

ФАКУЛТЕТ _____
Број захтева: _____
Датум: _____

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋУ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**

ПРЕДЛОГ ЗА ИЗБОР У ЗВАЊЕ РЕДОВНОГ ПРОФЕСОРА
(члан 65. Закона о високом образовању)

**I – ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ ПРЕДЛОЖЕНОМ ЗА ИЗБОР У ЗВАЊЕ РЕДОВНОГ
ПРОФЕСОРА**

1. Име, средње име и презиме кандидата : **ПЕТАР (Јосип) ПАПИЋ**
2. Ужа научна област за коју се наставник бира: **ХИДРОГЕОЕКОЛОГИЈА**
3. Радни однос са пуним или непуним радним временом: **пуним**
4. До овог избора кандидат је био у звању: **ванредног професора** у које је први пут изабран **03.03.2004** за ужу научну област **Заштита подземних вода** (поново биран **03.07.2009.** године за ужу научну област **Квалитет и заштита подземних вода**)

II - ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ТОКУ ПОСТУПКА ИЗБОРА У ЗВАЊЕ

1. Датум истека изборног периода за који је кандидат изабран у звање: **03.07.2014. године**
2. Датум доношења одлуке о расписивању конкурса за избор: **24.06.2010. год.**
3. Датум и место објављивања конкурса: **14.07.2010. год. Београд**
4. Звање за које је расписан конкурс: **редовни професор**

**III – ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ ЗА ПРИПРЕМУ ИЗВЕШТАЈА
И О ИЗВЕШТАЈУ**

1. Назив органа и датум именовања комисије: **Изборно веће Рударско-геолошког факултета у Београду, 24.06.2010. год.**

2. Састав Комисије за припрему извештаја:

Име и презиме члана	Звање	Ужа научна област	Организација у којој је запослен
1. др Иван Матић	редовни проф.	Хидрогеоекологија	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. др Веселин Драгишић	редовни проф.	Водоснабдевање и менаџмент подземних вода	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. др Мирослав Врвић	редовни проф.	Биохемија	Хемијски факултет у Београду

3. Број пријављених кандидата на конкурс : **1 (један)**

4. Да ли је било издвојених мишљења чланова комисије: **није било**

5. Датум стављања извештаја на увид јавности: **24.09.2010. године**

6. Начин (место) објављивања извештаја: **Библиотека Факултета, огласне табле и сајт Факултета**

7. Приговори: **није било приговора**

IV – ДАТУМ УТВРЂИВАЊА ПРЕДЛОГА ОД СТРАНЕ ИЗБОРНОГ ВЕЋА ФАКУЛТЕТА: 21.10.2010. год. Изборно веће Рударско-геолошког факултета.

Потврђујем да је поступак утврђивања предлога за избор кандидата др Петра Папића у звање редовног професора вођен у свему у складу са одредбама Закона, Статута Универзитета и Статута факултета.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Владица Цветковић

Прилози:

1. Одлука изборног већа факултета о утврђивању предлога за избор у звање;
2. Реферат комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање;
3. Сажетак извештаја комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање;
4. Доказ о непостојању правоснажне пресуде о околностима из чл.62.ст.4. Закона;

С А Ж Е Т А К
РЕФЕРАТА КОМИСИЈЕ О ПРИЈАВЉЕНИМ КАНДИДАТИМА
ЗА ИЗБОР У ЗВАЊЕ РЕДОВНИ ПРОФЕСОР

I - О КОНКУРСУ

Назив факултета: Рударско-геолошки факултет
Ужа научна, односно уметничка област: Хидрогеоекологија
Број кандидата који се бирају: један
Број пријављених кандидата: један
Имена пријављених кандидата:
1. Др Петар Папић
.....

II - О КАНДИДАТИМА

Под 1.

1) - Основни биографски подаци

- Име и презиме: Петар Ј. Папић
- Датум и место рођења: 01.06.1952
- Установа где је запослен: Рударско-геолошки факултет
- Звање/радно место: ванредни професор
- Научна, односно уметничка област: Геологија, хидрогеологија

2) - Стручна биографија, дипломе и звања

Основне студије:

- Назив установе: Хемијски факултет
- Место и година завршетка: Београд, 1978

Магистеријум:

- Назив установе: Рударско-геолошки факултет
- Место и година завршетка: Београд, 1994
- Ужа научна, односно уметничка област: хидрогеологија

Докторат:

- Назив установе: Рударско-геолошки факултет
- Место и година одбране: Београд, 1999
- Наслов дисертације: Инкрустационе и агресивне особине минералних вода Србије
- Ужа научна, односно уметничка област: хидрогеологија

Специјализација:

- Универзитет Уједињених нација, Исланд, Хемија термалних флуида
1991

Досадашњи избори у наставна и научна звања:

1981 асистент приправник

1994 асистент

1999 доцент

2004 ванредни професор

2009 ванредни професор

3) Објављени радови

Име и презиме: Др Петар Папић	Звање у које се бира: редовни професор		Ужа научна, односно уметничка област за коју се бира: Хидрогеоекологија	
Научне публикације	Број публикација у којима је једини или први аутор		Број публикација у којима је аутор, а није једини или први	
	пре последњег избора/реизбора	после последњег избора/реизбора	пре последњег избора/реизбора	после последњег избора/реизбора
Рад у водећем научном часопису међународног значаја објављен у целини				2
Рад у научном часопису међународног значаја објављен у целини			2	
Рад у научном часопису националног значаја објављен у целини	11		8	
Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у целини	4	2	10	6
Рад у зборнику радова са националног научног скупа објављен у целини	2		31	3
Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен само у изводу (апстракт), а не и у целини	3		9	2
Рад у зборнику радова са националног научног скупа објављен само у изводу (апстракт), а не и у целини	2		3	1
Научна монографија, или поглавље у монографији са више аутора	3	2	2	3
Стручне публикације	Број публикација у којима је једини или први аутор		Број публикација у којима је аутор, а није једини или први	
	пре последњег избора/реизбора	после последњег избора/реизбора	пре последњег избора/реизбора	после последњег избора/реизбора
Рад у стручном часопису или другој периодичној публикацији стручног или општег карактера				
Уџбеник, практикум, збирка задатака, или поглавље у публикацији те врсте са више аутора			1	
Остале стручне публикације (пројекти, софтвер, друго) Магистратура, докторат	2			

Напомена: 1. Навести у ком часопису са **SCI**, **SSCI** или **AHCI** листе су радови објављени;

1. Krešić N., **Papić P.**, Specific chemical composition of karst ground water in the Ophiolite belt of the Inner Dinarides in Yugoslavia: A case for covered karst, *Environmental Geology and water sciences* ., vol.15, No 2, p 131-135, 1990, **Springer-Verlag New York, USA** **P 52 (3)**
2. Krešić N., **Papić P.**, Golubović R., Elements of ground water protection in a karst environment, *Environmental Geology and water sciences*., vol.20, No 3, p 157-164, 1992, **Springer- Verlag, New York, USA** **P 52 (3)**

Од избора у звање ванредног професора:

Радови објављени у водећим мађународним часописима:

1. Nikić Z., Kovačević J., **Papić P.**, Uranium in the groundwater of permo-triassic aquifers of the Visok region, Stara Planina, Eastern Serbia, **Water, Air and Soil Pollution**, Springer Berlin, Germany, p 47-58, 2008 **P 51 a (8)**
2. Kovačević J., Nikić Z., **Papić P.** 2009: Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina Eastern Serbia. *Journal: Sedimentary Geology*. No 219. Publisher: Elsevier. Pp. 252-261. *SCI lista*.ISSN 0037-0738. Category: Article. DOI 10.1016/j.sedgeo.2009.05.015. U 2008. god.: M21; IF = 1.737 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.962). **P 51 a (8)**

Цитираност: укупно је пронађено 13 цитата

4) - Оцена о резултатима научног, односно уметничког и истраживачког рада

Кандидат поседује научни степен доктора техничких наука – геологија за коју се бира, способност самосталног научног рада и научне радове објављене у научним часописима, како домаћим тако и међународним : укупно 114 научних радова; 30 у националним часописима; 42 на националним скуповима; 36 на међународним конгресима, а 6 радова у међународним часописима и међународним монографијама. Кандидат има четири рада објављена у часописима са СЦИ листе, уз цитираност 13.

У периоду од избора у звање ванредног професора објавио је 20 радова, од чега два рада у водећим међународним часописима, два поглавља у међународним монографијама, и монографију националног значаја.

Кандидат је учествовао у реализацији преко 150 пројеката, студија и елабората и 13 пројеката које је финансирало Министарство за науку и технолошки развој и Министарство за заштиту животне средине. Учествовао је у реализацији два међународна пројекта.

5) - Оцена резултата у обезбеђивању научно-наставног подмлатка

Кандидат је у периоду од избора у звање ванредног професора био члан комисија:

Члан комисије за магистарске тезе6

Члан комисије за докторске дисертације.....4

Менторство на докторској дисертацији.....1

Учествовао је у комисији за нострификацију докторске дисертације.

6) - Оцена о резултатима педагошког рада

Др Петар Папић се у досадашњем раду са студентима у настави показао као добар педагог, са коректним односом према младим колегама. Веома озбиљан у сваком погледу, студентима, дипломцима, последипломцима и докторантима пружа помоћ уз велико лично залагање.

Према резултатима студентског вредновања наставника у периоду 2004-2010 година кандидат је добио веома високу просечну оцену 4.82.

7) - Оцена о ангажовању у развоју наставе и других делатности високошколске установе

У свом досадашњем раду у оквиру наставе кандидат је успешно и са великим ангажовањем учествовао у:

-Одржавању вежби и предавања из предмета: Хидрохемија са минералним водама, Хидрохемија, Минералне воде.

-Посебну активност кандидат је показао од избора у звање ванредног професора, на увођењу нових наставних програма на свим нивоима студија из хидрохемије (Болоња 1 и 2).

-Нови предмети по акредитованом програму: предавања и вежбе из предмета: Хидрохемија 1, Хидрохемија 2, Хидрогеохемија, теренска настава из групе предмета и два предмета на докторским студијама.

-Укупно је учествовао у реализацији 117 дипломских радова, а у периоду од последњег избора у 69 дипломских радова.

III - ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

• Кандидат испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању РС: има научни степен доктора наука, област геологија, изражену способност за педагошки рад и научне радове који су објављени и саопштени на националним и међународним скуповима и водећим међународним часописима.

• Кандидат има 114 научних радова, а од тога 36 радова на међународним скуповима, шест радова у међународним часописима и међународним монографијама, а четири рада су објављена у часописима са СЦИ листе, уз цитираност 13.

У периоду од последњег избора објавио је 20 радова, од чега 2 у водећим међународним часописима, 2 поглавља у међународним монографијама, 10 радова на међународним скуповима и монографију националног значаја.

• Активно је учествовао у реализацији преко 150 пројеката, студија и елабората; 13 пројеката које су финансирала Министарство за науку и технологију, Министарство за заштиту животне средине и два међународна пројекта.

• У току свог наставног рада учествовао је у реализацији 117 дипломских радова, а од претходног избора у 69 дипломских радова, шест магистратура и четири доктората. Ментор је у једној докторској дисертацији. Од стране студената његово ангажовање у периоду 2004-2010 оцењено је високом средњом оценом 4.82.

• У претходном периоду кандидат је испољио велику ангажованост у увођењу нових наставних програма у научној области за коју се бира: три предмета у оквиру академских студија и два предмета у оквиру докторских студија.

Кандидат испољава смисао и способност за наставни и научни рад у домену квалитета подземних вода.

• На основу свега изложеног, Комисија констатује да Др Петар Папић, испуњава све услове за избор у звање редовног професора по објављеном конкурс. Сходно томе предлажемо Изборном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се Др Петар Папић, у складу са важећим законским одредбама Закона о високом образовању РС, изабере у звање редовног професора за ужу научну област Хидрогеоекологија.

Београд, 22.09..2010.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

ПОТПИСИ

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

На основу Одлуке Изборног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду (бр. С 9 17/2, од 24.06.2010. године) којом је одређена комисија у саставу:

- 1) Др Иван Матић, ред.проф., Рударско-геолошки факултет, Београд
- 2) Др Веселин Драгишић, ред.проф., Рударско-геолошки факултет, Београд
- 3) Др Мирослав М. Врвић, ред.проф., Хемијски факултет, Београд

за припрему реферата о пријављеним кандидатима по објављеном конкурс за избор једног наставника у звање редовни професор за Ужу научну област Хидрогеоекологија, комисија подноси следећи

Р Е Ф Е Р А Т

На расписани конкурс, који је објављен у огласним новинама Националне службе за запошљавање „Послови“, дана 14. јули 2010 године, за радно место редовног професора за ужу научну област Хидрогеоекологија, пријавио се један кандидат Др Петар Папић, ванредни професор на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду. Комисија је написала Реферат у законском року од 60 дана од истека рока за пријављивање кандидата на конкурс (29.јули 2010 године).

А. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Др Петар Папић је рођен 01.06.1952 године у Београду, где је завршио основну школу и гимназију. По националности је Србин.

Студије на Природно-математичком факултету (Институт за хемију и физичку хемију) у Београду је завршио 1978 године, и стекао назив **дипломирани хемичар**.

После дипломирања је засновао радни однос 1981 године на Департману за Хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета у Београду, избором у звање асистента приправника за предмет Хидрохемија и Минералне воде.

У току 1991 године је на позив Универзитета Уједињених нација на Исланду, користио стипендију за **специјализацију** у области Хемија термалних флуида. Назив специјализације је био „Scaling and corrosion potential of selected geothermal waters in Serbia”.

Последипломске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, Департман за хидрогеологију, је завршио 08.04.1994 године одбраном магистарске тезе под називом „Миграција флуора у минералним водама Србије“, и стекао назив **магистра техничких наука** (област геологија-хидрогеологија).

Докторску дисертацију је одбранио 14.07.1999 године на Рударско-геолошком факултету у Београду, под називом „Инкрустационе и агресивне особине минералних вода Србије“, чиме је стекао академски назив **доктора техничких наука, област геологија**.

Б. НАСТАВНА ДЕЛАТНОСТ

Активност у настави Др Петра Папића траје од 1981 године тј. када је изабран за асистента приправника на Рударско-геолошком факултету у Београду. Његов рад са студентима се врши кроз одржавање предавања и вежби из наставних предмета на основним академским и докторским студијама на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду.

Б.1. Ангажовање на предметима

Основне академске студије:

- Хидрохемија 1 (предавања и вежбе) 3+3
- Хидрохемија 2 (предавања и вежбе) 3+2
- Хидрогеохемија (предавања и вежбе) 2+2
- Теренска настава из групе предмета 0+1

Докторске студије:

- Специјална поглавља из хидрогеолошких истраживања и менаџмента подземних вода басена и дубоких структура
- Специјална поглавља из захвата и одрживог коришћења минералних вода и геотермологије
- Пројекат докторске дисертације
- Истраживачка студија
- Научно-истраживачки рад

Осим овога, одржавао је предавања и вежбе из предмета Хидрохемија, Минералне воде, вежбе из Опште хемије на Рударско-геолошком факултету у Београду, као и Пољопривредном факултету у Београду.

Др Петар Папић је један од оснивача и сталних предавача на семинару „Хемија вода“, у Истраживачкој станици у Петници.

Б.2. Објављени уџбеници и монографије

Коаутор је **Практикума** из Хидрохемије: Хидрохемија - Методе хемијских анализа природних вода и хидрохемијских истраживања.

Аутор је **монографије** националног значаја : Инкрустационе и агресивне особине минералних вода Србије.

Б.3. Дипломски радови

Од избора у наставничко звање Др Петар Папић је учествовао као члан комисија за одбрану **117 дипломских радова**, а у периоду од избора у звање ванредног професора у **69** дипломских радова, а у **14** је био **ментор**.

Б.3.1. Менторство – дипломски радови, у периоду 2003-2010:

- | | |
|---------------------|-------------|
| 1. Ристић М. Весна | 23.6.2003. |
| 2. Бошковић М. Лана | 7.7.2003. |
| 3. Пантић П. Дарија | 13.10.2003. |
| 4. Асовић С. Драган | 3.12.2004. |
| 5. Костић Р. Тијана | 12.7.2005. |

6. Петровић М. Тања	23.9.2005.
7. Ђорђевић Ђ. Јелена	16.12.2005.
8. Шестак М. Александар	27.9.2006.
9. Томић В. Биљана	28.11.2006.
10. Миленић Д. Марија	10.5.2007.
11. Стојковић С. Јана	20.9.2007.
12. Радановић Н. Јована	17.12.2007.
13. Здравковић Б. Јован	21.10.2008.
14. Белотић М. Марко	25.12.2009.
15. Марков Марко	2010
16. Тодоровић Маја	2010 (завршни рад)
17. Ћук Марина	2010 (завршни рад)

Б.3.2. Чланство у комисијама за одбрану дипломских радова, у периоду 1999-2010:

1. Милутиновић Ј. Душан	23.12.1999.
2. Милошевић Б. Наташа	25.1.2000.
3. Младеновић Р. Тања	25.2.2000.
4. Кличковић М. Милорад	11.7.2000.
5. Димитријевић В. Зорица	18.7.2000.
6. Веселиновић М. Игор	19.7.2000.
7. Деспотовић Р. Бранка	20.7.2000.
8. Ганић М. Владе	31.8.2000.
9. Милић Р. Биљана	6.11.2000.
10. Ракић С. Данило	23.11.2000.
11. Вељковић С. Зоран	18.12.2000.
12. Михајловић М. Марија	9.2.2001.
13. Ранитовић М. Рајко	2.3.2001.
14. Андрејевић М. Надежда	21.4.2001.
15. Вулетић М. Даница	15.5.2001.
16. Марић М. Ивана	11.9.2001.
17. Бухач М. Драган	8.10.2001.
18. Џоџо С. Миодраг	22.10.2001.
19. Цекић М. Мирко	8.11.2001.
20. Деспинић Ђ. Мирјана	26.12.2001.
21. Радојевић С. Драган	17.4.2002.
22. Јанков Ј. Зоран	26.4.2002.
23. Младеновић М. Катарина	8.5.2002.
24. Дутина Н. Александар	13.5.2002.
25. Маринковић Р. Владислав	10.7.2002.
26. Ђоровић М. Периша	31.12.2002.
27. Ђокић М. Владан	30.1.2003.
28. Лукић Д. Владимир	20.3.2003.
29. Микић М. Марко	17.4.2003.

