

Geološke i gemološke karakteristike nalazišta juvelirskog kamena Kremenjača - Gornja Trepča

Marija Petrović



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Geološke i gemološke karakteristike nalazišta juvelirskog kamena Kremenjača - Gornja Trepča | Marija Petrović | | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007919>

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet



Završni rad

Osnovne akademske studije

Geološke i gemološke karakteristike nalazišta
juvelirskog kamena Kremenjača - Gornja Trepča

Kandidat:

Marija Petrović

G107/20

Mentor:

Doc. dr Zoran Miladinović

Beograd, septembar 2023.

Komisija:

1. Ime i prezime i nastavno zvanje, mentor

Docent dr Zoran Miladinović_____

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

2. Ime i prezime i nastavno zvanje, član

Prof. dr Kristina Šarić_____

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

3. Ime i prezime i nastavno zvanje, član

Prof. dr Vladimir Simić_____

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Datum odbrane: _____

REZIME

U radu su korišćene geološke terenske i kabinetske metode, kao i gemološke laboratorijske metode u cilju dokazivanja kvaliteta juvelirske sirovine u nalazištu Kremenjača koje pripada Boračkom vulkanskom kompleksu.

Pomoću metoda refraktometrije i hidrostatičkog metoda određivanja zapreminske težine, uzorkovana mineralna sirovina je definisana prema svom mineralnom sastavu. Utvrđeno je dominantno prisustvo kalcedona.

Zatim su korišćene tehnološke analize, odnosno juvelirska obrada. Nakon završene juvelirske obrade, utvrđeno je da se mineralna sirovina iz nalazišta Kremenjača može smatrati juvelirskom sirovinom. Najnačajniji varijeteti su određeni kao kalcedon, ahat i jaspis.

Ključne reči: *kalcedon, Borački vulkanski kompleks, juvelirska mineralna sirovina, juvelirska obrada.*

ZAHVALNOST

Izražavam duboku zahvalnost prof. dr Kristini Šarić i prof. dr Vladimiru Simiću kao članovima komisije, ali i za njihovu nesebičnu pomoć prilikom terenskih ispitivanja. Zahvalnost dugujem i prof. dr Vladići Cvetkoviću koji mi je svojim sveobuhvatnim znanjem o Boračkom vulkanskom kompleksu pomogao pri razumevanju geoloških karakteristika značajnih za predmetno područje istraživanja.

Posebno zahvaljujem mentoru doc. dr Zoranu Miladinoviću koji mi je predložio temu diplomskog rada, a zatim i pomogao u svim fazama izrade ovog završnog rada, od terenskih ispitivanja, pomoći pri izvođenju gemoloških analiza do ukazivanja na način razmišljanja pri ispitivanju juvelirskih mineralnih sirovina i izvođenja relevantnih zaključaka. Hvala Vam na svim sugestijama i podeljenom znanju, kao i na uloženom trudu!

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	2
3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VULKANSKOG KOMPLEKSA BORAČ ...	3
4. PREGLED RANIJIH ISTRAŽIVANJA.....	8
5. METODIKA ISTRAŽIVANJA	9
6. TERENSKA GEOLOŠKA ISPITIVANJA NALAZIŠTA KREMENJAČA	10
7. LABORATORIJSKE ANALIZE	16
7.1. Određivanje indeksa prelamanja metodom refraktometrije.....	16
7.2. Određivanje specifične težine	18
7.3. Rezultati i diskusija laboratorijskih analiza	20
8. TEHNOLOŠKE ANALIZE	22
8.1. Lapidarska obrada	22
8.2. Primenjena juvelirska obrada.....	24
8.3. Rezultati i diskusija juvelirske obrade	24
9. RAZMATRANJE GENEZE NALAZIŠTA JUVELIRSKOG KAMENA KREMENJAČA	32
ZAKLJUČAK.....	34
LITERATURA	36

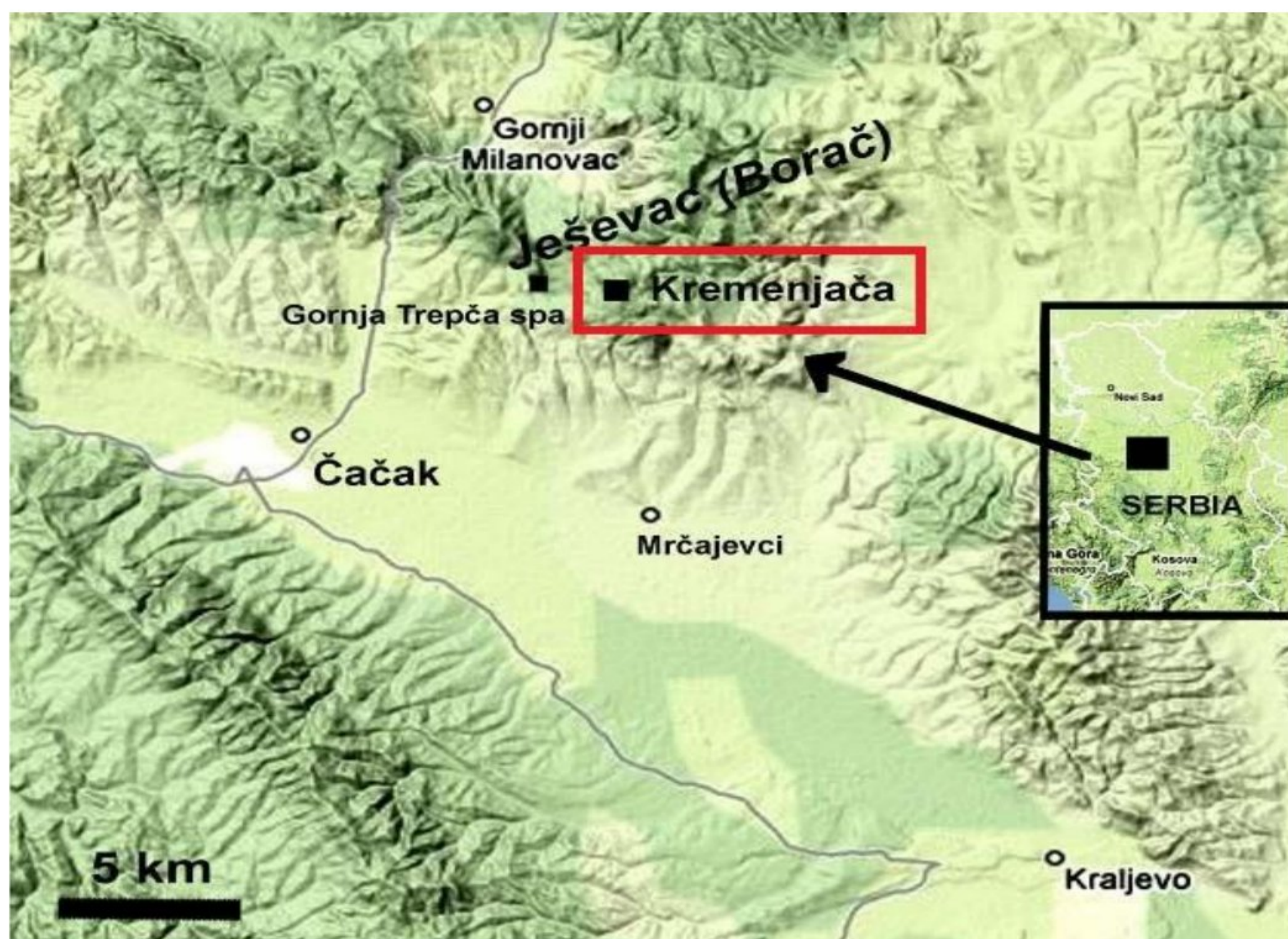
1. UVOD

U Srbiji je poznat veći broj nalazišta juvelirske mineralne sirovine. Međutim, većina njih nikada nije detaljnije ispitana pa često kvalitet sirovine i mogućnost iskorišćenja nalazišta ostaju nepoznanica. U Srbiji ne postoje proizvodno aktivna nalazišta juvelirskih mineralnih sirovina.

Ovaj rad se zasniva na istraživanju geoloških i gemoloških karakteristika pojava različitih varijeteta juvelirskog kamena u nalazištu Kremenjača kod Gornje Trepče. Rad je podeljen u dva osnovna dela. Prvi deo predstavlja opšti deo koji se odnosi na informacije poznate iz prethodnih istraživanja, ali značajne za predmetno istraživanje. Drugi deo je specijalni deo koji obuhvata sprovedene analize, pre svega laboratorijske i tehnološke. Ove analize imaju za cilj da prikažu gemološke karakteristike i mogućnost iskorišćenja juvelirske mineralne sirovine u nalazištu Kremenjača. U radu su prikazani i rezultati pomenutih ispitivanja.

