



Institut za vode - Bijeljina

Miloša Obilića 51, Bijeljina, Republika Srpska

tel: + 387 55 403 567 faks: + 387 55 211 568

e-mail: ins_vode@rstel.net

S T U D I J A

**Kvaliteta, stabilnosti i mogućnosti flaširanja oligomineralne
hipertermalne vode Banje Dvorovi**

Bijeljina, april 2006

S T U D I J A

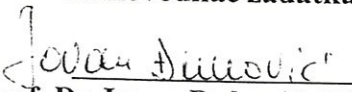
Kvaliteta, stabilnosti i mogućnosti flaširanja oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi

Naručilac zadatka : Opština Bijeljina

Izvršilac zadatka : Institut za vode, Bijeljina

Rukovodilac zadatka: Prof. Dr Jovan Đuković. Dipl. hem.

Saradnici na zadatku: Mr Miladin Drobnjak, dipl. ing. tehnol.
Zdravko Stevanović, dipl. ing. građ.
Dragana Đokić, dipl. ing. hem.
Jelena Vićanović, dipl. ing. tehnol.
Aleksandar Elez, dipl. ing. tehnol.
Irena Zarić, dipl. biol.
Prof. Dr Dragica Lazić, dipl. ing. tehnol.
Mr Ljubica Vasiljević, dipl. ing. hem.

Rukovodilac zadatka:

Prof. Dr Jovan Đuković. Dipl. hem.



Direktor:

Zdravko Stevanović, dipl. ing. građ.

Izvod

U radu su istraženi mogući hemijski transformacioni procesi u hipertermalnoj oligomineralnoj vodi Banje Dvorovi. Ispitivanje je izvršeno koristeći modernu metodologiju i metode u vremenskom intervalu od 100 dana. U istraživanju je korišćena staklena i pet (plastična) ambalaža za uzorkovanje vode Banje Dvorovi bušotine br.1. Istraživanje je imalo za cilj, pored dobivanja naučnih podataka, i aplikativnu namjenu za moguće flaširanje navedene vode. Ova istraživanja su dala sljedeće rezultate.

Metodologija i metode koje su korišćene u ovome istraživanju su se pokazale kao pouzdane za navedena istraživanja. U laboratorijskim uslovima je simulirana realna situacija u kojoj se nalaze flaširane vode za piće i u definisanom vremenu je izvršeno ispitivanje.

Izvršena istraživanja su pokazala da je oligomineralna hipertermalna voda Banja Dvorovi je dobrog kvaliteta, obzirom na njen hemijski i mikrobiološki sastav i ponašanje komponenata vremenom stajanja, čije koncentracije su stabilne, odnosno ne dolazi do hemijskih transformacionih procesa i nastanka novih komponenata, zamućenja i taloga. Voda je ljekovita i kvaliteta koji ispunjava sve uslove propisane Pravilnikom o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće i vodama za piće (77) i Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (78) Republike Srbije. Voda je pogodna za flaširanje. Visoki sadržaj sumpor-vodonika u vodi je neophodno izdvojiti prije procesa flaširanja.

Istraživanje prirode ambalaže (pet i staklena ambalaža) na mogući uticaj na kvalitet vode pokazuje da nema bitnijeg uticaja na kvalitet vode, odnosno da se pet (plastična) ambalaža, kao praktičnija i jeftinija, može koristiti za flaširanje vode Banja Dvorovi.

Sadržaj ukupne alfa i beta aktivnosti u vodi je u dozvoljenim granicama (0,021 Bq/L ukupne alfa aktivnosti i 0,15 Bq/L ukupne beta aktivnosti).

Abstract

This work examines possible chemical transformation processes in hyperthermal oligomineral water in Banja Dvorovi (Dvorovi Spa). The examination was performed using modern technology and methods in the time interval of 100 days. The research included glass and pet (plastic) packing for Dvorovi Spa water. Apart from gathering scientific facts, the aim of the research was also the application in possible bottling of the stated water. The researches gave the following results.

The methodology and methods used in this research proved to be reliable for the stated researches. The laboratory research used a simulation of the real situation of bottled drinking waters and the examination was carried out in the defined time intervals.

Oligomineral hyperthermal water in Dvorovi Spa is of high quality, having in mind its chemical and microbiological composition and the behaviour of the components in the period of stagnation, with stable concentrations. That is there are no chemical transformation processes and forming of new components, turbidity or sediment. The water is medicinal and of high quality and conforms to the conditions set out in the Regulations on bottled natural mineral drinking waters and drinking waters (77), and Regulations on hygienic quality of drinking water (78) of Republic of Serbia. The water is suitable for bottling. It is necessary to separate a high concentration of H_2S in the water before the process of bottling.

The research of the nature of packing (pet and glass packing) as regards to its influence on the quality of water, shows that the packing has no significant effect on the quality of water, i. e. pet packing, being more practical and cheaper, can be used for bottling the water in Dvorovi Spa.

The proportion of the total alpha and beta activity in the water is within normal (allowed) limits (0.021 Bq/L of total alfa activity and 0.15 Bq/L of total beta activity).

Sadržaj

1 UVOD.....	9
2 TEORETSKE OSNOVE	12
2.1 Uvod	13
2.2 Transformacioni procesi u vodenim sistemima	14
2.3 Pregled dosadašnjih istraživanja iz područja	17
oligomineralnih hipertermalnih, mineralnih i izvorskih voda	17
2.4 Prikaz osnovnih komponenata u flaširanim vodama koje se koriste u svijetu i kod nas	20
3 PREDMET I METODE ISTRAŽIVANJA	28
4 EKSPERIMENTALNI DIO	30
4.1 Plan eksperimentalnog rada	31
4.1.1 Uzorkovanje hipertermalne oligomineralne vode Banje Dvorovi.....	31
4.2 Opis metoda uzorkovanja i analize uzoraka voda.....	32
4.2.1 Metoda uzorkovanja.....	32
5 REZULTATI ISTRAŽIVA.....	35
6 RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA	52
7 ZAKLJUČCI.....	74
8 LITERATURA.....	76



Pregled tabelarnih prikaza

- Tabela 2.1: Sastav mineralnih i termalnih voda iz pojedinih područja Srbije(mg/L)
- Tabela 2.2: Sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama pojedinih svjetskih proizvođača i vrijednosti odnosa koncentracija kalcijuma i magnezijuma
- Tabela 2.3: Sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama (mg/L) koje se proizvode i Srbiji i Crnoj Gori
- Tabela 2.4: Odnos koncentracija kalcijuma i magnezijuma u flaširanim vodama koje se proizvode u Srbiji i Crnoj Gori
- Tabela 4.1: Sadržaj i maksimalno dopuštene koncentracije hemijskih supstanci u flaširanoj prirodnoj vodi za piće, flaširanoj prerađenoj vodi za piće i prirodnoj mineralnoj vodi u mg/L (Lista XIII)
- Tabela 5.1: Kompletna fizičko-hemijska analiza oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
- Tabela 5.2: Kompletna fizičko-hemijska analiza oligomineralne hipertermalne vod Banje Dvorovi
- Tabela 5.3: Analiza oligomineralne hipertermalne vode Banja Dvorovi
- Tabela 5.4: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (nulti uzorak)
- Tabela 5.5: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (31.01.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.6: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (31.01.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.7: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (14.02.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.8: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (14.02.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.9: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (28.02.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.10: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (28.02.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.11: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (14.03.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.12: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (14.03.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.13: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (28.03.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.14: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (28.03.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.15: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (3.04.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.16: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (3.04.2006), plastična ambalaža
- Tabela 5.17: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (25.04.2006), staklena ambalaža
- Tabela 5.18: Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (25.04.2006), plastična ambalaž

Pregled grafičkih prikaza

- Slika 6.1 Grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.2 Grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.3 Grafički prikaz odnosa koncentracija hlorida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.4 Grafički prikaz odnosa koncentracija hlorida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.5 Grafički prikaz odnosa koncentracija sulfata prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.6 Grafički prikaz odnosa koncentracija sulfata prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.7 Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor-vodonika prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.8 Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor-vodonika prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.9 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.10 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.11 Grafički prikaz odnosa koncentracija natrijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.12 Grafički prikaz odnosa koncentracija natrijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.13 Grafički prikaz odnosa koncentracija fluora prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.14 Grafički prikaz odnosa koncentracija fluora prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.15 Grafički prikaz odnosa koncentracija silicijum-dioksida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.16 Grafički prikaz odnosa koncentracija silicijum-dioksida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.17 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.18 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.19 Grafički prikaz odnosa koncentracija magnezijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži
- Slika 6.20 Grafički prikaz odnosa koncentracija magnezijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži
- Slika 6.21 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za mineralne vode koje se ne flaširaju (tabela 2.1)
- Slika 6.22 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za pojedine vode koje se ne flaširaju u svijetu (tabela 2.2)

Slika 6.23 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za pojedine vode koje se ne flaširaju kod nasijetu (tabela 2.3)

Slika 6.24 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za vode Banje Dvorovi i vode Pribituvkoje (nulti uzorak)



РЕПУБЛИКА СРПСКА

МИНИСТАРСТВО ЗА ПРОСТОРНО УРЕЂЕЊЕ, ГРАЂЕВИНАРСТВО И ЕКОЛОГИЈУ

Министар за просторно уређење, грађевинарство и екологију на основу члана 120. и 124. Закона о уређењу простора ("Службени гласник Републике Српске", број: 84/02-пречишћени текст) и рјешења о испуњености услова за израду техничке документације број 2231/03. од 06.12.2003. године, издаје

ЛИЦЕНЦУ

Д.О.О. "ИНСТИТУТ ЗА ВОДЕ" Бијељина
испуњава услове за израду техничке документације за објекте хидроградње,
за које одобрење за грађење издаје Министарство за просторно уређење,
грађевинарство и екологију.

Ова лиценца важи од 06.12.2003. године до 06.12.2007. године. Провјера
испуњености услова за израду техничке документације утврђених овом лиценцом
вршиће се у складу са одредбама Закона о уређењу простора.

Број регистра: 2231/03

Бања Лука, 06.12.2003. године



МИНИСТАР

Менсур Шехагић, дипл.ек.

РЕПУБЛИКА СРПСКА

Министарство за просторно уређење,
грађевинарство и екологију
Бања Лука, Трг српских јунака бр.4.

Број: 2231/03

Датум: 06.12.2003.године

Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, на основу члана 120. и 124. Закона о уређењу простора ("Службени гласник Републике Српске", број: 84/02 - пречишћени текст) доноси

Р Ј Е Ш Е Њ Е
о испуњености услова за израду техничке документације

1. Утврђује се да **Д.О.О. "ИНСТИТУТ ЗА ВОДЕ" Бијељина** испуњава услове за израду техничке документације за објекте хидроградње, за које одобрење за грађење издаје Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију.

2. Ставља се ван снаге рјешење о испуњености услова за израду техничке документације и лиценца број 1255/01 од 14.06.2001.године.

3. Ово рјешење важи од 06.12.2003. године до 06.12.2007. године. Провјера испуњености услова за израду техничке документације утврђених овим рјешењем вршиће се у складу са одредбама Закона о уређењу простора.

4. Ово рјешење ступа на снагу даном доношења, а објавиће се у Службеном гласнику Републике Српске.

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

Д.О.О. "ИНСТИТУТ ЗА ВОДЕ" Бијељина обратило се овом Министарству захтјевом за доношење рјешења о испуњености услова за израду техничке документације.

Након увида у приложену документацију, а на основу члана 120. Закона о уређењу простора одлучено је као у тачки 1. и 2. диспозитива овог рјешења. Као у тачки 3. диспозитива одлучено је на основу члана 124. истог Закона. Министар за просторно уређење, грађевинарство и екологију ће на основу овог рјешења издати лиценцу.

Ово рјешење је коначно у управном поступку, те против њега није допуштена жалба, али се може покренути управни спор подношењем тужбе Врховном суду, у року од 30 дана од дана пријема овог рјешења. Тужба се у два истовјетна примјерка таксирана са износом од 200 КМ судске таксе предаје суду непосредно или му се шаље поштом, а може се изјавити и на записник код надлежног суда или ма ког другог редовног суда.

Уз тужбу се прилаже ово рјешење у оригиналу или препису.

Доставити:

1. Предузећу
2. а/а



МИНИСТАР

Менсур Шехагић, д.р.г.с.



РЕПУБЛИКА СРПСКА

МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ, ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
Бука Карачића 4, Бања Лука тел: 051/331-634 факс: 051/331-631 E-mail: mps@mps.vladars.net
Милоша Обилића 51, Бијељина тел: 055/201-783

Број: 01-33-4/04

Датум: 05.01. 2004.године

На основу члана 190. Закона о општем управном поступку, (Службени гласник Републике Српске број 13/02), члана 2. и 12. Закона о министарствима (Службени гласник Републике Српске број 4/02) и члана 23. Правилника о условима које морају испуњавати водопривредне лабораторије као правна лица или у оквиру правних лица које врше одређену врсту испитивања квалитета површинских, подземних и отпадних вода, (Службени гласник Републике Српске број 44/01), министар је донио *с л и ј е д е ћ е*

Р Ј Е Ш Е Њ Е

ОДОБРАВА СЕ РАД *Институту за воде д.о.о. Бијељина* из Бијељине, да у оквиру властите лабораторије врши послове који се односе на испитивање квалитета површинских и подземних вода, вода намјењених за водоснабдјевање и отпадних вода све у складу са:

- Правилником о условима које морају испуњавати водопривредне лабораторије као правна лица или у оквиру правних лица које врше одређену врсту испитивања квалитета површинских, подземних и отпадних вода, (Службени гласник Републике Српске број 44/01),
- Уредбом о класификацији вода и категоризацији водотока, (Службени гласник Републике Српске број 42/01),
- Правилником о условима испуштања отпадних вода у површинске воде, (Службени гласник Републике Српске број 44/01),
- Правилника о условима испуштања отпадних вода у јавну канализацију, (Службени гласник Републике Српске број 44/01),
- Правилника о начину и методама одређивања степена загађености отпадних вода, као основице за утврђивање водопривредне накнаде, (Службени гласник Републике Српске број 44/01).

Ово рјешење ступа на снагу даном доношења.

Образложење

Институт за воде д.о.о. Бијељина, поднио је овом оргау захтјев за вршење послова испитивања квалитета површинских и подземних вода у складу са напријед наведеним прописима.

У оквиру спроведеног поступка министарство је утврдило:

- регистровану дјелатност подносиоца захтјева,
- лабораторијску опрему којом располаже,
- просторне услове за рад и обављање дјелатности,
- кадровске потенцијале и оспособљеност,
- документацију везану за опрему, простор и персоналну попуњеност.

Након свега констатовано је да подносилац захтјева испуњава прописане услове, те је одлучено као у диспозитиво овог рјешења.

Допставити:

- Наслову Зх,
- а/а



МИНИСТАР

Мр Родољуб Тркуља

РЕПУБЛИКА СРПСКА
Д.О.О. „ИНСТИТУТ ЗА ВОДЕ“

БИЈЕЉИНА

БРОЈ: 21-01/04

ДАТУМ: 02.01.2004 год.

1 UVOD

Voda ima vitalnu ulogu u biosferi jer je jedna od komponenata koja učestvuje u izgradnji bioloških materijala-tkiva biljaka, životinja i čovjeka. Voda je medijum u kome egzistira jedan zasebni živi svijet (od mikroorganizama do sisara). Voda se koristi u svakodnevnom životu za ishranu, higijenske potrebe, u industriji, za proizvodnju hrane, za rekreaciju, transport i dr. (1). Voda, kao jedno od najvećih bogatstava svake zemlje je izdašno zastupljena na planeti Zemlji u sva tri agregatna stanja. Tri četvrtine zemljine površine je pokriveno vodenim sistemima. Značajna količina kvalitetne vode se nalazi u litosferi (podzemne vode), veliku količinu vode u vidu leda sadrže polarne oblasti na Zemlji (Arktik i Antarktik), a u atmosferi se, u vidu vodene pare (oblaci i magla), nalazi konstantno velika količina vode. Priroda je mnoge oblasti na Zemlji podarila sa dovoljno kvalitetne vode, dok druge oblasti nemaju dovoljno vode na raspolaganju (pustinjske i subpustinjske oblasti).

Planeta Zemlja, iako bogata sa vodom, samo jedan njen dio je direktno dostupan ljudima za ličnu upotrebu. Osnovni razlog je da su mnoge površinske i podzemne vode zagađene kao posljedica antropogene emisije polutanata. Zbog toga se danas pridaje posebna pažnja kvalitetu voda koje se koriste za piće tako da se vrši njihovo prečišćavanje prije upotrebe koristeći dosta skupe postupke prečišćavanja. S druge strane kvalitetna čista voda je važna za živi svijet u vodi, za upotrebu u industriji i poljoprivredi, rekreaciju i dr.

Međutim, pojedine prirodni izvori voda za piće, mineralnih voda i hipertermalnih voda, koje obično potiču sa velikih dubina, su dovoljno čiste da se mogu direktno koristiti za piće i druge ljudske potrebe. Takve vode, kao veoma kvalitetne a često i ljekovite, se najčešće flaširaju i kao takve se pojavljuju na tržištu.

Da bi se voda flaširala i kao takva sačuvala za duži vremenski period neophodno je da ona posjeduje, pored odgovarajućeg kvaliteta, određene karakteristike kao što su stabilnost sastava, sprečavanje stvaranja taloga, sprečavanja interakcije sa zidovima korišćene ambalaže, promjena organoleptičkih osobina, boje i sl. Zbog toga je neophodno prije odluke o flaširanju određene vrste vode pristupiti istraživanju ponašanja komponenata (katjona i anjona, prisutnih organskih komponenata, gasova) u vodi u najnepovoljnijim fizičkim uslovima (voda izložena dnevnom svjetlu i sunčanom zračenju, promjenama temperature, vremenu stajanja prije upotrebe i dr.). To je posebno značajno za oligomineralne hipertermalne vode koje se eksploatišu sa velikih dubina.

Oligomineralne hipertermalne vode koje se prirodno najčešće nalaze na dubinama većim od 1000 m i koje su, uglavnom, porijekla nezavisnog od površinskih procjednih voda, su sa hemijskim sastavom koji se često razlikuje od sastava prirodnih površinskih voda. Ove vode su, pored visoke temperature na kojoj se nalaze, najčešće u reducirajućoj sredini tako da se pojedini metalni joni nalaze u jedinjenjima manjeg oksidacionog broja. Dolaskom na površinu i nakon hlađenja i kontakta sa kiseonikom iz vazduha, teoretski posmatrano, može da dođe do značajne promjene njihovog sastava. Ta promjena, vremenom kod stajanja i na dnevnom svjetlu, može da dovede do fotolitičkih procesa i do bitnog uticaja na sastav vode, njenu boju i organoleptička svojstva. To je posebno

značajno ukoliko se takva voda flašira i u trgovačkoj mreži može biti izložena različitim fizičkim uslovima (pod uticajem svjetlosti, temperaturnim promjenama i sl.), a time i mogućnosti promjene njenih karakteristika.

Istraživanje mogućih transformacionih procesa a time i promjena sastava i karakteristika takvih voda u uslovima koji se realno očekuju u procesu flaširanja i procesu odležavanja tako flaširanih voda u različitim temperaturnim uslovima i kod različite osvijetljenosti uzoraka vode je istraživanje koje je neophodno provesti u laboratorijskim uslovima. Koristeći moderne metode atomske adsorpcione spektrofotometrije i klasične metode analize neophodno je pratiti, u zavisnosti od vremena, moguće promjene hemijskog i mikrobiološkog sastava takvih voda

Racionalna eksploatacija hipertermalnih oligomineralnih voda i ekološki i zdravstveno ispravnih izvorskih voda je veoma ekonomski i ekološki važna. Danas, a i u budućnosti, kvalitetna voda za ljudsku upotrebu će biti jedan od najznačajnijih prirodnih resursa svake zemlje. Razlog tome je sve manje izvorskih, podzemnih i površinskih voda koje nisu zagađene sa komunalnim i industrijskim otpadnim vodama, oborinskim vodama i unošenjem u prirodne vodene sisteme različitog čvrstog otpada, i veoma skupi postupci prečišćavanja takvih voda. Potrebe za eksploatacijom i upotrebom hipertermalnih oligomineralnih ljekovitih voda, kao što je voda Banje Dvorovi na širem području od njihovog izvorišta i u dužem vremenskom periodu nameće potrebu njihovog flaširanja i plasmana na tržištu. Te potrebe, kada su u pitanju oligomineralna hipertermalna voda Banja Dvorovi, nameću neophodnost značajnih prethodnih istraživanja stabilnosti i mogućnosti flaširanja vode, što je i predmet ove studije

2 TEORETSKE OSNOVE

2.1 Uvod

Prirodne vode, ma u kome se vidu nalazile, pored osnovne komponente vode, sadrže u sebi rastvorene gasove, rastvorena organska i neorganska jedinjenja i čvrste suspendovane materije. Količina rastvorenih i suspendovanih materija u vodi će zavistiti od niza faktora: temperature vode, kontakta vode sa atmosferom, vrste sedimenta sa kojim je voda u kontaktu, količine oborinskih voda koje dolaze u površinske vode i količine otpadnih materijala koje čovjek svojom aktivnošću unosi u vode preko otpadnih voda i unošenjem u vode drugih otpadnih materijala.

Sve prirodne vode, u koje čovjek svojom aktivnošću nije unio otpadne materijale, odnosno u vode nisu dospjeli materijali kao posljedica prirodnih aksidenata (poplave, vulkanske aktivnosti, zemljotresi i dr.) mogu se smatrati prirodnim kvalitetnim vodama pogodnim za život i razvoj raznovrsnog živog svijeta (izuzetak su pojedini vodeni sistemi, kao što je na primjer Mrtvo more, koji su prirodno bogati sa mineralnim solima tako da je onemogućen život u njima).

Na kvalitet prirodnih voda utiče veliki broj faktora kao što su prirodni fizički, hemijski i biološki faktori. Isto tako i antropogeni faktori bitno utiču na kvalitet prirodnih voda.

U prirodnoj akvatičnoj sredini dešavaju se fizički, hemijski i biološki procesi koji utiču na prisustvo, sadržaj, transformacije i i kretanje konstituenata u vodi. To je posebno značajno ukoliko se u vodene sisteme unose toksične materije zbog njihovog nepovoljnog uticaja na cjelokupnu biotu u vodi.

U prirodnim vodenim sistemima se dešavaju procesi koji se mogu svrstati u nekoliko sljedećih grupa (1,2):

- Unošenje organskih i neorganskih materijala u vodene sisteme.
- Kiselinsko-bazni procesi i uspostavljanje odgovarajuće ravnoteže.
- Sorpcija komponenata u vodi i njihovo vezivanje za sorbent, uz prelazak u suspendovane ili taložne materije, odnosno vezivanje na sediment.
- Proces precipitacije i rastvaranja organskih i neorganskih materija u vodi.
- Hidraulični transport komponenata koje su rastvorene ili dispergovane u vodi.
- Isparavanje organskih komponenata iz vode.
- Sedimentacija komponenata ili komponenata adsorbovanih na suspendovanim česticama.
- Transformacioni procesi prisutnih komponenata u vodi.