30. Анкић З. Милан	17.4.2003.
31. Крсмановић М. Наташа	24.4.2003.
32. Тинтор В. Данијела	24.4.2003.
33. Васић Д. Никола	8.5.2003.
34. Перовић Р. Соња	23.6.2003.
35. Вујовић М. Радојка	15.7.2003.
36. Новитовић В. Александар	7.10.2003.
37. Пишчевић М. Никола	27.11.2003.
38. Станковић М. Драган	26.1.2004.
39. Бербаков М. Јован	8.4.2004.
40. Томић М. Синиша	21.5.2004.
41. Баришић П. Владимир	9.6.2004.
42. Минић Ж. Горан	22.6.2004.
43. Томић В. Милан	18.6.2004.
44. Илић З. Маја	5.7.2004.
45. Милуновић Р. Сања	7.7.2004.
46. Пантић Б. Реља	23.11.2004.
47. Сорајић Д. Станко	28.12.2004.
48. Николић Д. Александар	28.1.2005.
49. Кљајић В. Жељко	2.2.2005.
50. Ђедовић В. Марија	11.3.2005.
51. Салапура Д. Милош	1.6.2005.
52. Јовановић С. Маријана	9.6.2005.
53. Павловски М. Владо	5.7.2005.
54. Јанковић Д. Драгољуб	11.7.2005.
55. Радишић В. Бранислав	15.7.2005.
56. Филиповић Б. Јелена	29.9.2005.
57. Ђелић М. Ивана	13.10.2005.
58. Иванковић П. Бранко	19.10.2005.
59. Зорић М. Милош	24.10.2005.
60. Јовановић П. Марина	31.10.2005.
61. Баланцић М. Никола	31.10.2005.
62. Радић Д. Оливера	17.2.2006.
63. Лазић М. Бранимир	17.3.2006.
64. Матовић М. Предраг	10.5.2006.
65. Магазиновић М. Сава	13.6.2006.
66. Зубац Д. Жељко	22.6.2006.
67. Стојадиновић Д. Владимир	3.7.2006.
68. Васић С. Милош	13.7.2006.
69. Бошњаковић Р. Ана	29.9.2006.
70. Трипковић М. Весна	26.12.2006.
71. Јелача Ж. Драгана	7.2.2007.
72. Врањеш М. Ана	21.2.2007.
73. Мицовић Б. Сања	23.2.2007.
74. Милићевић Д. Ивана	15.3.2007.
75. Лисинац М. Дарко	4.4.2007.

76. Ђокић М. Марина	30.5.2007.
77. Јевтић М. Ивана	4.7.2007.
78. Васић М. Љиљана	12.7.2007.
79. Савић Р. Невена	6.9.2007.
80. Јеремић Д. Александра	24.9.2007.
81. Милановић М. Наташа	28.9.2007.
82. Савић С. Мирослав	1.10.2007.
83. Фолгић К. Јована	28.11.2007.
84. Живановић С. Слађана	24.12.2007.
85. Томашевић С. Милица	28.12.2007.
86. Стојадиновић С. Добривоје	30.6.2008.
87. Ишек И. Јосип	4.9.2008.
88. Вељковић Б. Жарко	19.9.2008.
89. Вукобратовић М. Невенка	16.4.2009.
90. Зарић Л. Јелена	10.7.2009.
91. Милосављевић З. Марија	30.9.2009.
92. Танасковић М. Јелена	9.11.2009.
93. Цветков М. Синиша	24.12.2009.
94. Радуловић Милица	2010.
95. Марић Ненад	2010.
96. Шарчевић Никола	2010.
97. Узелац Раде	2010. (завршни рад)
98. Марковић Страхиња	2010. (завршни рад)
99. Нешковић Дејан	2010. (завршни рад)
100. Шикић Борис	2010.

Б.4. Магистарске тезе

Магистарске тезе - члан комисија за одбрану:

1. Марио Станић, 25.02.2005., Хидрохемијска зоналност водоносних наслага Срема,
2. Горан Маринковић, 14.09.2007., Хидрогеохемијске карактеристике лежишта урана Шумадије,
3. Тања Петровић, 02.07.2010., термалне воде терцијерних магматита Југо-Источне Србије
4. Ненад Маловић, Хидрогеотермални системи северне Бачке,
5. Иван Ђокић, Потенцијалност и заштита ресурса подземних вода подручја централног Копаоника,
6. Мирослав Крмпотић, Хидрогеологија вулканита Србије

Б.5. Докторске дисертације

Докторске дисертације – члан комисија за одбрану:

1. Драган Калуђеровић, 23.05.2008., Природно пречишћавање издани,
2. Мића Мартиновић, Хидрогеотермални систем Семберије, Мачве и Посаво-Тамнаве (у току)
3. Бранко Миладиновић, Хидрогеоеколошки услови експлоатације камених и мрких угљева Србије, (у току)

Докторска дисертација – ментор:

1. Горан Маринковић, Хидрогеолошки услови формирања угљокиселих вода Србије (у току)

Б.6. Нострификације диплома

Нострификација докторске дипломе:

1. Наташа Жугић-Дракулић

Б.7. Оцене студената

Др Петар Папић се у свом досадашњем раду са студентима показао као добар педагог са коректним односом према младим колегама. Веома озбиљан у сваком погледу, студентима, дипломцима, последипломцима и докторантима пружа помоћ уз велико лично залагање.

Од избора у звање ванредног професора до данас према резултатима студентског вредновања наставника Др Петар Папић је добио одличну просечну оцену 4.82. (2004 до 2010 године).

У наставку је дат Извештај о вредновању педагошког рада наставника рударско-геолошког факултета у летњем семестру 2006/7, као и за 2009 и 2010. годину.

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО НАУЧНО ВЕЋЕ**

**ПРЕДМЕТ: ИЗВЕШТАЈ О ВРЕДНОВАЊУ ПЕДАГОШКОГ РАДА
НАСТАВНИКА РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА У
ЛЕТЊЕМ СЕМЕСТРУ 2006/7 ШКОЛСКЕ ГОДИНЕ**

На Рударско геолошком факултету Универзитета у Београду, на крају летњег семестра школске 2006/07 године извршено је анкетирање студената који похађају наставу у складу са Болоњском декларацијом, којом је извршено вредновање педагошког рада наставника и сарадника који су учествовали у одржавању наставе.

Анкету је организовала Комисија за организовање и спровођење поступка студентског вредновања Рударско геолошког факултета. Анкету је реализовала Студентска организација факултета. Податке је обрадила Комисија факултета, изабрана од стране Наставно научног већа факултета.

На Геолошком одсеку је анкета реализована у складу са Правилником о студентском вредновању педагошког рада наставника Универзитета у Београду, док је на Рударском одсеку реализована анкета која се састојала из пет области питања (1 – курс, 2 – предавач, 3 – асистент, 4 – литература, 5 – предлози за побољшање курса). Из тог разлога није могла бити формирана јединствена табела оцена наставника него се овај извештај састоји из посебног приказа за Геолошки, а посебног за Рударски одсек.

На Геолошком одсеку је анкетирано 22 наставника (професора, наставника и сарадника), који су одржавали наставу из 19 предмета на првој години Геолошког одсека, који се реализују у складу са Болоњском декларацијом.

У табели 1 су приказане просечне оцене наставника из предмета које су држали. Дијапазон оцена је од 2.59 до 5.00, а просечна оцена из свих предмета на Геолошком одсеку је 4.27.

Табела 1: Резултати евалуације наставника Геолошког одсека у другом семестру 2006/2007 године

Редни број	Назив предмета	Наставник, предавач, асистент, сарадник	просечна оцена
1	Геодезија	проф Др Слободан Димитријевић	2.59
2	Енглески 2	Др Лидија Беко	3.70
3	Заштита животне средине	Др Владимир Симић, доцент	4.69
4	Историја геологије	проф Др Ненад Бањац	4.48
5	Математика 2	проф Др Милош Миличић	3.50

Редни број	Назив предмета	Наставник, предавач, асистент, сарадник	просечна оцена
6	Математика 2 (вежбе)	Драган Станков	3.76
7	Микроскопирање	проф Др Данило Бабич	4.85
8	Минералологија	Др Сузана Ерић, доцент	4.56
9	Настанак и развој живог света на земљи	проф. Др Весна Димитријевић	4.54
10	Настанак и развој живог света на земљи (вежбе)	Мр Невенка Ђерић, асистент	4.96
11	Нацртна геометрија	Др Марица Шарац	4.33
12	Општа геологија (егзодинамика)	проф Др Лука Пешић	3.28
13	Општа геологија (егзодинамика) (вежбе)	Мр Драженко Ненадић, асистент	4.93
14	Општа хидрологија	Мр Весна Ристић, асистент	4.80
15	Основи примене рачунара	проф Др Миховил Логар	4.78
16	Палеоботаника	Мр Зорица Лазаревић, асистент	4.56
17	Палеозоологија бескичмењака	проф Др Владан Радуловић	2.90
18	Примењена геоморфологија	проф. Др Радмила Павловић	4.69
19	Рачунарство у хидрогеологији	проф Др Душан Поломчић	4.71
20	Физика 2	проф Др Даворка Грубор	4.56
21	Физичка хемија	проф Др Душица Вучинић	5.00
22	Хидрохемија 1	Проф Др Петар Папић	4.82

УПИТНИК ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕДАГОШКОГ РАДА НАСТАВНИКА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Факултет попуњава први део упитника, умножава у довољном броју примерака и дистрибуира студентима у тренутку вредновања преко особе задужене за спровођење вредновања

Факултет: РГФ

Студијски програм: ХИДРОГЕОЛОГИЈА

Назив предмета који се вреднује: Хидрохемија 1
Датум вредновања: 17.06.2009.

Презиме и име наставника чији се рад вреднује: др. Петар Папић ,ванредни професор

ТВРДЊЕ	5	4	3	2	1	Не могу да одговорим	
Наставник излаже јасно и разумљиво	17(80.95%)	4(19.04%)					4.81
Наставник излаже прегледно и истиче најбитније	17(80.95%)	3(14.29%)				1(4.76%)	4.85
Наставник излаже одговарајућим темпом током наставе	14(66.66%)	7(33.33%)					4.66
Наставник долази на час добро припремљен	19(90.48%)	2(9.52%)					4.90
Наставник држи наставу у договореним терминима и без кашњења	16(76.19%)	4(19.04%)				1(4.76%)	4.80
Наставник подстиче укључивање и учествовање студената у настави	11(52.38%)	6(28.57%)	3(14.29%)	1(4.76%)			4.29
Наставник даје корисне информације о раду студената (након семинарских радова, вежби, активности на часу...)	14(66.66%)	6(28.57%)				1(4.76%)	4.70
Наставник одговара на студентска питања и води рачуна о студентским коментарима	17(80.95%)	4(19.04%)					4.81
Досадашње оцене код овог наставника у оквиру овог предмета одговарају мом показаном знању	15(71.43%)	3(14.29%)	1(4.76%)	1(4.76%)		1(4.76%)	4.60
							4.71

УПИТНИК ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕДАГОШКОГ РАДА НАСТАВНИКА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Факултет попуњава први део упитника, умножава у довољном броју примерака и дистрибуира студентима у тренутку вредновања преко особе задужене за спровођење вредновања

Факултет: РГФ

Студијски програм: ХИДРОГЕОЛОГИЈА

Назив предмета који се вреднује: Хидрогеохемија

Датум вредновања: 23.12.2009.

Презиме и име наставника чији се рад вреднује: др. Петар Папић, ван. проф

ТВРДЊЕ	5	4	3	2	1	Не могу да одговорим	
Наставник излаже јасно и разумљиво	15(88.23%)	2(11.76%)					4.88
Наставник излаже прегледно и истиче најбитније	15(88.23%)	2(11.76%)					4.88
Наставник излаже одговарајућим темпом током наставе	16(94.12%)	1(5.88%)					4.94
Наставник долази на час добро припремљен	15(88.23%)	2(11.76%)					4.88
Наставник држи наставу у договореним терминима и без кашњења	15(88.23%)	2(11.76%)					4.88
Наставник подстиче укључивање и учествовање студената у настави	15(88.23%)	2(11.76%)					4.88
Наставник даје корисне информације о раду студената (након семинарских радова, вежби, активности на часу...)	16(94.12%)	1(5.88%)					4.88
Наставник одговара на студентска питања и води рачуна о студентским коментарима	15(88.23%)	2(11.76%)					4.94
Досадашње оцене код овог наставника у оквиру овог предмета одговарају мом показаном знању	14(82.35%)	2(11.76%)	1(5.88%)				4.76
							4.88

УПИТНИК ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕДАГОШКОГ РАДА НАСТАВНИКА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Факултет попуњава први део упитника, умножава у довољном броју примерака и дистрибуира студентима у тренутку вредновања преко особе задужене за спровођење вредновања

Факултет: РГФ

Студијски програм: ХИДРОГЕОЛОГИЈА

Назив предмета који се вреднује: Хидрохемија 2

Датум вредновања: 23.12.2009.

Презиме и име наставника чији се рад вреднује: др. Петар Папић, ван. проф

ТВРДЊЕ	5	4	3	2	1	Не могу да одговорим	
Наставник излаже јасно и разумљиво	25(96.15%)	1(3.81%)					4.96
Наставник излаже прегледно и истиче најбитније	24(92.30%)	2(7.69%)					4.92
Наставник излаже одговарајућим темпом током наставе	21(80.76%)	5(19.23%)					4.81
Наставник долази на час добро припремљен	25(96.15%)	1(3.81%)					4.96
Наставник држи наставу у договореним терминима и без кашњења	25(96.15%)	1(3.81%)					4.96
Наставник подстиче укључивање и учествовање студената у настави	15(57.69%)	10(38.46%)	1(3.81%)				4.54
Наставник даје корисне информације о раду студената (након семинарских радова, вежби, активности на часу...)	19(73.07%)	6(23.07%)				1(3.81%)	4.76
Наставник одговара на студентска питања и води рачуна о студентским коментарима	21(80.76%)	5(19.23%)					4.81
Досадашње оцене код овог наставника у оквиру овог предмета одговарају мом показаном знању	22(84.61%)	3(11.53%)	1(3.81%)				4.81
							4.84

УПИТНИК ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕДАГОШКОГ РАДА НАСТАВНИКА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Факултет попуњава први део упитника, умножава у довољном броју примерака и дистрибуира студентима у тренутку вредновања преко особе задужене за спровођење вредновања

Факултет: РГФ

Студијски програм: ХИДРОГЕОЛОГИЈА

Назив предмета који се вреднује: Хидрохемија 1

Датум вредновања: 01.07.2010.

Презиме и име наставника чији се рад вреднује: др. Петар Папић, ванредни професор

ТВРДЊЕ	5	4	3	2	1	Не могу да одговорим	
Наставник излаже јасно и разумљиво	22(95.6%)	1(4.35%)					4.96
Наставник излаже прегледно и истиче најбитније	19(82.6%)	4(17.39%)					4.83
Наставник излаже одговарајућим темпом током наставе	18(73.3%)	4(17.39%)					4.82
Наставник долази на час добро припремљен	22(95.65%)	1(4.35%)					4.96
Наставник држи наставу у договореним терминима и без кашњења	15(65.2%)	8(34.78%)					4.65
Наставник подстиче укључивање и учествовање студената у настави	15(65.2%)	7(30.4%)	1(4.35%)				4.61
Наставник даје корисне информације о раду студената (након семинарских радова, вежби, активности на часу...)	17(73.9%)	5(21.7%)	1(4.35%)				4.7
Наставник одговара на студентска питања и води рачуна о студентским коментарима	13(56.5%)	9(39.13%)	1(4.35%)				4.52
Досадашње оцене код овог наставника у оквиру овог предмета одговарају мом показаном знању	11(47.82%)	10(43.47%)	2(8.69%)				4.39
							4.72

В. НАУЧНА ДЕЛАТНОСТ

Др Петар Папић своју научну активност обавља на Департману за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета у Београду, у Лабораторији за хидрохемију, чији је руководиоца од 1990 године до данас.

Током вишегодишњег научног рада Др Петар Папић је публиковао **114 научних радова**, укључујући магистратуру, докторат, практикум за вежбе и монографију националног значаја. Од овог броја **30** радова у националним часописима, **42** рада на националним скуповима, **36** радова на међународним конгресима и симпозијумима, и **6** радова у међународним часописима (**четири рада у часописима са СЦИ листе**). Према бази података Science Citation Index и Web of Science пронађено је **13** цитата.

У периоду од избора у звање ванредног професора објавио је монографију националног значаја и 20 радова, од чега два рада у водећим међународним часописима, два поглавља у међународним монографијама, и 4 рада на међународним скуповима.

Главна област научног и стручног интересовања и рада Др Петра Папића, од 1981 године, је хидрохемија, односно изучавање хемијског састава вода у природи и утицај антропогених чинилаца на квалитет вода у природи. Осим овога, области научног рада кандидата су и хидрохемија минералних вода, загађење подземних вода, хемијски аспекти у геотермалним истраживањима, квалитет и заштита подземних вода и хидрогеоекологија.

Ужа област његовог научног рада су услови формирања хемијског састава минералних вода и миграција хемијских елемената у њима, као и процеси инкrustације и корозије хидрогеотермалних флуида. Др Петар Папић је практично пионир код нас, у изучавању ове веома значајне проблематике при експлоатацији хидрогеотермалне енергије.

Према проблематици која је у научним радовима третирана, радови се могу сврстати у неколико група.

1. Прву групу чине радови који се односе на област хидрохемије. Значај ових радова је у томе што се у већини од њих дају све присутнији утицаји антропогених чинилаца на формирање хемијског састава подземних вода, пре свега нитратним јонима у карстним срединама. У њима се инсистира на примени статистичких метода, корелационих анализа и симулација. Радови су објављивани на међународним симпозијумима и конгресима у Румунији, Кипру, Турској, Шпанији и Кини. У ову групу радова се могу уврстити и радови који се односе на примену

хидрохемијских метода у рудничкој хидрогеологији и значају хидрохемијских испитивања у изучавању и утврђивању хидрохемијске вертикалне зоналности. У овој групи радова треба издвојити радове који третирају хидрогеохемију урана и утицај на квалитет подземних вода : **два рада у водећим међународним часописима са СЦИ листе: Water, Air and Soil Pollution и Sedimentary Geology.**

2. Другу групу радова чине радови који третирају проблематику загађења и заштите квалитета подземних вода, као и хидрогеоекологије. То су радови који се односе на алувијалну средину, као и карст. Пример су екстремна загађења натријум-хидроксидом, ксилолима и фенолима. Ови радови су добар пример корелације хидрохемијских, хидрогеолошких и геофизичких метода мониторинга квалитета подземних вода. Радови су објављени на међународним симпозијумима у Немачкој, Чешкој, Аустрији и Енглеској. **Два рада су објављена у часопису са СЦИ листе : Environmental Geology.**

3. Трећу групу радова чине радови који третирају проблематику геотермалне енергије. На практичним примерима примене хидрогеотермалне енергије у Куршумлијској бањи, Дебрцу и Јунаковић Бањи дати су резултати објављени на конгресима и симпозијумима у Кини, Јапану и Исланду. Докторска дисертација је такође у овој групи радова : Инкrustационе и агресивне особине минералних вода Србије.

4. Четврту групу радова чине радови који се односе на истраживање минералних вода Србије. Ови радови третирају проблематику примене хидрохемијских метода на терену (хидрохемијска проспекција), примене хидрохемијских метода у генетској хидрохемији, изучавању миграције хемијских елемената у минералним водама, загађењу и заштити минералних вода, као и услове формирања минералних вода. Радови су презентовани на симпозијумима и конгресима хидрогеолога , како код нас, тако и у свету. Магистарска теза кандидата је из ове групе радова : Миграција флуора у минералним водама Србије.

5. Последњу, пету групу радова представљају коауторски радови из проблематике водоснабдевања, углавном израдом локалних изворишта широм Србије, са нагласком на значај квалитета подземних вода.

Од укупно 114 публикованих радова Др Петар Папић је у 30 радова први аутор, а у 84 рада коаутор.