2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Pojava Kremenjača nalazi se istočno od banje Gornje Trepče na brdu Kremenjača (slika 1).



Slika 1: Pregledna geografska karta sa položajem nalazišta Kremenjača (Kurešević, 2014.)

Gornja Trepča je naselje koje se nalazi u jugozapadnom delu Šumadije i obuhvata severni deo opštine Čačak. Severna granica ovog naselja su sela Jablanica i Lunjevica koja pripadaju opštini Gornji Milanovac. Na zapadnoj strani se graniči sa selom Prislonica i malim delom sa selom Donja Trepča koje ujedno predstavlja i južnu granicu Gornje Trepče. Sa istočne strane prostire se do naselja Ostra.

Na obodu sela Gornje Trepče nalaze se uglavnom šume. Selo obiluje livadama, ali i pašnjacima i njivama. Brdo Kremenjača u istočnom delu sela Gornja

Trepča, nekada je bilo bez vegetacije. Kremenjača je pošumljena uglavnom bagremovim drvetom (Pavlović, 2007).

Dobro je razvijena mreža saobraćajnica. Gornja Trepča je udaljena 8,5 km od Ibarske magistrale, a 19 km od Čačka. Udaljenost od Prelljine, koja predstavlja značajnu raskrnicu saobraćajnica u ovom području, je 12 km. Prema tome transportni uslovi su povoljni, posebno kada je reč o juvelirskoj sirovini.

3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VULKANSKOG KOMPLEKSA BORAČ

Nalazište Kremenjača teritorijalno pripada vulkanskom kompleksu Borač. (Marković i dr., 1963). U okviru odeljka koji sledi biće prikazana geološka građa terena prema podacima OGK SFRJ 1:100.000 (Brković i dr., 1980, Brković i dr., 1970, Marković i dr., 1963, Filipović i dr. 1971), (slika 2).

Jura – Stene jurske starosti predstavljene su krajnjim istočnim delom suvoborskog peridotitsko-serpentinskog masiva, koji je kao deo ofiolitskog melanža obdukovan preko trijaskih megalodonskih i donjojurskih krečnjaka sa rožnacima. U zapadnom delu lista Gornji Milanovac i severozapadnom delu lista Čačak najveće prostranstvo zauzimaju peridotiti i serpentiniti, čiji je odnos prema susednim formacijama, ako se izuzmu mlađe tvorevine, gotovo uvek tektonske prirode (Cvetković, 1997).

Dijabaz-rožnačka formacija - Ove tvorevine razvijene su u nekoliko tektonski odvojenih zona s najvećim rasprostranjenjem u predelu Božurnje, na Karauli i Polju. Izgrađene su haotične crne osnove, bez ispoljene unutrašnje strukture, sa uklopcima različitih dimenzija i sastava (Cvetković, 1997).

Kreda – Sedimentne stene kredne starosti na širem boračko-kotleničkom području imaju znatno rasprostranjenje (Cvetković, 1997). Izdvojena su dva tipa

razvića: rudničko, između rudničke i boljkovačke dislokacije, i jarmenovačko, smešteno istočno od rudničkog raseda (Brković, 1980).

Kredne tvorevine rudničkog razvića počinju barem-aptskim flišoidnim klastitima koji naviše prelaze u aptski, većinom sitnozrni parafliš sa olistolitima sprudnih krečnjaka, pa zatim u tanke albsko-cenomanske laporce i krečnjake. Područje odgovara tipičnom flišnom talogu koji je odsečen na severu, dok je paleotransport prema jug–jugoistoku (Cvetković, 1997).

Jarmenovačko razviće - Ove tvorevine imaju najveće rasprostranjenje. Javljaju se u vidu tri odvojene jedinice: alb-cenoman, turon i turon-senon (Brković i dr.). Sedimenti ovog razvića karakterišu se visokim sadržajem kalcijum - karbonata. (Cvetković, 1997).

Neogen - Neogenim tvorevinama odgovaraju sedimenti gornjomilanovačkog, kragujevačkog, gružanskog i zapadnomoravskog (čačansko - kraljevačkog) jezerskog basena. I pored grubih neslaganja autora OGK 1:100.000 (listovi Kragujevac, Gornji Milanovac, Čačak i Kraljevo; pregledna geološka karta), mogu se izdvojiti tvorevine starije od vulkanita, predstavljene donjim miocenom, starije ili sinhronne njemu, koje odgovaraju srednjem miocenu i one mlađe od glavnih vulkanskih zbivanja, predstavljene gornjomiocenskim sedimentima (Cvetković, 1997).

Donji miocen - Tvorevine donjeg miocena konstatovane su samo u zapadnomoravskom basenu, uz jednu manju i nesigurnu pojavu u gornjomilanovačkom basenu u području sela Jablanice. Najniži delovi su izgrađeni od konglomerata, preko njih leže peščari i glinci, au višim delovima uz vulkanogeno-sedimentne naslage javljaju se laporci i krečnjaci (Cvetković, 1997).

Srednji miocen-Tvorevine srednjeg miocena zauzimaju veliko prostranstvo u svim pomenutim jezerskim basenima koji okružuju borački eruptivni kompleks. Sedimenti su predstavljeni slatkovodnim naslagama s brojnim paleontološkim

ostacima. Mogu se izdvojiti sledeći litološki članovi: konglomerati, gline, tufovi, tufiti, laporci, laporoviti krečnjaci peščari i peskovite gline (Cvetković, 1997).

Tercijarni vulkaniti pripadaju vulkanogenoj zoni Rudnik - Borač - Kotlenik unutar koje je smesten boracki eruptivni kompleks (Cvetković, 1997). Borački kompleks je izgrađen od različitih facija dacita, lamprofira, kvarclatita i andezita do andezit-bazalta (Cvetković i Pecskey, 1999).

Kremenjača predstavlja nalazište juvelirskih sirovina u okviru Boračkog vulkanskog kompleksa. Dalje, biće prikazane vrste vulkanskih stena.

Andeziti i daciti - Prema načinu pojavljivanja, uzajamnim odnosima i mineralnom sastavu andeziti i daciti, predstavljaju celinu, pri čemu se kao prelazni varijetet javlja andezit s kvarcom. Najveće mase dacitskih stena, čije se formiranje verovatno odvijalo u toku donjeg miocena, nalaze se na Kotleniku. U Boračkom eruptivnom kompleksu daciti izgrađuju uzvišenje Bukovik (k. 850), a najveći deo ovih, najstarijih vulkanogenih produkata, pokazuje petrografske odlike andezita. Dacitsko - andezitske stene su obično hipokristalastoporfirske strukture, s pojavom mnogo češće hijalopilitske do potpuno staklaste osnovne mase kod varijeteta bez kvarca (Cvetković, 1997).

Feldspatoidski efuzivi - Ove stene su veoma raznovrsne po načinu pojavljivanja i mineralnom i hemijskom sastavu. Sreću se kao manji proboji u krednim i donjomiocenskim sedimentima, kao fragmenti u vulkanogeno – sedimentnim serijama srednjemiocenske starosti, kao fragmenti u vulkanoklastitima i kao uklopci u kvarclatitima (Cvetković, 1997). Na osnovu Filipović i dr. (1978) izdvaja se nekoliko vrsta: lamproiti, kajaniti, leucittrahiti i leucitbazalti.