2.2 Transformacioni procesi u vodenim sistemima

U vodenim sistemima, bilo da su u pitanju vodeni sistemi sa slatkom ili sa slanom vodom, konstantno se odvijaju pojedini transformacioni procesi koji uključuju stvaranje novih jedinjenja, razgradnju prisutnih jedinjenja, stvaranje kompleksa i dr. Niz je faktora koji na to utiču: prisutne komponente u vodi, temperatura vode, sunčeva radijacija, prisutni mikroorganizmi u vodi i dr. Najznačajniji procesi koji se odvijaju u prirodnim vodenim sistemima mogu se svrstati u nekoliko grupa:

- a) biorazgradnja (biodegradacija),
- b) fotolitički procesi,
- c) procesi hidrolize i
- d) oksidaciono-redukcionni procesi.

Mikroorganizmi prisutni u vodenim sistemima katalitički ubrzavaju hemijske reakcije dovodeći do transformacije ili razlaganja pojedinih organskih jedinjenja. Često je mikrobiološka degradacija jedini proces koji dovodi do razgradnje organskih komponenta u vodenim sistemima. Pod uticajem mikroorganizama dolazi do hidroksilacije aromatskih jedinjenja kada reakcija oksidacije stvara polarna iz nepolarnih jedinjenja, reakcija oksidacije uz otvaranje aromatskog prstena, reakcije redukcije. Pod uticajem mikroorganizama često dolazi do kompletne degradacije organskih do neorganskih jedinjenja, procesa poznatog kao «mineralizacija».

Brzina biorazgradnje pojedinih jedinjenja u vodenim sistemima zavisi od uloge toga jedinjenja u metaboličkim procesima mikroorganizama. Pojedina organska jedinjenja služe kao hrana mikroorganizmima koja im obezbeđuje ugljenik i energiju za rast i razmnožavanje. U drugim slučajevima mikroorganizmi transformišu organska jedinjenja dovodeći do nastanka novih jedinjenja.

Brzina biorazgradnje organskih jedinjenja, nakon adaptacije mikroorganizama na sredinu, može se odrediti koristeći jednačinu Monoda (1) koja se koristi za određivanje brzine degradacije jedinjenja koja služe mikroorganizmima kao izvor ugljenika:

$$-\frac{dC}{dt} = \frac{1}{\gamma} \frac{dB}{dt} = \frac{\eta_{\max}}{\gamma} \frac{B.C}{K_s + C}$$

gdje je:

C-koncentracija jedinjenja

B-koncentracija bakterija

γ -količina proizvedene biomase po jedinici potrošenog C

$\eta_{\max}$ -maksimalna specifična brzina rasta

K_s -konstanta poluzasićenja

Hemijske osobine jedinjenja određuju da li će mikroorganizmi koristiti to jedinjenje kao supstrat za rast i razvitak ili neće. Time će i brzina biorazgradnje pojedinih jedinjenja zavistiti od njihovog hemijskog sastava. Uslovi sredine bitno utiču na metabolitsku aktivnost mikroorganizama, na tip metabolitskih reakcija i na brzinu odvijanja ovih reakcija. Osnovni parametri sredine koji na to utiču su temperatura, ograničenost prisustva nutrijenata, sorpcija supstrata, rastvorljivost jedinjenja, pH vrijednost sredine i sadržaj kiseonika u vodi. Temperatura sredine bitno utiče na brzine biorazgradnje jedinjenja. Poznato je da bi molekule reagovale moraju imati energiju veću od energije aktivacionog stanja. Sa povećanjem temperature sredine povećava se broj molekula koje imaju ovaj minimum energije tako da se biotičke reakcije odvijaju mnogo brže kod viših temperatura (20).

Sunčevo zračenje obezbjeđuje vodenim sistemima veliku količinu energije. Molekule koje apsorbuju sunčevu energiju u ultraljubičastom i vidljivom dijelu spektra obezbjeđuju energiju za iniciranje hemijskih reakcija. Mnoge fotolitičke reakcije, kao posljedica apsorpcije sunčeve radijacije, dovode do razgradnje molekula. Ove reakcije, poznate kao fotoliza, bitno utiču na eliminaciju pojedinih jedinjenja iz vodenih sistema, odnosno na stvaranje novih jedinjenja.

Kod fotohemijskih reakcija apsorpcija sunčeve radijacije obezbjeđuje aktivacionu energiju za odvijanje hemijskih reakcija. Molekule prelaze u «uzbuđeno» (ekscitirano) elektronsko stanje i time lakše i brže stupaju u hemijske reakcije. Mehanizam uz pomoć koga se fotoaktivirane molekule formiraju i reaguju se sastoji iz tri faze: apsorpcije sunčevog zračenja uz nastanak elektronski uzbuđenih molekula, «primarni fotohemijski proces» koji transformiše ili deaktivira uzbuđenu molekulu i sekundarna ili «tamna» termalna reakcija pri kojoj nastaju intermedijeri.

Energija sunčeve radijacije je obrnuto proporcionalna njenoj talasnoj dužini. Energija molekula zavisi od konfiguracije elektrona i od rotacije i vibracije njenih hemijskih veza. Ove dvije energije su u korelaciji. Apsorpcija sunčevog zračenja od strane molekula je moguća samo ako energija fotona odgovara energiji promjene molekulskog unutrašnjeg energetskeg statusa. Molekula može apsorbovati energiju fotona, samim tim i vjerovatnoća apsorpcije fotona zavisi od talasne dužine sunčeve radijacije tako da je karakteristična za svaku vrstu hemijskog elementa i jedinjenja.

Da bi apsorbovana sunčeva radijacija inicirala hemijske reakcije ona mora biti dovoljne energije da dovede do promjene u elektronskoj strukturi molekule. Generalno posmatrano, radijacija talasnih dužina u ultravioletnom-vidljivom području spektra ili kraćih talasnih dužina ima dovoljnu energiju za iniciranje fotohemijskih reakcija, dok radijacije u području infracrvenog i veće talasne dužine nemaju tu energiju.

Prema Stark-Einstein-ovom zakonu svaka molekula koja učestvuje u hemijskim reakcijama koje su direktna posljedica apsorpcije sunčevog zračenja koristi jedan kvantum radijacije. Napredak fotohemijske reakcije će zavistiti od broja kvantuma energije koju apsorbuje. Svaki apsorbirani foton će dovesti do stvaranja jedne elektronski uzbuđene molekule koja ulazi u niz procesa, uključujući i hemijske reakcije.

Mada ove fotohemijske reakcije inicira apsorpcija fotona, svaka apsorpcija fotona ne dovodi do hemijske reakcije, obzirom da apsorpcija fotona može dovesti do reakcije sunčeve radijacije preko fluoroscencije i fosforoscencije, pretvaranja energije fotona u toplotnu energiju ili do uzbuđivanja drugih molekula.

Na brzinu fotolitičkih procesa utiče niz faktora : uslovi sredine, prisutni kiseonik, prisutne suspendovane materije u vodi, hemijska priroda jedinjenja, pH vrijednost sredine i temperatura sredine.

Dio jedinjenja u vodenoj sredini direktno reaguje sa vodom. Pri tome hidroksilna grupa zamjenjuje neku drugu grupu u jedinjenju. Ovaj fenomen je poznat kao hidroliza. Proizvodi nastali hidrolizom su manje volatilni, najčešće su lakše biorazgradivi nego jedinjenja od kojih su nastali.

Hidroliza direktno zavisi od pH vrijednosti sredine i od stepena adsorpcije jedinjenja na nekom adsorbentu. Ovaj proces potpomažu prisutni mikroorganizmi. Proces hidrolize su posebno značajni u prirodnim vodenim sistemima u kojima se mogu pojaviti organska jedinjenja, kao što su huminske kiseline koje uz pomoć ovoga procesa i prisutnih mikroorganizama mogu u aerobnim uslovima biti eliminisane iz vodenog sistema.

Oksidaciono-redukциони procesi (redoks-procesi) se konstantno odvijaju u vodenim sistemima. U zavisnosti od sredine u kojoj se voda nalazi, odnosno od mogućnosti kontakta sa kiseonikom mogući su procesi transformacije pojedinih neorganskih i organskih jedinjenja. Vodeni sistemi u dubokim slojevima litosfere uglavnom su bez prisustva kiseonika, odnosno u reducirajućoj sredini. To dovodi do promjene oksidacionog stanja pojedinih metalnih jona, uglavnom prevođenje u niže oksidaciono stanje. Dolaskom u kontakt sa kiseonikom dolazi do procesa oksidacije i često do promjene oksidacionog stanja jona. Jedan od primjera je jon željeza. U reducirajućoj sredini, što je obično u dubljim slojevima litosfere, on se pojavljuje u vidu Fe^{2+} . Dolaskom u kontakt sa kiseonikom prelazi u jedinjenja koja su sa Fe^{3+} jonom, odnosno dolazi do oksidacionih procesa. U reducirajućim uslovima dolazi do suprotnog efekta. Ovo je posebno važno za vode koje se eksploatišu sa većih dubina kao što su mineralne i hipertermalne mineralne vode. Proces oksidacije i redukcije su važni i za prisutna organska jedinjenja u vodi i mogu dovesti do transformacije jedinjenja u neko drugo jedinjenje koje može uticati na kvalitet vode, odnosno koje se može na ovakav način eliminisati iz vode. I ovdje značajnu ulogu igraju prisutni mikroorganizmi u vodi.

2.3 Pregled dosadašnjih istraživanja iz područja oligomineralnih hipertermalnih, mineralnih i izvorskih voda

Istraživanja iz područja mineralnih voda i izvorskih voda prije i nakon flaširanja su provedena u određenom obimu kod nas i u pojedinim zemljama u svijetu.

Freixes, A. i saradnici (13) su izvršili sagledavanje potencijala vodenih izvora u Val d' Aron, Catalonia, dok su Rohstock, B., Schneider, H., (14) izvršili geotehnoška i procesno-tehnička istraživanja poboljšanja procesa korišćenja geotermalnih izvora i njihovo ponašanje u dužem periodu. Nash, G.D. (15), navodi u svome radu preliminarne rezultate istraživanja dva područja geotermalnih voda: Cove Fort-Surphurdate, Utah i Dixie Valley, Nevada. Mazousek, F., Graf, H.(16), su istražili vodu za piće koja je eksploatisana sa dubine od 300 metara. Gomes, L. M. F., Saraiva, C. M., S. M.(17) su istraživali područja voda u Unhais da Serra Spa, u Španiji.

Hall, C.W. (18) je istraživao biološke procese koji se dešavaju u podzemnim vodama, interakcije mikroorganizama u podzemnim vodama, uticaj zagađenja, uticaj geohemijskih parametara na mikro floru i biološku aktivnost, brzinu bioloških transformacija i samu kinetiku procesa.

Podaci o sadržaju pojedinih konstituenata u flaširanim vodama, njihovo ponašanje i kvalitet je određivan u mnogim zemljama. Interesantni su radovi koji obrađuju mogući uticaj materijala za izradu flaša i spoljnih uticaja na ponašanje flaširane vode. Benfenati, E. i saradnici (19) su utvrdili da, ukoliko se koristi PVC ambalaža za flaširanje voda tada vremenom dolazi do migracije vinil hlorida u vodu koji vremenom može dostići i vrijednost od 100 ng/dan. To veoma nepovoljno utiče na kvalitet vode. Međutim, drugi literaturni podaci (31) pokazuju da nema pojave vinil hlorida u vodama koje su flaširane u PVC ambalaži. Hamilton, N.F. i Rosenberg F.A. (20) su utvrdili da dolazi do povećanja bakterijske mase u flaširanoj vodi za piće u većem obimu ako je ona duže izložena sobnoj temperaturi nego u hladnjaku. Bakterije se javljaju na zidovima flaše zbog prisustva organskih materija.

Dabeka, R.W. i saradnici (21) su analizirali 172 uzorka flaširanih voda koje se pojavljuju na tržištu Kanade. Utvrdili su da se sadržaj pojedinih komponenata, izraženo u $\mu\text{g/L}$, kreće u sljedećim prosječnim koncentracijama i rasponu koncentracija: Pb 0,0026 (od 0,001-0,074), Cd 0,00018 (od 0,0001-0,0004), As 0,003 (od 0,001-0,048), Al 0,0027 (od 0,01-0,568), F^- 0,543 (od 0,05-5,85). Komparacija sadržaja komponenata u mineralnim vodama, izvorskim vodama i drugim različitim vodama pokazuju značajne razlike samo kada je u pitanju sadržaj fluora u vodi. Većina uzoraka zadovoljava kriterijume kvaliteta koji su zakonski definisani u Kanadi. Izuzetak je 1 uzorak koji je sa većim sadržajem olova i 15 uzoraka sa većim sadržajem fluora. Sanchez, J.M., i saradnici (22) su u 15 uzoraka flaširane vode odredili sadržaj metalnih jona čije su se koncentracije

kretnosti u sljedećim granicama (mg/L): Al 1-144, Ca 0,07-50, Fe ispod granice detekcije-400, K 0,2-10,1, Mg 0,05-59, Na 4-53. Autori smatraju da su samo tri uzorka vode pogodni za ljudsku upotrebu. Slična istraživanja sadržaja pojedinih komponenata u flaširanim vodama koje se pojavljuju u trgovini u Sao Paulu (F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} i pH) su istraživali Pires, M.A.F. i saradnici (23). Određivanje sadržaja 18 metalnih jona u flaširanim vodama i njihov uticaj na zdravlje ljudi je izvršeno na devet uzoraka u Saudijskoj Arabiji (24). Utvrđeno je da je sadržaj Ca, Mg i Na bio viši od željenog sadržaja u vodama za piće. Određivanja sadržaja magnezijuma u vodama za piće koje su flaširane u Galiciji, Španija (25) pokazuju da se sadržaj magnezijuma kreće u granicama od 17,0-23,8 mg/L i da je u pojedinim uzorcima sadržaj veći do šest puta nego u vodama za piće. Odnos sadržaja kalcijuma prema sadržaju magnezijuma u flaširanim vodama je značajan parametar kvaliteta voda. Hardison, A. i saradnici (32) smatraju da sadržaj kalcijuma i magnezijuma u flaširanim vodama na Kanarskim Ostrvima u 61,84% flaširanih voda predstavlja dobru prevenciju srčanih oboljenja.

Sadržaj bromata (BrO_3^-) u flaširanim vodama za piće (26), čiju gornju granicu je postavila EPA, USA od 10 $\mu g/L$, je u pojedinim uzorcima dostizao i do 38 $\mu g/L$. Slične rezultate određivanja bromata u flaširanim vodama za piće, koristeći HPLC metodu su utvrdili i Warner, C.R. i saradnici (27). U pojedinim flaširanim vodama koncentracije ove komponente su bile 40 $\mu g/L$.

Sadržaj barijuma u flaširanim vodama se, prema Fogioli, F i saradnicima (28), kreće u prosjeku 80 $\mu g/L$, dok se vrijednosti kreću od 7,0 $\mu g/L$ do 660 $\mu g/L$.

Sadržaj nitrita i nitrata u prirodnim flaširanim vodama koje se proizvode u Austriji su u granicama koje su ispod dopuštenih vrijednosti koje propisuju zakoni u Austriji i iznose 30 mg/L za NO_3^- i 0,02 mg/L NO_2^- (29). Fluoride u španskim flaširanim vodama su odredili Mazarrasa, O. i saradnici (30) uz sadržaj od 0,8 mg/L do 12,2 mg/L.

Standarde kvaliteta flaširanih voda je postavio Federal Food Drug, and Cosmetic Act USA 1979 godine i Food Drug Adm. Federal Register 1981 godine (33,34). Prema ovim standardima flaširane vode ne smiju sadržavati više (mg/L) od 0,10 ukupnih trihalometana, 0,05 As, 1,0 Ba, 0,01 Cd, 250,0 Cl^- , 0,05 Cr, 1,0 Cu, 0,3 Fe, 0,05 Pb, 0,05 Mn, 0,002 Hg, 10,0 NO_3^- -N, 0,001 fenola, 0,01 Se, 0,05 Ag, 250,0 SO_4^{2-} , 500,0 ukupnog čvrstog ostatka, 5,0 Zn, 0,0002 endrina, 0,004 lindana, 0,1 metoksihlora, 0,005 toksafena, 0,1 2,4-D, 0,01 2,4,5-TP silvexa, 0,8-2,4 F^- , 5-15 $Pci^{226}Ra + ^{228}Ra$.

Istraživanje slatkovodnih izvorskih voda i mogućnosti njihovog pripremanja i flaširanja su kod nas do sada rađena (2,6,40-49).

Mineralnim, hipertermalnim i izvorskim vodama je Srbija bogata i sa velikim mogućnostima njihovog korišćenja, kao voda za piće, ljekovitih voda ili izvora toplotne energije (50-54, 57,60-72). Termomineralnim vodama je bogato područje oko Prokuplja (55), područja Jablaničkog kraja (Sijerinska Banja i selo Tulara) (56) čije vode su sa temperaturom do 76°C. Vode su bogate sa hloridima, sulfatima i visokim sadržajem natrijuma (1150 mg/L), kalijuma (46,8 mg/L), kalcijuma (50,0 mg/L), magnezijuma

(30,5 mg/L) i feri-oksida (60,0 mg/L). Ove hipertermalne vode sadrže i druge komponente u značajnom obimu (F⁻, J⁻, Br⁻, Al, SiO₂, Sr, Li, Mn, Rb, Cs, Cu, Zn, Ti, Ba, As, Pb, Ni, Co, Mo, V, NH₄, HPO₄ i dr.). Dečanska mineralna voda, kako navodi Komatina, M. (58) je izvoriste kisele vode koja u svome sastavu ima značajnu količini kalcijuma (300,0 mg/L), magnezijuma (30,5 mg/L) i ugljendioksida (do 800,0 mg/L). Sadržaj pojedinih komponenata u mineralnim vodama koje su određivali pojedini istraživači (73) se do određenog stepena razlikuju od podataka koji su navedeni na flaširanim vodama.

Sastav pojedinih mineralnih i termomineralnih voda, koje se ne flaširaju, kao što su voda Banje kod Priboja (71), Banje Laktaši (74), Dečanske mineralne vode (58), Lomnički kiseljak (57), voda Sijerinske Banje (56) i vode «Kiseljak» Ustikolina (75) sadrži tabela 2.1.

Istraživanja kvaliteta flaširanih voda su vršili i drugi autori (35-39).

Tabela 2.1

Sastav mineralnih i termalnih voda iz pojedinih područja Srbije i Bosne i Hercegovine (mg/L)

Komponenta	Banja Laktaš	«Kiseljak» Ustikolina	Banja kod Priboja	Dečanska mineralna voda	Lomnički i kiseljak	Crni Guber	Sijarinska Banja
	1	2	3	4	5	6	7
Na ⁺	12,56	23,0	3,7	6,6	1420,0	4,52	1150,0
K ⁺	1,13	7,82	1,1	0,4	88,8	5,14	46,8
Ca ²⁺	140,19	665,13	42,5	300,0	153,3	10,00	50,0
Mg ²⁺	29,47	106,85	22,2	30,5	100,0	3,88	30,5
Sr ²⁺	0,04	-	0,01	0,90	-	0,002	4,12
Mn ²⁺	Trag	-	0,01	0,03	-	0,86	0,15
Fe ²⁺	0,21	12,50	-	-	-	123,20	-
Al ³⁺	0,21	-	-	-	-	41,85	-
Cl ⁻	4,27	5,32	5,2	7,0	225,0	0,54	92,0
F ⁻	0,22	0,88	0,15	0,20	-	-	2,5
Br ⁻	0,08	-	-	0,050	-	-	0,06
J ⁻	0,01	-	-	0,03	-	-	0,05
SO ₄ ²⁻	13,17	1380,0	79,50	6,0	216,0	532,40	96,0
HCO ₃ ⁻	570,0	-	142,9	1061,0	4230,0	-	3233,0
H ₂ SiO ₃	19,37	-	23,20	SiO ₂ 12,0		55,89	SiO ₂ 40,0
H ₂ S	0,68	-	-	-	-	-	-
pH	6,9	-		6,3	6,7		
T °C	30,4		-	12,5	10,5	12,4	76,0
Radioaktivnost, nC/L	0,27	-	-	-	-	-	-
Li	-	-	0,01	0,014	-	-	0,53

NO ₃ ⁻	-	0,88	1,10	-	-	-	-
HPO ₄ ⁻⁻⁻⁻	-	-	0,04	0,10	-	-	0,50
Al ₂ O ₃	-	-	33,75	6,40	-	-	0,5
Fe ₂ O ₃	-	-	0,25	0,30	-	-	60,0
Zn	-	-	-	0,02	-	7,12	0,015
Pb	-	-	-	0,02	-	0,04	0,003
Rb	-	-	-	0,015	-	-	0,14
Ni	-	-	-	0,014	-	-	0,002
NH ₄	-	-	-	0,3	-	-	0,8
Ba	-	-	-	0,01	-	0,24	0,008
As	-	-	-	0,01	-	-	0,005
Ti	-	-	-	0,01	-	-	0,015
Cu	-	-	-	0,004	-	0,10	0,020
Cs	-	-	-	0,003	-	-	0,041
Mo	-	-	-	0,003	-	-	0,001
Cr	-	-	-	0,002	-	-	0,033
Cd	-	-	-	0,0005	-	-	-
Ag	-	-	-	0,0004	-	-	-
Sn	-	-	-	0,0003	-	-	-
U	-	-	-	0,0038	-	-	-
Rn	-	-	-	8,5 Bq/L	-	-	-
Ra	-	-	-	0,15 Bq/L	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	0,03	0,001
V	-	-	-	-	-	-	0,001
HAsO ₄ ²⁻	-	-	-	-	-	8,05	-

2.4 Prikaz osnovnih komponenata u flaširanim vodama koje se koriste u svijetu i kod nas

Veliki broj proizvođača flaširanih voda je danas prisutan na tržištu u svijetu. Koristeći podatke sa Interneta (10) i iz literature (11,12) u tabeli 2.2 se navodi sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama, kao i odnos koncentracija kalcijuma i magnezijuma, što je jedna od važnih karakteristika mineralnih prirodnih voda. Smatra se da je ovaj odnos sa vrijednosti od 2:1 najpovoljniji za kvalitetne vode. U tabeli 2.2 su navodeni komercijalni nazivi flaširanih voda, a pune podatke o proizvođačima sadrži literatura pod brojem 6. U tabeli 2.3 je naveden sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama koje se proizvode u Srbiji i Crnoj gori (podaci uzeti sa etiketa na flašama), a u tabeli 2.4 su dati odnosi koncentracija kalcijuma i magnezijuma u navedenim vodama. Međutim, rezultati analiza pojedinih mineralnih voda koje navode Božinović, Ž. i saradnici (59) bitno se razlikuju od rezultata analiza koje su navedene u tabeli 2.3.

