

**IZVJEŠTAJ**  
**O REALIZACIJI ANALIZA MONITORINGA RADIOAKTIVNOSTI U**  
**VODI ZA PIĆE NA TERITORIJI CRNE GORE ZA 2020. GODINU**  
**(PERIOD FEBRUAR-JUN 2020.)**

**PODGORICA, JUN 2020.**

**Naručilac:** **VLADA CRNE GORE**  
**MINISTARSTVO ODRŽIVOG RAZVOJA I TURIZMA**

**Nosilac posla:** **D.O.O. CENTAR ZA EKOTOKSIKOLOŠKA ISPITIVANJA**  
**PODGORICA**

**Broj ugovora:** **Ministarstvo održivog razvoja i turizma: 117-4337/14-2019 od 25.02.2019.**  
**Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica: 00-417 od 25.02.2020.**

**Izveštaj sačinio/la:** **Tijana Milivojević, mast. fiz.-hem.**

**Ostali saradnici:** **Ranko Zekić, dipl. fiz.**  
**Tomislav Anđelić, dipl. fiz.**

**Uzorkovali:** **Tijana Milivojević, mast. fiz.-hem.**  
**Ranko Zekić, dipl. fiz.**  
**Petar Galičić, hem. tehn.**  
**Ivan Đurović, hem. tehn.**  
**Mitar Pavićević, hem. tehn.**  
**Dejan Koljčević, hem. tehn.**  
**Ilija Rešetar, hem. tehn.**

**Direktor Sekora za laboratorijsku dijagnostiku i zaštitu od zračenja**

**Danijela Šuković, spec. toks. hem.**

**IZVRŠNI DIREKTOR**

**Nada Medenica, dipl. ek.**

## SADRŽAJ

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| SADRŽAJ .....                                                                     | 3  |
| UVOD .....                                                                        | 5  |
| PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....                                                       | 6  |
| I. RADIOAKTIVNOST U VODI ZA PIĆE .....                                            | 7  |
| II. REZULTATI ISPITIVANJA .....                                                   | 10 |
| 1. CENTRALNA REGIJA .....                                                         | 10 |
| 1.1 Podgorica .....                                                               | 11 |
| 1.1.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće .....                           | 13 |
| 1.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 14 |
| 1.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 15 |
| 1.2 Danilovgrad .....                                                             | 16 |
| 1.2.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće .....                           | 18 |
| 1.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 19 |
| 1.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 20 |
| 1.3 Nikšić i Cetinje .....                                                        | 21 |
| 1.3.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće .....              | 24 |
| 1.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 25 |
| 1.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 26 |
| 2. JUŽNA REGIJA .....                                                             | 27 |
| 2.1 Ulcinj .....                                                                  | 28 |
| 2.1.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće .....              | 30 |
| 2.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 32 |
| 2.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 32 |
| 2.2 Bar .....                                                                     | 33 |
| 2.2.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće .....              | 36 |
| 2.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 37 |
| 2.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 38 |
| 2.3 Budva i Tivat .....                                                           | 39 |
| 2.3.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće .....                           | 41 |
| 2.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće .....      | 43 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 43 |
| 2.4 Kotor i Herceg Novi .....                                                     | 44 |
| 2.4.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće .....                           | 47 |
| 2.4.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće.....       | 48 |
| 2.4.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 49 |
| 3. SJEVERNA REGIJA .....                                                          | 50 |
| 3.1 Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak .....              | 51 |
| 3.1.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće .....              | 53 |
| 3.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće.....       | 55 |
| 3.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 55 |
| 3.2 Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.....                                       | 56 |
| 3.2.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće .....              | 59 |
| 3.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće.....       | 60 |
| 3.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 61 |
| 3.3 Pljevlja .....                                                                | 62 |
| 3.3.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće .....                           | 64 |
| 3.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće.....       | 65 |
| 3.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće ..... | 66 |
| III. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA .....                                            | 67 |
| 1. UKUPNA ALFA I BETA AKTIVNOST .....                                             | 67 |
| 2. KONCENTRACIJA AKTIVNOSTI RADONA .....                                          | 82 |
| IV. ZAKLJUČAK I PREDLOG MJERA .....                                               | 90 |
| IV.1 ZAKLJUČAK .....                                                              | 90 |
| IV.2 PREDLOG MJERA .....                                                          | 91 |
| LITERATURA .....                                                                  | 92 |
| PRILOZI .....                                                                     | 93 |

## UVOD

D.O.O. Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica (u daljem tekstu: CETI) je realizovao Analize monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće na cijeloj teritoriji Crne Gore za 2020. godinu u skladu sa Ugovorom ((CETI br: 00-417 od 25.02.2020. i Ministarstvo održivog razvoja i turizma (u daljem tekstu: MORT) br: 117-4337/14-2019 od 25.02.2020). Crna Gora je u obavezi da ispuni odredbe Direktive Savjeta Evrope 59/2013 EURATOM o osnovnim sigurnosnim standardima za zaštitu od opasnosti koje potiču od izloženosti jonizujućem zračenju koje se, između ostalog, odnose na monitoring radioaktivnosti, kao i odredbe Direktive Savjeta Evrope 2013/51/EURATOM od 22. oktobra 2013. o utvrđivanju zahtjeva za zaštitu zdravlja stanovništva od radioaktivnih supstanci u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju, što je i obaveza u pregovaračkom Poglavlju 15 Energetika [1]. CETI je jedina referentna i akreditovana laboratorija za obavljanje poslova u oblasti zaštite od jonizujućeg zračenja (br. rješenja: 04-3801/03 od 19.12.2003. godine) koji uključuju: a) Sistematsko ispitivanje sadržaja radionuklida u životnoj sredini, b) Dozimetrijsku kontrolu i kontrolu radne sredine, c) Mjerenja stepena individualnog spoljašnjeg izlaganja profesionalno izloženih lica (lična dozimetrijska kontrola), d) Mjerenja radi sprovođenja programa osiguranja i kontrole kvaliteta; e) Projektovanje mjera zaštite od jonizujućih zračenja, f) Ispitivanje nivoa spoljašnjeg zračenja, g) Gamaspektrometrijska ispitivanja sadržaja radionuklida u uzorcima iz životne sredine, h) Ispitivanja sadržaja stroncijuma u uzorcima iz životne sredine, i) Ispitivanje sadržaja radona u vazduhu, j) Ispitivanje nivoa kontaminacije životne sredine u slučaju sumnje na vanredni događaj i u toku vanrednog događaja, k) Poslove dekontaminacije.

Cilj Analiza monitoringa je dobijanje rezultata koji predstavljaju osnov i smjernicu za donošenje i usvajanje Pravilnika o monitoringu radioaktivnih supstanci u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju [1].

Nakon uvoda o području istraživanja Izvještaj o realizaciji Analiza monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće na cijeloj teritoriji Crne Gore (u daljem tekstu: Izvještaj) za 2020. godinu je koncipiran na način kako slijedi:

- I. Radioaktivnost u vodi za piće
- II. Rezultati ispitivanja
- III. Statistička obrada podataka
- IV. Zaključak i predlog mjera

## PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Analiza uzoraka vode za piće vršena je u skladu sa zahtjevima Direktive 2013/51/EUROATOM o utvrđivanju zahtijeva za zaštitu zdravlja stanovništva od radioaktivnih supstanci u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju (u daljem tekstu: Direktiva). Direktiva daje zahtjeve da se analiziraju sljedeći parametri (Prilog 2 i 3 Direktive):

1. Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće;
2. Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće i,
3. Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće.

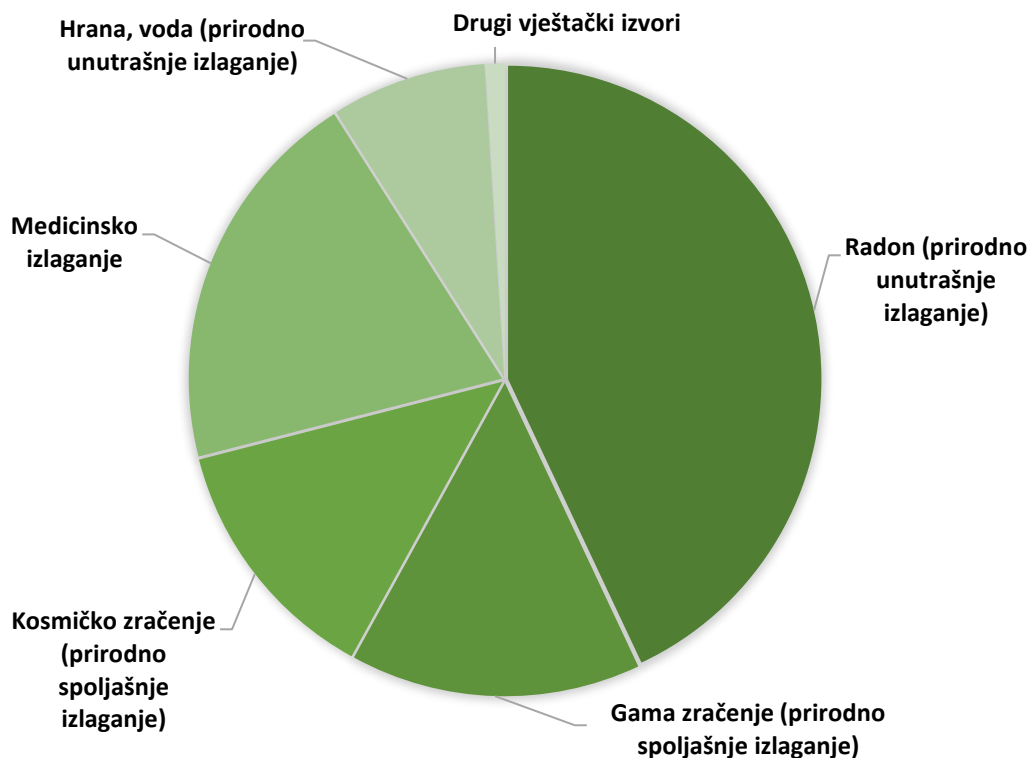
Prema popisu stanovništva iz 2011. godine teritorija Crne Gore je bila administrativno podijeljena na 21 opštinu. Iako je u maju 2013. godine formirana opština Petnjica (izdvajanjem od opštine Berane), u februaru 2014. godine Gusinje (izdvajanjem od opštine Plav), a u septembru 2018. Tuzi (izdvajanjem od opštine Podgorica), zbog nedostupnosti podataka u novoformiranim opštinama vodosnabdijevanje se analizira na nivou 21 opštine. Stanovništvo se u ovim opštinama organizovano snabdijeva vodom preko opštinskih vodovodnih sistema i velikog broja vodovodnih sistema mjesnih zajednica, malih seoskih, grupnih i individualnih vodovoda. Za vodosnabdijevanje opština koriste se lokalna vodoizvorišta, a u opštinama Budva, Kotor, Tivat, Ulcinj i Bar dostupna je i voda iz regionalnog vodovodnog sistema za Crnogorsko primorje. U opštini Herceg Novi, pored lokalnih vodoizvorišta, koristi se i voda iz sistema Plat (Hrvatska) [2]. Shodno navedenom, Analize monitoringa obuhvataju analize vode za piće na nivou 21. opštine i 71 vodoizvorišta. U prilogu 1 se nalazi spisak vodoizvorišta po opštinama Crne Gore, a u prilogu 2 mapa sa lokacijama uzorkovanja.

Tri vodoizvorišta od pomenutih 71 (Poklonci, Orahovac i Topliš) u periodu realizacije Analiza monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće na teritoriji Crne Gore nisu bila u funkciji, stoga je uzorkovanje voda izvršeno na 68 lokacija uzorkovanja (vodoizvorišta).

Ispitivanje koncentracije aktivnosti radona i tricijuma i ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti uzoraka vode za piće sprovedeno je u periodu od aprila do juna 2020.

## I. RADIOAKTIVNOST U VODI ZA PIĆE

Voda za piće sadrži radioaktivne supstance („radionuklide“) koji mogu predstavljati potencijalan rizik po zdravlje ljudi. Ovi rizici u poređenju sa rizicima koji potiču od mikroorganizama i hemikalija u vodi za piće predstavljaju manju opasnost. Izuzev u ekstremnim okolnostima, radijaciona doza koja potiče od ingestije vode za piće je mnogo manja, nego doza primljena od drugih izvora radijacionog zračenja. Ljudi uobičajeno preko ishrane prime godišnje radijacionu dozu od približno 0,3 mSv, a svega 5% ove vrijednosti je doprinos vode za piće ( $\approx 0,01 \text{ mSv}^{-1}$ ). Pomenuta doza od 0,3 mSv predstavlja 10% od prosječne godišnje radijacione doze ( $\approx 2,4 \text{ mSv}$ ) koju osoba primi od svih prirodnih izvora radijacije (kosmički zraci, zemljište, radon, ishrana) [3]. Na slici I. prikazanu su izvori zračenja i raspodjela prosječne godišnje izloženosti za svjetsku populaciju.



Slika I. Izvori zračenja i raspodjela prosječne godišnje izloženosti za svjetsku populaciju [4]

Neki hemijski elementi koji se nalaze u životnoj sredini su prirodno radioaktivni i oni se mogu naći u različitim količinama u zemljištu, vodi, unutrašnjem i spoljašnjem vazduhu, kao i unutar našeg tijela, stoga je izlaganje istim neizbježno.

Radionuklidi u vodi za piće potiču od prirodnih ili vještačkih (antropogenih) izvora. Prirodno prisutni radionuklidi uglavnom daju veći doprinos radijacionoj dozi od vještačkih i stoga im se pridaje veća važnost. U pogledu procjene rizika po zdravlje ljudi ne pravi se razlika između

prirodnih i vještačkih radionuklida. Međutim, u pogledu upravljanja rizicima napravljena je razlika iz razloga što vještački radionuklidi se često mogu kontrolisati na mjestima ispuštanja. Za razliku od njih prirodno prisutni radionuklidi mogu potencijalno da dospiju u vodovodni sistem u jednoj ili više tačaka prije dospijevanja do potrošača.

Od posebne važnosti za ljudsko izlaganje radijacionom zračenju koje potiče od vode za piće su prirodno prisutni radionuklidi koji potiču od elemenata torijumskog i uranijumskog niza, kao što su  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{222}\text{Rn}$ <sup>1</sup>. Koncentracije aktivnosti prirodno prisutnih radionuklida mogu da variraju širom zemlje, jer zavise od geologije i hidrogeologije [3].

Vještački radionuklidi se mogu naći u vodi za piće kao posljedica nekoliko izvora, bilo redovno ispuštanje sporednih produkata iz nuklearnih postrojenja, ispuštanje radionuklida proizvedenih za potrebe i korišćenje u medicinske ili industrijske svrhe, testiranje nuklearnog oružja, itd. Vještački radionuklidi koji se mogu naći u vodi za piće su  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^3\text{H}$  i  $^{14}\text{C}$ <sup>2</sup>. Koncentracije aktivnosti ovih radionuklida u vodi za piće je veoma niska i uobičajeno nisu mjerljive standardnim analitičkim metodama, odnosno koncentracije aktivnosti ovih radionuklida su ispod granica detekcije.

Nivo prirodne radioaktivnosti u vodi za piće pokazuje sezonske varijacije i može se mijenjati tokom dužih vremenskih perioda.

Ingestija pijaće vode koje sadrže visoke koncentracije ovih radionuklida može da izazove ozbiljne zdravstvene probleme stanovništva. Granične vrijednosti za ukupnu alfa i beta aktivnost iznose 0,1 i 1 Bq l<sup>-1</sup> respektivno, a preporučeni nivoi za radon i tricijum u vodi za piće iznose 100 Bq l<sup>-1</sup>. Ove vrijednosti su propisane Zakonom o zaštiti od jonizujućih zračenja i o radijacionoj sigurnosti i Pravilnikom o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije, kao i Direktivom [5-7]. Ukupna alfa aktivnost uključuje aktivnost svih alfa emitera izuzev radona, dok ukupna beta aktivnost obuhvata sve radionuklide izuzev tricijuma. Ukoliko izmjerene vrijednosti premašuju date granične vrijednosti, potrebno je odrediti koncentraciju aktivnosti svakog pojedinačnog radionuklida.

Kriterijumi za procjenu rizika po zdravlje ljudi koji potiču od radionuklida u vodi za piće su: granične vrijednosti (eng. screening level), preporučeni nivoi (eng. guidance level)<sup>3</sup> i individualna doza (eng. individual dose criterion (IDC))<sup>4</sup>. Individualna doza predstavlja osnovu i smjernicu za određivanje graničnih vrijednosti i preporučenih nivoa i iznosi 0,1 mSv y<sup>-1</sup>, što predstavlja veoma nizak nivo rizika po zdravlje ljudi. Važno je istaći da individualna doza ne predstavlja limit iznad kojeg voda za piće nije bezbjedna za konzumaciju. Granične vrijednosti predstavljaju ukupnu koncentraciju aktivnosti u vodi za piće i ukoliko se one prekorače pretpostavlja se da je individualna doza prekoračena i mora se odrediti koncentracija aktivnosti pojedinačnih

<sup>1</sup>  $^{226}\text{Ra}$  – radijum-226;  $^{228}\text{Ra}$  – radijum-228;  $^{234}\text{U}$  – uranijum-234;  $^{238}\text{U}$  – uranijum 238,  $^{210}\text{Pb}$  – olovo-210 i  $^{222}\text{Rn}$  – radon-222.

<sup>2</sup>  $^{134}\text{Cs}$  – cezijum-134,  $^{137}\text{Cs}$  – cezijum-137,  $^{90}\text{Sr}$  – stroncijum-90,  $^{131}\text{I}$  – jod-131,  $^3\text{H}$  – tricijum i  $^{14}\text{C}$  – ugljenik-14.

<sup>3</sup> Preporučeni nivoi predstavljaju koncentraciju aktivnosti radionuklida koja ako je prisutna u vodi za piće koja se konzumira tokom godine u količini od 2 litra dnevno daće individualnu dozu jednaku 0,1 mSv. Ukoliko je identifikovano nekoliko radionuklida, suma preko radionuklida se mora odrediti kako bi se ustanovilo da individualna doza nije prekoračena.

<sup>4</sup> Individualna doza je kriterijum za procjenu rizika po zdravlje ljudi usljed dugog izlaganja radionuklidima u vodi za piće.



radionuklida u skladu sa preporučenim nivoima kako bi se utvrdilo da li je individualna doza prekoračena (Prilog 4).

Nekoliko prirodno prisutnih radionuklida, posebno  $^{228}\text{Ra}$  i  $^{210}\text{Po}$  mogu da utiču na povećanje individualne doze iako nisu prekoračene granične vrijednosti za ukupnu alfa i beta aktivnost. Pored pomenutih, nekoliko radionuklida nije moguće detektovati standardnim metodama za ukupnu beta aktivnost zbog niske energije emitovanih beta čestica ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ), stoga njihova detekcija nije efikasna. Značajni radionuklidi koji ne mogu biti detektovani standardnim metodama za ukupnu beta aktivnost su  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  i  $^{35}\text{S}$ . Neki gasoviti i isparljivi radionuklidi kao što su izotopi joda takođe neće biti detektovani zbog gubitka prilikom analitičke procedure pripremanja uzoraka. Ukoliko lokalna geologija i hidrologija ukazuju na moguću prisutnost ovih radionuklida, individualne koncentracije aktivnosti ovih radionuklida bi trebalo izmjeriti i uporediti sa preporučenim nivoima. Međunarodni sigurnosni standardi (BSS<sup>5</sup>) preporučuju referentni nivo za radijacionu dozu koja potiče od vode za piće aproksimativno  $1 \text{ mSv} \cdot \text{y}^{-1}$ . Referentni nivo predstavlja nivo doze ili rizika iznad kojeg se procjenjuje da je neprikladno dozvoliti dalje izlaganje zračenju koje potiče od vode za piće[3].

Mjerenje ukupne alfa i beta aktivnosti uzoraka vode za piće izvršena su na gasnom proporcionalnom brojaču Eberline FHT 770 S kojim je moguće mjeriti izuzetno niske aktivnosti prirodnih, vještačkih i kosmogenih radionuklida u čovjekovom okruženju (Prilog 5). Uzorci su pripremani za mjerenje u skladu sa standardnom metodom EPA 900.0 [8].

Mjerenje koncentracije aktivnosti tricijuma uzoraka vode za piće izvršena su na tečnom scintilacionom brojaču LS 6500 proizvođača Beckman&Coulter (Prilog 5). Određivanje koncentracije aktivnosti tricijuma izvršeno je u skladu sa standardnom metodom ASTM D 4107 – 08 [9].

Mjerenje koncentracije aktivnosti radona u uzorcima vode za piće izvršena su sa jonizacionom komorom AlphaGUARD PQ 2000pro u kombinaciji sa AquaKIT sistemom za mjerenje radona u vodi proizvođača Genitron (Prilog 5). Određivanje koncentracije aktivnosti radona izvršeno je u skladu sa standardnom metodom ISO 13164-3 [11].

---

<sup>5</sup> BSS – Basic Safety Standards

## II. REZULTATI ISPITIVANJA

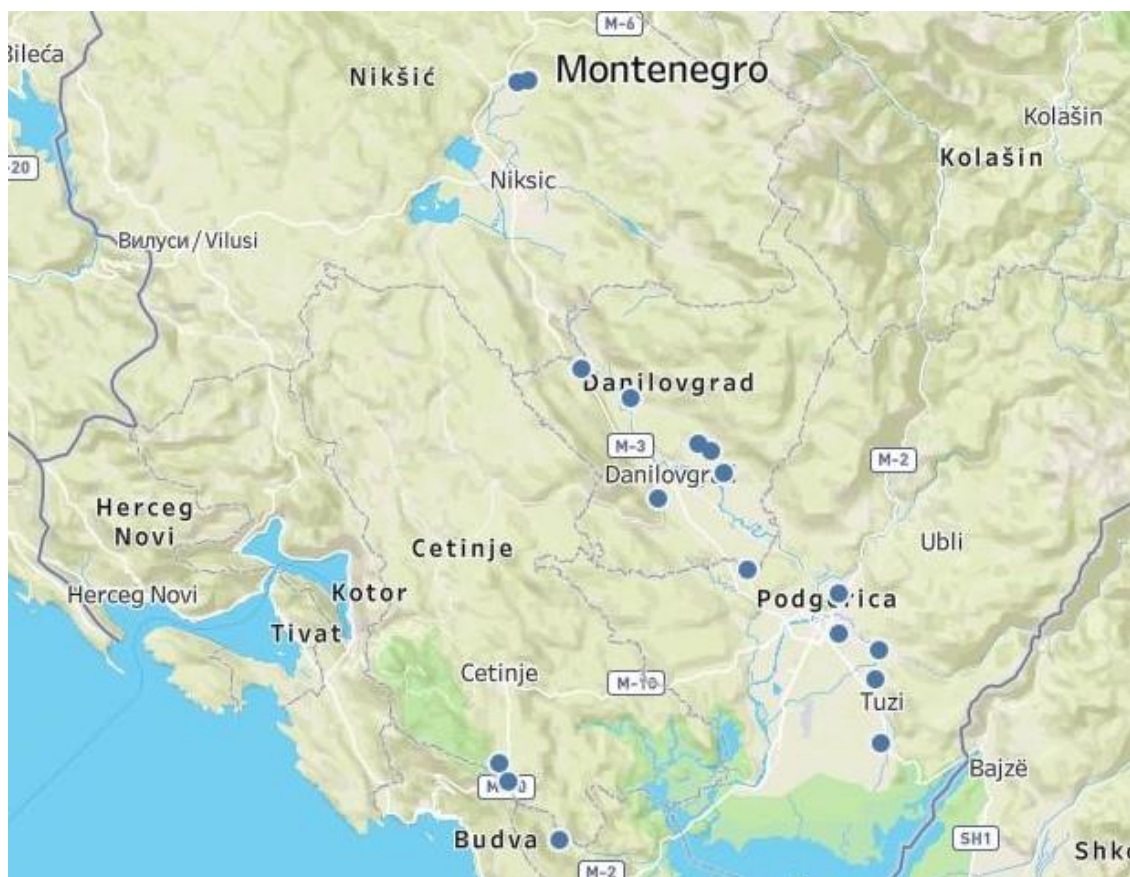
Rezultati ispitivanja su prikazani po regijama (Centralna, Južna i Sjeverna regija), a u okviru svake regije rezultati su prikazani po opštinama. U prilogu 3 je dat sumaran prikaz rezultata na nivou cijele teritorije Crne Gore.

Minimalna detektibilna aktivnost (MDA<sup>6</sup>) za ukupnu alfa i beta aktivnost se određuje posebno za svaki uzorak, MDA za koncentraciju aktivnosti tricijuma iznosi  $2,36 \text{ Bq l}^{-1}$ , a MDA za koncentraciju aktivnosti radona  $0,30 \text{ Bq l}^{-1}$ .

### 1. CENTRALNA REGIJA

Centralna regija Crne Gore se sastoji iz četiri opštine: Podgorica, Danilovgrad, Nikšić i Cetinje. U daljem tekstu biće predstavljeni osnovni parametri, mjerenja na terenu i rezultati ispitivanja po opštinama Centralne regije, izuzev u slučajevima kada opština ima mali broj lokacija uzorkovanja gdje će biti grupisane dvije ili više opština.

Na slici 1. je prikazana mapa Centralne regije sa lokacijama uzorkovanja.



**Slika 1.** Lokacije uzorkovanja vode za piće u Centralnoj regiji Crne Gore

<sup>6</sup> MDA – Minimal Detectable Activity

## 1.1 Podgorica

Stanovništvo Podgorice snadbijeva se vodom sa šest lokalnih vodoizvorišta:

1. Mareza;
2. Ćemovsko Polje;
3. Zagorič;
4. Vuksanlekići;
5. Dinoša i;
6. Milješ.

Na slici 1.1 a) su prikazane lokacije uzorkovanja, dok je na slici 1.1 b) prikazana mapa lokacija uzorkovanja za teritoriju opštine Podgorica, redom.



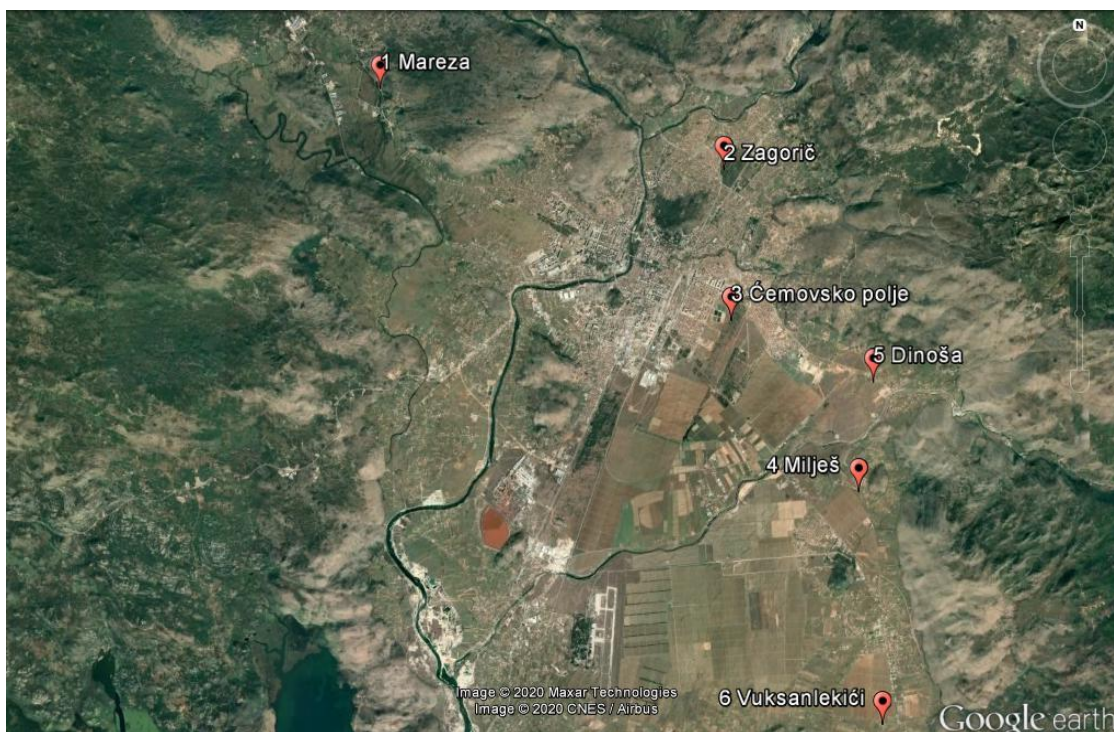
**Slika 1.1 a)** Lokacije uzorkovanja opštine Podgorica: a) Ćemovsko polje, b) Mareza, c) Zagorič, d) Vuksanlekići, e) Dinoša i f) Milješ

U tabeli 1.1 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Podgorica.



**Tabela 1.1** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Podgorica

| R.br. | Lokacija       | Latituda N | Longituda E |
|-------|----------------|------------|-------------|
| 1.    | Mareza         | 42°28'31"  | 19°11'12"   |
| 2.    | Čemovsko polje | 42°25'36"  | 19°17'6"    |
| 3.    | Zagorič        | 42°27'29"  | 19°17'5"    |
| 4.    | Vuksanlekići   | 42°20'27"  | 19°19'43"   |
| 5.    | Dinoša         | 42°24'49"  | 19°19'36"   |
| 6.    | Milješ         | 42°23'26"  | 19°19'21"   |



**Slika 1.1 b)** Lokacije uzorkovanja na teritoriji opštine Podgorica

U tabeli 1.2 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće određeni prilikom uzorkovanja.

**Tabela 1.2** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija       | pH   | Ec (μS/cm) | tvoda (°C) | tvazduh (°C) |
|-------|----------------|------|------------|------------|--------------|
| 1.    | Mareza         | 7,20 | 313        | 11,30      | 22           |
| 2.    | Čemovsko polje | 7,00 | 347        | 15,50      | 19           |
| 3.    | Zagorič        | 7,00 | 376        | 15,28      | 21           |
| 4.    | Vuksanlekići   | 7,14 | 328        | 15,50      | 21           |
| 5.    | Dinoša         | 7,37 | 259        | 13,30      | 21           |
| 6.    | Milješ         | 7,13 | 346        | 15,50      | 22           |

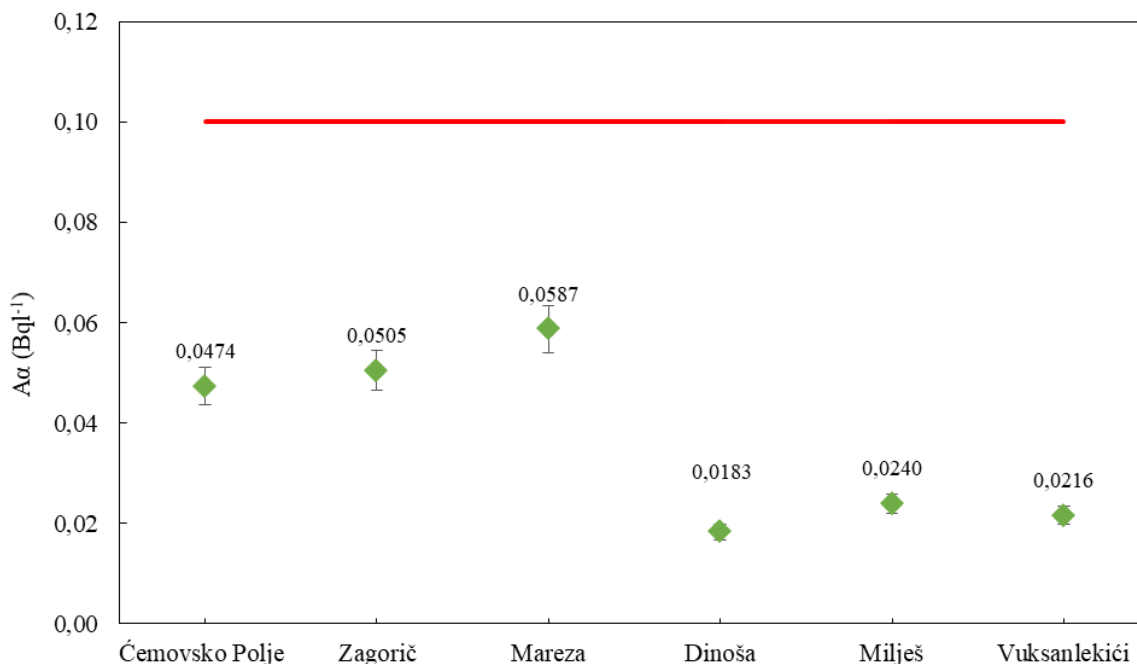
### 1.1.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće

U tabeli 1.1.1 su prikazani rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica.

**Tabela 1.1.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica

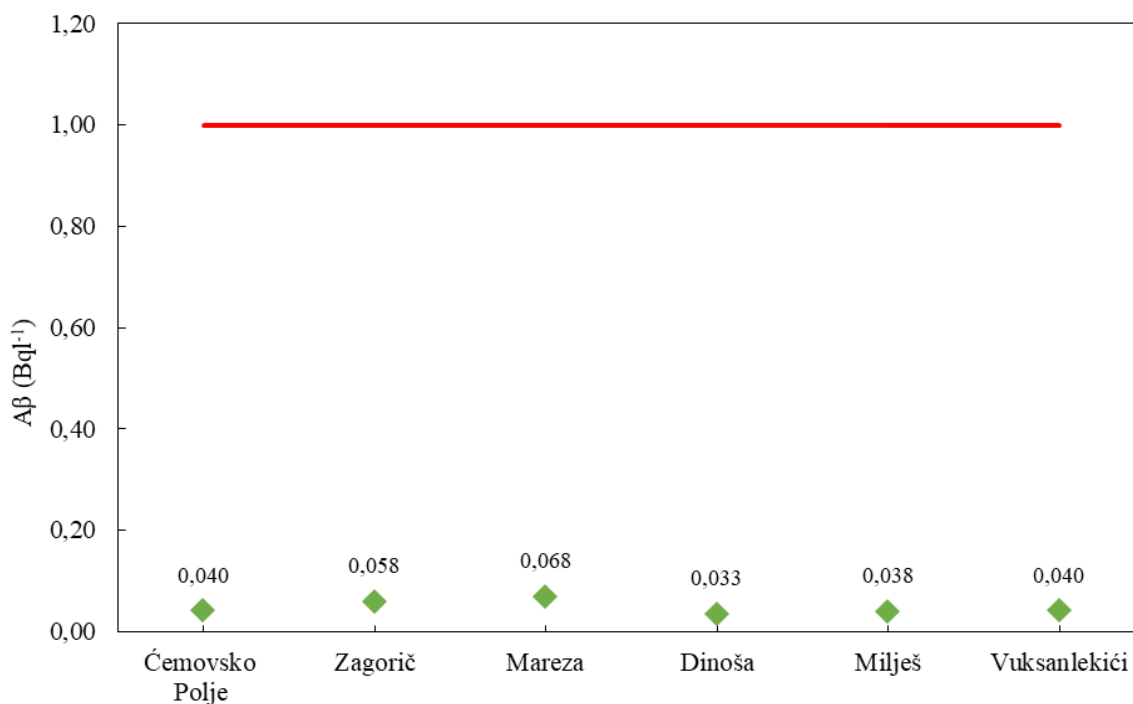
| R.br. | Lokacija       | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) <sup>7</sup> | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|----------------|----------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Mareza         | $0,0587 \pm 0,0042$              | 0,1                                    | $0,068 \pm 0,002$               | 1                         |
| 2.    | Čemovsko polje | $0,0474 \pm 0,0034$              | 0,1                                    | $\leq 0,040$                    | 1                         |
| 3.    | Zagorič        | $0,0505 \pm 0,0036$              | 0,1                                    | $0,058 \pm 0,004$               | 1                         |
| 4.    | Vuksanlekići   | $0,0216 \pm 0,0016$              | 0,1                                    | $0,040 \pm 0,003$               | 1                         |
| 5.    | Dinoša         | $0,0183 \pm 0,0013$              | 0,1                                    | $\leq 0,033$                    | 1                         |
| 6.    | Milješ         | $0,0240 \pm 0,0016$              | 0,1                                    | $\leq 0,038$                    | 1                         |

Na slikama 1.1.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opštine Podgorica, redom.



