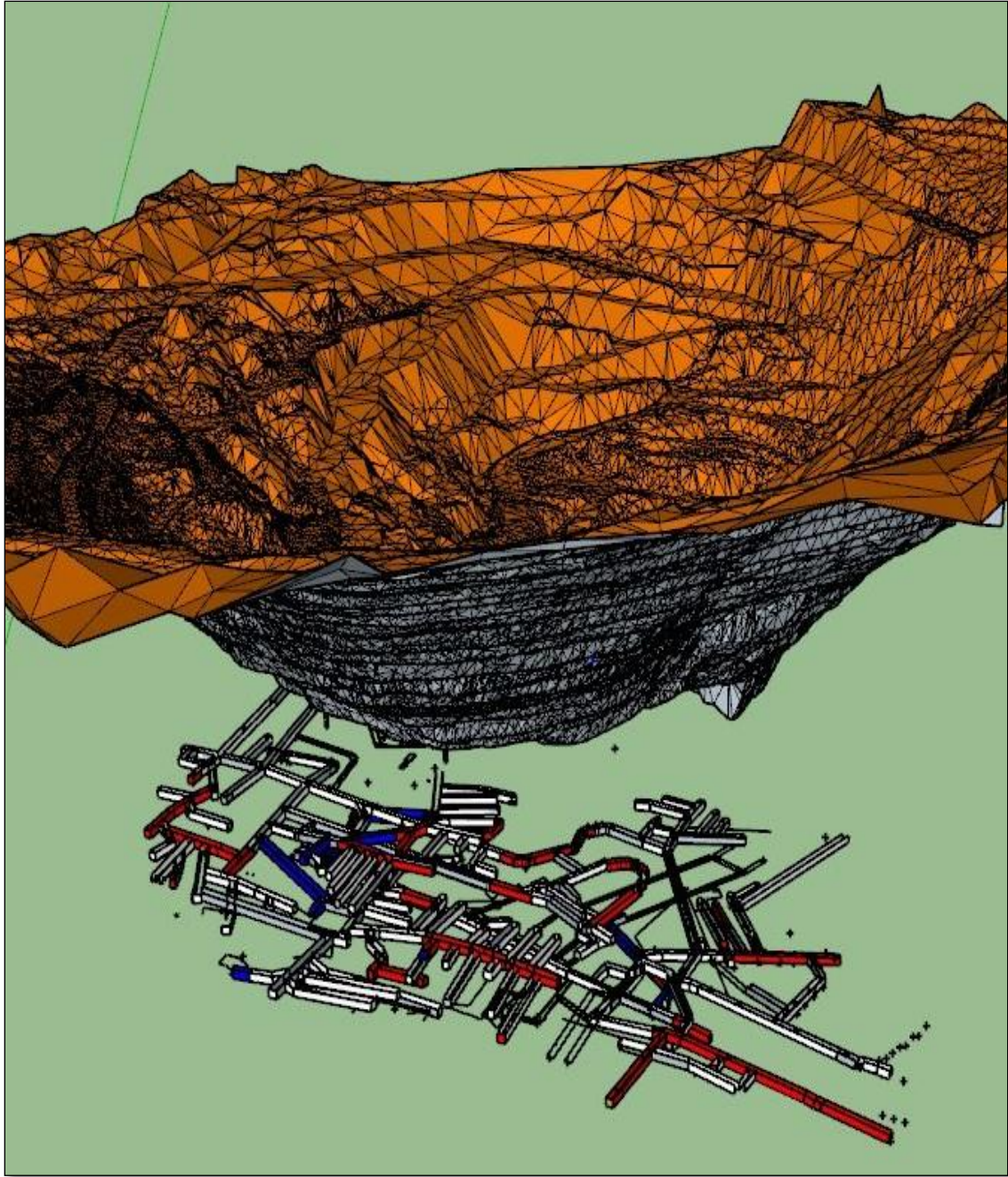
Инжењерско-геолошки радови

Ова испитивања вршена су у циљу добијања потребних података за поуздано и безбједно пројектовање подземних просторија, те одабира најпотпуније методе откопавања. Најважнија физичко-механичка својства стијенског материјала уграђена су у поглавље "Истраживање инжењерско-геолошких карактеристика истражног простора", у табелама 1 и 2.

Рударски истражни радови

На лежишту црвених боксита „Подбраћан“ изводи се подземна експлоатација, приказана на ситуационој карти 1:1000. Радови у подземној експлоатацији се изводе према Главном рударском пројекту експлоатације. Картирање подземних рударских просторија, односно истражних радова заједно са процесом опробавања, омогућава праћење пружања рудног тијела, те добијање најпоузданијих података о геолошким карактеристикама и квалитету минералне сировине.

Послове геолошког картирања и опробавања лежишта вршила је геолошка служба рудника. Након завршеног геолошког картирања, рађено је опробавање, затим су пробе уредно спаковане и обиљежене послате на лабораторијска испитивања која се врше у лабораторији рудника.



Слика 6. 3Д модел рударских истражних радова

Лабораторијски радови

Од лабораторијских радова на овоме лежишту рађене су:

- Хемијске анализе боксита,
- Микроскопске, термогравиметријске, рендгенске анализе
- Одређивање запреминске и специфичне тежине
- Спектрохемијске анализе

Боксит са овог лежишта је више десетина година на тржишту атестиран од стране више различитих институција, односно потрошача, и представља основну сировинску базу за Творницу глинице "Бирач", према томе узорци се свакодневно узимају и врше се њихова лабораторијска испитивања.



Слика 7. Лабораторија рудника

Кабинетски радови

Кабинетски радови раде се на почетку и на крају геолошких истраживања. Радови који се односе на почетак геолошких истраживања су планирање и пројектовање истражних радова који ће се изводити на терену у циљу истраживања лежишта. Затим, при завршетку истражних радова, након добијених података о лежишним условима, врши се њихова кабинетска обрада, те на основу њих ради се израда текстуалне и графичке документације.

3.3. Одређивање квалитета

Да би се добили што тачнији подаци о квалитету боксита изведена су обимна теренска и лабораторијска испитивања. Узорци су узимани из бушотина и отворених профила радне етаже. Опробавање је рађено у нивоу и количини довољној за добијање вјеродостојних података за одговарајуће анализе.

Опробавање из бушотина за хемијске анализе рађено је са сваког метра , методом бразде из компактног језгра, и тачкастом методом код растреситог језгра. У току извођења истражних радова узимате су пробе за минералошко-петрографска испитивања, затим пробе за одређивање запреминске и специфичне тежине.

Квалитет боксита варира у широким границама и мијења се како у хоризонталном тако и у вертикалном правцу.

Хемијско проучавање боксита

Главне и основне компоненте које улазе у састав боксита могу бити подијељене у двије основне категорије, и то категорија макроелемената и категорија микроелемената.

Макроелементи у саставу боксита су: Al, Fe, Si, Ti, вода.

Микроелементи у саставу боксита су: Mn, Mg, Ca, Na, K, Ga, Cr, V, Мо, Ni, Co, Cu, Zr, La, Sr, Ва.

Наведени макроелементи и њихово присуство директно је условљено минералним саставом. Хидроксиди алуминијума представљају основне носиоце алуминијума у бокситима. Међутим код присуства глиновитих минерала, првенствено каолинита, један дио алуминијума зависно од присуства тог минерала је из глиновите компоненте.

Гвођже је везано за хематит, гетит и лимонит.

Силиција присутна у бокситима је највећим дијелом везана за глиновите компоненте, односно каолинит.

Титан је везан за анатас, рутил, и хидроксиде титана.