Tabela 2.2

Sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama pojedinih svjetskih proizvođača i vrijednosti odnosa koncentracija kalcijuma i magnezijuma

R. Br.	Naziv flaširane vode	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	Cl ⁻ mg/L	K mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	F ⁻ mg/L	Ca:Mg odnos
1	A' Sante	4,0	1,0	160	-	-	-	-	-	3,3
2	Abbey Well	54,0	36,0	45,0	-	-	-	-	-	1,5
3	Acqua di Nepi	72,0	26,0	32,0	-	-	-	-	-	2,8
4	Acqua Fabia	124,0	5,0	15,0	-	-	-	-	-	5,9
5	Adobe Springs	3,0	96,0	5,0	-	-	-	-	-	0,6
6	Alhambra water	10,0	5,0	5,0	3,5	-	3,4	-	-	1,9
7	Black Mountain Spring Water	25,0	0,73	8,3	10,0	0,67	-	-	-	34,2
8	Calistoga	7,0	1,0	150,0	250,0	16,0	12,0	0,20	9,5	7,0
9	Carolina Mountain Spring Water	5,84	-	4,83	-	-	9,3	-	-	-
10	Coob Mountain Spring Water	4,8	1,6	4,3	1,2	-	-	-	-	3,0
11	Crystal Geyser Water	12,0	3,1	130,0	260,0	8,7	2,6	-	-	3,8
12	Crystal Geyser Natural Spring Water	27,4	6,0	13,0	6,5	2,0	36,7	-	-	4,5
13	Diamond Natural Spring Water	74,0	3,0	-	7,2	1,6	19,0	-	-	24,6
14	Evian	78,0	23,0	5,5	2,2	0,75	10,0	3,8	-	3,4
15	Mount Olympus Waters	7,9	2,4	3,4	5,9	0,48	8,8	-	-	3,3
16	Mountain Walley	69,86	10,56	2,88	-	1,13	9,72	-	-	6,6
17	Passugger heliquellen Ag	286,0	24,0	46,0	19,0	3,4	48,0	-	-	11,9
18	Penafiel	131,0	41,0	159,0	131,0	11,0	130,0	-	0,51	3,2
19	San Pellegrino	203,2	59,4	44,2	67,2	4,1	11,9	0,75	0,58	3,4
20	Saratoga	93,0	15,3	70,0	62,0	4,3	21,5	-	0,26	6,1
21	Spa Reine	3,5	1,3	3,0	5,0	0,5	6,5	1,9	-	2,3
22	Talking Rain	1,5	1,5	0,18	-	-	-	-	-	1,0

23	Utopia Spring Waters	76,0	17,0	8,0	-	-	-	34,0	-	0,2	4,4
24	Valser St. Petersquelle	436,0	54,7	10,1	2,38	-	-	988,0	-	1,07	7,9
25	Vishy Celestins	100,0	60,0	1200,0	220,0	60,0	-	130,0	-	-	1,6
26	Vittel	181,0	37,7	3,76	-	1,65	-	277,0	-	-	4,8
27	Apollinaris	89,0	104,0	425,0	-	-	-	-	-	-	0,9
28	Aproz	452,0	67,0	8,0	-	-	-	-	-	-	6,8
29	Aqua Cool	45,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	45,0
30	Aqua Pura	53,0	7,0	27,0	-	-	-	-	-	-	7,5
31	Aquamine	57,1	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	1,8
32	Arrowhead	20,0	5,0	3,0	-	-	-	-	-	-	4,0
33	Artesia	61,0	13,0	-	-	-	-	-	-	-	4,6
34	Badoit	200,0	100,0	160,0	-	-	-	-	-	-	2,0
35	Ballygowan	114,0	16,0	15,0	-	-	-	-	-	-	7,1
36	Boario	124,0	41,0	6,0	-	-	-	-	-	-	3,0
37	Brecon Careg	48,0	17,0	6,0	-	-	-	-	-	-	2,9
38	Bru	23,0	23,0	10,0	-	-	-	-	-	-	1,0
39	Buxton	55,0	19,0	24,0	-	-	-	-	-	-	2,9
40	Caddo Valley	36,0	3,0	2,0	-	-	-	-	-	-	10,6
41	Canadian Spring	11,0	3,0	2,0	-	-	-	-	-	-	3,8
42	Canada Geese	282,0	10,0	36,0	-	-	-	-	-	-	28,2
43	Chiltern Hills	104,0	1,0	8,0	-	-	-	-	-	-	104,0
44	Clairval	20,0	7,0	13,0	-	-	-	-	-	-	2,9
45	Claudia	104,0	22,0	56,0	-	-	-	-	-	-	4,7
46	Contrex	467,0	84,0	7,0	-	-	-	-	-	-	5,6
47	Contrezeville	546,0	45,0	-	-	-	-	-	-	-	12,3
48	Cristalp	115,0	40,0	20,0	-	-	-	-	-	-	2,9
49	Crodo Lisiel	60,0	2,0	6,0	-	-	-	-	-	-	30,0
50	Crodo Valle Doro	510,0	51,0	2,0	-	-	-	-	-	-	10,0
51	Sparkling Min	8,0	3,0	160,0	-	-	-	-	-	-	2,9
52	Eden	26,0	18,0	32,0	-	-	-	-	-	-	1,4

53	Epharta Diamond	27,0	7,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	3,7
54	Fashingen	113,0	62,0	500,0	-	-	-	-	-	-	-	1,8
55	Ferrarelle	408,0	23,0	50,0	-	-	-	-	-	-	-	17,7
56	Fiuggi	15,0	5,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	3,0
57	Font Vella	26,0	5,0	12,0	-	-	-	-	-	-	-	5,2
58	Fonter	35,0	7,0	11,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0
59	Franken-Brunnen	198,0	42,0	52,0	-	-	-	-	-	-	-	4,8
60	Sprudel	364,0	113,0	128,0	-	-	-	-	-	-	-	3,2
61	Golden Eagle	22,0	37,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	0,6
62	Hassia Sprudel	176,0	36,0	232,0	-	-	-	-	-	-	-	4,9
63	Hayat	23,0	5,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	4,3
64	Hella	51,0	4,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	12,7
65	Henniez	111,0	19,0	9,0	-	-	-	-	-	-	-	5,8
66	Highland Springs	39,0	15,0	9,0	-	-	-	-	-	-	-	2,6
67	Jabal Akhdar	55,0	21,0	19,0	-	-	-	-	-	-	-	2,6
68	Quelle	5,0	4,0	1419,0	-	-	-	-	-	-	-	1,2
69	Kentwood	2,0	1,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0
70	Krystynka	176,0	60,0	900,0	-	-	-	-	-	-	-	2,9
71	La Criox	37,0	22,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	1,7
72	La Vie	23,0	8,0	60,0	-	-	-	-	-	-	-	2,9
73	Lanjaron	50,0	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2
74	Lithia Springs	120,0	7,0	680,0	-	-	-	-	-	-	-	17,1
75	Loka	4,0	4,0	139,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0
76	Mendocino	310,0	130,0	240,0	-	-	-	-	-	-	-	2,4
77	Minere	54,0	27,0	110,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0
78	Naleczowianka	119,0	24,0	21,0	-	-	-	-	-	-	-	4,9
79	Naya	38,0	20,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	1,9
80	Oasis Spring	39,0	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	3,5
81	Ozarka	18,0	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-	18,0
82	Panna	15,0	5,0	13,0	-	-	-	-	-	-	-	2,8

83	Pedras Salgadas	132,0	9,0	550,0	-	-	-	-	-	-	15,5
84	Perrier	145,0	4,0	14,0	-	-	-	-	-	-	36,2
85	Peterstaler	216,0	49,0	215,0	-	-	-	-	-	-	4,4
86	Polar	13,0	2,0	9,0	-	-	-	-	-	-	6,6
87	Pracastello	164,0	46,0	28,0	-	-	-	-	-	-	3,5
88	Radenska	217,0	97,0	470,0	-	-	-	-	-	-	2,2
89	Ramona	10,0	5,0	22,0	-	-	-	-	-	-	2,0
90	Rippoldsauer	248,0	37,0	150,0	-	-	-	-	-	-	6,7
91	Romerquelle	146,0	65,0	13,0	-	-	-	-	-	-	2,2
92	Rosbacher	256,0	128,0	40,0	-	-	-	-	-	-	2,0
93	Saint Yorre	30,0	7,0	1108,0	-	-	-	-	-	-	4,3
94	Salus Vidago	78,0	10,0	660,0	-	-	-	-	-	-	7,8
95	San Benedetto	43,0	25,0	8,0	-	-	-	-	-	-	1,7
96	San Narcisi	53,0	9,0	1120,0	-	-	-	-	-	-	5,9
97	Sangemini	322,0	19,0	21,0	-	-	-	-	-	-	16,9
98	Fonte Oriente	68,0	65,0	82,0	-	-	-	-	-	-	1,0
99	Sidi Harazem	70,0	40,0	120,0	-	-	-	-	-	-	1,8
100	Sohat	31,0	5,0	4,0	-	-	-	-	-	-	6,0
101	Sparkies	5,0	5,0	15,0	-	-	-	-	-	-	1,0
102	St. Gero	407,0	121,0	175,0	-	-	-	-	-	-	3,4
103	St. Michaelis	43,0	4,0	21,0	-	-	-	-	-	-	11,6
104	Strathmore	60,0	15,0	46,0	-	-	-	-	-	-	4,0
105	Tanuf	52,0	20,0	21,0	-	-	-	-	-	-	2,6
106	Tipperary	37,0	23,0	25,0	-	-	-	-	-	-	1,6
107	Überkingen	26,0	17,0	1180,0	-	-	-	-	-	-	1,5
108	Valvert	68,0	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,6
109	Vera	34,0	13,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,6
110	Vichy Catalan	33,0	8,0	1133,0	-	-	-	-	-	-	4,2
111	Vichy Novelle	70,0	110,0	1,0	-	-	-	-	-	-	0,6
112	Vichy Original	100,0	110,0	220,0	-	-	-	-	-	-	0,9

113	Vichy Springs	157,0	48,0	1055,0	-	-	-	-	-	-	3,3
114	Villa del Sur	25,0	15,0	154,0	-	-	-	-	-	-	1,7
115	Vittel Bonne	91,0	20,0	7,0	-	-	-	-	-	-	4,6
116	Vittel Grande	202,0	36,0	3,0	-	-	-	-	-	-	5,6
117	Vittel Heper	575,0	118,0	13,0	-	-	-	-	-	-	4,9
118	Volvic	10,0	6,0	9,0	-	-	-	-	-	-	1,6
119	Voslauer	57,0	37,0	5,0	-	-	-	-	-	-	1,5
120	Zephyrhills	52,0	7,0	4,0	-	-	-	-	-	-	7,4

Tabela 2.3

Sadržaj osnovnih komponenata u flaširanim vodama (mg/L) koje se proizvode u Srbiji i Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini

Naziv vode	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	SiO ₂	S.O. 180°C	µS	pH	F ⁻
1.Rosa	11,21	0,97	2,7	<1	43,0	1,57	4,20	1,24	14,49	61,0	70,0	7,69	-
2.Bistra	42,4	6,3	2,0	<1	159,0	<0,005	15,5	-	-	156,0	261,0	7,3	-
3.Ćurčić voda	99,3	21,6	2,7	0,8	40,3	-	3,9	1,3	-	331,0	-	7,25	-
4.Gorska	63,70	5,60	0,80	0,20	224,4	0,46	7,68	2,0	-	140,0	-	7,8	-
5.Voda voda	77,67	15,79	37,9	3,1	390,0	-	15,2	8,83	-	383,0	-	7,23	0,48
6.Vrnjačko vrelo	6,40	41,8	23,50	7,0	287,0	<0,5	8,30	1,60	-	242,0	-	-	-
6.Prolom	2,2	0,05	42,8	2,0	219,6	-	2,6	5,5	-	175,0	-	-	-
7.Mivela	27,0	332,0	129,0	7,7	2094,0	2,0	17,3	-	-	1538,0	-	-	-
8.Minakva	72,0	28,75	55,80	2,10	-	-	-	22,50	-	428,0	-	-	-
9.Knjaz Miloš	-	36,4	286,0	28,0	1329,0	-	14,0	7,2	-	1175,0	-	-	1,5
10.Vrnjci	27,8	9,6	2,6	<0,5	120,8	-	10,4	4,2	-	120,0	-	-	-
11.Karađorđe	129,0	80,0	312,0	40,0	1560,0	-	50,0	56,0	-	1510,0	-	-	-
12.Bivoda	87,69	20,66	1160,0	54,0	3233,0	-	173,0	46,6	-	3282,0	-	-	-
13.Duboka	242,0	19,0	56,0	4,5	910,0	-	7,8	16,0	-	810,0	-	-	-
14.Aqua bela	31,63	32,08	100,7	2,16	506,0	0,36	8,83	5,57	-	411,0	-	-	-
15.Aqua Heba	51,65	9,96	1072,0	67,84	2900,0	-	178,2	55,95	-	3290,0	-	-	5,7
16.Aqua Viva	83,0	19,4	13,7	1,8	299,0	-	27,6	20,6	-	377,0	-	-	0,11
17.Water Vrnjci	75,0	68,0	494,0	74,0	1854,0	-	2,0	28,0	-	1715,0	-	-	2,0
18.Tuzlanski kiseljak	72,14	408,24	172,50	4,69	2476,60	-	1,49	157,62	-	3295,56 (miner.)	-	-	-
19.Sarajevski kiseljak	248,5	43,7	552,0	11,7	1659,2	-	550,0	75,9	14,9 (H ₂ SiO ₃)	2154,0	-	6,5	-
20.Vitička Kozluk	163,2	47,4	458,9	23,1	1220,0	-	51,8	258,0	-	1432,0	-	-	-

Tabela 2.4

Odnos koncentracija kalcijuma i magnezijuma (mg/L)

u flaširanim vodama koje se proizvode u Srbiji i Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini

Naziv vode	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Ca:Mg
Rosa	11,21	0,97	11,55
Bistra	42,4	6,3	6,73
Vujić voda	99,3	21,6	4,59
Gorska	63,70	5,60	11,37
Voda voda	77,67	15,79	4,92
Vrnjačko vrelo	6,40	41,8	0,15
Prolom	2,2	0,05	44,00
Mivela	27,0	332,0	0,08
Minakva	72,0	28,75	2,50
Knjaz Miloš	-	36,4	-
Vrnjci	27,8	9,6	2,89
Karađorđe	129,0	80,0	1,61
Bivoda	87,69	20,66	4,24
Duboka	242,0	19,0	12,73
Aqua bela	31,63	32,08	0,98
Aqua Heba	51,65	9,96	5,18
Aqua Viva	83,0	19,4	4,27
Water Vrnjci	75,0	68,0	1,10
Tuzlanski kiseljak	72,14	408,24	0,17
Sarajevski kiseljak	248,5	43,7	5,68
Vitinka Kozluk	163,2	47,4	3,4

3 PREDMET I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje interakcija komponenata koje su prisutne u oligomineralnim hipertermalnim vodama koje se mogu očekivati nakon hlađenja istih i mogućeg kontakta sa vazдушnim kiseonikom je predmet istraživanja u okviru rada na ovoj studiji. Oksidaciono stanje pojedinih metala u reducirajućoj sredini, koja je prisutna u dubokim slojevima litosfere, i kod određenih temperaturnih uslova (povećana temperatura) se mijenja u kontaktu sa kiseonikom, što može da dovede do nastanka novih jedinjenja koja su nepovoljna sa estetskog, zdravstvenog i organoleptičkog stanovišta (oksidacija dvovalentnog u trovalentno gvožđe i stvaranje taloga hidroksida i dr.) . Jedan od parametara koji na ovo utiče je i vremenski period koji protekne od vremena flaširanja do upotrebe takve vode za piće. Eksperimentalna istraživanja ovih procesa, kada su u pitanju hipertermalne vode je veoma značajno, obzirom da su to procesi koji su karakteristični za svaki pojedinačni podzemni izvor (u zavisnosti od njihovog sastava), obzirom da do sada nisu istraživani. Istraživanje ponašanja oligomineralne hipertermalne voda iz bušotina u Banji Dvorovi, kod Bijeljine koja se, kao veoma ljekovita voda može koristiti kao flaširana voda, do sada nisu vršena. Istraživanja ponašanja takve vode nakon hlađenja i flaširanja nisu do sada vršena tako da nisu poznati mogući transformacioni procesi koji se mogu očekivati u takvim vodama nakon flaširanja i u zavisnosti od vremena njihove upotrebe i ambalaže u koju je pakovana (pet ambalaža ili staklena ambalaža).

Istraživanja, koja je neophodno provesti prije odluke o pristupanju flaširanja vode, uključuju sljedeće faze:

- Karakterizacija, odnosno detaljna hemijska i mikrobiološka analiza oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi.
- Istraživanje ponašanja oligomineralne hipertermalne vode nakon procesa hlađenja i flaširanja u vremenskim intervalima od 15 dana, 30 dana, 45 dana, 60 dana, 75 dana i 90 dana.
- Istraživanje mogućih hemijskih i mikrobioloških transformacionih procesa u vodama u različitim fizičkim uslovima (izložene svjetlosti, kod promjena temperature, staklenoj i pet ambalaži) u prethodno definisanim vremenskim intervalima.
- razmatranje dobivenih rezultata i postavljanje matematičkog modela procesa transformacija koje se odvijaju u vodi u funkciji vremena, fizičkih uslova i u zavisnosti od ambalaže koja se koristi (staklo i plastika).
- Obrada dobivenih rezultata i komparacija kvaliteta voda sa kvalitetom flaširanih voda koje se danas koriste u svijetu i kod nas.
- Definisanje mogućnosti i uslova flaširanja voda, obzirom na moguće transformacione procese koji se dešavaju sa vremenom, njihove vremenske upotrebe i ekološke i zdravstvene vrijednosti.

U radu su korišćene standardne metode istraživanja, u laboratorijskim uslovima, sastava odabranih uzoraka vode, promjena sastava sa vremenom u definisanim vremenskim intervalima i različitim fizičkim uslovima. U istraživanju su korišćene savremene analitičke metode i instrumenti (atomska adsorpciona spektrofotometrija). Dobijeni rezultati su, analizirani. Podaci o oligomineralnim i drugim mineralnim i običnim vodama za piće, koje se flaširaju i koriste u svijetu, odnosno o njihovom sastavu, su se koristili za komparaciju dobivenih rezultata kvaliteta i upotrebne vrijednosti ispitivane oligomineralne hipertermalne voda Banje Dvorovi.

4 EKSPERIMENTALNI DIO

4.1 Plan eksperimentalnog rada

4.1.1 Uzorkovanje hipertermalne oligomineralne vode Banje Dvorovi

Za istraživanje ponašanja vode sa vremenom stajanja nakon izvršenog flaširanja ukupno je uzeto 7 uzoraka u pet ambalaži, 1 uzorak za prvu hemijsku i mikrobiološku analizu.

Uzorci su izloženi dnevnom svjetlu i držani na sobnoj temperaturi u istraživačkoj laboratoriji .

a) Izvršena je hemijska analiza uzoraka (pojedinačnih) nakon:

15 dana,
30 dana
45 dana
60 dana
75 dana
90 dana
100 dana

b) Za istraživanje ponašanja vode nakon flaširanja uzeto je ukupno 7 uzoraka u staklenoj ambalaži.

Uzorci su izloženi dnevnom svjetlu i držani na sobnoj temperaturi u istraživačkoj laboratoriji.

c) Izvršena je hemijska i mikrobiološka analiza uzoraka (pojedinačnih) nakon:

15 dana,
30 dana
45 dana
60 dana
75 dana
90 dana
100 dana

4.2 Opis metoda uzorkovanja i analize uzoraka voda

4.2.1 Metoda uzorkovanja

Uzorkovanje hipertermalne oligomineralne vode Banje Dvorovi je obavljeno januara 2006 godine na izvorištu Bušotine br.1. Uzorci su uzeti u flašama pet ambalaže od 2 litra tako što je u potpuno čiste flaše voda punjena do vrha, bez mogućnosti sadržaja vazdušnog kiseonika u flaši za uzorkovanje. Isti postupak je primijenjen za uzorke vode u staklenu ambalažu. Uzorci su obilježeni sa oznakom «D» i brojevima sa datumima njihove analize.

Uzorci su držani u laboratorijskim uslovima na dnevnom svjetlu i temperaturi koja je bila oko 20° C.

Uzorci su analizirani tako što je nulti (osnovni) uzorak analiziran neposredno nakon uzorkovanja, a ostali uzorci u vremenskim intervalima navedenim u Planu istraživanja.

U uzorcima su određivane one komponente koje su značajne za kvalitet flaširanih mineralnih i izvorskih voda, zakonski definisane (Službeni Glasnik Republike Srpske br. 40/2003, Lista XIII). Te komponente i njihove dozvoljene koncentracije sadrži tabela 4.1.

Tabela 4.1

Sadržaj i maksimalno dopuštene koncentracije hemijskih supstanci u flaširanoj prirodnoj vodi za piće, flaširanoj prerađenoj vodi za piće i prirodnoj mineralnoj vodi u mg/L (Lista XIII)

Redni br.	Naziv hemijske supstance	Flaširana prirodna i prerađena voda za piće	Flaširana prirodna mineralna voda za piće
1.	Aluminijum Al	0,05	0,05
2.	Amonijak kao NH ₃	0,1	0,1 ³
3.	Antimon Sb	0,003	0,003
4.	Arsen As i spojevi arsena	0,01	0,01
5.	Azbest, broj vlakana/l	Bez	Bez
6.	Azot po Kjeldalu bez N iz NO ₂ i NO ₃	0,02	0,02
7.	Bakar Cu	0,1	1
8.	Barijum Ba	0,1	0,7
9.	Berilijum Be	0,0002	-
10.	Bor B	1,0	-
11.	Borati	-	30
12.	Cijanidi kao CN	Bez	0,01
13.	Cink Zn	0,1	5

14.	Detergenti-anionski TVS Nejonogeni triton X-100	Bez Bez	Bez bez
Redni broj	Naziv hemijske supstance	Flaširana prirodna i prerađena voda za piće	Mineralna voda za piće
15.	Fenolna jedinjenja	0	0,001
16.	Fluoridi F	1,0	1,5 ²
17.	Fosfati-orto kao P -poli	0,03 0,0	0,03 0,0
18.	Gvožđe Fe	0,05	0,3 ²
19.	Hlor, rezidualni slobodni Cl	Bez	Bez
20.	Hloridi Cl	25,0	200 ²
21.	Hrom (IV) Cr Hrom (III) Cr	0,05 0,10	0,05 bez
22.	Kadmijum Cd	0,003	0,003
23.	Kalcijum Ca	100,0	200 ²
24.	Kalijum K	10,0	12,0 ²
25.	Magnezijum Mg	30,0	50,0 ²
26.	Mangan Mn	0,02	2
27.	Mineralna ulja	Bez	Bez
28.	Natrijum Na	20,0	200 ²
29.	Nikl Ni	0,02	0,02
30.	Nitrati kao NO ₃	30	50
31.	Nitriti kao NO ₂	Bez	0,03
32.	Olovo Pb	0,01	0,01
33.	Organohlorna jedinjenja osim pesticida	Bez	Bez
34.	Poliakrilamid	Bez	Bez
35.	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAN)	Bez	bez
36.	Polihlorirani bifenoli (PCB) i trifenili (RCT)	Bez	Bez
37.	Selen Se	0,01	0,01
38.	Silikati SiO ₂	-	-
39.	Srebro Ag	0,01	0,01
40.	Sulfati kao SO ₄	25,0	200 ²
41.	Supstance rastvorene u hloroformu	0,1	0,1
42.	Trihlormetani (THM)	Bez	Bez
43.	Ugljenik ukupno organski TOC	-	-
44.	Ukupna ulja i masti	Bez	Bez
45.	Uran U	0,05	0,05
46.	Vanadijum V	0,001	0,001
47.	Vodonik sulfid	Bez	0,05
48.	Živa Hg	0,001	0,001

-Nije regulisano, ako se analizom vode utvrdi povećanje prosječne vrijednosti, traži se uzrok toga povećanja.