**Slika 1.1.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica

<sup>7</sup> MDK – maksimalno dozvoljena koncentracija



Slika 1.1.1 b) Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica

### 1.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3H$ u vodi za piće

U tabeli 1.1.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica.

Tabela 1.1.2 Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica

| R.br. | Lokacija       | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Mareza         | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Čemovsko polje | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Zagorič        | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Vuksanlekići   | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Dinoša         | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 6.    | Milješ         | ≤ 2,36                  | 100                       |

Za koncentraciju aktivnosti tricijuma nema grafičkog prikaza raspodjele iste, jer su svi dobijeni rezultati ispod granice detekcije.

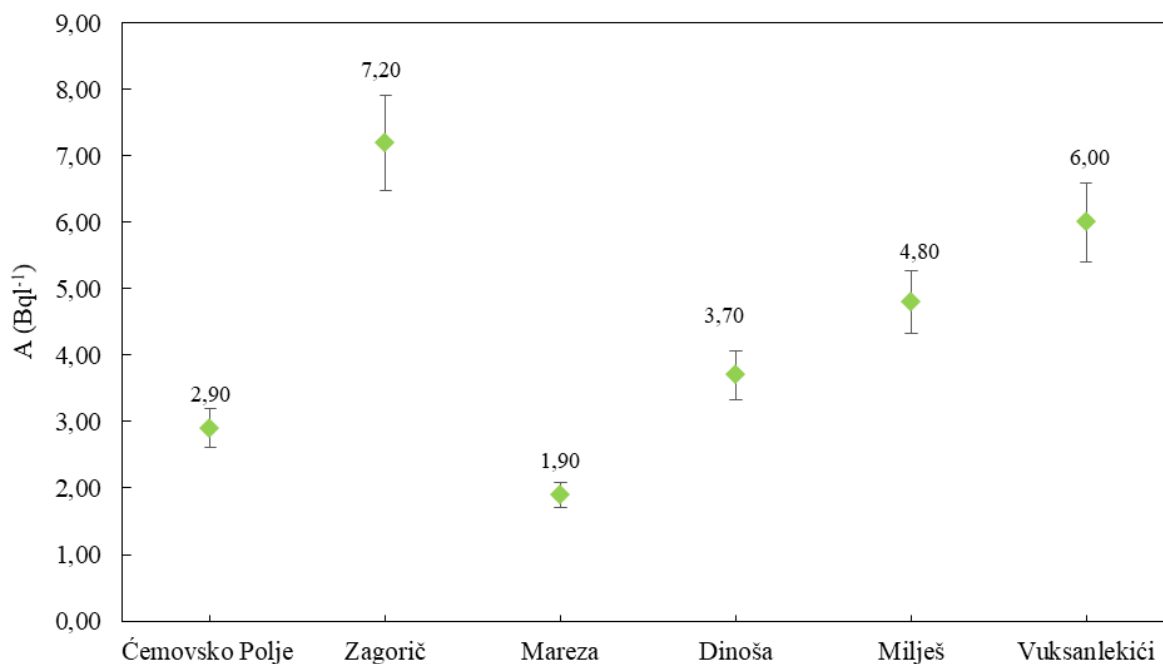
### 1.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 1.1.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica.

**Tabela 1.1.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica

| R.br. | Lokacija       | A (Bq $\text{l}^{-1}$ ) | MDK (Bq $\text{l}^{-1}$ ) |
|-------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Mareza         | $1,9 \pm 0,2$           | 100                       |
| 2.    | Čemovsko polje | $2,9 \pm 0,3$           | 100                       |
| 3.    | Zagorič        | $7,2 \pm 0,7$           | 100                       |
| 4.    | Vuksanlekići   | $6,0 \pm 0,6$           | 100                       |
| 5.    | Dinoša         | $3,7 \pm 0,4$           | 100                       |
| 6.    | Milješ         | $4,8 \pm 0,5$           | 100                       |

Na slici 1.1.3 je prikazana raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opštine Podgorica.



**Slika 1.1.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Podgorica



## 1.2 Danilovgrad

Stanovništvo Danilovgrada snadbijeva se vodom sa šest lokalnih vodoizvorišta:

1. Slatina;
2. Oraška jama;
3. Žarića jama;
4. Brajovića jama;
5. Milojevića vrela i,
6. Viški bunar.

Na slikama 1.2 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Danilovgrad, redom.



**Slika 1.2 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Danilovgrad: a) Viški bunar, b) Oraška jama, c) Milojevića vrela, d) Slatina, e) Brajovića jama i f) Žarića jama

U tabeli 1.3 su date koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Danilovgrad.



**Tabela 1.3** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Danilovgrad

| R.br. | Lokacija         | Latituda N | Longituda E |
|-------|------------------|------------|-------------|
| 1.    | Slatina          | 42°34'29"  | 19°8'10"    |
| 2.    | Oraška jama      | 42°31'52"  | 19°5'32"    |
| 3.    | Žarića jama      | 42°33'15"  | 19°9'46"    |
| 4.    | Brajovića jama   | 42°34'5"   | 19°8'56"    |
| 5.    | Milojevića vrela | 42°37'57"  | 19°0'42"    |
| 6.    | Viški bunar      | 42°36'35"  | 19°3'48"    |



**Slika 1.1 b)** Lokacije uzorkovanja na teritoriji opštine Danilovgrad

U tabeli 1.4 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće određeni prilikom uzorkovanja.

**Tabela 1.4** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija         | pH   | Ec (μS/cm) | tvoda (°C) | tvazduh (°C) |
|-------|------------------|------|------------|------------|--------------|
| 1.    | Slatina          | 7,50 | 276        | 15,00      | 17           |
| 2.    | Oraška jama      | 7,10 | 256        | 13,50      | 17           |
| 3.    | Žarića jama      | 7,30 | 428        | 15,50      | 18           |
| 4.    | Brajovića jama   | 7,01 | 406        | 16,00      | 22           |
| 5.    | Milojevića vrela | 7,30 | 267        | 12,50      | 17           |
| 6.    | Viški bunar      | 7,76 | 247        | 11,00      | 18           |

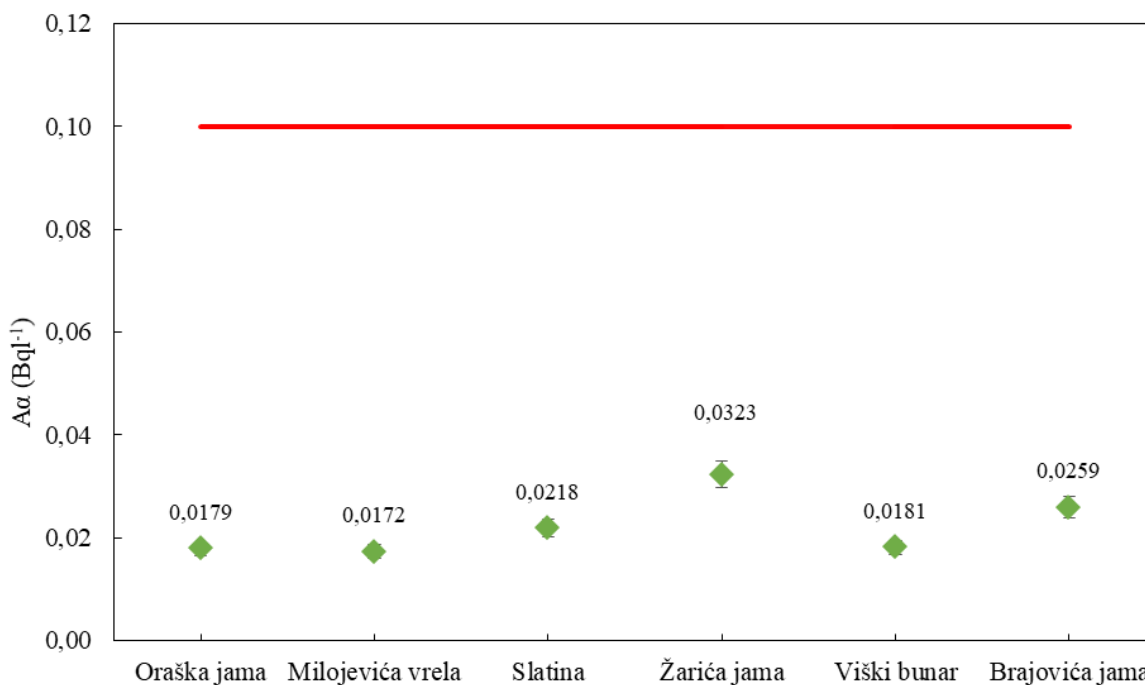
### 1.2.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće

U tabeli 1.2.1 su dati rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad.

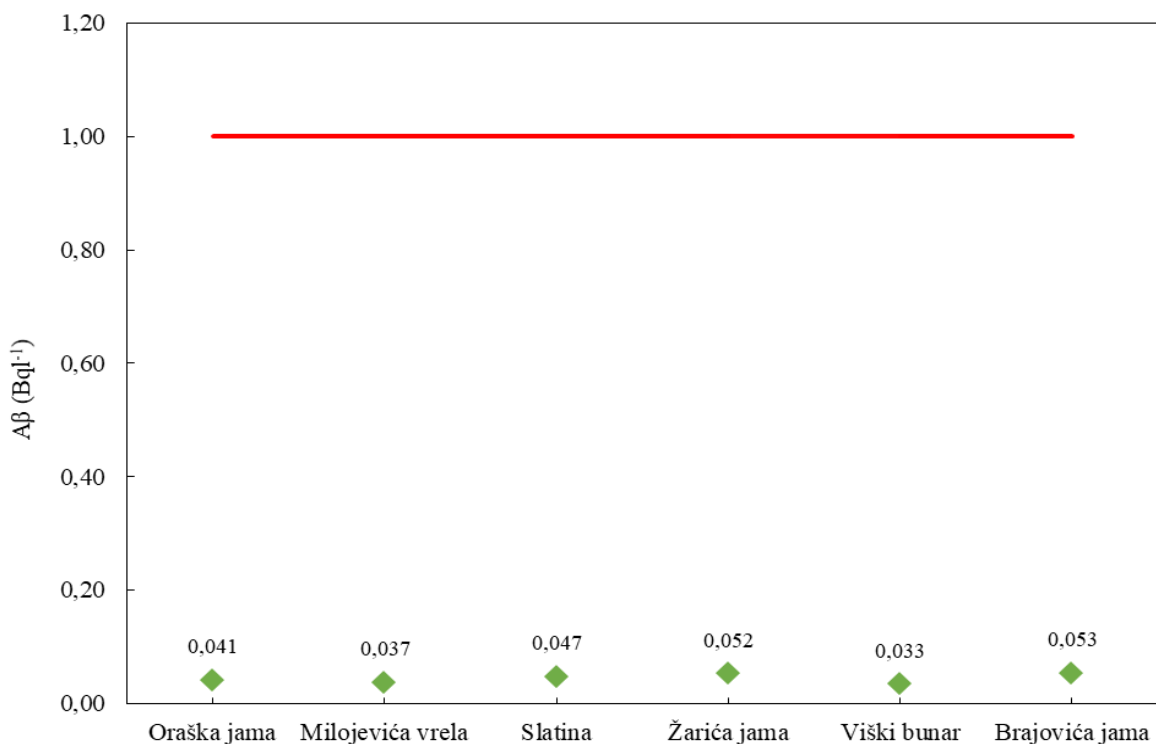
**Tabela 1.2.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad

| R.br. | Lokacija         | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Slatina          | $0,0218 \pm 0,0016$              | 0,1                       | $\leq 0,047$                    | 1                         |
| 2.    | Oraška jama      | $0,0179 \pm 0,0013$              | 0,1                       | $0,041 \pm 0,003$               | 1                         |
| 3.    | Žarića jama      | $0,0323 \pm 0,0023$              | 0,1                       | $\leq 0,052$                    | 1                         |
| 4.    | Brajovića jama   | $0,0259 \pm 0,0019$              | 0,1                       | $\leq 0,053$                    | 1                         |
| 5.    | Milojevića vrela | $0,0172 \pm 0,0012$              | 0,1                       | $\leq 0,037$                    | 1                         |
| 6.    | Viški bunar      | $0,0181 \pm 0,0013$              | 0,1                       | $\leq 0,033$                    | 1                         |

Na slikama 1.2.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opštine Danilovgrad, redom.



**Slika 1.2.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad



**Slika 1.2.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad

### 1.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 1.2.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji Opštine Danilovgrad.

**Tabela 1.2.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad

| R.br. | Lokacija         | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Slatina          | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Oraška jama      | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Žarića jama      | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Brajovića jama   | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Milojevića vrela | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 6.    | Viški bunar      | ≤ 2,36                  | 100                       |

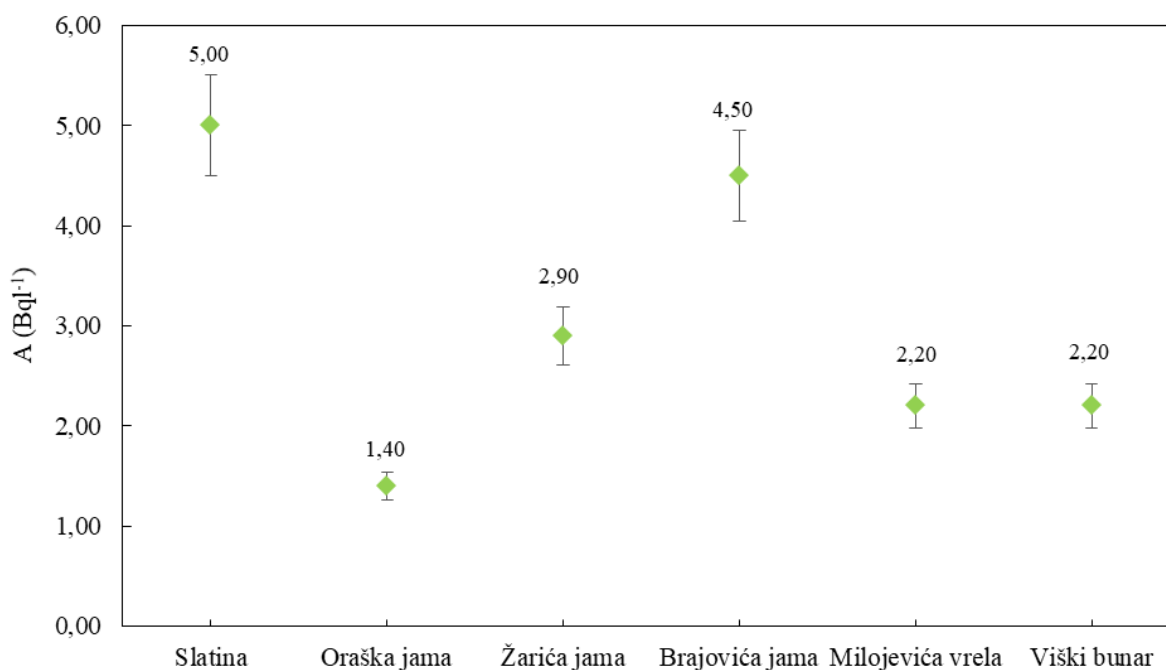
### 1.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 1.2.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad.

**Tabela 1.2.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Danilovgrad

| R.br. | Lokacija         | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Slatina          | 5,0 ± 0,5               | 100                       |
| 2.    | Oraška jama      | 1,4 ± 0,1               | 100                       |
| 3.    | Žarića jama      | 2,9 ± 0,3               | 100                       |
| 4.    | Brajovića jama   | 4,5 ± 0,5               | 100                       |
| 5.    | Milojevića vrela | 2,2 ± 0,2               | 100                       |
| 6.    | Viški bunar      | 2,2 ± 0,2               | 100                       |

Na slici 1.2.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opštine Danilovgrad.



**Slika 1.2.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opštine Danilovgrad



### 1.3 Nikšić i Cetinje

Stanovništvo Nikšića i Cetinja snabdijeva se vodom sa sljedećih lokalnih vodoizvorišta, redom:

1. Gornji Vidrovan;
2. Donji Vidrovan;
3. Poklonci<sup>8</sup>;
4. Podgorska vrela;
5. Uganjska vrela i,
6. Obzovica.

Na slici 1.3 a) su prikazane fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.



**Slika 1.3 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Nikšić i Cetinje: a) Gornji Vidrovan, b) Donji Vidrovan, c) Obzovica, d) Uganjska vrela i e) Podgorska vrela

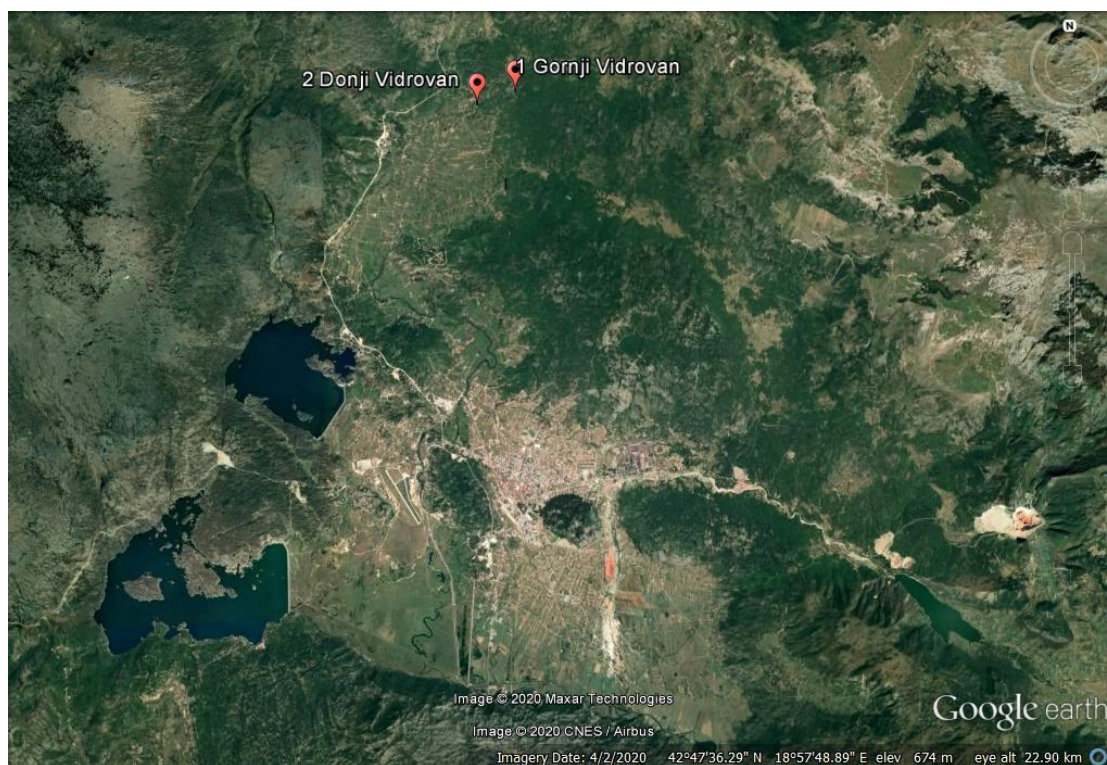
<sup>8</sup> Vodoizvorište Poklonci nije bilo u funkciji u periodu trajanja Projekta. Pomenuto vodoizvorište se koristi samo u kasnim ljetnjim mjesecima, stoga uzorci nisu uzorkovani.

U tabeli 1.5 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.

**Tabela 1.5** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

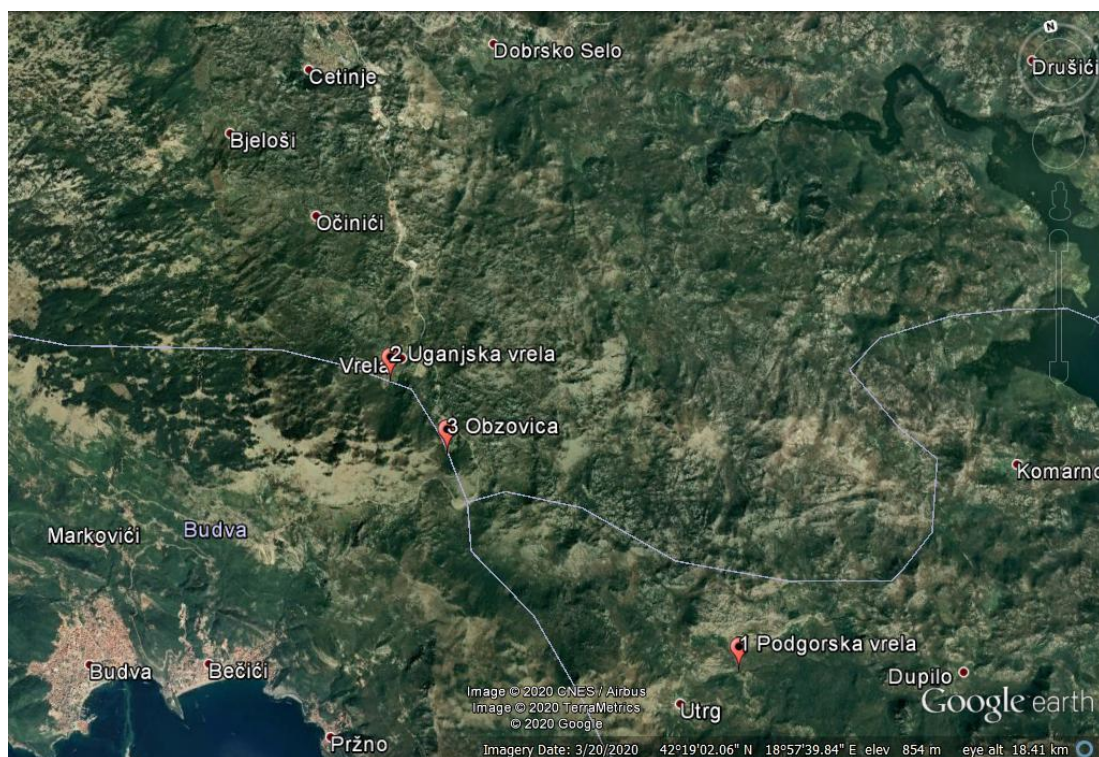
| R.br. | Lokacija        | Latituda N | Longituda E |
|-------|-----------------|------------|-------------|
| 1.    | Gornji Vidrovan | 42°51'27"  | 18°57'18"   |
| 2.    | Donji Vidrovan  | 42°51'19"  | 18°56'38"   |
| 3.    | Podgorska vrela | 42°15'51"  | 18°59'17"   |
| 4.    | Uganjska vrela  | 42°19'27"  | 18°55'28"   |
| 5.    | Obzovica        | 42°18'37"  | 18°56'2"    |

Na slici 1.3 b) i c) su prikazane mape lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.



**Slika 1.3 b)** Lokacije uzorkovanja na teritoriji opštine Nikšić





Slika 1.3 c) Lokacije uzorkovanja na teritoriji opštine Cetinje

U tabeli 1.6 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće mjereni prilikom uzorkovanja.

Tabela 1.6 Osnovni parametri vode mjereni prilikom uzorkovanja

| R.br. | Lokacija        | pH   | Ec (μS/cm) | tvoda (°C) | tvazduh (°C) |
|-------|-----------------|------|------------|------------|--------------|
| 1.    | Gornji Vidrovan | 7,40 | 207        | 10,00      | 15           |
| 2.    | Donji Vidrovan  | 7,20 | 215        | 11,10      | 15           |
| 3.    | Podgorska vrela | 7,60 | 348        | 9,50       | 19           |
| 4.    | Uganjska vrela  | 7,65 | 257        | 7,30       | 22           |
| 5.    | Obzovica        | 7,75 | 256        | 8,50       | 23           |

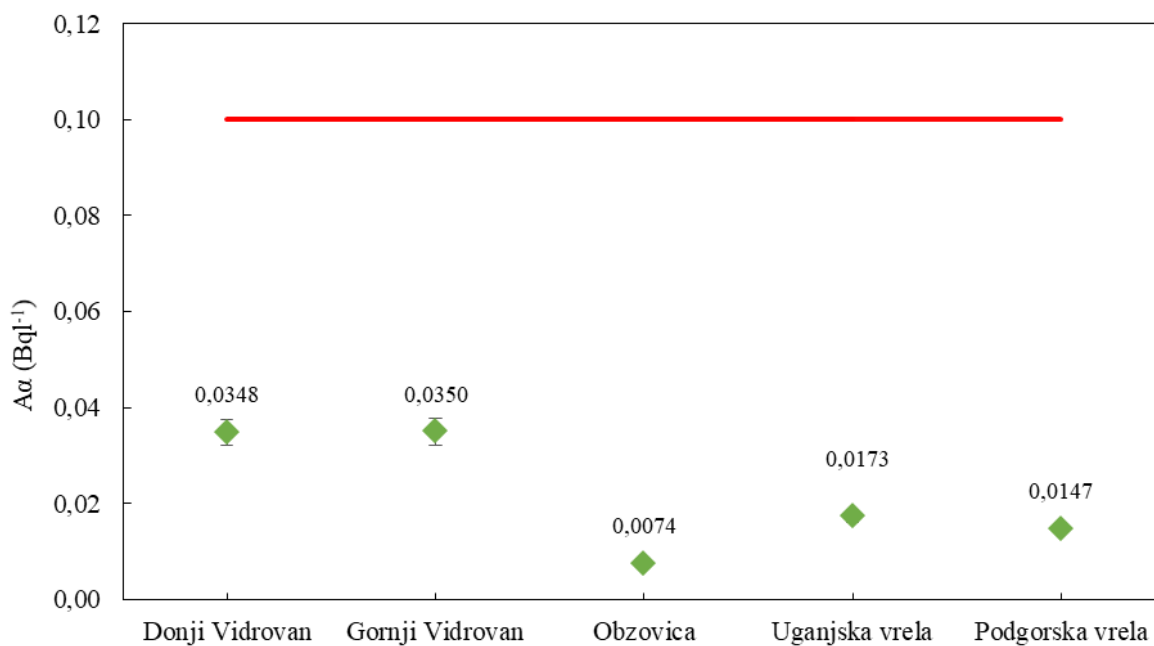
### 1.3.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće

U tabeli 1.3.1 se nalaze rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.

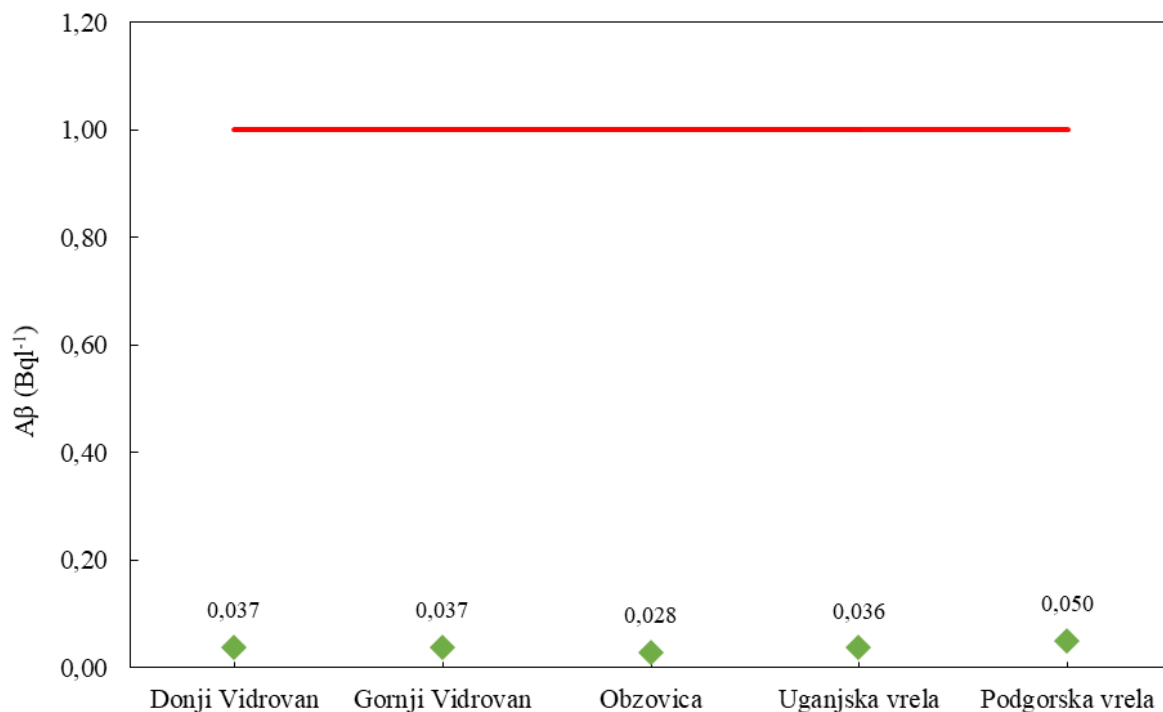
**Tabela 1.3.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

| R.br. | Lokacija        | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Gornji Vidrovan | $0,0350 \pm 0,0025$              | 0,1                       | $\leq 0,037$                    | 1                         |
| 2.    | Donji Vidrovan  | $0,0348 \pm 0,0025$              | 0,1                       | $\leq 0,037$                    | 1                         |
| 3.    | Podgorska vrela | $\leq 0,0147$                    | 0,1                       | $\leq 0,028$                    | 1                         |
| 4.    | Uganjska vrela  | $0,0173 \pm 0,0012$              | 0,1                       | $\leq 0,036$                    | 1                         |
| 5.    | Obzovica        | $\leq 0,0074$                    | 0,1                       | $\leq 0,050$                    | 1                         |

Na slikama 1.3.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opština Nikšić i Cetinje, redom.



**Slika 1.3.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje



**Slika 1.3.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

### 1.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 1.3.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.

**Tabela 1.3.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

| R.br. | Lokacija        | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Gornji Vidrovan | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Donji Vidrovan  | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Podgorska vrela | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Uganjska vrela  | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Obzovica        | ≤ 2,36                  | 100                       |

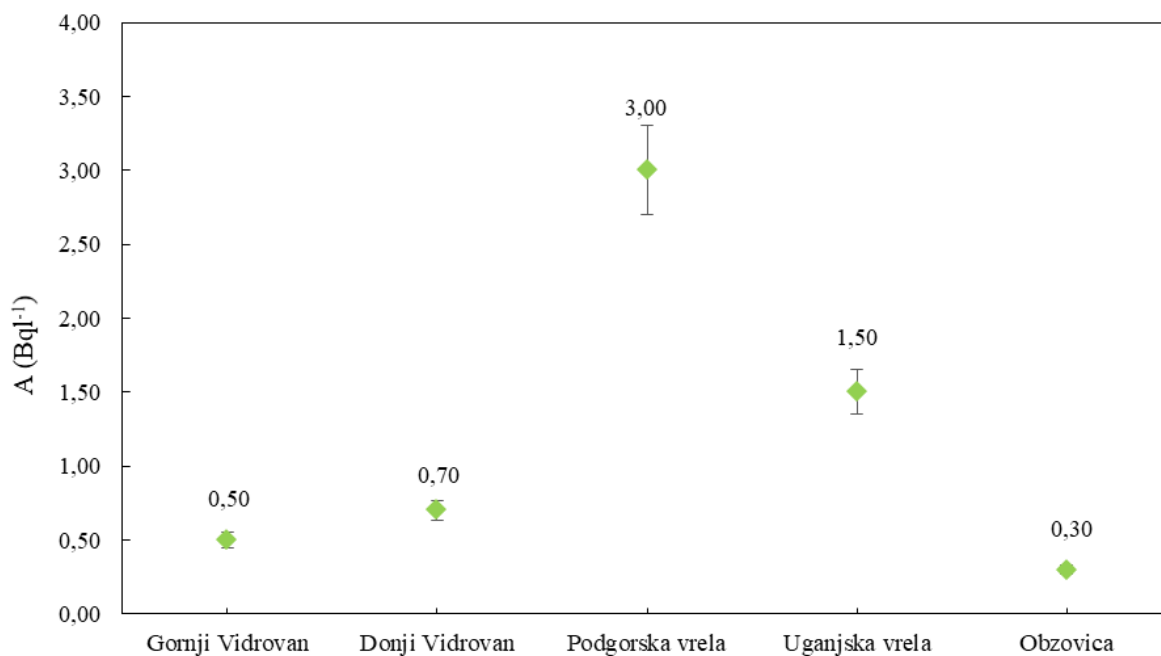
**1.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti  $^{222}\text{Rn}$  u vodi za piće**

U tabeli 1.3.3 su prikazani rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.

**Tabela 1.3.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

| R.br. | Lokacija        | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Gornji Vidrovan | 0,5 ± 0,1               | 100                       |
| 2.    | Donji Vidrovan  | 0,7 ± 0,1               | 100                       |
| 3.    | Podgorska vrela | 3,0 ± 0,3               | 100                       |
| 4.    | Uganjska vrela  | 1,5 ± 0,2               | 100                       |
| 5.    | Obzovica        | < MDA                   | 100                       |

Na slici 1.3.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opština Nikšić i Cetinje.

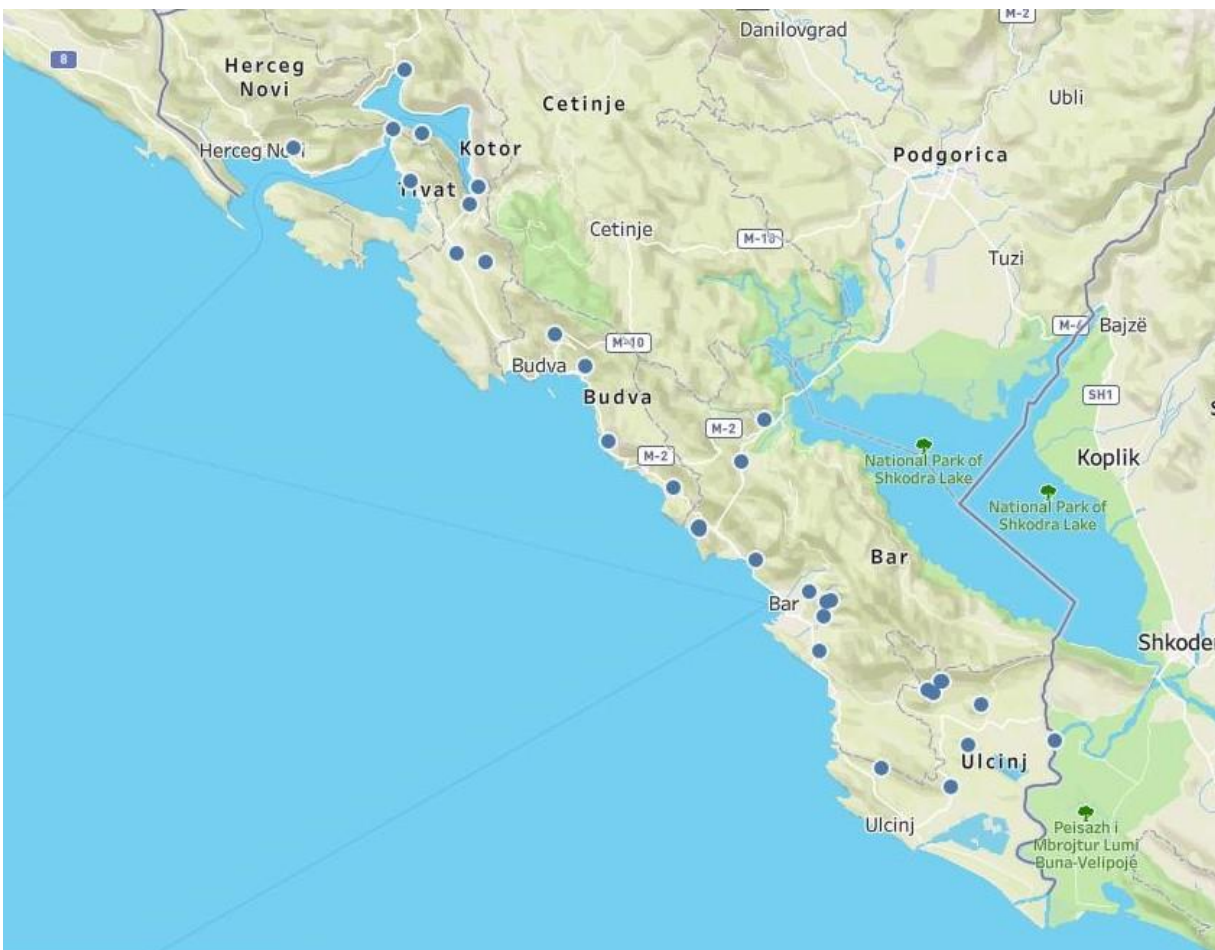


**Slika 1.3.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opština Nikšić i Cetinje

## 2. JUŽNA REGIJA

Južna regija Crne Gore se sastoji iz šest opština: Ulcinj, Bar, Budva, Tivat, Kotor i Herceg Novi. U daljem tekstu biće predstavljeni osnovni parametri, mjerenja na terenu i rezultati ispitivanja po opštinama Južne regije, izuzev u slučaju kada opština ima mali broj lokacija uzorkovanja gdje će biti grupisane dvije ili više opština.