Kvarclatiti - Javlja se nekoliko varijeteta vulkanita koji petrohemijski pokazuju kvarclatitski karakter i koji se pojavljuju u vidu subvulkanskih očvrsljih masa u čitavoj rudničkoj i vulkanskoj zoni uglavnom izgrađujući istaknute oblike u reljefu (Ostrvica, Treska, Ostrica i dr.), ostatke lavičnih ekstruzija (npr. Borački krš),

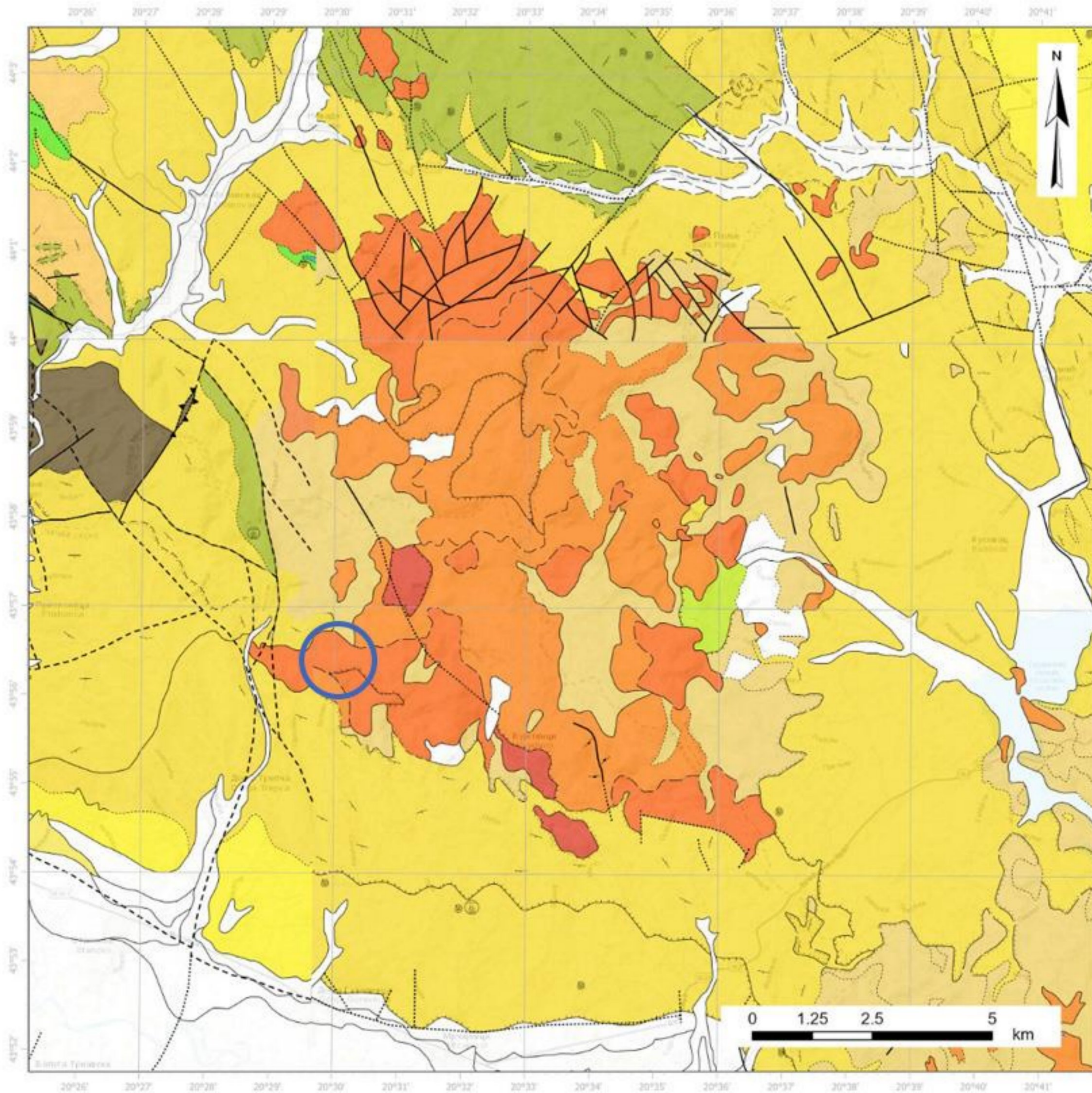
kao i plitke subvulkanske intruzije (Ravno brdo, Gradine i Krasojevci) (Brković i dr., 1980, Filipović i dr., 1978).

“Vulkanogene stene koje pripadaju porodici trahandezita-kvarclatita i vrsti kvarclatita dominiraju u izgradnji Boračkog eruptivnog kompleksa i njihova je geneza povezana i s efuzivnom i s eksplozivnom aktivnošću. Konherentni, podređeni i autoklastični kvarclatiti javljaju se uglavnom po obodu masiva, gde izgrađuju istaknute visove, na mestima gde su probili ili prekrivaju starije formacije” (Cvetković, 1997).

Vulkanoklastiti dacitsko-kvarclatitskog sastava – u rudničkoj vulkanogenoj zoni relativno veliko rasprostranjenje imaju različite vulkanoklastične naslage, ali su u literaturi ove tvorevine uglavnom smatrane i beležene kao piroklastiti koji prate odgovarajuće vulkanske faze (Cvetković, 1997).

Tercijarne intruzivne stene – Na Rudniku, u rudarskom radovima je otkriven blok granitoidne stene (Vuković, 1964/65; iz Cvetkovića 1997). Osim Rudnika, pojava sličnih stena zapažena je i u oblasti Kotlenika (Tomić, 1926; iz Cvetković 1997).

Kvartar – Kvartarni sedimenti najbolje su razvijeni u dolinama Zapadne Morave i Gruže, kao i u pritokama ovih reka. Izdvojene su starije, pleistocenske naslage, u kojima se razlikuju limnička faza i ređe mlađe faze, holocenske tvorevine koje obuhvataju aluvijum, proluvijum i deluvijum (Cvetković, 1997).



Pregledna geološka karta Boračkog vulkanskog kompleksa

Slika 2: Pregledna geološka karta Boračkog vulkanskog kompleksa. Modifikovano prema OGK 1:100.000, Listovi: Kraljevo Marković i dr., (1963), Kragujevac Brković i dr., (1978), Čačak Brković i dr., (1970) i Gornji Milanovac Filipović i dr., (1971).

Legenda:

○ Uže područje istraživanja (nalazište Kremenjača)

Legenda kartiranih jedinica

- Deluvijum
- Proluvijum
- Aluvijum
- Limnički sedimenti
- Tuff
- Laporac
- Konglomerat
- Dacit
- Piroklastiti
- Kvarciliti
- Latit
- Peščar
- Glinci
- Peščari
- Piroklastiti andezita i dacita
- Vulkanska breča
- Andezit
- Peridotit
- Bazalt
- Fliš
- Serpentinit

4. PREGLED RANIJIH ISTRAŽIVANJA

Podaci o juvelirskim mineralnim sirovinama Srbije nalaze se u malobrojnim publikovanim radovima, udžbenicima, brošurama i katalozima, kao i u brojnim nepublikovanim izveštajima, studijama i elaboratima (Ilić, 1998). Zato ne čudi da ni nalazište juvelirskog kamena Kremenjača nije bilo predmet brojnih istraživanja. Podaci o ovom nalazištu mogu se pronaći u svega nekoliko radova.

Izvesna finansijska sredstva za neke značajnije istraživačke projekte na juvelirskim mineralnim sirovinama bila su dodeljena u periodu 1973. – 1984. godine od strane tadašnjeg Fonda za geološka istraživanja Srbije. Od 1985. godine ova istraživanja nisu finansirana, te su obustavljena (Ilić, 1998). U okviru Izveštaja o istraživanjima poludragog kamena na teritoriji SR Srbije bez pokrajina za 1983. godinu obuhvaćeno je i nalazište “Kremenjača” gde je kao juvelirska sirovina opisan ahat. U ovom izveštaju Malešević i dr. (1983) poseban značaj pridaju pronalasku ahatne mandole za koju je nakon obrade utvrđeno da predstavlja tip ahata ponat kao “Riblji ahat” (slika 3).



Slika 3: "Riblji" ahat iz "Kremenjače. Iz zbirke N. Maleševića

U okviru godišnjeg izveštaja po projektu sinteza izvršenih geoloških istraživanja juvelirskih mineralnih sirovina Srbije sa ocenom potencijalnosti (2011) Zoran Miladinović je opisao i pojavu Kremenjača gde je izdvojio više vrsta juvelirske mineralne sirovine kao što su jaspis, kalcedon, karneol, sard, kalcedonski oniks i ahat.

Kurešević i Dević (2014) su dale doprinos na polju istraživanja ovog nalazišta u radu: "Gemstone silica veins in Kremenjača volcanic rocks (Serbia)". Autorke u svom radu navode postojanje različitih varijeteta kalcedona kao što su jaspis, ljubičasti i bezbojni kalcedon, ahat, sard, oniks, ali i postojanje kvarca koji se javlja kao varijetet gorski kristal.

5. METODIKA ISTRAŽIVANJA

Prilikom izrade ovog rada korišćene su terenske i kabinetske metode, kao i laboratorijske metode istraživanja. Izabrane su metode, koje po načinu izvođenja i podacima koje se na osnovu njih dobijaju, najviše odgovaraju predmetu istraživanja.

U okviru kabinetskig geoloških metoda istraživanja sprovedeno je prikupljanje postojećih podataka o predmetu istraživanja. Zatim je izvršeno analiziranje literature u cilju dobijanja relevantnih podataka za istraživano nalazište juvelirskih mineralnih sirovina. Na osnovu dobijenih informacija, za nastavak daljeg istraživanja izabrane su odgovarajuće geološke i gemološke metode.