¹Geološki uslovljena prekoračenja su zanemarljiva do 50 mg/L

²Dozvoljena odstupanja u skladu sa članom 31, tačka B ovog pravilnika što mora da bude navedeno u deklaraciji

³Ako je amonijak geološkog porijekla dozvoljena vrijednost je 1,5 mg/L.

Kod analize uzoraka vode korišćene su sljedeće analitičke metode i postupci (76).

Za određivanje sadržaja K, Na, Al, Cu, Be, Ba, Zn, Fe, Cr, Cd, Mn, Ni, Pb i Ag u uzorcima vode korišćena je atomska adsorpciona spektrofotometrija (AAS) uz upotrebu specijalnih lampi za navedene elemente. Za određivanje **sadržaja Hg** u uzorcima vode je korišćena bezplamena atomska adsorpciona spektrofotometrija.

Za određivanje silicijum-dioksida u vodi je korišćena spektrofotometrijska metoda sa amonijum molibdatom. Za određivanje sadržaja vanadijuma u vodi korišćena je kolorimetrijska metoda. Vanadijum u vodi sa N-benzoil-N-fenil-hidroksilaminom stvara kompleks karakteristične ljubičaste boje čiji intenzitet je proporcionalan sadržaju vanadijuma u vodi. Za određivanje sadržaja kalcijuma u vodi korišćena je kompleksometrijska titrimetrijska metoda sa EDTA. Za određivanje magnezijuma u vodi korišćena je kompleksometrijska titrimetrijska metoda sa EDTA. Određivanje sadržaja nitrita u vodi je izvršeno koristeći spektrofotometrijsku metodu koja se zasniva na sljedećim reakcijama. Diazonijum jedinjenja koja nastaju diazotiranjem sulfanilamida sa nitritima u vodi u kiseloj sredini se jedine sa N-(1-naftil)-etilendiamin dihidrohloridom uz nastanak crveno-roze boje čiji intenzitet se određuje kod 540 nm i proporcionalan je sadržaju nitrita u vodi. Za određivanje sadržaja nitrata u vodi korišćena je spektrofotometrijska metoda sa brucinom. Nitrati prisutni u vodi sa brucinom u koncentrovanoj sulfatnoj kiselini daju žuto obojenje čiji intenzitet boje je proporcionalan koncentraciji nitrata u vodi. Za određivanje sadržaja sulfata u vodi koristi se turbidimetrijska metoda. Za određivanje sadržaja hlorida u vodi koristi se titrimetrijska metoda sa merkuri nitratom, uz indikator koji se sastoji od smješe difenil-karbazona i brom-fenol plavog. Određivanje sadržaja sumpor-vodonika u vodi se vrši titracijom sa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ uz škrob kao indikator. Za određivanje orto-fosfata u vodi koristi se kolorimetrijska metoda uz reagens koji se sastoji od H_2SO_4 , $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ i askorbinske kiseline. Određivanje sadržaja amonijum jona u vodi se vrši spektrofotometrijski uz pomoć Nesslerovog reagensa. Određivanje sadržaja N po Kjeldalu u vodi. Metoda se zasniva na zagrijavanju uzorka u prisustvu koncentrovane H_2SO_4 , K_2SO_4 i HgSO_4 , uz uparavanje do pojave para SO_3 i dok rastvor ne postane bezbojan ili slabo žut. Ostatak se ohladi razblaži vodom i prevede u alkalnu sredinu sa hidroksid tiosulfat rastvorom. Rastvor se destiliše i amonijak određuje u destilatu kolorimetrijski koristeći Neslerov reagens.

5 REZULTATI ISTRAŽIVA

Hemijsku analizu ove vode prije izvođenja ovih eksperimenata su vršile i druge laboratorije. Prema rezultatima ispitivanja vode Banje Dvorovi iz bušotine S-1, uzorka koji je uzet 28.07.2004 godine, dobiveni su rezultati navedeni u tabeli 5.1(3), uzorak vode uzet 20.05.1997 godine, dobiveni su rezultati navedeni u tabeli 5.2 (4) i uzorak vode uzet 15.04.2003 godine, dobiveni su rezultati navedeni u tabeli 5.3 (5).

Tabela 5.1

Kompletna fizičko-hemijska analiza oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi

Redni broj	Komponenta	Dobijena vrijednost
1.	Temperatura °C	67
2.	Boja (°Pt-Co skala)	0
3.	Mutnoća (NTU)	0
4.	pH	6,9
5.	Elektroprovodljivost (µS/cm)	650
6.	Mineralizacija (mg/L)	580
7.	Suvi ostatak-180°C (mg/L)	430
8.	Ukupna tvrdoća (°dH)	7,8
9.	Ukupni joni zemnoalkalnih metala, (mg/L kao Ca)	55,8
10.	Potrošnja KMnO ₄ (mg O/L)	7,5
11.	Na ⁺ (mg/L)	93,4
12.	K ⁺ (mg/L)	5,9
13.	Li ⁺ (mg/L)	0,104
14.	NH ₄ ⁺ (mg/L)	1,10
15.	Ca ²⁺ (mg/L)	40,8
16.	Mg ²⁺ (mg/L)	8,8
17.	Sr ²⁺ (mg/L)	0,38
18.	Mn ²⁺ (mg/L)	0,002
19.	Fe ²⁺ (mg/L)	0,16
20.	Al ³⁺ (mg/L)	<0,04
21.	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	288,0
22.	CO ₃ ⁻ (mg/L)	<0,1
23.	OH ⁻ (mg/L)	<0,1
24.	Cl ⁻ (mg/L)	68,2
25.	Br ⁻ (mg/L)	<0,5
26.	I ⁻ (mg/L)	<0,5
27.	F ⁻ (mg/L)	1,3
28.	NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,4
29.	HPO ₄ ²⁻ (mg/L)	<0,01
30.	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	18,4
31.	H ₂ SiO ₃ (mg/L)	49,5
32.	H ₃ BO ₃ (mg/L)	10,2
33.	O ₂ (mg/L)	2,5

34.	N ₂ (mg/L)	7,2
35.	CO ₂ (mg/L)	65,0
36.	H ₂ S-ukupno (mg/L)	1,8
37.	H ₂ S-slobodni (mg/L)	0,9
38.	HS (mg/L)	0,9
39.	Rb (mg/L)	0,048
40.	Be (mg/L)	<0,001
41.	Ba (mg/L)	0,12
42.	As (mg/L)	0,016
43.	Se (mg/L)	<0,0002
44.	Ni (mg/L)	<0,001
45.	Cu (mg/L)	0,002
46.	Zn (mg/L)	0,005
47.	Cd (mg/L)	<0,001
48.	Hg (mg/L)	<0,0005
49.	Cr (mg/L)	0,003
50.	Pb (mg/L)	<0,001
51.	Nitriti (kao N) (mg/L)	<0,005
Ukupna radioaktivnost		
52.	Radon Rn (Bq/L)	3,0
53.	Radijum Ra (Bq/L)	<0,1
54.	Ukupna alfa aktivnost (Bq/L)	0,021
55.	Ukupna beta aktivnost (Bq/L)	0,15

Tabela 5.2

Kompletna fizičko-hemijska analiza oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi

Redni broj	Komponenta	Dobivena vrijednost
1.	Temperatura °C	78,5
2.	Boja (°Pt-Co skala)	1
3.	Mutnoća (Si-zemlje)	1
4.	pH	6,9
5.	Elektroprovodljivost (μS/cm)	490
6.	Mineralizacija (mg/L)	570
7.	Suvi ostatak-180°C (mg/L)	430
8.	Ukupna tvrdoća (°dH)	7,6
9.	Ukupni joni zemnoalkalnih metala, (mg/L kao Ca)	-
10.	Potrošnja KMnO ₄ (mg O/L)	7,5
11.	Na ⁺ (mg/L)	91,0
12.	K ⁺ (mg/L)	10,6
13.	Li ⁺ (mg/L)	0,06
14.	NH ₄ ⁺ ,kao N (mg/L)	0,05
15.	Ca ²⁺ (mg/L)	39,8
16.	Mg ²⁺ (mg/L)	8,6

17.	Sr^{2+} (mg/L)	0,76
18.	Mn^{2+} (mg/L)	0,01
19.	Fe^{2+} (mg/L)	0,31
20.	Al^{3+} (mg/L)	<0,04
21.	HCO_3^- (mg/L)	293,0
22.	CO_3^- (mg/L)	-
23.	OH^- (mg/L)	-
24.	Cl^- (mg/L)	69,4
25.	Br^- (mg/L)	-
26.	I^- (mg/L)	-
27.	F^- (mg/L)	0,85
28.	NO_3^- (mg/L)	< 0,2
29.	HPO_4^{2-} kao P (mg/L)	<0,02
30.	SO_4^{2-} (mg/L)	18,2
31.	H_2SiO_3 (mg/L)	38,0
32.	H_3BO_3 (mg/L)	-
33.	O_2 (mg/L)	2,5
34.	N_2 (mg/L)	-
35.	CO_2 (mg/L)	30,0
36.	H_2S -ukupno (mg/L)	1,8
37.	H_2S -slobodni (mg/L)	-
38.	HS (mg/L)	-
39.	Rb (mg/L)	0,04
40.	Be (mg/L)	-
41.	Ba (mg/L)	0,13
42.	As (mg/L)	<0,002
43.	Se (mg/L)	<0,002
44.	Ni (mg/L)	-
45.	Cu (mg/L)	0,002
46.	Zn (mg/L)	0,002
47.	Cd (mg/L)	-
48.	Hg (mg/L)	-
49.	Cr (mg/L)	0,002
50.	Pb (mg/L)	0,04
51.	Nitriti (kao N) (mg/L)	<0,002
	Ukupna radioaktivnost	
52.	Radon Rn (Bq/L)	2,9
53.	Radijum Ra (Bq/L)	<0,1
54.	Ukupna alfa aktivnost (Bq/L)	-
55.	Ukupna beta aktivnost (Bq/L)	-

Tabela 5. 3.

Analiza oligomineralne hipertermalne vode Banja Dvorovi

Parameter	Einheit	Quellwasser stabilisiert 15.4.2003	Quellwasser 15.4.2003
Ca	mg/L	46,5	43,7
Mg	mg/L	11	10,8
Na	mg/L	108	105
Fe	mg/L	0,1	0,2
K	mg/L	<10	<10
P	mg/L	0,029	<0,027
SO ₄	mg/L	11	11
PH		7,09	7,21
Leitfähigkeit	mS/cm	0,134	0,132
SO ₄ -S (ber.)	mg/L	3,67	3,67
And. S-Formen	mg/L	1,43	1,23

Uzorci vode koji su uzeti za eksperimentalna istraživanja januara 2006 godine su analizirani u laboratoriji Instituta za vode Bijeljina i Laboratoriji Fabrike glinice Birač AD Zvornik. Rezultate početnog tzv. nultog uzorka sadrži tabela 5.4. Rezultate analiza vode nakon predviđenog vremena stajanja su navedeni u sljedećim tabelama (tabela br. 5.5-5.15).

Tabela 5.4.

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi (nulti uzorak)

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH ₄ ⁺	mg/L	0,76
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	1,4
5.	Orto-fosfati	mgP/L	<0,005
6.	Hloridi, Cl	mg/L	61,3
7.	SO ₄ ²⁻	mg/L	13,7
8.	H ₂ S	mg/L	20,1
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	0,02
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	0,003
14.	Fe	mg/L	0,005
15.	Cr,	mg/L	<0,001

16.	Cd	mg/L	<0,003
17.	Ca	mg/L	35,6
18.	Mg	mg/L	10,0
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F ⁻	mg/L	0,4
22.	SiO ₂	mg/L	11,23
23.	K ⁺	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0001
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.5.

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(31.01.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH ₄ ⁺	mg/L	0,67
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	1,4
5.	Orto-fosfati	mgP/L	<0,005
6.	Hloridi, Cl	mg/L	61,3
7.	SO ₄ ²⁻	mg/L	14,1
8.	H ₂ S	mg/L	20,1
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,002
11.	Ba	mg/L	<0,02
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,003
14.	Fe	mg/L	<0,005
15.	Cr	mg/L	<0,001
16.	Cd	mg/L	<0,003
17.	Ca	mg/L	35,6
18.	Mg	mg/L	10,0
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F ⁻	mg/L	0,4
22.	SiO ₂	mg/L	11,23
23.	K ⁺	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0001
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.6.

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(31.01.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,74
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	1,6
5.	Orto-fosfati	mgP/L	<0,005
6.	Hloridi, Cl	mg/L	61,3
7.	SO_4^{2-}	mg/L	13,3
8.	H_2S	mg/L	20,1
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,002
11.	Ba	mg/L	<0,02
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,003
14.	Fe	mg/L	<0,005
15.	Cr	mg/L	<0,001
16.	Cd	mg/L	<0,003
17.	Ca	mg/L	35,6
18.	Mg	mg/L	10,0
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,23
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0001
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.7.

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(14.02.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,57
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	-
5.	Orto-fosfati	mgP/L	<0,005
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO_4^{2-}	mg/L	12,54
8.	H_2S	mg/L	-
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,80
18.	Mg	mg/L	18,24
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,23
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.8.

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(14.02.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,57
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	-
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,009
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO_4^{2-}	mg/L	15,24
8.	H_2S	mg/L	-
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,08
18.	Mg	mg/L	18,24
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/l	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,23
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.9

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(28.02.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,69
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,25
5.	Orto-fosfati	mgP/L	<0,005
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,13
7.	SO_4^{2-}	mg/L	16,34
8.	H_2S	mg/L	10,4
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	<0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	39,2
18.	Mg	mg/L	12,8
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,23
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.10

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(28.02.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,70
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,44
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,002
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO_4^{2-}	mg/L	15,66
8.	H_2S	mg/L	10,0
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,08
18.	Mg	mg/L	18,24
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/l	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,23
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.11

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(14.03.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,69
2.	Nitriti	mg/L	<0,02
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,25
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,004
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,13
7.	SO_4^{2-}	mg/L	16,34
8.	H_2S	mg/L	10,4
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	39,2
18.	Mg	mg/L	11,3
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,24
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.12

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(14.03.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,69
2.	Nitriti	mg/L	<0,02
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,25
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,002
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO_4^{2-}	mg/L	15,66
8.	H_2S	mg/L	10,0
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,002
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,08
18.	Mg	mg/L	10,6
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,24
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.13

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(28.03.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,60
2.	Nitriti	mg/L	<0,02
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,50
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,004
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,13
7.	SO_4^{2-}	mg/L	16,34
8.	H_2S	mg/L	10,4
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,003
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	39,2
18.	Mg	mg/L	11,3
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,24
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.14

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(28.03.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH ₄ ⁺	mg/L	0,60
2.	Nitriti	mg/L	<0,02
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,25
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,002
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO ₄ ²⁻	mg/L	15,66
8.	H ₂ S	mg/L	10,0
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	0,002
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,80
18.	Mg	mg/L	10,8
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F ⁻	mg/L	0,4
22.	SiO ₂	mg/L	11,24
23.	K ⁺	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.15

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(25.04.2006), staklena ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,60
2.	Nitriti	mg/L	<0,001
3.	Nitrati	mg/L	<0,02
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	<0,02
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,002
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,55
7.	SO_4^{2-}	mg/L	15,66
8.	H_2S	mg/L	8,5
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	<0,002
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	40,8
18.	Mg	mg/l	10,8
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,24
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

Tabela 5.16

Rezultati ispitivanja uzorka oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi
(25.04.2006), plastična ambalaža

Redni broj	Analizirani parametar	Jedinica mjere	Rezultati analize
1.	NH_4^+	mg/L	0,58
2.	Nitriti	mg/L	<0,02
3.	Nitrati	mg/L	1,09
4.	Azot po Kjeldalu	mgN/L	0,50
5.	Orto-fosfati	mgP/L	0,004
6.	Hloridi, Cl	mg/L	62,13
7.	SO_4^{2-}	mg/L	16,34
8.	H_2S	mg/L	8,4
9.	Al	mg/L	<0,001
10.	Cu	mg/L	<0,002
11.	Ba	mg/L	<0,001
12.	Be	mg/L	<0,001
13.	Zn	mg/L	<0,001
14.	Fe	mg/L	<0,004
15.	Cr	mg/L	<0,004
16.	Cd	mg/L	<0,001
17.	Ca	mg/L	39,2
18.	Mg	mg/L	11,3
19.	Na	mg/L	93,4
20.	V	mg/L	<0,001
21.	F^-	mg/L	0,4
22.	SiO_2	mg/L	11,24
23.	K^+	mg/L	2,65
23.	Ni	mg/L	<0,0004
24.	Pb	mg/L	<0,0001
25.	Ag	mg/L	<0,0001
26.	Hg	mg/L	<0,0001

6 RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA

Hemijske analize uzoraka hipertermalne oligomineralne vode Banje Dvorovi pokazuju da se radi o vodi takvog kvaliteta koja ispunjava predviđene zakonske standarde za flaširane mineralne i vode za piće. Osim toga, ova mineralna voda, sa izuzetkom sadržaja sumpor-vodonika (H_2S), čiji sadržaj daleko prelazi dozvoljene koncentracije za vodu za piće, sadrži ostale komponente koje su u koncentracionom području koje definišu pozitivni zakonski propisi (77).

Sadržaj sumpor-vodonika ne predstavlja posebni tehnološki problem njegovog odstranjivanja prije pristupanja procesu flaširanja vode. Njegova kompletna eliminacija iz vode je neophodna obzirom na njegova velika toksična svojstva.

Sa balneološkog stanovišta, kao što su utvrdili Tišma i saradnici (3) ove vode su klasifikovane kao kalcijum-natrijum-hidrokarbonatnim-hloridnim-fluoridnim-sulfidnim, hipertermalnim, oligomineralnim vodama koje pripadaju ljekovitim vodama sa složenim fizičko-hemijskim djelovanjem. Ljekovito djelovanje ove voda za piće se manifestuje u prvom redu kod prevencije karijesa, kod pojedinih stomaćnih oboljenja, kao što je oboljenje želuca, žuči i žučnih kanala. Za prevenciju karijesa se preporučuje korišćenje ohlađene vode 4x 250 ml, a kod oboljenja želuca, žuči i žučnih puteva 3-4 x 200 ml prije jela (3).

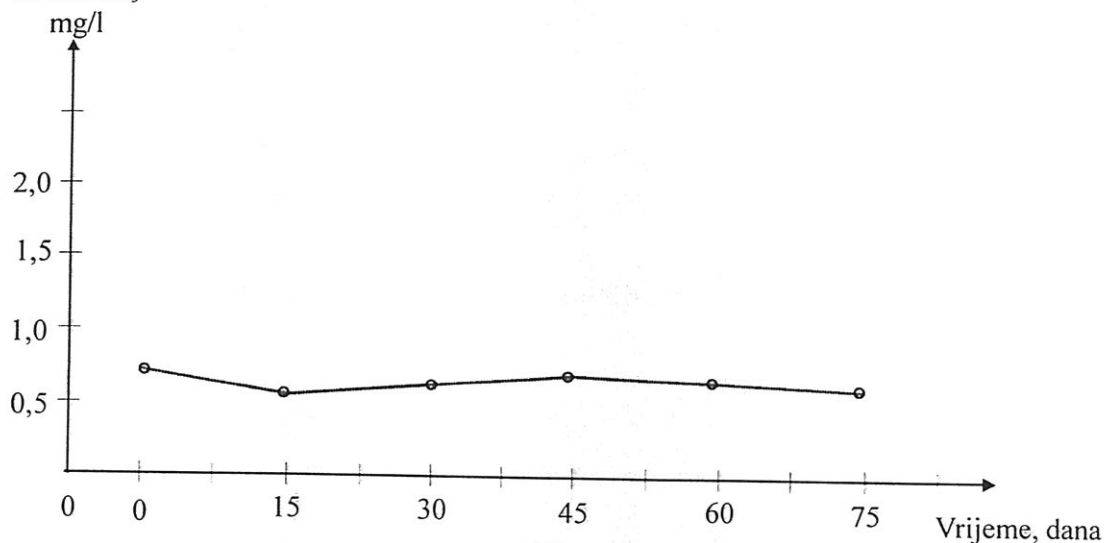
Da bi se neka voda flaširala, a time mogla koristiti u dužem vremenskom periodu neophodno je da pokazuje zadovoljavajući stepen stabilnosti, odnosno da u flaširanoj vodi ne dolazi do fizičko-hemijskih i bioloških promjena u razumnom vremenskom periodu, odnosno optimalnom vremenu njenog korišćenja. Obzirom na fizičko-hemijski sastav vode iz Banje Dvorovi neophodno je bilo istraživanje i mogućeg uticaja materijala ambalaže na stabilnost vode tokom stajanja nakon flaširanja. Zato su paralelno tretirani uzorci u pet (plastičnoj) i staklenoj ambalaži. Uzorci su istovremeno analizirani u vremenima nakon uzorkovanja predviđeno planom eksperimentalnog rada. Podaci pokazuju da nije bilo posebnih razlika kada je u pitanju materijal ambalaže u kome su uzorci vode stajali. Sa druge strane, uzorci su držani u laboratorijskim uslovima na temperaturi od oko 20° C i na osvijetljenim mjestima, odnosno u uslovima koji se mogu očekivati u realnoj praksi stokiranja flaširane vode.

Do kakvih je promjena došlo vremenom stajanja uzoraka vode, da li je došlo do značajnijih interakcija komponentata prisutnih u vodi koje bi uticale na kvalitet vode, odnosno promjenu kvaliteta vode sa vremenom. Ako se posmatraju promjene koncentracija najvažnijih komponentata u vodi, odnosno onih komponentata čije koncentracije su u području osjetljivosti analitičke metode koja je korišćena u radu uočava se sljedeće.