Na slici 2. je prikazana mapa Južne regije sa lokacijama uzorkovanja.



**Slika 2.** Lokacije uzorkovanja vode za piće u Južnoj regiji Crne Gore



## 2.1 Ulcinj

Stanovništvo Ulcinja snadbijeva se vodom sa devet lokalnih vodoizvorišta:

1. Salč;
2. Brajša;
3. Gač;
4. Klezna;
5. Mide I;
6. Mide II;
7. Kaliman I;
8. Kaliman II i,
9. Lisna Bori.

Na slikama 2.1 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Ulcinj, redom.

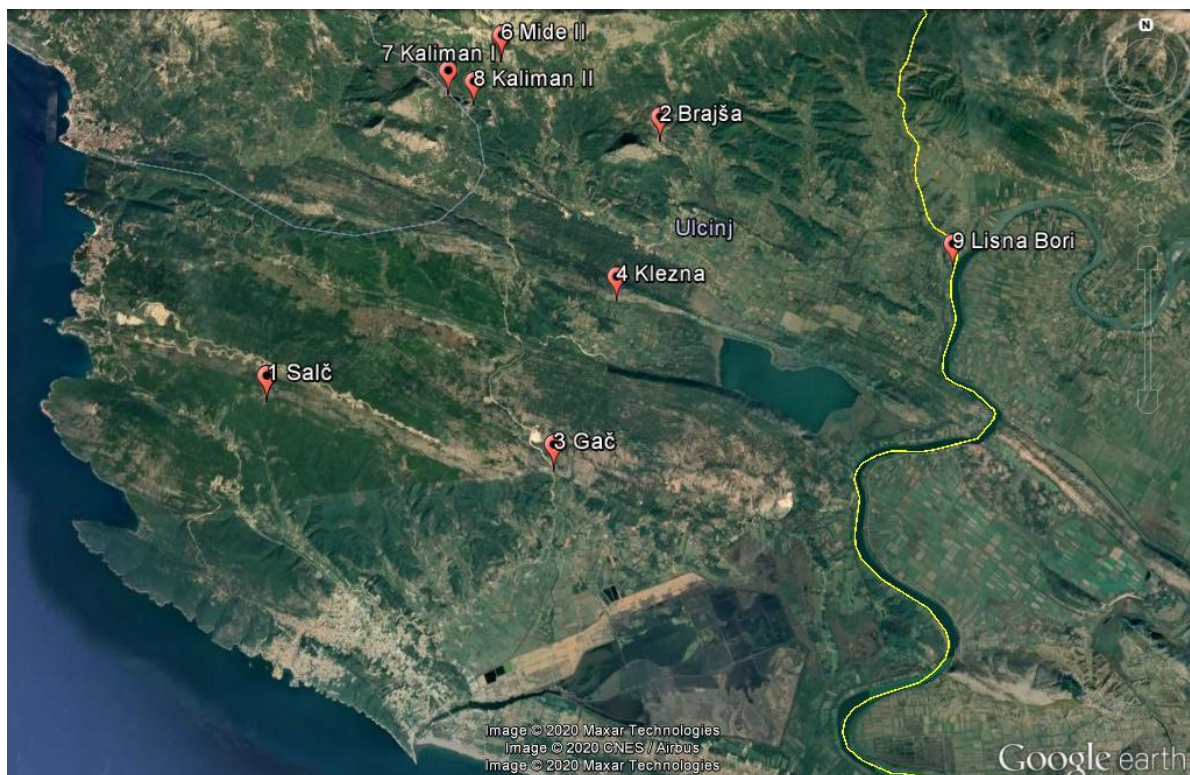


**Slika 2.1 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Ulcinj: a) Kaliman I, b) Kaliman II, c) Brajša, d) Gač, e) Salč, f) Mide I, g) Lisna Bori, h) Klezna i i) Mide II

U tabeli 2.1 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Ulcinj.

**Tabela 2.1** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Ulcinj

| R.br. | Lokacija   | Latituda N | Longituda E |
|-------|------------|------------|-------------|
| 1.    | Salč       | 41°58'27"  | 19°11'56"   |
| 2.    | Brajša     | 42°1'27"   | 19°18'14"   |
| 3.    | Gač        | 41°57'32"  | 19°16'20"   |
| 4.    | Klezna     | 41°59'31"  | 19°17'25"   |
| 5.    | Mide I     | 42°2'30"   | 19°15'42"   |
| 6.    | Mide II    | 42°2'27"   | 19°15'43"   |
| 7.    | Kaliman I  | 42°2'6"    | 19°14'50"   |
| 8.    | Kaliman II | 41°58'27"  | 19°11'56"   |
| 9.    | Lisna Bori | 41°59'45"  | 19°22'51"   |



**Slika 2.1 b)** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Ulcinj



U tabeli 2.2 su dati osnovni parametri uzoraka vode za piće mjereni prilikom uzorkovanja.

**Tabela 2.2** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija   | pH   | $E_c$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | $t_{\text{voda}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $t_{\text{vazduh}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-------|------------|------|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.    | Salč       | 7,58 | 323                               | 15,30                                    | 16                                         |
| 2.    | Brajša     | 7,30 | 195                               | 13,00                                    | 20                                         |
| 3.    | Gač        | 7,40 | 356                               | 14,50                                    | 18                                         |
| 4.    | Kleзна     | 7,50 | 405                               | 15,70                                    | 18                                         |
| 5.    | Mide I     | 8,05 | 248                               | 15,31                                    | 16                                         |
| 6.    | Mide II    | 7,96 | 271                               | 13,63                                    | 16                                         |
| 7.    | Kaliman I  | 7,92 | 248                               | 14,15                                    | 17                                         |
| 8.    | Kaliman II | 8,07 | 240                               | 15,30                                    | 17                                         |
| 9.    | Lisna Bori | 7,45 | 678                               | 15,50                                    | 21                                         |

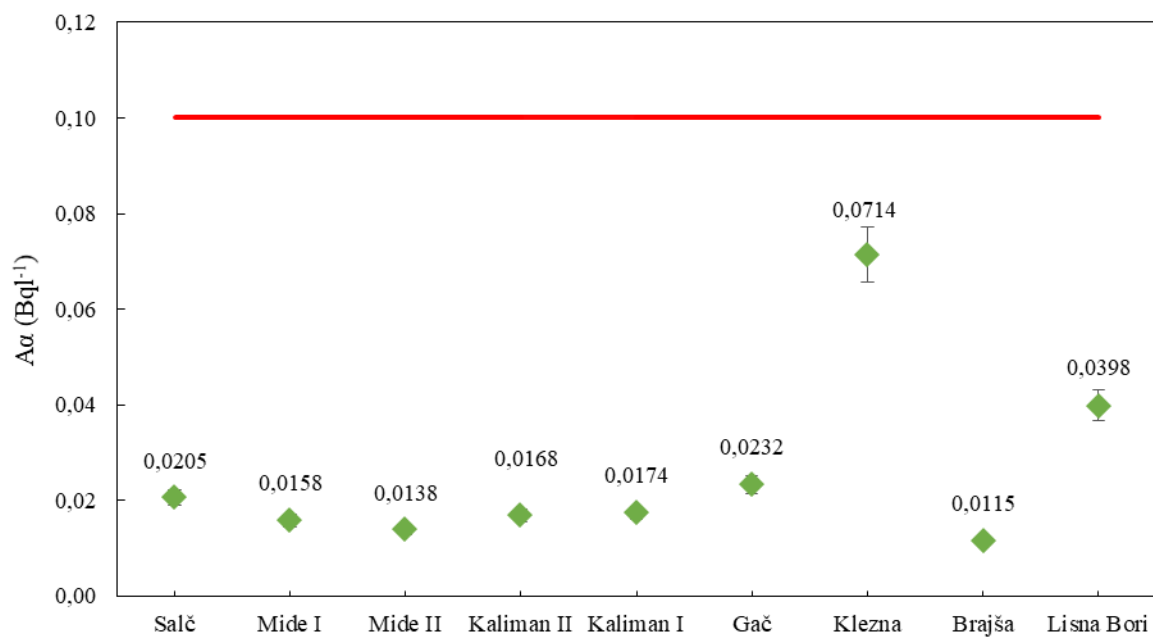
### 2.1.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće

U tabeli 2.1.1 su dati rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj.

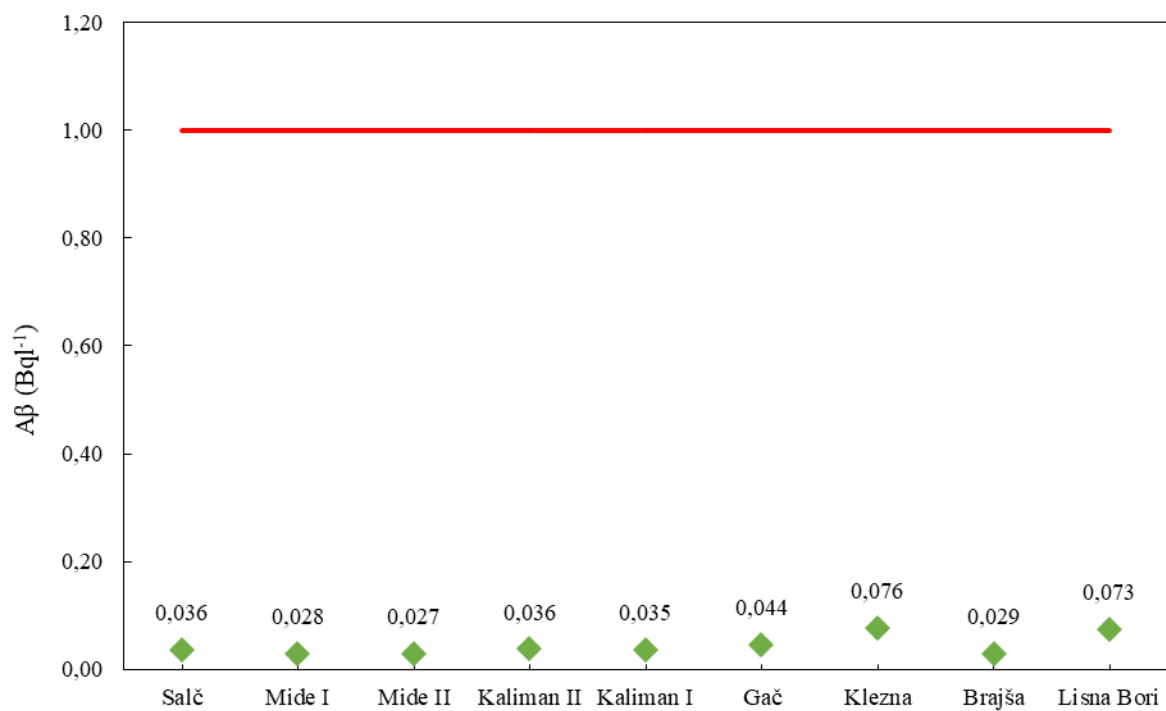
**Tabela 2.1.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj

| R.br. | Lokacija   | $A_{\alpha}$ ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | MDK ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | $A_{\beta}$ ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | MDK ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) |
|-------|------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1.    | Salč       | $0,0205 \pm 0,0015$                 | 0,1                        | $\leq 0,036$                       | 1                          |
| 2.    | Brajša     | $\leq 0,0115$                       | 0,1                        | $\leq 0,029$                       | 1                          |
| 3.    | Gač        | $0,0232 \pm 0,0017$                 | 0,1                        | $\leq 0,044$                       | 1                          |
| 4.    | Kleзна     | $0,0714 \pm 0,0051$                 | 0,1                        | $0,076 \pm 0,005$                  | 1                          |
| 5.    | Mide I     | $0,0158 \pm 0,0011$                 | 0,1                        | $\leq 0,028$                       | 1                          |
| 6.    | Mide II    | $0,0138 \pm 0,0010$                 | 0,1                        | $\leq 0,027$                       | 1                          |
| 7.    | Kaliman I  | $0,0174 \pm 0,0012$                 | 0,1                        | $\leq 0,035$                       | 1                          |
| 8.    | Kaliman II | $0,0168 \pm 0,0012$                 | 0,1                        | $\leq 0,036$                       | 1                          |
| 9.    | Lisna Bori | $0,0398 \pm 0,0029$                 | 0,1                        | $\leq 0,073$                       | 1                          |

Na slikama 2.1.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opštine Ulcinj, redom.



**Slika 2.1.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj



**Slika 2.1.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj

### 2.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3H$ u vodi za piće

U tabeli 2.1.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj.

**Tabela 2.1.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj

| R.br. | Lokacija   | A (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Salč       | $\leq 2,36$      | 100                |
| 2.    | Brajša     | $\leq 2,36$      | 100                |
| 3.    | Gač        | $\leq 2,36$      | 100                |
| 4.    | Klezna     | $\leq 2,36$      | 100                |
| 5.    | Mide I     | $\leq 2,36$      | 100                |
| 6.    | Mide II    | $\leq 2,36$      | 100                |
| 7.    | Kaliman I  | $\leq 2,36$      | 100                |
| 8.    | Kaliman II | $\leq 2,36$      | 100                |
| 9.    | Lisna Bori | $\leq 2,36$      | 100                |

### 2.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}Rn$ u vodi za piće

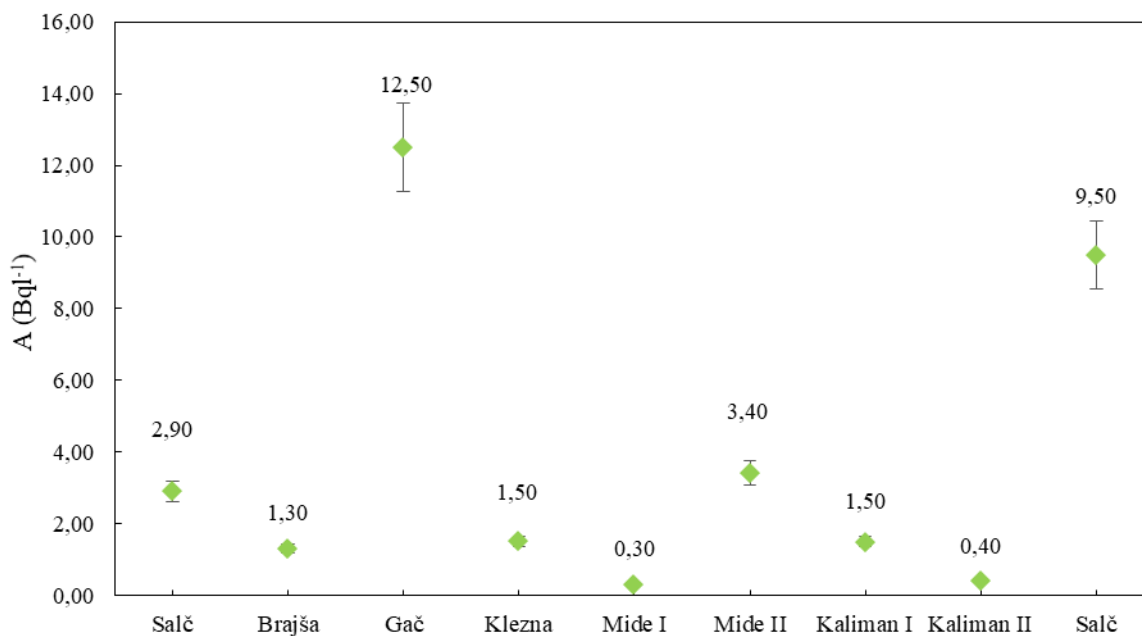
U tabeli 2.1.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj.

**Tabela 2.1.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Ulcinj

| R.br. | Lokacija   | A (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Salč       | $2,9 \pm 0,3$    | 100                |
| 2.    | Brajša     | $1,3 \pm 0,1$    | 100                |
| 3.    | Gač        | $12,5 \pm 1,2$   | 100                |
| 4.    | Klezna     | $1,5 \pm 0,2$    | 100                |
| 5.    | Mide I     | < MDA            | 100                |
| 6.    | Mide II    | $3,4 \pm 0,3$    | 100                |
| 7.    | Kaliman I  | $1,5 \pm 0,2$    | 100                |
| 8.    | Kaliman II | $0,4 \pm 0,1$    | 100                |
| 9.    | Lisna Bori | $9,5 \pm 1,0$    | 100                |

Na slici 2.1.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opštine Ulcinj.





Slika 2.1.3 Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opštine Ulcinj

## 2.2 Bar

Stanovništvo Bara snadbijeva se vodom sa jedanaest lokalnih vodoizvorišta:

1. Turčini I;
2. Turčini II;
3. Sustaš;
4. Kajnak;
5. Brca;
6. Zaljevo;
7. Velje oko;
8. Orahovo polje;
9. Vrelo;
10. Bunari B1 i,
11. Bunari B2.

Na slikama 2.2 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Bar, redom.

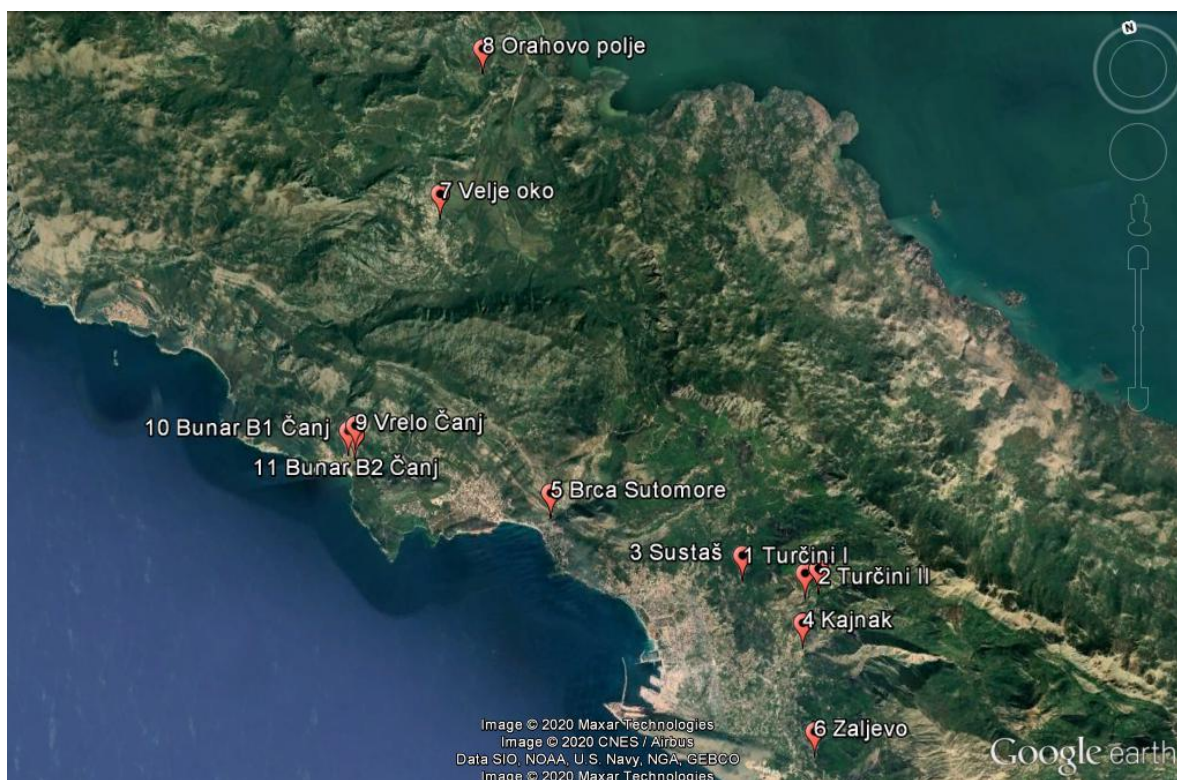


**Slika 2.2 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Bar: a) Zaljevo, b) Kajnak, c) Sustaš, d) Bunar B2, e) Orahovo polje, f) Vrelo, g) Turčini II, h) Brca, i) Turčini I, j) Bunar B1 i k) Velje oko

U tabeli 2.3 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Bar.

**Tabela 2.3** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Bar

| R.br. | Lokacija      | Latituda N | Longituda E |
|-------|---------------|------------|-------------|
| 1.    | Turčini I     | 42°6'16"   | 19°8'28"    |
| 2.    | Turčini II    | 42°6'17"   | 19°8'44"    |
| 3.    | Sustaš        | 42°6'42"   | 19°7'21"    |
| 4.    | Kajnak        | 42°5'32"   | 19°8'14"    |
| 5.    | Brca          | 42°8'11"   | 19°3'56"    |
| 6.    | Zaljevo       | 42°3'57"   | 19°8'0"     |
| 7.    | Velje oko     | 42°12'48"  | 19°3'3"     |
| 8.    | Orahovo polje | 41°14'45"  | 19°4'28"    |
| 9.    | Vrelo         | 42°9'45"   | 19°0'27"    |
| 10.   | Bunari B1     | 42°9'42"   | 19°0'17"    |
| 11.   | Bunari B2     | 42°9'37"   | 19°0'24"    |



Slika 2.2 b) Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Bar

U tabeli 2.4 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće mjereni prilikom uzorkovanja.

Tabela 2.4 Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija      | pH   | Ec ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | tvoda ( $^{\circ}\text{C}$ ) | tvazduh ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-------|---------------|------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1.    | Turčini I     | 7,66 | 405                            | 15,93                        | 22                             |
| 2.    | Turčini II    | 7,74 | 354                            | 13,21                        | 20                             |
| 3.    | Sustaš        | 7,43 | 370                            | 14,50                        | 19                             |
| 4.    | Kajnak        | 7,70 | 290                            | 13,61                        | 19                             |
| 5.    | Brca          | 7,66 | 385                            | 13,00                        | 17                             |
| 6.    | Zaljevo       | 7,59 | 311                            | 14,50                        | 19                             |
| 7.    | Velje oko     | 7,41 | 356                            | 13,00                        | 14                             |
| 8.    | Orahovo polje | 7,30 | 491                            | 15,00                        | 13                             |
| 9.    | Vrelo         | 7,16 | 314                            | 14,20                        | 16                             |
| 10.   | Bunari B1     | 7,30 | 515                            | 15,50                        | 16                             |
| 11.   | Bunari B2     | 7,38 | 541                            | 15,00                        | 16                             |



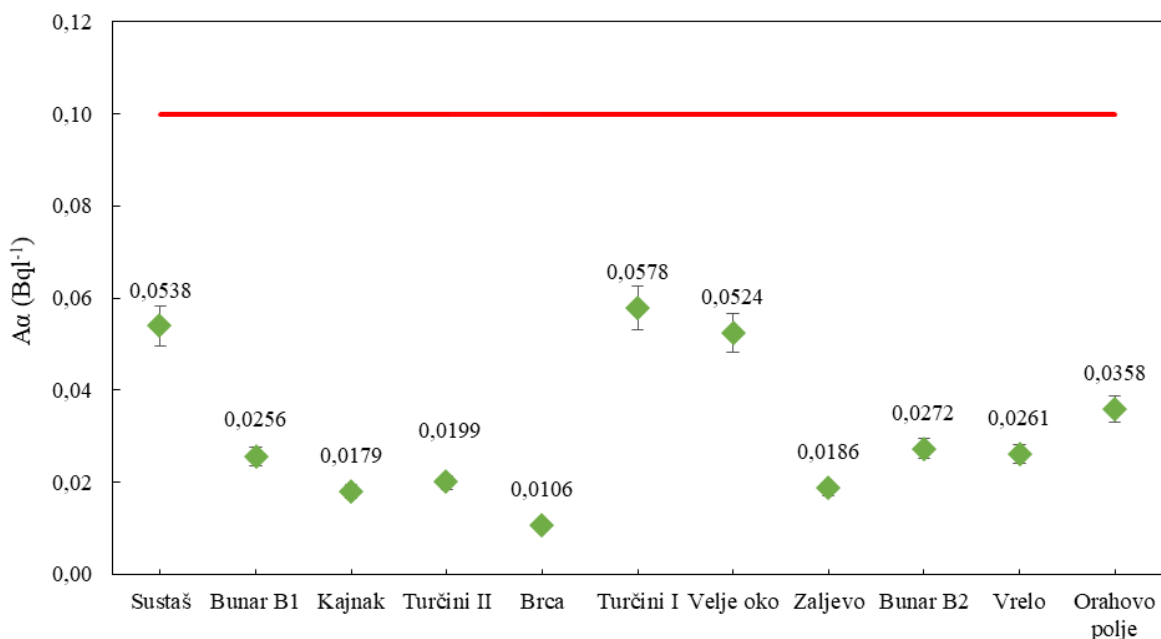
### 2.2.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće

U tabeli 2.2.1 su dati rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Bar.

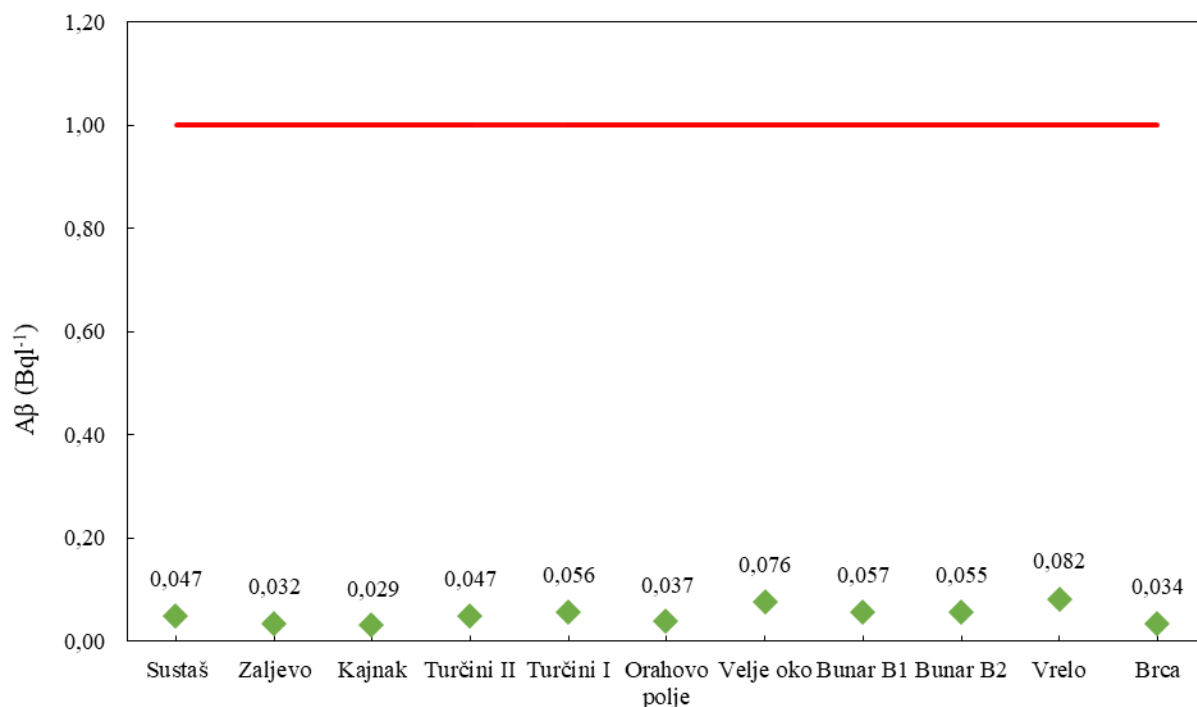
**Tabela 2.1.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opštine Bar

| R.br. | Lokacija      | $A_\alpha$ (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) | $A_\beta$ (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| 1.    | Turčini I     | $0,0578 \pm 0,0041$       | 0,1                | $0,056 \pm 0,004$        | 1                  |
| 2.    | Turčini II    | $0,0199 \pm 0,0014$       | 0,1                | $0,047 \pm 0,003$        | 1                  |
| 3.    | Sustaš        | $0,0538 \pm 0,0039$       | 0,1                | $0,047 \pm 0,003$        | 1                  |
| 4.    | Kajnak        | $0,0179 \pm 0,0013$       | 0,1                | $\leq 0,029$             | 1                  |
| 5.    | Brca          | $\leq 0,0106$             | 0,1                | $\leq 0,034$             | 1                  |
| 6.    | Zaljevo       | $0,0186 \pm 0,0013$       | 0,1                | $\leq 0,032$             | 1                  |
| 7.    | Velje oko     | $0,0524 \pm 0,0038$       | 0,1                | $0,076 \pm 0,005$        | 1                  |
| 8.    | Orahovo polje | $0,0358 \pm 0,0026$       | 0,1                | $\leq 0,037$             | 1                  |
| 9.    | Vrelo         | $0,0261 \pm 0,0019$       | 0,1                | $0,082 \pm 0,005$        | 1                  |
| 10.   | Bunari B1     | $0,0256 \pm 0,0018$       | 0,1                | $0,056 \pm 0,003$        | 1                  |
| 11.   | Bunari B2     | $0,0272 \pm 0,0020$       | 0,1                | $\leq 0,055$             | 1                  |

Na slikama 2.2.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opštine Bar, redom.



**Slika 2.2.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Bar



Slika 2.2.1 b) Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Bar

### 2.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 2.2.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Bar.

Tabela 2.2.2 Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Bar

| R.br. | Lokacija      | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Turčini I     | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Turčini II    | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Sustaš        | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Kajnak        | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Brca          | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 6.    | Zaljevo       | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 7.    | Velje oko     | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 8.    | Orahovo polje | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 9.    | Vrelo         | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 10.   | Bunari B1     | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 11.   | Bunari B2     | ≤ 2,36                  | 100                       |



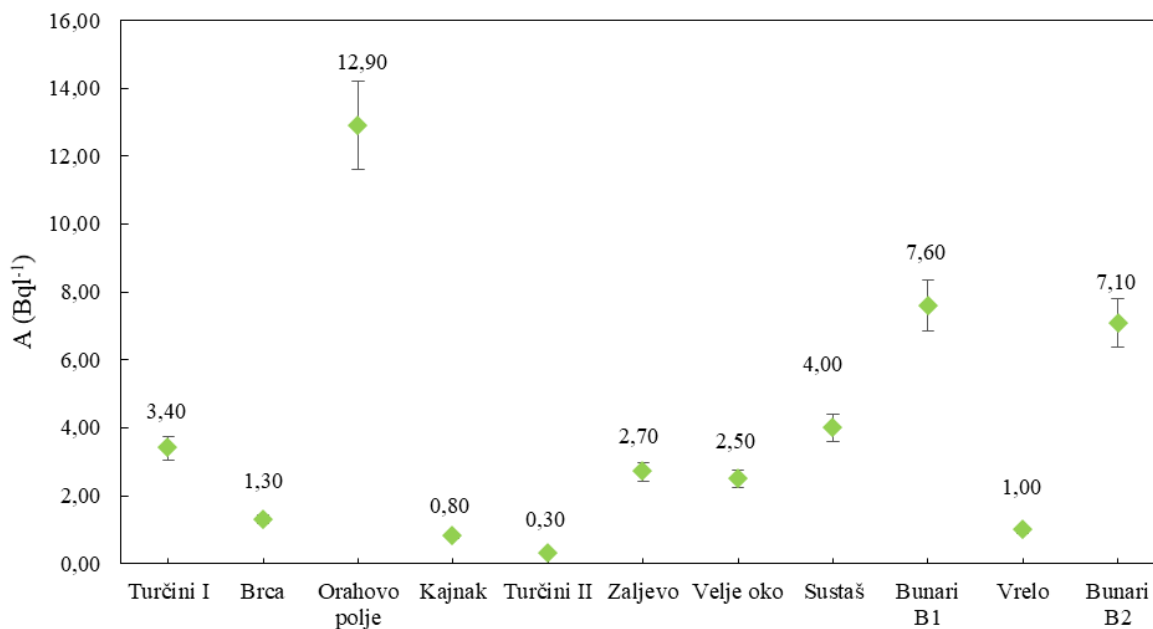
### 2.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 2.2.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Bar.

**Tabela 2.2.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Bar

| R.br. | Lokacija      | A (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|---------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Turčini I     | $3,4 \pm 0,3$    | 100                |
| 2.    | Turčini II    | < MDA            | 100                |
| 3.    | Sustaš        | $4,0 \pm 0,4$    | 100                |
| 4.    | Kajnak        | $0,8 \pm 0,1$    | 100                |
| 5.    | Brca          | $1,3 \pm 0,1$    | 100                |
| 6.    | Zaljevo       | $2,7 \pm 0,3$    | 100                |
| 7.    | Velje oko     | $2,5 \pm 0,3$    | 100                |
| 8.    | Orahovo polje | $12,9 \pm 1,3$   | 100                |
| 9.    | Vrelo         | $1,0 \pm 0,1$    | 100                |
| 10.   | Bunari B1     | $7,6 \pm 0,8$    | 100                |
| 11.   | Bunari B2     | $7,1 \pm 0,7$    | 100                |

Na slici 2.2.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opštine Bar.



**Slika 2.2.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opštine Bar

## 2.3 Budva i Tivat

Stanovništvo Budve i Tivta se snadbijeva vodom sa sljedećih lokalnih vodoizvorišta:

1. Buljarica;
2. Reževića rijeka;
3. Loznica;
4. Piratac;
5. Plavda;
6. Češljar;
7. Brštin i,
8. Topliš<sup>9</sup>.

Na slikama 2.3 a) i b) su date fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Budva i Tivat, redom.



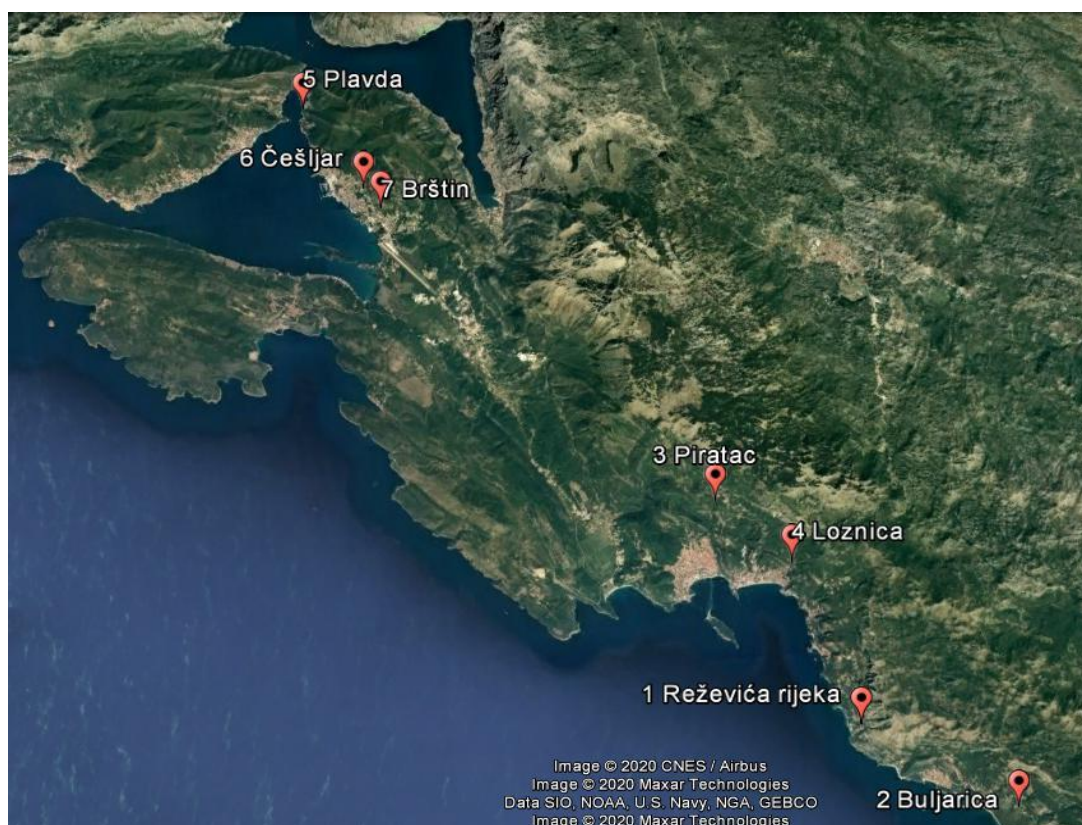
**Slika 2.3 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Budva i Tivat: a) Loznica, b) Piratac, c) Plavda, d) Buljarica, e) Brštin, f) Reževića rijeka i g) Češljar

<sup>9</sup> Vodoizvorište Topliš nije u funkciji i ne koristi se za vodosnadbijevanje lokalnog stanovništva, stoga uzorak nije uzet.

