

## ТЕРМАЛНЕ, МИНЕРАЛНЕ И ТЕРМОМИНЕРАЛНЕ ВОДЕ ПРИЈЕДОРСКЕ РЕГИЈЕ

## THERMAL, MINERAL AND THERMOMINERAL WATERS OF THE PRIJEDOR REGION

БОЈАН ЕЋИМ<sup>1</sup>

*Прегледни стручни рад*  
DOI: 10.5937/VIK24155E

У сјећање на: Љубинка Протића (1950-2001)

**Резиме:** Минералне, термалне и термоминералне воде, као уникатно природно благо, користе се највише у бањама. Оне могу бити значајан извор дугорочног богатства под условом да се осмисли стратегија њиховог развоја и коришћења у складу са могућностима савремене техносономије и свеопштег напретка. Ту је шанса, јер је у свијету, услед исцрпљености ресурса и нарушавања еколошке равнотеже, све наглашенији смјер развоја чистих технологија и производње високо вриједних производа. На овај смјер развоја приморава и већ ограничавајућа исцрпљеност животног тла и питке воде, односно геолошког и биолошког блага, јер је природа добрим дијелом већ онеспособљена да процесе враћа у првобитна стања и да их обнавља са досадашњим даровима. Ови извори постају све оскуднији, геолошки дубљи, по издашности сиромашнији, по квалитету неповољнији и у цјелини скупљи. На овом подручју једино је формирана бања Мљечаница на локацији природних појава хладне високоминерализоване воде температуре 13 до 14°C, веома богате H<sub>2</sub>S гасом. Поред тога највећу перспективу има термоминерална вода Љешљана која има високу вриједност рН 11,9 и спада у хипералкалне воде, што је уједно и најбазичнија вода у Републици Српској. Овај рад је урађен као успомена на покојног колегу Љубинка Протића, дипл.инж. геологије. Рад се састоји од његових истраживања Љубијске металогенетске области, а мени припада част што сам био његов сарадник и дао скромни допринос истом.

**Кључне ријечи:** термалне, минералне и термоминералне воде

In memoriam: Ljubinko Protić (1950-2001)

**Abstract:** Mineral, thermal and thermomineral waters, as a unique natural treasure, are used mostly in spas. They can be a significant source of long-term wealth, provided that a strategy

<sup>1</sup> Бојан Ећим, „Водовод“ а.д. Козарска 87, Приједор Босна и Херцеговина, b.ecim-@vodovod-pd.com, ORCID 0009-0007-7823-2345

for their development and use is devised in accordance with the possibilities of modern techno-economy and general progress. There is a chance, because in the world, due to the exhaustion of resources and the disruption of the ecological balance, the direction of the development of clean technologies and the production of high-value products is increasingly emphasized. This direction of development is also forced by the already limiting exhaustion of living soil and drinking water, that is, geological and biological treasures, because nature is largely already incapable of returning the processes to their original state and renewing them with the previous gifts. These sources are becoming more and more scarce, geologically deeper, poorer in terms of abundance, less favorable in terms of quality and generally more expensive. In this area, the only Spa Mlječanica was formed at the location of natural occurrences of cold highly mineralized water with a temperature of 13 to 14°C, very rich in H<sub>2</sub>S gas. In addition, the thermomineral water of Lješljani, which has a high pH value of 11.9 and belongs to hyperalkaline waters, has the greatest perspective, which is also the most basic water in the Republic of Srpska. This work was done as a memorial to my late colleague Ljubinko Protić, B.Sc. geology. The work consists of his research in the Ljubija metallogenetic area, and I am honored to have been his collaborator and made a modest contribution to it.

**Key words:** Thermal, mineral and thermomineral waters

## **1. Увод**

Регија Приједор је једна од нодално-функционалних регија Републике Српске. Сједиште регије је Град Приједор који се простире у правцу сјевер – југ 32 km и у правцу исток – запад 46 km, на површини од 834 km<sup>2</sup> и надморској висини од 135 m. Према Просторном плану ова регија је дефинисана као мезорегија и поред Града Приједора обухвата сљедеће градове и општине: Козарска Дубица, Костајница, Крупа на Уни, Нови Град и Оштра Лука. Клима је умјерено континентална са средњом годишњом температуром од 11,7°C, односно средњом зимском од 1,6°C и средњом лјетном од 21,6°C. Средња годишња количина падавина износи 942 mm.