Из приложене табеле се могу видјети резултати хемијских анализа:

Tabela 6. Резултати хемијских анализа црвених боксита

Назив компоненте или елемента	Минимални садржај	Максимални садржај	Број проба
Al ₂ O ₃	32 %	65,50 %	690
Fe ₂ O ₃	8,6 %	38,20 %	690
TiO ₂	0,35 %	3,9 %	690
SiO ₂	0,70 %	37,70 %	690
Сао	trag.	11,50 %	690
Gubitak žarenja	9 %	17 %	690
Mg	100 gr/t	3700 gr/t	15
Pb	43 gr/t	150 gr/t	15
Mn	180 gr/t	3000 gr/t	15
V	54 gr/t	180 gr/t	15
Cu	10 gr/t	72 gr/t	15
Y	16 gr/t	210 gr/t	15
Ni	62 gr/t	450 gr/t	15
Zr	140 gr/t	680 gr/t	15
Co	6 gr/t	50 gr/t	15
Sc	12 gr/t	38 gr/t	15
Cr	130 gr/t	580 gr/t	15
La	42 gr/t	380 gr/t	15
Ba	5 gr/t	100 gr/t	15
Sr	trag.	100 gr/t	15
Ga	20 gr/t	65 gr/t	15
Li	3,5 g/t	36 gr/t	15
Mo	1 gr/t	6 gr/t	15
Th	38 g/t	41 gr/t	15
U	5 gr/t	7 gr/t	15

- Резултати проучавања промјене хемијског састава са дубином-

На основу података добијених приликом проучавања, дошло се до закључка да постоје двије врсте промјене садржаја хемијског састава са дубином. Првој врсти припадају бушотине код којих постоје значајне осцилације сва три елемента од подине до повлате. Другој врсти припадају бушотине код којих промјене у саставу су ограничене само на подински и повлатни дио, док значајан дио у лежишту, између подине и повлате не показује значајне осцилације већ устаљен садржај хемијских елемената уз нормалну минималну осцилацију.

На основу одређених сагледавања, може се закључити да прва врста са значајним осцилацијама по цијелој дужини припада ободном дијелу лежишта, док друга врста са устаљеним садржајем припада средишњем дијелу лежишта.

-Резултати рендгенске дифракције праха црвених боксита-

На основу резултата рендгенске дифракције праха утврђено је да је бемит главни минерал, те да има највећу заступљеност за разлику од осталих минерала, и носилац је орудњења. Највећи садржај алуминије налази се у узорку гдје минерал бемит има највећи интензитет односно заступљеност, што потврђује резултате рендгенске дифракције праха.

Повећан садржај алуминије и силиције указује на присуство минерала бемита и каолинита. Повишени садржаји калције и силиције указују на то да је узорак узет са директне контактне површине кречњака и боксита која је изграђена од трансформисаних кречњака и глиновите компоненте.

Повишен садржај гвођжа и титана у одређеним узорцима потврђује резултате рендгенске дифракције праха да се у тим узорцима налазе минерали хематит, гетит, анатас и рутил.

Проучавањем односа алуминије и титана, показало се да постоји значајна позитивна корелациона веза, тј. са повећањем садржаја алуминије повећава се и

садржај титана и обрнуто.

Однос алуминије и силиције има негативну корелацију, тј. повећавањем садржаја алуминије смањује се садржај силиције, и обрнуто.

На основу садржаја микроелемената у бокситима лежишта „Подбраћан“, карактеристично је што већина микроелемената показује негативну корелацију у односу на повећање садржаја силиције.

3.4. Приказ резерви

На основу познавања геолошког склопа и распореда истражних радова, одлучено је да се за прорачун резерви примјени метода вертикалних паралелних профила као основна метода прорачуна, и метода средњег аритметичког као контролна метода прорачуна.

Код методе вертикалних профила обрачун је вршен на тај начин што је површина стијенске масе на обрачунским профилима планиметрирана и полузбир површина сусједних профила множен дужином међусобног растојања. На тај начин добијена је запремина стијенске масе, односно резерве изражене у m^3 .

Код сусједних профила, чије се површине међусобно разликују преко 40%, запремина између тих профила рачуна се по формули зарубљене купе.

Код методе средњег аритметичког прорачун је извршен на тај начин што су на ситуационој карти размјере 1:1000 (ГП-6) оконтурене површине резерви А, Б и Ц₁ категорије, ради лакшег и тачнијег обрачуна издјељене на појединачне обрачунске блокове које су потом планиметриране и множене са средњом дебљином рудног тијела, која је добијена прорачуном из обрачунских профила за сваки блок дате категорије.

Табела 7. Приказ прорачунатих резерви у лежишту

Категорија	Геолошке резерве (т)	Коефицијент корекције 5%	Билансне резерве (т)
А	191 539	9 577	181 962
Б	4 381 894	219 095	4 162 799
Ц ₁	344 115	17 206	326 909
Укупно	4 917 548	245 878	4 671 670

Експлоатациони губици током подземне експлоатације износе 40%, тако да укупне експлоатационе резерве на лежишту "Подбраћан" износе:

Табела 8. Приказ експлоатационих резерви

Категорија	Билансне резерве (т)	Губици експлоатације 40%	Експлоатационе резерве (т)
А	181 962	72 784	109 178
Б	4 162 799	1 665 119	2 497 680
Ц ₁	326 909	130 763	196 146
Укупно	4 671 670	1 868 666	2 803 004

4. ЗАКЉУЧАК

Лежиште црвених боксита „Подбраћан“ припада серији егзогених лежишта, групи седиментних лежишта, чији је настанак везан за латеритске коре распадања алумосиликатних стијена. Ужа околина лежишта црвених боксита "Подбраћан" изграђена је од седимената: тријаске, кредне, неогене и квартарне старости.

Лежиште је истраживано у површини од око 523 000 m², док истражени део лежишта у контури резерви захвата површину од 176 446 m². Систематско истраживање лежишта одвијало се у периоду од 1966-1988. године.

Ово лежиште према структурно-морфолошком типу и економском значају спада у прву групу лежишта. Са својом ужом околином представља мањи тектонски ров, који се формирао дуж два паралелна расједа, између којих се очувало лежиште црвених боксита.

На основу резултата хемијских и минералošких испитивања потврђено је да је боксит бемитског типа. Бемит је главни носилац алуминијума, и по садржају долази на прво мјесто међу минералима у бокситу.

Према квалитету подјељен је у 5 врста. Бемитски боксити на лежишту "Подбраћан" се користе за производњу глинице, од које се у процесу електролизе добија чисти алуминијум у релативно једноставном технолошком процесу. Као штетна компонента јавља се силиција. Са аспекта квалитета највећа тражња је за бокситом I, II и III врсте.

5. ЛИТЕРАТУРА

Јеремић М., 1973: Главни рударски пројекат јаме „Подбраћан“, Институт за рударска и хемијско-технолошка испитивања,

Чебешек В., 2006: Извјештај о контроли стабилности косина површинског копа „Подбраћан“, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду

Тодоровић М., 2020: Елаборат о класификацији, категоризацији и прорачуну резерви црвених боксита на лежишту „Подбраћан“ код Милића.

Закон о геолошким истраживањима ("Сл. гласник РС", бр. 110/13, 91/17, 107/19).

Правилник о класификацији и категоризацији резерви минералних сировина и вођењу евиденције о њима ("Сл. гласник РС", бр. 92/14)

ФСД Компаније "Боксит" а.д. Милићи

6. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

ГП-1. Прегледна карта географског положаја и комуникација шире околине лежишта црвених боксита „Подбраћан“ код Милића, 1:200 000

ГП-2. Ситуациона карта експлоатационог поља лежишта црвених боксита „Подбраћан“ код Милића, 1:25 000