Promjena koncentracija amonijaka u vodi u staklenoj ambalaži, kao što pokazuje grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu, dat na slici 6.1, su neznatne, odnosno kreću se u području standardne greške korišćene analitičke metode. Slični rezultati su dobiveni i za promjenu koncentracija amonijaka sa vremenom u

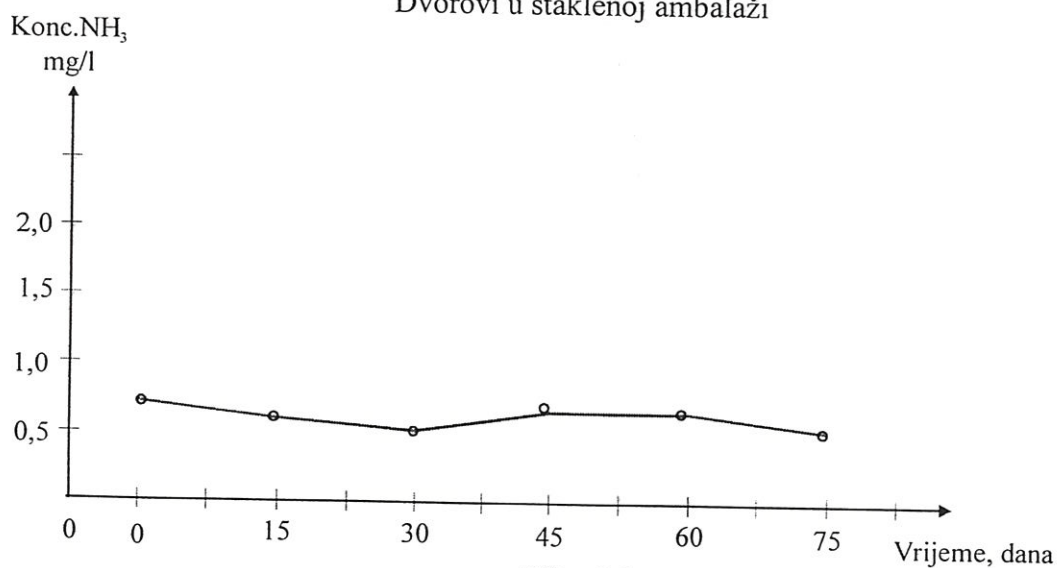
plastičnoj ambalaži, što pokazuje grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu, dat na slici 6.2. Samim tim, prisutni amonijum jon u vodi je stabilan i može se primijetiti da nije stupao u reakcije sa ostalim komponentama koje su prisutne u vodi. Njegove koncentracije, obzirom da se radi o amonijaku geološkog porijekla (voda se eksploatiše sa dubine veće od 1000,0 metara) su u granicama koje dozvoljava Pravilnik o flaširanim mineralnim i vodama za piće (77).

Konc.NH₃



Slika 6.1

Grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

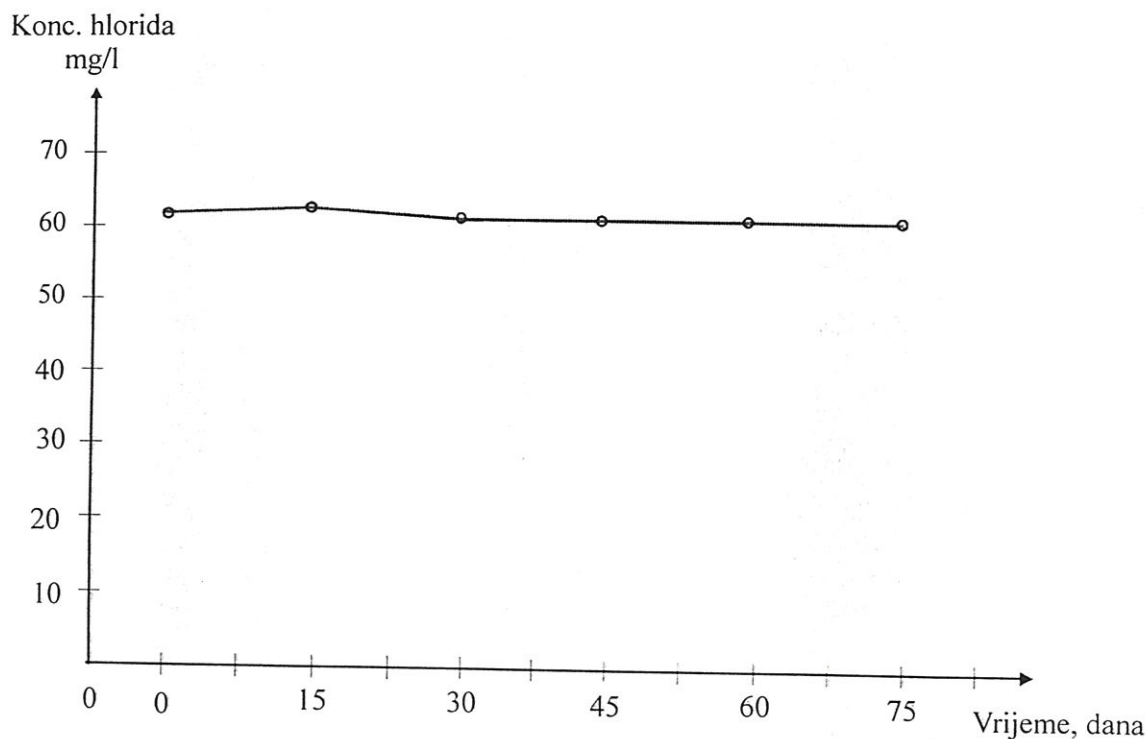


Slika 6.2

Grafički prikaz odnosa koncentracija amonijaka prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Sadržaj hlorida u vodi, koncentracija koje se kreću oko 60,0 mg/L, i čije koncentracije se uklapaju u norme Pravilnika o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77), se sa vremenom, stajanjem ne mijenjaju, odnosno prisutni hloridi ne

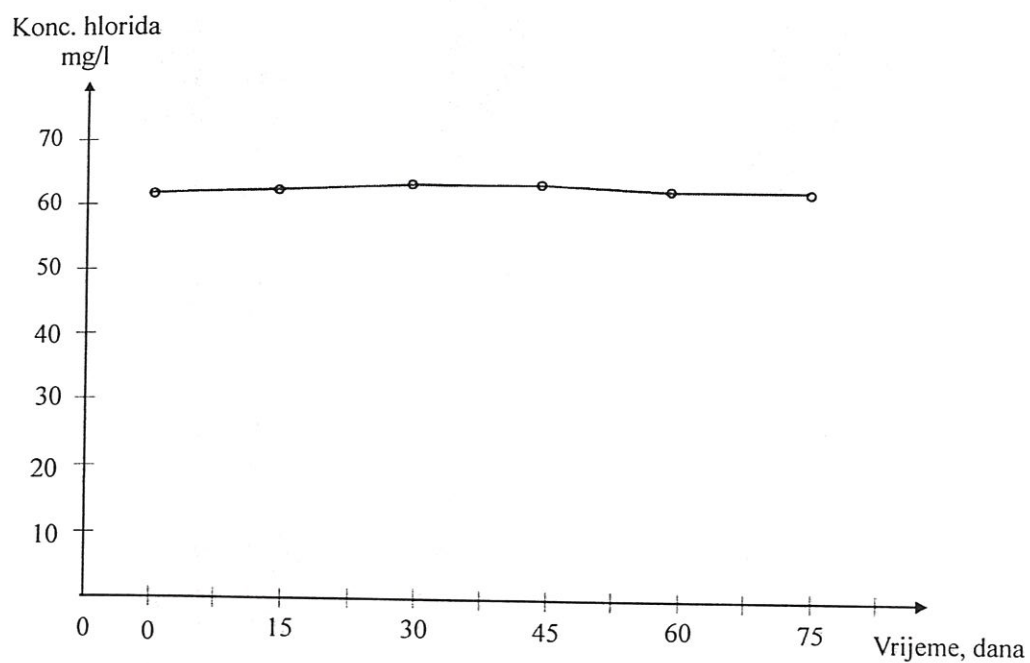
učestvuju u interakcijama sa drugim prisutnim komponentama u vodi. Veoma slična, odnosno identična situacija je kada je u pitanju pet i staklena ambalaža. To ilustruju grafički prikazi odnosa koncentracija hlorida prema vremenu dati na slikama 6.3 i 6.4. Samim tim, sa stanovišta ove komponente voda je stabilna i pogodna za flaširanje.



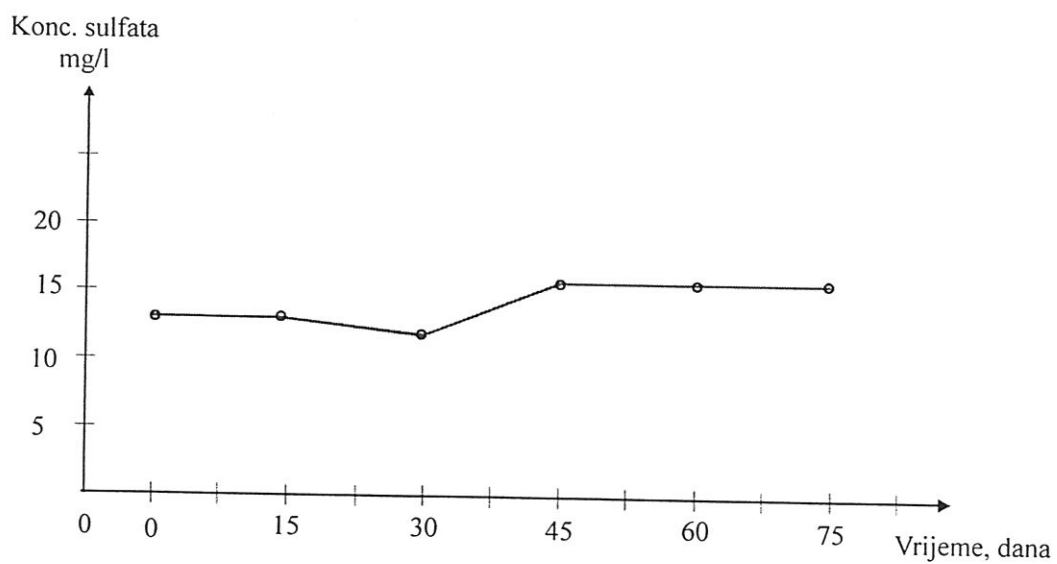
Slika 6.3

Grafički prikaz odnosa koncentracija hlorida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

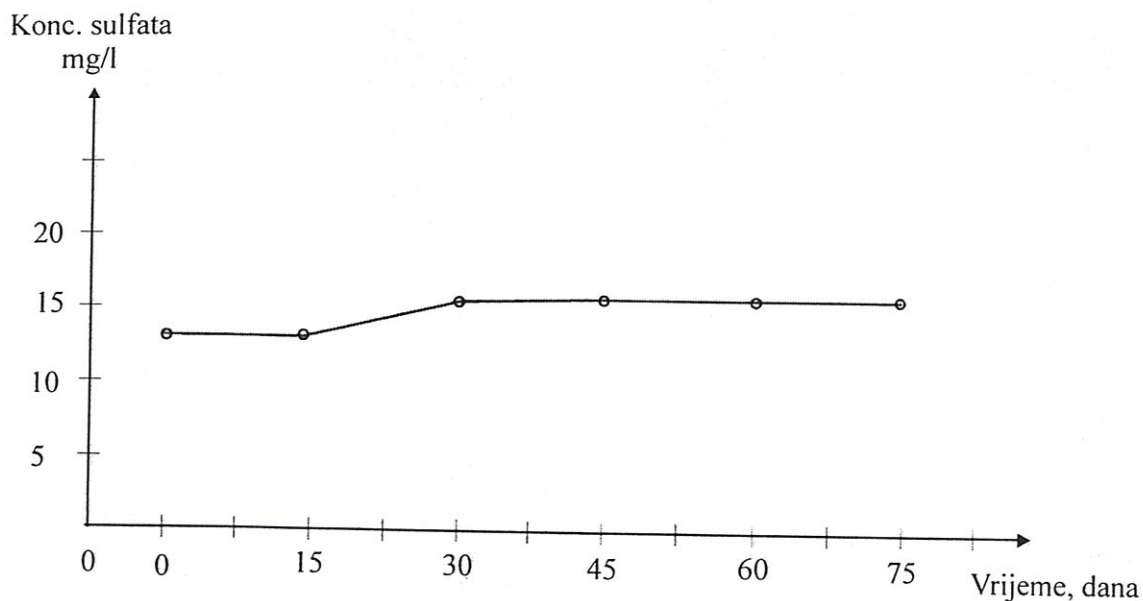
Sadržaj sulfata u vodi, čija koncentracija u uzorku (nulti uzorak) je bila 13,7 mg/L je u dozvoljenim granicama koje propisuje Pravilnik o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Međutim, kao što pokazuju grafički prikazi odnosa koncentracija sulfata prema vremenu dati na slici 6.5 za staklenu ambalažu i slici 6.6 za pet ambalažu, koncentracije sulfata se blago povećavaju sa vremenom stajanja uzorka. To bi se moglo i očekivati obzirom da uzorak vode sadrži značajne koncentracije sumpor-vodonika koji, vjerovatno, procesima oksidacije prelazi u sulfate. To pokazuju i podaci o padu koncentracija sumpor-vodonika sa vremenom u uzorcima vode. Taj pad koncentracija sumporvodonika odgovara vremenu rasta koncentracija sulfata, što potvrđuju i grafički prikazi odnosa koncentracija prema vremenu za obje navedene komponente. Jedan od razloga toga pada koncentracija je njegova moguća oksidacija sa prisutnim kiseonikom u vodi. Međutim, kod procesa pripreme vode za flaširanje neophodno je eliminisati prisutni sumpor-vodonik, tako da se mogu očekivati konstantne koncentracije sulfata u vodi, odnosno da se ne očekuju transformacioni procesi ove vrste u flaširanoj vodi.



Slika 6.4
Grafički prikaz odnosa koncentracija hlorida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži



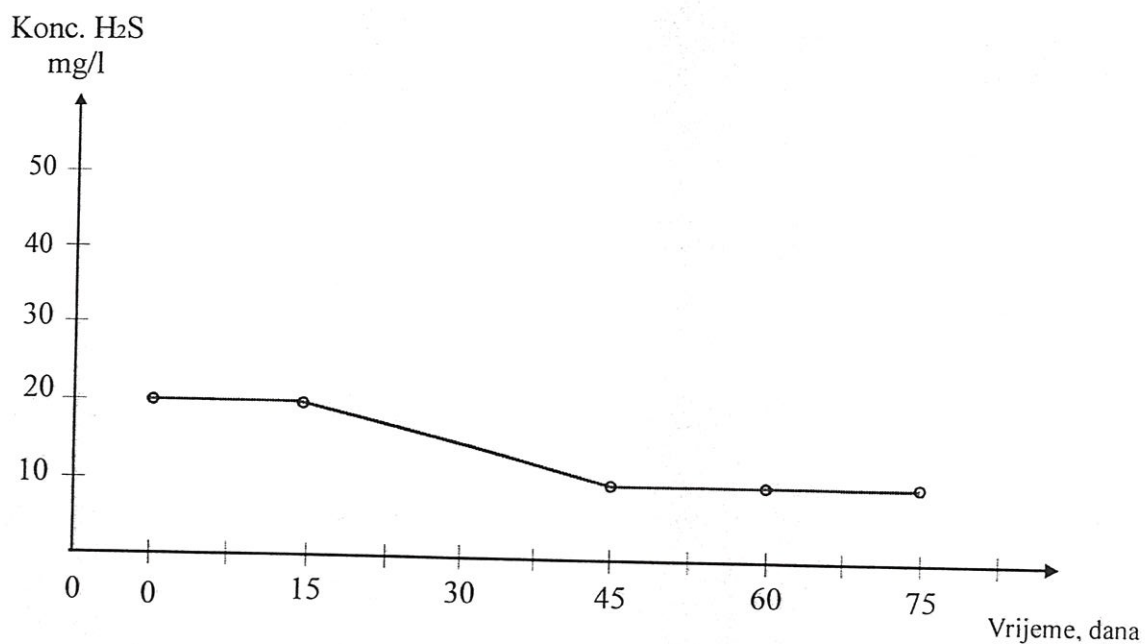
Slika 6.5
Grafički prikaz odnosa koncentracija sulfata prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži



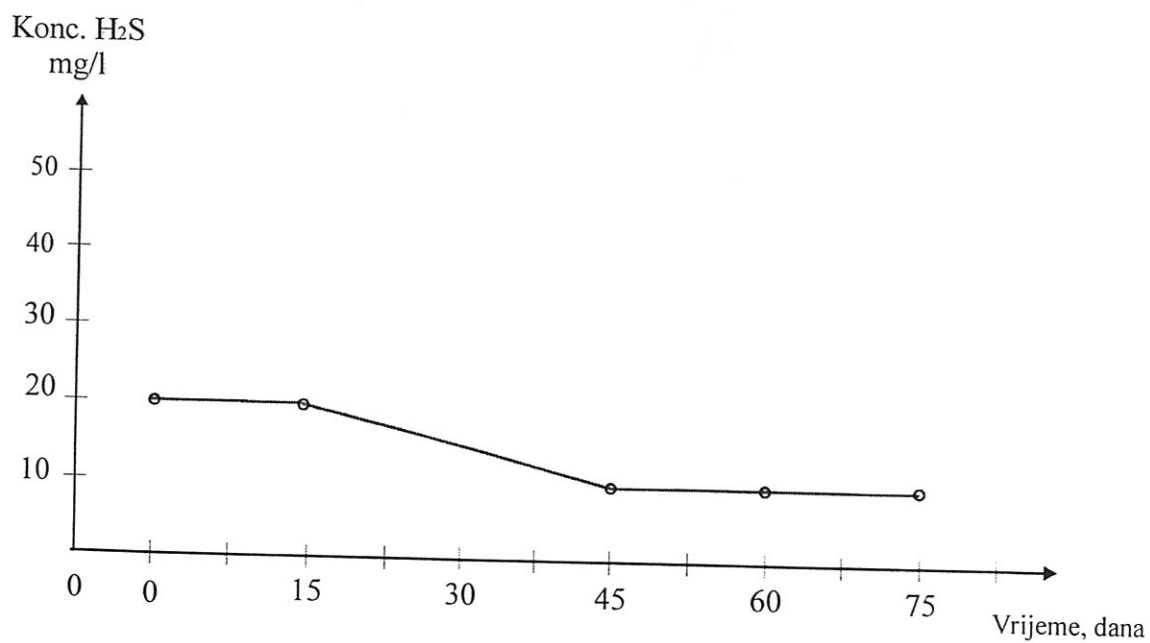
Slika 6.6

Grafički prikaz odnosa koncentracija sulfata prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Sadržaj sumpor-vodonika u vodi Banje Dvorovi je izuzetno visok i kreće se, u nultom uzorku 20,1 mg/L. To su koncentracije koje su 400 puta veće od vrijednosti propisane Pravilnika o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Ovako visoke koncentracije je prije flaširanja neophodno smanjiti i dovesti na vrijednosti ispod 0,05 mg/L. Međutim, kada se posmatra ponašanje ove komponente u istraživanjima ponašanja komponenata u vodi uočava se smanjenje koncentracija sa vremenom stajanja. To ilustruju i grafički prikazi odnosa koncentracija prema vremenu navedeni na slici 6.7 za staklenu ambalažu i slici 6.8 za pet ambalažu. Neophodno je naglasiti da ponašanje sumpor-vodonika ne zavisi od tipa ambalaže, obzirom da se dobivaju slični rezultati promjena koncentracija i za stakleni i pet ambalažu.. Kao što je ranije naglašeno, prije procesa flaširanja, neophodna je eliminacija prisutnog sumpor-vodonika iz vode.

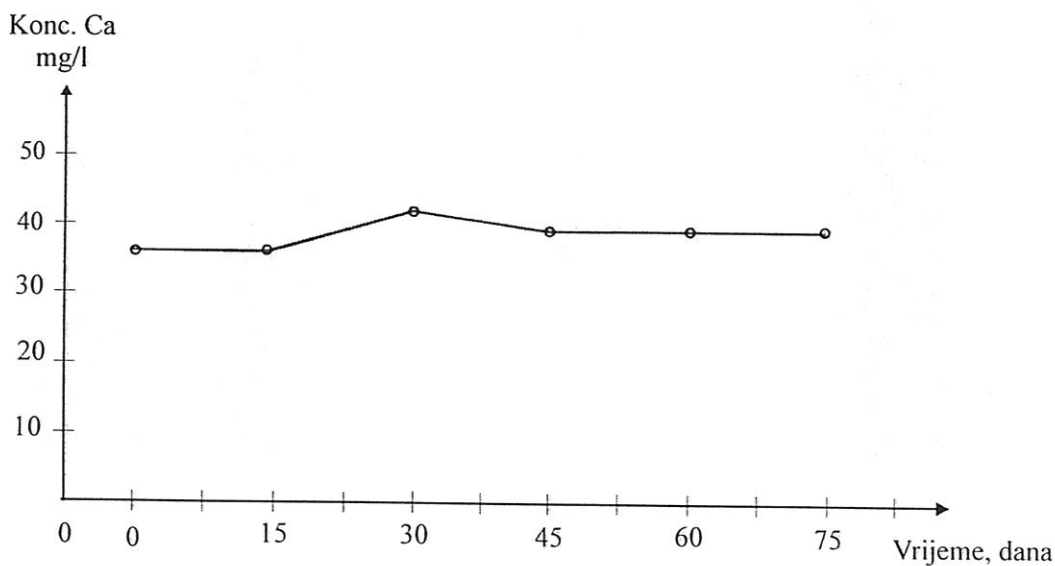


Slika 6.7
Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor-vodonika prema vremenu uzorka vode
Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

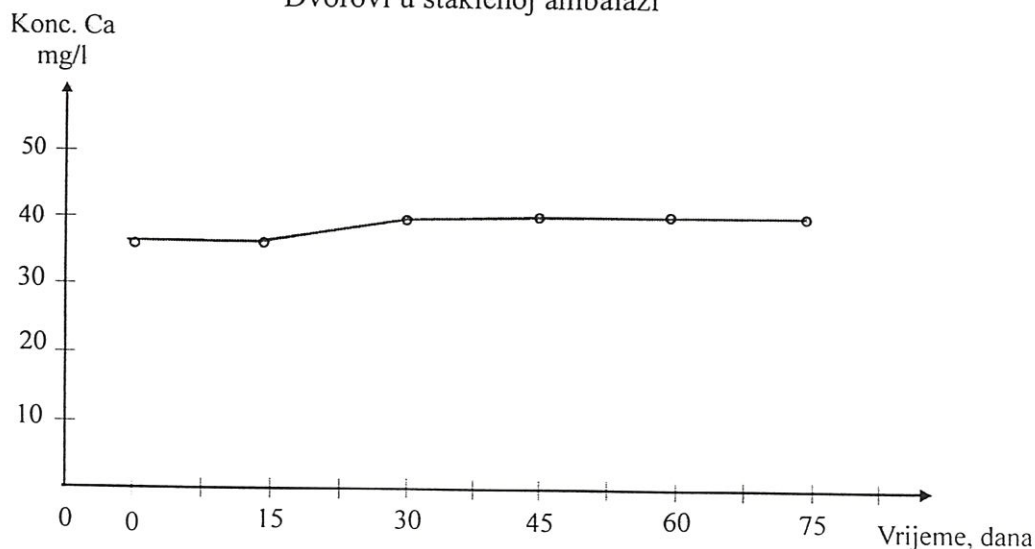


Slika 6.8
Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor-vodonika prema vremenu uzorka vode
Banje Dvorovi u pet ambalaži

Sadržaj kalcijuma u vodi Banje Dvorovi u nultom uzorku je 35,6 mg/L. Ove koncentracije se uklapaju u standarde koje propisuje Pravilnik o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Rezultati ispitivanja pokazuju da je ponašanje kalcijuma u vodi skoro identičan u staklenoj i plastičnoj ambalaži. Koncentracije kalcijuma u vodi su stabilne i mala odstupanja koncentracija su vjerovatno posljedica analitičke greške, tako da je na grafičkom prikazu odnosa koncentracija sa vremenom došlo do blagog porasta koncentracija. To ilustruju i grafički prikazi odnosa koncentracija kalcijuma prema vremenu dati na slici 6.9 za staklenu ambalažu i slici 6.10 za pet ambalažu. Sadržaj kalcijuma u vodi u navedenim koncentracijama je povoljna i odnos koncentracija kalcijuma i magnezijuma u vodi, koji iznosi 3,56 je, takođe, povoljan.