## **2. Активне холоценске термалне, минералне и термоминералне воде**

На подручју Приједорске регије постоји више регистрованих термалних, минералних и термоминералних вода. Оне су условљене хидрогеолошким својствима стијенских маса и зависне од литостратиграфских и тектонских односа, што се огледа у постојању обичних, подземних, минералних и термоминералних вода. Ове воде карактеришу се различитошћу и сложеносту генетских карактеристика, хемијским карактеристикама, термоминералним својствима, хидрауличним режимом и механизмом, начином прихрањивања, акумулирања и пражњења њихових колектора, односно лежишта.

Подручје Приједорске регије има сложен геолошки састав и грађу, која резултира из литостратиграфске разноликости седимената, појаве интрузија и

ефузија магмата различите старости, те метаморфних комплекса и сложених тектонских односа. Област, која је дио зоне палеозојских шкриљаца и мезозојских кречњака у оквиру унутрашњих Динарида. Међу најважније структурне елементе улазе расједи који су условљавали стварање депресија у којима су таложене неогене наслаге. Вишефазно расједање и епирогенетски покрети резултирали су издизањем блокова и стварању дубљих депресија. Уочена је просторна и генетска веза термалних и термоминералних вода и тектонске и неотектонске активности ове области.

Појаве термалних, минералних и термоминералних вода егзистирају највећим дјелом у тријаским кречњацима и доломитима, а много мање у кредним седиментима. Акумулације вода су међусобно независне у хидрауличном смислу. Ове воде се јављају у различитим дубинама од површине терена. Оне су атмосферског поријекла, а мањим дјелом морског или језерског и обновљиве су веома успорено. Карактерише их веома сложени хидротермички, хидраулички и хидрохемијски режим.

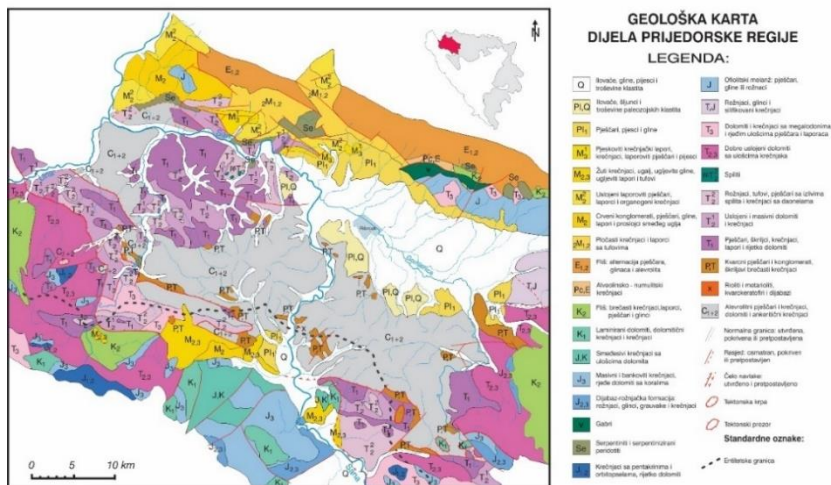
У вези са тектонским збивањима на подручју Приједорске регије могу се издвојити два дислокациона система у оквиру којих се појављују минералне, термалне и термоминералне воде. Један дислокациони систем је уздужни (лонгитудинални, динарски), а други је дијагоналан у односу на динарске наборне структуре. Оба система су отворена и припадају алпској геотектонској структури.

Ова два дислокациона система, такође, представљају потенцијалне области за проналажење акумулација подземних вода. Минералне воде на подручју Приједорске регије распоређене су дуж дијагоналних дислокационих система. Источни систем је између Омарске и Санског Моста, приближног правца пружања сјевероисток-југозапад. У њему се налази већи број различитих минералних вода које су повезане аквиферима из различитих средина. Вода је  $Mg-Ca-SO_4-HCO_3$  типа. Значајно је да се баш у овој зони налазе воде богате  $CO_2$ .

Западни структурни систем је смјештен између бање Мљечанице и Новог Града и има пружање исток-запад. Ови извори се јављају у неогеним творевинама, воде су јаче минерализоване и карактерише их повишен садржај аниона  $SO_4^{2-}$   $Cl^-$ , што наводи на претпоставку да су прави аквифери дубље, па су отуда воде јаче минерализоване и топлије, те се ради о стијенама које садрже сулфате попут гипса. Термалне и термоминералне воде се налазе на лонгитудиналним уздужним структурама праваца пружања сјеверозапад-југоисток. Водe су слабо минерализоване. Извори минерализације могу да буду повезани са аквиферима у тријаском систему, јер су воде хидрокарбонатно-сулфатног типа.