ГП-3. Геолошка карта шире околине лежишта „Подбраћан“ код Милића, 1:100 000

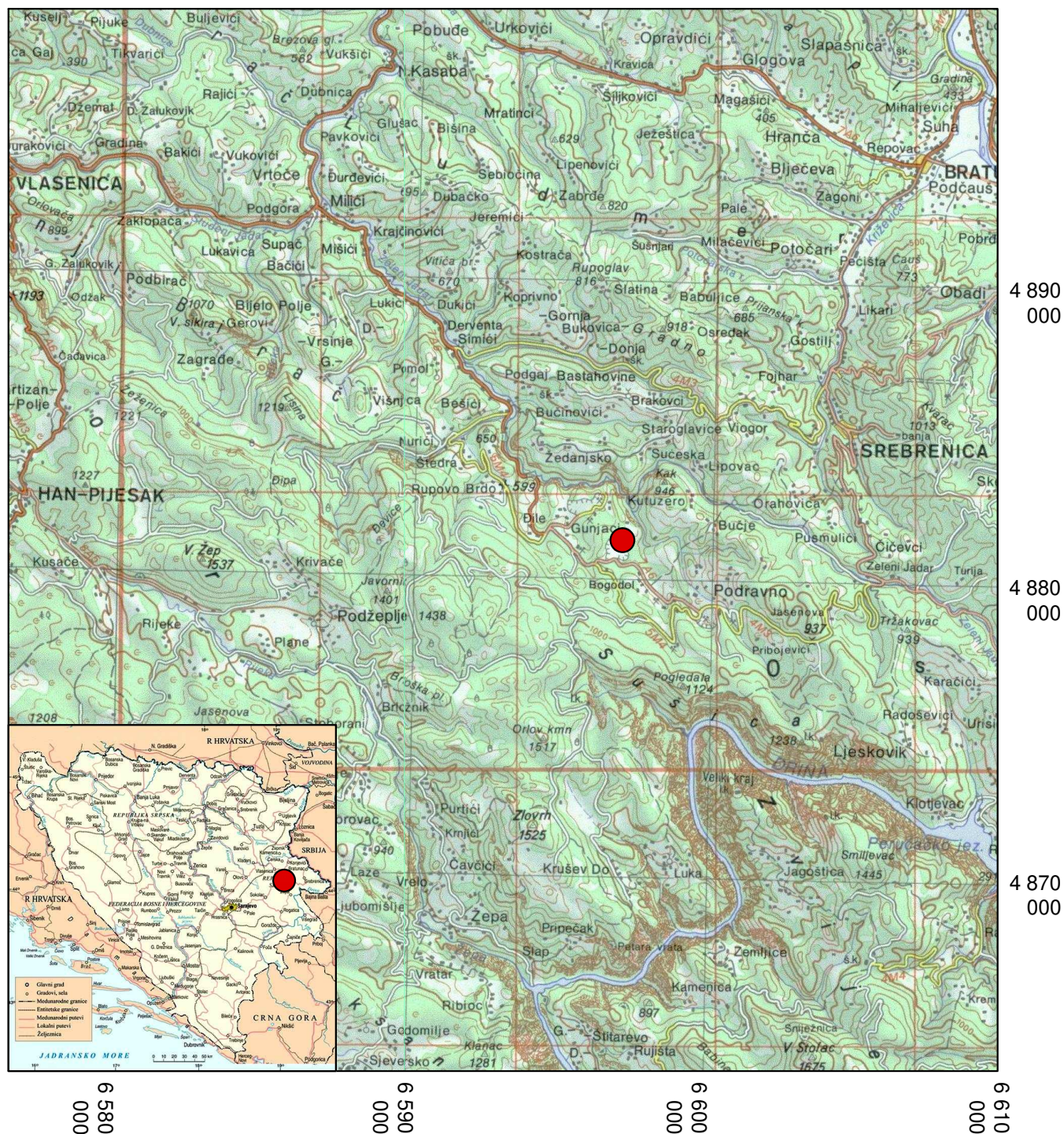
ГП-4. Детаљна геолошка карта лежишта „Подбраћан“ код Милића, 1:1000

ГП-5. Геолошки профил преко лежишта „Подбраћан“ код Милића 1:1000

ГП-6. Ситуациона карта истражних радова на лежишту „Подбраћан“ код Милића, 1:1000

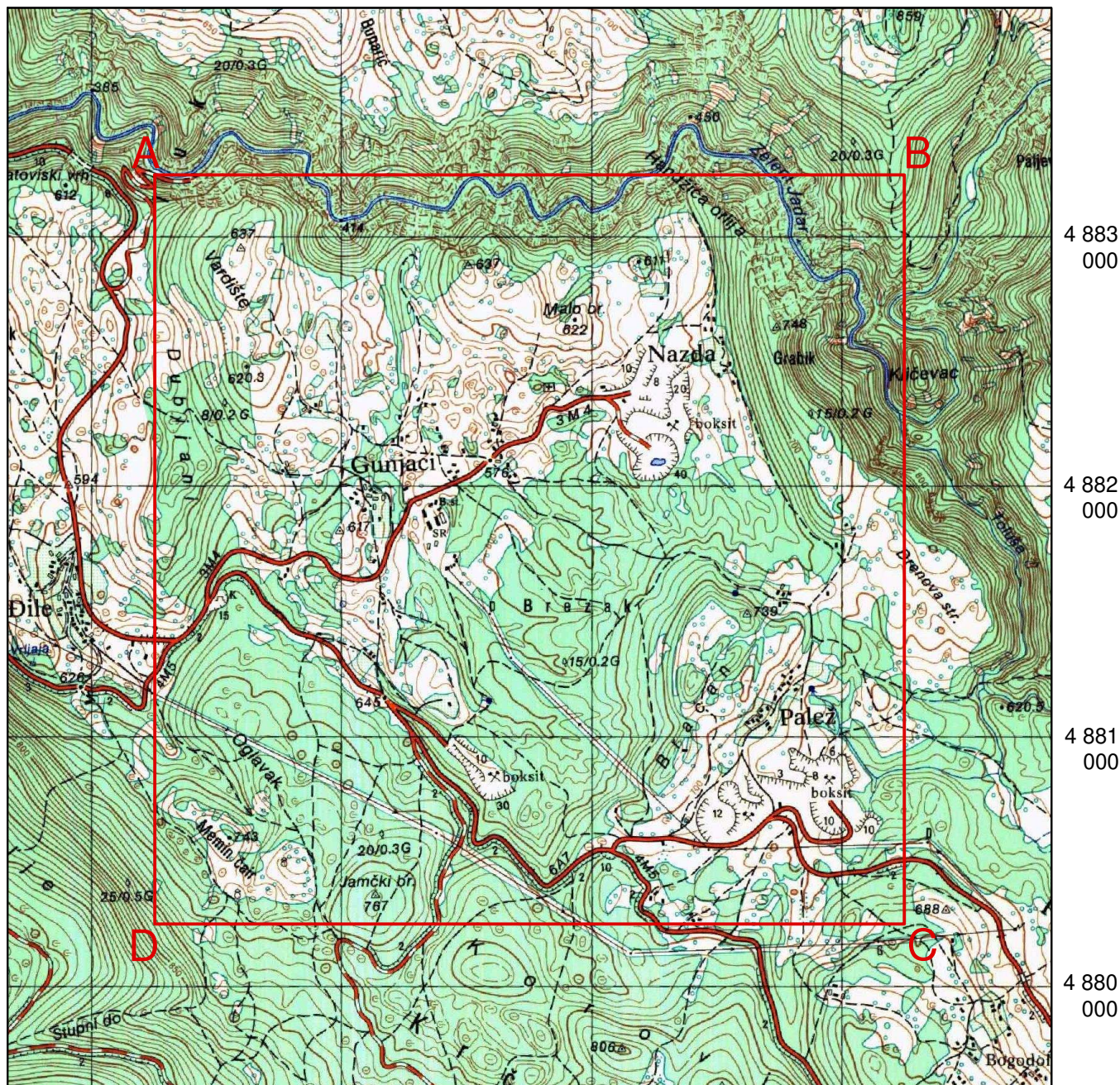
ГП-7. Обрачунски профили резерви на лежишту „Подбраћан“ код Милића, 1:1000

PREGLEDNA KARTA
geografskog položaja i komunikacija šire okoline ležišta
crvenih boksita "Podbraćan" kod Milića
1 : 200.000

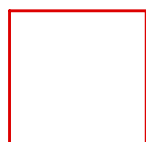


● Pozicija ležišta "Podbraćan"

SITUACIONA KARTA
 eksploatacionog polja ležišta crvenih boksita
 "Podbraćan" kod Milića
 1 : 25.000