Tokom terenskih geoloških radova izvršeno je uzorkovanje na četiri lokacije na širem području brda Kremenjača, koje su se na osnovu prethodnih radova izdvojile kao potencijalo značajne za istraživanje nalazišta Kremenjača. Tom prilikom uzeta je veća količina uzoraka koja bi mogla biti od značaja za analiziranje geoloških karakteristika nalazišta, kao i dati doprinos u razmatranju gemoloških karakteristika juvelirskog kamena.

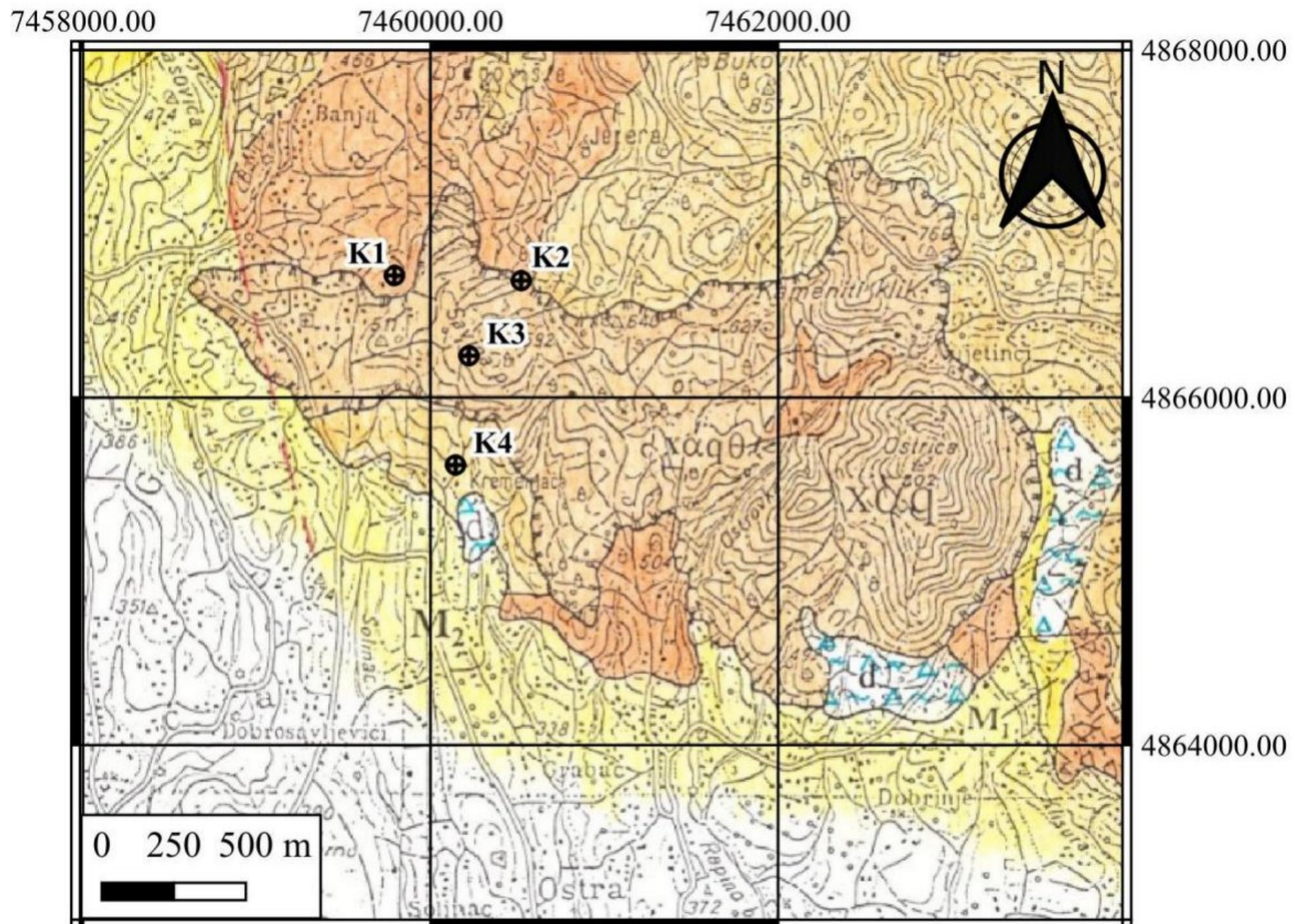
Za potrebe laboratorijskih istraživanja izabrane su dve nedestruktivne gemološke metode koje mogu dati relevantne podatke o tipu i kvalitetu istraživanog

dragog kamena: određivanje indeksa prelamanja svetlosti i određivanje specifične težine. Značajan deo laboratorijskih ispitivanja predstavljaju i tehnološka ispitivanja koja za cilj imaju da analiziraju mogućnost primene juvelirskog kamena.

6. TERENSKA GEOLOŠKA ISPITIVANJA NALAZIŠTA KREMENJAČA

Pojava Kremenjača nalazi se istočno od banje Gornja Trepča na brdu Kremenjači. Na oko 1 km ispred banje odvaja se makadamski put, kojim se dolazi do nalazišta. Ovaj prostor pripada JZ obodu Boračkog vulkanskog masiva. Na ovom terenu tercijarna vulkanska aktivnost obeležena je izlivima kvarclatitskih lava u naizmeničnoj smeni sa piroklastitima istog sastava (Malešević i dr., 1983).

U okviru terenskog ispitivanja prikupljeni su uzorci sa četiri lokacije, koje su obeležene kao K1, K2, K2 i K4 (slika 4).



LEGENDA

KARTIRANIH JEDINICA I STANDARDNIH OZNAKA

- | | |
|--|---|
| | Deluvijum |
| | Kvarclatiti: koherentne facije i autoklastiti |
| | Neraščlanjeni sedimenti srednjeg miocena: konglomerati, peščari, laporci, laporoviti krečnjaci i gline s proslojcima tufita |
| | Primarni i sineruptivno-resedimentovani piroklastiti s horizontima redeponovanih dacitskih hijaloklastita |
| | Daciti: koherentne facije i i autoklastične naslage |
| | Sedimenti donjeg miocena: konglomerati, peščari, laporci i laporoviti krečnjaci |
| | Geološka granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana |
| | Tektonska ili tektonsko-eroziona granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana |
| | Granica utisnutog ili izlivenog vulkanita: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana |
| | Rased: osmatran, pokriven i pretpostavljen |
| | Rased: osmatran, pokriven i pretpostavljen |

Slika 4: Geološka karta istraživanog područja sa prikazanim lokacijama uzorkovanja
(Cvetković, 1997).

Prva stajna tačka označena je sa K1 i njena pozicija određena je koordinatama 7459915, 4866643. Ova pozicija je uočena pored makadamskog puta. Predstavlja novopronađenu pojavu koja u prethodnim istraživanjima nije opisana. Pretpostavlja se da je sa ove lokacije, ranije, u manjem obimu, bio eksploatisan kamen za lokalne potrebe. Na ovoj lokaciji juvelirska mineralna sirovina se najčešće pojavljuje u vidu žilica i manjih nepravilnih nagomilanja (slika 5a).

Zapaža se profil izdanka kvarclatita koji je pločasto lučen (slika 5b). Izrazite odlike facije slivova pokazuju pojave kvarclatita oko istaknutih vulkanskih oblika kao što je Ostrica (Cvetković, 1997). Upravo u ovim kvarclatitima je došlo do depnovanja minerala SiO_2 . Sa ove lokacije su uzeti i obrađeni uzorci koji su u daljem radu označeni sa K1_a i K1_b.



*Slika 5: a) Način pojavljivanja juvelirske mineralne sirovine na tački K1 i
b) Pločasto lučenje kvarclatita na lokaciji K1*

Druga stajna tačka je označena sa K2 i ima koordinate 7469822, 4866702.

Zapaža se ista facija stena kao i na prethodnoj tački. Prema prethodnim istraživanjima i ovde se javljaju kvarclatiti. Juvelirska mineralna sirovina javlja se u dužini od oko 20m i jasno se zapaža u stenama podloge puta. Dalje se nastavljaju kvarclatiti, ali nema pojava kalcedona. U vreme obilaska terena, vegetacija je već bila bujna tako da van puta nije bilo moguće uočiti izdanke, ali se njihov kontinuitet pretpostavlja. Juvelirska mineralna sirovina se pojavljuje u vidu žilica i nodula nepravilnog oblika (slika 6a). Sa ove lokacije uzeti su uzorci koji su označeni sa K2a₁, K2a₂, K2a₃, K2a₄.