U tabeli 2.5 su date koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Budva i Tivat.

**Tabela 2.5** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Budva i Tivat

| R.br. | Lokacija        | Latituda N | Longituda E |
|-------|-----------------|------------|-------------|
| 1.    | Buljarica       | 42°11'37"  | 18°58'45"   |
| 2.    | Reževića rijeka | 42°13'43"  | 18°54'39"   |
| 3.    | Loznica         | 42°17'17"  | 18°53'12"   |
| 4.    | Piratac         | 42°18'43"  | 18°51'16"   |
| 5.    | Plavda          | 42°27'81"  | 18°41'31"   |
| 6.    | Češljär         | 42°25'8"   | 18°42'5"    |
| 7.    | Brštin          | 42°25'53"  | 18°42'9"    |



**Slika 2.3 b)** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Budva i Tivat

U tabeli 2.6 dati su osnovni parametri uzorkovanja na teritoriji opština Budve i Tivta.

**Tabela 2.6** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija        | pH   | Ec ( $\mu\text{S/cm}$ ) | t <sub>voda</sub> (°C) | t <sub>vazduh</sub> (°C) |
|-------|-----------------|------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1.    | Buljarica       | 7,04 | 479                     | 13,50                  | 29                       |
| 2.    | Reževića rijeka | 7,15 | 400                     | 13,00                  | 29                       |
| 3.    | Loznica         | 7,18 | 334                     | 12,70                  | 28                       |
| 4.    | Piratac         | 7,26 | 437                     | 12,30                  | 24                       |
| 5.    | Plavda          | 7,90 | 316                     | 12,00                  | 23                       |
| 6.    | Češljari        | 7,89 | 452                     | 15,00                  | 22                       |
| 7.    | Brštin          | 7,48 | 478                     | 15,00                  | 21                       |

### 2.3.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće

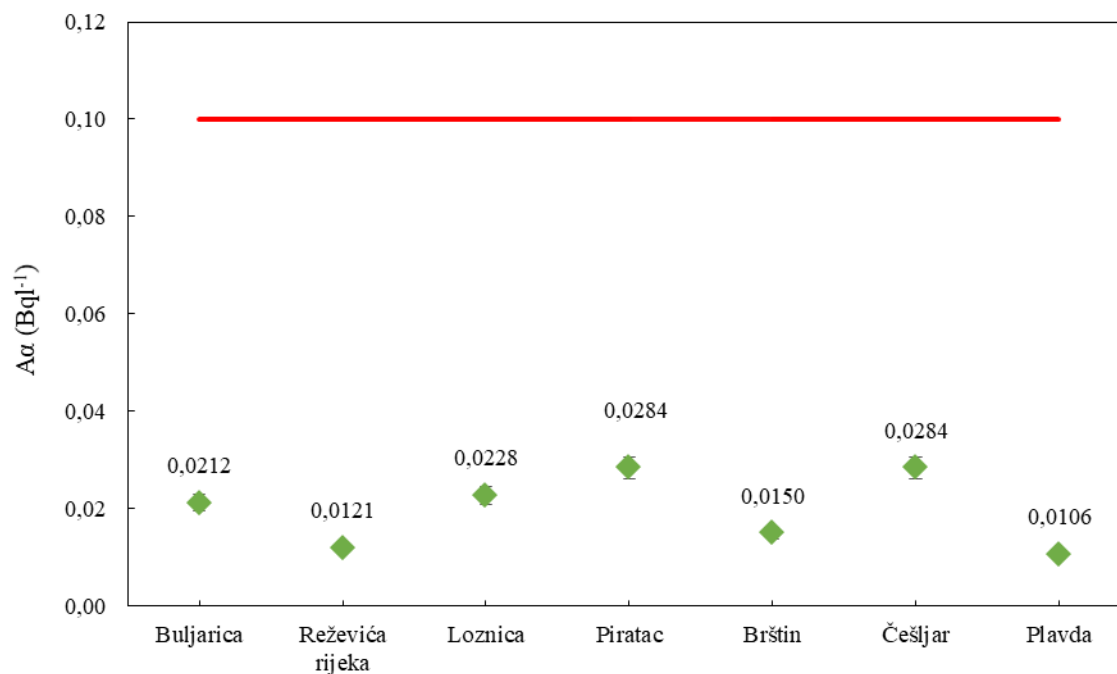
U tabeli 2.3.1 se nalaze rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat.

**Tabela 2.3.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat

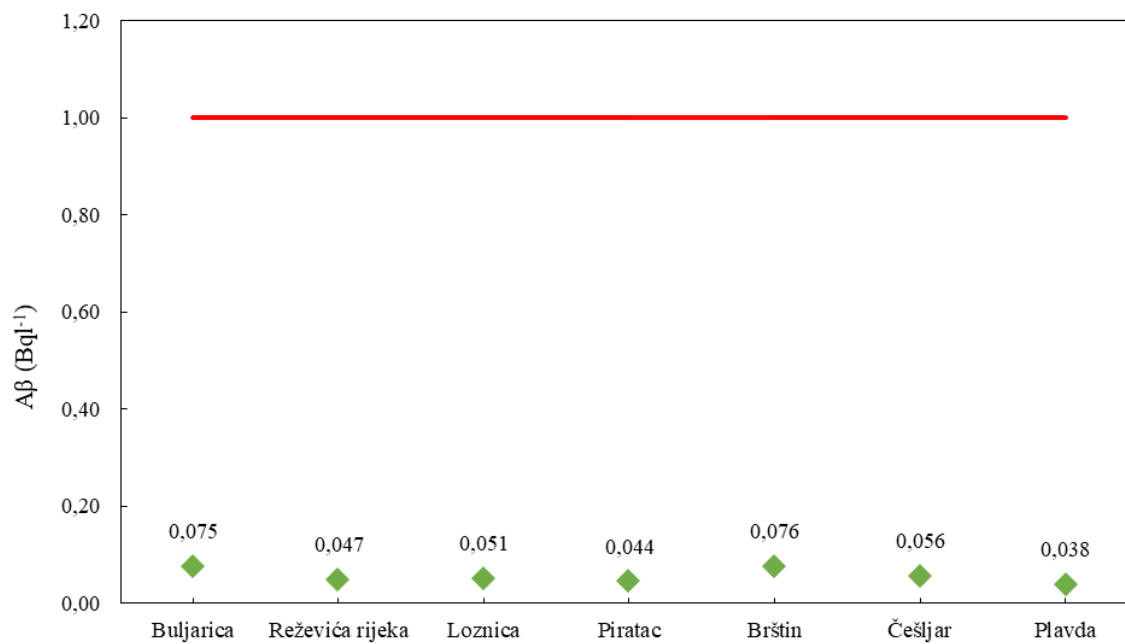
| R.br. | Lokacija        | A <sub><math>\alpha</math></sub> (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | A <sub><math>\beta</math></sub> (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Buljarica       | $\leq 0,0212$                                          | 0,1                       | $\leq 0,075$                                          | 1                         |
| 2.    | Reževića rijeka | $\leq 0,0121$                                          | 0,1                       | $\leq 0,047$                                          | 1                         |
| 3.    | Loznica         | $0,0228 \pm 0,0016$                                    | 0,1                       | $\leq 0,051$                                          | 1                         |
| 4.    | Piratac         | $0,0284 \pm 0,0020$                                    | 0,1                       | $\leq 0,044$                                          | 1                         |
| 5.    | Plavda          | $\leq 0,0106$                                          | 0,1                       | $\leq 0,038$                                          | 1                         |
| 6.    | Češljari        | $0,0284 \pm 0,0002$                                    | 0,1                       | $0,056 \pm 0,004$                                     | 1                         |
| 7.    | Brštin          | $\leq 0,0150$                                          | 0,1                       | $0,076 \pm 0,005$                                     | 1                         |

Na slikama 2.3.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opština Budva i Tivat, redom.





Slika 2.3.1 a) Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat



Slika 2.3.1 b) Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat



### 2.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 2.3.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat.

**Tabela 2.3.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat

| R.br. | Lokacija        | A (Bq $\text{l}^{-1}$ ) | MDK (Bq $\text{l}^{-1}$ ) |
|-------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Buljarica       | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 2.    | Reževića rijeka | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 3.    | Loznica         | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 4.    | Piratac         | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 5.    | Plavda          | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 6.    | Češljari        | $\leq 2,36$             | 100                       |
| 7.    | Brštin          | $\leq 2,36$             | 100                       |

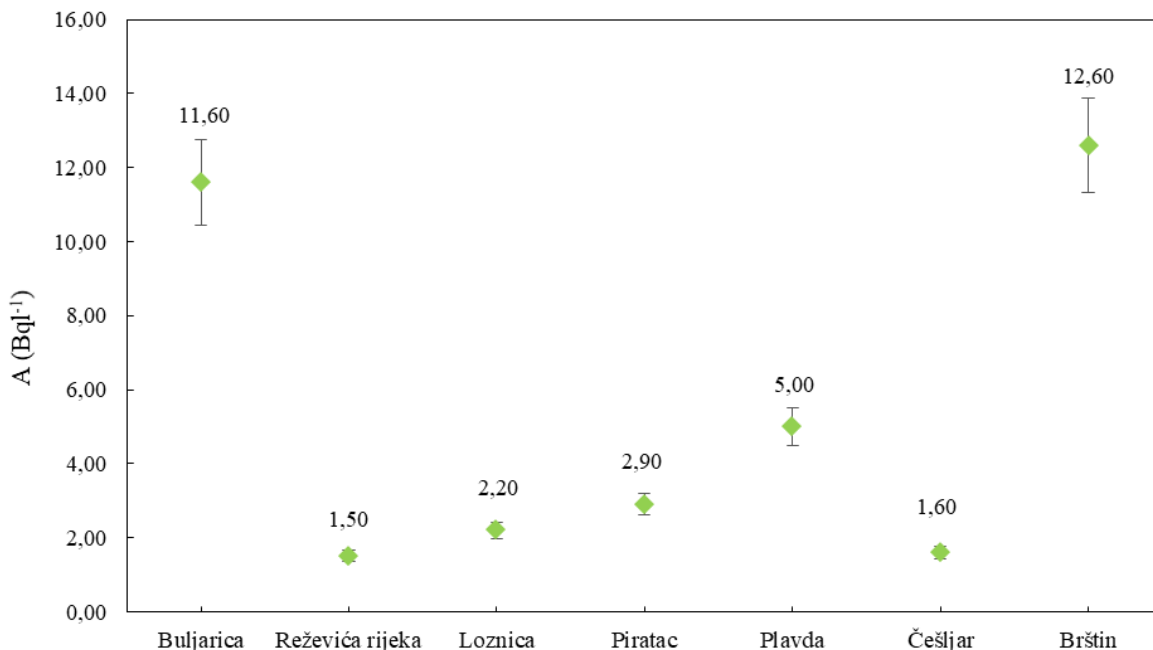
### 2.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 2.3.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat.

**Tabela 2.3.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Budva i Tivat

| R.br. | Lokacija        | A (Bq $\text{l}^{-1}$ ) | MDK (Bq $\text{l}^{-1}$ ) |
|-------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Buljarica       | $11,6 \pm 1,2$          | 100                       |
| 2.    | Reževića rijeka | $1,5 \pm 0,2$           | 100                       |
| 3.    | Loznica         | $2,2 \pm 0,2$           | 100                       |
| 4.    | Piratac         | $2,9 \pm 0,3$           | 100                       |
| 5.    | Plavda          | $5,0 \pm 0,5$           | 100                       |
| 6.    | Češljari        | $1,6 \pm 0,2$           | 100                       |
| 7.    | Brštin          | $12,6 \pm 1,3$          | 100                       |

Na slici 2.3.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opština Budva i Tivat.



Slika 2.3.3 Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opština Budva i Tivat

## 2.4 Kotor i Herceg Novi

Stanovništvo Kotora i Herceg Novog se snadbijeva vodom sa sljedećih lokalnih vodoizvorišta:

1. Grbaljski izvori;
2. Simiš;
3. Spila;
4. Orahovac<sup>10</sup>;
5. Tunel Vrmac,
6. Škurda-Tabačina i,
7. Opačica.

Na slikama 2.4 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi, redom.

<sup>10</sup> Vodoizvorište Orahovac nije u funkciji, koristi se samo u ljetnjim mjesecima kada morska voda dospje u vodoizvorište Škurda-Tabačina, stoga uzorci vode za piće nisu uzorkovani.

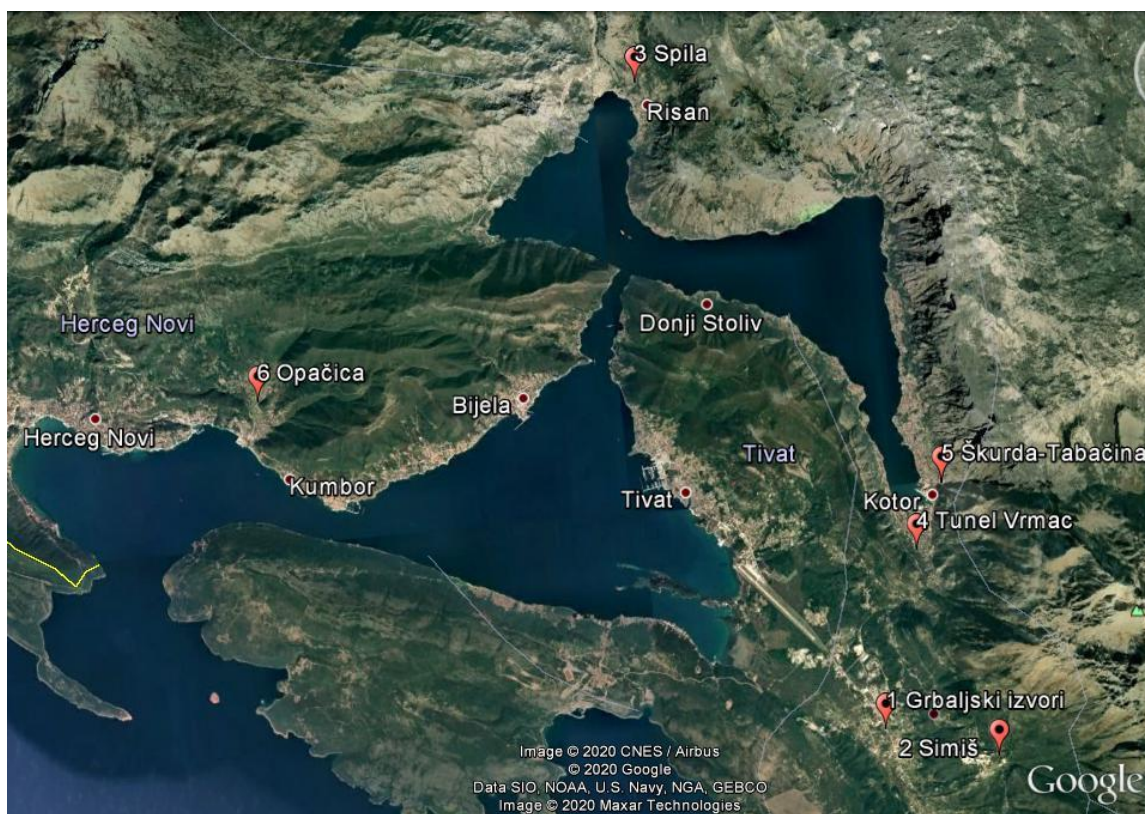


**Slika 2.4 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi: a) Spila, b) Opačica, c) Škurda-Tabačina, d) Tunnel Vrmac, e) Grbaljski izvori i f) Simiš

U tabeli 2.7 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.

**Tabela 2.7** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

| R.br. | Lokacija         | Latituda N | Longituda E |
|-------|------------------|------------|-------------|
| 1.    | Grbaljski izvori | 42°22'32"  | 18°45'5"    |
| 2.    | Simiš            | 42°22'7"   | 18°46'56"   |
| 3.    | Spila            | 42°31'6"   | 18°41'46"   |
| 4.    | Tunnel Vrmac     | 42°24'48"  | 18°45'54"   |
| 5.    | Škurda-Tabačina  | 42°25'38"  | 18°46'26"   |
| 6.    | Opačica          | 42°27'28"  | 18°34'43"   |



**Slika 2.4 b)** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

U tabeli 2.8 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.

**Tabela 2.8** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija         | pH   | $E_c$ ( $\mu\text{S/cm}$ ) | $t_{\text{voda}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $t_{\text{vazduh}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-------|------------------|------|----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.    | Grbaljski izvori | 7,55 | 288                        | 14,48                                    | 21                                         |
| 2.    | Simiš            | 7,48 | 404                        | 15,20                                    | 21                                         |
| 3.    | Spila            | 7,67 | 366                        | 13,75                                    | 22                                         |
| 4.    | Tunel Vrmac      | 7,41 | 346                        | 13,21                                    | 20                                         |
| 5.    | Škurda-Tabačina  | 7,56 | 353                        | 14,91                                    | 21                                         |
| 6.    | Opačica          | 7,68 | 358                        | 15,00                                    | 23                                         |



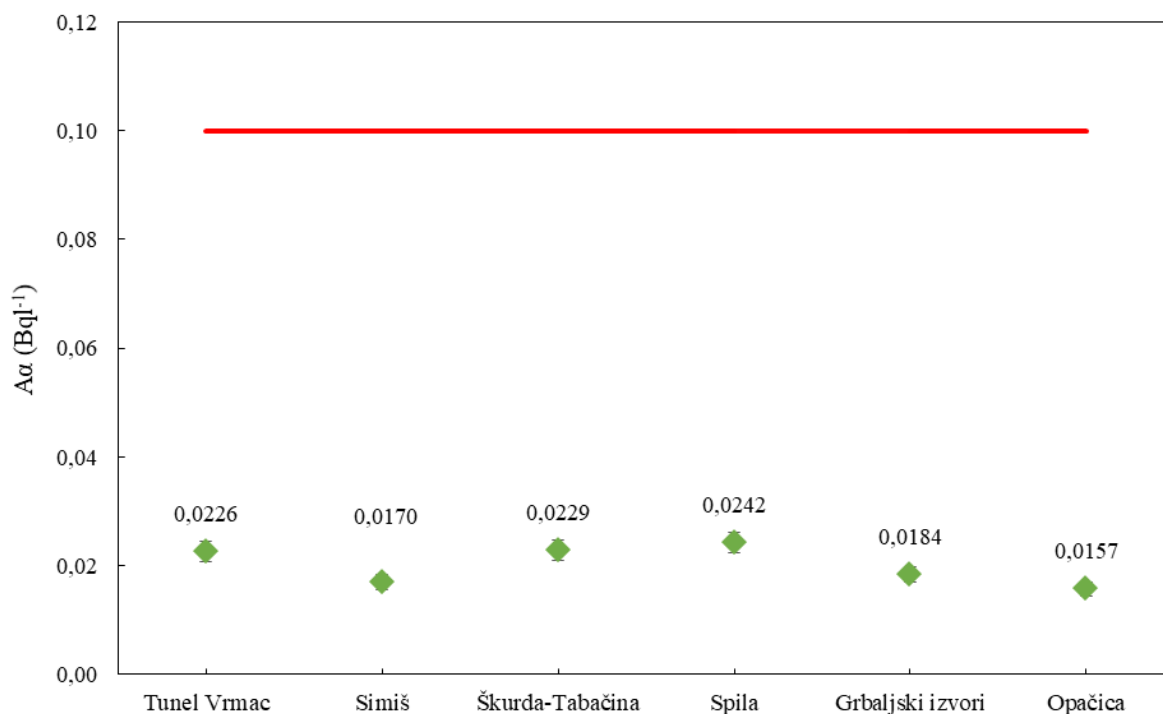
#### 2.4.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće

U tabeli 2.4.1 se nalaze rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.

**Tabela 2.4.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

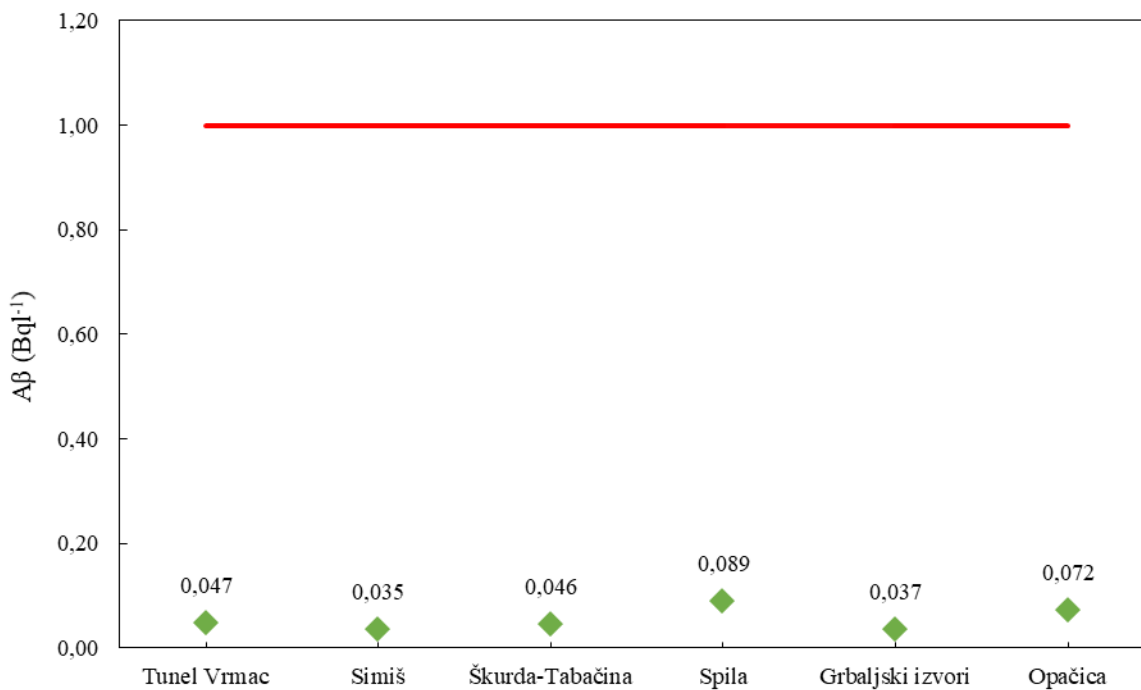
| R.br. | Lokacija         | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Grbaljski izvori | $0,0184 \pm 0,0013$              | 0,1                       | $\leq 0,037$                    | 1                         |
| 2.    | Simiš            | $0,0170 \pm 0,0012$              | 0,1                       | $\leq 0,035$                    | 1                         |
| 3.    | Spila            | $0,0242 \pm 0,0017$              | 0,1                       | $0,089 \pm 0,006$               | 1                         |
| 4.    | Tunel Vrmac      | $0,0226 \pm 0,0016$              | 0,1                       | $\leq 0,047$                    | 1                         |
| 5.    | Škurda-Tabačina  | $0,0229 \pm 0,0016$              | 0,1                       | $\leq 0,046$                    | 1                         |
| 6.    | Opačica          | $\leq 0,0157$                    | 0,1                       | $0,072 \pm 0,005$               | 1                         |

Na slikama 2.4.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi, redom.



**Slika 2.4.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi





**Slika 2.4.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

#### 2.4.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 2.4.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.

**Tabela 2.4.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

| R.br. | Lokacija         | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Grbaljski izvori | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Simiš            | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Spila            | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Tunel Vrmac      | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Škurda-Tabačina  | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 6.    | Opačica          | ≤ 2,36                  | 100                       |

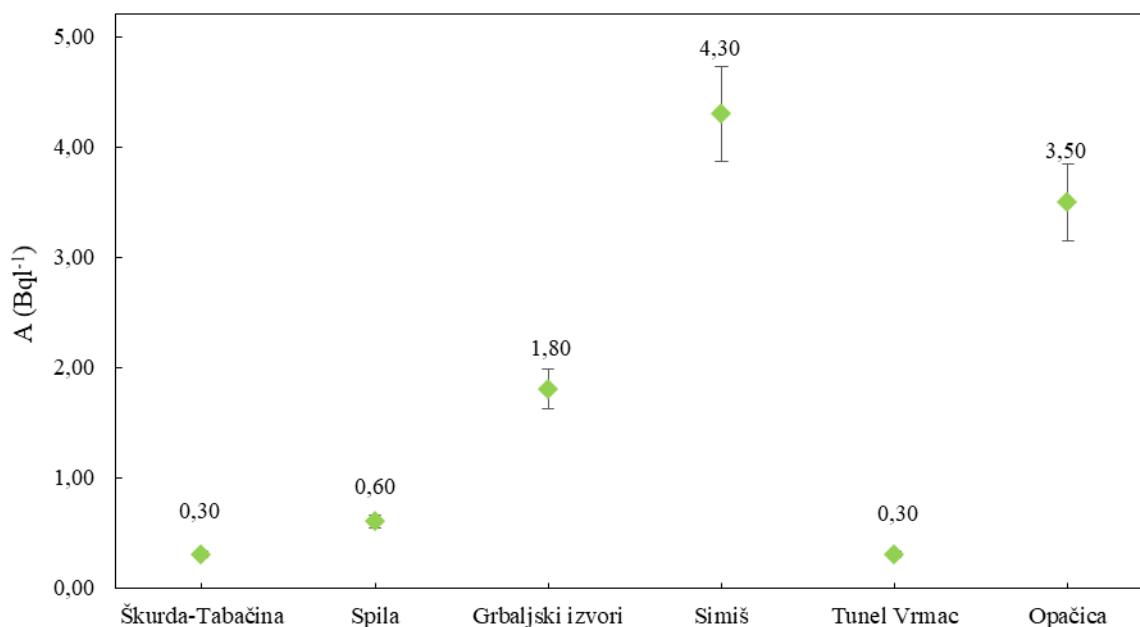
### 2.4.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 2.4.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.

**Tabela 2.4.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

| R.br. | Lokacija         | A (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|------------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Grbaljski izvori | $1,8 \pm 0,2$    | 100                |
| 2.    | Simiš            | $4,3 \pm 0,4$    | 100                |
| 3.    | Spila            | $0,6 \pm 0,1$    | 100                |
| 4.    | Tunel Vrmac      | < MDA            | 100                |
| 5.    | Škurda-Tabačina  | < MDA            | 100                |
| 6.    | Opačica          | $3,5 \pm 0,4$    | 100                |

Na slici 2.4.3 prikazana je raspodjela koncentracija aktivnosti radona u uzorcima vode za piće na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi.



**Slika 2.4.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opština Kotor i Herceg Novi

### 3. SJEVERNA REGIJA

Sjeverna regija Crne Gore se sastoji iz jedanaest opština: Kolašin, Mojkovac, Berane, Bijelo Polje, Andrijevica, Plav, Rožaje, Šavnik, Žabljak, Plužine i Pljevlja. U daljem tekstu biće predstavljeni osnovni parametri, mjerenja na terenu i rezultati ispitivanja po opštinama Sjeverne regije, izuzev u slučajevima kada neke opštine imaju mali broj lokacija uzorkovanja gdje će iste biti grupisane. Na slici 3. je prikazana mapa sa lokacijama uzorkovanja za Sjevernu regiju Crne Gore.



**Slika 3.** Mapa uzorkovanja za Sjevernu regiju Crne Gore



### 3.1 Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak

Stanovništvo Kolašina, Mojkovca, Bijelog Polja, Plužina, Šavnika i Žabljaka se snadbijevaju vodom sa sljedećih lokalnih vodoizvorišta, redom:

1. Mušovića vrelo;
2. Gojakovići;
3. Vrelo Bistrice;
4. Sutulija;
5. Izvorište rijeke Šavnik;
6. Mlinski potok i,
7. Oko.

Na slikama 3.1 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak, redom.



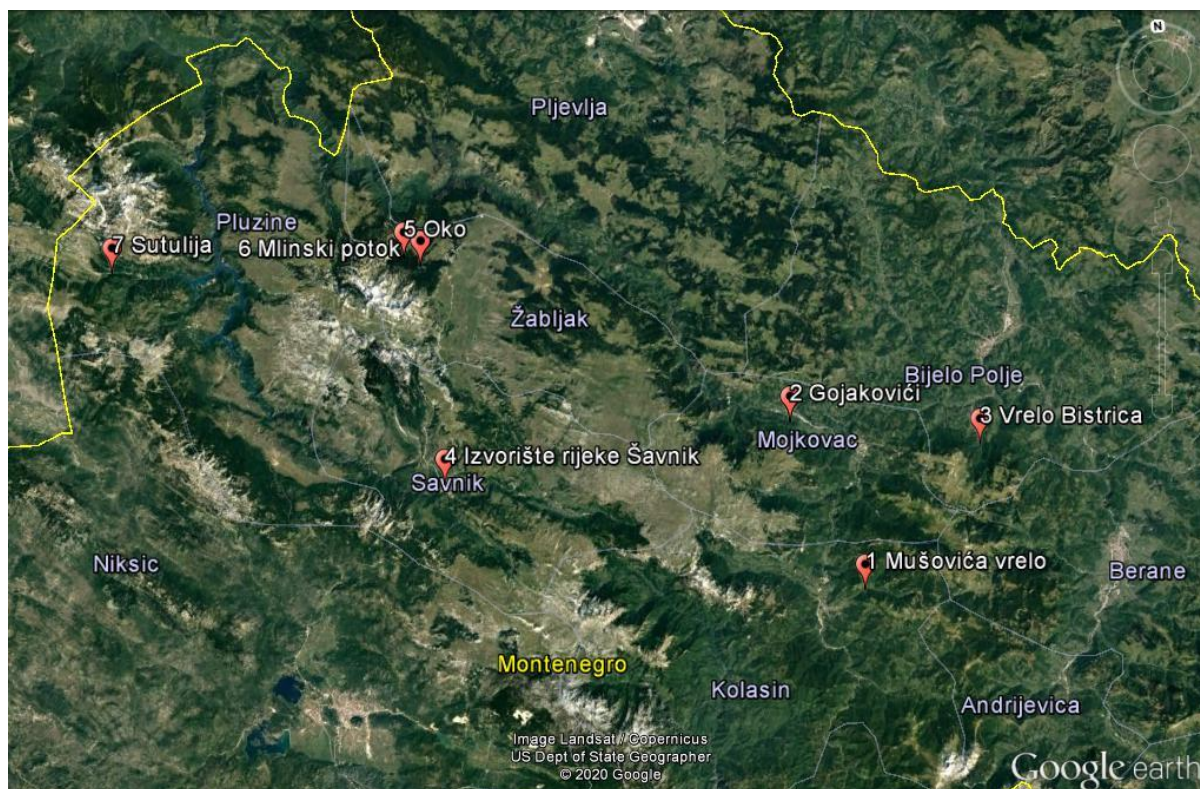
**Slika 3.1 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak: a) Mušovića vrelo, b) Izvorište rijeke Šavnik, c) Mlinski potok, d) Oko, e) Sutulija, f) Gojakovići, f) Vrelo Bistrice



U tabeli 3.1 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak.

**Tabela 3.1** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak

| R.br. | Lokacija                | Latituda N | Longituda E |
|-------|-------------------------|------------|-------------|
| 1.    | Mušovića vrelo          | 42°50'11"  | 19°34'9"    |
| 2.    | Gojakovići              | 42°59'9"   | 19°30'9"    |
| 3.    | Vrelo Bistrice          | 42°56'59"  | 19°43'14"   |
| 4.    | Sutulija                | 43°10'11"  | 18°43'40"   |
| 5.    | Izvorište rijeke Šavnik | 42°57'44"  | 19°5'35"    |
| 6.    | Mlinski potok           | 43°8'57"   | 19°5'24"    |
| 7.    | Oko                     | 43°9'21"   | 19°4'21"    |



**Slika 3.1 b)** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak



U tabeli 3.2 dati su osnovni parametri uzoraka vode određeni prilikom uzorkovanja.

**Tabela 3.2** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija                | pH   | E <sub>c</sub> (μS/cm) | t <sub>voda</sub> (°C) | t <sub>vazduh</sub> (°C) |
|-------|-------------------------|------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1.    | Mušovića vrelo          | 6,54 | 200                    | 8,00                   | 14                       |
| 2.    | Gojakovići              | 7,40 | 223                    | 8,00                   | 16                       |
| 3.    | Vrelo Bistrice          | 7,81 | 281                    | 9,30                   | 15                       |
| 4.    | Sutulija                | 7,42 | 227                    | 9,57                   | 18                       |
| 5.    | Izvorište rijeke Šavnik | 7,34 | 296                    | 10,30                  | 21                       |
| 6.    | Mlinski potok           | 7,78 | 226                    | 15,50                  | 18                       |
| 7.    | Oko                     | 7,40 | 212                    | 10,20                  | 17                       |

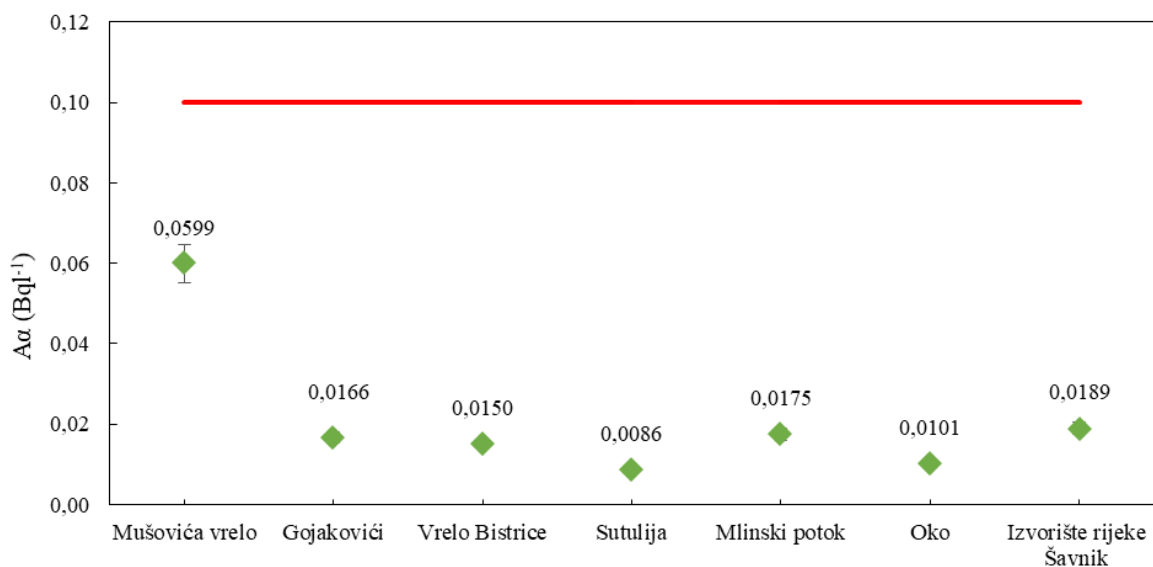
### 3.1.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće

U tabeli 3.1.1 su dati rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak.