- Зона температура виших од 50°C у полуотвореном хидрогеотермалном систему дубине до око 1000 m,
- Зона температура виших од 90°C до максимално 150°C у затвореним хидрогеотермалним системима дубине преко 2.000 до 3.000 m.

Привидна веза ове воде са перидотитима из којих потиче није у сагласности са њеним хемијским саставом, па се примарни извори морају тражити у дубљим формацијама које леже испод перидотита (тријаски системи). При томе узроци овакве хипералкалности могу да буду или у стијенама које садрже повишене алкалије или у присуству фосилних вода. Карактеристично је да ове воде имају знатно вишу температуру, што такође указује на већу дубину.



*Слика 1. Геолошка карта дијела Приједорске регије*  
*Figure 1. Geological map of part of the Prijedor region*

На подручју Приједорске регије регистровано је више појава минералних, термалних и термоминералних вода. Воде су углавном везане за зоне

регионалних и дубоких, те вишефазно регенерисаних расједних чворишта у којима су формирани колектори најважнијих акумулација хидрогеотермалних система. Воде припадају хидрогеохемијским зонама:

- угљен диоксидне воде настале у области млађих термометаморфних процеса и тектонизација (Нишевићи, Вучковићи, Томинска Илица, Козичка Илица),
- азотне воде формиране у карбонатним стијенама и теренима изразите дислоцираности и неотектонских процеса (Црвено врело, Будимлић Јапра, Жегер, Копривна),
- азотометанске и сумпорне воде (Љешљани, Јеловац и др.).

У погледу рејонизације (слика 2) издваја се:

- Приједорско - Омарска депресија (Нишевићи, Вучковићи),
- унутрашња офиолитска зона (Љешљани, Јеловац),
- палеозојско - мезозојски блок (Жегер, Будимлић Јапра, Копривна, Црвено Врело, Томинска Илица, Козичка Илица).

Ова рејонизација је релативна и не треба је схватити као прецизну дистрибуцију терена, а дата је на основу степена познавања појава и истражености појединих локалитета. Основне карактеристике минералних, термалних и термоминералних вода дате су у слиједећим табелама.

*Табела 1. Термоминералне воде Приједорске регије*

*Table 1. Thermal mineral waters of the Prijedor region*

| Карактеристике воде                     |         | Љешљани СБ-1         | Санска Илица          |
|-----------------------------------------|---------|----------------------|-----------------------|
| Температура                             | °C      | 29,50                | 26,00                 |
| Реакција pH                             |         | 11,90                | 6,80                  |
| Натријум Na <sup>+</sup>                | mg/l    | 940,00               | 55,00                 |
| Калијум K <sup>+</sup>                  | mg/l    | 12,00                | 4,50                  |
| Калцијум Ca <sup>2+</sup>               | mg/l    | 18,00                | 564,25                |
| Магнезијум Mg <sup>2+</sup>             | mg/l    | 0,08                 | 72,97                 |
| Хидрокарбонат HCO <sub>3</sub>          | mg/l    | 0,00                 | 207,40                |
| Сулфати SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>   | mg/l    | 2,47                 | 1494,97               |
| Хлориди Cl                              | mg/l    | 1067,00              | 71,00                 |
| Карбонати CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> | mg/l    | 42,14                |                       |
| Укупна минерализација                   | l/sec   | 2394,00              | 2500,00               |
| Укупна тврдоћа                          | °d      | 2,54                 | 96,02                 |
| Издашност                               | l/sec   | 7,50                 | 35,00                 |
| Енергетски потенцијал                   | KWh/god | 5,39x10 <sup>6</sup> | 27,8 x10 <sup>6</sup> |
| Резерве                                 | l/sec   | 28,18                | 1,72                  |

Посебно треба истакнути гасне карактеристике термоминералних вода бање Љешљани. Висок садржај метана  $\text{CH}_4$  упућивао је раније истраживаче на могућност да ова вода потиче из лежишта угљоводоника. Истражним бушењем, међутим, то још увијек није доказано.