6 594
0006 595
0006 596
0006 597
0004 883
0004 882
0004 881
0004 880
000

Prelomne tačke
 eksploatacionog polja



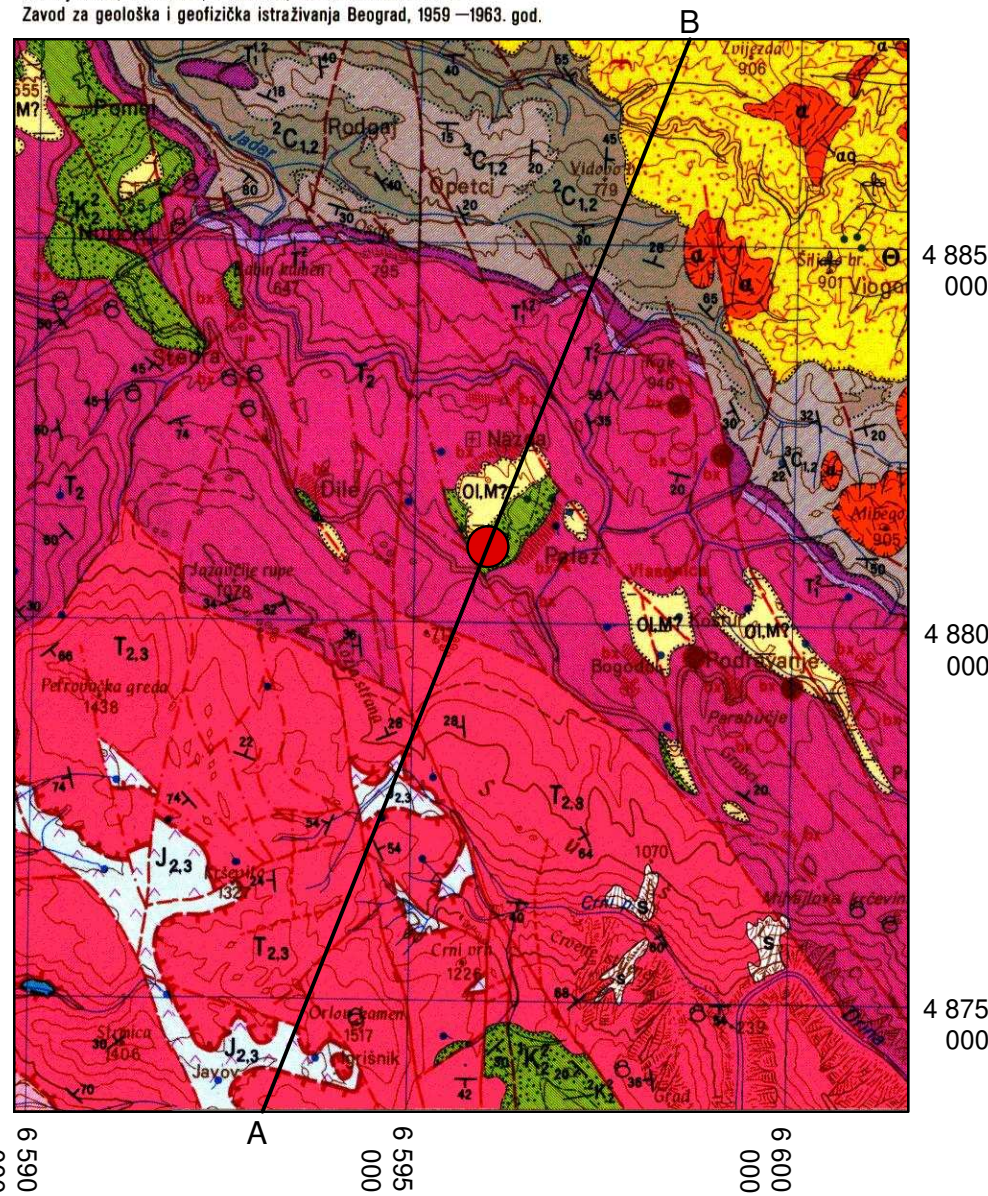
Pozicija eksploatacionog polja
 ležišta "Podbraćan" kod Milića

Tačka	Y	X
A	6 594 250	4 883 250
B	6 597 250	4 883 250
C	6 597250	4 880 250
D	6 594250	4 880 250

Prema OGK list Ljubovija

Autori: I. Kubat, D. Reljić, D. Veljković, V. Strajin, F. Begić i P. Dimitrov
 Institut za geološka istraživanja Sarajevo, i
 S. Mojsilović, D. Baklačić, I. Đoković, M. Vukanović i V. Nastić
 Zavod za geološka i geofizička istraživanja Beograd, 1959—1963. god.

GEOLOŠKA KARTA I PROFIL šire okoline ležišta crvenih boksita "Podbraćan" kod Milića 1 : 100.000



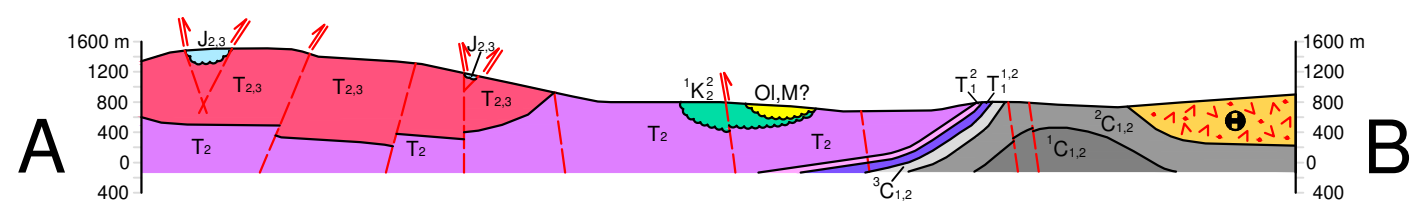
4 885 000
 4 880 000
 4 875 000
 6 590 000
 6 595 000
 6 600 000

Legenda kartiranih jedinica:

- Sipar
- Piroklastiti - andezitski tufovi, tufiti i aglomerati
- Andeziti
- Konglomerati i gline
- Laporovito - pjeskoviti krečnjaci, laporci i pješčari sa nerineama
- Pješčari, gline, rožnjaci, konglomerati, breče i dijabazi
- Sivi slojeviti, bankoviti i masivni krečnjaci
- Bankoviti krečnjaci i masivni briozojsko - koralski krečnjaci
- Tamnosivi laporoviti krečnjaci sa naticelama i mioforijama
- Raznobojni kvarcni pješčari, konglomerati, breče i proslojci glinaca
- Pješčari i pjeskoviti argilisti
- Filiti