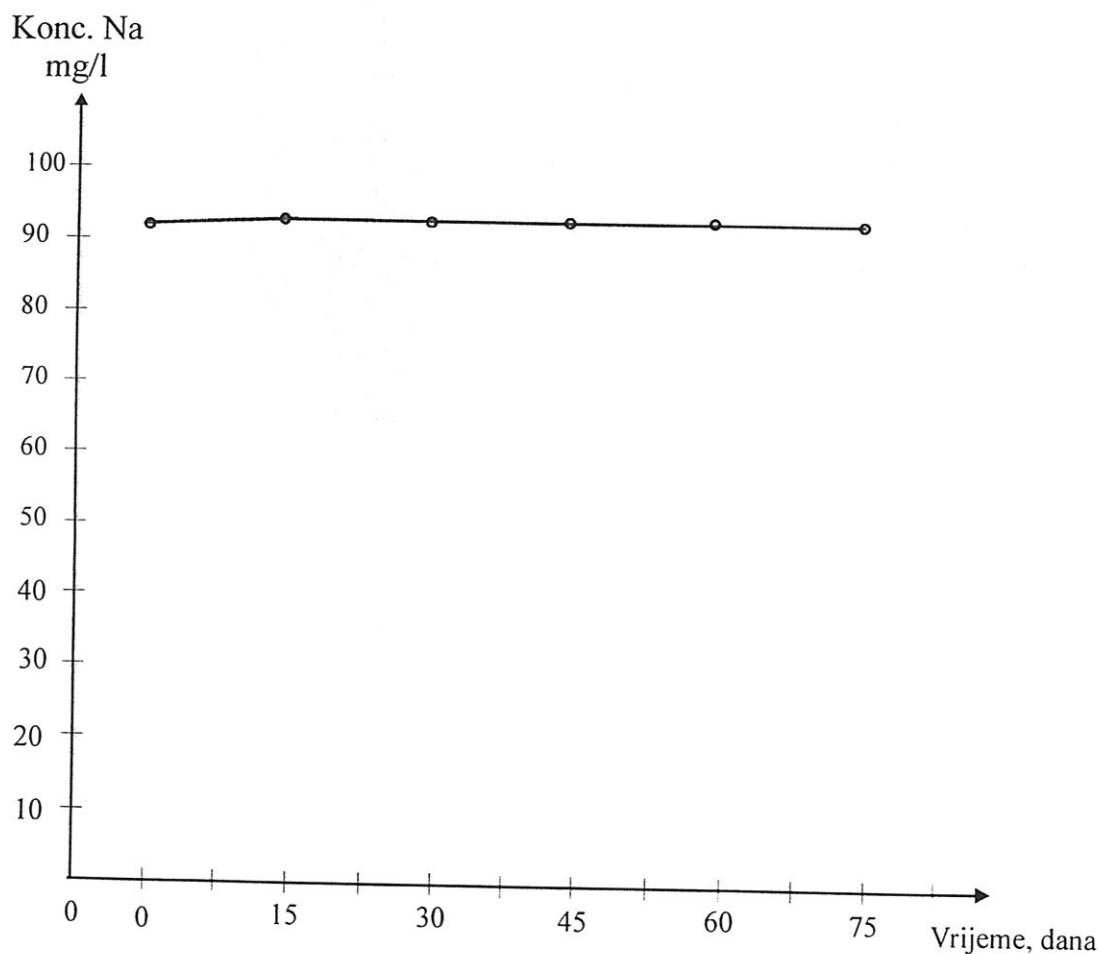


Slika 6.9
Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

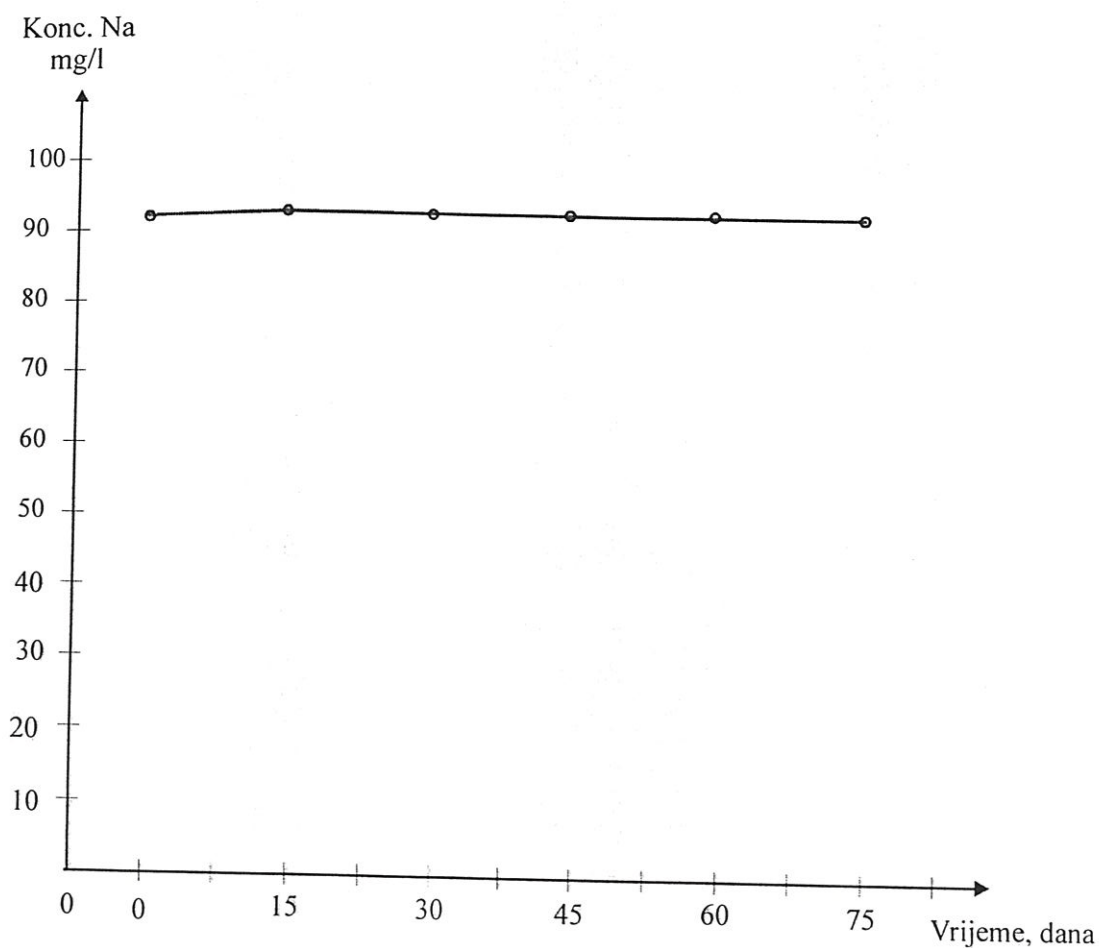


Slika 6.10 Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Koncentracija natrijuma u vodi Banje Dvorovi je relativno visoka, ali se uklapa u norme koje propisuje Pravilnik o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Ove koncentracije su stabine i sa vremenom ne dolazi do njihovih promjena, što ilustruju grafički prikazi odnosa koncentracija natrijuma prema vremenu dati na slici 6.11 za staklenu ambalažu i slici 6.12 za pet ambalažu. Na grafičkim prikazima se uočavaju idealni pravci odnosa koncentracija prema vremenu, što dokazuje da je ova komponenta stabilna i da ne stupa u reakcije sa drugim prisutnim komponentama u uzorku vode. Samim tim, sa stanovišta koncentracije i stabilnosti ove komponente voda je stabilna i pogodna za flaširanje.



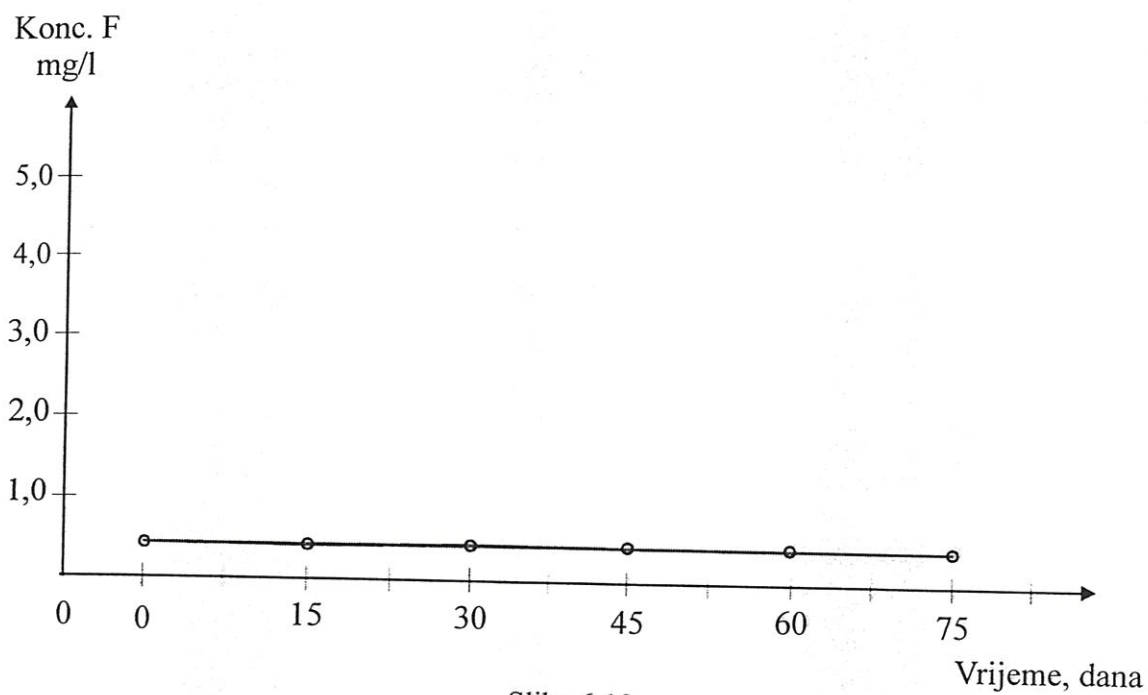
Slika 6.11
Grafički prikaz odnosa koncentracija natrijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži



Slika 6.12

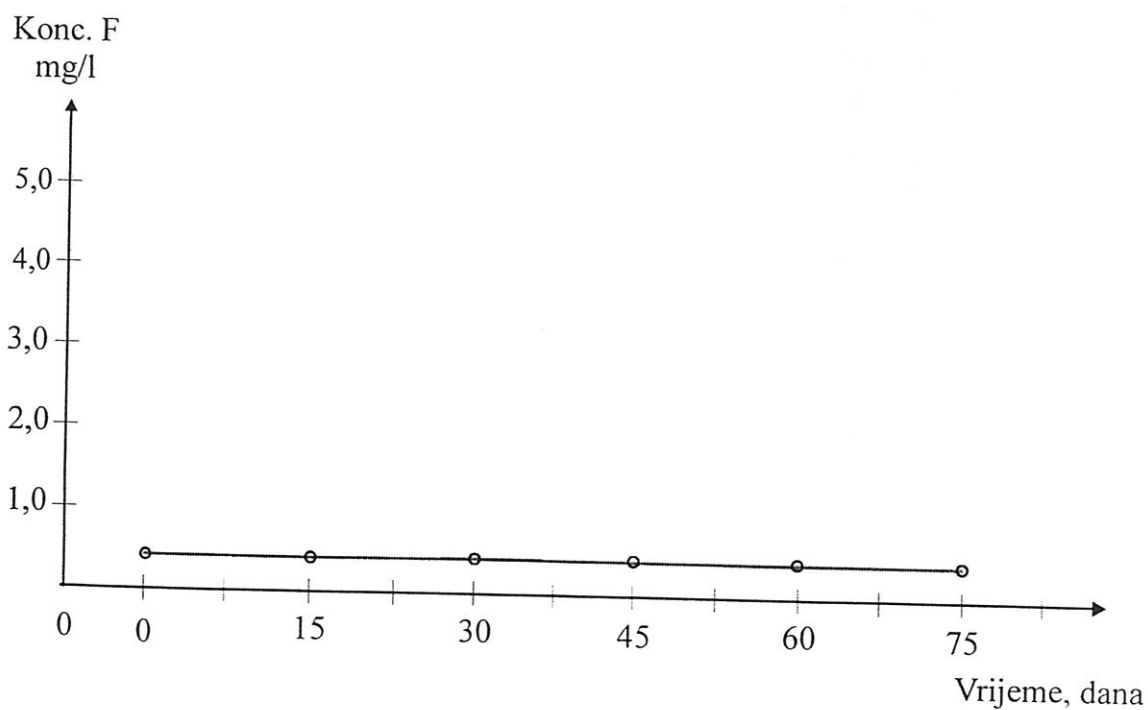
Grafički prikaz odnosa koncentracija natrijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Koncentracije fluorida u vodi Banje Dvorovi, izraženi kao F, su relativno niske i uklapaju se u standarde koje propisuje Pravilnik o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Ove koncentracije se kreću u granicama od 0,4 mg/L. Prisustvo fluorida u vodi je jedna od komponenata koja ima povoljne zdravstvene uticaje, posebno kada su u pitanju zubi čovjeka. Koncentracije ove komponente u vodi su stabilne i ne mijenjaju se sa vremenom stajanja vode, odnosno, ova komponenta ne učestvuje u interakcijama u vodi, što je veoma povoljno sa stanovišta stabilnosti flaširane vode. Stabilnost ove komponente, kada je u pitanju staklena i pet ambalaža, je identična, što potvrđuju i grafički prikazi odnosa koncentracija fluora prema vremenu dati na slikama 6.13 i 6.14. Samim tim, kada je u pitanju ova komponenta voda je stabilna i pogodna za flaširanje.



Slika 6.13

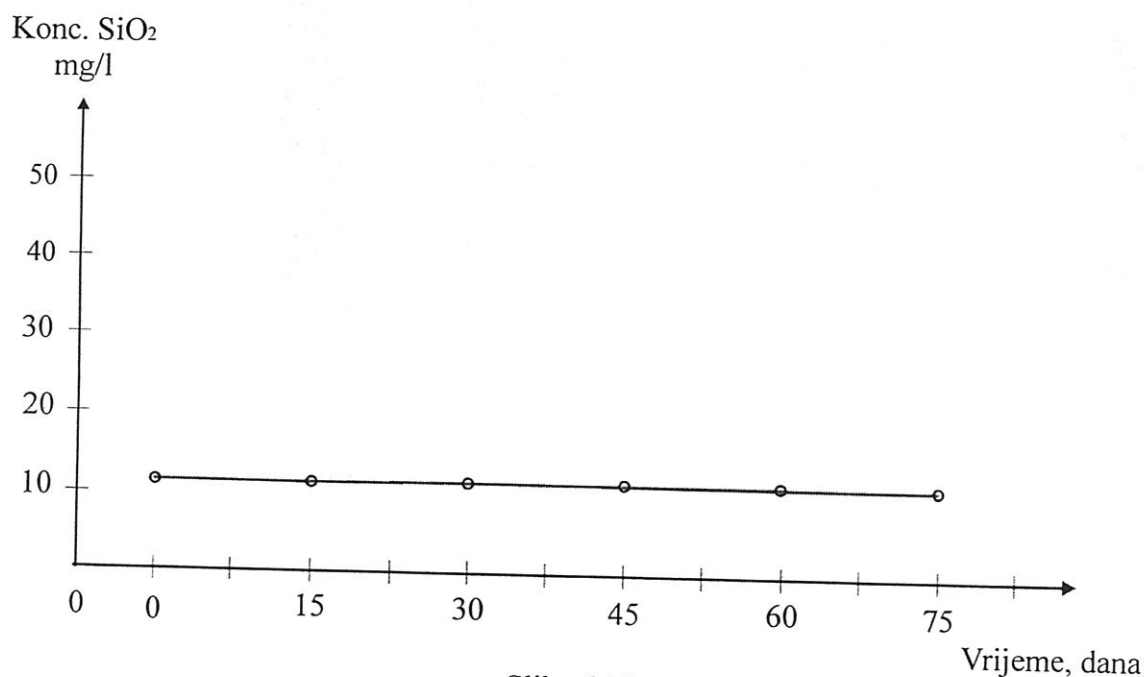
Grafički prikaz odnosa koncentracija fluora prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži



Slika 6.14

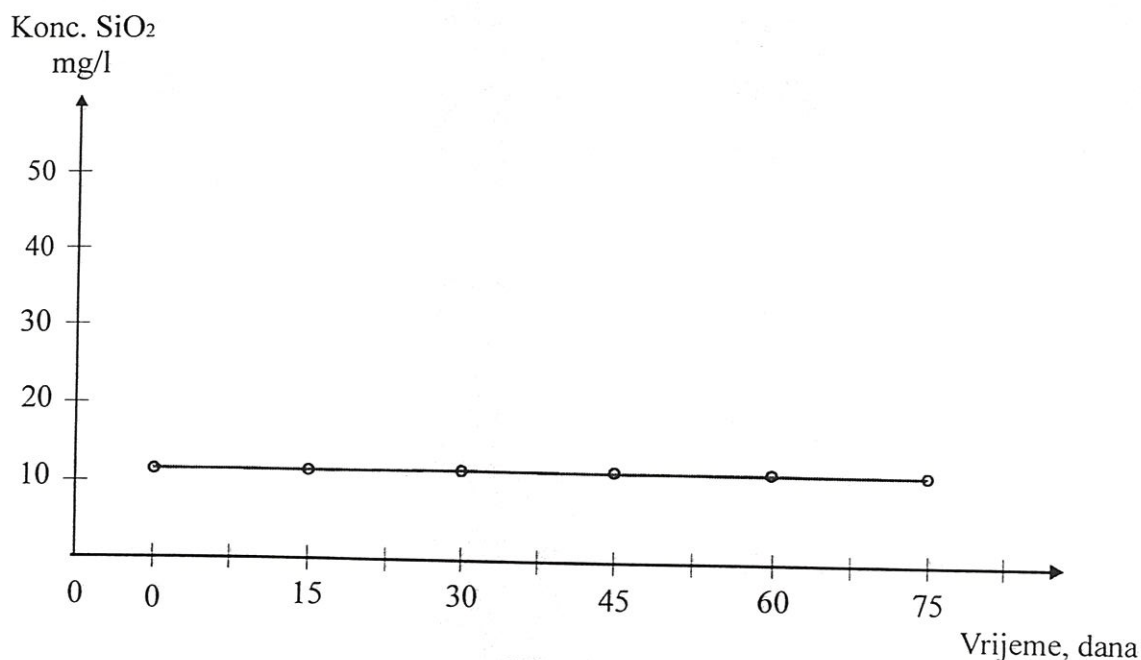
Grafički prikaz odnosa koncentracija fluora prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Silicijum-dioksid je jedna od komponenata koja se uobičajeno pojavljuje u mineralnim vodama koje imaju u svome izvoru kontakt sa mineralom silicijum-dioksida. Sadržaj ove komponente u vodi Banje Dvorovi je sa koncentracijama 11,23 mg/L. Ove koncentracije su stabilne i ne mijenjaju se sa vremenom stajanja. Rezultati su identični i u staklenoj i u pet ambalaži. Koncentracije ove komponente u mineralnim vodama za flaširanje nisu definisane, tako da se može smatrati da ova komponenta ne utiče u značajnom obimu na kvalitet vode za flaširanje. Kao što pokazuju grafički prikazi odnosa koncentracija silicijum-dioksida prema vremenu dati na slikama 6.15 i 6.16 dobijaju se pravci, odnosno ne dolazi do promjene koncentracija sa vremenom niti do interakcija u vodi kada je u pitanju ova komponenta. Samim tim, sa stanovišta ove komponente voda je stabilna i pogodna za flaširanje.