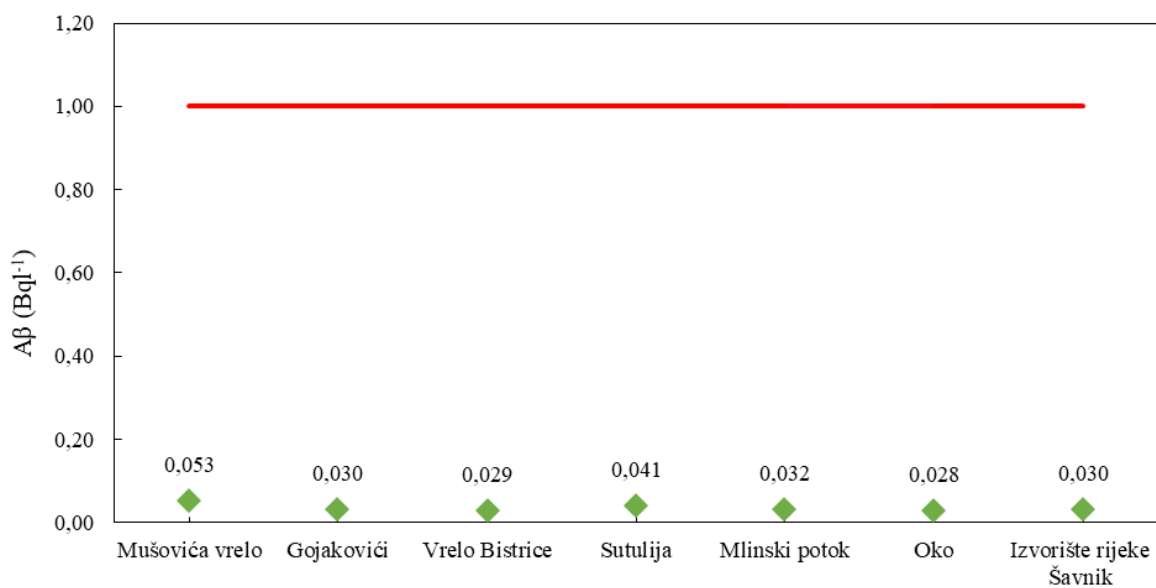
**Tabela 3.1.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak

| R.br. | Lokacija                | A <sub>α</sub> (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | A <sub>β</sub> (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Mušovića vrelo          | 0,0599 ± 0,0043                      | 0,1                       | 0,053 ± 0,003                        | 1                         |
| 2.    | Gojakovići              | 0,0166 ± 0,0012                      | 0,1                       | ≤ 0,030                              | 1                         |
| 3.    | Vrelo Bistrice          | 0,0150 ± 0,0011                      | 0,1                       | ≤ 0,029                              | 1                         |
| 4.    | Sutulija                | ≤ 0,0086                             | 0,1                       | 0,041 ± 0,003                        | 1                         |
| 5.    | Izvorište rijeke Šavnik | 0,0189 ± 0,0014                      | 0,1                       | ≤ 0,030                              | 1                         |
| 6.    | Mlinski potok           | 0,0175 ± 0,0013                      | 0,1                       | ≤ 0,032                              | 1                         |
| 7.    | Oko                     | ≤ 0,0101                             | 0,1                       | ≤ 0,028                              | 1                         |

Na slikama 3.1.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik, redom.



**Slika 3.1.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik



**Slika 3.1.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik

### 3.1.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3H$ u vodi za piće

U tabeli 3.1.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik.

**Tabela 3.1.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik

| R.br. | Lokacija                | A (Bql <sup>-1</sup> ) | MDK (Bql <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1.    | Mušovića vrelo          | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 2.    | Gojakovići              | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 3.    | Vrelo Bistrice          | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 4.    | Sutulija                | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 5.    | Izvorište rijeke Šavnik | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 6.    | Mlinski potok           | $\leq 2,36$            | 100                      |
| 7.    | Oko                     | $\leq 2,36$            | 100                      |

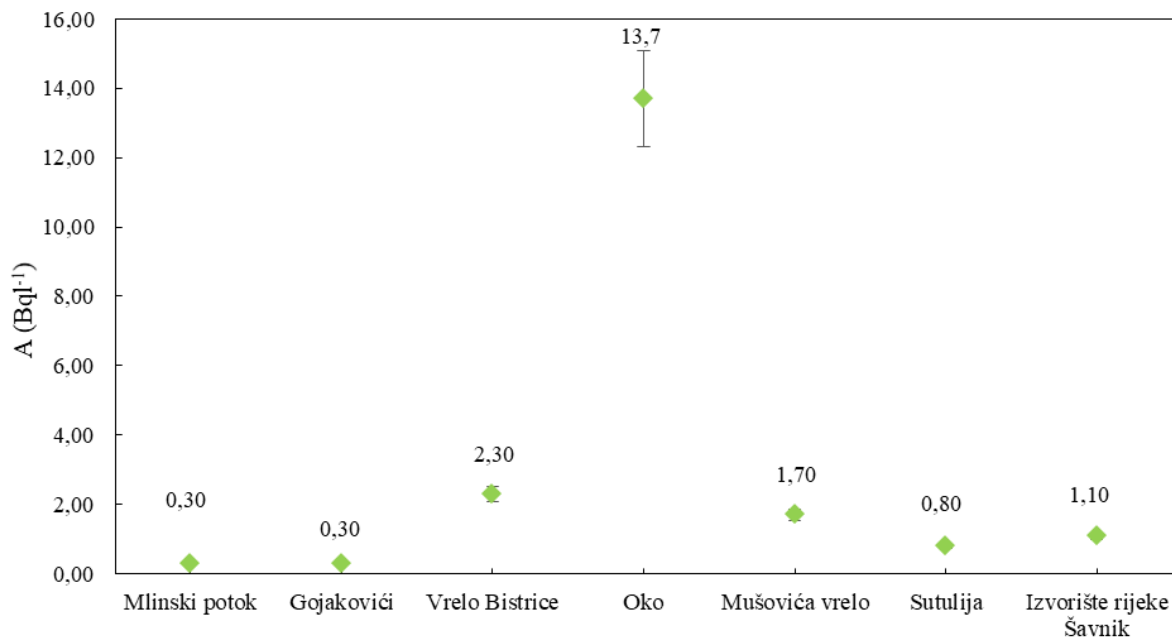
### 3.1.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}Rn$ u vodi za piće

U tabeli 3.1.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik.

**Tabela 3.1.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Žabljak i Šavnik

| R.br. | Lokacija                | A (Bql <sup>-1</sup> ) | MDK (Bql <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1.    | Mušovića vrelo          | $1,7 \pm 0,2$          | 100                      |
| 2.    | Gojakovići              | < MDA                  | 100                      |
| 3.    | Vrelo Bistrice          | $2,3 \pm 0,2$          | 100                      |
| 4.    | Sutulija                | $0,8 \pm 0,1$          | 100                      |
| 5.    | Izvorište rijeke Šavnik | $1,1 \pm 0,1$          | 100                      |
| 6.    | Mlinski potok           | $\leq$ MDA             | 100                      |
| 7.    | Oko                     | $13,7 \pm 1,4$         | 100                      |

Na slici 3.1.3 je prikazana raspodjela koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak.



**Slika 3.1.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opština Kolašin, Mojkovac, Bijelo Polje, Plužine, Šavnik i Žabljak

### 3.2 Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

Stanovništvo Berana, Andrijevice, Plava i Rožaja se snadbijeva vodom sa sljedećih lokalnih vodoizvorišta:

1. Merića vrelo;
2. Manastirsko vrelo;
3. Krkori;
4. Jasenička rijeka i,
5. Vrelo Ibra.

Na slikama 3.2 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.





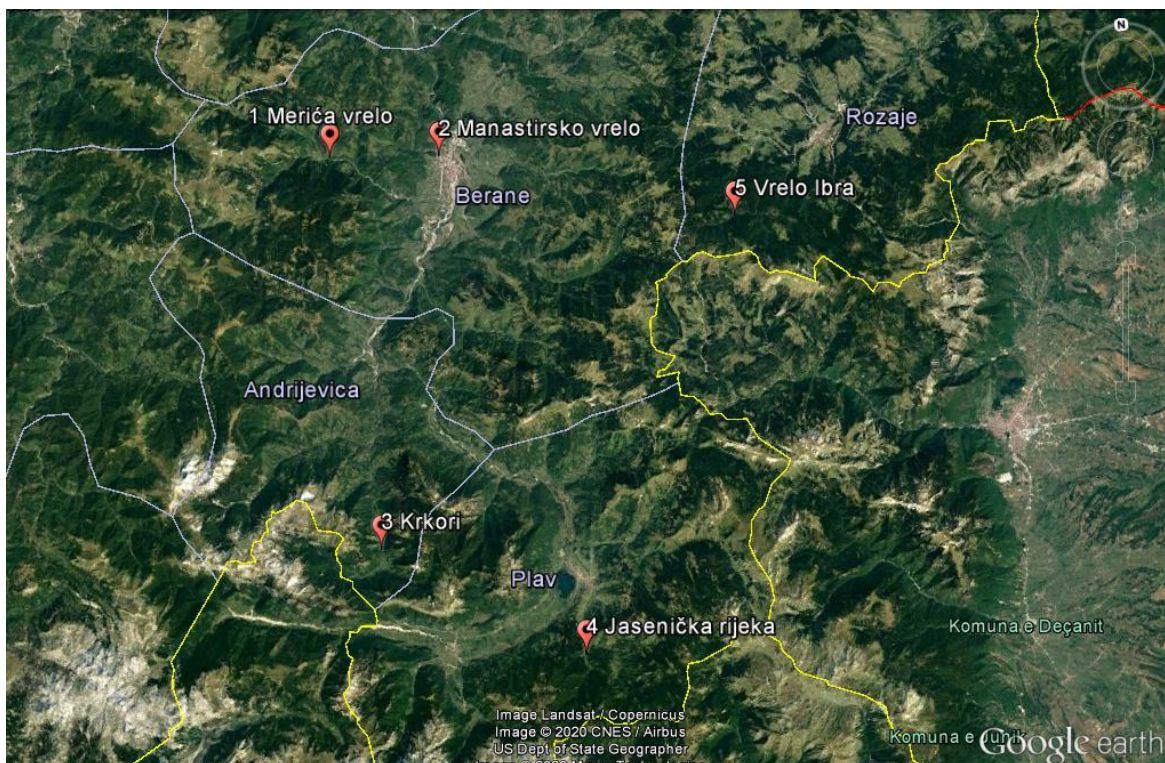
**Slika 3.2 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje: a) Krkori, b) Vrelo Ibra, c) Manastirsko vrelo, d) Jasenička rijeka, e) Merića vrelo

U tabeli 3.3 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.

**Tabela 3.3** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

| R.br. | Lokacija          | Latituda N | Longituda E |
|-------|-------------------|------------|-------------|
| 1.    | Merića vrelo      | 42°51'25"  | 19°46'33"   |
| 2.    | Manastirsko vrelo | 42°51'10"  | 19°51'44"   |
| 3.    | Krkori            | 42°37'37"  | 19°47'5"    |
| 4.    | Jasenička rijeka  | 42°33'13"  | 19°56'13"   |
| 5.    | Vrelo Ibra        | 42°47'51"  | 20°5'25"    |





Slika 3.2 b) Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

U tabeli 3.4 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće određeni prilikom uzorkovanja.

Tabela 3.4 Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija          | pH   | $E_c$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | $t_{\text{voda}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $t_{\text{vazduh}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-------|-------------------|------|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.    | Merića vrelo      | 7,62 | 162                               | 7,00                                     | 14                                         |
| 2.    | Manastirsko vrelo | 7,60 | 201                               | 8,30                                     | 14                                         |
| 3.    | Krkori            | 7,83 | 241                               | 8,50                                     | 15                                         |
| 4.    | Jasenička rijeka  | 7,73 | 271                               | 11,00                                    | 23                                         |
| 5.    | Vrelo Ibra        | 7,63 | 220                               | 8,00                                     | 23                                         |

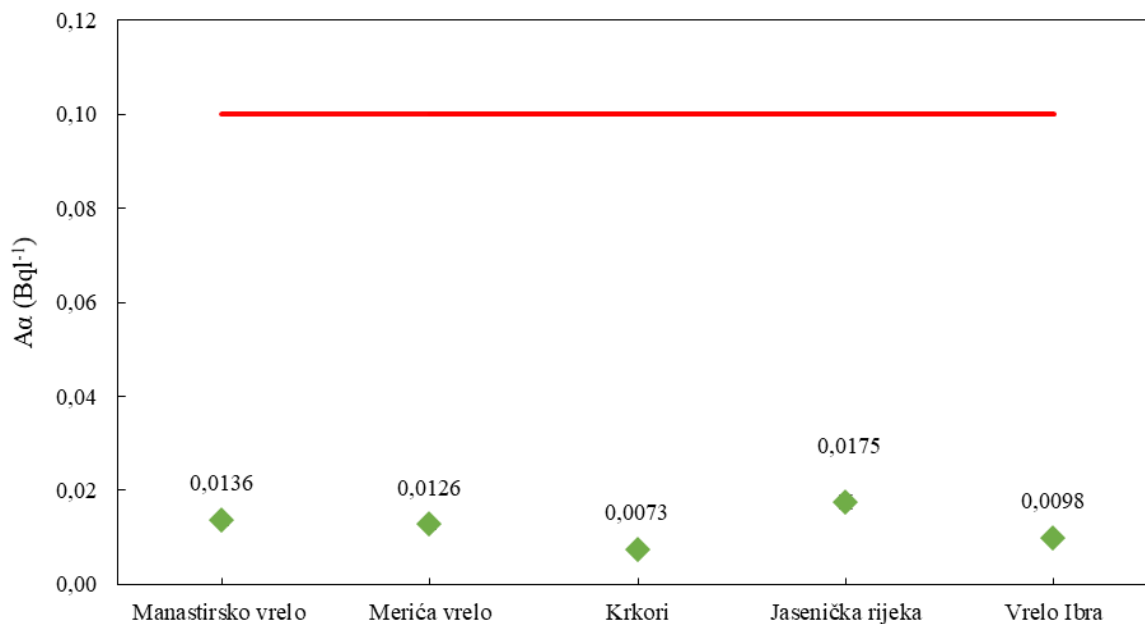
### 3.2.1 Ispitivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće

U tabeli 3.2.1 su dati rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.

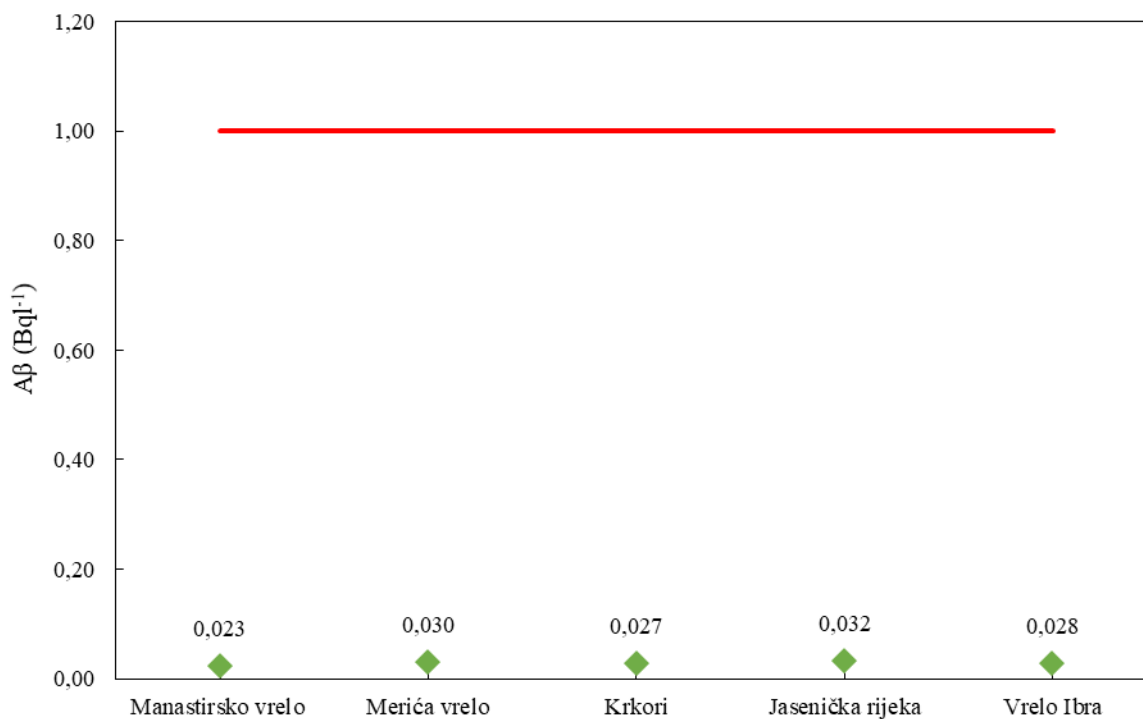
**Tabela 3.2.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

| R.br. | Lokacija          | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Merića vrelo      | $0,0126 \pm 0,0009$              | 0,1                       | $\leq 0,030$                    | 1                         |
| 2.    | Manastirsko vrelo | $0,0136 \pm 0,0010$              | 0,1                       | $\leq 0,023$                    | 1                         |
| 3.    | Krkori            | $\leq 0,0073$                    | 0,1                       | $\leq 0,027$                    | 1                         |
| 4.    | Jasenička rijeka  | $0,0175 \pm 0,0013$              | 0,1                       | $\leq 0,032$                    | 1                         |
| 5.    | Vrelo Ibra        | $\leq 0,0098$                    | 0,1                       | $\leq 0,028$                    | 1                         |

Na slikama 3.2.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje, redom.



**Slika 3.2.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje



**Slika 3.2.1 b)** Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

### 3.2.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3\text{H}$ u vodi za piće

U tabeli 3.2.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.

**Tabela 3.2.2** Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

| R.br. | Lokacija          | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Merića vrelo      | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Manastirsko vrelo | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Krkori            | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Jasenička rijeka  | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Vrelo Ibra        | ≤ 2,36                  | 100                       |

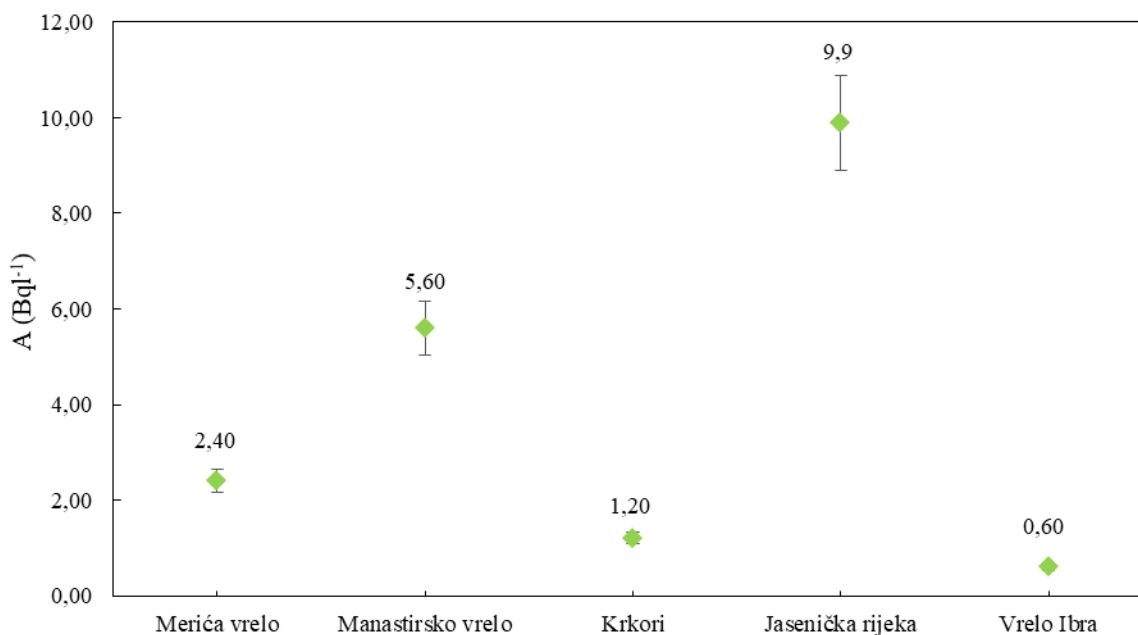
### 3.2.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 3.2.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.

**Tabela 3.2.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje

| R.br. | Lokacija          | A (Bq $l^{-1}$ ) | MDK (Bq $l^{-1}$ ) |
|-------|-------------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Merića vrelo      | $2,4 \pm 0,2$    | 100                |
| 2.    | Manastirsko vrelo | $5,6 \pm 0,6$    | 100                |
| 3.    | Krkori            | $1,2 \pm 0,1$    | 100                |
| 4.    | Jasenička rijeka  | $9,9 \pm 1,0$    | 100                |
| 5.    | Vrelo Ibra        | $0,6 \pm 0,1$    | 100                |

Na slici 3.2.3 je prikazana raspodjela koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje.



**Slika 3.2.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona na teritoriji opština Berane, Andrijevica, Plav i Rožaje



### 3.3 Pljevlja

Stanovništvo Pljevalja se snadbijeva vodom sa šest lokalnih vodoizvorišta:

1. Jugoštica;
2. Breznica;
3. Zmajevac;
4. Mandojevac;
5. Bezarska vrela i,
6. Akumulacija Otilovići.

Na slikama 3.3 a) i b) su prikazane fotografije i mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Pljevlja.

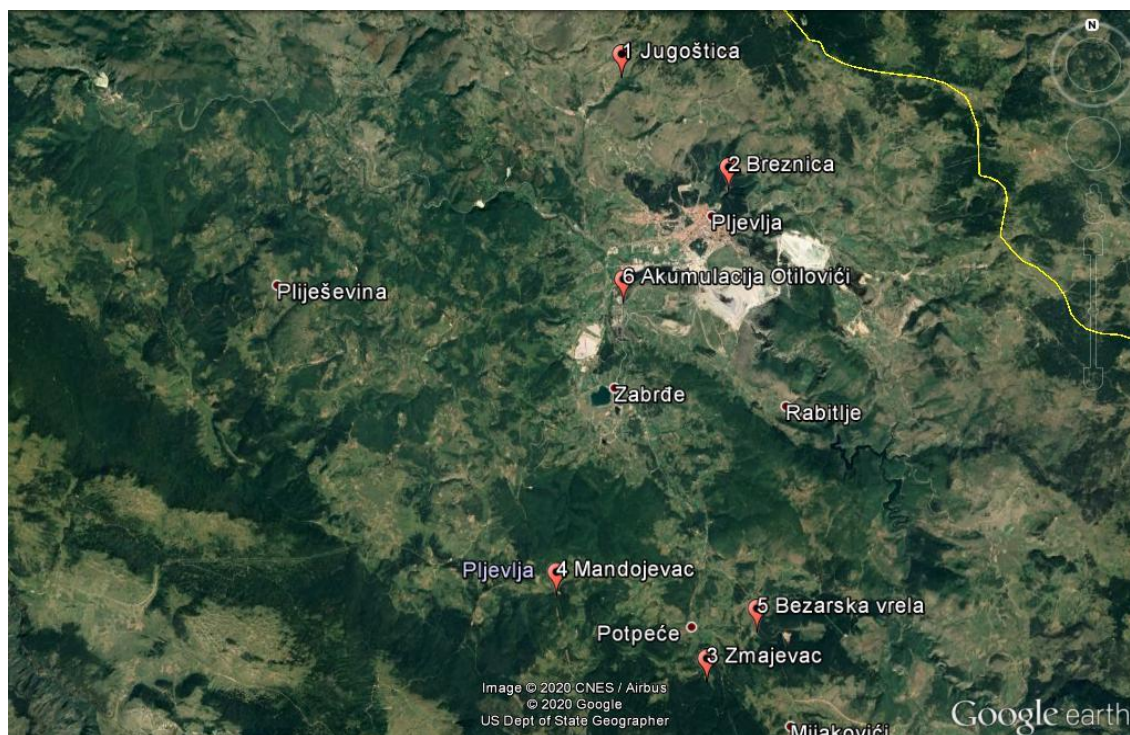


**Slika 3.3 a)** Fotografije lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Pljevlja: a) Akumulacija Otilovići, b) Jugoštica, c) Breznica, d) Bezarska vrela, e) Zmajevac i f) Mandojevac

U tabeli 3.5 date su koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Pljevlja.

**Tabela 3.5** Koordinate lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Pljevlja

| R.br. | Lokacija              | Latituda N | Longituda E |
|-------|-----------------------|------------|-------------|
| 1.    | Jugoštica             | 43°23'42"  | 19°19'48"   |
| 2.    | Breznica              | 43°21'58"  | 19°21'57"   |
| 3.    | Zmajevac              | 43°14'32"  | 19°21'11"   |
| 4.    | Mandojevac            | 43°5'55"   | 19°8'9"     |
| 5.    | Bezarska vrela        | 43°15'16"  | 19°22'15"   |
| 6.    | Akumulacija Otilovići | 43°20'19"  | 19°19'43"   |



**Slika 3.3 b)** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji opštine Pljevlja

U tabeli 3.6 dati su osnovni parametri uzoraka vode za piće koji su određeni prilikom uzorkovanja.

**Tabela 3.6** Osnovni parametri uzorkovanja

| R.br. | Lokacija              | pH   | E <sub>c</sub> (μS/cm) | tvoda (°C) | tvazduh (°C) |
|-------|-----------------------|------|------------------------|------------|--------------|
| 1.    | Jugoštica             | 7,25 | 447                    | 11,00      | 25           |
| 2.    | Breznica              | 6,77 | 436                    | 10,00      | 26           |
| 3.    | Zmajevac              | 7,38 | 369                    | 9,50       | 23           |
| 4.    | Mandojevac            | 7,56 | 325                    | 9,00       | 21           |
| 5.    | Bezarska vrela        | 7,11 | 488                    | 9,50       | 24           |
| 6.    | Akumulacija Otilovići | 7,64 | 354                    | 9,00       | 20           |



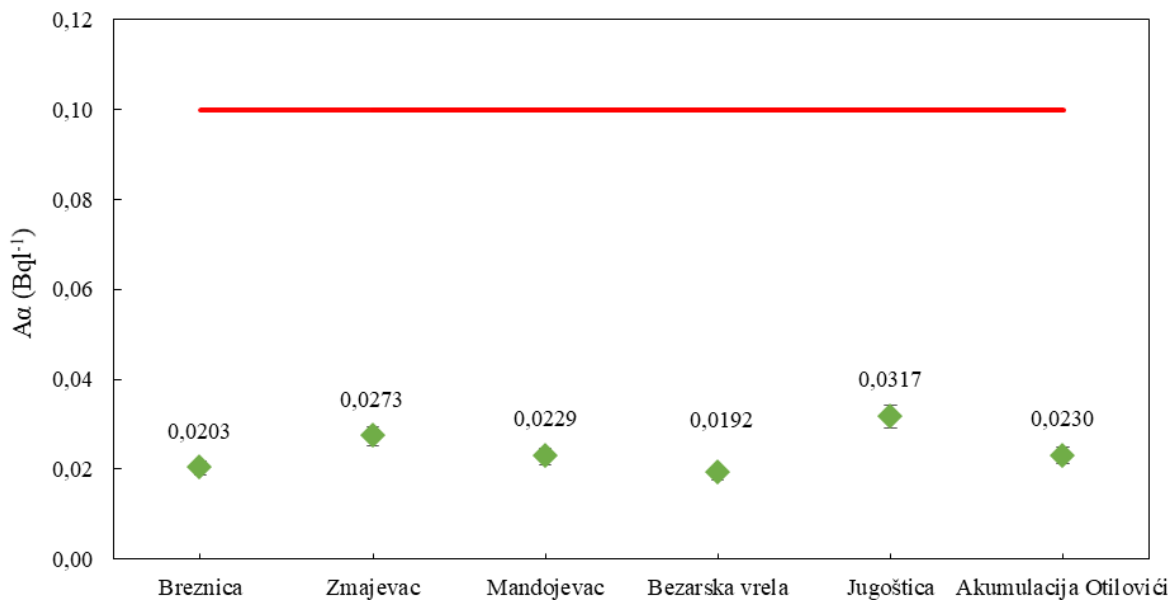
### 3.3.1 Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće

U tabeli 3.3.1 se nalaze rezultati ispitivanja ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja.

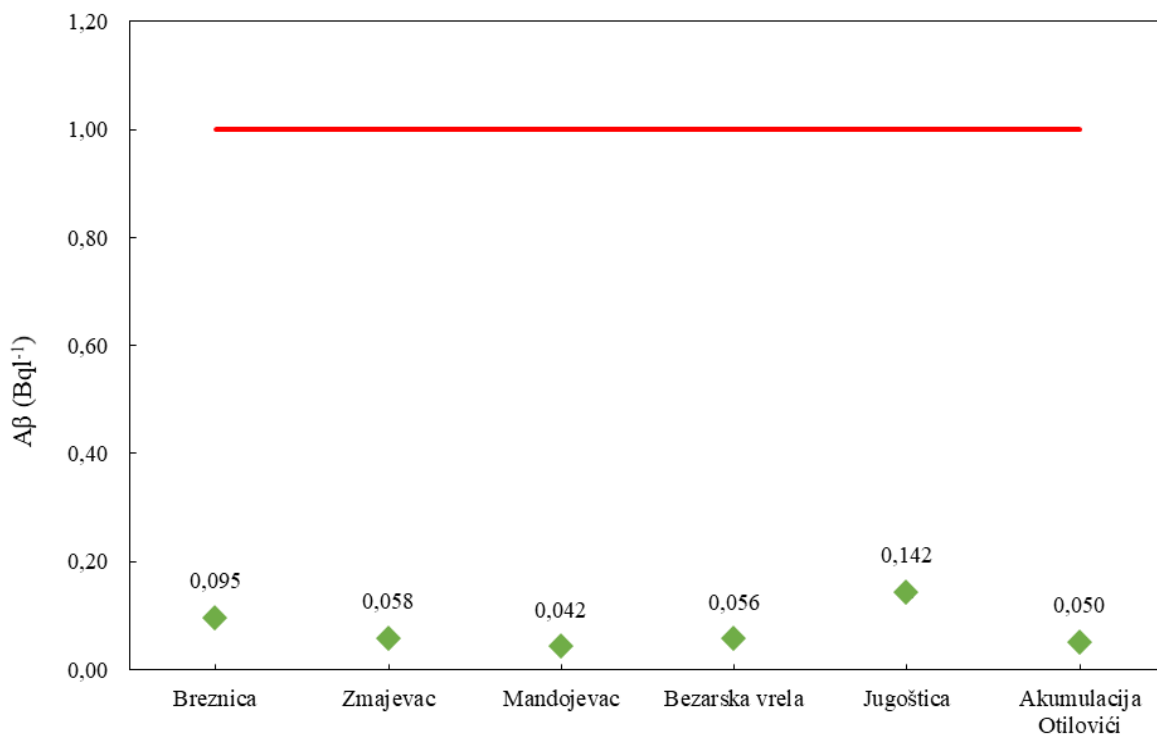
**Tabela 3.3.1** Ukupna alfa i beta aktivnost u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja

| R.br. | Lokacija              | $A_\alpha$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) | $A_\beta$ (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Jugoštica             | $0,0317 \pm 0,0023$              | 0,1                       | $0,142 \pm 0,008$               | 1                         |
| 2.    | Breznica              | $\leq 0,0203$                    | 0,1                       | $0,095 \pm 0,006$               | 1                         |
| 3.    | Zmajevac              | $0,0273 \pm 0,0020$              | 0,1                       | $\leq 0,058$                    | 1                         |
| 4.    | Mandojevac            | $0,0229 \pm 0,0016$              | 0,1                       | $\leq 0,042$                    | 1                         |
| 5.    | Bezarska vrela        | $\leq 0,0192$                    | 0,1                       | $\leq 0,056$                    | 1                         |
| 6.    | Akumulacija Otilovići | $0,0230 \pm 0,0017$              | 0,1                       | $\leq 0,050$                    | 1                         |

Na slikama 3.3.1 a) i b) su dati grafički prikazi raspodjele ukupne alfa i beta aktivnosti na teritoriji opštine Pljevlja, redom.



**Slika 3.3.1 a)** Raspodjela ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja



Slika 3.3.1 b) Raspodjela ukupne beta aktivnosti u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja

### 3.3.2 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^3H$ u vodi za piće

U tabeli 3.3.2 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja.

Tabela 3.3.2 Koncentracija aktivnosti tricijuma u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja

| R.br. | Lokacija              | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Jugoštica             | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 2.    | Breznica              | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 3.    | Zmajevac              | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 4.    | Mandojevac            | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 5.    | Bezarska vrela        | ≤ 2,36                  | 100                       |
| 6.    | Akumulacija Otilovići | ≤ 2,36                  | 100                       |

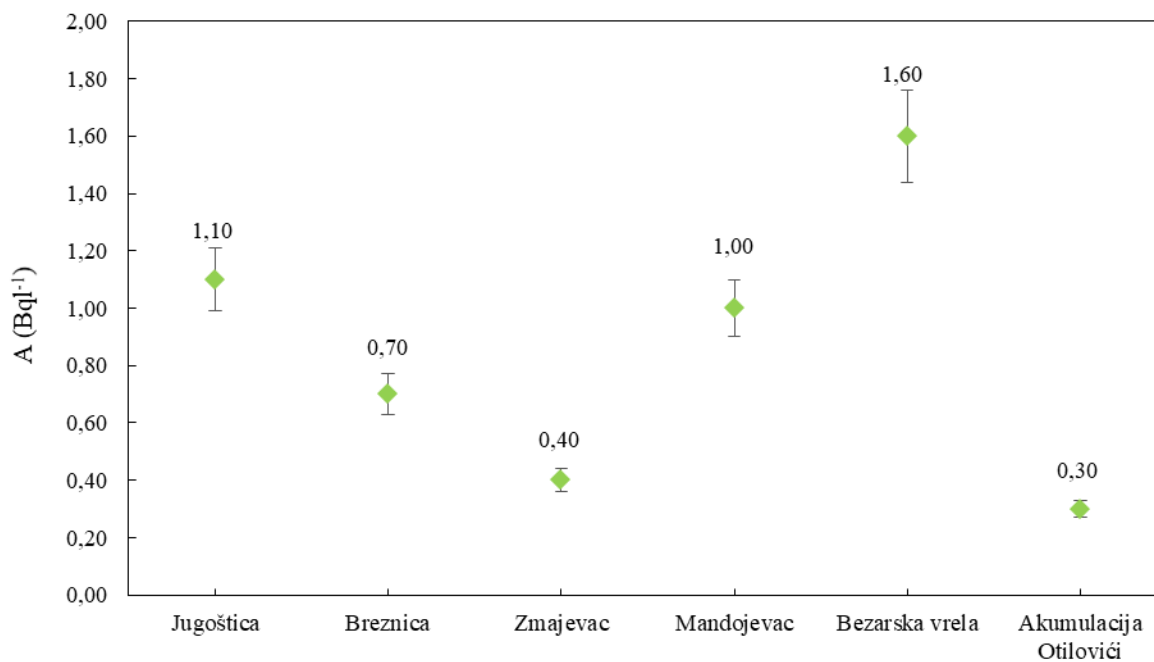
### 3.3.3 Ispitivanje koncentracije aktivnosti $^{222}\text{Rn}$ u vodi za piće

U tabeli 3.3.3 su dati rezultati ispitivanja koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja.

**Tabela 3.3.3** Koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja

| R.br. | Lokacija              | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | MDK (Bq l <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1.    | Jugoštica             | $1,1 \pm 0,1$           | 100                       |
| 2.    | Breznica              | $0,7 \pm 0,1$           | 100                       |
| 3.    | Zmajevac              | $0,4 \pm 0,1$           | 100                       |
| 4.    | Mandojevac            | $1,0 \pm 0,1$           | 100                       |
| 5.    | Bezarska vrela        | $1,6 \pm 0,2$           | 100                       |
| 6.    | Akumulacija Otilovići | < MDA                   | 100                       |

Na slici 3.3.3 je prikazana raspodjela koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja.