В.1. Објављени радови – пре избора у звање ванредног професора:

Поглавља у књигама и прегледни чланци – P20:

Поглавље у монографији (категорије P52) – P22:

1. **Papić P.**, Scaling and corrosion potential of selected geothermal waters in Serbia, United Nations University , 1-47,1991, **Iceland P 22 (2)**

Поглавље у монографији (категорије P61) – P23:

1. **Папић П.**, Миграција флуора у минералним водама Србије, Монографија Водни минерални ресурси литосфере Србије, РГФ, 308-322, 1995, Београд **P 23 (1)**
2. **Папић П.**, Нека актуелна питања испитивања и контроле квалитета подземних вода, Монографија водни минерални ресурси литосфере Србије, РГФ, 214-227, 1995, Београд **P 23 (1)**
3. Ristić V., **Papić P.**, Golubović R., Prohaska S., A correlation analysis and simulation of nitrates in karst Groundwater, monografija Hydrogeol. research of Lythosphere in Serbia, RGF, 149-158, 2000, Београд **P 23 (1)**
4. Simić M., Milivojević M., Martinović M., **Papić P.**, The hydrothermal system of the Kuršumlijska spa and its exploration, Monografija Hydrogeol. research of Lythosphere in Serbia, RGF, 103, 2000, Београд **P 23 (1)**

Објављени радови међународног значаја – P50:

Рад у часопису међународног значаја – P52:

1. Krešić N., **Papić P.**, Specific chemical composition of karst ground water in the Ophiolite belt of the Inner Dinarides in Yugoslavia: A case for covered karst, **Environ.geology** and water sciences, vol.XV, No 2, 131-135, 1990, New York, **USA P 52 (3) SCI**
2. Krešić N., **Papić P.**, Golubović R., Elements of ground water protection in a karst environment, **Environ.Geology** and water sciences, vol.XX, No 3, 157-164, Springer Verlag, 1992, Washington, **USA P 52 (3) SCI**

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини – P54:

1. Filipović B., Vujasinović S., Matić I., **Papić P.**, Groundwater pollution by xylene at example of water supplying area in alluvial deposits, IAH Inter.Symp., 143-150, 1986, Karlovy Vary, **ČSSR P54 (1)**
2. Krešić N., **Papić P.**, Golubović R., The influence of precipitation on the quality of karst groundwater in the industrial zones,

- Internat.Sympos.Ground water Management,IAHS,No 188,153-159, Benidrom, **Spain P 54 (1)**
3. **Papić P.**, Chemistry of ground waters from granite and granodiorite of the Cer-Iverak mountains,Yugoslavia, Internat.Conf.on water resources, XII Congress IAH,vol.XXII,603-606, 1990, **Swiss P 54 (1)**
 4. **Papić P.**, Krešić N., Ultrabasic ground waters of the Zlatibor ultramafic massif, Selected papers from 28. Internat.geol.Congress,vol.XI,570-578, 1990,Washington,USA **P 54 (1)**
 5. Миливојевић М., Мартиновић М., **Папић П.**, Ракочевић П.,Геотермална потенцијалност Копаоника и могућност експлоатације геотермалне енергије,Зборник међун.Саветовања Геологија и металогенија Копаоника,417-446, 1995, Копаоник **P 54 (1)**
 6. Божовић М., Стевановић З., **Папић П.**, Биолошки и хемијски индикатори експесног загађења минералних вода Кисељак, См.Паланка, Зборник међунар.Конференције Заштита вода 95, 283-287, 1995, Тара **P 54 (1)**
 7. Stevanović Z., Dragišić V., **Papić P.**, Jemcov I.,Hydrochemical Characteristics of the Karst Groundwaters in Serbian Carpatho-Balkanides, Karst water and environmental impacts,199-204,Balkema, Rotterdam,1997, **Netherlands P 54 (1)**
 8. Vujasinović S., Matić I., Ložajić A., **Papić P.**, Hydrogeological problems concerning the multipurpose use of Belgrades groundwater resources,XXVIII Int.Cong.IAH, 347-351, 1997, Notingem,**England P 54 (1)**
 9. **Papić P.**, Pušić M., Polomčić D., Chemistry of geothermal doublet in the Panonian basin,MEGASTOCK 97, 805-809, 1997, Sapporo, **Japan P 54 (1)**
 10. Pušić M., **Papić P.**, Polomčić D., Injection test of termal water in the Panonian basin,MEGASTOCK 97,817-822, 1997, Sapporo, **Japan P 54 (1)**
 11. **Papić P.**, Ristić V., Golubović R., Influence of the physico-chemical properties of rainfall on karst groundwater quality, Theoret.and Applied karst.,vol.11/12,145-148, Banja Herkulana,1998, **Romania P 54 (1)**
 12. Ristić V., **Papić P.**, Golubović,Prohaska S., Analysis and simulation of nitrates in karst groundwater, Third Intern.Conf.geol. of eastern Mediren., 58, 1998, **Cyprus P 54 (1)**
 13. Miladinović B., Dragišić V., **Papić P.**, Milenić D., Hydrochemical zonation of groundwater in some coal deposits of Eastern Serbia, XXIX Congress of Ass.Hydrogeol, Procedings, 797-802, Bratislava, 1999, **Slovakia P54 (1)**
 14. Vujasinović S., Matić I., Ložajić A., Dašić M., **Papić P.**, Hydrogeological problems concerning the multipurpose use of Belgrades groundwater resources,Groundwater in the Urban Environment,vol.21,263-266, Balkema, Rorherdam,IAH XXVII Congress,1999, **United Kingdom P 54 (1)**

Објављени радови националног значаја – Р60:

Рад у водећем часопису националног значаја – Р61:

1. **Папић П.**, Корозиони потенцијал неких појава термалних вода у Србији, Геол.Анали Балк.пол.,425-440, 1993, Београд **Р 61 (2)**
2. **Папић П.**, Инкрустациони потенцијал неких појава термалних вода у Србији,Геол.Анали Балк.пол.,377-391, 1993, Београд **Р 61 (2)**
3. Драгишић В., **Папић П.**, Миладиновић Б., О генези термоминералних вода Брестовачке бање, Анали Балк.пол.,58/2,285-301,1994, Београд **Р 61 (2)**
4. Симић М., Миливојевић М., **Папић П.**, Дефинисање режима експлоатације бунара помоћу хидрогеолошког модела издани, Геол.ан.Балк.пол.,59/2,441-455, 1995, Београд **Р 61 (2)**
5. Симић М., **Папић П.**, Коцић В., Видовић М., Истраживање и коришћење хидрогеотермалне енергије на опитном полигону Дебрц, Анали Балк.пол.,1998, Београд **Р 61 (2)**
6. Ristić V., **Papić P.**, Prohaska S., Golubović R., Statistical analysis of nitrate concentrations in precipitation and karst spring Petnica, near Valjevo, Western Serbia, Geol.anali Balk.pol.,63,283-291,1999, Beograd **Р 61 (2)**

Рад у часопису националног значаја – Р62:

1. **Папић П.**, Миграција силицијума у подземним водама и његови односи са другим компонентама хемијског састава на примерима термоминералних вода СР Србије, Весник Завода за геол.геофиз.истраживања, серија В,ХVIII/XIX, 93-101, 1982/83, Београд **Р 62 (1.5)**
2. Крешић Н., **Папић П.**, Особеност хемијског састава карстних подземних вода офиолитског појаса унутрашњих Динарида СР Србије, Весник Завода за геол.геофиз.истраживања, серија В, ХVIII/XIX, 111-117,1982/83,Београд **Р 62(1.5)**
3. **Папић П.**, Миграција бора у подземним водама, Весник Завода за геол.геофиз.истраживања, серија В,XX, 109-116, 1984,Београд **Р 62 (1.5)**
4. **Папић П.**, Вујасиновић С., Миграција фенола у подземним водама и његова интеракција са алувијалном средином, Весник Завода за геол.геофиз.истраживања, серија В, XXI,25-33, 1985, Београд **Р 62 (1.5)**
5. **Папић П.**, Крешић Н., Услови формирања хемијског састава подземних вода у сливу нововарошке Бистрице, Весник Завода за геол.геофиз.истраживања,серија В, XXI,15-23,1985, Београд **Р 62 (1.5)**

6. **Папић П.**, Крешић Н., Голубовић Р., Киселе кише и њихов утицај на квалитет крашких вода петничког врела код Ваљева, САНУ, DСХIV, 95-105, 1991, Београд **Р 62 (1.5)**
7. Драгишић В., **Папић П.**, Миладиновић Б., Прилог познавању хемијских карактеристика подземних вода Неготинске низије са посебним освртом на садржај нитрата, Зборник РГФ, 55-62, 1993, Београд **Р 62 (1.5)**
8. Томић В., Докмановић П., **Папић П.**, Хидрогеолошке карактеристике дубоких неогених аквифера у зони Параћина, Зборник РГФ, 271-276, 1994, Београд **Р 62 (1.5)**
9. **Папић П.**, Драгишић В., Хидрохемијска зоналност артеских хоризоната Дакијског басена источне Србије, Зборник РГФ, 34, 105-113, 1995, Београд **Р 62 (1.5)**
10. **Папић П.**, Крунић О., Јевтовић Б., Генеза хемијског састава термоминералних вода Северног обода Копаоничког масива, Зборник РГФ, 34, 113-121, 1995, Београд **Р 62 (1.5)**
11. **Папић П.**, Вујасиновић С., Матић И., Ложајић А., Миграција неких органских загађивача у порозној средини, Зборник РГФ, вол.35-36, 61-64, 1997, Београд **Р 62 (1.5)**
12. Миладиновић Б., Драгишић В., **Папић П.**, Миленић Д., Хидрохемијска зоналност подземних вода у неким рудницама угља Источне Србије, Зборник РГФ, вол.37, 45-54, 1998, Београд **Р 62 (1.5)**
13. **Papić P.**, Ristić V., Golubović R., Pollution of karst groundwaters by nitrate, Fac.Mining and geol., 65-74, 1998 Beograd **Р 62 (1.5)**

Уводно предавање на скупу националног значаја штампано у целини – Р64:

1. Крешић Н., **Папић П.**, Кукурић Н., Заштита вода у карсту, Уводно предавање АСАК, 1992, **Р 64 (1.5)**

Рад саопштен на скупу националног значаја штампан у целини – Р65:

1. Стевановић З., Филиповић Б., Димитријевић Н., **Папић П.**, Услови формирања и истицања термалних вода Биоске код Т.Ужица., IX Симп.хидрог., 297-304, 1987, Београд **Р 65 (0.5)**
2. Димитријевић Н., **Папић П.**, Видови хидрохемијских истраживања код заштите подземних вода од загађивања, IX Симп.хидрог., 53-59, 1987, Београд **Р 65 (0.5)**
3. **Папић П.**, Томић В., Један пример термалног загађења карстне издани, II Симп.заштите карста, АСАК, 125-126 1993, Београд **Р 65 (0.5)**
4. Томић В., **Папић П.**, Прилог познавању хидрогеолошких карактеристика карстне издани на територији града Београда, II Симп.заштите карста, 119-124 1993, Београд **Р 65 (0.5)**
5. **Папић П.**, Драгишић В., Миладиновић Б., Појаве угљокиселих вода вода у Карпато-балканидима Источне Србије и могућност њиховог

- флаширања, Медјународна конф. Квалитет вода, Зборник, 143-147, 1993, Чачак **P 65 (0.5)**
6. Драгишић В., **Папић П.**, Миладиновић Б., хидрохемијске карактеристике лежишта мрког угља Соко, Соко бања, Зборник радова X Југ.симп.хидрогеологије и инж.геол., 51-55, 1994, Кикинда **P 65 (0.5)**
 7. Драгишић В., Врвић М.М., **Папић П.**, Врвић Н., Микрокомпоненте у рудничким водама лежишта бакра Источне Србије, Рудничка геологија на раскршћу*Саветовање*, 337-344, 1996, Београд **P 65 (0.5)**
 8. Перић Ј., Симић М., **Папић П.**, Резултати хидрогеолошких истраживања у Горњем Црниљеву (Осечина), Зборник XI Југ.Симп.хидрогеол.инж.геол., 413-421, 1996, Будва **P 65 (0.5)**
 9. Драгишић В., **Папић П.**, Врвић М.М., Миладиновић Б., Арсенске воде Црног Врха у Источној Србији, Зборник XII Симп.хидрогеол.инж.геол., 579-584, 1996, Будва **P 65 (0.5)**
 10. Пушић М., Папић П., Поломчић Д., Опитно ињектирање термалне воде у бањи Јунаковић, XI JSHGIG, 423-436, 1996, Будва **P 65 (0.5)**
 11. Вујасиновић С., Матић И., Ложајић А., Вучковић Д., **Папић П.**, Заштитна улога површинских глиновитих седимената на примеру екссесног загађења NaOH, Зборник Заштита вода 97, 33-37, 1997 Сомбор **P 65 (0.5)**
 12. Цвејић Ј., Мацура В., Обратов Д., **Папић П.**, Голицин М., Спасовић А., Могућност примене система за рециклажу отпадних вода путем акватичних биљака, Градови на води, ЦЕП, 38-40, 1997, Београд **P 65 (0.5)**
 13. Вучетић Н., Дјокић И., Симић М., **Папић П.**, Услови и могућности коришћења карстних изданских вода на територији општине Брус, 100 година хидрогеологије у Југославији, 181-187, 1997, Београд **P 65 (0.5)**
 14. Ђокић И., Вучетић Н., Симић М., **Папић П.**, Услови формирања минералних и термоминералних вода у околини Бруса, 100 година хидрогеологије у Југославији, 203-210, 1997, Београд **P 65 (0.5)**
 15. Симић М., Миливојевић М., Коцић В., **Папић П.**, Водоснабдевање становништва Србије из карстних подземних акумулација, Саветовање Подземне воде као изворишта, 133-143, 1997, Београд **P 65 (0.5)**
 16. Вучковић Д., Ложајић А., Вујасиновић С., Матић И., **Папић П.**, Геофизички мониторинг рекултивације земљишта загађеног са NaOH, I Конгрес геофизичара Југославије, 409-416, 1998, Београд **P 65 (0.5)**
 17. Симић М., Вучетић Н., Дјокић И., **Папић П.**, Хидрогеолошка потенцијалност општине Брус, XIII Конгрес геолога Југославије, 376-394, Херцег Нови **P 65 (0.5)**
 18. Симић М., Стратијев Г., **Папић П.**, Коцић В., Анкић С., Идеја о трајном решењу проблема водоснабдевања Бања Луке изградњом

- изворишта у виду карстних подземних акумулација, XIII Конгрес геолога Југославије, 395-410, 1998, Херцег Нови **Р 65 (0.5)**
19. Симић М., Дјокић И., Дјокић Н., **Папић П.**, Природна термоминерална вода Грашевачка река-Брус, Зборник XII Југ. симп. инж. геол. хидрогеол., 351-360, 1999, Нови Сад **Р 65 (0.5)**
 20. Симић М., **Папић П.**, Летић Г., Анкић С., Коцић В., Хидрогеолошка истраживања ради изградње локалних изворишта за водоснабдевање становништва сеоских подручја Србије квалитетним подземним водама (на примеру Поцерине), XII Југ. Симп. о хидрогеол., 361-370, 1999, Нови Сад **Р 65 (0.5)**
 21. Симић М., **Папић П.**, Летић Г., Анкић С., Коцић В., Хидрогеолошка истраживања ради изградње локалних изворишта за водоснабдевање становништва сеоских подручја Србије квалитетним подземним водама (на примеру Поцерине), XII Југ. Симп. о хидрогеол., 361-370, 1999, Нови Сад **Р 65 (0.5)**
 22. Симић М., **Папић П.**, Коцић В., Парлић С., Идеја о изградњи изворишта "Кључ" (Мионица) за гравитационо водоснабдевања Београда квалитетном водом за пиће, Саветовање Менаџмент, екологија и стандарди, 435-439, 2000, Аранђеловац **Р 65 (0.5)**
 23. Симић М., **Папић П.**, Нуховић С., Услови и могућности водоснабдевања Краљева изградњом карстних подземних акумулација у сливу реке Ибар, Саветовање Водни ресурси слива В. Мораве, 27-29, 2000, Крушевац **Р 65 (0.5)**
 24. Ђокић И., **Папић П.**, Парлић С., Симић М., Могућност трајног решења водоснабдевања општине Аранђеловац, Саветовање Водни ресурси В. Мораве, 19-22, 2000, Крушевац **Р 65 (0.5)**
 25. Ђокић Н., Ђокић И., **Папић П.**, Симић М., Могућност решења проблема водоснабдевања објеката у туристичком комплексу *Сунчани врхови* на Копаонику, Саветовање Водни ресурси слива В. Мораве, 23-26, 2000, Крушевац **Р 65 (0.5)**
 26. Симић М., **Папић П.**, и др., Идеја о трајном и квалитетном решењу проблема водоснабдевања туристичкиг центра Копаоник, XIII Симп. хидрогеол. инж. геол., 459-468, 2002, Херцег Нови **Р 65 (0.5)**
 27. Симић М., **Папић П.**, и др., Критеријуми за избор локације изворишта изданих вода за флаширање, XIII Симп. хидрогеол. инж. геол., 469-472, 2002, Херцег Нови **Р 65 (0.5)**
 28. Симић М., **Папић П.**, и др., О потреби за усклађивањем прописа из различитих области током остваривања права на флаширање вода, XIII Симп. хидрогеол. инж. геол., 473-478, 2002, Херцег Нови **Р 65 (0.5)**
 29. Симић М., **Папић П.**, и др., Резултати хидрогеолошких истраживања територије општине Блаце, XIII Симп. хидрогеол. инж. геол., 479-486, 2002, Херцег Нови **Р 65 (0.5)**
 30. Симић М., **Папић П.** и др., Услови и могућности водоснабдевања туристичких комплекса Златибор и Тара на бази подземних вода, XIII

- Симпозијум хидрогеол. инж. геол., 487-494, 2002, Херцег Нови **P 65 (0.5)**
31. Симић М., **Папић П.**, Нуховић С., Парлић С., Карстна врела Пештерске висоравни, С планином у нови Век, 249-255, 2002, Копаоник **P 65 (0.5)**
 32. Симић М., **Папић П.**, Летић Г., Парлић С., Богатство парка природе Власина планинским изворима, I Конференција С планином у нови Век, 257-265, 2002, Копаоник **P 65 (0.5)**

Радови објављени у изводима – P70:

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у изводу – P72:

1. Mićović I., **Papić P.**, Selective hydrogenation of alkyl-aril azines, ESOC I., 1st European Symp.org.chem., Keln, 1979, **Germany P 72 (0.5)**
2. Вучетић Ј., Врвић М.М., Радовановић И., Дјукановић З., **Папић П.**, Савић З., Испитивање услова лабораторијске ферментације помоћу Мусор Миечеи ASSS 16457 за добијање микробног ренина, VIII Саветовање хемичара, Загреб, 1983, **Хрватска P 72 (0.5)**
3. **Papić P.**, Vujasinović S., Matić I., Migration of certain organic pollutants in alluvial porous media, Internat.Confer., 1-9, 1987, Nancy, **France P 72 (0.5)**
4. Stojadinović D., **Papić P.**, Qualitative characteristics of intercepted springs in the surroundings of Belgrade, Internat.Sympos., Ground water Management, IAHS, No 188, 160-163, 1989, Benidrom, **Spain P 72 (0.5)**
5. Dimkić M., Vrvic M.M., **Papić P.**, The study of degradation of high concentrations of pollutants in water on the natural model, Second Internat.ISEP Congress, 23-26, 1990, Vienna, **Austria P 72 (0.5)**
6. **Papić P.**, State-of-the Art of Geothermal investigations in Serbia, UN University, report 3, 1-9, **Iceland P 72 (0.5)**
7. Simić M., Martinović M., Milivojević M., **Papić P.**, The hydrogeothermal system of the Kuršumlijska spa, Coll.of paper of XV Congress of CBGA, 1995, Athens, **Greece P 72 (0.5)**
8. **Papić P.**, Hydrochemistry of fluorine in mineral waters of Serbia, 30th Internat.Congressw of Geol., 289, 1996, Beijing, **China P 72 (0.5)**
9. Simić M., **Papić P.**, Ankić S., The hydrogeology of kuršumlijska spa: The five hydrochemical groundwater types, 30th Internat.Congress of Geol., 290, 1996, Beijing, **China P 72 (0.5)**
10. Simić M., Slavković T., Panić M., **Papić P.**, A new approach to water resources in karstified limestones, 30th Internat.Congress of Geol., 320, 1996, Beijing, **China P 72 (0.5)**
11. Vujasinović S., Matić I., Vučković D., Ložajić A., **Papić P.**, An example of geoelectrical methods application on NaOH contaminated soil, Proceed.XXII General Ass.Europ.Geophys.Soc., 1997, Vienna, **Austria P 72 (0.5)**