Slika 6.15

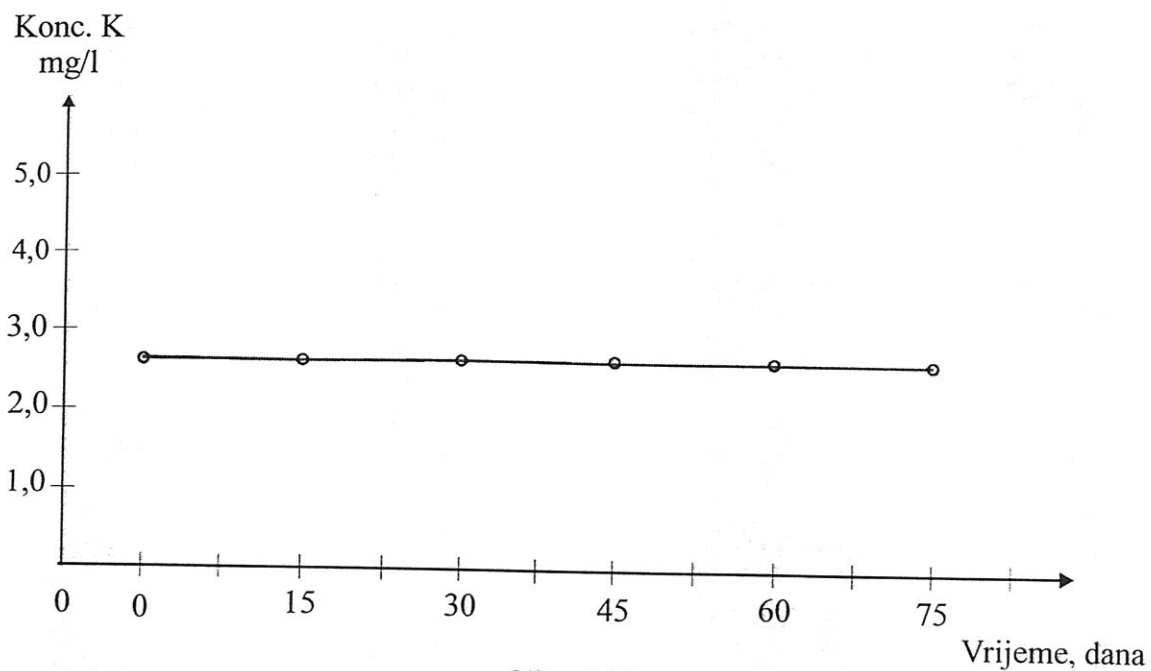
Grafički prikaz odnosa koncentracija silicijum-dioksida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži



Slika 6.16

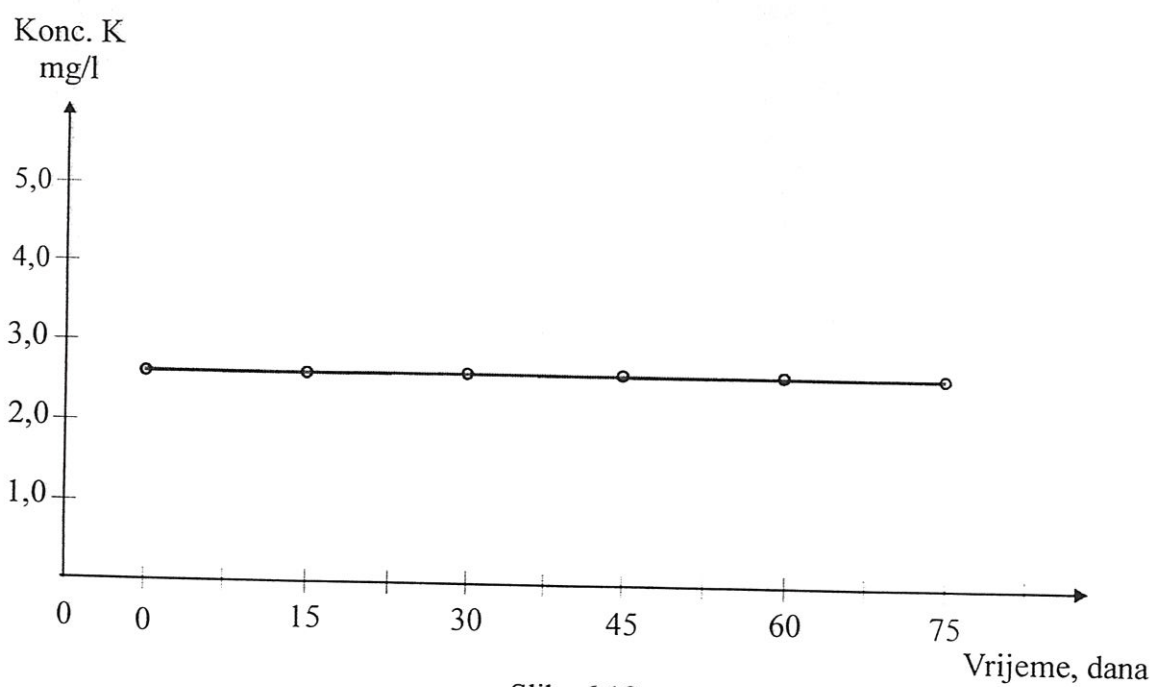
Grafički prikaz odnosa koncentracija silicijum-dioksida prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Kalijum, kao značajni nutrijent je prisutan u vodi Banje Dvorovi. Njegove koncentracije u uzorcima uzetim za istraživanje su sa vrijednostima 2,6 mg/L, koje koncentracije se uklapaju u standarde koje propisuje Pravilnik o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Promjene koncentracija ove komponente sa vremenom se ne dešavaju, tako da je ova komponenta stabilna i ne učestvuje u hemijskim interakcijama koje bi se mogle odvijati u vodi. Grafički prikazi odnosa koncentracija kalijuma prema vremenu dati na slikama 6.17 i 6.18 pokazuju idealne pravce. Samim tim, kada je u pitanju ova komponenta voda Banje Dvorovi je stabilna i pogodna za flaširanje.



Slika 6.17

Grafički prikaz odnosa koncentracija kalijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

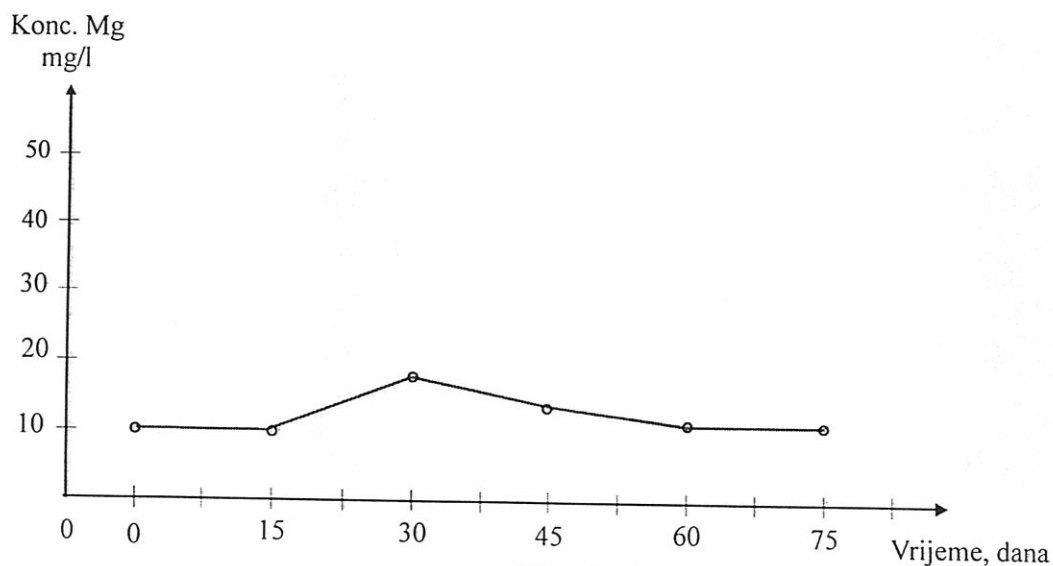


Slika 6.18

Grafički prikaz odnosa koncentracija kalijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Koncentracije magnezijuma u vodi Banje Dvorovi se kreće u vrijednostima od oko 10 mg/L. Ove vrijednosti se uklapaju u standarde koje propisuje Pravilnik o

flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće (77). Kada je u pitanju ponašanje ove komponente u vodi u ispitivanom periodu uočava se da je ponašanje slično u staklenoj i pet ambalaži. Kao što pokazuju grafički prikazi odnosa koncentracija prema vremenu magnezijuma u staklenoj i pet ambalaži dati na slikama 6.19 i 6.20 uočava se mala promjena koncentracija (porast) u vremenu između 15 i 45 dana, da bi u daljem periodu koncentracije bile stabilne i približne koncentracijama nultog uzorka, odnosno originalno uzete vode. Jedino tumačenje može da se traži u analitičkoj grešci kod rada u laboratoriji. U prilog tome ide i podatak da u vodi nije dolazilo do pojave taloga u čitavom periodu istraživanja.



Slika 6.19

Grafički prikaz odnosa koncentracija magnezijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u staklenoj ambalaži

Slika 6.20

Grafički prikaz odnosa koncentracija magnezijuma prema vremenu uzorka vode Banje Dvorovi u pet ambalaži

Sadržaj nitrita i nitrita u vodi Banja Dvorovi je ispod granice osjetljivosti metode, odnosno može se pretpostaviti da ih voda ne sadrži. To je posebno značajno za kvalitet vode obzirom da su prisutni nitriti i u malim koncentracijama nepovoljni, posebno za djecu u prvim godinama života (bebe) (1). Ovaj podatak pokazuje da se voda Banje Dvorovi može koristiti ili kao direktno za piće ili za pripremu sokova i čajeva za djecu ranog doba uzrasta. Time je i komercijalna vrijednost ove flaširane vode veća.

I druge analizirane komponente u vodi Banja Dvorovi, koje su ispod granice osjetljivosti metode, pokazuju da ova voda ne sadrži komponente koje bi uticale na njen kvalitet. Ranije analize ove vode koje su vršene u akreditovanim laboratorijama (73) pokazuju da je voda ljekovita i da ispunjava propisane standarde (77, 78). Na osnovu rezultata ispitivanja radioaktivnosti vode Banja Dvorovi rezultati mjerenja pokazuju da se voda može koristiti za piće, odnosno da je sadržaj ukupne alfa i beta aktivnosti u dozvoljenim granicama (0,021 Bq/L ukupne alfa aktivnosti i 0,15 Bq/L ukupne beta aktivnosti).

Ispitivanja stepena mogućeg zamućenja vode nakon 100 dana stajanja u staklenoj i plastičnoj ambalaži pokazuju da ne dolazi do promjene boje uzorka vode. Osim toga u ispitivanom periodu ne dolazi do stvaranje taloga u vodi što je jedan od važnih parametara stabilnosti vode.

Da bi se uporeile karakteristike istraživane oligomineralne hipertermalne vode Banje Dvorovi sa karakteristikama flaširanih voda koje se proizvode u svijetu (uzeto je 120 flaširanih voda), koje se proizvode u Srbiji i Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini i mineralnih voda koje se ne flaširaju sa prostora Srbije i Crne Gore i Bosne i Hercegovine grafički su prikazani odnosi koncentracija tri glavne komponente prisutne u vodama: kalcijum, magnezijum i natrijum. Grafički prikazi su dati na slikama br. 6.21-6.23.

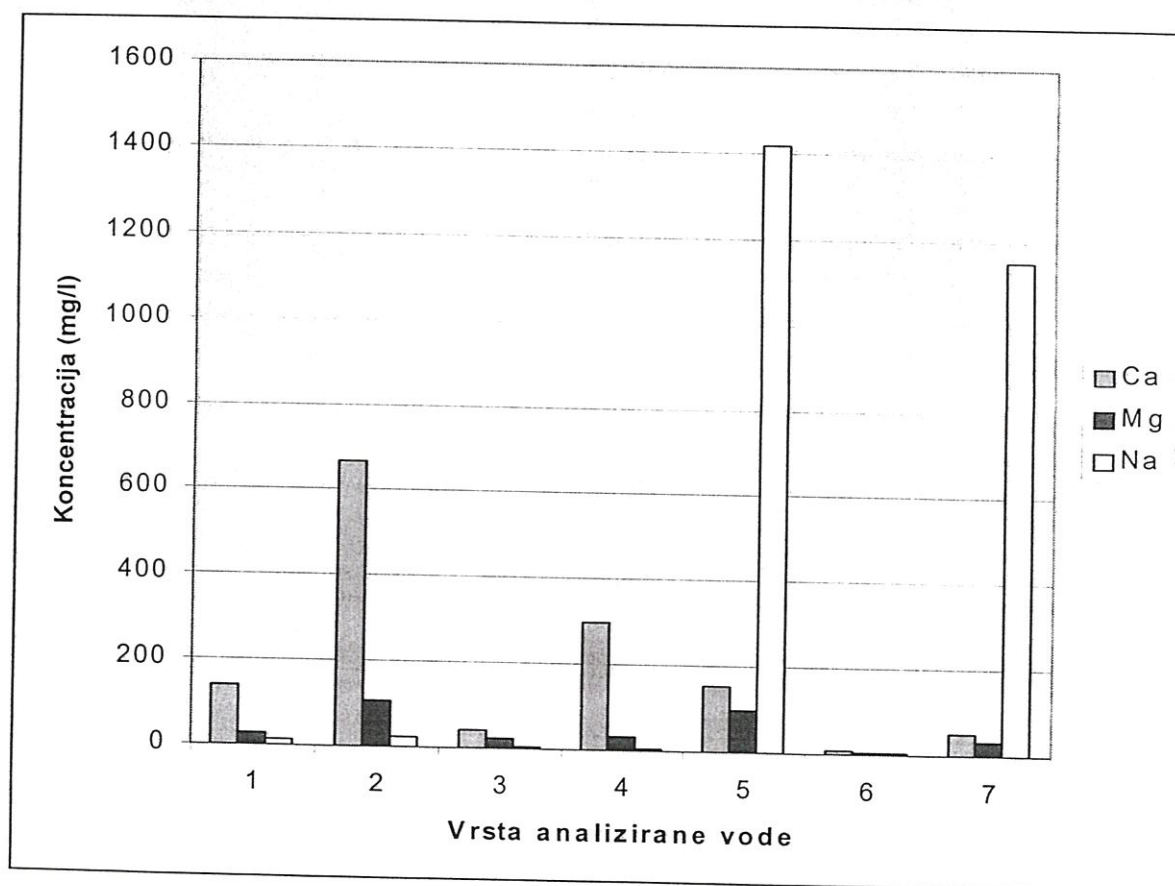
Kao što grafički prikazi pokazuju, kao i podaci navedeni u tabelama 2.1, 2.2, 2.3 i rezultati analiza nultog uzoraka vode Banje Dvorovi, istraživana voda sa sadržajem navedenih komponenata je u koncentracionom području velikog broja razmatranih voda i može se smatrati kao blaga voda, bez ekstremnih koncentracija navedenih komponenata koje su karakteristične za pojedine vode koje se flaširaju kod nas i u svijetu. Sadržaj kalcijuma, magnezijuma i natrijuma u vodi Banje Dvorovi je u prihvatljivim koncentracijama i te koncentracije su niže od koncentracija najvećeg broja voda koje se flaširaju kod nas i svijetu.

Ovi podaci omogućavaju da se dobije slika o stvarnom visokom kvalitetu analizirane vode, vode koja ne sadrži pojedine elemente u ekstremnim koncentracijama, kao na primjer Na, koji mogu nepovoljno djelovati na zdravlje ljudi (dovodi do povišenog krvnog pritiska).

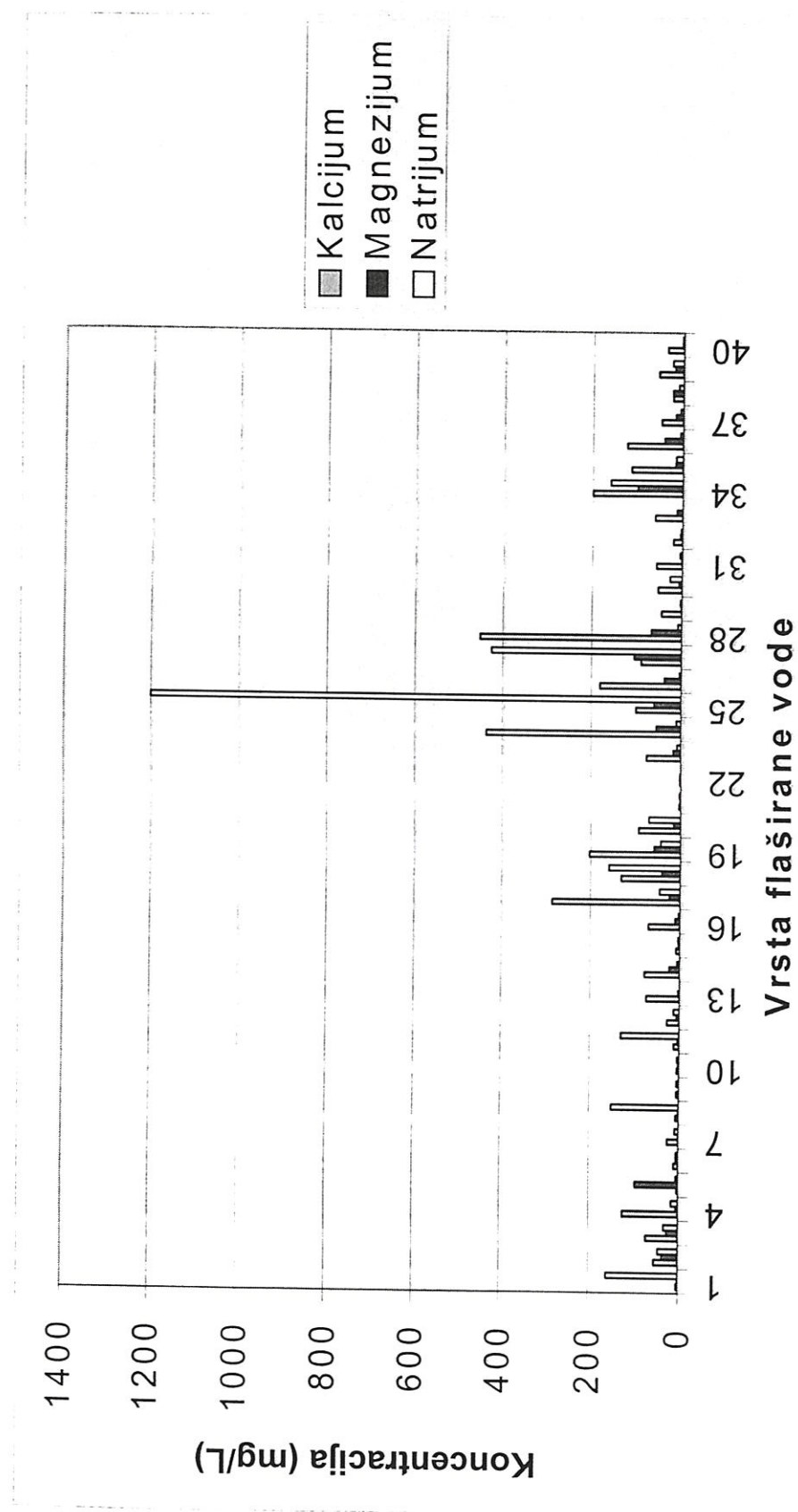
Svi prikazani rezultati pokazuju da je voda Banje Dvorovi visokog kvaliteta i da ispunjava sve uslove propisane Pravilnikom o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće i vodama za piće (77) i Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (78)

Republike Srbije i Crne Gore. Voda posjeduje ljekovita svojstva tako da se, prema Tišmi i saradnicima (73), voda može koristiti za liječenje :

- zapaljenskih reumatskih oboljenja u smirenoj kliničkoj i laboratorijskoj fazi,
- degenerativnih reumatskih oboljenja,
- stanja nakon povreda,
- stanja nakon korektivnih operativnih zahvata,
- diskus hernije-neoperisana i post-operativna stanja,
- skolioze i skifokolioze,
- oboljenja perifernih arterijskih krvnih sudova
- pareze i paralize perifernih živaca,
- stanje nakon CVI
- kožna oboljenja,
- prevencija karijesa,
- oboljenja želuca, žuči i žučnih putova.

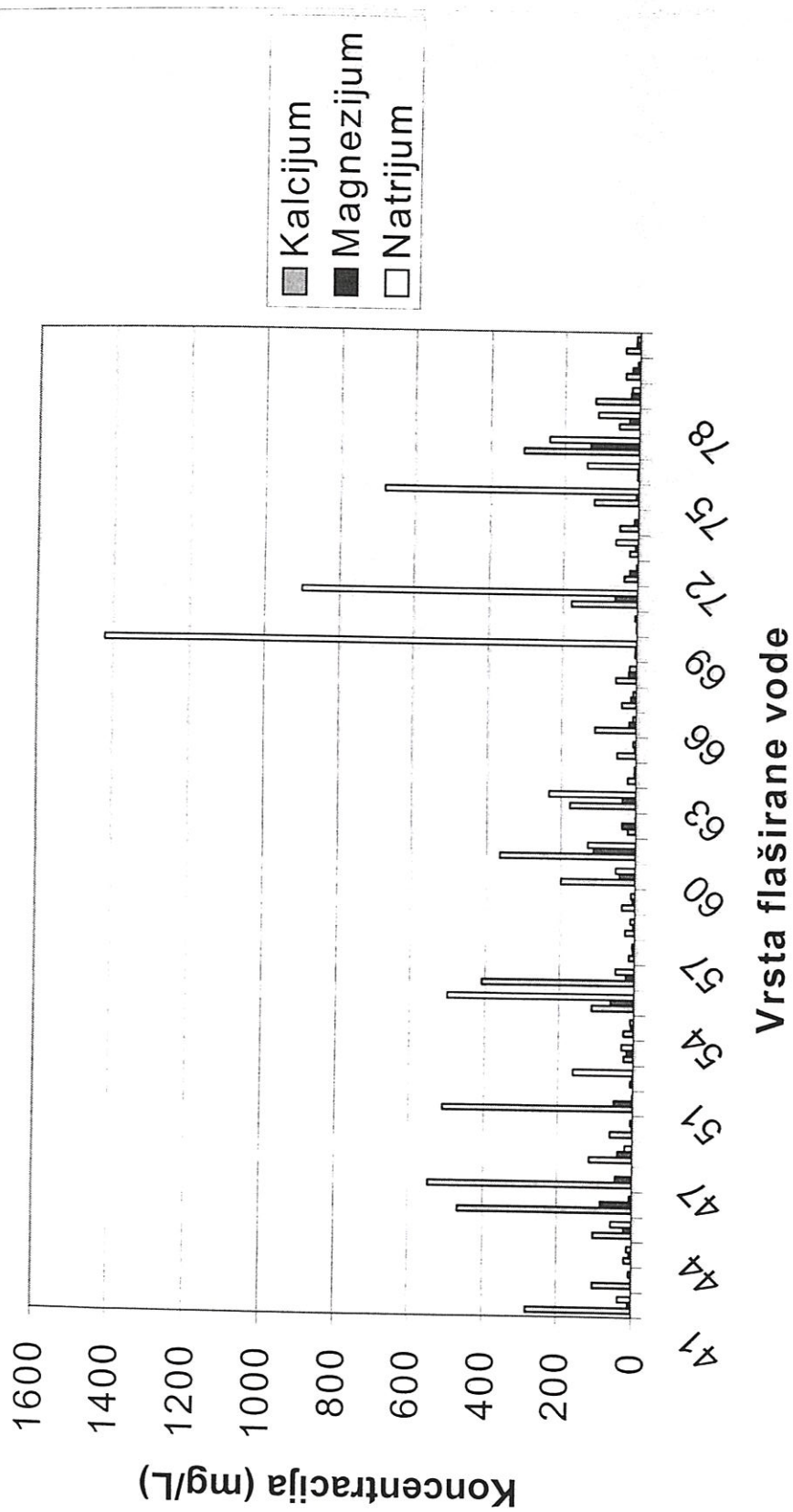


Slika 6.21.
Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za mineralne vode koje se ne flaširaju (tabela 2.1)

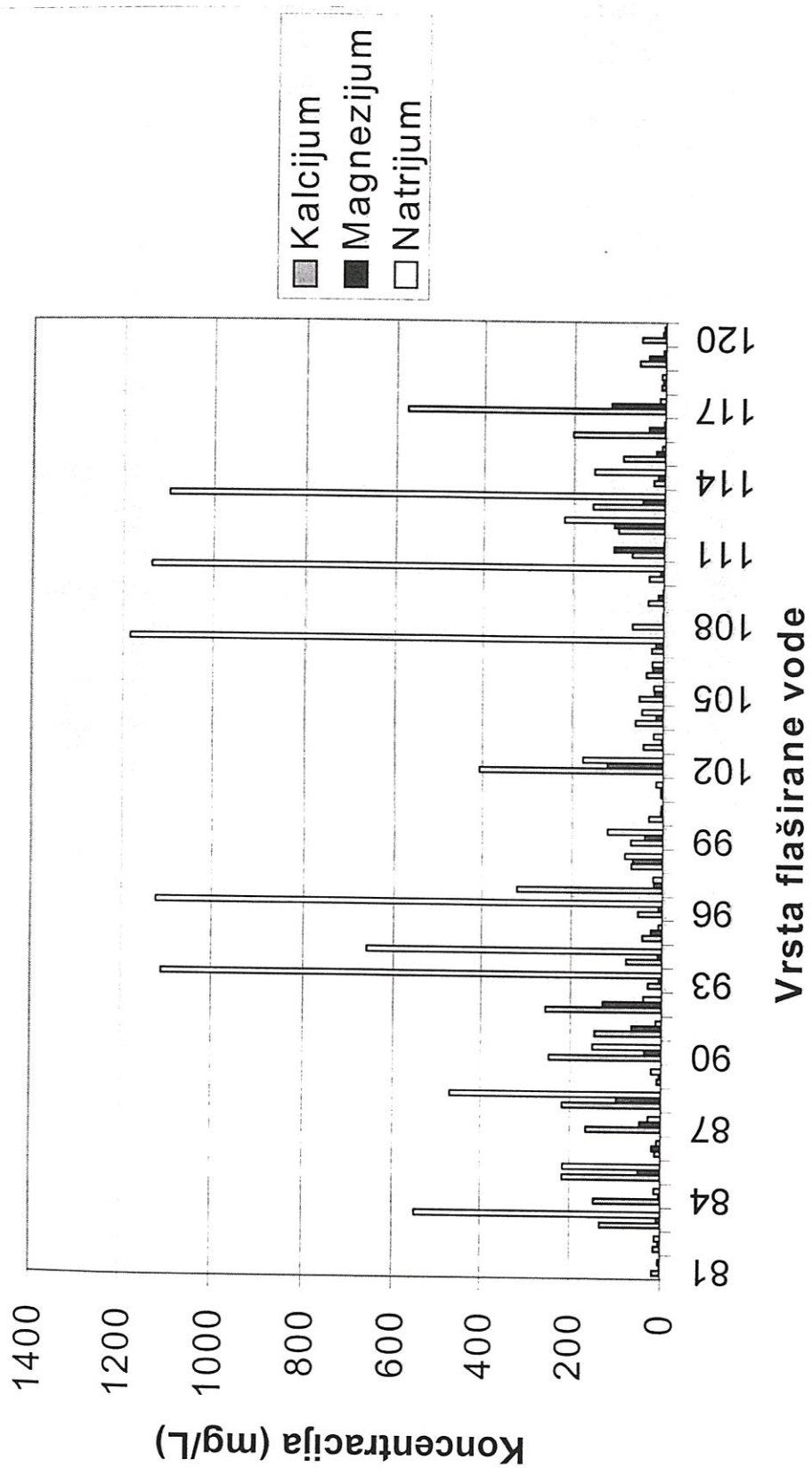


Slika 6.22.