Табела 2. Хемијске анализе гаса који се ослобађа из воде бање Љешљани

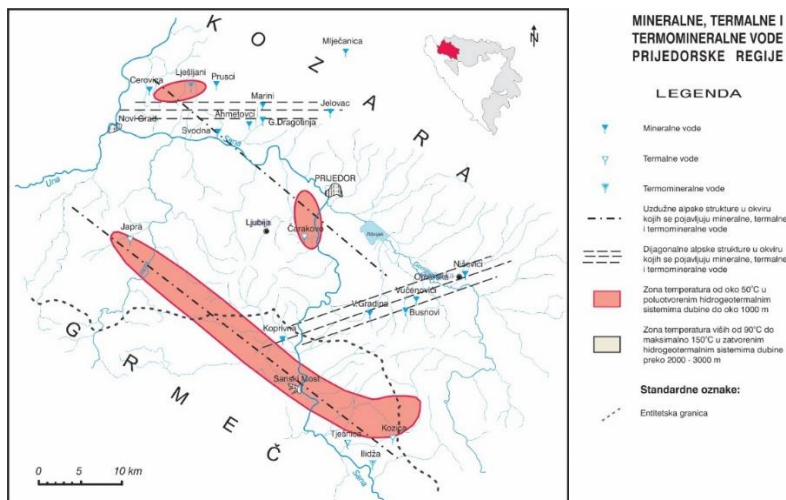
Table 2. Chemical analyzes of the gas released from the water of the Lješljani spa

|                     |         |
|---------------------|---------|
| $\text{N}_2$        | 32,100% |
| $\text{O}_2$        | 0,100%  |
| Ar                  | 0,330%  |
| $\text{CH}_4$       | 54,600% |
| етан                | 7,800%  |
| n-бутан             | 0,800%  |
| i-бутан             | 0,705%  |
| остали угљоводоници | 1,000%  |

Табела 3. Термалне воде Приједорске регије

Table 3. Thermal waters of the Prijedor region

| Карактеристике воде                          |                         | Будимлић<br>Јапра | Чараково | Козица | Тјешница |
|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------|--------|----------|
| Температура                                  | °C                      | 17,00             | 23,00    | 21,00  | 16,00    |
| Искористива температура на Т референтно 12°C | °C                      | 5,00              | 11,00    | 9,00   | 4,00     |
| Издашност                                    | l/sec                   | 15,00             | 1,00     | 6,00   | 20,00    |
| Минерализација                               | mg/l                    | 450,00            | 570,00   | 1,5    | 450,00   |
| Хидрокарбонат $\text{HCO}_3$                 | mg/l                    | 374,54            | 268,40   | 231,80 | -        |
| Хлориди Cl                                   | mg/l                    | 4,20              | 15,20    | 3,00   | -        |
| Сулфати $\text{SO}_4^{2-}$                   | mg/l                    | 57,61             | 23,84    | 42,59  | -        |
| Калцијум $\text{Ca}^{2+}$                    | mg/l                    | 62,80             | 60,91    | 49,69  | -        |
| Магнезијум $\text{Mg}^{2+}$                  | mg/l                    | 30,16             | 31,13    | 26,27  | -        |
| Натријум+Калијум $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  | mg/l                    | 2,54              | 38,06    | 3,38   | -        |
| Снага                                        | MWth                    | 0,17              | 0,14     | 0,22   | 0,33     |
| Енергија                                     | J/godx10 <sup>13</sup>  | 0,53              | 0,44     | 0,69   | 1,06     |
| Енергија                                     | KWh/godx10 <sup>6</sup> | 1,47              | 1,22     | 1,90   | 2,94     |
| Енергија                                     | teu/god                 | 180,00            | 150,00   | 250,00 | 350,00   |
| Енергија                                     | t.ekv. nafte/god        | 130,00            | 100,00   | 170,00 | 250,00   |



Слика 2. Минералне, термалне и термоминералне воде приједорске регије  
Figure 2. Thermal, mineral and thermomineral waters of the Prijedor region

Прогнозирање потенцијалних акумулација минералних, термалних и термоминералних вода је веома сложен геолошки посао који подразумева анализу великог броја података о геолошким, хидрогеолошким, геотектонским и геотермалним карактеристикама терена који се истражује.

На основу прикупљених података, методом аналогije и колерације издвојене су три зоне за проналажење минералних, термалних и термоминералних вода:

- јако потенцијалне зоне - перспективне средине на којима су већ познате појаве минералних, термалних и термоминералних вода,
- потенцијалне зоне - хидрогеолошки интересантне средине у којима нису уочене појаве минералних, термалних и термоминералних вода, али су повољне геолошке, геотектонске и хидрогеолошке карактеристике у погледу постојања тих вода,
- површине са нејасно израженом перспективношћу у погледу проналажења минералних, термалних и термоминералних вода.