12. Ložajić A., Vučković D., Vujasinović S., Matić I., **Papić P.**, Application of resistivity methods at the NaOH spill site, 60th EAGE Confer., Leipzig, 4-52-4-53, 1998, **Germany P 72 (0.5)**

Рад саопштен на скупу националног значаја штампан у изводу – P73:

1. Мићовић И., **Папић П.**, Каталитичка хидрогенизација aril-alkil azina, Bull.Soc.Chim.,43,1978, Београд **P 73 (0.2)**
2. Вујасиновић С., **Папић П.**, Матић И., Неке особености загађивања алувијалне средине и подземних вода ксилолима, XXVIII Саветовање хемичара Србије, ЗС-4, 1986, Београд **P 73 (0.2)**
3. **Папић П.**, Вујасиновић С., Матић И., Нека искуства у проучавању интеракције алувијалне стенске масе и фенола као загађивача, XXVIII Саветовање хемичара Србије, ЗС-3, 1986, Београд **P 73 (0.2)**
4. **Папић П.**, Секуловић Б., Хидрохемијски аспекти флаширања изданских вода – грешке, ограничења и морални аспекти, Записници Срп.геол.друштва,1-9,2001, Нови Сад **P 73 (0.2)**
5. Ђокић И., Симић М., **Папић П.**, Парлић С., Законска регулатива у флаширању природних минералних вода, Записници Срп.геол.друштва, 10-16, 2001, Нови Сад, **P 73 (0.2)**

Докторске и магистарске тезе – P80:

1. **Папић П.**, Миграција флуора у минералним водама Србије, Магистарска теза, РГФ,1-142, 1994, Београд **P 82 (3)**
2. **Папић П.**, Инкрустационе и агресивне особине минералних вода Србије, Докторска дисертација, РГФ, 200 стр., 1999, Београд **P 81 (6)**

Остале публикације:

1. Димитријевић Н., **Папић П.**, Хидрохемија-методе хемијских анализа природних вода и хидрохемијских истраживања, практикум за вежбе, РГФ,1989, Београд

В.2. Објављени радови – после избора у звање ванредног професора:

Научне књиге и монографије – P13:

1. **Папић П.**, 2010, Инкрустационе и агресивне особине минералних вода Србије, РГФ, pp.225, **ИСБН 978-86-7352-214-2, P 13 (5)**

Поглавља у књигама и прегледни чланци – P20:

Прегледни чланак у водвећем часопису – P21:

1. Nikić Z., Kovačević J., **Papić P.**, Uranium minerals of Bukulja mountain controls on storage reservoir water, **Uranium, mining and Hydrogeology, book chapter** in B. J., Merkel and A. Hasche-Berger, **Springer Berlin, Germany**, p 645-652, 2008 **P 21 (4)**
2. Stevanović Z., **Papić P.**, The origin of groundwater, **Groundwater management in large river basins, book chapter** in Dimkić M., H.J. Brauch, M.Kavanaugh, International Water Association, London, **United Kingdom**, p 218-246, 2008 **P 21 (4)**

Објављени радови међународног значаја – P50:

Рад у водећем часопису међународног значаја – P51-a:

1. Nikić Z., Kovačević J., **Papić P.**, Uranium in the groundwater of permo-triassic aquifers of the Visok region, Stara Planina, Eastern Serbia, **Water, Air and Soil Pollution, Springer Berlin, Germany**, p 47-58, 2008 **P 51 a (8)**
2. Kovačević J., Nikić Z., **Papić P.** 2009: *Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina Eastern Serbia*. **Journal: Sedimentary Geology**. No 219. Publisher: Elsevier. Pp. 252-261. SCI lista. ISSN 0037-0738. Category: Article. DOI 10.1016/j.sedgeo.2009.05.015. U 2008. god.: M21; IF = 1.737 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.962). **P 51 a (8)**

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини – P54:

1. Krunić O., **Papić P.**, Parlić S., Karst mineral waters of Serbia, IAH, 2005, Belgrade, Water resources and environmental problems in karst **P 54 (1)**
2. Tripkovic V. **Papic P.**, Hydrochemistry and balneology of karst mineral waters in Serbia, Water resources and environmental problems in karst, IAH, 2005 **P 54 (1)**
3. Milenić D., **Papić P.**, Application of hydrochemical genetic coefficients in groundwater origin determination (Visnjicka banja spa case study, Serbia),

- 7th Hellenic hydrogeological conference Veluma, p.273-280, Athens, Greece, 2005 **P 54 (1)**
4. **Papić P.**, Stojković J., Natural processes controlling fluoride contents in groundwaters, XVIII Congress of the Carpathian-Balkan geological Assotiation, p.435-438, Belgrade, 2006 **P 54 (1)**
 5. M.Zlokolica-Mandić, **P.Papić**, T.Petrović and J.Stojković, 2010: Hydrochemistry of bottled mineral waters of Serbia, XXXVIII IAH Congress, Krakow, 12-17. September 2010, Poland, 1779-1805, ISBN 978-83-226-1979-0 (2-vol.set.+ CD) **P 54 (1)**
 6. **П.Папић**, Ј.Стојковић, З.Никић и М.Ћук, Еколошки аспекти коришћења геотермалних вода, 3. Међународни Симпозијум Енергетско рударство ЕР 2010, 8-11.септембра 2010, Апатин, 2010 **P 54 (1)**
 7. Beškoski V., **Papić P.**, Dragišić V., Matić V., Vrvic M.M. Long term studies on the impact of thionic bacteria on the global pollution of waters with toxic ions, in Advanced materials research vol. 71-73, 2009, 105-109, ISSN 1022-6680, **P 54 (1)**
 8. Ristić Vakanjac V., **Papić P.**, Damnjanović V., R.Golubović., Anthropogenic influence on ground water quality: A case of nitrate pollution , International Conference Degraded areas and ecoremediation, 13-15.May 2010, 162-170, ISBN 978-86-86859-23-5. **P 54 (1)**

Објављени радови националног значаја – Р60:

Рад саопштен на скупу националног значаја штампан у целини – Р65:

1. Мандић М., **Папић П.**, Прилог познавању квалитативних својстава подземних вода Војводине, 14. Конгрес геолога Србије и Црне Горе, 2005, Нови Сад **P 65 (0.5)**
2. Никић З., Николић Ј., Ристовић И, **Папић П.**, Геол.конг.Србије, 597-601, 2010, **P 65 (0.5)**
3. Раденковић М., **Папић П.**, Јоксић Ј., Никић З. Радиоактивност минералних вода са ширег подручја Букуље, XXV симпозијум Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, Зборник радова Копаоник 2009, 53-56, ISBN 978-86-7306-112-2 **P 65 (0.5)**

Ауторски табак лексикографске обраде научног издања речника или енциклопедије – Р66:

1. **Папић П.**, Стојковић, Хидрохемијска терминологија, ГеолИС Србије, 2009, РГФ, 1-30, Београд **P 66 (1)**
2. Јовић В., **Папић П.**, Геохемијска терминологија, ГеолИС Србије, 2010, РГФ, 1-18, Београд **P 66 (1)**

Радови објављени у изводима – P70:

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у изводу – P72:

1. Milenić D., **Papić P.**, Ivanković B., Primena hidrohemijskih koeficijenata u određivanju geneze podzemnih voda na primeru termomineralnih voda MIVELA Veluće, Centralna Srbija, II Savetovanje geologa u BiH , Teslić, **BIH**, 2006 **P 72 (0.5)**
2. Milenić D., **Papić P.**, Milanković Dj., Environmental impact of sawmill by products degradation groundwater quality case study, Western Serbia, Groudwater and Ecosystems, Lisabon, **Portugal**, 276-277, 2007 **P 72 (0.5)**

Рад саопштен на скупу националног значаја штампан у изводу – P73:

1. Белотић М., Стојковић Ј., **Папић П.**, Геол.Конрес Србије, 619, 2010, **P 73 (0.2)**

В.3. РАДОВИ СА СЦИ ЛИСТЕ

Радови који су објављени у часописима међународног значаја (P 52, 3 бода) са СЦИ листе пре избора у звање ванредног професора:

1. Krešić N., **Papić P.**, Specific chemical composition of karst ground water in the Ophiolite belt of the Inner Dinarides in Yugoslavia: A case for covered karst, **Environmental Geology and water sciences**, vol.XV, No 2, 131-135, 1990, Springer-Verlag, New York, USA , **P 52 (3) SCI**
2. Krešić N., **Papić P.**, Golubović R., Elements of ground water protection in a karst environment, **Environmental Geology and water sciences**, vol.XX, No 3, 157-164, Springer Verlag, 1992, New York, USA , **P 52 (3) SCI**

Радови који су објављени у ВОДЕЋИМ међународним часописима (P 51a, 8 бодова) са СЦИ листе после избора у звање ванредног професора:

1. Nikić Z., Kovačević J., **Papić P.** 2008: *Uranium in the groundwater of Permo-Triassic aquifers of the Visok region, Stara Planina, Eastern Serbia*. **Journal: Water Air Soil Pollut.** No 192, 1-4. july 2008. Publisher: SPRINGER. Pp. 47-58. SCI lista.
Keywords: elastic rock, hydrochemical anomaly, Stara Planina, uranium, Visok region.
ISSN 0049-6979 (print). ISSN 1573-2922 (on line). Category: Article. DOI 10.1007/s11270-008-9633-z.
IF = 1.398 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.779). **P 51a (8)**

2. Kovačević J., Nikić Z., **Papić P.** 2009: *Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina Eastern Serbia*. **Journal: Sedimentary Geology**. No 219. Publisher: Elsevier. Pp. 252-261. SCI lista.
Keywords: uranium minerals, Permo-Triassic, sedimentary rocks, groundwater, Eastern Serbia.
ISSN 0037-0738. Category: Article. DOI 10.1016/j.sedgeo.2009.05.015.
- U 2008. god.: M21; IF = 1.737 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.962). **P 51a (8)**

V.3.1. Podaci o ВОДЕЋИМ међународним часописима (Р 51а, 8 бодова) са СЦИ листе:

KoBSON IP: 147.91.1.44, RCUB

Početak / **SERVISI** / **JCR** /

EleČas EleKnjige Naši u WOS Pomoć Impresum

JCR

Podaci o časopisu

ISSN	0037-0738
Naslov	Sedimentary Geology
Skr. naslov (ISI)	SEDIMENT GEOL

Rang časopisa u Journal Citation Report-u za period 1981-2009

	Starija godišta (1981 – 1992)										
	≤	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
oblast / impakt faktor		1.182	1.166	1.085	1.255	1.342	1.604	1.313	1.757	1.737	1.957
Geology		10/36	10/35	8/34	10/32	8/35	6/36	10/37	7/40	10/42	8/50

Rang časopisa prema PETOGODIŠNJEM impakt faktoru 2007-2009

	2007	2008	2009
oblast / impakt faktor	2.038	1.962	2.365
Geology	9/40	10/42	8/50

Objašnjenja

Zelena	vrhunski međunarodni časopis (M21); u svojoj disciplini je svrstan među prvih 30%
Plava	istaknuti međunarodni časopis (M22); u svojoj disciplini je svrstan između prvih 30% i 50%
Siva	međunarodni časopis (M23); Ima IF ali nije svrstan između prvih 50% u svojoj disciplini
Kratko objašnjenje	kako se računa impakt faktor možete pronaći na stranici često postavljana pitanja
Objašnjenja ISI lista	možete pronaći na linku Web of Science
Klasifikacija	je napravljena prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Službeni glasnik RS, broj 38/2006 (Detaljnije informacije možete pronaći na veb stranici Ministarstva nauke)

Opis disciplina (na engleskom)

Geology	Geology covers resources that deal with the physical history of the Earth, the rock of which it is composed, and the physical changes (not the physics) that the Earth has undergone or is undergoing. Resources in this category cover sedimentology, stratigraphy, hydrogeology, ore geology, structural geology, regional geology, and petrology. These resources are somewhat narrow in scope and are not given to the interdisciplinary study of the Earth Sciences.
---------	---

KoBSON projekat je podržan od strane **Ministarstva nauke Republike Srbije**

1

Skr. naslov (ISI)	WATER AIR SOIL POLL
-------------------	---------------------

Starija godišta (1981 – 1992)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
oblast / dampak faktor	0.632	0.772	0.526	0.883	1.058	1.258	1.205	1.224	1.398	1.676	
Environmental Sciences	77/127	66/129	98/131	68/131	69/134	63/140	70/144	88/160	84/163	78/180	
Meteorology & Atmospheric Sciences	31/40	34/43	36/46	31/46	29/45	28/47	30/48	33/51	34/52	30/63	
Water Resources	21/47	18/50	28/53	17/55	14/55	14/57	17/57	21/59	15/59	16/66	

[illegible]

	2007	2008	2009	
oblast / impact faktor	1.698	1.779	1.862	
Environmental Sciences	68/160	73/163	82/180	
Meteorology & Atmospheric Sciences	27/51	28/52	32/63	
Water Resources	16/59	17/59	22/66	

Klasifikacija	je napravljena prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Službeni glasnik R5, broj 38/2008 (Detaljnije informacije možete pronaći na sajtu Ministarstva nauke)
---------------	---

Water Resources	Water Resources covers resources concerning a number of water-related topics. These include desalination, ground water monitoring and remediation, hydrology, irrigation and drainage science and technology, water quality, hydraulic engineering, ocean and coastal management, river research and management, waterways and ports.
-----------------	---

- INFORMACIJE ▶
- NAUKA U SRBIJI ▶
- SERVISI ▶
 - Pretraživanje časopisa
 - Elektronski časopisi
 - Pretraživanje knjiga
 - Elektronske knjige
 - Indeksne baze
 - Strane doktorske disertacije
 - Časopisi u papiru
- MOŽDA VAM ZATREBA ▶
- SUGESTIJE I ZAMERKE ▶

Podaci o časopisu											
ISSN	0943-0105										
Naslov	Environmental Geology										
Skr. naslov (ISI)	ENVIRON GEOL										
Rang časopisa u Journal Citation Report-u za period 1981-2009											
	Starija godišta (1981 – 1992)										
	≤	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
oblast / impakt faktor		0.427	0.390	0.461	0.605	0.530	0.654	0.610	0.722	1.026	1.078
Environmental Sciences		98/127	105/129	108/131	96/131	111/134	114/140	121/144	130/160	113/163	122/180
Geology											
Geosciences, Multidisciplinary		87/117	97/117	95/122	88/126	105/127	98/128	103/130	102/137	92/144	92/153
Water Resources		32/47	37/50	34/53	30/55	37/55	39/57	39/57	42/59	32/59	37/66
Rang časopisa prema PETOGODIŠNJE impakt faktoru 2007-2009											
		2007			2008			2009			
oblast / impakt faktor		0.945			1.275			1.302			
Environmental Sciences		113/160			96/163			108/180			
Geology											
Geosciences, Multidisciplinary		94/137			79/144			92/153			
Water Resources		38/59			32/59			34/66			
Objašnjenja											
Zelena	vrhunski međunarodni časopis (M21); u svojoj disciplini je svrstan među prvih 30%										
Plava	istaknuti međunarodni časopis (M22); u svojoj disciplini je svrstan između prvih 30% i 50%										
Siva	međunarodni časopis (M23); Ima IF ali nije svrstan između prvih 50% u svojoj disciplini										
Kratko objašnjenje	kako se računa impakt faktor možete pronaći na stranici često postavljana pitanja										
Objašnjenja ISI lista	možete pronaći na linku Web of Science										
Klasifikacija	je napravljena prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Službeni glasnik RS, broj 38/2008 (Detaljnije informacije možete pronaći na sajtu Ministarstva nauke)										
Opis disciplina (na engleskom)											
Environmental Sciences	Environmental Sciences covers resources concerning many aspects of the study of the environment, among them environmental contamination and toxicology, environmental health, environmental monitoring, environmental geology, and environmental management. This category also includes soil science and conservation, water resources research and engineering and climate change.										
Geology	Geology covers resources that deal with the physical history of the Earth, the rock of which it is composed, and the physical changes (not the physics) that the Earth has undergone or is undergoing. Resources in this category cover sedimentology, stratigraphy, hydrogeology, ore geology, structural geology, regional geology, and petrology. These resources are somewhat narrow in scope and are not given to the interdisciplinary study of the Earth Sciences.										
Geosciences, Multidisciplinary	Geosciences, Multidisciplinary covers resources having a general or interdisciplinary approach to the study of the Earth and other planets. Relevant topics include geology, geochemistry/geophysics, hydrology, paleontology, oceanography, meteorology, mineralogy, geography, and energy and fuels. Resources having a primary focus on geology, or geochemistry & geophysics are placed in their own categories.										
Water Resources	Water Resources covers resources concerning a number of water-related topics. These include desalination, ground water monitoring and remediation, hydrology, irrigation and drainage science and technology, water quality, hydraulic engineering, ocean and coastal management, river research and management, waterways and ports.										

В.3.2. КОПИЈЕ РАДОВА СА SCI-ЛИСТЕ ПОСЛЕ ИЗБОРА У ЗВАЊЕ ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА:

Water Air Soil Pollut (2008) 192:47–58
DOI 10.1007/s11270-008-9633-z

Uranium in the Groundwater of Permo-Triassic Aquifers of the Visok Region, Stara Planina, Eastern Serbia

Zoran Nikic · Jovan Kovacevic · Petar Papic

Received: 27 August 2007 / Accepted: 27 January 2008 / Published online: 13 February 2008
© Springer Science + Business Media B.V. 2008

Abstract An elevated concentration of uranium in the water of some springs in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Visok region, south-eastern slopes of the Stara Planina, eastern Serbia, is interpreted based on geological, hydrogeological and hydrochemical data. Uranium concentration in groundwater was first examined whilst exploring for uranium minerals as an energy resource. The purpose of a later hydrogeological investigation was assessment of a safe drinking water supply to a planned ski-centre hotel. The maximum contaminant level for uranium, recommended by the World Health Organization (WHO), is 15 µg/L. This work reviews and interprets the naturally elevated uranium in springs from the Permo-Triassic sediments of Visok, focusing on geological, hydrogeological, hydrogeochemical and other factors of uranium contamination. Uranium

distribution in groundwater from Permo-Triassic aquifers was studied by taking groundwater, spring sediment and rock samples. The varied mobility of uranium depends largely on lithology, which also controls the chemistry of groundwater. The investigation results have shown that sulfate-calcium groundwater is a suitable facilitator of uranium mobility with a high migration coefficient of 0.77. Uranium concentrations in this water were up to 41 µg/L, with a Sa/Sr mass ratio of around 20, and a mineral content of about 0.5 g/L. The hydrochemistry was characteristically transitional Eh and pH neutral. Elevated uranium in groundwater has been reported globally and may be compared.