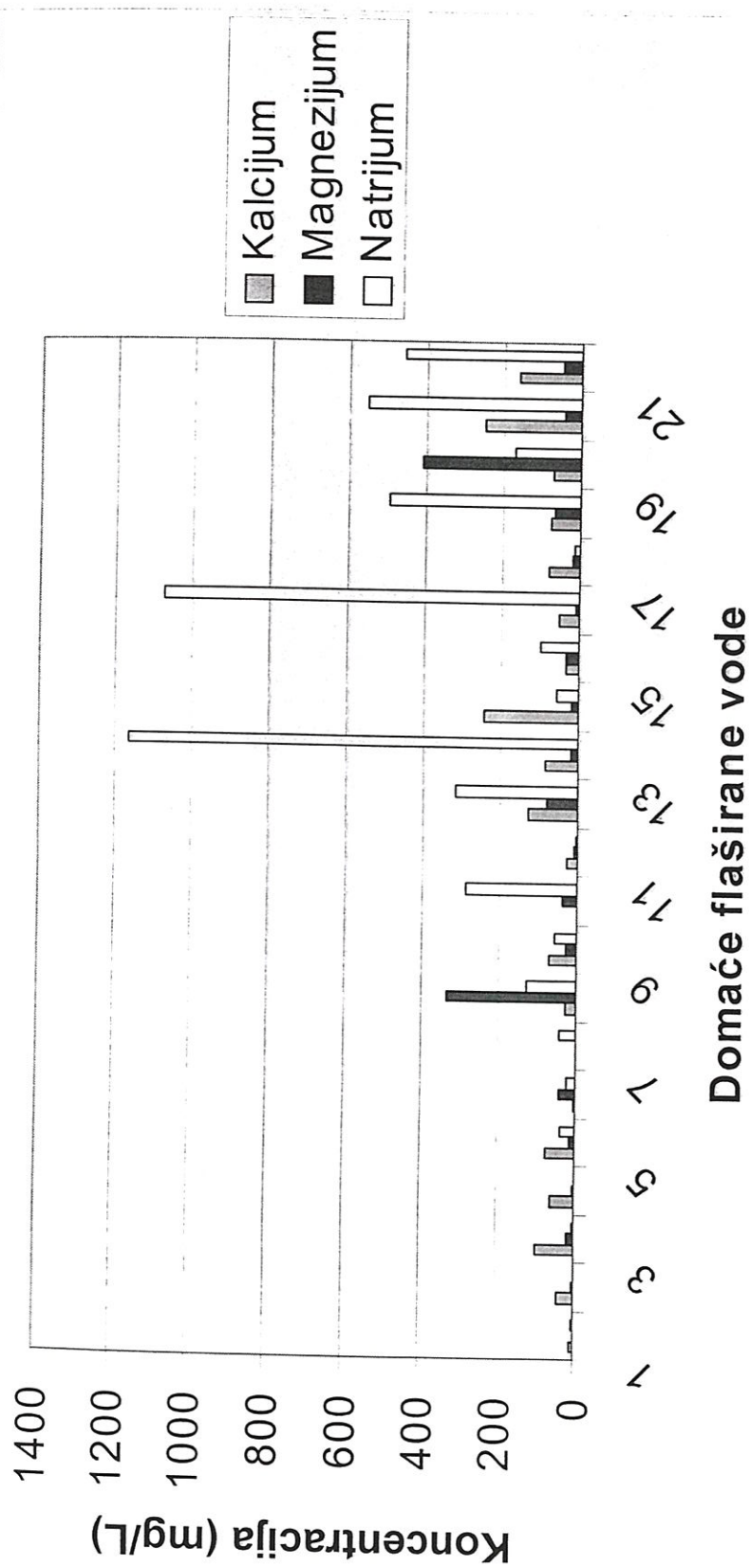
Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za pojedine vode koje se ne flaširaju u svijetu (tabela 2.2)



Slika 6.22.
nastavak

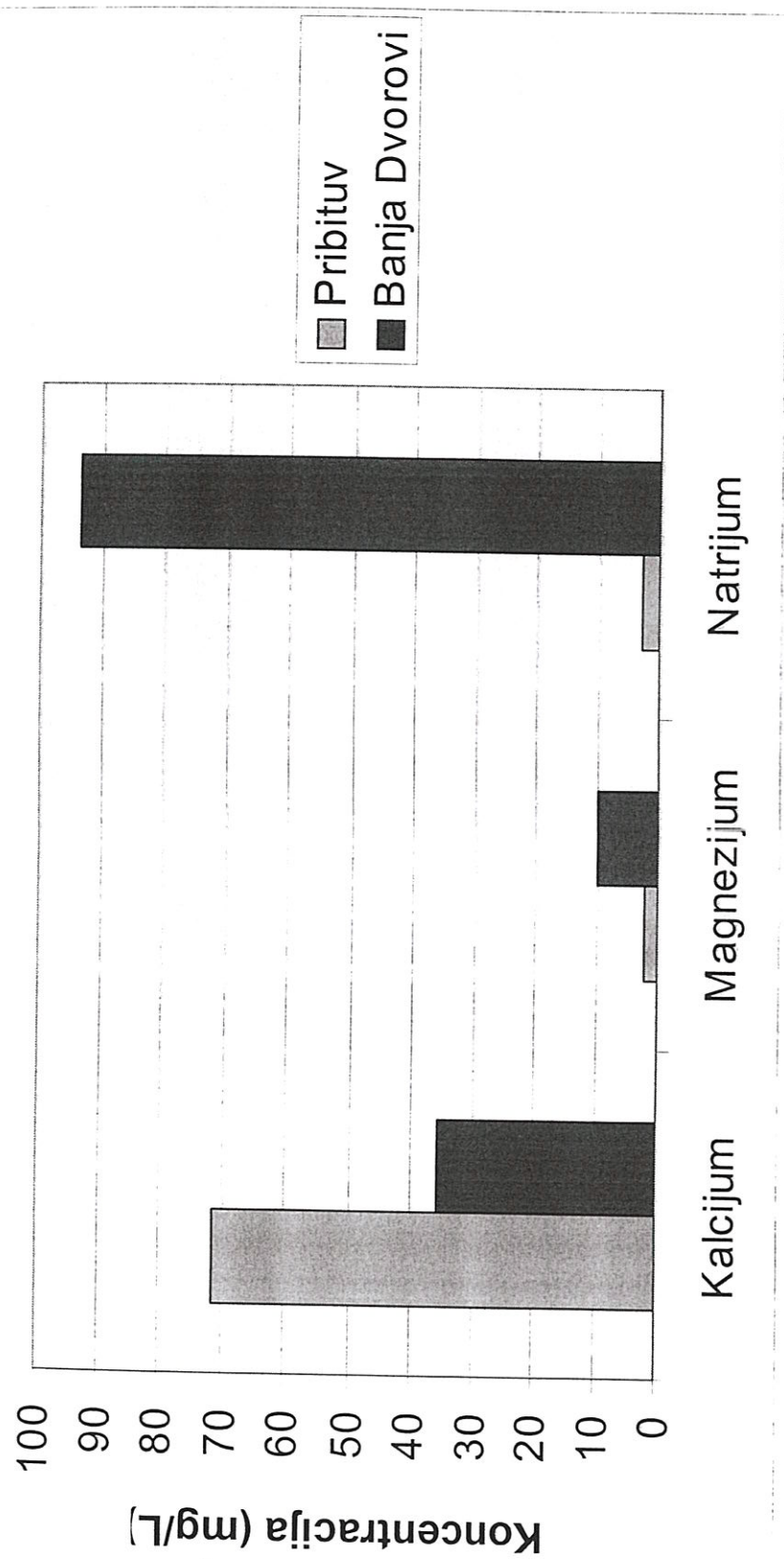


Slika 6.22.
nastavak



Slika 6.23.

Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za pojedine vode koje se ne flaširaju kod nas (tabela 2.3)



Slika 6.24

Grafički prikaz odnosa koncentracija kalcijuma, magnezijuma i natrijuma za vode Banje Dvorovi i vode Pribituvkoje (nulti uzorak)

7 ZAKLJUČCI

Za uspješno flaširanje mineralnih i izvorskih voda neophodno je da su one stabilnog kvaliteta u vremenu od momenta flaširanja vode do momenta njene konzumacije. Zato je, prije odluke o flaširanju neke vode neophodno istraživanje stepena njene stabilnosti u definisanom vremenskom intervalu. Metodologija i metode koje su korišćene u ovome istraživanju su se pokazale kao pouzdane za navedena istraživanja. U laboratorijskim uslovima je simulirana realna situacija u kojoj se nalaze flaširane vode za piće i u definisanom vremenu je izvršeno ispitivanje.

Oligomineralna hipertermalna voda Banja Dvorovi je kvaliteta, obzirom na njen hemijski i mikrobiološki sastav i ponašanje komponenata vremenom stajanja, je pogodna za flaširanje. Visoki sadržaj sumpor-vodonika u vodi je neophodno izdvojiti prije procesa flaširanja, što tehnološki ne predstavlja problem. Sve analizirane komponente u vodi su, u toku vremena istraživanja njihove stabilnosti, stabilnih koncentracija i ne dolazi do hemijskih transformacionih procesa i nastanka novih komponenata, taloga ili zamućenja.

Istraživanje prirode ambalaže (pet i staklena ambalaža) na mogući uticaj na kvalitet vode pokazuje da nema bitnijeg uticaja na kvalitet vode, odnosno da se pet (plastična) ambalaža, kao praktičnija i jeftinija, može koristiti za flaširanje vode Banja Dvorovi.

I druge analizirane komponente u vodi Banja Dvorovi, koje su ispod granice osjetljivosti metode, pokazuju da ova voda ne sadrži komponente koje bi uticale na njen kvalitet. Ranije analize ove vode koje su vršene u akreditovanim laboratorijama (73) pokazuju da je voda ljekovita, visokog kvaliteta i da ispunjava sve uslove propisane Pravilnikom o flaširanim prirodnim mineralnim vodama za piće i vodama za piće (77) i Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (78) Republike Srbije i Crne Gore. Voda posjeduje ljekovita svojstva tako da se, prema Tišmi i saradnicima (73), voda može koristiti za liječenje pojedinih oboljenja i za terapiju.

Na osnovu rezultata ispitivanja radioaktivnosti vode Banja Dvorovi utvrđeno je da je sadržaj ukupne alfa i beta aktivnosti u dozvoljenim granicama (0,021 Bq/L ukupne alfa aktivnosti i 0,15 Bq/L ukupne beta aktivnosti) i da se voda može koristiti za piće.

8 LITERATURA

1. Đuković J. i sar., Tehnologija vode, Tehnološki fakultet Zvornik, Beograd 2000.
2. Faus S.D., Aly O.M., Chemistry of natural waters, Butterworths, USA, 1981.
1. Tišma R., Kompletne balneološke analize ljevakovite oligomineralne-hipertermalne vode iz glavnog izvora Banje Dvorovi-Bijeljina, Studija, Hemolab, Beograd, avgust 2004 god.
2. Milojević M., Potkonjak B., Kompletna hemijska analiza vode, Hemijska laboratorija, Rovinjska 20, Beograd, 16.07.1997.
3. Institute Institute ATZ EVUS, Development center for process engineering, Sulzbach-Rosenberg, Germany, analize
4. Drobnjak M., Flaširanje vode sa izvora Pribituv, Opština Berkovići-Istočna Hercegovina Republika Srpska BiH, Elaborat, «Patenting» DOO, Beograd, 2005.
10. Internet adresa <<http://www.exerdp.com/-magnesium/index.html>>
11. Arthur von Wiesenberg, The Pocket Guide to Bottled Water, 1991
12. Maureen and Timothy Green, The Good Water Guide, 1994.
13. Freixes, A., Montude, M., Ramoneda, J., The cartification potential of the aquifers in the Val d Aron, Catalonia, Acta Geolog. Hung. 1998, 4(1), 23 ;
14. Rohstock, B., Schneider, H., 814), Geotherm.-Energ. Zukunfut, Tagungsgband Geotherm. Fachtag. 4th 1996, 102-111.
15. Nash, G.D., Trans-Geotherm. Resour Counc. 1997, 21, 203-209.
16. Mazousek, F., Graf, H., , Gas, Wasser, Abwasser 1998, 78(1), 3-9.
17. Gomes, L. M. F., Saraiva, C. M., S. M., Eng. Geol. Environ. Proc. Int. Symp.. 22nd 1997, 2, 1851-1855.
18. Hall, C.W., Schuifner. Vez. Wasser-, Boden-Luft-hyg. 1988, 80, 261-71.
19. Benfenati, E., Natangelo, M., Davoli, E., Fanelli, R., Food Chem. Toxicol. 1991, 29(2), 131-4.
20. Hamilton, N.F., Rosenberg, F.A., Proc.-Water Qual. Technol. Conf. 1990(pub.1991) (Pt.2), 1473-89.
21. Debeka, R.W., at all., J. AOAC Int. 1992, 75(6), 949-53.
22. Sanchez, J.M., at all., Ciencia (Maracaibo) 1993, 1(2), 113-23, C.A. 122, 88690w, 1995.
23. Pires, M.A.F., at all., Fresenius Environ. Bull. 1955, 4(11), 673-8.
24. Alam, S., Sadiq, M., Environ. Technol. Lett. 1988, 9(9), 925-30.
25. Basadre, P., at all., Acta Quim. Compostelana 1983, 7(2), 20-8, C.A. 101, 59780m, 1984.
26. Nyman, P.J., at all., Food Addit. Contam. 1996, 13(6), 623-631.
27. Warner, C.R. at all., Food Addit. Contam. 1996, 13(6), 633-638.
28. Fagioli, F., at all., Anal. Lett. 1988, 21 (11), 2107-16.
29. Stehlik, A.J., Woidich, H., Ernahrung (Vienna) 1987 11(4), 235-9.
30. Mazarrasa, O., Lazuen, J.A., Fluoride 1976, 94(4), 201-3.
31. Anon. Bios (Nancy) 1986, 17(11), 23-6, C.A. 106, 154906u, 1987.
32. Hardison, A., at all., Trib.Ean 1988, 41 (534), 46-8.
33. Anon., Bottled watwr: Quality Standard, Fed.Regist. 14 August 1981, 46 (157, BK.1), 41037-8

34. Anon., Quality Standards for food with no identity standards, bottled waters, Food Drag Adm. Fed. Reg. 06 Mart 1979, 44 (45), 12169-75.
35. Ericson, K., Vatten 1989, 45(1), 87-9. C.A 111, 159884y, 1989.
36. Saevenhed, R., Grimvall, A., Vatten 1989, 45(1), 82-6. C.A. 111, 201170q, 1989.
37. Shatkin J., et all., Water Qual. Public Health, Proc. Of a Conf. 1984 (Pub. 1985), 92-8.
38. Studlick, J.R.J., Bain, R.C., Ecolibrium 1980, 9(4), 5-7.
39. Cullen, T.L., et all., U.S. Nucl. Regul. Comm. (Rep) NUREG/CP 1978 NUREG/CP-0001, Radioact. Consum. Prod., PB 288743, 376-9.
40. Annon., State of Environment: A view toward nineties, Washington, 1987.
41. Dalmacija B., Problemi kvaliteta voda u Republici Srbiji, IV Jugoslovenski simpozijum Hemija i zaštita životne sredine, sa međunarodnim učešćem, Zrenjanin 2001 godine.
42. Brčeski I., i sar., Investigation of ground water contamination in the industrial zone in the city of Pančevo, II Regionalni simpozijum Chemistry and the environment, Kruševac, 2003 godine.
43. Dalmacija B., Hemijski aspekti voda za piće, Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa, ed. B. Dalmacija, Novi Sad 1997.
44. Knežević T., Tanasković M., Zdravstveni aspekti vode za piće, Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa, ed. B. Dalmacija, Novi Sad 1997.
45. Gajin S., Radnović D., Biološko ispitivanje kvaliteta vode, Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa, ed. B. Dalmacija, Novi Sad 1997.
46. Adanski-Spasić Lj., Ivančev-Tumbas I., Dalmacija B., Monitoring voda, Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa, ed. B. Dalmacija, Novi Sa 1997.
46. Klačnja M., Čukić Z., Nove tehnologije u pripremi vode za piće, Priprema vode za piće u svetlu novih standarda i normativa, ed. B. Dalmacija, Novi Sad 1997.
48. Galić N., Modeliranje kvaliteta vode prikazano na primjeru buduće akumulacije Bijela Rijeka, 6 Savjetovanje, Zaštita voda i održivi razvoj, Neum, 1999.
49. Bezdrob M., Sadašnje stanje kvaliteta voda u BiH, 6 Savjetovanje, Zaštita voda i održivi razvoj, Neum, 1999.
50. Milovanović, B., Mineralne i termalne vode-komparativna prednost i razvojna šansa Srbije, Mineralne, termalne i izvorske vode, Aranđelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 1-7.
51. Teofilović, M., Komatina, M., Ignjatijević, M., Resursi mineralnih, termalnih i izvorskih voda, potencijali, istraživanje, karakterizacija, Mineralne, termalne i izvorske vode, Aranđelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 8-11.
52. Dukić, T., Stanković, S., Stanje istraženosti i korišćenja termomineralnih voda Srbije, Mineralne, termalne i izvorske vode, Aranđelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 12-20.
53. Milivojević, M., Martinović, M., Geotermalni resursi Jugoslavije-potencijalnost, istraženost, korišćenje i mogućnosti razvoja, Mineralne, termalne i izvorske vode, Aranđelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 21-38.
54. Komatina, M., Mineralne, termalne i termomineralne vode kraljevačkog regiona,

- Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 50-56.
55. Ignjatijević, M., Rezultati kompleksnih geofizičkih ispitivanja u problematici termomineralnih voda na lokaciji Suva Česma kod Prokuplja, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje, br.3, 1996, 76-81.
 56. Jović, G.S., Termomineralni izvori Jablaničkog kraja, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 76-81.
 57. Stojadinović, D., Cojić, G., Potencijalne mogućnosti korišćenja mineralnih voda Belovodskog i lomničkog kiseljaka područja Kruševca, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 96-101.
 58. Komatina, M., Dečanska mineralna voda, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 107-109.
 59. Božinović, Ž., Šerović, B., Kokanović, L., Jokić, G., Kvalitet flaširanih mineralnih voda u Jugoslaviji, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 111-115.
 60. Milovanović, B., Novi izvori termomineralne vode u Klokot Banji, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 125-128.
 61. Janković, M., Sikimić, R., Mineralni i termomineralni izvori kao faktor razvoja turizma i drugih privrednih aktivnosti na području Bujanovačke banje, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 129-131.
 62. Filipović, D., Janković, Z., Perković, B., Mogućnosti racionalnog korišćenja energije geotermalnih voda, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 170-174.
 63. Lekić, S., Pešić, V., Proizvodnja hrane i energije geotermalnih voda, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 175-178.
 64. Milojević, M.G., Koristi i opravdanosti korišćenja geotermalnih resursa, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 179-183.
 65. Radojičić, L.I., Balneohemijske karakteristike mineralnih voda Igala, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 184-188.
 66. Stamenković, T., Džoljić, D., Milovanović, B., Korišćenje mineralnih voda u preradi mesa, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 203-207.
 67. Nedović, B., Mejakić, V., Trkulj, D., Prirodni termomineralni izvori u Banjaluci refugium za populaciju tercijarne vrste *Adiantum capillus veneris* L., Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 197-202.
 68. Knežević, M., Mineralne i termomineralne vode Kosova i Metohije i njihova

- turistička vrednost, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 222-229.
69. Janković, Z., Belić, S., Mogućnost korišćenja geotermalnih voda u Vojvodini, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 269-274.
70. Tomić, P., Romelić, J., Marković, S.B., Nalazišta termalnih i termomineralnih voda kao osnova formiranja zdravstveno-rekreativnih centara u Banatu, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 292-298.
71. Šiljak, M., Geotermalni izvori u banji kod Priboja-neiskorišćeni energetski potencijal, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 326-336.
72. Cvijetić, R., Milivojević, M., Martinović, M., Korišćenje geotermalne energije za toplifikaciju Bijeljine, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 344-352.
73. Tišma, R., Mališić, T., Jokić, G., Pajović, G., Anjonsko-katjonski sastav mineralnih voda «Knjaz Miloš», Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 337-343.
74. Davidović, Đ., Termalna voda Laktaši-pregled dosadašnjih istraživanja balneoloških kriterijuma i mogućnosti daljeg razvoja, Mineralne, termalne i izvorske vode, Arandjelovac 1996, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje br.3, 1996, 373-375.
75. Slijepčević, O., Brdarić, A., Zaštita mineralnog izvorišta «Kiseljak» Ustikolina-zdravstveni servis životne sredine, 6 Savjetovanje Zaštita voda i održivi razvoj, Neum, mart 1999, 319-323.
76. Annon., Methods for chemical analysis of water and wastes, US EPA/600/4-79/020, Office of Research and Development Washington, DC 20460, March 1983.
77. Službeni Glasnik Republike Srpske br. 40/2003, (Lista XIII).
78. Službeni list SRJ br. 42/98.