**Slika 3.3.3** Raspodjela koncentracija aktivnosti radona u vodi za piće na teritoriji opštine Pljevlja



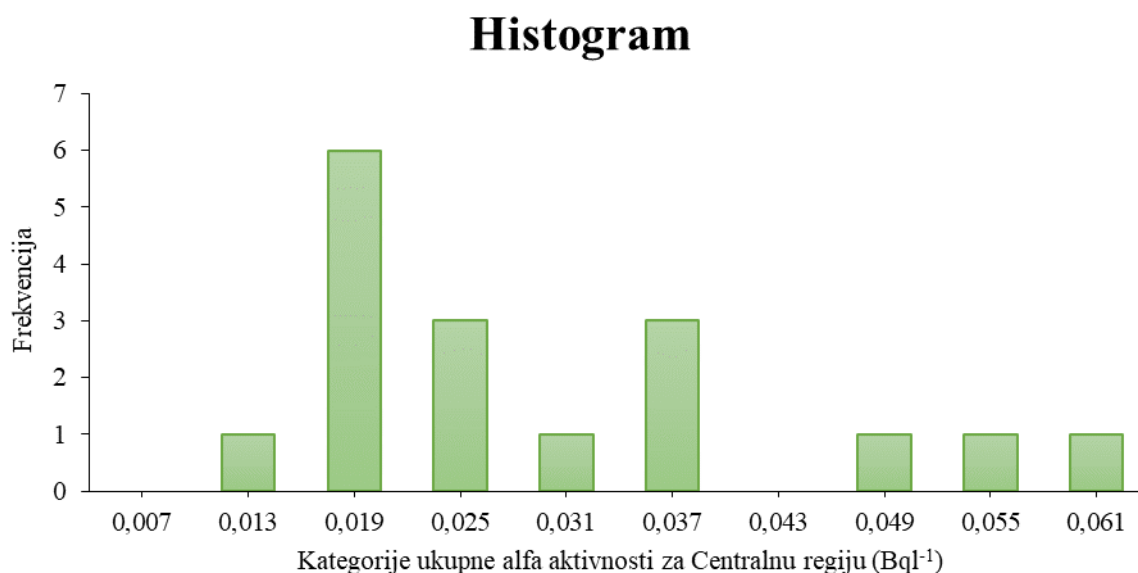
### III. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Statistička obrada podataka biće prikazana posebno za svaki ispitivani parametar po regijama Crne Gore i sumarno za cijelu teritoriju Crne Gore.

Izuzev u slučaju koncentracije aktivnosti tricijuma u uzorcima vode za piće, s obzirom na to da je ista u svim uzorcima manja od granice detekcije.

#### 1. UKUPNA ALFA I BETA AKTIVNOST

Na slici III.1 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće za Centralnu regiju Crne Gore.



**Slika III.1** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u okviru kategorija ukupne alfa aktivnosti za Centralnu regiju Crne Gore

Sa slike III.1 može se zaključiti da najviše dobijenih vrijednost za ukupnu alfa aktivnost u uzorcima vode za piće za Centralnu regiju Crne Gore se nalazi u kategoriji od 0,019 Bq l<sup>-1</sup>. Od ukupnog broja analiziranih uzoraka za Centralnu regiju to predstavlja 35,3%.

U tabeli III.1 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu alfa aktivnost Centralne regije Crne Gore.

Tabela III.1 Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Centralna regija ukupna <math>\alpha</math> aktivnost</i> |                    |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| Srednja vrijednost                                           | 0,0272             |
| Standardna greška                                            | 0,0034             |
| Medijana                                                     | 0,0218             |
| Mod                                                          | #N/A <sup>11</sup> |
| Standardna devijacija                                        | 0,0140             |
| Relativna standardna devijacija                              | 0,52               |
| Varijansa                                                    | 0,0002             |
| Kurtozis                                                     | 0,26               |
| Skjunis                                                      | 0,99               |
| Raspon                                                       | 0,0513             |
| Minimum                                                      | 0,0074             |
| Maximum                                                      | 0,0587             |
| Suma                                                         | 0,4629             |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$                              | 17                 |

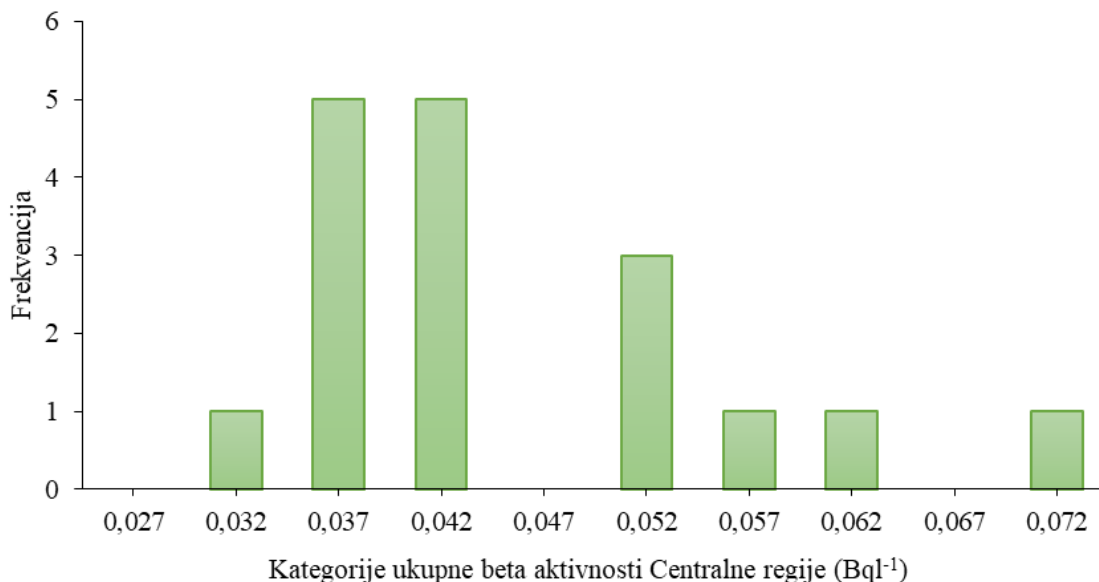
Varijansa rezultata za Centralnu regiju iznosi 0,0002 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne alfa aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi 0,0272 Bq<sup>-1</sup>. Niska vrijednost za standardnu devijaciju 0,0140 i relativnu standardnu devijaciju (koeficijent varijacije) 0,52 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtozis < 3 distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Što je raspršenost dobijenih rezultata veća to je manje izduženje. Skjunis iznosi 0,99 što ukazuje na to da je distribucija umjereno pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je 0,0513 Bq<sup>-1</sup>.

Na slici III.2 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne beta aktivnosti u vodi za piće za Centralnu regiju Crne Gore.

<sup>11</sup> #N/A - ne postoji učestala vrijednost

## Histogram



**Slika III.2** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne beta aktivnosti u okviru kategorija ukupne beta aktivnosti za Centralnu regiju Crne Gore

Sa slike III.2 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu beta aktivnost u uzorcima vode za piće za Centralnu regiju Crne Gore se nalazi u kategorijama od 0,037 Bq l<sup>-1</sup> i 0,042 Bq l<sup>-1</sup>, odnosno po 29,4% od ukupnog broja analiziranih uzoraka za Centralnu regiju.

U tabeli III.2 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu beta aktivnost Centralne regije Crne Gore.

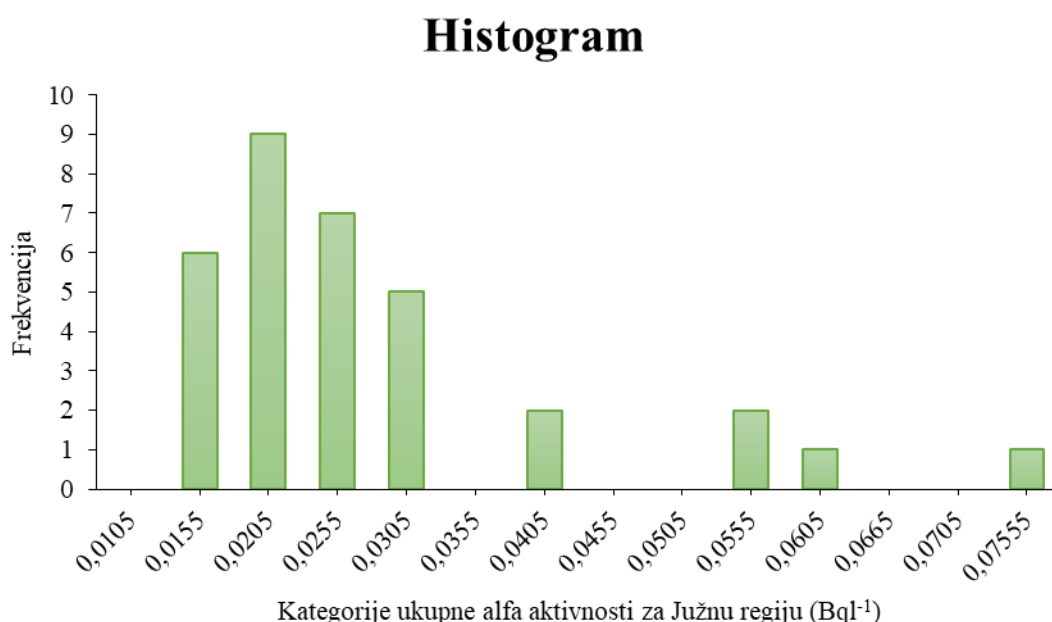
**Tabela III.2** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Centralna regija ukupna β aktivnost</i> |        |
|--------------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                         | 0,043  |
| Standardna greška                          | 0,002  |
| Medijana                                   | 0,040  |
| Mod                                        | 0,037  |
| Standardna devijacija                      | 0,010  |
| Relativna standardna devijacija            | 0,23   |
| Varijansa                                  | 0,0001 |
| Kurtozis                                   | 0,742  |
| Skjunis                                    | 1,019  |
| Raspon                                     | 0,040  |
| Minimum                                    | 0,028  |
| Maximum                                    | 0,068  |
| Suma                                       | 0,729  |
| Σvodoizvorišta                             | 17     |

Najučestalija dobijena vrijednost ukupne beta aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je  $0,037 \text{ Bq l}^{-1}$ . Varijansa rezultata za Centralnu regiju iznosi 0,0001 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne beta aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi  $0,043 \text{ Bq l}^{-1}$ . Niska vrijednost za standardnu devijaciju 0,010 i relativnu standardnu devijaciju (koeficijent varijacije) 0,23 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtosispozitivan i manji od 3 distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis iznosi 1,019 što ukazuje na to da je distribucija umjereno pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $0,040 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.3 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće za Južnu regiju Crne Gore.



**Slika III.3** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u okviru kategorija ukupne alfa aktivnosti za Južnu regiju Crne Gore

Sa slike III.3 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu alfa aktivnost u uzorcima vode za piće za Južnu regiju Crne Gore se nalazi u kategoriji od  $0,0205 \text{ Bq l}^{-1}$ , zatim u kategoriji od  $0,0255 \text{ Bq l}^{-1}$  i kategoriji od  $0,0155 \text{ Bq l}^{-1}$ , redom. U procentima to predstavlja 27,27%, 21,21% i 18,18% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka za Južnu regiju, redom.

U tabeli III.3 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu alfa aktivnost Južne regije Crne Gore.



**Tabela III.3** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Južna regija ukupna <math>\alpha</math> aktivnost</i> |                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------|
| Srednja vrijednost                                       | 0,0253             |
| Standardna greška                                        | 0,0025             |
| Medijana                                                 | 0,0212             |
| Mod                                                      | #N/A <sup>12</sup> |
| Standardna devijacija                                    | 0,0145             |
| Relativna standardna devijacija                          | 0,57               |
| Varijansa                                                | 0,0002             |
| Kurtozis                                                 | 2,75               |
| Skjunis                                                  | 1,75               |
| Raspon                                                   | 0,0607             |
| Minimum                                                  | 0,0106             |
| Maximum                                                  | 0,0714             |
| Suma                                                     | 0,8352             |
| $\Sigma$ vodoizvorišta                                   | 33                 |

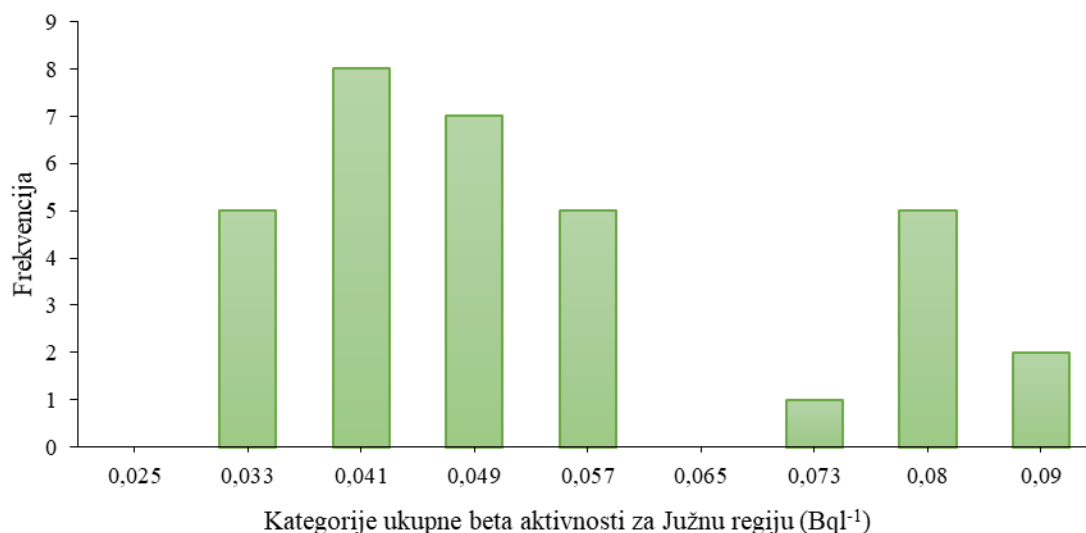
Varijansa rezultata za Južnu regiju iznosi 0,0002 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne alfa aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi 0,0253 Bq<sup>-1</sup>. Niska vrijednost za standardnu devijaciju i relativna standardna devijacija (koeficijent varijacije) < 1 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtozis pozitivan i manji od 3, distribucija je platikurtična (široka), ali kako je kurtozis 2,75 distribucija je blago spljoštena. Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je 0,0607 Bq<sup>-1</sup>.

Na slici III.4 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne beta aktivnosti u vodi za piće za Južnu regiju Crne Gore.

<sup>12</sup> #N/A – ne postoji učestala vrijednost

## Histogram



**Slika III.4** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne beta aktivnosti u okviru kategorija ukupne beta aktivnosti za Južnu regiju Crne Gore

Sa slike III.4 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu beta aktivnost u uzorcima vode za piće za Južnu regiju Crne Gore se nalazi u kategoriji od 0,041 Bq l<sup>-1</sup>, kao i u kategoriji od 0,049 Bq l<sup>-1</sup>. U procentima to predstavlja 24,24% i 21,21% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka za Južnu regiju, redom.

U tabeli III.4 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu beta aktivnost Južne regije Crne Gore.

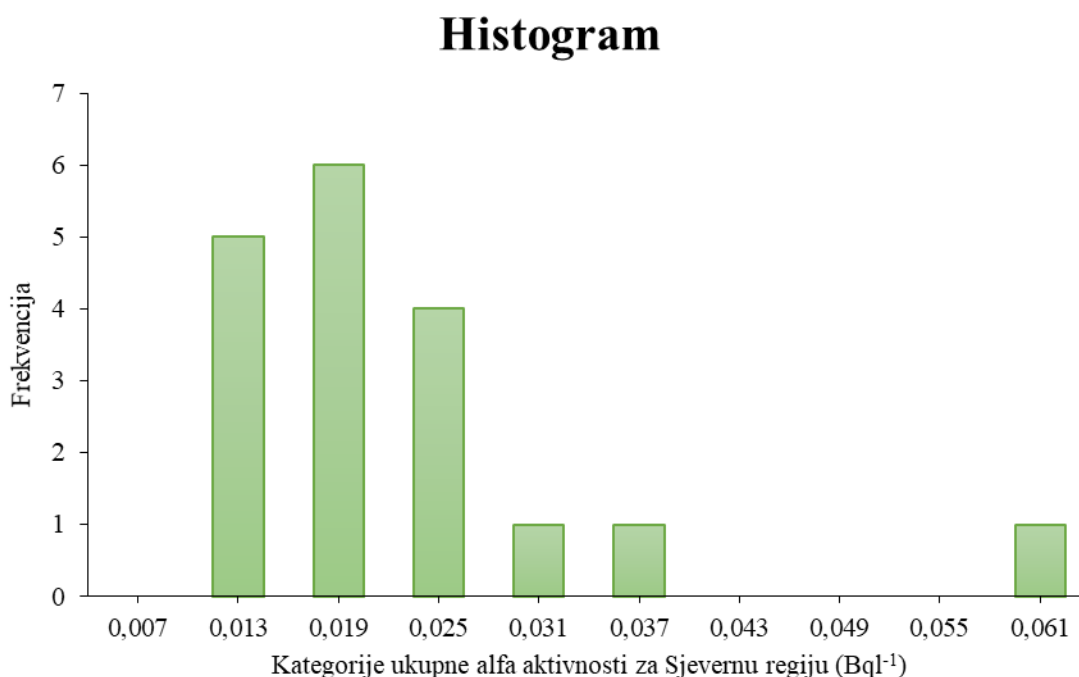
**Tabela III.4** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Južna regija ukupna <math>\beta</math> aktivnost</i> |        |
|---------------------------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                                      | 0,050  |
| Standardna greška                                       | 0,003  |
| Medijana                                                | 0,047  |
| Mod                                                     | 0,076  |
| Standardna devijacija                                   | 0,018  |
| RSD                                                     | 0,36   |
| Varijansa                                               | 0,0003 |
| Kurtozis                                                | -0,750 |
| Skjunis                                                 | 0,668  |
| Raspon                                                  | 0,062  |
| Minimum                                                 | 0,027  |
| Maximum                                                 | 0,089  |
| Suma                                                    | 1,65   |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$                         | 33     |

Najučestalija dobijena vrijednost ukupne beta aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je  $0,076 \text{ Bq l}^{-1}$ . Varijansa rezultata za Južnu regiju iznosi 0,0003 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne beta aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi  $0,050 \text{ Bq l}^{-1}$ . Niske vrijednosti za standardnu devijaciju 0,018 i relativnu standardnu devijaciju (koeficijent varijacije) 0,36 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtosis negativan i manji od 3 distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis se nalazi u opsegu od 0,5 do 1 što ukazuje na to da je distribucija umjereno pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $0,062 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.5 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće za Sjevernu regiju Crne Gore.



**Slika III.5** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u okviru kategorija ukupne alfa aktivnosti za Sjevernu regiju Crne Gore

Sa slike III.5 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu alfa aktivnost u uzorcima vode za piće za Sjevernu regiju se nalazi u kategoriji od  $0,019 \text{ Bq l}^{-1}$  i u kategoriji od  $0,013 \text{ Bq l}^{-1}$ , redom. U procentima to predstavlja 33,33% i 27,27% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka za Sjevernu regiju Crne Gore, redom.

U tabeli III.5 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu alfa aktivnost Sjeverne regije Crne Gore.

Tabela III.5 Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Sjeverna regija ukupna <math>\alpha</math> aktivnost</i> |        |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                                          | 0,0196 |
| Standardna greška                                           | 0,0028 |
| Medijana                                                    | 0,0175 |
| Mod                                                         | 0,0175 |
| Standardna devijacija                                       | 0,0120 |
| Relativna standardna devijacija                             | 0,61   |
| Varijansa                                                   | 0,0001 |
| Kurtozis                                                    | 7,56   |
| Skjunis                                                     | 2,41   |
| Raspon                                                      | 0,0526 |
| Minimum                                                     | 0,0073 |
| Maximum                                                     | 0,0599 |
| Suma                                                        | 0,3519 |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$                             | 18     |

Najučestalija dobijena vrijednost ukupne alfa aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je 0,0175 Bql<sup>-1</sup>.

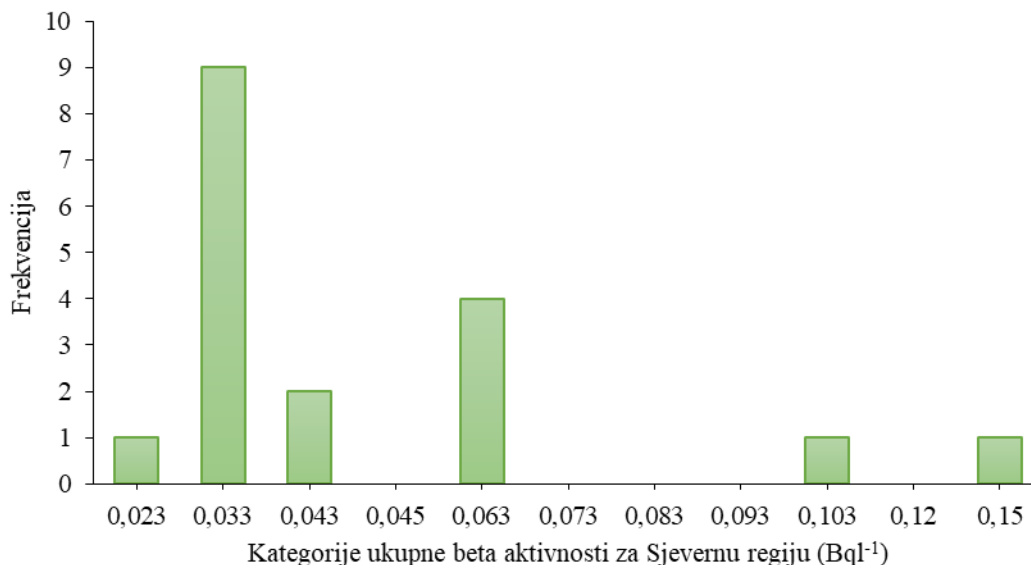
<sup>1</sup>. Varijansa rezultata za Sjevernu regiju Crne Gore iznosi 0,0001 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne alfa aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi 0,0196 Bql<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup>. Niska vrijednost za standardnu devijaciju i relativna standardna devijacija < 1 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtozis pozitivan i veći od 3 distribucija je leptokurtična (uska), odnosno izdužena (veći pik u odnosu na normalnu distribuciju sa dužim repom). Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična, odnosno rep krive na desnoj strani distribucije je duži. Raspon distribucije je 0,0526 Bql<sup>-1</sup>.

Na slici III.6 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne beta aktivnosti u vodi za piće za Sjevernu regiju Crne Gore.

## Histogram



**Slika III.6** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne beta aktivnosti u okviru kategorija ukupne beta aktivnosti za Sjevernu regiju Crne Gore

Sa slike III.6 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu beta aktivnost u uzorcima vode za piće za Sjevernu regiju se nalazi u kategoriji od 0,033 Bq l<sup>-1</sup>, odnosno 50% dobijenih rezultata se nalazi u okviru pomenute kategorije.

U tabeli III.6 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu beta aktivnost Sjeverne regije Crne Gore.

**Tabela III.6** Rezultati deskriptivne statistike

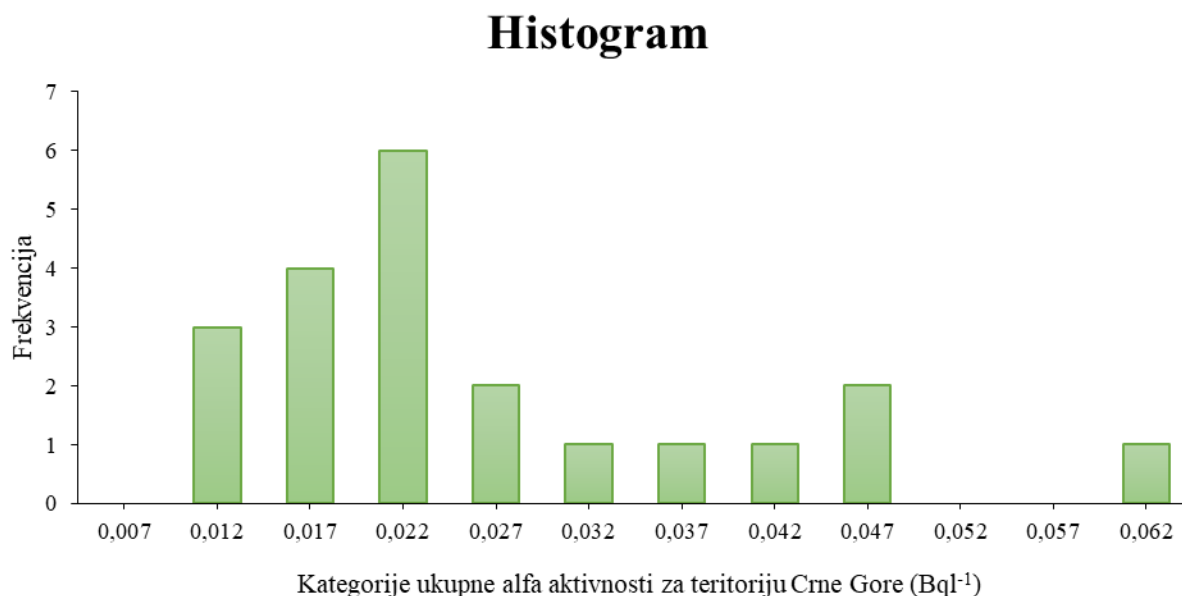
| <i>Sjeverna regija ukupna <math>\beta</math> aktivnost</i> |        |
|------------------------------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                                         | 0,046  |
| Standardna greška                                          | 0,007  |
| Medijana                                                   | 0,032  |
| Mod                                                        | 0,03   |
| Standardna devijacija                                      | 0,030  |
| Relativna standardna devijacija                            | 0,65   |
| Varijansa                                                  | 0,0009 |
| Kurtozis                                                   | 6,37   |
| Skjunis                                                    | 2,43   |
| Raspon                                                     | 0,119  |
| Minimum                                                    | 0,023  |
| Maximum                                                    | 0,142  |
| Suma                                                       | 0,826  |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$                            | 18     |



Najučestalija dobijena vrijednost ukupne beta aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je  $0,030 \text{ Bq l}^{-1}$ . Varijansa rezultata za Sjevernu regiju Crne Gore iznosi 0,0009 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne alfa aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi  $0,046 \text{ Bq l}^{-1}$ . Niska vrijednost za standardnu devijaciju i relativna standardna devijacija  $< 1$  potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtosis pozitivan i veći od 3 distribucija je leptokurtična (uska), odnosno izdužena (veći pik u odnosu na normalnu distribuciju). S obzirom na to da je vrijednost kurtosisa 6,37 distribucija je veoma izdužena. Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $0,119 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.7 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće za cijelu teritoriju Crne Gore.



**Slika III.7** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne alfa aktivnosti u okviru kategorija ukupne alfa za teritoriju Crne Gore

Sa slike III.7 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu alfa aktivnost u uzorcima vode za piće za cijelu teritoriju Crne Gore se nalazi u kategoriji od  $0,022 \text{ Bq l}^{-1}$  i u kategoriji od  $0,017 \text{ Bq l}^{-1}$ , redom. U procentima to predstavlja 28,6% i 19,0% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka za teritoriju Crne Gore, redom. Pri čemu su rezultati prikazani kao srednje vrijednosti po opštinama.

U tabeli III.7 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu alfa aktivnost za cijelu teritoriju Crne Gore.

Tabela III.7 Rezultati deskriptivne statistike

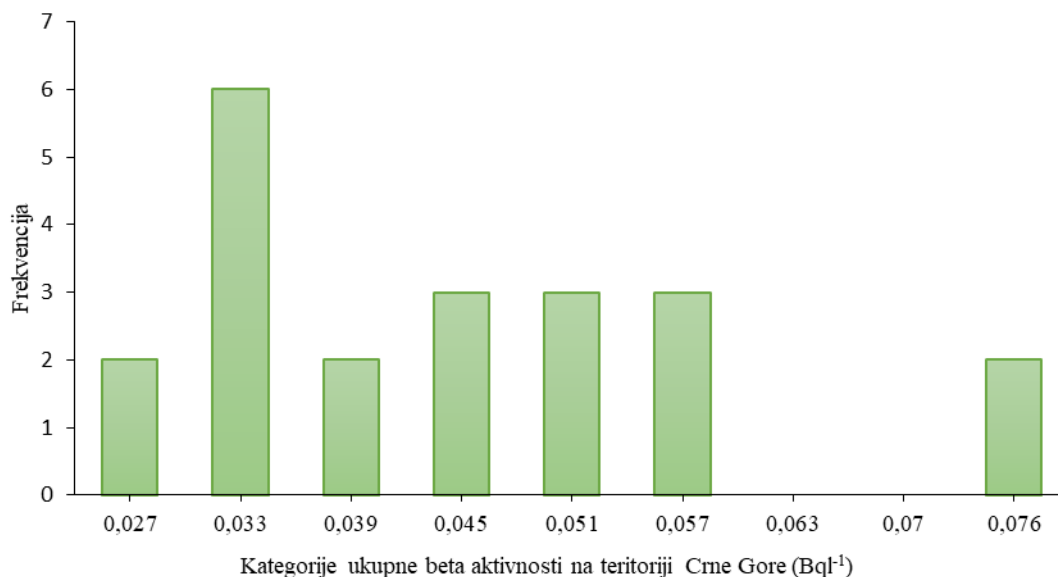
| <i>Crna Gora ukupna <math>\alpha</math> aktivnost</i> |        |
|-------------------------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                                    | 0,0241 |
| Standardna greška                                     | 0,0030 |
| Medijana                                              | 0,0189 |
| Mod                                                   | 0,0175 |
| Standardna devijacija                                 | 0,0138 |
| Relativna standardna devijacija                       | 0,57   |
| Varijansa                                             | 0,0002 |
| Kurtozis                                              | 0,82   |
| Skjunis                                               | 1,14   |
| Raspon                                                | 0,0526 |
| Minimum                                               | 0,0073 |
| Maximum                                               | 0,0599 |
| Suma                                                  | 0,5063 |
| $\Sigma_{\text{opština}}$                             | 21     |

Najučestalija dobijena vrijednost ukupne alfa aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je 0,0175 Bq<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Varijansa rezultata za ukupnu alfa aktivnost za teritoriju Crne Gore iznosi 0,0002 što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne alfa aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi 0,0241 Bq<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Niska vrijednost za standardnu devijaciju i relativna standardna devijacija < 1 potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Kako je kurtozis pozitivan manji od 3 distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija pozitivno asimetrična, ali kako je vrijednost skjunisa 1,14 distribucija je umjereno asimetrična. Raspon distribucije je 0,0526 Bq<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti po opštinama Crne Gore.

Na slici III.8 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata ukupne beta aktivnosti u vodi za piće za cijelu teritoriju Crne Gore.

## Histogram



**Slika III.8** Histogram frekvencije javljanja rezultata ukupne beta aktivnosti u okviru kategorija ukupne beta za teritoriju Crne Gore

Sa slike III.8 se može zaključiti da najviše dobijenih vrijednosti za ukupnu beta aktivnost u uzorcima vode za piće za cijelu teritoriju Crne Gore se nalazi u kategoriji od 0,033 Bq l<sup>-1</sup>, odnosno 28,6% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka. Pri čemu su rezultati prikazani kao srednje vrijednosti po opštinama.

U tabeli III.8 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za ukupnu beta aktivnost za cijelu teritoriju Crne Gore.

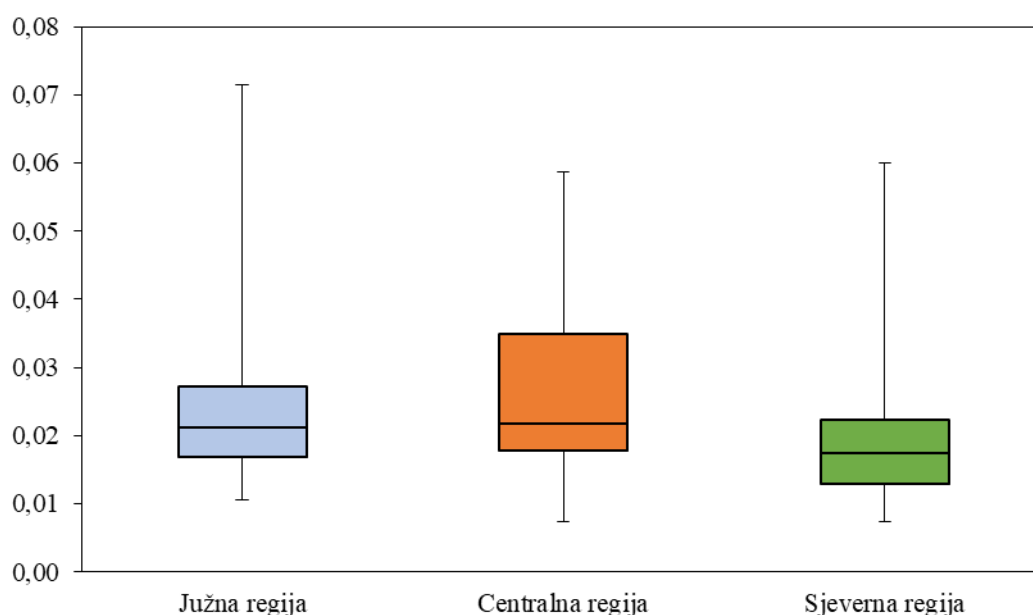
**Tabela III.8** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Crna Gora ukupna β aktivnost</i> |        |
|-------------------------------------|--------|
| Srednja vrijednost                  | 0,042  |
| Standardna greška                   | 0,003  |
| Medijana                            | 0,041  |
| Mod                                 | 0,03   |
| Standardna devijacija               | 0,014  |
| Relativna standardna devijacija     | 0,33   |
| Varijansa                           | 0,0002 |
| Kurtosis                            | 0,08   |
| Skjunis                             | 0,84   |
| Raspon                              | 0,047  |
| Minimum                             | 0,027  |
| Maximum                             | 0,074  |
| Suma                                | 0,892  |
| Σopština                            | 21     |

Najučestalija dobijena vrijednost ukupne beta aktivnosti u distribuciji, odnosno mod je  $0,030 \text{ Bq l}^{-1}$ . Varijansa rezultata za ukupnu beta aktivnost za Crnu Goru iznosi  $0,0002$  što ukazuje na malo odstupanje vrijednosti ukupne beta aktivnosti od srednje vrijednosti dobijenih rezultata koja iznosi  $0,042 \text{ Bq l}^{-1}$ . Niska vrijednost za standardnu devijaciju i relativna standardna devijacija  $< 1$  potvrđuju malo odstupanje u varijabilnosti rezultata.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtosis pozitivan i približno jednak 0 distribucija je mezokurtična, odnosno pretpostavlja se da ima normalnu distribuciju. Skjunis je pozitivan i nalazi se u opsegu od 0,5 do 1 što ukazuje na to da je distribucija blago pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $0,047 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.a) je prikazan Box-whisker dijagram<sup>13</sup> za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za ukupnu alfa aktivnost.



**Slika III.a)** Box-whisker dijagram za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za ukupnu alfa aktivnost

Box-whisker dijagrami (kutijasti dijagrami) su korisni jer pružaju vizuelni rezime podataka, brzo identifikovanje raspršenosti (disperzije) skupa podataka i znakove asimetričnosti distribucije istih. Box-plotovi za sve tri regije ukazuju na asimetričnu distribuciju rezultata, pozitivno nagnutu ka gornjem kvartilu.

Box-plot za Južnu regiju pokazuje asimetričnu distribuciju rezultata, javljaju se ekstremne vrijednosti nagnute ka pozitivnom kraju. Medijana za Južnu regiju iznosi  $0,0212 \text{ Bq l}^{-1}$ , dakle 50% rezultata je veće ili jednako vrijednosti medijane, odnosno 50% rezultata je manje ili jednako istoj.

<sup>13</sup> Box-whisker dijagram poznat još i kao boks dijagram ili kutijasti dijagram.

Interkvartilni raspon je na slici III.a) predstavljen plavom bojom za Južnu regiju, u kojem se nalazi 50% rezultata i kreće se od  $0,0168 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,0272 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Južnu regiju  $0,0104 \text{ Bq l}^{-1}$ .