Sa druge strane puta, na istoj lokaciji nalazi se obrađena njiva u kojoj je poznato, prema prethodnim istraživanjima, prisustvo ahata. Iz te njive, uzeti su uzorci koji su označeni sa K2b₁, K2b₂, K2b₃ (slika 6b).



Slika 6: a) Način pojavljivanja juvelirske mineralne sirovine na lokaciji K2

b) Njiva sa ahatima. (Miladinović, 2011.)

Treća tačka je označena sa K3. Ova lokacija se nalazi na padini. Zbog povremenog slivanja vode na putu do ove tačke sreću se odlomci. Na koordinati 7460251, 4866240 uočen je izdanak primarne stene u kojoj se nalazi istraživana juvelirska mineralna sirovina koja se pojavljuje u obliku nodula. Sa ove lokacije je uzet uzorak koji je označen sa K3₁ (slika 7).



Slika 7: Način pojavljivanja juvelirske mineralne sirovine na lokaciji K3

Tačka koja je označena kao K4 se nalazi na samom brdu Kremenjača. U putu se uočavaju brojni odlomci juvelirskog kamena (koordinate 7460174,4865611). Primetna razlika je u boji same mineralne sirovine, odlikuje se tamnijom zelenom bojom u odnosu na prethodne lokacije. Na koordinatama 7460297,4865820 je uočeno više izdanaka juvelirske mineralne sirovine i sa ove lokacije je uzet uzorak sa oznakom K4₁. Na ovoj lokaciji primetna je veća količina mineralne sirovine za

značajnijom debljinom. Za razliku od ostalih lokacija, ne primećuje se veliki broj varijeteta (slika 8).



Slika 8: Način pojavljivanja juvelirske mineralne sirovine na lokaciji K4

7. LABORATORIJSKE ANALIZE

Za potrebe laboratorijskih analiza izdvojeno je 10 uzoraka koji su uzeti sa 4 lokacije (tabela 1).

Table 1: Uzorci za laboratorijsku analizu

Oznaka stajne tačke	Koordinate	Broj uzoraka	Oznake uzoraka
K1	7459915, 4866643	1	K1 ₁
K2a	7469822, 4866702	4	K2a ₁ , K2a ₂ , K2a ₃ , K2a ₄
K2b	7469822, 4866702	3	K2b ₁ , K2b ₂ , K2b ₃
K3	7460251, 4866240	1	K3 ₁
K4	7460297 4865820	1	K4 ₁

7.1. Određivanje indeksa prelamanja metodom refraktometrije

Indeks prelamanja pomaže pri odredbi juvelirskog kamena. Određivanje ovog optičkog svojstva dragog kamena moguće je izmeriti na više načina. Za potrebe izrade diplomskog rada merenje je izvršeno pomoću optičkog refraktometra (tabela 2). Postupak određivanja indeksa prelamanja za svaki uzorak tekao je sledećim redom (Miladinović, 2005):

1. Svi uzorci su isečeni, izbrušeni i isplorani tako da imaju jednu stranu koja je ravna
2. Na hemicilindar refraktometra stavljena je mala kapljica imerziona tečnosti indeksa prelamanja 1,81.
3. Uzorak sa ravnom, ispoliranom stranom dole se postavlja na hemicilindar, pazeći da se ostvari dobar kontakt sa imerzionom tečnošću.

4. Izvor svetlosti se postavlja iza refraktometra.
5. Postavlja se polarizacioni filter na ocular
6. Vršiti se prvo očitavanje indeksa prelamanja
7. Polako se vrši rotacija polarizacionog filtera do 180 stepeni i prati se da li se linija očitavanja na skali pomera.

Refraktometar meri ugao pod kojim se svetlosni zraci prelamaju putujući kroz uzorak koji se ispituje. Omogućava očitavanje indeksa prelamanja sa skale koje se vidi kada se gleda kroz ocular. Prednost ispitivanja ovom metodom ogleda se u tome što se može koristiti kako za providne i prozirne uzorke, tako i za potpuno neprovidne.

Ovo ispitivanje je vršeno na gemološkom refraktometru standardnog tipa. Model refraktometra je CL – 181 firme Gain Express (Hong Kong).

Tabela 2: Rezultati analize indeksa prelamanja na uzorcima iz nalazišta Kremenjača

REDNI BROJ	LOKACIJA	OZNAKA UZORKA	INDEKS PRELAMANJA
1.	K1	K1 ₁	1,530 – 1,535
2.	K2a	K2a ₁	1,535 – 1,540
3.	K2a	K2a ₂	1,530 – 1,540
4.	K2a	K2a ₃	1,530 – 1,540
5.	K2a	K2a ₄	1,540 – 1,545
6.	K2b	K2b ₁	1,538 – 1,550
7.	K2b	K2b ₂	1,538 – 1,550
8.	K2b	K2b ₃	1,530 – 1,539
9.	K3	K3 ₁	1,535 – 1,545
10.	K4	K4 ₁	1,535 – 1,542

Tabela 3: Referentne vrednosti indeksa prelamanja za pojedine silicijske varijetete juvelirskog kamena (Read, 1998).

Vrsta dragog kamena:	Vrednost indeksa prelamanja
Opal	1.37 - 1.47
Kalcedon	1.530 - 1.539
Kvarc	1.544 - 1.553

7.2. Određivanje specifične težine

Specifična težina predstavlja važno svojstvo koje omogućava identifikaciju dragog kamena (Miladinović, 2005). Ovo je nedestruktivna metoda, tako da ne zahteva poseban vid obrade kao prethodno pomenuta metoda refraktometrije.

Specifična težina minerala predstavlja odnos između njihove težine i težine iste zapremine vode na temperaturi od 4°C. Gustina minerala pak predstavlja njihovu masu na jedinicu zapremine, pa se izražava u g/cm³. Većina minerala ima specifične težine u interval 2-3,5. Većina plemenitih mineral pripada grupi minerala srednje težine odnosno $G = 2-4$. (Ilić, 1998.) U drugim geološkim disciplinama češće se koristi specifična gustina (masa), međutim u gemologiji se koristi specifična težina zbog jednostavnog određivanja pomoću hidrostatičkog postupka. Praktično, između ova dva pojma ne postoji značajna razlika.

U radu je korišćen hidrostatički metod određivanja specifične težine. Analiza je sprovedena za izabranih 10 uzoraka (tabela 4).

Tabela 4: Rezultati analize specifične težine

REDNI BROJ	LOKACIJA	OZNAKA UZORKA	SPECIFIČNA TEŽINA
1.	K1	K1 _b	2,46
2.	K2a	K2a ₁	2,59
3.	K2a	K2a ₂	2,54
4.	K2a	K2a ₃	2,58
5.	K2a	K2a ₄	2,63
6.	K2b	K2b ₁	2,65
7.	K2b	K2b ₂	2,58
8.	K2b	K2b ₃	2,64
9.	K3	K3 ₁	2,63
10.	K4	K4 ₁	2,58

Hidrostatički postupak merenja specifične težine obavlja se tako što je ispitivani uzorak meri u vazduhu, a zatim i potopljen u vodu. Pri tome treba brižljivo izvoditi operaciju merenja težine uzorka potopljenog u vodu kako ne bi nastale eventualne greške. Sama specifična težina računa se preko jednostavne formule koja daje odnos težine uzorka u vazduhu i razlike težine uzorka u vazduhu i težine uzorka potopljenog u vodu.

Da bi se dobili pouzdani rezultati, neophodno je koristiti vagu velike preciznosti i destilovanu vodu. Rad na sobnoj temperature ne utiče značajno na preciznost merenja (Miladinović, 2005).

Referentne vrednosti specifične težine (tabela 5):

Tabela 5: Referentne vrednosti za specifičnu težinu pojedinih silicijskih varijeteta juvelirskog kamena (Read, 1998).

Vrsta dragog kamena	Specifična težina
Opal	1.98 - 2.20
Kalcedon	2.58 - 2.64
Kvarc	2.65

7.3. Rezultati i diskusija laboratorijskih analiza

Opal je po hemijskoj formuli $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$. Amorfan je. Može se javiti u različitim bojama.

Kvarc predstavlja kristalni oblik SiO_2 . Kristališe romboedarski. Indeks prelamanja mu se kreće u rasponu od 1,544 do 1,553. Specifična težina kvarca je 2,65. Postoje brojni varijeteti kao što su ametist, gorski kristal, mlečni kvarc, citrin, jaspis (Read, 1998)...

Kalcedon predstavlja kriptokristalasti oblik kvarca. Po hemijskom sastavu je SiO_2 . Indeks prelamanja je od 1,53 do 1,539. Kristališe trigonalno i ima tvrdinu po Mosu 6,5. Može biti od prozračne do mat sjajnosti (Read, 1998).