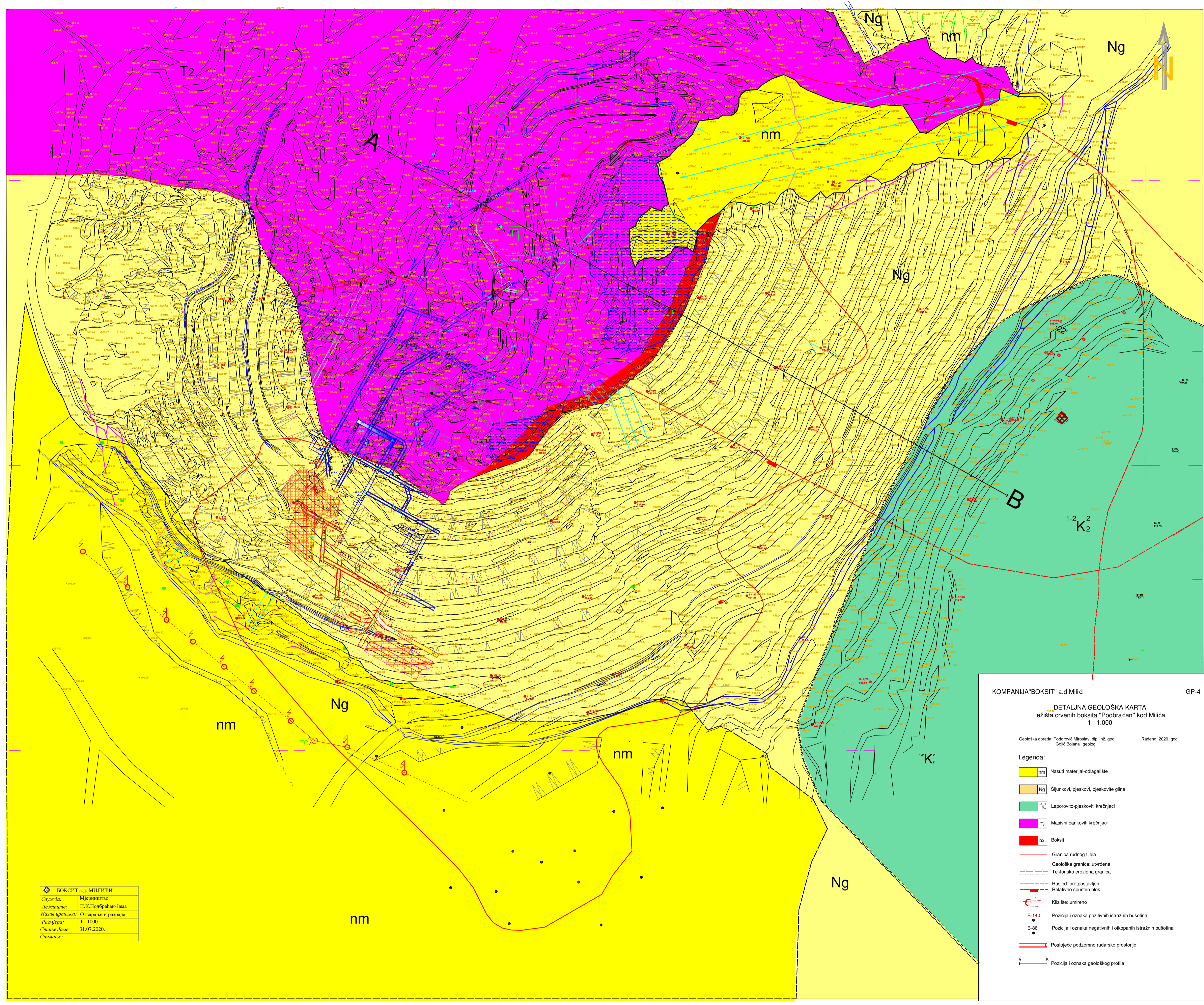
Legenda standardnih oznaka:

- Normalna granica: utvrđena (sa padom) i pokrivena ili aproksimativno locirana (sa padom)
- Postupan litološki prelaz (nedefinisana granica): utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana
- Erozijska ili tektonsko - erozijska granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana
- Elementi pada sloja: normalan, prevrnut i vertikalni
- Rasjed bez oznake karaktera: osmatran, pokriven ili aproksimativno lociran, pretpostavljen i fotogrametrijski osmatran
- Mikrofauna i marinska makrofauna
- Veća ležišta boksita
- Izvor, vrelo
- Pozicija ležišta "Podbraćan"



4
881 900
881 750
881 500
881 250
4
881 000

4
881 900
881 750
881 500
881 250
4
881 000



БОКСИТ а.д. МИЛИЋИ
Служба: Мјештство
Локација: П.К. Подбраћан-Јана
Врста пројекта: Отпорова и разраба
Масштаб: 1:1000
Страна Јана: 31.07.2020.
Општина:

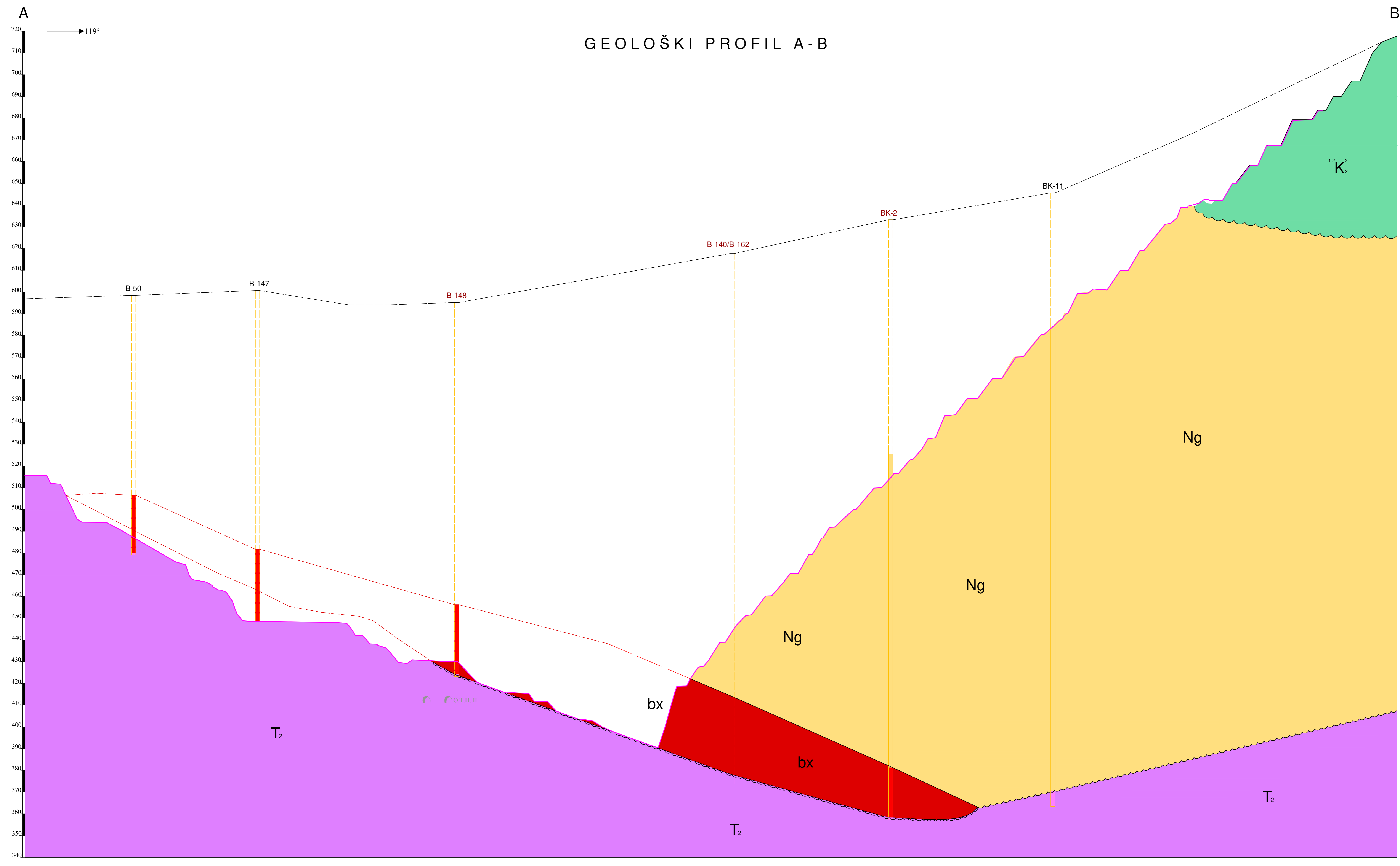
KOMPANIJA "БОКСИТ" а.д.МИЛИЋИ GP-4
DETALJNA GEOLOŠKA KARTA
ležišta crvenih boksa "Podbraćan" kod Milića
1 : 1.000
Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl.inž. geol.
Geol. Bojana, geolog Radeno: 2020. god.