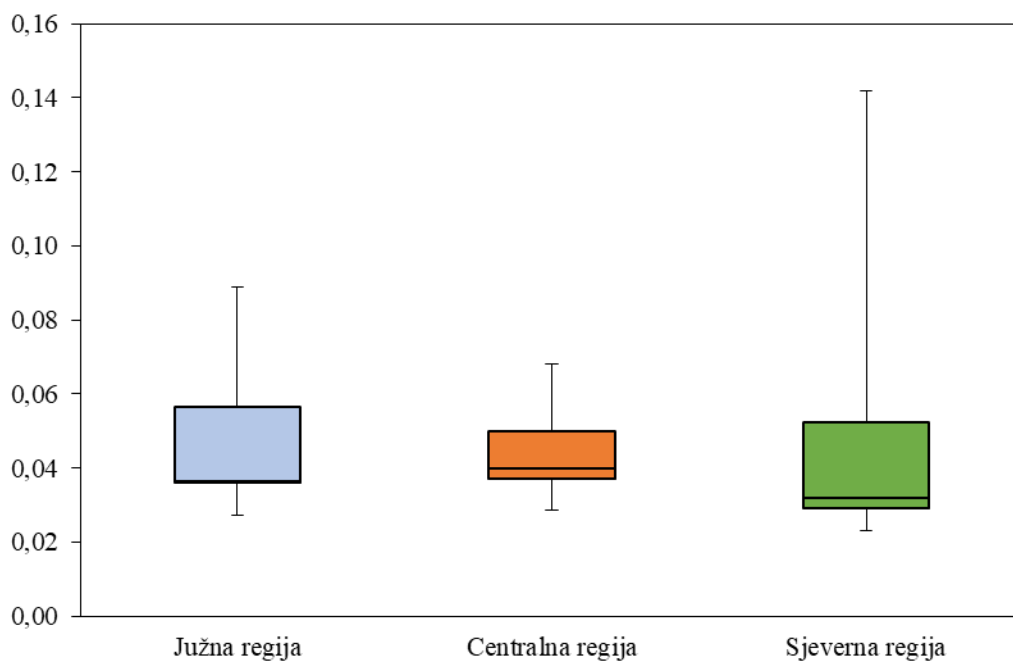
Box-plot za Sjevernu regiju, odnosno interkvartilni raspon, koji je na dijagramu III.a) označen zelenom bojom je komparativno kratak što ukazuje na to da rezultati međusobno imaju visok stepen slaganja (odnosno da su vrijednosti za ukupnu alfa aktivnost za Sjevernu regiju bliske jedna drugoj, bez velikih odstupanja). Interkvartilni raspon se kreće od  $0,0129 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,0222 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Sjevernu regiju  $0,0093 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Sjevernu regiju iznosi  $0,0175 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Box-plot za Centralnu regiju, odnosno interkvartilni raspon, koji je na dijagramu III.a) označen narandžastom bojom je duži u odnosu na Južnu i Sjevernu regiju što ukazuje na to da su dobijeni rezultati za ukupnu alfa aktivnost raspršeni (odnosno veća je disperzija dobijenih rezultata). Interkvartilni raspon se kreće od  $0,0179 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,0348 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Sjevernu regiju  $0,0169 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Centralnu regiju iznosi  $0,0218 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Medijane za sve tri regije su približno iste, ali je distribucija rezultata za sve tri regije različita. Distribucija rezultata za ukupnu alfa aktivnost za Centralnu regiju je veoma raspršena, za razliku od rezultata za ukupnu alfa aktivnost za Južnu i Sjevernu regiju, kod kojih je interkvartilni raspon manji.

Za sve tri regije rasponi dobijenih rezultata su veliki što ukazuje na širu distribuciju rezultata, odnosno veću raspršenost rezultata.

Na slici III.b) je prikazan Box-whisker dijagram za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za ukupnu beta aktivnost.



**Slika III.b)** Box-whisker dijagram za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za ukupnu beta aktivnost



Interkvartilni raspon za Južnu regiju, koji je na slici III.b) označen plavom bojom se kreće od  $0,036 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,057 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Južnu regiju  $0,021 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Južnu regiju iznosi  $0,036 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je asimetrična, pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Južnu regiju nije velik što ukazuje na užu distribuciju rezultata, odnosno manju raspršenost dobijenih rezultata.

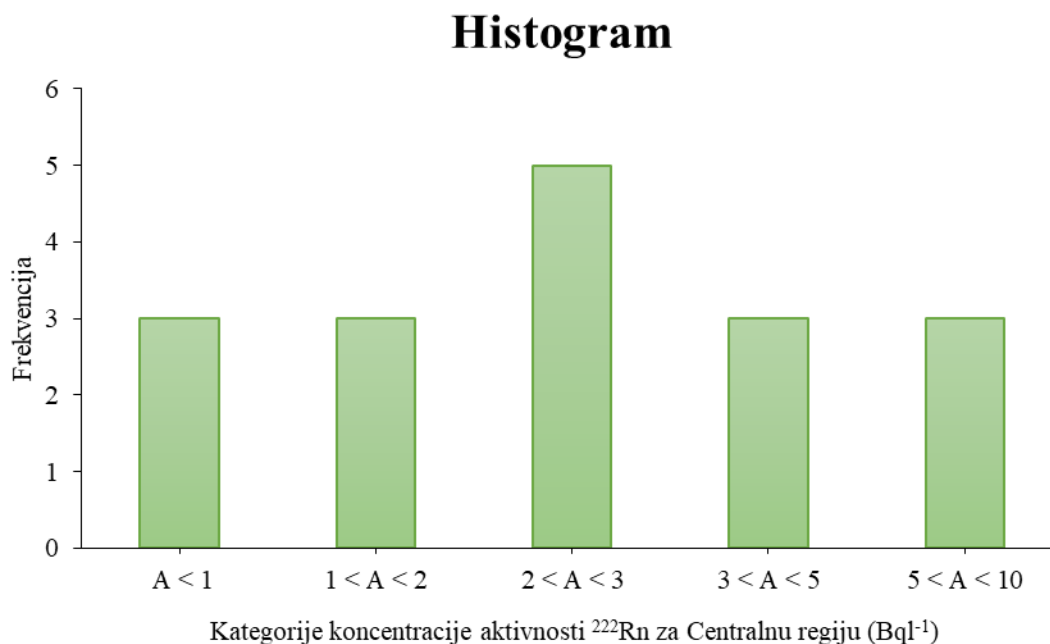
Interkvartilni raspon za Centralnu regiju, koji je na slici III.b) označen narandžastom bojom se kreće od  $0,037 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,050 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Centralnu regiju  $0,013 \text{ Bq l}^{-1}$ . Ovako mali interkvartilni raspon ukazuje na to da rezultati međusobno imaju visok stepen slaganja, odnosno da je disperzija dobijenih rezultata manja. Medijana za Centralnu regiju iznosi  $0,040 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je blago asimetrična, umjereno pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Centralnu regiju je mali što ukazuje na užu distribuciju rezultata, odnosno manju raspršenost dobijenih rezultata.

Interkvartilni raspon za Sjevernu regiju, koji je na slici III.b) označen zelenom bojom se kreće od  $0,029 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $0,052 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Sjevernu regiju  $0,023 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Sjevernu regiju iznosi  $0,032 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je asimetrična, veoma pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Sjevernu regiju je veliki što ukazuje na široku distribuciju rezultata, odnosno veću raspršenost dobijenih rezultata.

Medijane za sve tri regije su približno iste, međutim distribucija rezultata je različita za sve tri regije. Distribucija rezultata za ukupnu beta aktivnost za Sjevernu regiju je veoma široka, za razliku od rezultata za ukupnu beta aktivnost za Južnu i Centralnu regiju, kod kojih je raspon rezultata manji, odnosno uža distribucija. Interkvartilni raspon za sve tri regije je mali, što ukazuje na manju raspršenost rezultata.

## 2. KONCENTRACIJA AKTIVNOSTI RADONA

Na slici III.9 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće za Centralnu regiju Crne Gore.



**Slika III.9** Histogram frekvencije javljanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u okviru kategorija koncentracije aktivnosti radona za Centralnu regiju Crne Gore

U tabeli III.9 je prikazana procentualna zastupljenost dobijenih rezultata koncentracije aktivnosti radona u okviru određenih kategorija koncentracije aktivnosti istog. Sa histograma i iz tabele se može zaključiti da je 82,4% dobijenih rezultata za Centralnu regiju  $\leq 5 \text{ Bq l}^{-1}$ , što ukazuje na veoma malu koncentraciju aktivnosti radona u ispitivanim uzorcima. Takođe, procentualno se najviše rezultata nalazi u kategoriji koncentracije aktivnosti  $2 \leq A \leq 3 \text{ Bq l}^{-1}$ .

**Tabela III.9** Procentualna zastupljenost koncentracije aktivnosti radona za Centralnu regiju Crne Gore

| R.br.    | A ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | Frekvencija | Procentualna zastupljenost (%) |
|----------|--------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1.       | $0 < A \leq 1$           | 3           | 17,6                           |
| 2.       | $1 < A \leq 2$           | 3           | 17,6                           |
| 3.       | $2 < A \leq 3$           | 5           | 29,6                           |
| 4.       | $3 < A \leq 5$           | 3           | 17,6                           |
| 5.       | $5 < A \leq 10$          | 3           | 17,6                           |
| $\Sigma$ |                          | 17          | 100                            |

U tabeli III.10 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za koncentraciju aktivnosti radona za Centralnu regiju Crne Gore.

**Tabela III.10** Rezultati deskriptivne statistike

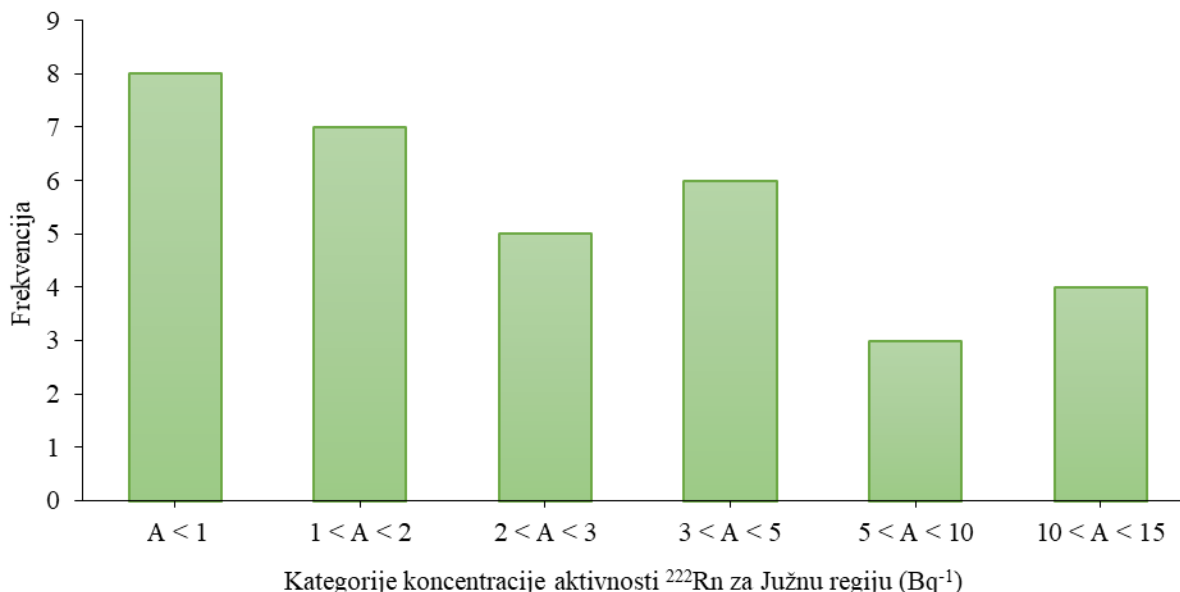
| <i>Centralna regija</i>         |       |
|---------------------------------|-------|
| Srednja vrijednost              | 2,98  |
| Standardna greška               | 0,48  |
| Medijana                        | 2,9   |
| Mod                             | 2,9   |
| Standardna devijacija           | 1,98  |
| Relativna standardna devijacija | 0,66  |
| Varijansa                       | 3,92  |
| Kurtozis                        | -0,33 |
| Skjunis                         | 0,59  |
| Raspon                          | 6,9   |
| Minimum                         | 0,3   |
| Maximum                         | 7,2   |
| Suma                            | 50,7  |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$ | 17    |

Najučestalija dobijena vrijednost koncentracije aktivnosti radona za Centralnu regiju Crne Gore u distribuciji, odnosno mod je 2,9 BqL<sup>-1</sup>. Srednja vrijednost dobijenih rezultata iznosi 2,98 BqL<sup>-1</sup>. Relativna standardna devijacija manja od 1 ukazuje na malu varijabilnost dobijenih rezultata i odstupanje od srednje vrijednosti.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtozis negativan i manji od 3, distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis je pozitivan i nalazi se u opsegu od 0,5 do 1 što ukazuje na to da je distribucija blago pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je 6,9 BqL<sup>-1</sup>.

Na slici III.10 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće za Južnu regiju Crne Gore.

## Histogram



**Slika III.10** Histogram frekvencije javljanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u okviru kategorija koncentracije aktivnosti radona za Južnu regiju Crne Gore

U tabeli III.11 je prikazana procentualna zastupljenost dobijenih rezultata koncentracije aktivnosti radona za Južnu regiju Crne Gore u okviru određenih kategorija koncentracije aktivnosti istog. Sa histograma i iz tabele se može zaključiti da je 78,8% dobijenih rezultata za Južnu regiju  $\leq 5 \text{ Bq l}^{-1}$ , što ukazuje na veoma malu koncentraciju aktivnosti radona u ispitivanim uzorcima. Takođe, najviše dobijenih rezultata se nalazi u kategorijama koncentracija aktivnosti radona  $0 \leq A \leq 1$  i  $1 \leq A \leq 2 \text{ Bq l}^{-1}$ , redom.

**Tabela III.11** Procentualna zastupljenost koncentracije aktivnosti radona za Južnu regiju Crne Gore

| R.br.    | A ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | Frekvencija | Procentualna zastupljenost (%) |
|----------|--------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1.       | $0 < A \leq 1$           | 8           | 24,2                           |
| 2.       | $1 < A \leq 2$           | 7           | 21,2                           |
| 3.       | $2 < A \leq 3$           | 5           | 15,2                           |
| 4.       | $3 < A \leq 5$           | 6           | 18,2                           |
| 5.       | $5 < A \leq 10$          | 3           | 9,1                            |
| 6.       | $10 < A \leq 15$         | 4           | 12,1                           |
| $\Sigma$ |                          | 33          | 100                            |

U tabeli III.12 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za koncentraciju aktivnosti radona za Južnu regiju Crne Gore.

**Tabela III.12** Rezultati deskriptivne statistike

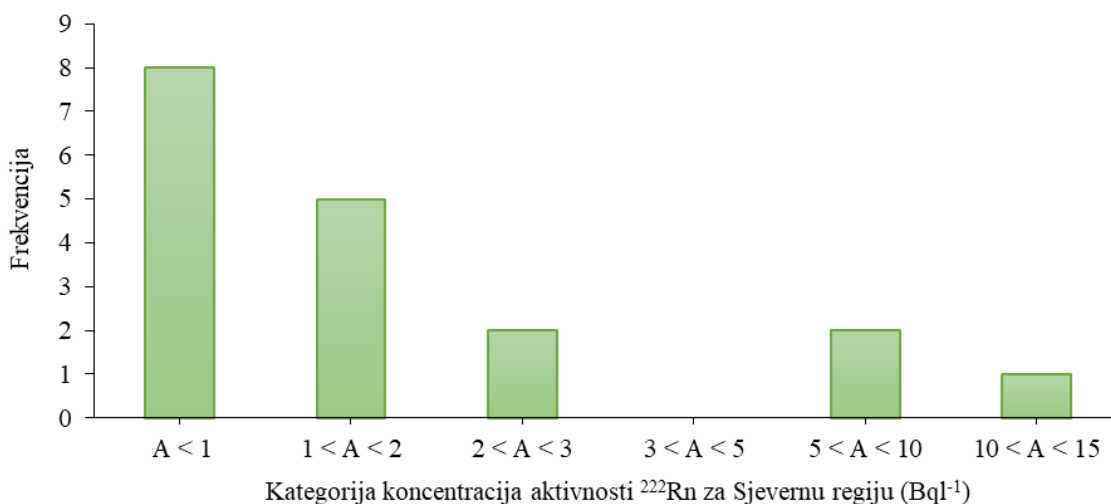
| <i>Južna regija</i>             |       |
|---------------------------------|-------|
| Srednja vrijednost              | 3,79  |
| Standardna greška               | 0,68  |
| Medijana                        | 2,5   |
| Mod                             | 0,3   |
| Standardna devijacija           | 3,91  |
| Relativna standardna devijacija | 1,03  |
| Varijansa                       | 15,27 |
| Kurtozis                        | 0,73  |
| Skjunis                         | 1,38  |
| Raspon                          | 12,6  |
| Minimum                         | 0,3   |
| Maximum                         | 12,9  |
| Suma                            | 125,1 |
| $\Sigma_{\text{vodoizvorišta}}$ | 33    |

Najučestalija dobijena vrijednost koncentracije aktivnosti radona u distribuciji, odnosno mod je  $0,3 \text{ Bq l}^{-1}$ . Srednja vrijednost dobijenih rezultata iznosi  $3,79 \text{ Bq l}^{-1}$ . Relativna standardna devijacija  $\approx 1$  ukazuje na blagu varijabilnost dobijenih rezultata i odstupanje od srednje vrijednosti.

Kako je kurtozis pozitivan i veći od 3, distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena. Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $12,6 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.11 se nalazi histogram na kojem je prikazana frekvencija pojavljivanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće za Sjevernu regiju Crne Gore.

## Histogram



**Slika III.11** Histogram frekvencije javljanja rezultata koncentracije aktivnosti radona u okviru kategorija koncentracije aktivnosti radona za Sjevernu regiju Crne Gore



U tabeli III.13 je prikazana procentualna zastupljenost dobijenih rezultata koncentracije aktivnosti radona u okviru određenih kategorija koncentracije aktivnosti istog. Sa histograma i iz tabele se može zaključiti da je 83,3% dobijenih rezultata za Sjevernu regiju  $\leq 5 \text{ Bq l}^{-1}$ , što ukazuje na veoma malu koncentraciju aktivnosti radona u ispitivanim uzorcima. Takođe, najviše rezultata se nalazi u okviru kategorije koncentracije aktivnosti radona  $0 \leq A \leq 1 \text{ Bq l}^{-1}$ , odnosno 44% od ukupnog broja ispitivanih uzoraka za Sjevernu regiju.

**Tabela III.13** Procentualna zastupljenost koncentracije aktivnosti radona za Sjevernu regiju Crne Gore

| R.br.    | A (Bq l <sup>-1</sup> ) | Frekvencija | Procentualna zastupljenost (%) |
|----------|-------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1.       | $0 < A \leq 1$          | 8           | 44,4                           |
| 2.       | $1 < A \leq 2$          | 5           | 27,8                           |
| 3.       | $2 < A \leq 3$          | 2           | 11,1                           |
| 4.       | $3 < A \leq 5$          | 0           | 0                              |
| 5.       | $5 < A \leq 10$         | 2           | 11,1                           |
| 6.       | $10 < A \leq 15$        | 1           | 5,6                            |
| $\Sigma$ |                         | <b>18</b>   | <b>100</b>                     |

U tabeli III.14 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za koncentraciju aktivnosti radona za Sjevernu regiju Crne Gore.

**Tabela III.14** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Sjeverna regija</i>          |      |
|---------------------------------|------|
| Srednja vrijednost              | 2,5  |
| Standardna greška               | 0,86 |
| Medijana                        | 1,1  |
| Mod                             | 0,3  |
| Standardna devijacija           | 3,66 |
| Relativna standardna devijacija | 1,46 |
| Varijansa                       | 13,4 |
| Kurtozis                        | 5,24 |
| Skjunis                         | 2,39 |
| Raspon                          | 13,4 |
| Minimum                         | 0,3  |
| Maximum                         | 13,7 |
| Suma                            | 45   |
| $\Sigma$ vodoizvorišta          | 18   |

Najučestalija dobijena vrijednost koncentracije aktivnosti radona za Sjevernu regiju Crne Gore u distribuciji, odnosno mod je  $0,3 \text{ Bq l}^{-1}$ . Srednja vrijednost dobijenih rezultata iznosi  $2,5 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Relativna standardna devijacija je veća od 1 i ukazuje na veću varijabilnost dobijenih rezultata i odstupanje od srednje vrijednosti.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtozis pozitivan veći od 3, distribucija je leptokurtična (uska), odnosno izdužena (veći pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $13,4 \text{ Bq l}^{-1}$ .

U tabeli III.15 je prikazana procentualna zastupljenost dobijenih rezultata koncentracije aktivnosti radona, za cijelu teritoriju Crne Gore, u okviru određenih kategorija koncentracije aktivnosti istog. Iz tabele se može zaključiti da je 82,3% dobijenih rezultata  $\leq 5 \text{ Bq l}^{-1}$ , što ukazuje na veoma malu koncentraciju aktivnosti radona u ispitivanim uzorcima.

**Tabela III.15** Procentualna zastupljenost koncentracije aktivnosti radona za Crnu Goru

| R.br.    | A ( $\text{Bq l}^{-1}$ ) | Frekvencija | Procentualna zastupljenost (%) |
|----------|--------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1.       | $0 < A \leq 1$           | 19          | 27,9                           |
| 2.       | $1 < A \leq 2$           | 15          | 22,1                           |
| 3.       | $2 < A \leq 3$           | 12          | 17,6                           |
| 4.       | $3 < A \leq 5$           | 10          | 14,7                           |
| 5.       | $5 < A \leq 10$          | 7           | 10,3                           |
| 6.       | $10 < A \leq 15$         | 5           | 7,4                            |
| $\Sigma$ |                          | <b>68</b>   | <b>100</b>                     |

U tabeli III.16 su prikazani rezultati deskriptivne statistike za koncentraciju aktivnosti radona za teritoriju Crne Gore.

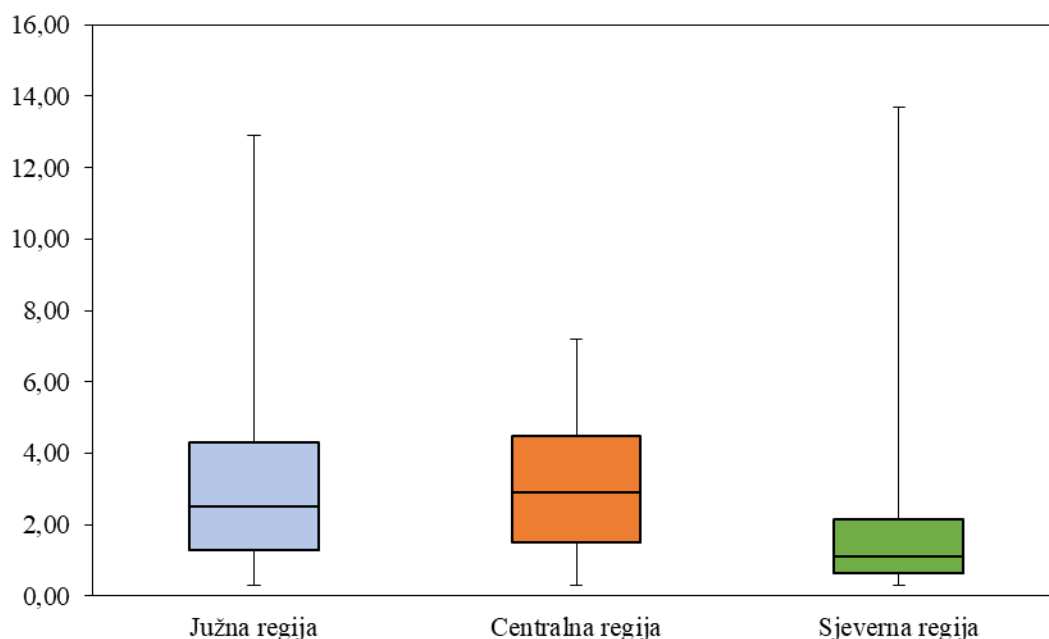
**Tabela III.16** Rezultati deskriptivne statistike

| <i>Crna Gora</i>                |       |
|---------------------------------|-------|
| Srednja vrijednost              | 3,25  |
| Standardna greška               | 0,42  |
| Medijana                        | 2,05  |
| Mod                             | 0,3   |
| Standardna devijacija           | 3,46  |
| Relativna standardna devijacija | 1,06  |
| Varijansa                       | 11,9  |
| Kurtozis                        | 2,14  |
| Skjunis                         | 1,69  |
| Raspon                          | 13,4  |
| Minimum                         | 0,3   |
| Maximum                         | 13,7  |
| Suma                            | 220,8 |
| $\Sigma_{\text{opština}}$       | 68    |

Najučestalija dobijena vrijednost koncentracije aktivnosti radona u distribuciji, odnosno mod je  $0,3 \text{ Bq l}^{-1}$ . Srednja vrijednost dobijenih rezultata iznosi  $3,25 \text{ Bq l}^{-1}$ . Relativna standardna devijacija je  $\approx 1$  i ukazuje na blagu varijabilnost dobijenih rezultata i odstupanje od srednje vrijednosti.

Varijabilnost podataka utiče na spljoštenost/izduženost distribucije. Kako je kurtosis pozitivan i veći od 3, distribucija je platikurtična (široka), odnosno spljoštena (manji pik u odnosu na normalnu distribuciju). Skjunis je pozitivan i veći od 1 što ukazuje na to da je distribucija veoma pozitivno asimetrična. Raspon distribucije je  $13,4 \text{ Bq l}^{-1}$ .

Na slici III.c) je prikazan Box-whisker dijagram za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za koncentraciju aktivnosti radona.



**Slika III.c)** Box-whisker dijagram za Južnu, Centralnu i Sjevernu regiju Crne Gore za koncentraciju aktivnosti radona

Interkvartilni raspon za Južnu regiju, koji je na slici III.c) označen plavom bojom se kreće od  $1,3 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $4,3 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Južnu regiju  $3 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Južnu regiju iznosi  $2,5 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je asimetrična, veoma pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Južnu regiju je velik što ukazuje na široku distribuciju rezultata, odnosno veću raspršenost dobijenih rezultata.

Interkvartilni raspon za Centralnu regiju, koji je na slici III.c) označen narandžastom bojom se kreće od  $1,5 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $4,5 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Centralnu regiju  $3 \text{ Bq l}^{-1}$ . Medijana za Centralnu regiju iznosi  $2,9 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je blago asimetrična, umjereno pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Centralnu regiju je mali što ukazuje na užu distribuciju rezultata, odnosno manju raspršenost dobijenih rezultata.

Interkvartilni raspon za Sjevernu regiju, koji je na slici III.c) označen zelenom bojom se kreće od  $0,6 \text{ Bq l}^{-1}$  do  $2,2 \text{ Bq l}^{-1}$ , stoga je interkvartilni raspon za Sjevernu regiju  $1,6 \text{ Bq l}^{-1}$ . Ovako mali interkvartilni raspon ukazuje na to da rezultati međusobno imaju visok stepen slaganja, odnosno da je disperzija dobijenih rezultata manja. Medijana za Sjevernu regiju iznosi  $1,1 \text{ Bq l}^{-1}$ . Distribucija dobijenih rezultata je asimetrična, veoma pozitivno nagnuta ka gornjem kvartilu. Raspon rezultata za Sjevernu regiju je veliki što ukazuje na široku distribuciju rezultata. Medijane za Južnu i Centralnu regiju su približno iste, ali regije imaju različitu distribuciju rezultata. Distribucija rezultata koncentracije aktivnosti radona za Južnu i Sjevernu regiju je veoma široka, za razliku od distribucije rezultata za Centralnu regiju, kod koje je raspon rezultata manji, odnosno uža distribucija. Interkvartilni raspon za sve tri regije je mali, što ukazuje na manju međusobnu raspršenost rezultata.

## IV. ZAKLJUČAK I PREDLOG MJERA

### IV.1 ZAKLJUČAK

Određivanje sadržaja radionuklida u vodi za piće je od velikog značaja sa stanovišta zaštite stanovništva od radijacionog zračenja.

S obzirom na to da tri vodoizvorišta Poklonci (Nikšić), Orahovac (Kotor) i Topliš (Tivat) nisu bila u funkciji u periodu realizacije Analiza monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće na teritoriji Crne Gore, rezultati su obrađeni za ukupno 68 lokacija uzorkovanja (vodoizvorišta).

Ukupna alfa i beta aktivnost kao i koncentracija aktivnosti tricijuma i radona za svih 68 ispitivanih vodoizvorišta ne prelaze granične vrijednosti koje su propisane zakonom i Direktivom. Koncentracija aktivnosti tricijuma i koncentracija aktivnosti radona su daleko manje od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK).

Ukupna alfa aktivnost u opštinama Centralne regije ne pokazuje značajne varijacije, osim u Podgorici. U vodoizvorištima Milješ, Dinoša i Vuksanlekići ukupna alfa aktivnost je mnogo manja od iste u vodoizvorištima Zagorič, Ćemovsko Polje i Mareza. Ukupna alfa aktivnost u opštinama Južne regije ne pokazuje značajne varijacije, izuzev u opštinama Ulcinj i Bar. U uzorku vode za piće sa vodoizvorišta Klezna (Ulcinj) zabilježena je i najveća dobijena vrijednost za ukupnu alfa aktivnost od  $0,0714 \text{ Bq l}^{-1}$  (granična vrijednost za ukupnu alfa aktivnost je  $0,1 \text{ Bq l}^{-1}$ ). Takođe, u uzorcima sa vodoizvorišta Turčini I, Sustaš i Velje oko (Bar) dobijene su veće vrijednosti ukupne alfa aktivnosti u poređenju sa ostalim vodoizvorištima  $0,0578$ ,  $0,0538$  i  $0,0524 \text{ Bq l}^{-1}$ , respektivno. Kada je u pitanju Sjeverna regija takođe nisu zabilježene značajne varijacije, izuzev u opštini Kolašin, gdje je izmjerena ukupna alfa aktivnost od  $0,0599 \text{ Bq l}^{-1}$ . Ukupna beta aktivnost za sve tri regije nije pokazala značajne varijacije. Najveća vrijednost ukupne beta aktivnosti zabilježena je u Pljevljima (vodizvorište Jugoštica) i iznosi  $0,142 \text{ Bq l}^{-1}$ , što predstavlja 10% od granične vrijednosti za ukupnu beta aktivnost. Medijane i srednje vrijednosti za ukupnu alfa i beta aktivnost za sve tri regije su približno iste, međutim distribucija dobijenih rezultata je drugačija. Ukupna alfa aktivnost za sve tri regije okarakterisana je širom distribucijom, odnosno većom disperzijom rezultata. Ukupna beta aktivnost karakteriše uža distribucija rezultata, izuzev Sjeverne regije koju karakteriše veća disperzija dobijenih rezultata.

Koncentracija aktivnosti tricijuma je u svih 68 ispitivanih vodoizvorišta manja od granice detekcije.

Koncentracija aktivnosti radona ne pokazuje značajne varijacije, izuzev u sljedećim opštinama gdje je zabilježena veća vrijednost u poređenju sa ostalim dobijenim rezultatima, medijanom i srednjom vrijednošću na nivou Crne Gore: Ulcinj (Gač i Salč), Bar (Orahovo polje), Budva (Buljarica), Tivat (Brštin), Žabljak (Oko) i Plav (Jasenička rijeka). Najveća dobijena vrijednost za koncentraciju aktivnosti radona je  $13,7 \text{ Bq l}^{-1}$  dobijena u uzorku vode sa vodoizvorišta Oko (Žabljak). Koncentraciju aktivnosti radona karakteriše šira distribucija dobijenih rezultata sa umjerenim varijacijama. Koeficijent varijacije, izuzev u Centralnoj regiji, je veći od 1.

Međutim, nivo prirodne radioaktivnosti u vodi za piće pokazuje sezonske varijacije, stoga je od velike važnosti ustanoviti trend koncentracije aktivnosti radionuklida tokom vremena [3].



Monitoringom radioaktivnosti vode za piće obezbijediće se informacije o stabilnosti koncentracija aktivnosti radionuklida, kao i to da li oni podliježu fluktuaciji tokom godine usljed prirodnih procesa. Veoma važan parametar u kreiranju Programa monitoringa jeste i frekvencija uzorkovanja. Naime, frekvencija uzorkovanja zavisi od nekoliko faktora: a) nivoa koncentracije aktivnosti, b) vrste izvora vodosnadbijevanja (površinska ili podzemna voda) i c) varijacije koncentracije aktivnosti tokom godine. Stoga je veoma bitno ustanoviti da li je uzorak uzet u određenoj situaciji reprezentativan tokom cijele godine.

Uopšteno, novo vodoizvorište za snadbijevanje stanovništva vodom za piće bi trebalo biti podvrgnuto provjeri radiološke ispravnosti prije samog projektovanja i izgradnje vodovodnog sistema.

## IV.2 PREDLOG MJERA

U skladu sa smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije, monitoring program treba koncipirati na način da se u postojećim vodoizvorištima analiziraju uzorci voda u toku četiri godine, četiri puta u četiri različita kvartala, dok u novim vodoizvorištima treba analizirati uzorke četiri puta u toku jedne godine, odnosno jednom kvartalno [3].

Ukoliko su dobijene vrijednosti ukupne alfa i beta aktivnosti manje od propisanih graničnih vrijednosti, onda se smatra da je indikativna doza manja od 0,1 mSv i u tom slučaju nije potrebno detaljno radiološko ispitivanje. Monitoring program se obavlja u skladu sa utvrđenom frekvencijom uzorkovanja [5].

Kada je iz drugih izvora podataka (geologija i hidrogeologija područja) poznato da je u vodi moguće prisustvo pojedinih radionuklida koji mogu da prouzrokuju prekoračenje indikativne doze, iako granične vrijednosti za ukupnu alfa i beta aktivnost nisu prekoračene, neophodno je odrediti pojedinačne koncentracije aktivnosti identifikovanih radionuklida [4].

Prilikom koncipiranja redovnog programa monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće treba uključiti novoformirane opštine (Petnjica i Gusinje), čija vodoizvorišta se ne nalaze na spisku lokalnih vodoizvorišta za vodosnadbijevanje stanovništva.

## LITERATURA

1. Ministarstvo održivog razvoja i turizma, Strategija zaštite od jonizujućeg zračenja, radijacione sigurnosti i upravljanja radioaktivnim otpadom za period od 2017-2021. godine sa Akcionim planom za period od 2017-2021, Crna Gora, 2016.
2. Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, Strategija upravljanja vodama Crne Gore, Crba Gora, 2017.
3. World Health Organization (WHO), Management of Radioactivity in Drinking water, Switzerland, 2018.
4. World Health Organization (WHO), *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition*, Switzerland, 2017.
5. Council Directive 2013/51/EUROATOM *laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption*, Official Journal of the European Union, European Commission, Brussels, 2013.
6. Zakon o zaštiti od jonizujućeg zračenja i radijacionoj sigurnosti, Sl. List RCG br. 56/09 od 14.08.2009., 58/09 od 28.08.2009.
7. Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i o načinu sprovođenja dekontaminacije, Sl. list SRJ br. 9/99 od 19.02.1999.
8. Environmental Protection Agency (EPA), *EPA Method 900.0 Gross Alpha and Beta Radioactivity in Drinking Water*, United States, 1980.
9. *ASTM International D 4107 – 08, Standard Test Method for Tritium in Drinking Water*, ASTM Committee D19 on Water and Subcommittee D19.04 on Methods of Radiochemical Analysis, United States, 2008.
10. Institut za standardizaciju Crne Gore, *MEST EN ISO 10704:2017 Kvalitet vode – Mjerenje ukupne alfa i beta aktivnosti u slatkoj vodi (Metoda obrazovanja tankog sloja)*, Crna Gora, 2017.
11. International Organisation for Standardization, *ISO 13164-3 Water quality – Radon-222 – Part 3: Test method using emanometry*, Switzerland, 2013.