Резултати досадашњих истраживања нису довољни за тачнија одређивања резерви минералних, термалних и термоминералних вода, па се углавном може говорити о процијењеним резервама, а оне би износиле како слиједи:

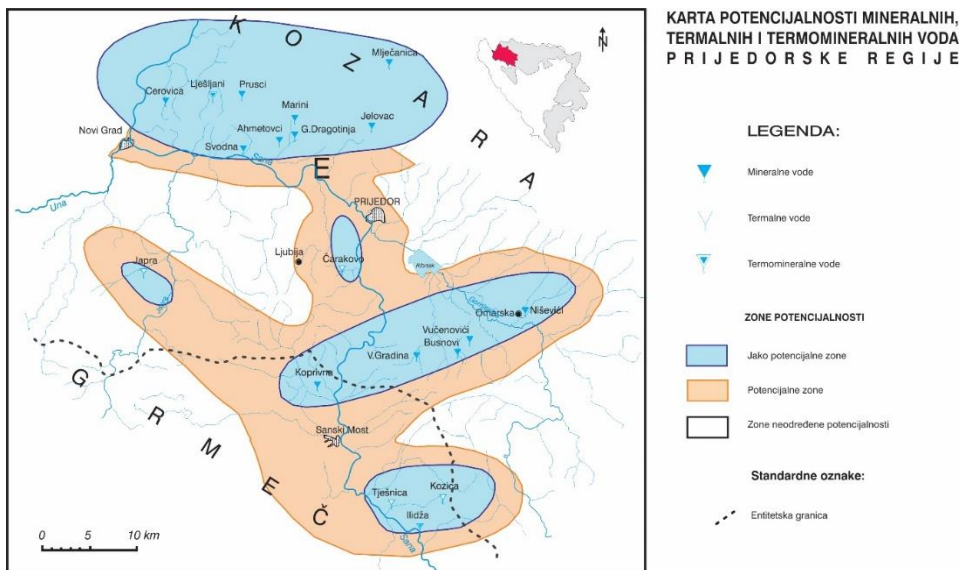
- минералне воде 10 l/sec.
- термалне воде 42 l/sec.
- термоминералне воде 200 l/sec.

Табела 4. Минералне воде Приједорске регије  
Table 4. Mineral waters of the Prijedor region

| Карактеристике<br>воде                |       | Локалитет |          |         |           |         |           |                    |             |         |         |          |
|---------------------------------------|-------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|--------------------|-------------|---------|---------|----------|
|                                       |       | Масевица  | Језови   | Коприна | В.Градина | Бусови  | Вучковићи | Нишави             | Г.Драговица | Скопца  | Пруси   | Церовица |
| Температура                           | °C    | 12        | -        | 14      | -         | -       | 18        | -                  | 14          | 14      | 11      | 14       |
| pH                                    | mg/l  | -         | 7        | -       | 7,60      | 6,00    | 7,00      | 7,00               | -           | -       | -       | -        |
| Натријум Na <sup>+</sup>              | mg/l  | 31,00     | 10,20    | 2,12    | 27,00     | -       | -         | -                  | 35,00       | 561,00  | -       | 53,00    |
| Калијум K <sup>+</sup>                | mg/l  | 3,72      | 1,60     | 3,82    | 1,70      | -       | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Калијум Ca <sup>+</sup>               | mg/l  | 201,97    | 150,00   | 42,29   | 82,70     | 39,50   | 123,80    | 93,34-<br>343,60   | 454,00      | 147,00  | -       | 315,00   |
| Магнезијум Mg <sup>+</sup>            | mg/l  | 26,27     | 36,60    | 11,29   | 22,00     | 0,50    | 56,72     | 219,25-<br>704,05  | 146,00      | 70,00   | -       | 224,00   |
| Железо Fe                             | mg/l  | 0,10      | -        | 0,21    | 0,10      | -       | 0,85      | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Хлориди Cl                            | mg/l  | 1,90      | 10,60    | 2,12    | 7,10      | -       | 62,13     | 21,30-<br>312,40   | -           | 337,00  | 1218,00 | -        |
| Сулфати SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | mg/l  | 555,36    | 138,00   | 7,80    | 7,00      | -       | 7,70      | 80,40-<br>917,60   | 1460,00     | 438,00  | 17,00   | 1596,00  |
| Нитрати NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | mg/l  | 0,33      | 1,37     | -       | 0,00      | u trag. | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Нитрити NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | mg/l  | 0,00      | -        | -       | 0,00      | u trag. | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Хидрокарбонати HCO <sub>3</sub>       | mg/l  | 73,20     | 414,80   | 170,80  | 262,30    | 103,70  | -         | 403,82-<br>1427,40 | 54,00       | 1095,00 | 85,00   | 201,00   |
| Амонијум NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | mg/l  | -         | 0,10     | -       | 0,00      | -       | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Сулфидоводоник H <sub>2</sub> S       | mg/l  | 2,80      | 4,22     | -       | 0,10      | -       | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Слободни CO <sub>2</sub>              | mg/l  | 30,87     | 48,40    | 1487,20 | 17,60     | -       | -         | -                  | -           | -       | -       | -        |
| Суви остатак                          | mg/l  | 1200,00   | 561,00   | 205,90  | 250,00    | 259,00  | -         | 381,00-<br>2425,00 | -           | -       | -       | -        |
| Укупна тврдоћа CaCO <sub>3</sub>      | °dH   | -         | -        | -       | 8,10      | 5,43    | 28,90     | 85,46-<br>169,12   | -           | -       | -       | -        |
| Карбонатна тврдоћа CaCO <sub>3</sub>  | °dH   | -         | -        | -       | -         | 4,76    | 32,60     | 18,54-<br>83,32    | -           | -       | -       | -        |
| Укупна минерализација                 | mg/l  | 965,26    | 770,00   | 530,00  | 381,00    | -       | -         | -                  | 3540,00     | 1550,00 | 2210,00 | 2640,00  |
| Издашност                             | l/sec | 5,00      | Netposci | 0,10    | -         | -       | -         | -                  | 1,00        | 0,01    | -       | 0,10     |