Legenda:

- nm Nasuti materijal-otlagalište
- Ng Sijunkovi, pjeskovi, pjeskovite gline
- K2 Laporovito-pjeskoviti krečnjaci
- T2 Masivni bankoviti krečnjaci
- bx Bokait
- Granica rudnog tijela
- Geološka granica: utvrđena
- Tektonsko erozijska granica
- Rasjed: oretpostavljen
- Relativno spušten blok
- Klizite: umireno
- B-140 Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina
- B-96 Pozicija i oznaka negativnih i otkopanih istražnih bušotina
- Postojeće podzemne rudarske prostorje
- A — B Pozicija i oznaka geološkog profila

6 595 500 6 595 750 6 596 000 6 596 250 6 596 500 6 596 750 6 596 000

GEOLOŠKI PROFIL A-B



KOMPANIJA "BOKSIT" a.d. Milići

GP-5

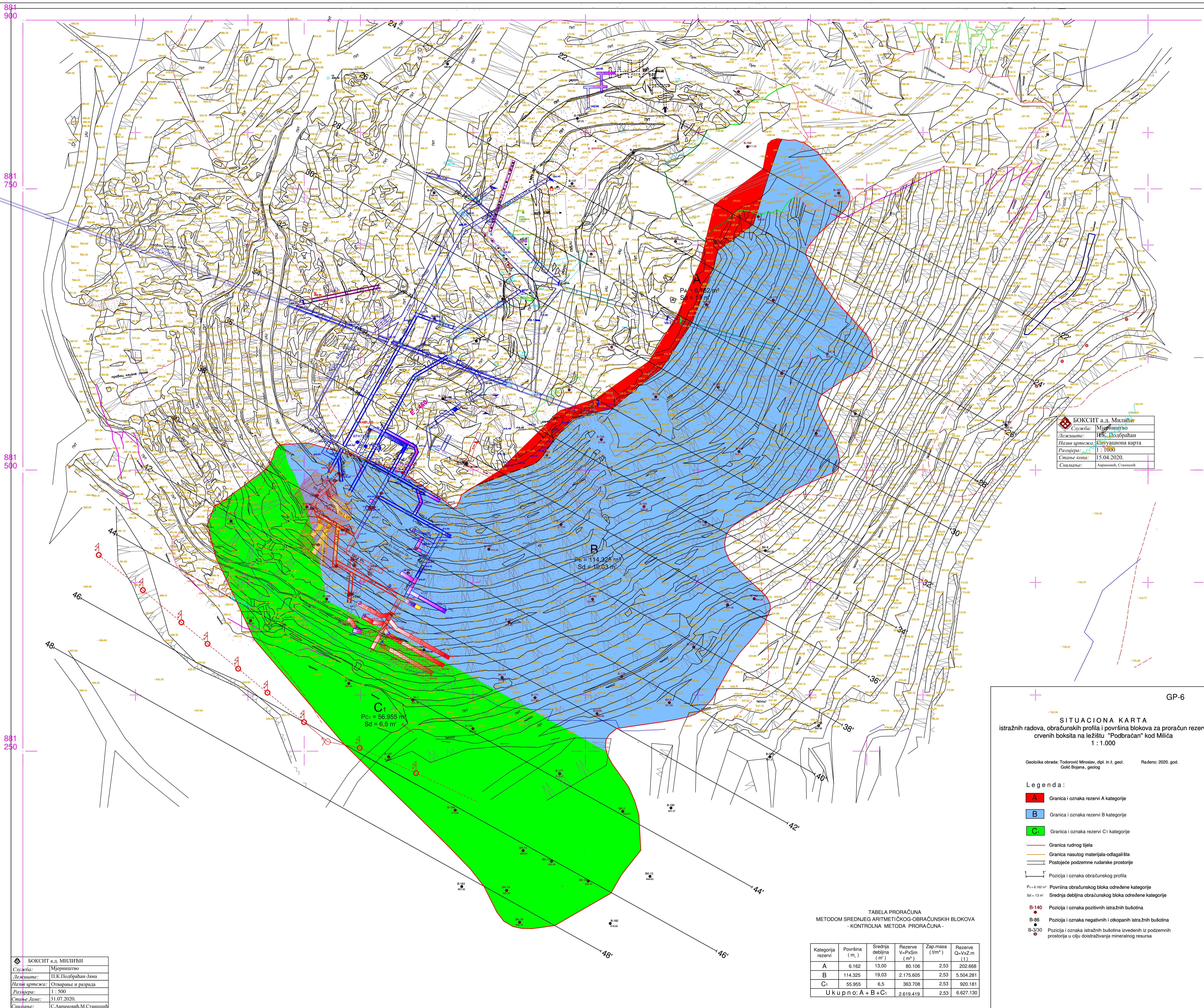
GEOLOŠKI PROFIL preko ležišta crvenih boksita "Podbraćan" kod Milića 1 : 1.000

Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl. inž. geol.
Golčić Bojana, geolog

Radeno: 2020. god.

Legenda:

- Ng Šljunkovi, pjeskovi i pjeskovite gline
- K₂ Laporovito-pjeskoviti krečnjaci
- bx Boksit
- T₂ Sivi, slojeviti, masivni krečnjaci
- Geološka granica: utvrđena
- - - - - Geološka granica: pretpostavljena
- ~~~~~ Tektonsko eroziona granica: pretpostavljena
- B-148 Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina
- BK-11 Pozicija i oznaka negativnih i otkopanih istražnih bušotina
- O.T.H.II Pozicija i oznaka podzemnog hodnika
- A → 119° B
Oznaka i azimut geološkog profila



БОКСИТ а.д. МИЛИЦА
 Служба: Мјерништво
 Локација: П.К. Подбрање-Јама
 Извор подаци: Геодетска карта
 Разлог: 1:1000
 Датум: 15.04.2020.
 Склад: Архива Станић

GP-6

SITUACIONA KARTA
 istražnih radova, obračunskih profila i površina blokova za proračun rezervi crvenih boksa na ležištu "Podbraće" kod Milica
 1:1.000

Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl. inž. geol. Radeno: 2020. god.
 Golub Bojana, geolog

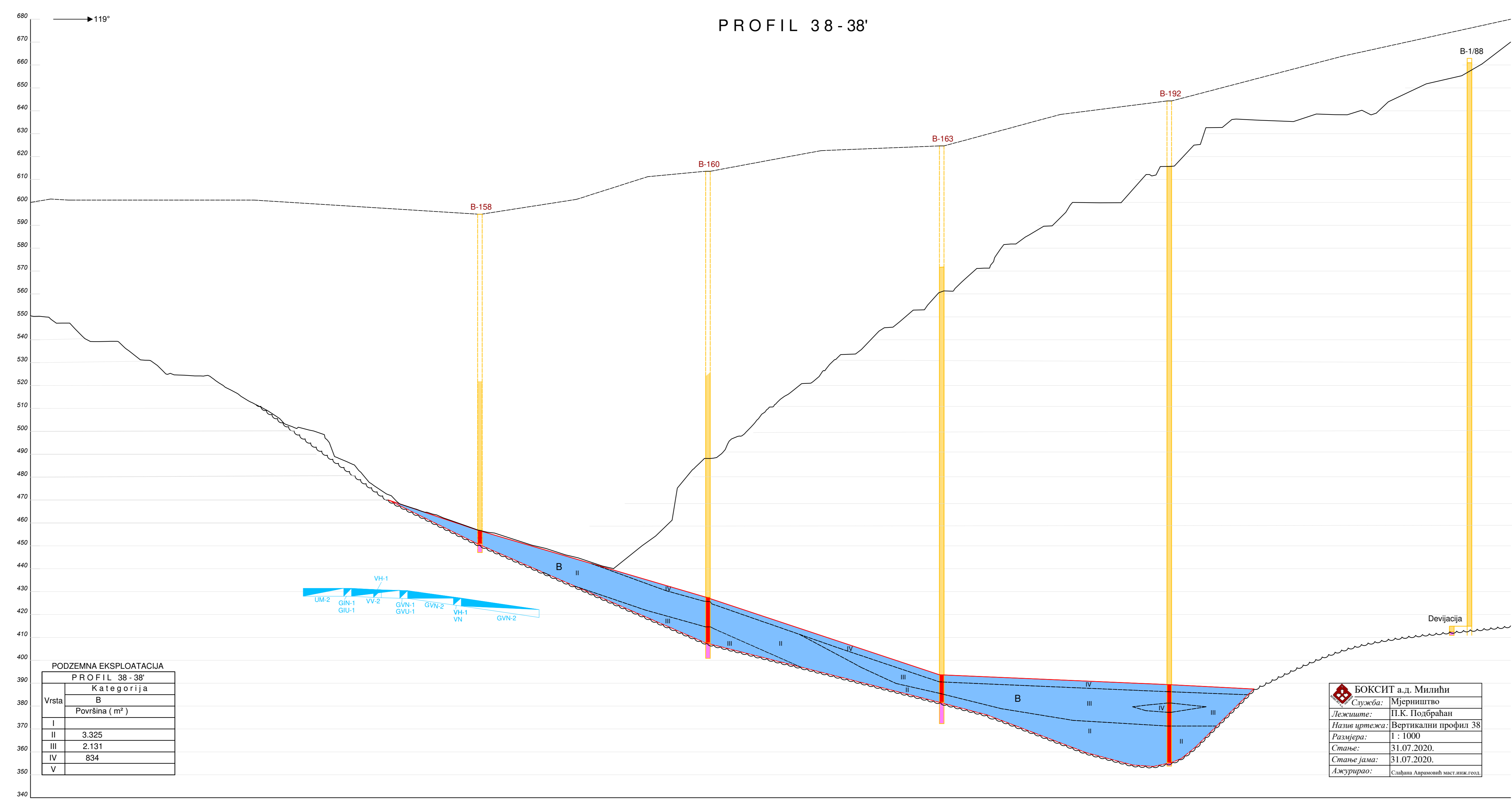
Legenda:

- Granica i oznaka rezervi A kategorije
- Granica i oznaka rezervi B kategorije
- Granica i oznaka rezervi C1 kategorije
- Granica rudnog tijela
- Granica nasutog materijala odtagališta
- Postojeće podzemne rudarske prostorije
- Pozicija i oznaka obračunskog profila
- P_{1-13} Površina obračunskog bloka određene kategorije
- S_{1-13} Srednja debljina obračunskog bloka određene kategorije
- $B-140$ Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina
- $B-86$ Pozicija i oznaka negativnih i otkopanih istražnih bušotina
- $B-230$ Pozicija i oznaka istražnih bušotina izvedenih iz podzemnih prostorija u cilju dostraživanja mineralnog resursa

TABELA PRORAČUNA
 METODOM SREDNJEG ARITMETIČKOG-OBRAČUNSKIH BLOKOVA
 KONTROLNA METODA PRORAČUNA

Kategorija rezervi	Površina (m ²)	Srednja debljina (m)	Rezerva V _{pr} -S _m (m ³)	Zap.masa (t/m ³)	Rezerva Q _{viz} -Z _m (t)
A	6.162	13,00	80.106	2,53	202.668
B	114.325	19,03	2.175.605	2,53	5.504.281
C1	65.965	6,5	363.708	2,53	920.181
Ukupno: A+B+C1			2.619.419	2,53	6.627.130

БОКСИТ а.д. МИЛИЦА
 Служба: Мјерништво
 Локација: П.К. Подбрање-Јама
 Извор подаци: Отвараче и разрада
 Разлог: 1:500
 Датум: 31.07.2020.
 Склад: С. Арсенић, М. Станић



PODZEMNA EKSPLOATACIJA

PROFIL 38 - 38'	
Kategorija	
Vrsta	B
Površina (m ²)	
I	
II	3.325
III	2.131
IV	834
V	

БОКСИТ а.д. Милићи
Служба: Мјерништво
Локација: Н.К. Подбраћан
План пројекта: Вертикални профил 38
Размјера: 1 : 1.000
Страна: 31.07.2020.
Страна дана: 31.07.2020.
Дизајнер: Славомир Алексић

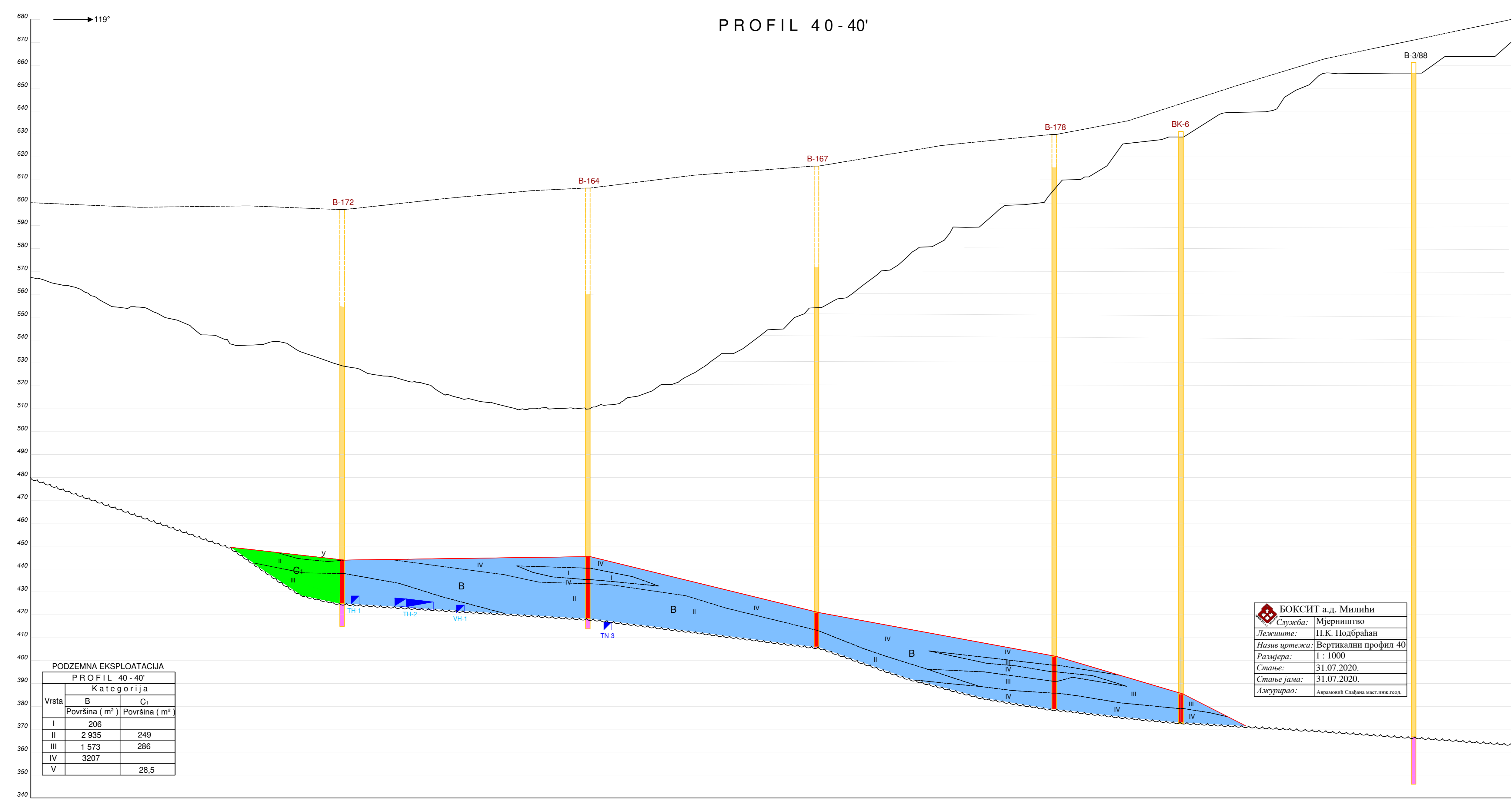
KOMPANIJA "BOKSIT" a.d. Milići GP-7.10

O B R A Č U N S K I P R O F I L 38 - 38'
rezervi na ležištu crvenih boksita "Podbraćan" kod Milića
1 : 1.000

Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl. inž. geol. Rađeno: 2020. god.
Golčić Bojana, geolog

Legenda:

- B Granica i oznaka rezervi B kategorije
- Prvobitno stanje terena
- ~~~~~ Istražno-eksploataciona etaža
- ~~~~~ Tektonsko-eroziona diskordancija
- B-160 Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina
- B-188 Pozicija i oznaka negativnih i otkopanih istražnih bušotina
- 119° Pozicija, oznaka i azimut obračunskog profila



PODZEMNA EKSPLOATACIJA

PROFIL 40 - 40'

Vrsta	Kategorija	
	B	C
I	Površina (m ²) 205	Površina (m ²) 249
II	2 935	249
III	1 573	286
IV	3207	
V		28,5

	BOKSIT a.d. Milići
Служба:	Мігеоінженіринг
Локаціја:	П.К. Подбраћан
Назив цртежа:	Вертикални профил 40
Пројектор:	1 : 1000
Сачињено:	31.07.2020.
Сачињено датум:	31.07.2020.
Ауторизација:	Директор Службе геолошког инжењерства

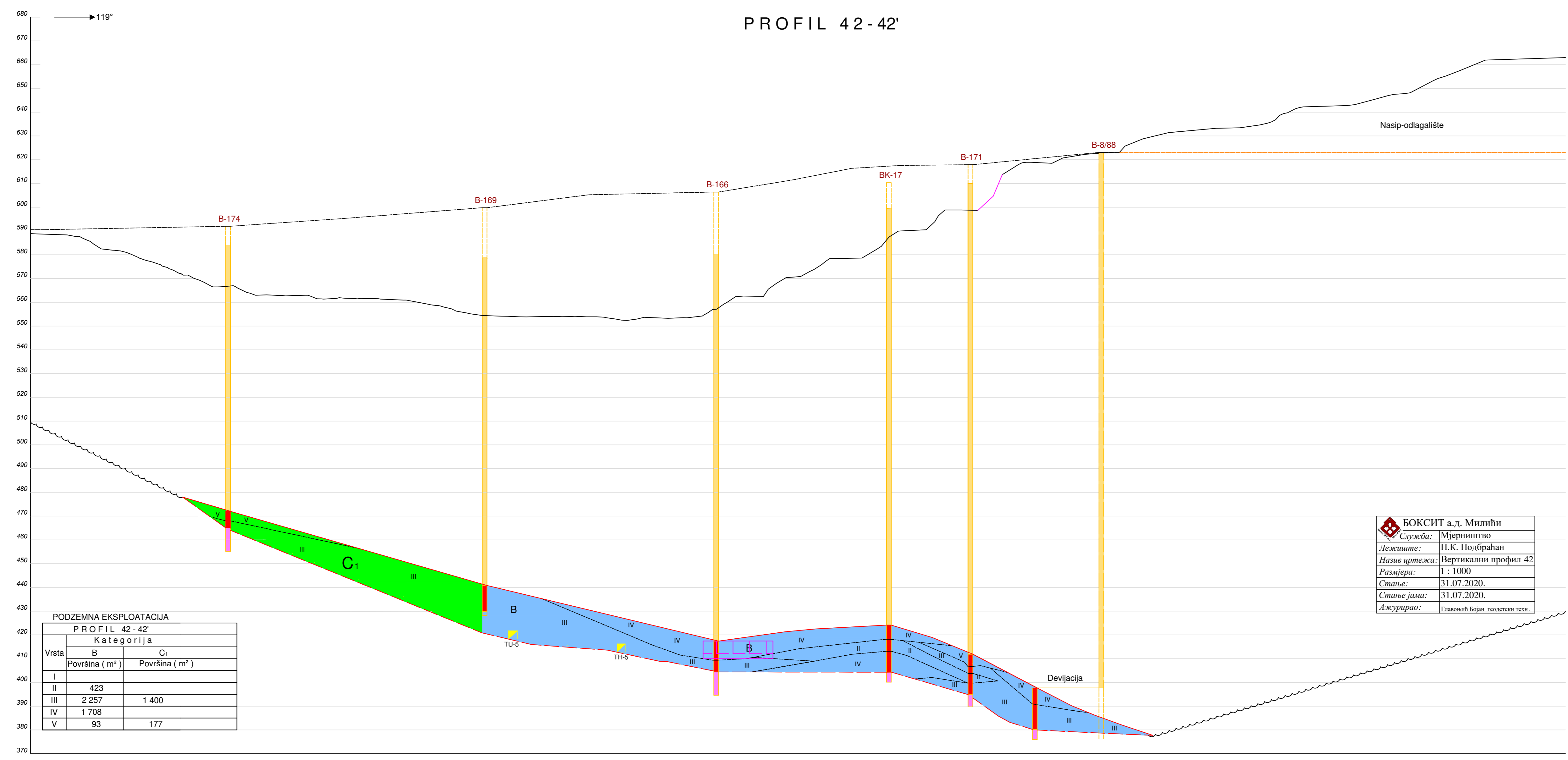
KOMPANIJA "BOKSIT" a.d. Milići GP-7.11

O B R A Č U N S K I P R O F I L 40 - 40'
rezervi na ležištu crvenih boksa "Podbraćan" kod Milića
1 : 1.000

Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl. inž. geol. Radeno: 2020. god.
Bojana Golik, geolog

Legend a :

- Granica i oznaka rezervi C kategorije
- Granica i oznaka rezervi B kategorije
- Prvobitno stanje terena
- ~~~~~ Istražno-eksploataciona etaža
- ~~~~~ Tektonsko-eroziona diskordancija
- | B-167 Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina
- | B-3/88 Pozicija i oznaka negativnih i otkopanih istražnih bušotina
- 119° Pozicija, oznaka i azimut obračunskog profila



PODZEMNA EKSPLOATACIJA

PROFIL 42-42'

Vrsta	Kategorija	
	B	C
I	Površina (m ²)	Površina (m ²)
II	423	
III	2 257	1 400
IV	1 708	
V	93	177

	БОКСИТ а.д. Милићи
Служба:	Мјерништво
Директор:	П.К. Подбраћан
Наставник:	Вертикални профил 42
Размера:	1 : 1000
Страна:	31.07.2020.
Страна дана:	31.07.2020.
Директор:	Главни геолог-инженер

KOMPANIJA "BOKSIT" a.d. Milići GP-7.12

OBRAČUNSKI PROFIL 42-42'
rezervi na ležištu crvenih boksita "Podbraćan" kod Milića
1 : 1.000

Geološka obrada: Todorović Miroslav, dipl. inž. geol. Radeno: 2020. god.
Golčić Bojana, geolog

Legenda:

- B Granica i oznaka rezervi B kategorije
- C Granica i oznaka rezervi C kategorije
- Prvobitno stanje terena
- Istražno-eksploataciona etaža
- ~~~~~ Tektonsko-erozioni diskordancija
- Nasip-odlagalište
- B-169 Pozicija i oznaka pozitivnih istražnih bušotina