Keywords Clastic rock · Groundwater · Hydrochemical anomaly · Stara Planina · Uranium · Visok region

Z. Nikic (✉)
Faculty of Forestry, University of Belgrade,
Kneza Visaslava 1,
11030 Belgrade, Serbia
e-mail: znikic@yubc.net

J. Kovacevic
Geological Institute of Serbia,
Rovinjka 12,
11000 Belgrade, Serbia

P. Papic
Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade,
Djušina 7,
11000 Belgrade, Serbia

1 Introduction

In the mid-1960s an increased concentration of uranium was found in the water of some springs in the south-western slopes of the Stara Planina of the Visok region. The area was intermittently explored geologically because uranium is a strategic, energy-significant material. The exploration up until 2005 gave abundant information to explain inter alia the increased uranium in the groundwater of Visok and clarified many geological and hydrogeological uncertainties.

 Springer

The land configuration and the many annual snowfall days at Stara Planina were considered as conducive to investment in an exclusive winter sports centre. The project necessitated a good drinking water supply and groundwater was considered as a resource for this. Water analyses of springs and wells in the period from 2005 to 2006 indicated an elevated uranium concentration in groundwater from some, but not all, the sample sites.

Uranium is a radioactive, heavy metal element that occurs naturally in groundwater. In drinking water it has been shown to be carcinogenic to humans. Uranium concentrations above 15 µg/L, the level set by the World Health Organization (WHO; 2004), are considered as contaminating in groundwater. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) recommendation (U.S. EPA 2000) sets 30 µg/L as the maximum contaminant level (MCL). Other institutions that recommend a maximum uranium concentration are Health Canada (20 µg/L) and Australian Drinking Water Guidelines (20 µg/L; Kinze 2002).

The amount of uranium in groundwater and surface water is highly variable. Durrance (1986) gives the uranium content for uraniferous terrain as 1–10 ppb in surface water, 1–150 ppb in groundwater and 15–400 ppb in uranium mine water. Elevated uranium in groundwater is reported in many places across the planet, for example: Finland (Asikainen 1981), Canada (Betcher et al. 1988), U.S. New Hampshire (Hollocher and Yuskaitis 1993), India (Sinha et al. 1997), U.S. Texas (Kim 1999), Greece (Zouridakis et al. 2002), U.S. Nevada (Seiler 2004), U.S. Michigan (Sherman et al. 2007) and other states.

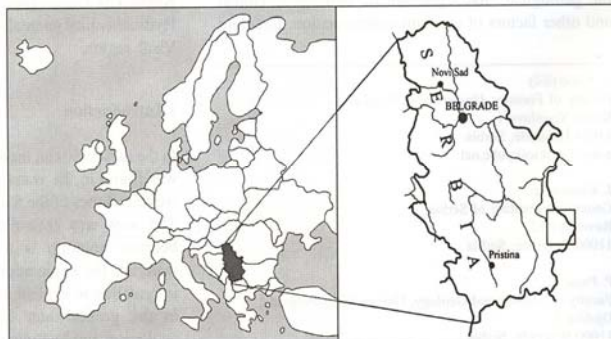
This work interprets the derivation and heterogeneous distribution of groundwater uranium sourced from Permo-Triassic sedimentary rock of the Visok region, eastern Serbia, and explains the naturally elevated uranium in some of the water from the same lithological unit. More detailed geological, hydrogeological and ecotoxicological research is necessary to identify geopathogenic toxic element zones and naturally elevated uranium in groundwater in order to avoid interception of these waters and to define the risk of their use in water supply.

Maximum uranium concentration levels for drinking water differ between several state regulations (USA, Canada, Australia) and the WHO. This is confusing where the risk to health is concerned. It is necessary that a single maximum contaminant level of uranium or that of any other toxic element in drinking water should be defined for global use. Uranium concentration in groundwaters is elevated in many regions of the world and comparisons can be made.

2 Study Area

The Stara Planina massif, a part of the Carpathian–Balkan arc, lies in easternmost Serbia and western Bulgaria. In Serbian territory it extends from the NW town of Zaječar to Senokos in the SE (Fig. 1). The highest point of the Stara Planina is the Midzor peak (2,169 m), and there are many lesser heights greater than 1,800 m above sea level (Kopren 1,935 m, Srebna Glava 1,933 m, Vrazja Glava 1,934 m and others).

Fig. 1 Geographical location of the study area.
Legend: Boxed part Study area



Geological investigations were made over an area of about 155 km² of the Stara Planina south-western slopes in the Visok region. The country is characterized by mountainous topography at altitudes from 850 to nearly 2,000 m. The local mountain climate has severe winters and short, relatively warm summers. The average amount of precipitation is about 950 mm per year. The Visocica River, with its right tributaries the Dojkinacka, Rosomacka and Vodenicka that emerge at the foot of Stara Planina ridge, gives the country its hydrogeological character. The Visocica drains into the Timok that flows into the Danube and thence into the Black Sea.

The Visok region study area is sparsely populated. The major communities are the Dojkinci, Jelovica, Rosomac and Senokos villages that are all connected by sealed road with Piroć, the administrative centre of this part of Serbia. There are no industrial, tourist or military structures. The local population is engaged mostly in pastoral and, to a lesser extent, in agricultural activity.

3 Materials and Methods

The original hypothesis underlying this paper was that the elevated uranium in water of some springs in Visok region was a result of the interaction between groundwater and uraniferous Permo-Triassic sedimentary rock in the basal part of the Dojkinci lithologic member (Antonovic 1980). Because uranium is a chemical element specific not only for its natural radioactivity but also for its particular hydrochemical behaviour, the data considered result from comprehensive exploration for it in the Visok region for possible groundwater production and supply to the planned ski-centre.

Uranium minerals in the Visok Permo-Triassic rocks are characterized by a complex relationship to a differing lithological host and non-uniform, discontinuous and non-homogeneous mineral emplacement. The morphology of the ore bodies is controlled by lithological members that are recognizable and identifiable only by experienced researchers. Uranium occurrences with the mentioned characteristics need detailed exploration with in many mine workings and this was regrettably not executed.

The considered data were obtained from exploration in the Stara Planina from the late 1980s to 2005.

The paper focuses on interpretation of the increased uranium and the chemical composition of groundwater in Permo-Triassic sedimentary rocks. The methods used in uranium prospecting were geological and hydrogeological mapping, chemical analysis of groundwater, exploratory drilling, petrographical examination and other laboratory testing. The geology and hydrogeology of the country were interpreted from the available records, published work and the exploration results.

The prospecting considered groundwater and muddy sediment in springs and boreholes. Observations were plotted on original maps at scale of 1:10,000. The density of plots depended on the number of natural discharge groundwater springs and on exploratory boreholes with incorporated piezometers. This method was used within a framework of radiometric prospecting techniques, including gamma-ray radiometry, geochemical detection of other elements, and other conventional prospecting methods such as applied geophysics, and remote sensing. A total of 60 spring and borehole point sources of water were prospected in the Visok area and 40 more springs on its border were investigated. The prospecting operations were concentrated around Dojkinci and Jelovica as the most promising uranium-rich locations.

Radioactivity was measured by a scintillation counter SCINTREX UA-3, and radon (Rn) and radium (Ra) in water by a counter model RDU 200. Both instruments are produced by EDA Instruments Inc. of Canada. All measurements were performed whilst strictly following the producer instructions. Groundwater was analysed for U, Ra and Rn, as well as for Ca, Mg, Na, K, Si, Sr, for HCO₃, SO₄ and Cl anions, and gases CO₂, O₂ and H₂S. Furthermore the hardness and electric conductivity of water and its pH and oxidation–reduction potential (Eh) were also determined. The amount of a sample for analysis was usually 5 L. The container used was a polyethylene bottle conventionally cleaned. The bottle was preliminarily rinsed with the same water as that to be sampled. Each bottle was filled to the top leaving no room for air. In considering radon the time of sampling was recorded in order to make the analysis within its short radioactive half-life.

Samples of mud sediment, usually a couple of hundred grams each, were placed in plastic sacks. The mud was analysed for U, Pb, Zn, Cu, Mo, V and S. Representative solid rock types were sampled from

the sedimentary sequence on an open network (one sample to each 3–5 km² or less) and from the drill core for the analysis of U, Th, K and eRa for a general picture of the bedrock background.

The water quality parameters were determined by standard methods (Clesceri et al. 1995; U.S. EPA 1981, 1997). Metal concentrations were measured using an atomic absorption spectrophotometer, PerkinElmer, Inc. (USA) model 5000, HGA 4000. The experiments followed the instrument producer instructions (Beatty 1988). The chemical composition data were classified and considered in lithological groups.

The resultant data allowed an interpretation of the uranium occurrence in groundwater and gave information for the assessment of the aquifer effect on the chemical composition of spring water.

4 Results and Discussion

4.1 Geology of Visok Region

The oldest rock in the area is quartz–albite–muscovite–chlorite schist of Riphean–Cambrian age (R, Cm), intruded by granodiorite ($\delta\gamma$) and granodiorite porphyrite ($\delta\gamma n$) associated with some sulfide mineralization principally seen as pyrite, chalcopyrite, or arsenopyrite. This schistose rock complex forms a wide belt more than 600 m thick in the Stara Planina ridge (Andjelkovic et al. 1975). The crystalline schist is transgressively overlaid by a continuously layered complex of Permo-Triassic clastic sediments (Fig. 2).

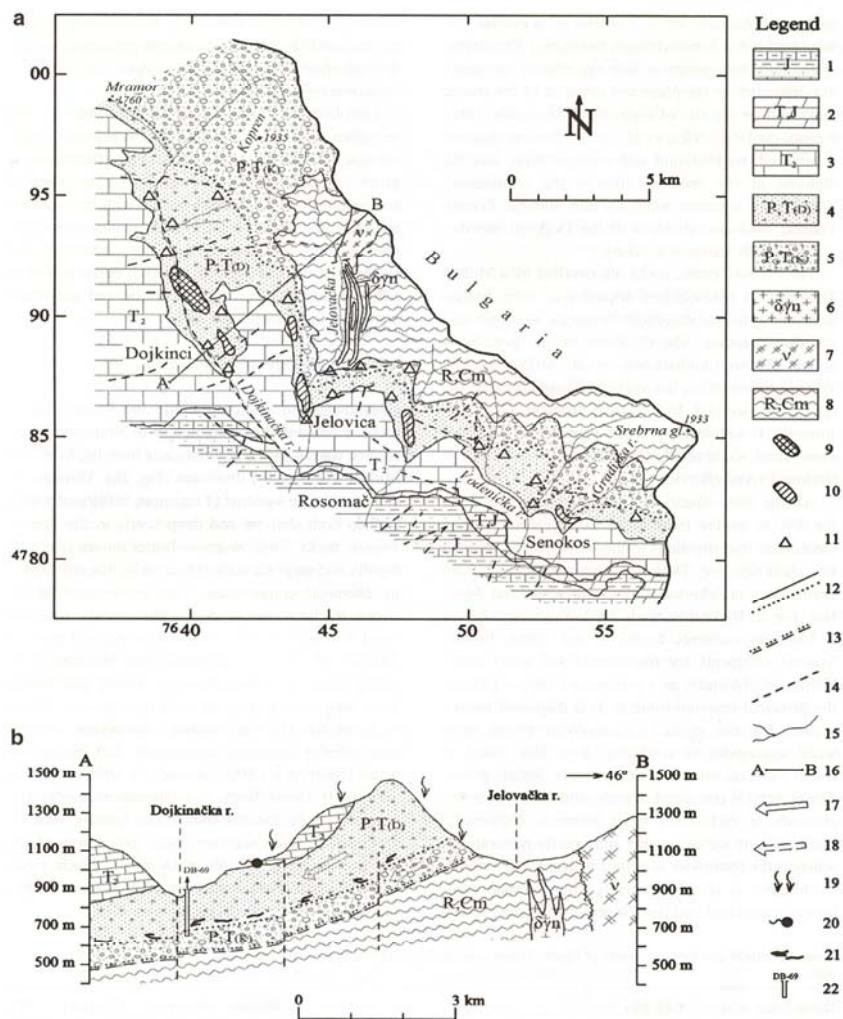
Permo-Triassic sedimentary rocks form a continuous narrow belt from the 1,760 m Mramor peak in the NW, across Kopren to the SE and further to the Serbian–Bulgarian border. These rocks consist of dark red, green–pink or yellow sandstone, siltstone and intraformational conglomerate, referred to in the geological literature for their diverse colours as a series of “variegated sandstones” (Andjelkovic et al. 1975). The rocks are arkosic in composition, which indicates their dominant derivation from granite and gneiss (Kovacevic 1997).

The lower, Kopren, and the upper, Dojkinci, members are distinguished in the Permo-Triassic sedimentary rock sequences of the Dojkinci and Jelovica areas (Antonovic 1980). The Kopren member (P, $T_{(K)}$) consists largely of characteristically cross-bedded, coarse, quartzose sandstone and red

Fig. 2 Distribution of Permo-Triassic rocks in the Visok region of Stara Planina (a) and hydrogeological model of the formation of groundwater chemical composition (b). (Sources: base geological map at scale 1:100,000, Pirot Sheet, in Andjelkovic et al. 1975; Nikic et al. 2002; Kovacevic 2006; and personal information). Legend: 1 Sandstone, marl, shale and limestone (J); 2 sandstone, shale, limestone and dolomite (T, J); 3 limestone (T₂); 4 Permo-Triassic rocks of Dojkinci member (P, T_(D)); 5 Permo-Triassic rocks of Kopren member (P, T_(K)); 6 granodiorite porphyrite ($\delta\gamma n$); 7 gabbro (ν); 8 quartz–albite–muscovite–chlorite schist (R, Cm); 9 uranium deposit; 10 uranium occurrence; 11 minor uranium mineral aggregate; 12 geologic boundary: identified, gradual; 13 unconformity; 14 fault; 15 watercourse; 16 hydrogeologic section line; 17 shallow groundwater filtration; 18 deep groundwater filtration; 19 atmospheric water percolation; 20 spring; 21 uranium ore body; 22 borehole DB 69

conglomerate between 200 and 250 m thick, overlaid by variegated sandstone of the Dojkinci member (Antonovic 1980). The sequence of variegated sandstone in the Dojkinci member (P, T_(D)) consists of dark red and green–pink sandstone, siltstone and intraformational conglomerate with a thickness of 120 to 200 m. At the base of the unit, a geochemical barrier for uranium extends NW–SE up to 200 m wide, between 5 and 25 m thick, which is the uranium-bearing stratum (Gertik 1988). The principal characteristic of this feature is an intensive permeation of the sediments, expressed in its lithological composition, by granulation, colour, porosity and a presence of organic matter, sulfides and uranium minerals.

A major factor in the geologic history that mobilized uranium from the granitic rock, meta-sandstone and schist of the central Stara Planina in the N and NW of the Visok region was the supply of mildly acid aqueous solutions that altered and leached rocks (Antonovic 1980; Kovacevic 1997). The solutions were also oxidizing, because they carried oxygen that enhanced U⁴⁺ oxidation and the formation of uranyl ions, which built up complexes such as $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_n]^{2-}$ or $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_n]^{2-}$ (Romberger 1984). These were transported relatively easily in solution. The oxidation–reduction condition (Eh from 116 to 165 mV) and acidity (pH from 5.7 to 7.7) of the medium had an important part in this hydrochemical cycle. Uranyl ion dissolve within a wide range of Eh–pH values and build up highly soluble carbonate complexes in an oxidizing, mildly acid or alkaline medium (Jankovic 1981). Elements such as U, Th, Mo and Cu in mineral detritus were mechanically transported from the granite rocks,



meta-sandstone and schist of central Stara Planina and deposited in the Permo-Triassic sediments. The degree of uranium transportation was not always the same, but depended on the place and distance of the source rocks and on the site of deposition (Antonovic 1980; Kovacevic 1997; Nikic et al. 2005). This mechanism of uranium mobilization and transportation, and the duration of the process, allowed the sedimentary intrusion of uranium minerals into suitable Permo-Triassic sandstone deposits of the Dojkinci member (Gertik 1989; Kovacevic 2006).

The Permo-Triassic rocks are overlaid by a Middle Triassic (T_2) characteristic sequence of pure, brecciated limestone and dolomitic limestone, dolomite and nodular limestone. The thickness of the complex is about 250 m (Andjelkovic et al. 1975). Middle Triassic limestone in the south and south-west of the region is overlaid by Triassic-Jurassic (T, J) or Jurassic (J) sedimentary rocks represented by sandstone, marl, shale and limestone from 50 to 230 m in thickness (Andjelkovic et al. 1975).

All the above-mentioned sequences dip gently to the SW at angles from 5° to 20° , seldom steeper. Geological investigations in the Visok region have so far identified the Dojkinci uranium deposit with occurrences at Jelovica, Lokve, Rosomac and Senokos (Fig. 2; Radosevic et al. 2002; Kovacevic 2006).

Uranium minerals found in the Visok Permo-Triassic sediments are pitchblende and sooty pitchblende. Pitchblende, as a mixture of $UO_2 + UO_3$, is the principal uranium mineral. It is dispersed around organic material, pyrite or chalcopryrite grains, or as small aggregates in sandstone. It is also found in micro fissures, some occurring across detrital grains. The mineral is contained in grey sandstone where this abounds in carbonized plant material. Carbonized plant remains are commonly only partly mineralized, whereas the remainder is almost or completely sterile. Pitchblende is clearly relatively younger than commonly associated sulfides. Sooty pitchblende, also a

$UO_2 + UO_3$ mixture, commonly impregnates organic-rich and sulfide-rich, silty sandstone containing primarily chalcopryrite, pyrite and galena. Sooty pitchblende is less common on siltstone bedding planes.

Lithological zoning is given in Table 1. The sequence of Permo-Triassic sediments is provisionally divided into three sectors. Relevant information is given for the geochemical barrier and its overlying and underlying sequences together with the uranium and thorium content. An elevated uranium concentration can be observed in the grey sandstone and siltstone containing organic material, pyrite and other reducing agents, in contrast to the red sediments confining the mineralized rock.

4.2 Hydrogeology of the Visok Region

Groundwater in fractures within the Permo-Triassic rocks is recharged by percolation of atmospheric and surface waters and by groundwater from the overlying Middle Triassic (T_2) limestone (Fig. 2b). Through the communicating systems of fractures, infiltrated waters sink to both shallow and deep levels in the Permo-Triassic rocks. Shallow groundwater moves relatively rapidly and stays for a short time, which is reflected in its chemical composition. The interconnection between fractures and bedding planes may result in rapid flow and recharge of groundwater and result in dilution of uranium concentrations (Burton et al. 2002). Deep groundwater moves slowly and resides for a long time in contact with the uranium-bearing rocks of the Dojkinci member, dissolving uranium and forming uranium compounds that enrich the water (Nikic et al. 2002; Kovacevic 2006). Tricca et al. (2000) found from a mathematical model that uranium concentrations should rise linearly with the groundwater residence time. Deep groundwater feeds the flowing well DB 69 at Dojkinci, which yields 0.25 L/s at an artesian pressure +2.0 m from a depth of 200 m. The water temperature is 15°C .