На основу изнесеног, може се закључити да је истраженост и степен коришћења садашњих извора и бушотина незнатна, мада се ради о значајним потенцијалима.



Слика 3. Карта потенцијалности  
Figure 3. Potentiality map

У циљу проналажења сигурних акумулација минералних, термалних и термоминералних вода и њихове експлоатације и заштите потребно је провести комплетна истраживања од стране разних специјалиста (геолога, хидрогеолога, геофизичара, хемичара, технолога, еколога).

#### 4. Закључак

Огромно природно богатство у новије вријеме је дефинисано у потенцијалним резервама минералних, термалних и термоминералних вода. До сада, једино се минерална вода користи у бањске сврхе у Мљечаници. У тој зони има више извора минералне воде сличног састава. Утврђена лежишта минералне воде са љековитим својствима у Омарској и Нишевићима реална су основа за изградњу капацитета за комерцијалну тржишну производњу. Термоминерална хипералкална вода Љешљана детаљно је балнеолошки дефинисана. Потребно је извршити хидрогеолошка доистраживања због доказа употребљивости ове воде за топлотну енергију. Иначе и по досадашњим сазнањима могуће је инвестирање и комерцијализација ове минералне сировине за бањски и рекреативни туризам. Потребно је инвестирање у

експлоатацију. ово вриједи и за остале појаве термалних и термоминералних вода, зависно од резултата истраживања.

Активности у погледу минералних вода између потенцијалних локалитета треба, у првом реду, усмјерити на локалитет „Нишевићи“.

## 5. Литература

- [1] Јурић М Геологија подручја Санског палеозоику у Сјеверозападној Босни, *Геолошки гласник*, посебно издање, Сарајево, с. 146, 1970.
- [2] Чворовић Љ, Минералне воде у зони хорстова и ровова (Мајевице, Козаре, Мотакјице и Просаре), *Геолошки гласник* бр.22, Сарајево, с. 153-186, 1977.
- [3] Миошић Н, Могућности истраживања и кориштења хидротермалних потенцијала Босанске Крајине, *Саветовање о енергетским потенцијалима Босанске Крајине*, Зборник радова, Сански Мост, с. 21-43, 1985.
- [4] Чичић С, Миошић Н, *Геотермална енергија Босне и Херцеговине*, Геоинжењеринг, Сарајево, с.205, 1986.
- [5] Цвијић Р, Протић Љ, *Програм хидрогеолошких истраживања минералних вода на подручју металогенетске области Љубија*, Фонд стручне документације РЖР „Љубија“ Приједор, с.26, 1991.
- [6] Протић Љ, Ећим Б, *Извјештај о готовости пројекта: производња и флаширање минералне воде*, Фонд стручне документације РИ Приједор, 2000.
- [7] Цвијић Р, *Геоменаџмент у функцији коришћења и развоја минералних ресурса Љубијске металогенетске области*, Приједор, 2004.