Ahat može biti raznih boja. Karakteristične su talasaste koncentrične trake (Read, 1998.). Ahat predstavlja spektakularni oblik SiO_2 i kao takav poznat je kao čuveni dragi kamen. Obično se opisuje kao trakasti kalcedon. Trake kalcedona u ahatima mogu biti srasle ili prožete sa kvarcinom, opalom A, opalom C, opalom CT moganitom i/ili makrokristalastim kvarcom (Götze et al., 2020).

Uzorci K2b₁ i K2b₂ se odlikuju širim opsegom indeksa prelamanja. Vrednosti ukazuju na mogućnost da je, osim kalcedona, u ovim uzorcima prisutan i kvarc. Kalcedon je dominantan oblik silicije u ahatu, međutim ahat je retko izgrađen od samo jedne silicijske faze, već veoma često sadrži i kristalni kvarc (Götze et al., 2020). U središnjem delu obrađenog uzorka uočavaju se sitni kristali kvarca koji su predstavljali završnu fazu u formiranju ahata. Takođe, makroskopski se uočavaju trake kalcedona različitih nijansi – plavičaste, bele i sive. Prema dobijenim vrednostima indeksa prelamanja i specifične težine kao i na osnovu makroskopskih karakteristika (prozračnosti, trakaste građe) može se zaključiti da su uzorci K2b₁ i K2b₂ varijeteti kalcedona – ahata. Na uzorku K2b₃, izmerene vrednosti indeksa prelamanja i specifične težine, nalaze se u idealnom opsegu za kalcedon. Uzorak

K2b₃ je izraženo prozračan, svetlo ružičaste boje i nema trakastu građu, te se ne može definisati kao ahat. Radi se o tipičnom jednoboju, prozračnom kalcedonu.

Za uzorak K3₁ vrednosti indeksa prelamanja se nalaze u opsegu između kalcedona i kvarca što ukazuje da se radi o heterogenom uzorku u pogledu silicijskih faza od kojih je izgrađen. Uzorak je najvećim delom neprovidan, dominantno braon boje (različitih nijansi) sa kalcedonskim prozračnim i plavičastim partijama.

Uzorak K4₁ se odlikuje opsegom vrednosti indeksa prelamanja koje najviše odgovaraju kalcedonu, ali je gornja granica izmerenih vrednosti malo viša od referentnih vrednosti za kalcedon (1,542) tako da verovatno sadrži i određenu količinu kvarca. Uzorak je zelene boje i neprovidan.

Na osnovu rezultata laboratorijskih analiza može se konstatovati sledeće (tabela 6):

Tabela 6: Determinacija uzoraka na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja.

Oznaka uzorka	Specifična Težina	Indeks prelamanja	Mineralna vrsta
K1₁	2,47	1,530 – 1,535	kalcedon
K2a₁	2,59	1,535 – 1,540	kalcedon
K2a₂	2,54	1,530 – 1,540	kalcedon
K2a₃	2,58	1,530 – 1,540	kalcedon
K2a₄	2,63	1,540 – 1,545	kalcedon
K2b₁	2,65	1,538 – 1,550	kvarc i kalcedon
K2b₂	2,58	1,538 – 1,550	kvarc i kalcedon
K2b₃	2,64	1,530 – 1,539	kalcedon
K3₁	2,63	1,535 – 1,545	kalcedon
K4₁	2,58	1,535 – 1,542	kalcedon

8. TEHNOLOŠKE ANALIZE

Savremena juvelirska obrada plemenitih minerala i stena bazira se na istim principima koji su se primenjivali i u ranijim vremenima, a često i na istim tehnikama i tehničkim sredstvima, ali umnogome usavršenim (Ilić, 1998).

Vrsta juvelirske obrade koja će se primeniti na nekom plemenitom (juvelirskom) kamenu. najčešće mineralu – zavisi od niza faktora, kao što su: mineralna vrsta i varijetet, kristalinitet ili amorfnost minerala, njegov habitus i veličina, boja, sjajnost, providnost, igra svetlosti i druga optička svojstva i efekti, odsustvo ili prisustvo mehaničkih i optičkih defekata (Ilić, 1998).

U današnje vreme primenjuju se dva osnovna tipa juvelirske obrade juvelirskog kamenja – zaobljavanje u fasetiranje, kojima se dobijaju dve osnovne forme dragog kamenja: obla i poliedarska (fasetirana) (Ilić, 1998).

Pri razmatranju juvelirske (lapidarske) obrade, osnovni zadatak je utvrditi da li se istraživana mineralna sirovina može uvrstiti u juvelirsku sirovinu, da se odredi kvalitet i utvrdi koji su najbolji tipovi juvelirske obrade.

8.1. Lapidarska obrada

Proces dobijanja juvelirskog proizvoda (dragulja) od sirovog materijala (neorganskog, organskog ili veštačkog porekla) naziva se lapidarska obrada. Proces obrade juvelirskog kamena obavlja se progresivnom abrazijom koristeći pri tome sve finije (sitnije) čestice tvrdih materijala (abraziva). Dijamant, najčvršća prirodna supstanca, ima Mosovu tvrdoću od 10 i koristi se kao abraziv za sečenje, brušenje i poliranje širokog spektra materijala, uključujući i sam dijamant. Silicijum karbid, veštačko jedinjenje silicijuma i ugljenika sa Mosovom tvrdoćom od 9,5, takođe se široko koristi za sečenje mekšeg dragog kamenja. Druga jedinjenja, kao što su

cerijum oksid, kalaj oksid, hrom oksid i aluminijum oksid, često se koriste u poliranju dragog kamena.

<https://nature.berkeley.edu/classes/eps2/wisc/teleport/howcut.html>)

Potom, mogu se koristiti drvo, pluta koža, krzno ili organska plastična masa kao medijumi na koje se nanosi prah za poliranje (Ilić, 1998). Poliranje ima za cilj dobijanje glatke površine. Za razliku od prethodnih operacija obrade (cepanja, rezanja, brušenja) kod kojih je skidanje mase plemenitog minerala znatno, pri poliranju ono je neznatno (Ilić, 1998).

Obrada zaobljavanjem predstavlja najstariji tip obrade plemenitih minerala i stena, koji se i danas široko primenjuje (Ilić, 1998). Ova obrada vrši se sečenjem, brušenjem i poliranjem, a njome se najčešće dobijaju kabošoni. Kabošon je produkt obrade dragog kamena zaobljavanjem kod kojeg je gornja strana zakrivljena (zaobljena) konveksna površina (neprekinuta fasetama), dok je donja strana najčešće ravna, ali može biti konveksna ili konkavna. Kabošoni su najčešće ovalnog ili okruglog oblika, ali mogu biti kvadratni, pravougaoni, trouglasti, poligonalni ili nepravilni (slobodna forma – free form cabochon). Ovakav oblik obrade se koristi za neprovidno ili prozračno kamenje, različitih boja i šara, kao i za drago kamenje koje se odlikuje posebnim svetlosnim efektima kao što su šatojancija, adularizacija, opalescencija, asterizam itd.

Obrada kabošona se može vršiti držanjem kamena prstima, ali se češće kamen dopuje (pričvršćuje voskom ili lepkom na drveni ili metalni štapić). Ovo olakšava manipulaciju prilikom formiranja neprekinute zaobljene i glatke površine dragog kamena. Tipična mašina za ovu namenu ima seriju bruseva sa progresivnim (sve sitnijim) granulacijama dijamantskih ili silicijum-karbidnih zrna. Prilikom procesa obrade neophodan je konstantan dotok vode zbog ispiranja ostataka i da bi se sprečilo pregrevanje kamena.

<https://nature.berkeley.edu/classes/eps2/wisc/teleport/howcut.html>)

8.2. Primenjena juvelirska obrada

Na 10 uzoraka koji su korišćeni za prikaz rezultata ovog istraživanja urađena je juvelirska obrada. Zbog karakteristika mineralne sirovine, najviše je odgovaralo da isti budu obrađeni zaobljavanjem tj. izrađeni su kabošoni. Pre same obrade, za svaki uzorak je izabran oblik i veličina kako bi se dobio dragi kamen najboljeg izgleda i kako bi se sama mineralna sirovina iskoristila u najvećem procentu.

Prvi deo u juvelirskoj obradi je sečenje. Ovaj proces je izvršen na testeri firme Lortone model TS8 – C. Korišćeno je dijamantsko sečivo prečnika 20 cm.

Operacija brušenja i poliranja zaobljenih površina urađena je na mašini domaće proizvodnje sa dijamantskim tocilima (brusevima) 150, 70, 30, 15, 6, i 1 mirkona.