Table 1 Vertical geochemical zoning of Permo-Triassic sediments by lithological variety and U and Th mineral content for the Visok region

Geochemical zone	Lithology	n (samples)	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
Overlayer	Red fine-grained and silty sandstone	36	14	16	1.14
Geochemical barrier	Grey sandstone with organic material	62	450	15	0.03
Underlayer	Red medium- and coarse-grained sandstone and siltstone	18	3	12	4.00
Total		116			

Movement of groundwater through the communicating fracture systems in the Permo-Triassic rocks ($P_{(D)}$; $P_{(K)}$) is essentially influenced by the distribution of water (mechanical) energy in the form of potential energy. Because the recharge zone is higher than the drainage zone, the uranium-enriched water flows out through some springs only (Nikic 2003). The locations of these springs depend on the fault and fracture system pattern that conducts water from the deep uranium-bearing rocks. Migration of uranium in groundwater is varied and dominantly depends on the lithology, which also controls the chemical composition of groundwater (Gertik 1989; Nikic et al. 2002). The regions with a high redox potential and elevated uranium in the rock are those at risk for elevated uranium in the groundwater (Kinze 2002).

Concentrations of radioactive elements in groundwater of the greater Dojkinci-Jelovica area are U from 0.1 to 40.9 $\mu\text{g/L}$, Ra from 0.036 to 0.29 Bq/L, Rn from 0.52 to 63.2 Bq/L (Kovacevic 2006). Natural dispersion and uranium and radium concentration ranges in groundwaters of the Visok region indicated 0.68 $\mu\text{g/L}$ as the mean uranium content in groundwater, and increased uranium and radium in about 38% and about 34% of examined samples, respectively. The amount of uranium in groundwater and surface waters is highly variable.

4.3 Hydrochemical Characteristics of Visok Region Groundwater

An important parameter for the hydrogeological dispersion halo of radioactive elements is the hydrochemical type of water, because its chemistry may explain the origin of hydrogeochemical anomalies of uranium and its redistribution.

Hydrochemical examinations were made for 60 springs and wells in the Visok region. These were mostly of groundwater from the Permo-Triassic rocks ($n = 41$)

as the most prospective, then from Middle Triassic limestone ($n = 14$) and a small number of samples from Riphean-Cambrian schist ($n = 5$). The examinations included the physical properties, macro and micro constituents, gases and radioactivity (Kovacevic 2006).

The general chemistry of groundwater from the Middle Triassic limestone (T_2) was characterized by prevalent calcium and a low mineral content of about 0.2 g/L (Table 2). The groundwater had a high genetic coefficient $r\text{Ca}/r\text{Mg}$ of 6 (r , %equ), characteristic of groundwater in limestone of the Visok region. The $r\text{Na}/r\text{Ca}$ coefficient was about 0.03, and $r\text{HCO}_3/r\text{SO}_4$ about 16. The ratio of Ca/Sr by mass exceeded 100. Strontium was selected as an element increased in some of the examined groundwater, such that the Ca/Sr proportion was indicative of increased uranium in water.

Groundwater from schist (R, Cm) had a very low mineral content of about 0.05 g/L and was hydrocarbonate-sodium-calcium in composition.

Groundwaters in shallow Permo-Triassic sedimentary rocks was seen to be of two varieties. One kind of water, containing about 0.2 g/L of minerals, had dominant hydrocarbonate ions with sulfates second highest of in its anionic composition. In the cationic composition the greatest presence was of calcium ions and the proportions of magnesium and sodium were increased. The genetic coefficient $r\text{Ca}/r\text{Mg}$ was low at 2.8, as also was $r\text{HCO}_3/r\text{SO}_4$ at around 13. The increased $r\text{Na}/r\text{Ca}$ was about 0.15 and Ca/Sr about 100. The other kind of water with very low mineral content (0.05 g/L) had a mixed anionic and cationic composition.

The shallow groundwater indicates a direct effect of atmospheric precipitation on the chemical composition of groundwater in Permo-Triassic sedimentary rocks, or on the shallow and rapid flow of groundwater. Table 3 gives chemical compositions of groundwater from different lithological members.

Table 2 Average values of genetic coefficients for groundwater of different chemical types (r , %equ) in the Visok region ($n=60$)

Type of water	$r\text{Ca}/r\text{Mg}$	$r\text{Na}/r\text{Ca}$	$r\text{HCO}_3/r\text{SO}_4$	Ca/Sr	Mineral content (g/L)	Other elements
$\text{HCO}_3\text{-Ca}$	5.1	0.03	16	>100	0.20	
$\text{HCO}_3\text{-Ca, Mg}$	2.8	0.15	13	~100	0.16	
$\text{SO}_4, \text{HCO}_3\text{-Ca}$	2.6	0.25	0.50	20	0.55	Sr, U
$\text{SO}_4\text{-Ca}$	3.3	0.40	0.40	~40	0.65	Sr, U

Table 3 Chemical composition of groundwater (r, %equ) from various lithological members of the Visok region

Lithology	Mineral content (g/L)	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Chemical type of water
T ₂ limestone	0.20	86	8	6	83	15	2	HCO ₃ -Ca
R, Cm schist	0.05	61	15	23	39	17	44	HCO ₃ -Na, Ca
P, T sediment	0.05	53	25	20	30	10	60	HCO ₃ -Na, Ca
Shallow	0.16	80	12	8	70	20	10	HCO ₃ -Ca, Mg
P, T sediment	0.55	33	66	1	60	23	17	SO ₄ , HCO ₃ -Ca
Deep	0.65	28	70	2	68	18	14	SO ₄ -Ca

The general chemical composition of groundwater in the Visok region ($n = 60$) is graphically presented in Figs. 3 and 4. The composite diagram in Fig. 3 shows the relationship of sodium and calcium ions (% equ) for all examined water samples. It shows two distinct chemical types of water: one with dominant calcium ions and another with increased sodium ions. There is also a transitional type with different proportions of the two microelements.

The diagram in Fig. 4 presents the relationship of sodium and mineral content in analysed water samples. The diagram shows that low-mineral waters (less than 100 mg/L) are of sodium cationic composition, and those of 100 mg/L or more are mostly of calcium composition.

The hydrochemical data obtained indicate waters of specific chemical composition that may be taken to indicate a hydrochemical anomaly. These are sulfate-calcium and sulfate-hydrocarbonate-calcium waters

from Permo-Triassic rocks. As shown in Table 1, these waters are characterized by rCa/rMg 2.6, rNa/rCa about 0.25, extremely low $rHCO_3/rSO_4$ of about 0.5 and a low mass ratio Ca/Sr of only about 20. The mineral content is higher than in the described hydrochemical water types, at about 0.5 g/L.

Figure 5 shows the relationship between calcium and sulfate ion concentrations. Two fields are clearly distinguished. One field is delineated by calcium at 20–80 mg/L and sulfate, to 20 mg/L concentrations. These are hydrocarbonate-calcium waters. The other type of water contains high concentrations of calcium up to 120 mg/L and sulfate up to 345 mg/L. These sulfate-hydrocarbonate-calcium and sulfate-calcium waters also contain strontium (to 3 mg/L) and uranium (to 40.9 μ g/L). Stability indices, obtained using computer program SOLMINEQ.GW (Perkins et al. 1999) for this type of water, are -0.46 for strontianite ($SrCO_3$), -1.20 for celestite ($SrSO_4$),

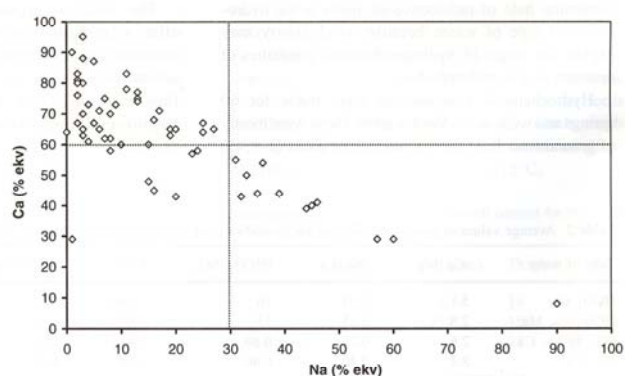
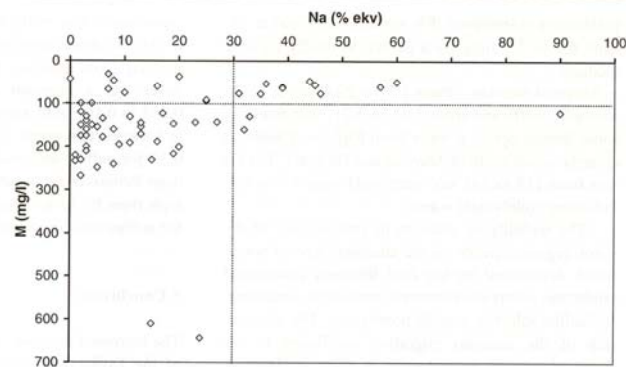
Fig. 3 Composite diagram of calcium and sodium (% equ) contents in groundwater of the Visok region ($n=60$)

Fig. 4 Mineral and sodium ion content (%eqv) variations in groundwater of the Visok region ($n=60$)

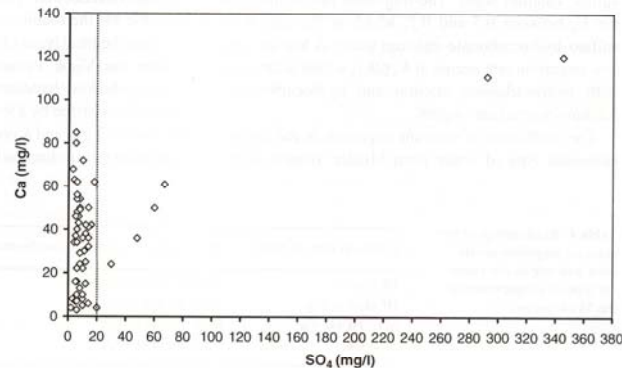


−0.25 for quartz (SiO_2), −0.80 for albite and +0.70 for calcite. The values indicate the likely solubility of these minerals in groundwater.

The chemical constituents of groundwater derive partly from dissolved calcium and less from atmospheric water. The origin of sulfate is primarily associated with the oxidation of sulfide minerals, which builds up aggressive sulfuric acid that increases the dissolving capacity of groundwater (Jankovic 1981). Waters percolating from the land surface contain high concentrations of dissolved oxygen used in sulfide oxidation.

Groundwater with increased uranium varying from 0.3 to 6.8 $\mu\text{g/L}$ flows from Permo-Triassic rocks of the Dojkinci sedimentary member. The uranium anomaly coefficient varies from 1.85 to 15.22. The Eh of water is within the transitional range of values from 130 to 135 mV, and has a pH from 7.1 to 7.5, indicating a neutral to mildly alkaline medium. In the Jelovica area, several springs with elevated uranium from 1.9 to 40.9 $\mu\text{g/L}$ discharge water from variegated Permo-Triassic rocks. The uranium anomaly coefficient for this water varies from 2.01 to 25.71. The Eh of the water is between 125 and 135 mV and

Fig. 5 Relationship of calcium and sulfate ion concentrations in groundwater of the Visok region ($n=60$)



indicates a transitional Eh environment, and a pH from 6.9 to 7.5 suggests a neutral to mildly alkaline medium.

Elevated uranium, from 1.5 to 20.4 µg/L, or its anomaly coefficient from 2.01 to 3.21, was found in some springs deriving water from Riphean–Cambrian chloritic schist north of Jelovica and Dojkinci. The Eh was from 115 to 145 mV with a pH from 5.7 to 6.3, indicating mildly acid water.

>The mobility of uranium in groundwater of the Visok region depends on the chemical type of water, which determined by the host lithology (variegated sandstone, quartz conglomeratic sandstone, limestone, crystalline schist or granite porphyrite). The relationship of the uranium migration coefficient to the chemical type of groundwater is given in Table 4. For characterization of element mobility, the migration coefficient (K_x) is used, which is the ratio of the element x content in dry residue and an aquifer (Perelman 1972):

$$K_x = \frac{m_x \cdot 100}{a \cdot n_x}$$

where a is the sum of water-dissolved material (mg/L), m_x is the element concentration in water (mg/L) and n_x is the element content in rock (%).

The greater the value of K_x , the higher is the element migration in the fluid. Influenced also by external factors, the element mobility varies with the condition of the medium containing it.

Under oxidizing condition, the element migration is high if $K_x > 0.5$, which is the case with uranium in sulfate–calcium water. The migration rate is medium for K_x between 0.5 and 0.1, which is the case with sulfate–hydrocarbonate–calcium water. A low or very low migration rate occurs at $K_x \leq 0.1$, which is the case with hydrocarbonate–calcium and hydrocarbonate–calcium–magnesium waters.

The coefficient of uranium migration in the hydrocarbonate type of water from Middle Triassic lime-

stone varies from 0.012 to 0.448, or has an average of 0.145. Hydrocarbonate–calcium–magnesium water derived from shallow Permo-Triassic sedimentary rocks has a uranium migration coefficient from 0.013 to 0.101 with a mean of 0.061. This coefficient is between 0.096 and 1.363 representing a mean of 0.33 for sulfate–hydrocarbonate–calcium water from deep Permo-Triassic rocks (Dojkinci member), and a high from 0.112 to 1.482, or a mean value of 0.769 for sulfate–calcium water.

5 Conclusion

The increased uranium concentration in some springs of the Dojkinci–Jelovica area, Visok region of the Stara Planina, results from the prevailing geological, hydrogeological and hydrochemical conditions. Fractures in the Permo-Triassic sedimentary rock surface allow percolation of water and recharge of groundwater. In moving along fractures the water is in contact with uraniferous rocks occurring low in the sequence of Permo-Triassic variegated sediments of the Dojkinci member. Uranium migration varies depending on the lithology that also controls the chemical composition of the groundwater. Uranium concentration in the groundwater of the Permo-Triassic aquifer is greatest in the Dojkinci and Jelovica locations in the explored area. The lithology here is largely red quartzose conglomeratic variegated sandstone of the Dojkinci member. Groundwater in this rock is neutral (pH about 7), with a transitional oxidation–reduction potential, Eh about 130 mV, suitable for the mobilization of uranium.

Two chemical types of groundwater are distinguished within the Visok Permo-Triassic sedimentary rocks. One is shallow, hydrocarbonate–calcium in composition, characterized by a low sulfate, a mineral solute rate of about 0.2 g/L and a very low uranium concentration. The other type is deep, sulfate–hydrocarbonate–calcium

Table 4 Relationship of the uranium migration coefficient and rate to the chemical type of groundwater in the Visok region

Chemical type of water	Mean value of migration coefficient, K_x	Migration rate (mobility)
HCO ₃ –Ca	0.145 (0.012–0.448)	Low
HCO ₃ –Ca, Mg	0.061 (0.013–0.101)	Very low
SO ₄ , HCO ₃ –Ca	0.33 (0.096–1.363)	Medium
SO ₄ –Ca	0.77 (0.112–1.482)	High

in composition, with a mineral solute rate about 0.5 g/L and enhanced uranium up to 40.9 µg/L (MCL 15 µg/L, WHO 2004).

Elevated concentrations of uranium in groundwaters have been found in various regions of the world. The regulated or recommended maximum uranium concentration in drinking water differs between states (USA, Canada, Australia) and the WHO and this is confusing when attempting to identify the health hazard to consumers of such water. There is the need to agree upon and set acceptable global maximum uranium and other toxic element levels in drinking water.

Acknowledgement This research work is part of Project 146021 (Geological and Ecotoxicological Investigations in Identification of Geopathogenic Zones of Toxic Elements and Natural Radioactivity in Drinking Water) funded by the Serbian Ministry of Science and Environment. Geological investigation in the Visok region was funded by the Ministry of Mineral and Energy Resources of Serbia; it is one of various multidisciplinary projects aimed at the discovery of uranium mineral deposits for energy production.

References

- Andjelkovic, J., Krstic, B., Ciric, A., Martinovic, D., & Bogdanovic, P. (1975). *Base geological map at 1:100,000 Pirot Sheet and textual explanation*. Belgrade: Federal Geological Institute.
- Antonovic, A. (1980). *The Red Permian Sandstone Formation in Yugoslavia and other countries*. Proceedings: Symposium on regional geology and paleontology (pp. 347–356). Belgrade, December.
- Asikainen, M. (1981). State of disequilibrium between 238-U, 234-U, 226-Ra and 222-Rn in groundwater from bedrock. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45, 201–206.
- Beatty, R. D. (1988). *Concepts, instrumentations and techniques in atomic absorption spectrophotometry*. Norwalk: PerkinElmer, Inc.
- Betcher, R. N., Gascoyne, M., & Brown, D. (1988). Uranium in groundwater of southeastern Manitoba, Canada. *Canadian Journal of Earth Science*, 25, 2089–2103.
- Burton, W. C., Plummer, L. N., Busenberg, E., Lindsey, B. D., & Gburek, W. J. (2002). Influence of fracture anisotropy on ground-water ages and chemistry, Valley and Ridge Province, Pennsylvania. *Ground Water*, 40, 242–257.
- Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Eaton, A. D. (1995). *Standard methods for the examination of water & wastewater* (19th ed.). Washington: American Public Health Association.
- Durrance, E. M. (1986). *Radioactivity in geology—principles and applications*. Chichester: Ellis Horwood.
- Gertik, S. (1988). Factors controlling uranium mineralization in Variegated Sandstone of Stara Planina. *Radovi Geoinstituta*, 22, 33–41.
- Gertik, S. (1989). Sedimentological-geochemical characteristics of variegated sandstone and factors controlling uranium mineralization. *Radovi Geoinstituta*, 23, 19–26.
- Hollocher, K., & Yuskaitis, A. (1993). Chemical composition of surface and high uranium well water, Lake Sunapee area, New Hampshire. *Northeastern Geology*, 15, 159–169.
- Jankovic, S. (1981). *Mineral resources—origin of ore deposits*. Belgrade: Faculty of Mining and Geology.
- Kim, Y. (1999). The concentrations and distributions of U and Th in Paleozoic aquifers surrounding the Llano Uplift area, central Texas: Application to the sources of Ra and Rn in ground-water. *Geosciences Journal*, 4, 201–211.
- Kinze, M. (2002). *Dose limits and maximum concentration limits (MCLs) for radionuclides—Implication on remediation of uranium mining and milling facilities in Saxony, Germany*. Paper presented at the Uranium in the Aquatic Environment: International Conference Uranium Mining and Hydrogeology III and the International Mine Water Association Symposium, Freiberg, September.
- Kovacevic, J. (1997). Uranium metallogeny in Permo-Triassic sedimentary rocks of Stara Planina. M.Sc. thesis, University of Belgrade Faculty of Mining and Geology.
- Kovacevic, J. (2006). *Metallogeny of Stara Planina*. Dissertation, University of Belgrade Faculty of Mining and Geology.
- Nikic, Z. (2003). *Hydrogeological analysis of the low flows formation and regionalization*. Belgrade: Zaduzbina Andrejevic.
- Nikic, Z., Kovacevic, J., & Radosevic, B. (2002). *Uranium content in ground water in Stara Planina Triassic sediments*. Paper presented at the Uranium in the Aquatic Environment: International Conference Uranium Mining and Hydrogeology III and the International Mine Water Association Symposium, Freiberg, September.
- Nikic, Z., Kovacevic, J., & Radosevic, B. (2005). Changes in the effluents from abandoned uranium mines near Kalna. In J. B. Merkel & A. Hasche-Berger (Eds.), *Uranium in the Environment: Mining Impact and Consequences* (pp. 765–772). Berlin: Springer.
- Perelman, A. I. (1972). *Geochemistry of elements in the zone of hypergenesis*. Moskva: Nedra.
- Perkins, E. H., & Gunter, W. D. (1999). *SOLMINEQ.GW*. Alberta: Geoscience.
- Radosevic, B., Kovacevic, J., & Jovic, V. (2002). Natural occurring uranium in Serbia and possible environmental effect. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 3, 706–718.
- Romberger, S. (1984). Transport and deposition of uranium in hydrothermal systems at temperatures up to 300°C. In De Vivo, F., Ippolito, G., Capaldi, & P. R. Simpson (Eds.), *Geochemical implications: Uranium geochemistry, mineralogy, geology, exploration and resources* (pp. 12–17). London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Seiler, R. L. (2004). Temporal changes in water quality at a childhood leukemia cluster. *Ground Water*, 3, 446–455.
- Sherman, H. M., Gierke, J. S., & Anderson, C. P. (2007). Controls on spatial variability of uranium in sandstone aquifers. *Ground Water Monitoring & Remediation*, 27, 106–118.