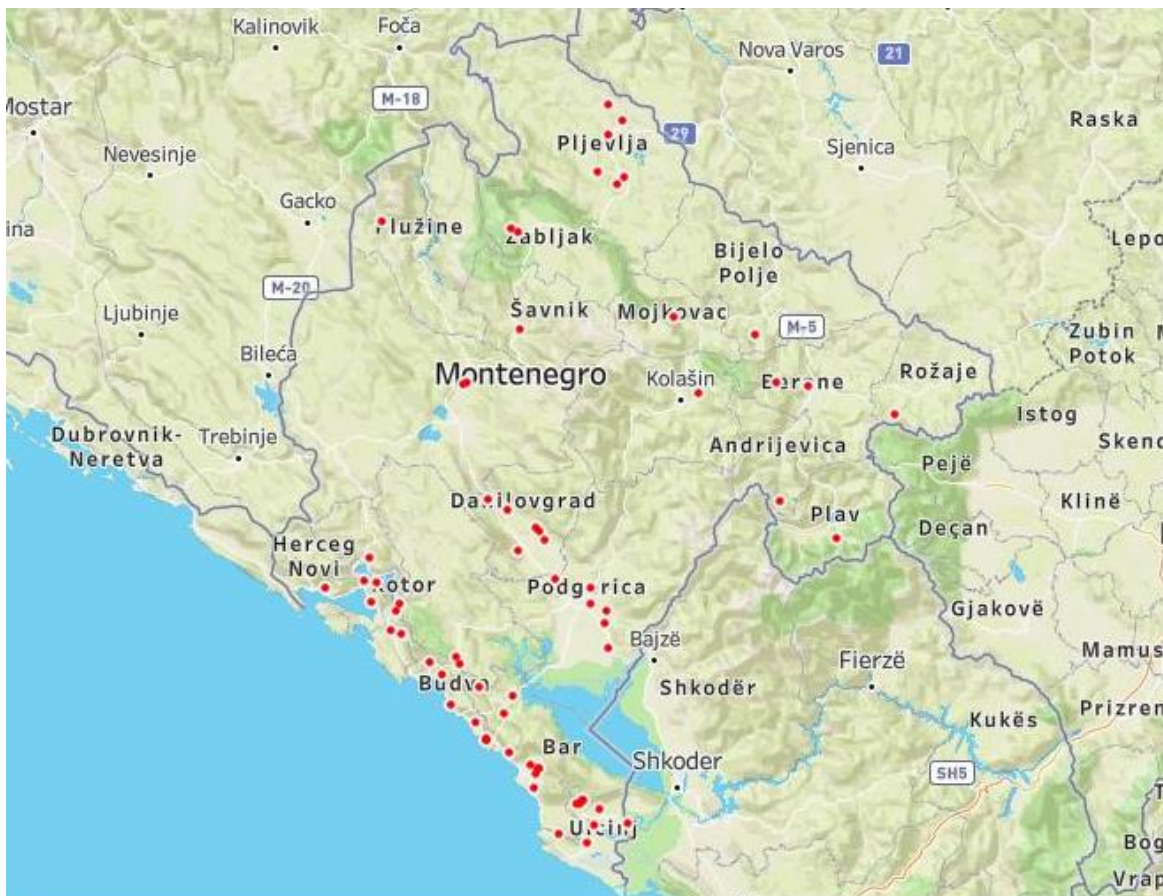
## PRILOZI

Prilog 1. Spisak vodoizvorišta po opštinama Crne Gore

| R.br. | Opština      | Lokacije uzorkovanja                                                                                                                                                | Ukupan broj lokacija po opštinama |
|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.    | ANDRIJEVICA  | 1. Krkori                                                                                                                                                           | 1                                 |
| 2.    | BAR          | 2. Turčini I<br>3. Turčini II<br>4. Sustaš<br>5. Kajnak<br>6. Brca<br>7. Zaljevo<br>8. Velje oko<br>9. Orahovo polje<br>10. Vrelo<br>11. Bunari B1<br>12. Bunari B2 | 11                                |
| 3.    | BERANE       | 1. Merića vrelo<br>2. Manastirsko vrelo                                                                                                                             | 2                                 |
| 4.    | BIJELO POLJE | 1. Vrelo Bistrice                                                                                                                                                   | 1                                 |
| 5.    | BUDVA        | 1. Reževića rijeka<br>2. Buljarica<br>3. Piratac<br>4. Loznica                                                                                                      | 4                                 |
| 6.    | CETINJE      | 1. Podgorska vrela<br>2. Uganjska vrela<br>3. Obzovica                                                                                                              | 3                                 |
| 7.    | DANILOVGRAD  | 1. Slatina<br>2. Oraška jama<br>3. Žarića jama<br>4. Brajovića jama<br>5. Milojevića vrela<br>6. Viški bunar                                                        | 6                                 |
| 8.    | HERCEG NOVI  | 1. Opačica                                                                                                                                                          | 1                                 |
| 9.    | KOLAŠIN      | 1. Mušovića vrelo                                                                                                                                                   | 1                                 |
| 10.   | KOTOR        | 1. Grbaljski izvori<br>2. Simiš<br>3. Spila                                                                                                                         | 6                                 |

|     |           |                                                                                                                          |    |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|     |           | 4. Orahovac<br>5. Tunel Vrmac<br>6. Škurda-Tabačina                                                                      |    |
| 11. | MOJKOVAC  | 1. Gojakovići                                                                                                            | 1  |
| 12. | NIKŠIĆ    | 1. Gornji Vidrovan<br>2. Donji Vidrovan<br>3. Poklonci                                                                   | 3  |
| 13. | PLAV      | 1. Jasenička rijeka                                                                                                      | 1  |
| 14. | PLUŽINE   | 1. Sutulija                                                                                                              | 1  |
| 15. | PLJEVLJA  | 1. Jugoštica<br>2. Breznica<br>3. Zmajevac<br>4. Mandojevac<br>5. Bezarska vrela<br>6. Akumulacija Otilovići             | 6  |
| 16. | PODGORICA | 1. Mareza<br>2. Zagorič<br>3. Čemovsko polje<br>4. Milješ<br>5. Dinoša<br>6. Vuksanlekići                                | 6  |
| 17. | ROŽAJE    | 1. Vrela Ibra                                                                                                            | 1  |
| 18. | ŠAVNIK    | 1. Izvorište rijeke Šavnik                                                                                               | 1  |
| 19. | TIVAT     | 1. Plavda<br>2. Češljari<br>3. Brštin<br>4. Topliš                                                                       | 4  |
| 20. | ULCINJ    | 1. Salč<br>2. Brajša<br>3. Gač<br>4. Klezna<br>5. Mide I<br>6. Mide II<br>7. Kaliman I<br>8. Kaliman II<br>9. Lisna Bori | 9  |
| 21. | ŽABLJAK   | 1. Oko<br>2. Mlinski potok                                                                                               | 2  |
|     | Σ         |                                                                                                                          | 71 |

**Prilog 2.** Mapa lokacija uzorkovanja na teritoriji Crne Gore (68 vodoizvorišta)





**Prilog 3.** Sumarna tabela rezultata ispitivanja za 68 vodoizvorišta (*Napomena: mnm – metara nadmorske visine*)

| ANDRIJEVICA       |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
|-------------------|----------------|-------------------|------|---------------------|----------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Lokacija          | Broj protokola | Datum uzorkovanja | mm   | t <sub>uzorka</sub> | t <sub>vazduha</sub> | pH   | E <sub>C</sub>     | A <sub>α</sub>    | A <sub>β</sub>    | A ( <sup>222</sup> Rn) | A ( <sup>3</sup> H) |
|                   |                |                   |      | <sup>0</sup> C      | <sup>0</sup> C       | /    | μScm <sup>-2</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup>      | Bql <sup>-1</sup>   |
| Krkori            | 53/2           | 20.05.2020.       | 1010 | 8.5                 | 15                   | 7,83 | 241                | ≤ 0,0073          | ≤ 0,027           | 1,2 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| BAR               |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Turčini I         | 10/12          | 28.04.2020.       | 250  | 15.9                | 22                   | 7,66 | 405                | 0,0578 ± 0,0041   | 0,056 ± 0,004     | 3,4 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Turčini II        | 9/12           |                   | 290  | 13.2                | 20                   | 7,74 | 354                | 0,0199 ± 0,0014   | 0,047 ± 0,003     | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| Sustaš            | 6/12           |                   | 230  | 14,5                | 19                   | 7,43 | 370                | 0,0538 ± 0,0039   | 0,047 ± 0,003     | 4,0 ± 0,4              | ≤ 2,36              |
| Kajnak            | 8/12           |                   | 80   | 13,6                | 19                   | 7,70 | 290                | 0,0179 ± 0,0013   | ≤ 0,029           | 0,8 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Brca              | 16/12          |                   | 44   | 13,0                | 17                   | 7,66 | 385                | ≤ 0,0106          | ≤ 0,034           | 1,3 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Zaljevo           | 7/12           |                   | 100  | 14,5                | 19                   | 7,59 | 311                | 0,0186 ± 0,0013   | ≤ 0,032           | 2,7 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Velje oko         | 12/12          |                   | 26   | 13,0                | 14                   | 7,41 | 356                | 0,0524 ± 0,0038   | 0,076 ± 0,005     | 2,5 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Orahovo polje     | 11/12          |                   | 9    | 15,0                | 13                   | 7,30 | 491                | 0,0358 ± 0,0026   | ≤ 0,037           | 12,9 ± 1,3             | ≤ 2,36              |
| Vrelo             | 15/12          |                   | 35   | 14,2                | 16                   | 7,16 | 314                | 0,0261 ± 0,0019   | 0,082 ± 0,005     | 1,0 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Bunar B1          | 13/12          |                   | 17   | 15,5                | 16                   | 7,30 | 515                | 0,0256 ± 0,0018   | 0,057 ± 0,003     | 7,6 ± 0,8              | ≤ 2,36              |
| Bunar B2          | 14/12          | 25                | 15,0 | 16                  | 7,38                 | 541  | 0,0272 ± 0,0020    | ≤ 0,055           | 7,1 ± 0,7         | ≤ 2,36                 |                     |
| BERANE            |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Merića vrelo      | 19/12          | 29.04.2020.       | 980  | 7,0                 | 14                   | 7,62 | 162                | 0,0126 ± 0,0009   | ≤ 0,030           | 2,4 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Manastirsko vrelo | 18/12          |                   | 690  | 8,3                 | 14                   | 7,60 | 201                | 0,0136 ± 0,0010   | ≤ 0,023           | 5,6 ± 0,6              | ≤ 2,36              |
| BIJELO POLJE      |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Vrelo Bistrice    | 17/12          | 29.04.2020.       | 735  | 9,3                 | 15                   | 7,81 | 281                | 0,0150 ± 0,0011   | ≤ 0,029           | 2,3 ± 0,2              | ≤ 2,36              |

| BUDVA            |                |                   |     |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
|------------------|----------------|-------------------|-----|---------------------|----------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Lokacija         | Broj protokola | Datum uzorkovanja | mnm | t <sub>uzorka</sub> | t <sub>vazduha</sub> | pH   | E <sub>C</sub>     | A <sub>α</sub>    | A <sub>β</sub>    | A ( <sup>222</sup> Rn) | A ( <sup>3</sup> H) |
|                  |                |                   |     | °C                  | °C                   | /    | μScm <sup>-2</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup>      | Bql <sup>-1</sup>   |
| Reževića rijeka  | 47/12          | 18.05.2020.       | 80  | 13,0                | 29                   | 7,15 | 400                | ≤ 0,0121          | ≤ 0,047           | 1,5 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Buljarica        | 46/12          |                   | 10  | 13,5                | 29                   | 7,04 | 479                | ≤ 0,0212          | ≤ 0,075           | 11,6 ± 1,2             | ≤ 2,36              |
| Piratac          | 49/12          |                   | 410 | 12,3                | 24                   | 7,26 | 437                | 0,0284 ± 0,0020   | ≤ 0,044           | 2,9 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Loznica          | 48/12          |                   | 130 | 12,7                | 28                   | 7,18 | 334                | 0,0228 ± 0,0016   | ≤ 0,051           | 2,2 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| CETINJE          |                |                   |     |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Podgorska vrela  | 52/12          | 18.05.2020.       | 180 | 9,5                 | 19                   | 7,60 | 348                | ≤ 0,0147          | ≤ 0,050           | 3,0 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Uganjska vrela   | 51/12          |                   | 690 | 7,3                 | 22                   | 7,63 | 257                | 0,0173 ± 0,0012   | ≤ 0,036           | 1,5 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Obzovica         | 50/12          |                   | 840 | 8,5                 | 23                   | 7,75 | 256                | ≤ 0,0074          | ≤ 0,028           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| DANILOVGRAD      |                |                   |     |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Slatina          | 31/12          | 07.05.2020.       | 100 | 15,0                | 17                   | 7,50 | 276                | 0,0218 ± 0,0016   | ≤ 0,047           | 5,0 ± 0,5              | ≤ 2,36              |
| Oraška jama      | 29/12          |                   | 50  | 13,5                | 17                   | 7,10 | 256                | 0,0179 ± 0,0013   | 0,041 ± 0,003     | 1,4 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Žarića jama      | 32/12          |                   | 60  | 15,5                | 18                   | 7,30 | 428                | 0,0323 ± 0,0023   | ≤ 0,052           | 2,9 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Brajovića jama   | 68/12          | 29.05.2020.       | 58  | 16,0                | 22                   | 7,01 | 406                | 0,0259 ± 0,0019   | ≤ 0,053           | 4,5 ± 0,5              | ≤ 2,36              |
| Milojevića vrela | 30/12          | 07.05.2020.       | 50  | 12,5                | 17                   | 7,30 | 267                | 0,0172 ± 0,0012   | ≤ 0,037           | 2,2 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Viški bunar      | 33/12          |                   | 50  | 11,0                | 18                   | 7,76 | 247                | 0,0181 ± 0,0013   | ≤ 0,033           | 2,2 ± 0,2              | ≤ 2,36              |

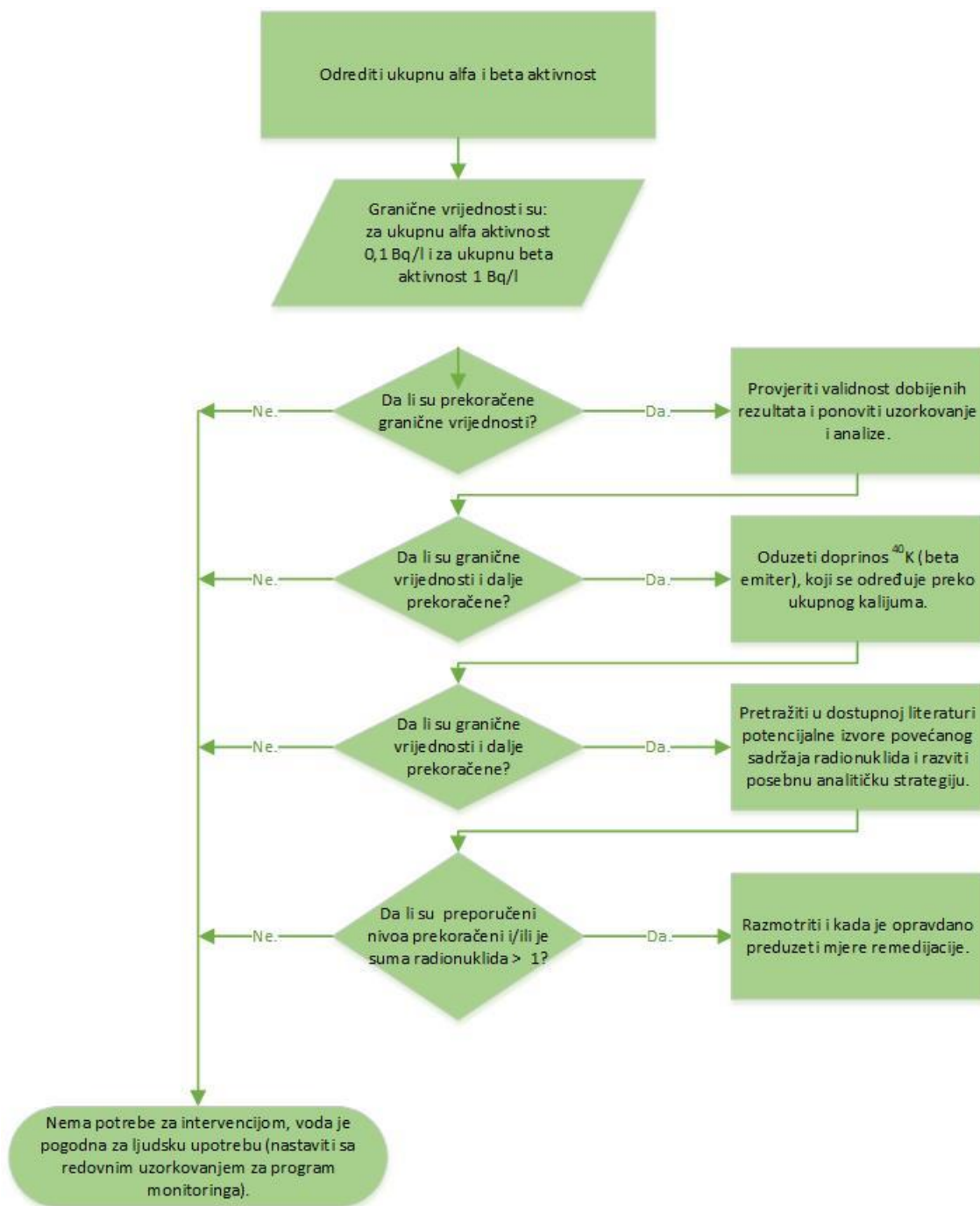
| HERCEG NOVI      |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
|------------------|----------------|-------------------|------|---------------------|----------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Lokacija         | Broj protokola | Datum uzorkovanja | mm   | t <sub>uzorka</sub> | t <sub>vazduha</sub> | pH   | E <sub>C</sub>     | A <sub>α</sub>    | A <sub>β</sub>    | A ( <sup>222</sup> Rn) | A ( <sup>3</sup> H) |
|                  |                |                   |      | <sup>0</sup> C      | <sup>0</sup> C       | /    | μScm <sup>-2</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup>      | Bql <sup>-1</sup>   |
| Opačica          | 64/12          | 26.05.2020,       | 10   | 15,0                | 23                   | 7,68 | 358                | ≤ 0,0157          | 0,072 ± 0,005     | 3,5 ± 0,4              | ≤ 2,36              |
| KOLAŠIN          |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Mušovića vrelo   | 34/12          | 13.05.2020.       | 1060 | 8,0                 | 14                   | 6,54 | 200                | 0,0599 ± 0,0043   | 0,053 ± 0,003     | 1,7 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| KOTOR            |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Grbaljski izvori | 61/12          | 26.05.2020.       | 360  | 14,5                | 21                   | 7,55 | 288                | 0,0184 ± 0,0013   | ≤ 0,037           | 1,8 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Simiš            | 62/12          |                   | 260  | 15,2                | 21                   | 7,48 | 404                | 0,0170 ± 0,0012   | ≤ 0,035           | 4,3 ± 0,4              | ≤ 2,36              |
| Spila            | 63/12          |                   | 20   | 13,8                | 22                   | 7,67 | 366                | 0,0242 ± 0,0017   | 0,089 ± 0,006     | 0,6 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Tunel Vrmac      | 59/12          |                   | 60   | 13,2                | 20                   | 7,41 | 346                | 0,0226 ± 0,0016   | ≤ 0,047           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| Škurda-Tabačina  | 60/12          |                   | 20   | 14,9                | 21                   | 7,56 | 353                | 0,0229 ± 0,0016   | ≤ 0,046           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| MOJKOVAC         |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Gojakovići       | 35/12          | 13.05.2020.       | 960  | 8,0                 | 16                   | 7,40 | 223                | 0,0166 ± 0,0012   | ≤ 0,030           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| NIKŠIĆ           |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Gornji Vidrovan  | 5/12           | 27.04.2020.       | 712  | 10,0                | 15                   | 7,40 | 207                | 0,0350 ± 0,0025   | ≤ 0,037           | 0,5 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Donji Vidrovan   | 4/12           |                   | 680  | 11,1                | 15                   | 7,20 | 215                | 0,0348 ± 0,0025   | ≤ 0,037           | 0,7 ± 0,1              | ≤ 2,36              |

| PLAV                  |                |                   |      |                           |                            |         |                                      |                                     |                                     |                                             |                                          |
|-----------------------|----------------|-------------------|------|---------------------------|----------------------------|---------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| Lokacija              | Broj protokola | Datum uzorkovanja | mm   | t <sub>uzorka</sub><br>°C | t <sub>vazduha</sub><br>°C | pH<br>/ | E <sub>C</sub><br>μScm <sup>-2</sup> | A <sub>α</sub><br>Bql <sup>-1</sup> | A <sub>β</sub><br>Bql <sup>-1</sup> | A ( <sup>222</sup> Rn)<br>Bql <sup>-1</sup> | A ( <sup>3</sup> H)<br>Bql <sup>-1</sup> |
| Jasenička rijeka      | 54/12          | 20.05.2020.       | 1052 | 11,0                      | 23                         | 7,73    | 271                                  | 0,0175 ± 0,0013                     | ≤ 0,032                             | 9,9 ± 1,0                                   | ≤ 2,36                                   |
| PLUŽINE               |                |                   |      |                           |                            |         |                                      |                                     |                                     |                                             |                                          |
| Sutulija              | 42/12          | 14.05.2020.       | 1040 | 9,6                       | 18                         | 7,42    | 227                                  | ≤ 0,0086                            | 0,041 ± 0,003                       | 0,8 ± 0,1                                   | ≤ 2,36                                   |
| PLJEVLJA              |                |                   |      |                           |                            |         |                                      |                                     |                                     |                                             |                                          |
| Jugoštica             | 40/12          | 14.05.2020.       | 956  | 11,0                      | 25                         | 7,25    | 447                                  | 0,0317 ± 0,0023                     | 0,142 ± 0,008                       | 1,1 ± 0,1                                   | ≤ 2,36                                   |
| Breznica              | 41/12          |                   | 821  | 10,0                      | 26                         | 6,77    | 436                                  | ≤ 0,0203                            | 0,095 ± 0,006                       | 0,7 ± 0,1                                   | ≤ 2,36                                   |
| Zmajevac              | 38/12          |                   | 920  | 9,5                       | 25                         | 7,38    | 369                                  | 0,0273 ± 0,0020                     | ≤ 0,058                             | 0,4 ± 0,1                                   | ≤ 2,36                                   |
| Mandojevac            | 37/12          |                   | 937  | 9,0                       | 21                         | 7,56    | 325                                  | 0,0229 ± 0,0016                     | ≤ 0,042                             | 1,0 ± 0,1                                   | ≤ 2,36                                   |
| Bezarska vrela        | 39/12          |                   | 881  | 9,5                       | 24                         | 7,11    | 488                                  | ≤ 0,0192                            | ≤ 0,056                             | 1,6 ± 0,2                                   | ≤ 2,36                                   |
| Akumulacija Otilovići | 36/12          |                   | 787  | 9,0                       | 20                         | 7,64    | 354                                  | 0,0230 ± 0,0017                     | ≤ 0,050                             | ≤ MDA                                       | ≤ 2,36                                   |
| PODGORICA             |                |                   |      |                           |                            |         |                                      |                                     |                                     |                                             |                                          |
| Mareza                | 3/12           | 13.04.2020.       | 35   | 11,3                      | 22                         | 7,70    | 313                                  | 0,0587 ± 0,0042                     | 0,068 ± 0,002                       | 1,9 ± 0,2                                   | ≤ 2,36                                   |
| Zagorič               | 2/12           |                   | 63   | 15,3                      | 21                         | 7,60    | 376                                  | 0,0505 ± 0,0036                     | 0,058 ± 0,004                       | 7,2 ± 0,7                                   | ≤ 2,36                                   |
| Čemovsko polje        | 1/12           |                   | 63   | 15,5                      | 19                         | 7,60    | 347                                  | 0,0474 ± 0,0034                     | ≤ 0,040                             | 2,9 ± 0,3                                   | ≤ 2,36                                   |
| Milješ                | 66/12          | 29.05.2020.       | 70   | 15,5                      | 22                         | 7,13    | 346                                  | 0,0240 ± 0,0016                     | ≤ 0,038                             | 4,8 ± 0,5                                   | ≤ 2,36                                   |
| Dinoša                | 65/12          |                   | 80   | 13,3                      | 21                         | 7,37    | 259                                  | 0,0183 ± 0,0013                     | ≤ 0,033                             | 3,7 ± 0,4                                   | ≤ 2,36                                   |
| Vuksanlekići          | 67/12          |                   | 30   | 15,0                      | 21                         | 7,14    | 328                                  | 0,0216 ± 0,0016                     | 0,040 ± 0,003                       | 6,0 ± 0,6                                   | ≤ 2,36                                   |

| ROŽAJE                  |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
|-------------------------|----------------|-------------------|------|---------------------|----------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Lokacija                | Broj protokola | Datum uzorkovanja | mmn  | t <sub>uzorka</sub> | t <sub>vazduha</sub> | pH   | E <sub>C</sub>     | A <sub>α</sub>    | A <sub>β</sub>    | A ( <sup>222</sup> Rn) | A ( <sup>3</sup> H) |
|                         |                |                   |      | <sup>0</sup> C      | <sup>0</sup> C       | /    | μScm <sup>-2</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup> | Bql <sup>-1</sup>      | Bql <sup>-1</sup>   |
| Vrelo Ibra              | 55/12          | 20.05.2020.       | 1256 | 8,0                 | 23                   | 7,63 | 220                | ≤ 0,0098          | ≤ 0,028           | 0,6 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| ŠAVNIK                  |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Izvorište rijeke Šavnik | 45/12          | 14.05.2020.       | 800  | 10,3                | 21                   | 7,34 | 296                | 0,0189 ± 0,0014   | ≤ 0,030           | 1,1 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| TIVAT                   |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Plavda                  | 58/12          | 26.05.2020.       | 6    | 12,0                | 23                   | 7,90 | 316                | ≤ 0,0106          | ≤ 0,038           | 5,0 ± 0,5              | ≤ 2,36              |
| Češljar                 | 57/12          |                   | 90   | 15,0                | 22                   | 7,89 | 452                | 0,0284 ± 0,0002   | 0,056 ± 0,004     | 1,6 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Brštin                  | 56/12          |                   | 100  | 15,0                | 21                   | 7,48 | 478                | ≤ 0,0150          | 0,076 ± 0,005     | 12,6 ± 1,3             | ≤ 2,36              |
| ULCINJ                  |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Salč                    | 20/12          | 04.05.2020.       | 270  | 15,3                | 16                   | 7,58 | 323                | 0,0205 ± 0,0015   | ≤ 0,036           | 2,9 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Brajša                  | 27/12          |                   | 229  | 13,0                | 20                   | 7,30 | 195                | ≤ 0,0115          | ≤ 0,029           | 1,3 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Gač                     | 25/12          |                   | 68   | 14,5                | 18                   | 7,40 | 356                | 0,0232 ± 0,0017   | ≤ 0,044           | 12,5 ± 1,2             | ≤ 2,36              |
| Klezna                  | 26/12          |                   | 51   | 15,7                | 18                   | 7,50 | 405                | 0,0714 ± 0,0051   | 0,076 ± 0,005     | 1,5 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Mide I                  | 21/12          |                   | 430  | 15,3                | 16                   | 8,05 | 248                | 0,0158 ± 0,0011   | ≤ 0,028           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |
| Mide II                 | 22/12          |                   | 440  | 13,6                | 16                   | 7,96 | 271                | 0,0138 ± 0,0010   | ≤ 0,027           | 3,4 ± 0,3              | ≤ 2,36              |
| Kaliman I               | 24/12          |                   | 410  | 14,2                | 17                   | 7,92 | 248                | 0,0174 ± 0,0012   | ≤ 0,035           | 1,5 ± 0,2              | ≤ 2,36              |
| Kaliman II              | 23/12          |                   | 290  | 15,3                | 17                   | 8,07 | 240                | 0,0168 ± 0,0012   | ≤ 0,036           | 0,4 ± 0,1              | ≤ 2,36              |
| Lisna Bori              | 28/12          |                   | 49   | 15,5                | 21                   | 7,45 | 678                | 0,0398 ± 0,0029   | ≤ 0,073           | 9,5 ± 1,0              | ≤ 2,36              |
| ŽABLJAK                 |                |                   |      |                     |                      |      |                    |                   |                   |                        |                     |
| Oko                     | 44/12          | 14.05.2020.       | 1530 | 10,2                | 17                   | 7,40 | 212                | ≤ 0,0101          | ≤ 0,028           | 13,7 ± 1,4             | ≤ 2,36              |
| Mlinski potok           | 43/12          |                   | 1430 | 15,5                | 18                   | 7,78 | 226                | 0,0175 ± 0,0013   | ≤ 0,032           | ≤ MDA                  | ≤ 2,36              |



**Prilog 4.** Dijagram toka procesa za ispitivanje radionuklida u vodi za piće



**Prilog 5.** Oprema korišćena prilikom realizacije Analiza monitoringa radioaktivnosti u vodi za piće na teritoriji Crne Gore

### **I. Ukupna $\alpha$ i $\beta$ aktivnost**

Za određivanje ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi za piće korišćen je  $\alpha$ ,  $\beta$  gasni proporcionalni brojač proizvođača Eberline FHT 770 S. Uređaj se sastoji iz: a) centralne digitalne jedinica FHT 1100, b) detektorskog sistema sa sistemom za zamjenu uzoraka FHT 770, c) boce sa smješom gasova Ar/CO<sub>2</sub>, d) reduktora pritiska i e) planšeta.

#### Ukupna $\alpha$ aktivnost:

Radni parametri za određivanje ukupne alfa aktivnosti u vodi za piće su: a) Mod uređaja C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>, b) radni napon  $V_1 = V_2 = 1500$  V, c) vrijeme snimanja  $t = 84600$  s.

#### Ukupna $\beta$ aktivnost:

Radni parametri za određivanje ukupne beta aktivnosti u vodi za piće su: a) Mod uređaja C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>, b) radni napon  $V_1 = V_2 = 2150$  V, c) vrijeme snimanja  $t = 84600$  s.

U tabeli 1. su date osnovne karakteristike gasnog proporcionalnog brojača Eberline FHT 770 S.

**Tabela 1.** Osnovne karakteristike gasnog proporcionalnog brojača Eberline FHT 770 S

#### *Specifikacija gasnog proporcionalnog brojača Eberline FHT 770 S*

|                                        |                                                                                |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Efikasnost</b>                      | 42 ± 5 % za <sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y<br>30 ± 3 % za <sup>241</sup> Am |
| <b>Napajanje</b>                       | 220 V, 50 Hz, 25 VA                                                            |
| <b>Ambijentalni temperaturni opseg</b> | 0 – 40°C                                                                       |
| <b>Energetski opseg</b>                | 0 - 2000 keV                                                                   |
| <b>Relativna vlažnost</b>              | 20 – 80 %                                                                      |

Kalibracioni standardi korišćeni za provjeru rada i efikasnosti gasnog proporcionalnog brojača Eberline FHT 770 S:

a) Tečni interni kalibracioni standardi CMI ER2 proizvođača Czech Metrology Institut

- <sup>241</sup>Am – A = 111,5 kBq
  - Referentni datum: 31.12.2018.
  - Kombinovana standardna nesigurnost 0,44 %
- <sup>90</sup>Sr – A = 113,1 kBq
  - Referentni datum: 31.12.2018.

- Kombinovana standardna nesigurnost 0,36 %
- b) Metalni diskovi - Kalibracioni standardi EM X proizvođača Czech Metrology Institut
  - Koncentracija aktivnosti  $^{241}\text{Am}$ : A = 289,3 Bq i  $^{90}\text{Sr}$ : A = 368,1 Bq
  - Referentni datum: 15.05.2019.
  - Kombinovana standardna nesigurnost:  $^{241}\text{Am}$ :  $\pm 0,5 \%$ ;  $^{90}\text{Sr}$ :  $\pm 1 \%$ .

## II. Koncentracija aktivnosti tricijuma ( $^3\text{H}$ )

Za određivanje koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće korišćen je tečni scintilacioni brojač LS 6500 proizvođača Beckman&Coulter. Uređaj se sastoji iz: a) Motorola 68000 mikroprocesora, b) digitalnog signal procesora, c) multi kanalnog analizatora (32768 kanala i daje efektivnu rezoluciju od 0,06 keV), d) dvije fotomultiplikatorske cijevi, e) nosača za scintilacione bočice, f) monitora i g) štampača.

Osnovne karakteristike uređaja su prikazane u tabeli 2.

**Tabela 2.** Osnovne karakteristike tečnog scintilacionog brojača LS 6500 Beckman&Coulter

*Specifikacija tečnog scintilacionog brojača LS 6500 Beckman&Coulter*

|                                        |                                                                                           |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rezolucija</b>                      | 32 768 kanala, 0,06 keV po kanalu                                                         |
| <b>Ponovljivost</b>                    | $\pm 1\%$ efikasnost brojanja                                                             |
| <b>Maksimalna brzina brojanja</b>      | $^3\text{H}$ prozor: $10 \times 10^6$ CPM<br>$^{14}\text{C}$ prozor: $13 \times 10^6$ CPM |
| <b>Zahtjevi za strujom</b>             | 120/240V/BTU HR sa 50/60 Hz                                                               |
| <b>Instrument</b>                      | 3 A / 1,5 A / 1230                                                                        |
| <b>Ambijentalni temperaturni opseg</b> | 15 – 35°C                                                                                 |
| <b>Energetski opseg</b>                | 0 - 2000 keV                                                                              |
| <b>Maximalna relativna vlažnost</b>    | 85%                                                                                       |
| <b>Efikasnost</b>                      | $^3\text{H} \geq 60\%$ u širokom prozoru<br>$^{14}\text{C} \geq 95\%$ u širokom prozoru   |

Radni parametri za određivanje koncentracije aktivnosti tricijuma u vodi za piće su: a) Program No. 4 (Prozor 3: 0,5 – 5,0 keV), b) t = 999 min.

Kalibracioni standardi korišćeni za provjeru rada i efikasnosti tečnog scintilacionog brojača:

- a) Tečni interni kalibracioni standard CMI ER2 proizvođača Czech Metrology Institut (tritirana voda)
  - Ukupna aktivnost 111,5 kBq
  - Referentni datum: 30.11.2017.

- Kombinovana standardna nesigurnost 1,6 %.
- b) Kalibracioni standard *Uquenched Toluene Standard Set for Liquid Scintillation Counting*  
 Proizvođač Perkin Elmer
  - Koncentracija aktivnosti  $^3\text{H}$ : A = 293100 DPM i  $^{14}\text{C}$ : A = 115600 DPM
  - Referentni datum: 18.11.2015.
  - Kombinovana standardna nesigurnost:  $^3\text{H} \pm 3 \%$ ;  $^{14}\text{C} \pm 2 \%$ .

### III. Koncentracija aktivnosti radona ( $^{222}\text{Rn}$ )

Za određivanje koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće korišćena je jonizaciona komora AlphaGUARD PQ 2000pro u kombinaciji sa AquaKIT sistemom za mjerenje radona u vodi proizvođača Genitron. Uređaj se sastoji od: a) centralne jedinice Genitron AlphaGuard PQ 2000pro radon monitora, b) Alpha pumpe, c) AquaKIT-a i c) softvera Alpha Expert. Osnovne karakteristike uređaja su date u tabeli 3.

**Tabela 3.** Osnovne karakteristike jonizacione komore AlphaGUARD PQ 2000pro

*Specifikacija jonizacione komore AlphaGUARD PQ 2000pro*

|                                             |                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Rezolucija</b>                           | 1 Bqm <sup>-3</sup>             |
| <b>Osjetljivost</b>                         | 1 CPM na 20 Bqm <sup>-3</sup>   |
| <b>Mjerni opseg</b>                         | 2 – 2 000 000 Bqm <sup>-3</sup> |
| <b>Greška linearnosti sistema</b>           | Na čitavom opsegu < 3 %         |
| <b>Greška kalibracije instrumenta</b>       | ± 3 %                           |
| <b>Aktivna zapremina jonizacione komore</b> | 0,56 dm <sup>-3</sup>           |
| <b>Radni napon</b>                          | 750 V                           |

Radni parametri za određivanje koncentracije aktivnosti radona u vodi za piće su: a) Protočni mod (flow-through mode), b) vrijeme snimanja t = 40 min.

Kalibracioni standard korišćen za provjeru rada i efikasnosti jonizacione komore:

- a) Tečni interni kalibracioni standard *CMI EB6* proizvođača Czech Metrology Institut ( rastvor  $^{226}\text{Ra}$ )
  - Ukupna aktivnost 42,50 kBq
  - Referentni datum: 15.05.2019.
  - Kombinovana standardna nesigurnost 5 %.