Brušenje i poliranje ravnih površina urađeno je na mašini Ming Xing LZM-2E. Korišćeni su, takođe, dijamantski diskovi istih granulacija kao i pri dobijanju zaobljenih površina.

8.3. Rezultati i diskusija juvelirske obrade

Na lokaciji K1 kamen se javlja u žilicama i manjim nepravilnim nagomilanjima, zbog čega je bilo teško izdvojiti dovoljno velike uzorke za lapidarsku obradu. Za laboratorijske gemološke analize izabran je homogen uzorak odgovarajuće veličine, ali lošijih estetskih karakteristika. Za potrebe tehnološke analize izabran je uzorak boljih estetskih svojstava, ali manjih dimenzija, te je obrađen zajedno sa matičnom stenom u podlozi (zbog čega nije bio pogodan za laboratorijske analize). I pored takve heterogenosti i neujednačenih karakteristika, uzorak je uspešno obrađen. Ova lokacija ne predstavlja bitnu pojavu u pogledu kvaliteta juvelirske mineralne sirovine, ali je značajna sa stanovišta potencijalnosti.

Uzorci sa lokacije K2 su isečeni i obrađeni bez većih poteškoća. Sa ove lokacije je dobijeno najviše različitih varijeteta. Tokom tehnološke analize nije bilo značajnijih pukotina i pokazali su se kao veoma zahvalni za obradu. Ova lokacija predstavlja najznačajniju pojavu na prostoru nalazišta Kremenjača jer se obrađeni uzorci sa ove tačke odlikuju najboljom kvalitetom istraživane mineralne sirovine. Uzorak K2a₁ je nakon obrade pokazao izuzetan kvalitet. Neprovidan je i odlikuje se jedinstvenim šarama sa dominantnim zelenim i žutim bojama. Ovaj dragi kamen je definisan kao slikoviti jaspis. Slikoviti jaspis ima različite šare i boje koje podsećaju na pejzaže ili druge slike kao što su drveće, planine ili reke. Uzorak K2a₂ je u pogledu podložnosti juvelirskoj obradi bio sličan kao i prethodni uzorak K2a₁. Određen je kao pejzažni jaspis. Pejzažni jaspis predstavlja slikoviti jaspis koji svojim šarama podseća na pejzaže. Da bi se dobio jedan ovakav dragi kamen potrebno je znanje i iskustvo juvelira prilikom same obrade kako bi se izdvojio dragi kamen sa svojim najboljim estetskim svojstvima. Uzorci K2a₃ i K2a₄, takođe, se mogu okarakterisati kao jaspisi na osnovu prethodnih laboratorijskih analiza i na osnovu toga što su neprovidni. Jaspis je vrsta minerala koji je po hemijskom sastavu SiO₂, ali često sadrži inkluzije drugih minerala, elemente u tragovima i nečistoće koje mu daju jedinstvenu boju i šare. Smatra se varijetetom kalcedona koji je neprovidan. Prema svojim šarama i bojama postoje različiti tipovi jaspisa, neki od njih su: crveni, zeleni, žuti, slikoviti, jaspis dalmatinac i drugi. (<https://geologyscience.com/minerals/silicates-minerals/jasper/?amp>)

Uzorci K2b₁ i K2b₂ poseduju kalcedonske trake koje su karakteristične za ahat. U centralnom delu nalazi se kvarc, a zatim i mala šupljina. Uzorak K2₃ je roze nijanse, homogenog sastava i prozračan. Predstavlja tipičan kalcedon. Nakon obrade je pokazao izuzetna estetska svojstva.

Uzorak K3 je heterogenog sastava. Nakon obrade došla je do izražaja jasna kombinacija neprovidnih i providnih delova za šta se nakon laboratorijske i tehnološke analize smatra da je reč o kombinaciji jaspisa i kalcedona. Dominante boje

su žuta, smeđa i braon. Juvelirska mineralna sirovina u okviru ove pojave odlikuje se značajnim kvalitetom, ali podređenim u odnosu na lokaciju K2.

Uzorak K4 je tamno zelene boje, bez upečatljivih šara izazvanih kontrastom boja. Veoma je pogodan za obradu. Tokom obrade nije bilo pukotina koje bi izazvale problem. Kao što je prethodno pomenuto, na ovoj lokaciji, mineralna sirovina je značajnije debljine nego na ostalim lokacijama, pa je bilo i jednostavnije iseći odgovarajući komad za obradu. Kvalitet mineralne sirovine je ujednačen. Nisu uočeni brojni varijeteti. U odnosu na lokaciju K2, kvalitet je lošiji, ali su količine juvelirske mineralne sirovine potencijalno veće.

Tehnološkom analizom, lapidarskom obradom dokazano je da svi obrađeni uzorci mogu da se smatraju juvelirskom mineralnom sirovinom. Dobijeno drago kamenje je značajnog kvaliteta i može se uspešno koristiti u izradi nakita.

Rezultati ispitivanja juvelirske obrade na 10 uzoraka uzetih sa nalazišta Kremenjača prikazani su u sledećoj tabeli (tabela 7):

Table 7: Rezultati tehnološke obrade ispitivanih uzoraka

REDNI BROJ	LOKACIJA	OZNAKA UZORKA	VARIJETET JUVELIRSKOG KAMENA
1.	K1	K1 _b	Heterogen uzorak – jaspis (slika 9)
2.	K2a	K2a ₁	Slikoviti jaspis (slika 10)
3.	K2a	K2a ₂	Pejzažni jaspis (slika 11)
4.	K2a	K2a ₃	Jaspis (slika 12)
5.	K2a	K2a ₄	Jaspis (slika 13)
6.	K2b	K2b ₁	Ahat (slika 14)
7.	K2b	K2b ₂	Ahat (slika 15)
8.	K2b	K2b ₃	Kalcedon (slika 16)
9.	K3	K3 ₁	Heterogen - jaspis i kalcedon (slika 17)
10.	K4	K4 ₁	Zeleni jaspis (slika 18)



Slika 9: Obraden uzorak sa lokacije K1. Korišćen samo za tehnološke analize. (25mm x 25mm)



Slika 10: Obraden uzorak K2a1. Slikoviti jaspis (35mm x 21mm).



Slika 11: Obraden uzorak K2a₂. Pejzažni jaspis (29mm x 19mm)



Slika 12: Obraden uzorak K2a₃. Jaspis (24mm x 28mm).



Slika 13: Obraden uzorak K2a4. Jaspis (24mm x 19mm)



Slika 14: Obraden uzorak K2b1. Ahat (17mm x 19mm)



Slika 15: Obraden uzorak K2b₂. Ahat (30mm x 17mm)



Slika 16: Obraden uzorak K2b₃. Kalcedon (24mm x 15mm)



Slika 17: Obraden uzorak K3₁. Heterogen uzorak jaspis i kalcedon (30mm x 21mm)



Slika 18: Obraden uzorak K4₁. Jaspis (25mm x 15mm)

9. RAZMATRANJE GENEZE NALAZIŠTA JUVELIRSKOG KAMENA KREMENJAČA

Geneza ahata je generalno nedovoljno proučena što potvrđuje činjenica da se ahat još uvek ne dobija u laboratorijskim uslovima, odnosno veštačkim putem (Miladinović, 2020). U prirodi, izdvajaju se tri tipa ahata: vulkanski ahati, hidrotermalni žični ahati i sedimentni ahati (Götze, 2020). Vulkanski ahati, kao i žični hidrotermalni ahati, se najčešće obrazuju u vulkanskim stenama kao što su bazalti, andeziti i rioliti (Miladinović, 2020).

Vulkanski ahati nastaju tako što silicija zapuni šupljine (Götze, 2020), gde se formiraju manja nodularna tela koja su u bazičnijim vulkanitima pravilnije ovalne forme, dok su u kiselijim vulkanitima nepravilnijih oblika (Miladinović, 2020). Nastanak vulkanskih ahata je rezultat alteracije okolnih vulkanskih stena. Stoga, se prvenstveno formiraju u obodnim delovima vulkanskih tela koji su obogaćeni vodom i drugim isparljivim materijama (Götze, 2020).

Za žične ahate, geneza je jasnija nego što je to slučaj za vulkanske ahate (Miladinović, 2020). Žični hidrotermalni ahati javljaju se u brečiziranim matičnim stenama, pukotinama i razlomima, u kojima su silicijski minerali deponavani direktno iz hidrotermalnih rastvora. Takve ahatne žice dostižu debljinu od nekoliko decimetara (pa i više) a po pružanju se mogu pratiti više stotina metara. Žični ahati su često u vezi sa hidrotermalnim metalničnim ležištima. Iako se i žični ahati najčešće javljaju u vulkanskim stenama njihovo pojavljivanje nije ograničeno samo na njih (Götze, 2020).