- Sinha, D. K., Shrivastava, P. K., Hansoti, S. K., & Sharma, P. K. (1997). Uranium and radon concentration in ground water of Deccan Trap country and environmental hazard in Keolari-Nainpur area, Seoni-Mandla District, Madhya Pradesh. *Special Publication Series—Geological Survey of India*, 2, 115–121.
- Tricca, A., Porcelli, D., & Wasserburg, G. J. (2000). Factors controlling the ground water transport of U, Th, Ra and Rn. *Proceedings of the Indian National Academy of Sciences*, 109, 95–108.
- U.S. EPA (1981). *Manual of ground-water quality sampling procedures. Method 600/2-81-160*. Virginia: National Technical Information Service, Springfield.
- U.S. EPA (1997). *Methods and guidance for the analysis of water. Method 821/C-97-001*. Virginia: National Technical Information Service, Springfield.
- U.S. EPA (2000). Technical fact sheet: Final rule for (non-radon) radionuclides in drinking water. EPA 815-F-00-013. <http://www.epa.gov/safewater/rads/technicalfacts.html>.
- World Health Organization (2004). *Guidelines for drinking water quality. 3rd ed, vol. 1, Recommendations*. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf.
- Zouridakis, N., Ochsenkuhn, K. M., & Savidou, A. (2002). Determination of uranium and radon in potable water samples. *Journal of Environmental Radioactivity*, 61, 225–232.





Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina eastern Serbia

Jovan Kovačević^a, Zoran Nikić^{b,*}, Petar Papić^c

^a Geological Institute of Serbia, 11000 Belgrade, Radvinska 12, Serbia

^b Department of Ecological Engineering, Faculty of Forestry University of Belgrade, 11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1, Serbia

^c Faculty of Mining and Geology University of Belgrade, 11000 Belgrade, Dušina 7, Serbia



Contents lists available at ScienceDirect

Sedimentary Geology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sedgeo

Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina eastern Serbia

Jovan Kovačević^a, Zoran Nikić^{b,*}, Petar Papić^c

^a Geological Institute of Serbia, 11000 Belgrade, Rovinjska 12, Serbia

^b Department of Ecological Engineering, Faculty of Forestry University of Belgrade, 11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1, Serbia

^c Faculty of Mining and Geology University of Belgrade, 11000 Belgrade, Dušina 7, Serbia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 October 2008

Received in revised form 12 May 2009

Accepted 15 May 2009

Keywords:

Uranium minerals
Permo-Triassic
Sedimentary rocks
Groundwater
Eastern Serbia

ABSTRACT

One deposit and four occurrences of uranium minerals in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina in eastern Serbia were ascertained using data from years of multidisciplinary geological research. The minerals are the fissure-filling type, and were assigned to the exogenic mineralization group, being mostly epigene in nature. Relevant geological information was used to derive a genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina. The model explains the formation of Permo-Triassic rocks and three stages of the complex process of U mineralization. The genetic model treats: (1) the primary sources of the uranium; (2) the mobility of uranium; and (3) accessory metals from the parent rocks to their deposition in host rocks and the postmineral change in ore bodies. A geochemical barrier zone was identified in the sedimentary rocks that contained uranium mineral ore. This geochemical barrier area included crescent-shaped, flat-lens, or vein-like ore bodies. The U-containing mineral described is comparable with those from the relatively common fissure-filling uranium minerals found around the world.

© 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Uranium is an element that is naturally radioactive, which makes it an energy-significant material, and the subject of geological exploration and investigation into its geochemical behavior. Geological prospecting in the Stara Planina in eastern Serbia has revealed several locations of uranium minerals identified as being the fissure-filling type of deposit.

Approximately two thirds of uranium minerals occur in sedimentary rocks (Nash et al., 1981). Economically significant uranium deposits located around the world are of the fissure-filling type, and are generally associated with different sediments, e.g., the uranium deposits of the Colorado Plateau in the USA, and there are deposits with similar genetic types in Africa, South America, Europe and elsewhere (Prothero and Schwab, 1996). In Europe, uranium deposits of the fissure-filling type are mostly in Permo-Triassic rocks, which form a large part of the Carpatho-Balkan metallogenic province extending from central Europe, across eastern Balkans to the Black Sea in Turkey.

Geological research in the Permo-Triassic rocks of eastern Serbia forms a contribution to the general study of the Carpatho-Balkanides. This mostly relates to knowledge of the sedimentological, lithofacial, and metallogenic character of "variegated sediments", which includes the geochemical barrier for uranium. These sediments were

deposited mostly in either shallow marine (tidal and intertidal) environments or near-continental areas.

The exploration of uranium ore using modern exploration methods has been conducted in Serbia for use as an energy-producing material. However, without an adequate geological knowledge of the study area, any methods applied could be meaningless and even misleading regarding the location of any uranium deposits. We have studied the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina that have shown several occurrences of uranium ores that could contain a deposit of uranium.

Previous exploration data were used to determine the time and area from where the primary material was derived, and the manner and place in which the clastics were deposited, to understand the sedimentological, metallogenic, and other characteristics of the Stara Planina Permo-Triassic rocks. The geochemical barrier in which the uranium minerals are emplaced in the Stara Planina was also delineated.

The results of detailed geological exploration are presented in the first three sections of this paper. The first section provides general information on, and the geological setting of the Stara Planina, with particular reference to the Permo-Triassic sediments. The second section describes the metallogeny of uranium in Permo-Triassic rocks (the formation of the "variegated sediment"). The third section describes a uranium mineralization model based on unified research results for the Stara Planina. In general, it was found that each uranium deposit in the sediments is specific, and similar deposits can be correlated.

* Corresponding author. Tel.: +381 11 3053 903; fax: +381 11 3545 485.
E-mail address: znikic@yubc.net (Z. Nikić).

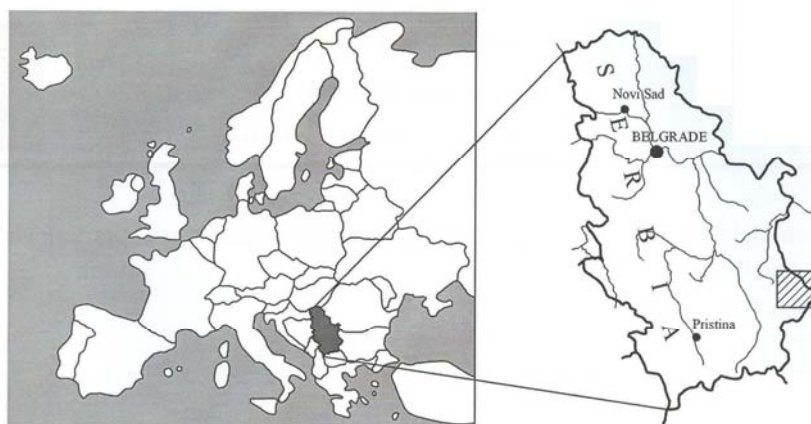


Fig. 1. Geographical location of the Stara Planina. Key: □ = study area.

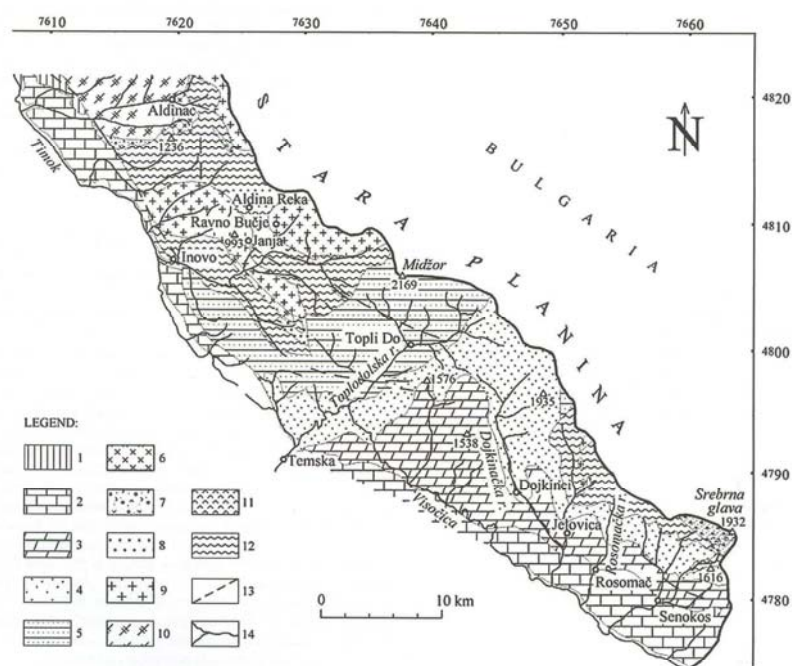


Fig. 2. Geological map of the Stara Planina in the Serbian territory (Kovačević, 2006, refined). Legend: 1. = Marlstone and claystone (Miocene); 2. = Conglomerate, sandstone, limestone, and dolomite (Jurassic and Cretaceous); 3. = Limestone and dolomite (Triassic); 4. = Clastics (Permo-Triassic); 5. = Red sandstone (Permian); 6. = Granodiorite porphyry (Permian); 7. = Volcanogenic-sedimentary rocks (Carboniferous); 8. = Terrigenous rocks (Carboniferous-Permian); 9. = Granitic rocks (Carboniferous); 10. = Gabbroid rocks (Carboniferous); 11. = Diabase (Riphean-Cambrian); 12. = Greenstone, greenschist and metasedimentary rocks (Riphean-Cambrian); 13. = Fault; and 14. = River.

2. Study area

The Stara Planina massif is situated in easternmost Serbia and western Bulgaria (Fig. 1). In the Serbian part, the Stara Planina extends from the town of Zaječar in the NW to beyond Senokos in the SE. The highest peak is Midzor (2169 m), and other conspicuous peaks are Tri Čuke (1937 m), Kopren (1935 m), Srebrna Glava (1933 m) and Vražja Glava (1934 m). There are several other peaks above 1900 m.

In the southeastern part of the Stara Planina is an exposure of Permo-Triassic clastics in an area of around 45 km² on the Serbian side. Most of this area is 800 m above sea level. Its climate is continental mountainous, with severe winters and short, relatively warm summers. The average annual precipitation varies from 850 to 1150 mm. The area is drained by the Visočica river that joins the Toplodolska river into the Temska and Nišava rivers, to the Velika Morava river, into the Danube, and finally into the Black Sea.

The Stara Planina area is lightly inhabited, and is a sheep-herding and modest crop-raising region. The major settlements are Topli Dol, Temska, Velika Lukanja, Gostuša, Dojkinci, Jelovica, and Senokos (Fig. 2).

3. Data and methodology

Geological data from different investigations carried out from the middle of the 20th century to 2005 were considered to develop a genetic model of the uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina. Uranium has been the subject of exploration throughout this long period, in several stages. The first attempt was regional metallogenetic prospecting of the entire region. Next, there was a preliminary assessment of many indicative areas. The final investigation discovered three uranium deposits and 42 occurrences. An ore body and four occurrences were found in the area containing the Permo-Triassic rocks.

Records and reports of previous geological investigations in uranium are deposited in many of the Serbian government agencies that funded the explorations, and in the files of geological companies that carried out the fieldwork. Furthermore, there have been many published references. Geological research by the present authors was also very useful. While synthesizing the abundant information, the authors clarified many geological conjectures, which helped individualize the metallogenetic factors that have influenced the uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks. A geochemical barrier area was identified in the Permo-Triassic rocks that surrounded the uranium ore bodies. We derived a genetic model consistent with the current knowledge of the process mechanisms to explain uranium mineralization in the Stara Planina.

4. Results and discussion

4.1. Geology

The Stara Planina belongs to the tectonic unit of the Carpatho-Balkanides, large parts of which are in Rumania and Bulgaria and a smaller part in Serbia. The Stara Planina massif on the western border of the Carpatho-Balkanides is the result of complex tectonic processes that folded and faulted the region during the Baykalian orogeny, then Caledonian and Variscan orogenies, and finally the Alpine orogeny (Anđelković, 1996). These tectonic events controlled the paleogeographic and structural evolution of the region, along with magmatic

Table 1
Mean concentrations of radioactive elements in the granite massifs of Janja and Ravno Bučje, Stara Planina (Gertik, 2003).

Granite massif	n (no. of samples)	U (ppm)	Th (ppm)
Janja	146	6.41	29.36
Ravno Bučje	87	4.04	16.95

Table 2
Mean U and Th concentration in the Inovo Series (Gertik, 2003).

Type of rock	n (no. of samples)	U (ppm)	Th (ppm)
Arkosic metasandstone	61	9.95	22
Schist	35	3.60	11.5
Meta conglomerate	14	4.40	15.5
Metasiltstone	7	2.00	8.0
Albitized microdiorite	5	12	18
Diabase	3	3	7

processes. A part of the western Carpatho-Balkanides folded into a large anticlinorium, referred to in the literature as the Stara Planina anticline (Anđelković et al., 1975).

This anticline consists largely of Paleozoic and Mesozoic rocks (Fig. 2). The oldest are a Riphean-Cambrian crystalline schist in amphibole facies, a green crystalline massif, and a gabbro-diorite formation. Acid metavolcanic and metamorphic volcanic rocks form part of the green crystalline massif and schists, which intruded gabbroid and granitoid rocks during the Caledonian orogeny. Silurian and Devonian sedimentary rocks are molasses and the igneous rocks are diabase, keratophyre, and quartz keratophyre. The carboniferous rocks consist of lake deposits, volcanogenic-sedimentary rocks, and granite near Ravno Bučje. Sedimentation during the Permian formed a complex of clastic deposits about 2000 m thick, which is intruded by granodiorite porphyrite and quartz porphyrite (Krstić et al., 1974; Anđelković et al., 1975). The sedimentation conditions changed in the late Permian, from an oxidizing to a reducing environment. The sequence of sandstone deposited through the Upper Permian and Lower Triassic is characterized by frequent alternation of sediments that vary in grain size, composition, and color (Anđelković et al., 1996). Deposits laid in the deepening sedimentation basin formed a "variegated sandstone series" of uranium metallogenetic specialization (Kovačević, 1997). Because of the high lithologic resemblance and lack of index data for more detailed stratigraphic dating, the series was determined to be Permo-Triassic. From the notably arkosic composition of the sandstone, Gertik (1989) inferred its derivation was mainly from the surrounding granitic rocks. The uranium minerals are contained lower down in the sequence of Permo-Triassic sandstone, in the grey sandstone, and in the siltstone with a higher proportion of organic material and sulfide (Gertik, 2003). The sedimentation basin occurred even earlier in the Middle Triassic when limestone began to deposit (Anđelković et al., 1975). All subsequent deposits in the region were limestones of Jurassic or Cretaceous age. The Quaternary rocks are of marginal importance in the context of this work, because their coverage is small in the region.

4.2. Uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks

4.2.1. Sources of uranium

An economically viable concentration of uranium in sedimentary rocks primarily depends on the abundance of its source (Romberger, 1984; Prothero and Schwab, 1996). The geological structure of the Stara Planina, i.e., their metallogenetic character, is a large and diverse primary source of uranium that deposited in the Permo-Triassic rocks. The parent rocks of the uranium are: (a) Janja granite; (b) Ravno Bučje granite; (c) metasedimentary rocks of the Inovo Series; (d) schists under the Permian and Permo-Triassic rocks; and (e) Permian deposits (Fig. 2). Weathering of these rocks produced material that had deposited in the sedimentation basin and formed the Permo-Triassic rocks. When the parent rocks disintegrated, the uranium they contained dissolved. Weathering processes initiated the uranium mobility that led to its introduction into the Permo-Triassic sedimentary rocks (Kovačević, 1997; Nikić et al., 2002).

(a) The Janja granite covers an area of 30 km². This complex of rocks is mostly composed of up to medium-grained porphyritic rock, monzonite type calc-alkalic biotite granite tending to grade into Na-plagiogranitic and granodioritic, and granosyenitic facies (Kovačević,

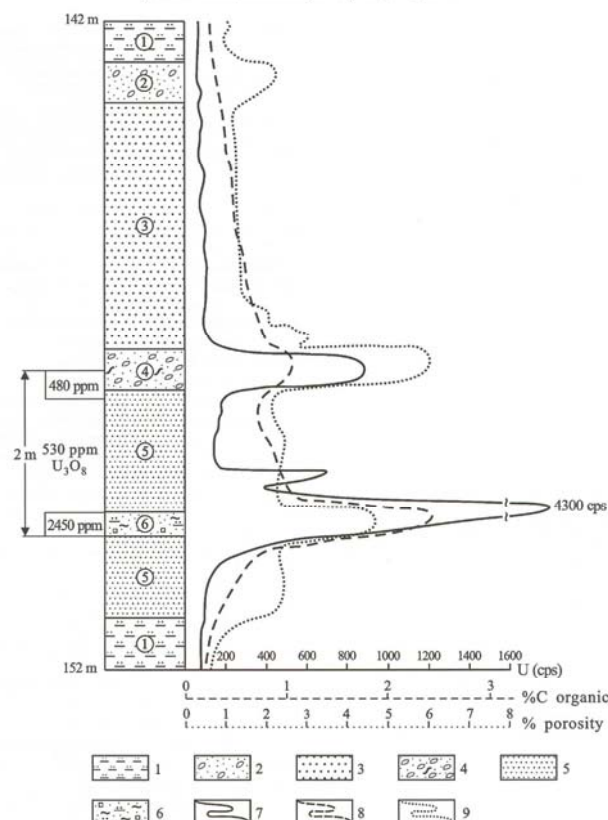


Fig. 3. Relationship between rock porosity, amount of organic material and uranium concentration in the geochemical barrier in the marked depth interval (Borehole DB 65). Key: 1. = Red siltstone; 2. = Red intraformational conglomerate; 3. = Grey fine-grained sandstone; 4. = Green conglomerate; 5. = Dark-grey fine-grained sandstone; 6. = Grey siltstone and sandstone with organic matter and pyrite; 7. = U radioactivity (cps) diagram; 8. = Organic content (%C organic) diagram; and 9. = Rock porosity (%) diagram.

1997). In the group of petrogenic minerals, the most important minerals for uranium concentration are the feldspar and mica group minerals. While the principal petrogenic minerals contained low uranium concentrations, this is in balance with the large extent of these minerals. An appreciable amount of uranium in the granitic rocks is associated with accessory zircon, sphene, monzonite, orthite, apatite, and other minerals (Gertik, 2003). The Janja granite contains minor amounts of radioactive accessory minerals, mostly zircon, allanite, uraninite, and thorite.

Gertik (2003) reported the mean uranium concentration in the Janja granite as 6.41 ppm (Table 1), and locally up to 20 ppm. Many fractures in the granite contain uranium concentrations between 100 and 200 ppm, excluding the Mezdrāja, Gabrovnica, and Srneči Do uranium deposits, which have much higher concentrations.