119°
Pozicija, oznaka i azimut obračunskog profila

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента _____ Бојана Голић _____

Број индекса Г627-18 _____

И з ј а в љ у ј е м

да је завршни рад под насловом

_____ Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита „Подбраћан“ код
_____ Милића (БиХ)

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Бојана (Боро) Голић

Број индекса Г627-18

Студијски програм Геологија-мастер академске студија

Наслов рада Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита лежишта „Подбраћан“ код Милића (БиХ)

Ментор проф. др Владимир Симић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита „Подбраћан“ код Милића (БиХ)

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је *(заокружити једну од две опције):*

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, _____

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
 2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
 3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
 4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
 5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
 6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-

ПОТВРДА
О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА

Потврђује се да је студент Бојана (Боро) Голић,
(име (име родитеља) презиме)

бр. Индекса Г627 / 18 предао/ла електронску верзију завршног рада на
основним/мастер академским студијама под насловом:

Геолошке карактеристике и методика истраживања лежишта боксита „Подбраћан“ код
Милића (БиХ)

који је урађен под менторством проф. др Владимира Симића
(име, презиме и звање)

за Дигитални репозиторијум завршних радова РФФ-а.

Потврда се издаје за потребе Одељења за студентска и наставна питања и не може се
користити у друге сврхе.

У Београду, _____

Библиотекар