Formiranje ahata u sedimentnim stenama je relativno retko u poređenju se prethodna dva tipa načina formiranja. Sedimentni ahati se javljaju kao nepravilni oblici u stratigrafskim sekvencama karbonatnih stena i klastičnih sedimenata. Pored toga, mogu nastati i silifikacijom životinjskih i biljnih ostataka u pripovršinskom delu pojedinih sedimentnih i vulkansko – sedimentnih jedinica (Götze, 2020).

Juvelirska mineralna sirovina na prostoru nalazišta Kremenjača se pojavljuje u obliku nepravilnih nagomilanja i žilica. Ovakav način pojavljivanja je karakterističan za vulkanske ahate koji su nastali kao rezultat različitih geoloških procesa povezanih sa vulkanskom aktivnošću. Na osnovu prethodnih istraživanja i terenskih ispitivanja, ne uočavaju se rasedi i pukotine koji bi predstavljali dovodne kanale za hidrotermalne fluide kao i smeštajnu sredinu za deponovanje silicijskih minerala. Ahate prate i jaspisi koji se javljaju zajedno u vulkanskim stenama kao rezultat istih geoloških procesa koji su doveli do njihovog formiranja.

ZAKLJUČAK

Nalazište Kremenjača nalazi se u blizini Gornje Trepče i predstavlja značajno nalazište juvelirske mineralne sirovine.

Na osnovu terenskih ispitivanja utvrđeno je postojanje pojave, označene sa K1, sa juvelirskom mineralnom sirovinom. Ovaj nalaz ima izuzetan značaj jer ukazuje da su resursi ove sirovine rasprostranjeni na većem geografskom prostoru nego što se prethodno znalo. Ovo otkriće širi geološko razumevanje distribucije juvelirske mineralne sirovine i naglašava potencijal za nove nalaze i resurse na širem području nalazišta Kremenjača koji do sada nisu bili istraženi ili su bili nedovoljno istraženi.

Rezultati sprovedenih laboratorijskih analiza pokazali su prisustvo različitih varijeteta dragog kamena kalcedonskog mineralnog sastava, kao i potencijalno prisustvo opala. Juvelirska mineralna sirovina istraživanog nalazišta je dominantno kalcedonskog sastava. Izdvojeni su sledeći varijeteti juvelirskog kamena: jaspis, ahata i kalcedon. Pri tome, po kvalitetu najznačajniji su ahata pronađeni na lokaciji K2, kao i jaspisi sa istog lokaliteta (posebno slikoviti jaspis i pejzažni jaspis).

Tehnološke analiza putem juvelirske obrade je utvrdila da juvelirska mineralna sirovina iz nalazišta Kremenjača može uspešno obrađivati u kabošonske forme i koristiti za izradu nakita.

Geneza ahata je i dalje predmet istraživanja, ali dostupni podaci sugerišu da vulkanski procesi igraju značajnu ulogu u formiranju ahata na konkretnom nalazištu Kremenjača. Ovi zaključci mogu biti od koristi za dalja istraživanja i razumevanje procesa formiranja ahata na ovom području.

U cilju nastavka istraživanja nalazišta Kremenjača i šireg područja, potrebno je proširiti obim ispitivanja i primeniti dodatne metode. Neophodna su dodatna

terenska geološka istraživanja, kao i dalja laboratorijska gemološka, ali i petrografska, rendgenska i geohemijska ispitivanja.

Juvelirske sirovine u svetu imaju veliki značaj. U Srbiji je juvelirskim mineralnim sirovinama u prethodnom period pridavano malo značaja. Obzirom na brojne pojave i nalazišta, ovaj trend se može smatrati neopravdanim.

LITERATURA

1. Brković, T., Malešević, M., Klisić, M., Urošević, M., Trifunović, S., Radovanović, Z., Pavlović, Z., Rakić, M., 1970: *Tumač za list Čačak* OGK SFRJ 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.
2. Brković, T., Radovanović, Z., Pavlović, Z., Dimitrijević, M. N., 1978: *Tumač za list Kragujevac* OGK SFRJ 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.
3. Cvetković, V., 1997. *Petrostrukturne i vulkanološke karakteristike boračkog eruptivnog kompleksa*, doktorska disertacija, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd.
4. Cvetković, V., Pecskey, Z., 1999. *The early Miocene eruptive complex of Borac (central Serbia): volcanic facies and evolution over time*.
5. Filipović, I., Marković, B., Pavlović, Z., Rodin, V., Marković, O., 1971: *Tumač za list Gornji Milanovac* OGK SFRJ 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.
6. Götze, J., Möckel, R., Pan, Y., 2020. *Mineralogy, Geochemistry and Genesis of Agate—A Review*, MDPI, Basel, Switzerland.
7. Ilić, M., 1998. *Juvelirske mineralnesirovine i njihova nalazišta u Srbiji*, Beograd: univerzitet, Rudarsko – geološki fakultet.
8. Kurešević, L., Dević, S., 2014. *GEMSTONE SILICA VEINS IN KREMENJAČA VOLCANIC ROCKS (SERBIA)*. Institute for Materials Testing, Belgrade, Serbia
9. Malešević N., Pejčić M. i Ske L., 1984: *Izveštaj o istraživanjima poludragog kamena na teritoriji SR Srbije bez pokrajina za 1983. Godinu*, Fond Geozavoda, Beograd.
10. Marković, B., Urošević, M., Pavlović, Z., Terzin, V., Jovanović, Ž., Karović, J., Vujisić, T., Antonijević, R., Malešević, M., Rakić, M., 1963: *Tumač za list Kraljevo* OGK SFRJ 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.

11. Miladinović, Z. (2005.), *Geološke karakteristike i praktični značaj nalazišta juvelirskih mineralnih sirovina Fruške gore*. – magistarska teza, Rudarsko – geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
12. Miladinović, Z. (2011.), *Godišnji izveštaj po projektu sinteza izvršenih geoloških istraživanja juvelirskih mineralnih sirovina Srbije sa ocenom potencijalnosti*, Rudarsko – geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
13. Miladinović, Z. (2020.), *Nalazište juvelirskog kamena „Hopovo“ (Fruška gora)*, Rudarsko – geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
14. Милошевић, Р. (2004). Горња Трепча. Горња Трепча: Месна заједница Горња Трепча.
15. Nikolić, S. (1995). *Zaštita i unapređivanje prirodnih vrednosti i ambijenata banjskih i klimatskih mesta*. U Naučno-stručni skup „Banjska i klimatska mesta Jugoslavije. Beograd: Savez inženjera i tehničara Srbije
16. Пантелић, М., Драшковић, Р. и Алексић, С. (1996). *Минералне воде и пелоиди Горње Трепче*. Горња Трепча: Природно лечилиште Горња Трепча
17. Pavlović, S., 2007. *Prirodni potencijali za razvoj turizma banje Gornja trepča* originalan naučni rad, zbornik radova.
18. Read, P.G., 1998. *Dictionary of gemology*, Butterworth – Heinemann Ltd. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP.

Izvori sa interneta:

19. <https://geologyscience.com/minerals/silicates-minerals/jasper/?amp>
20. <https://nature.berkeley.edu/classes/eps2/wisc/teleport/howcut.html>

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента: Марија Петровић

Број индекса: Г107/20

Изјављујем

да је завршни рад под насловом:

Геолошке и гемолошке карактеристике налазишта јувелирског камена Кременјача - Горња Трепча

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни 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, 27.09.2023.

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента: Марија Дејан Петровић

Број индекса: G107/20

Студијски програм: Истраживање лежишта минералних сировина

Наслов рада: Геолошке и гемолошке карактеристике налазишта јувелирског
камена Кremeњача - Горња Трепча

Ментор: др Зоран Миладиновић, доцент

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, 27.09.2023.

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНО ГРАДА

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

Геолошке и гемолошке карактеристике налазишта јувелирског камена
Кремењача - Горња Трепча

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;
- Ⓐ 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 (CCBY)
 2. Ауторство – некомерцијално (CCBY-NC)
 - Ⓑ Ауторство – некомерцијално – без прерада (CCBY-NC-ND)
 4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CCBY-NC-SA)
 5. Ауторство – без прерада (CCBY-ND)
 6. Ауторство – делити под истим условима (CCBY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци јесаставнидеоовеизјаве.)

У Београду, 27.09.2023.

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, пре обликовања 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.
-