Uranium dissolved in the Janja granite varies from 0.2 to 20 ppm, or an average of 3.82 ppm (Gertik, 1988). Dissolved uranium comprises 60% of the total uranium concentration, which indicates its mobility in the entire massif. Accessory radioactive minerals are certainly not the source of this high percentage of dissolved uranium, because uranium

does not readily leach from these minerals, and the source is the subsequent hydrothermal supply of uranium from parts of the massif.

Through rock weathering, most of the uranium changed under oxidizing conditions into the polyvalent state, and this entered the cold solution as uranyl ions. Uranium also was mobilized from uranium deposits and occurrences in the petrogenic and other granitic minerals.

The Janja granite massif shows notable metallogenic uranium specialization from the potential uranium criterion (uranium concentration in rocks, presence of uranium parent minerals, rate of readily dissolved uranium, and presence of a chemical barrier). In this complex of rocks, three uranium deposits have been determined: Gabrovnica, Mezdrāja, and Srneči Do, and many occurrences have been noted (Gertik, 2003; Kovačević, 2006).

(b) The Ravno Bučje Granite occupies an area of approx. 20 km². The commonest mineral present is biotite-amphibole granite, and there are minor masses of microgranite, thin aplite, and a few pegmatite veins.

The mean value of the total uranium concentration and dissolved uranium in the Ravno Bučje granite is 4.04 ppm (Table 1) and

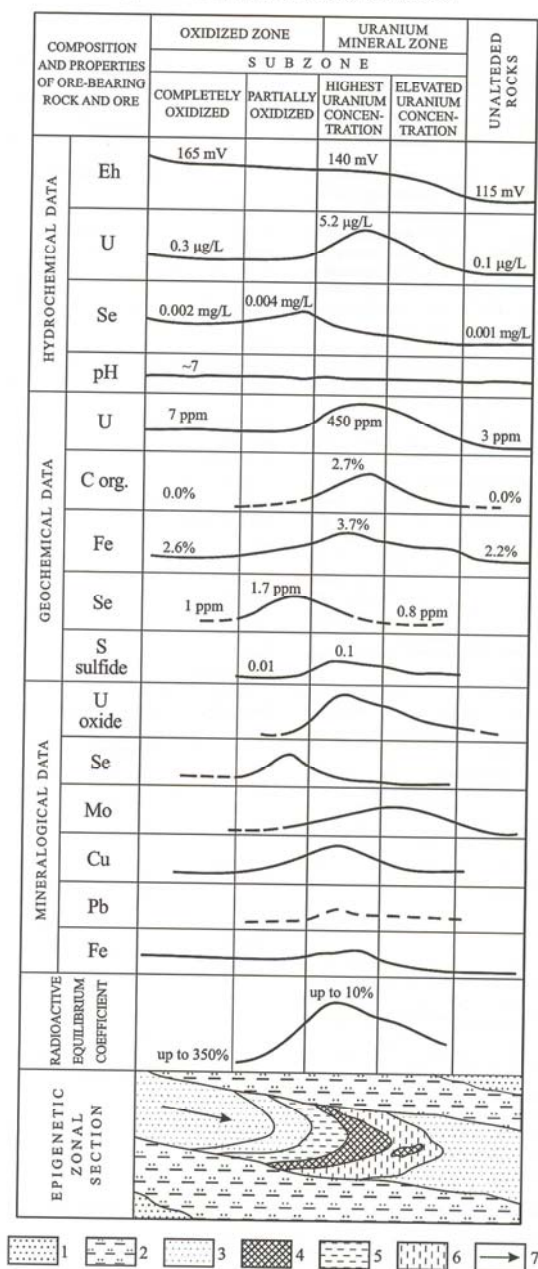


Table 3
Vertical geochemical zoning of Permo-Triassic sandstones and mean U and Th concentrations (Kovačević, 1997).

Geochemical environment	Type of rock	n (no. of samples)	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
Caprock	Fine-grained and silty sandstone	36	14	16	1.14
Geochemical barrier (wide area)	Grey or grey reddish sandstone	108	62	13	0.20
Geochemical barrier proper	Grey sandstone and siltstone with organic material	62	450	15	0.03
Baseroack	Red medium- and coarse-grained sandstone and siltstone	18	3	12	4.00

3.08 ppm, respectively. The dissolved uranium amounts to 76% of the total uranium concentration, which is a very high percentage (Gertik, 2003), and indicates a high degree of uranium leaching from this granite. Given the extent of the granitoid massif (about 20 km²), composition, and deep base level of erosion, surface weathering has released relatively large amounts of uranium into aqueous solution in the form of its uranyl ion. It has been inferred from the absence of valuable uranium minerals, the deep (400 m) base level of erosion, and the high percentage of soluble uranium that the Ravno Bučje granite was a less abundant source of uranium deposition in the Permo-Triassic rocks than the granite of Janja (Kovačević, 1997).

(c) The metasediments of the Inovo Series are metasandstone, phyllite, and slate clay with cataclastic paleovolcanic rocks and their tuffs in an area of around 28 km². The mean concentrations in the metasediments of the Inovo Series are 7 ppm of uranium and 22 ppm of thorium (Kovačević, 2006). The uranium mineral occurrences are associated with a cataclastic, carbonatized, pyritized, and chloritized zone of metamicroconglomeratic arkosic sandstone, which is abundant in graphitic material (Table 2). Accessory molybdenum is also high where the uranium level is elevated. The granites of the Stara Planina have had much influence on the formation of the Inovo Series.

Metasediments of the Inovo Series that were crushed in tectonic events, were prepared for weathering and water transport and eventual deposition into younger basins. High uranium concentrations, as much as 1000 ppm, and the uranium background in the Inovo Series indicate these rocks as being the likely source of the uranium depositions in the Permo-Triassic rocks.

(d) Crystalline schist occupies a large area of the southeastern Stara Planina. This lies under Permian and Permo-Triassic rocks, and emplaces minor intrusions of granodiorite and granodiorite porphyrite (Krstić et al., 1974). The background uranium in the schist is relatively low (2 ppm), but increases to 15 ppm around the intrusions. Because the schist is widespread and has produced a large amount of sediment in the region, the identified concentration of uranium in the Permo-Triassic rocks must have derived from the crystalline schist.

(e) The likely sources of uranium minerals in the Permo-Triassic rocks could have been the gneisses, amphibolites, amphibole schist with minor granodiorite porphyrite intrusions, and Permian sedimentary rocks that had leached uranium.

4.2.2. Mobility of uranium

A major factor for uranium mobilization from the granitic rocks, metasandstone, and schist of the Stara Planina was the supply of mildly acid aqueous solution that altered and leached the rocks. The uranium was dissolved in water producing hexavalent uranyl ions of the cationic complex, UO_2^{2+} , or aqueous complexes, UO_2OH^+ and $(UO_2)_3(OH)_3^{3+}$, and negatively charged carbonate complexes, $UO_2(CO_3)_2^{2-}$ and $UO_2(CO_3)_3^{4-}$, but it also produced fluoride, phosphate, and arsenate ions (Romberger, 1984). The consistency in solution depends on more than one factor (temperature, acidity (pH), redox potential (Eh), concentration of CO_2 , and the presence of adsorbents or reducers).

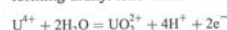
Uranyl ions form from the dissolution of slightly soluble uranates (uraninite or coffinite), which are the primary products of magmatic or other rocks, or accessory (zirconium) or disseminated minerals. The accessory zirconium minerals, such as eudialyte, baddeleyite, and zircon

are constituents of alkaline volcanites, granitic, and other rocks that have built up the Stara Planina, and were the parent rocks of the uranium.

The anionic-cationic composition of water within the limits of the Permo-Triassic rocks is predominantly hydrocarbonate-calcium, second highest in hydrocarbonate-calcium-magnesium, and rarest in sulfate-calcium (Nikić et al., 2008). The oxidation-reduction potential (Eh = +116 to +165 mV) and acidity (pH = 5.7 to 7.7) has greatly influenced the geochemical cycle (Langmuir, 1978).

Surface water supplied oxygen during the alteration of the primary rocks (granite, metasediments, and schist) and this oxidized the uranium. The solution would have been mildly acidic from the CO_2 that formed carbonic acid, H_2CO_3 , with water. The oxygen would have oxidized sulfur from sulfide ions to sulfate ions, and then U^{4+} to UO_2^{2+} . In the presence of hydrocarbonate, the elevated CO_2 in the water would have enhanced the solubility of the uranium minerals and helped to leach uranium from adjacent rocks.

This means that under exogenic conditions, the tetravalent uranium ion in an aqueous solution would have readily oxidized, forming uranyl ions via the following reaction:



Under exogenic conditions, hexavalent uranium compounds (e.g., fluoride, carbonate, and sulfate complexes) are soluble and mobile. In aquifers, where geochemical conditions favor uranium mobility, the uranium concentration in rocks and the mode of its occurrence control the uranium concentration in the groundwater (Adler, 1974; Sherman et al., 2007).

Detailed hydrogeochemical investigations in the areas of the Permo-Triassic sediments have indicated a variation in the total dissolved solids (TDS) in the water within the range 24 to 668 mg/L. The level of uranium was mostly elevated in the water samples with a high TDS value (Nikić et al., 2008), as was the level of trace elements (e.g., Mo, Sr, and P). The concentration of radioactive elements in the water from the Permo-Triassic rocks varies within the following ranges (Gertik, 1989): U from 0.1 to 5.2 µg/L; Ra from 0.036 to 0.294 Bq/L; and Rn from 0.52 to 63.2 Bq/L.

The mobility of uranium described above leads to the conclusion that it was carried either in solution (as hydrocarbonate, carbonate, or less likely, silicate) or in dispersed particles.

Transport of the elements (e.g., U, Th, Mo, and Cu) in the mineral detritus was mechanical before their precipitation in the Permo-Triassic rocks. The length of transportation to the place of deposition depended on where the place of precipitation was, and how distant the parent rocks were (Antonović, 1980; Kovačević, 1997; Nikić et al., 2005).

This long process of uranium mobility has resulted in the fissure-filling uranium deposits under the favorable geochemical conditions of the Stara Planina Permo-Triassic rocks.

4.2.3. Uranium deposition

The deposition of uranium was a staged process that evolved in the following two modes at different times.

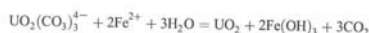
- (1) Surface water deposition of mechanical detritus containing uranium.
- (2) Uranium precipitation from mineral solution in the groundwater.

Fig. 4. Epigenetic zoning of uranium and accessory metals in the Permo-Triassic sediments of the Stara Planina. Key: 1. = Red coarse-grained sandstone; 2. = Red siltstone; 3. = Grey sandstone and siltstone (uraniferous environment); 4. = Uranium mineral; 5. = Mo mineral; 6. = Se mineral; and 7. = Groundwater flow direction.

The first deposition (mode (1)) involving colloidal uranium evolved together with that of the Permo-Triassic sediments. The presence of uranium in accessory constituents of some petrogenic minerals, where the replacing cations were either in the mineral structure or present as uraniferous inclusions, is negligible. Such material mostly deposited in intermittently dry paleodepressions, riparian areas, or oxbows. When submerged by surface, neutral, or weakly alkaline water, the material changed in nature: the acidity level became elevated; the oxidation–reduction potential dropped; and the uranium began to precipitate with sediment deposition. This concluded the first stage of uranium mineral formation, but deposition continued in the deepening of the basin. Uranium concentrations in this type of deposition are usually negligible, and without economic significance, because the uranium is widely scattered and its concentration is low (Berning et al., 1976).

Natural colloids, including organic matter, iron hydroxides, and clays, commonly adsorb uranyl ions from solution (Fig. 3).

The maximum uranium adsorption by iron hydroxide varies with pH in the range pH = 4–5 to 8–9, which is the range of the uranium ions' minimum solubility (Fig. 4). The relationship between the reduction in uranium and the simultaneous oxidation of iron is as follows.



The position of the geochemical barrier in the Permo-Triassic sediments of the Stara Planina was located based on all the geological data that had been collected and interpreted. It extends northwest to southeast, where silt prevails over the sand constituent, which means a higher proportion of the adsorbing clay minerals are present. The zone of lithofacial variation is almost coincident with the zone of elevated organic material and iron minerals (hematite and limonite). Uranium precipitated from the ore-bearing solutions within the extent of the favorable litho-geochemical barrier (Table 3). The uranium shows frequent intermingling with sediment colors, or in oxidizing and reducing environments, which indicates geochemical contrasting. This area is also an environment that favors uranium concentration: i.e., it is a geochemical barrier. According to Miller et al. (1984), reducing conditions at the oxidation–reduction barrier may be created by the presence of hydrosulfide, or in the sediment zones that are rich in organic matter or sulfide minerals (e.g., pyrite and marcasite). A mineral solution would change in such an environment (i.e., littoral facies deposits with organic material, clay minerals, limonite, and hematite). Interaction with rocks of the geochemical barrier would change the water composition, increase its acidity,

reduce its oxidation–reduction potential, and initiate uranium precipitation (Prothero and Schwab, 1996).

Uranium ore bodies in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina are commonly complex crescent shaped, then plate lens-like, with few fissure-filling veins (Fig. 5). They are variable in thickness, from 0.3 m to 0.8 m, and are located in an area between 12,000 m² and >25,000 m². The common uranium mineral is sooty pitchblende, but there are a few other varieties.

4.2.4. Uranium redistribution

The ratio of parent nuclide (²³⁸U) to daughter nuclide (²²⁶Ra) indicates the process of uranium leaching or further deposition in a given environment. This constant ratio is known as the radioactive equilibrium (Antonović, 1990).

A radioactive equilibrium shift to Ra is indicated in the Dojkinci uranium deposit area from radiometric data of drill core and exposed rock samples, gamma log plots of the concentration of eU₃O₈, and analysis of the ground and surface waters. This suggests uranium leaching occurred over a larger area and redeposition occurred in geochemically suitable environments (e.g., grey sandstone and siltstone with organic material, clay, and iron minerals).

Within the extent of the geochemical barrier, the radioactive equilibrium has shifted to uranium, which indicates it is a recent deposition.

Given the character of the groundwater in the study area (hydrocarbonate and carbonate type), some chemical processes have operated towards subsequent leaching and mobility of radium. Any nonequilibrium in the ²³⁸U–²²⁶Ra ratio need not necessarily indicate a supply of uranium or leaching. Most of the collected radioactive equilibrium data indicates that the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina in the geochemical barrier area are still filling their fissures with uranium minerals.

4.3. Uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks model

In general, after being leached from its parent rocks or uraniferous rocks, the uranium migrates and precipitates in the fissures of host rocks (Romberger, 1984). Uranium mobility is a complex process, controlled primarily by underground and surface waters into which uranium precipitates after the environment changes from an oxidizing environment into a reducing environment in the terrains of marked geochemical zoning. Uranium minerals derived in this way are epigenetic, but many of such deposits show syngenetic occurrences that are related directly to the process of sedimentation, which gives them the combined character of fissure-filling and sedimentary deposits.

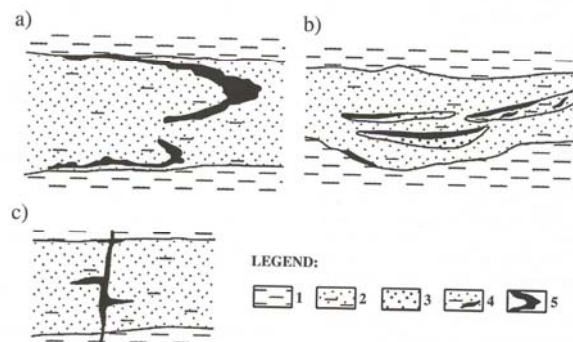


Fig. 5. Sketch of uranium ore bodies in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina: a) crescent-shaped; b) lens-like; and c) vein-like ore bodies. Legend: 1. = Red siltstone, impermeable; 2. = Grey siltstone and fine-grained sandstone; 3. = Medium-grained sandstone; 4. = Grey sandstone with organic material; and 5. = Uranium mineral.

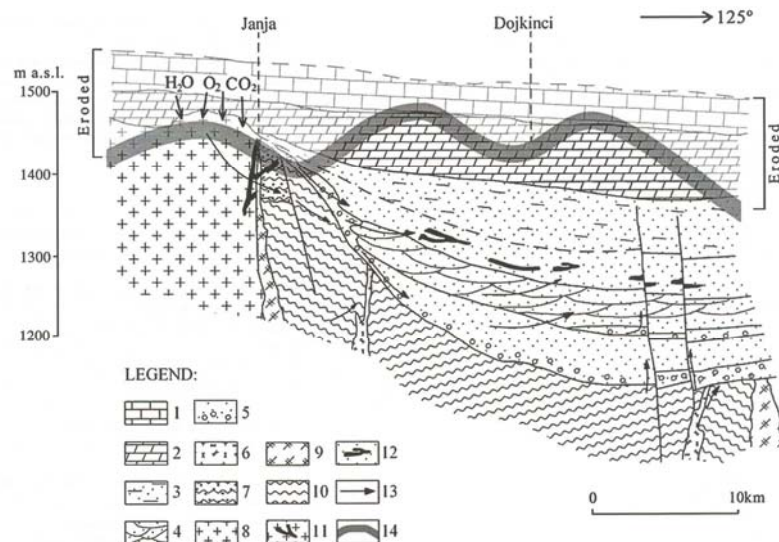


Fig. 6. Model of uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina. Legend: 1. = Conglomerate, sandstone, limestone, and dolomite (Jurassic and Cretaceous); 2. = Limestone and dolomite (Triassic); 3. = Clastics (Permo-Triassic); 4. = Red sediments (Permian); 5. = Coarse-grained Permian rocks; 6. = Granodiorite porphyrite (Permian); 7. = Metasandstone; 8. = Granite (Carboniferous); 9. = Gabbro rocks (Carboniferous); 10. = Greenstone, greenschist, and metasedimentary rocks (Riphean-Cambrian); 11. = Uranium mineral in granite; 12. = Uranium mineral in Permo-Triassic rocks; 13. = Groundwater flow direction; and 14. = Approximate position of recent topography.

The formational history of the Stara Planina Permo-Triassic sedimentary rocks, and of the uranium mobility in them, has evolved in stages. In this example, the process includes:

- formation of a relatively large (paleo) depression;
- surface weathering of rocks (paleorelief degradation);
- transportation of materials and elements (paleotransport);
- concentration of uranium into economically valuable deposits; and
- current processes (mineral deposit disintegration).

This model of uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina explains the metallogenic environment and the general character of the region where mineralization has evolved and the factors controlling these processes.

Uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina has evolved through three or two phases, as follows:

- The first phase was the concentration of uranium during the deposition of the Permo-Triassic sediments. The source of the uranium was granites, gneisses, crystalline schists, and other rocks of the paleotopography, as well as uranium deposits in these rocks. Transport of uranium in mineral detritus, along with other elements, and its deposition in the host rocks was via a mechanical process. In general, its transportation from the source area was as long as the transport of the other constituents that filled the sedimentation basin. This transportation length depended on the distance between the uranium source area and the environment of its precipitation. Thus, uranium and other elements were concentrated concurrently with the formation of the sedimentary rocks, and then were redistributed during the diagenesis.
- The second phase was the reconcentration of the uranium because of infiltration processes. Atmospheric and underground waters that moved through terrigenous and rocks of the paleotopogra-

phy formed uranium compounds and transported them to where the geochemical conditions favored U mobility or U enrichment.

- The third phase, sometimes lacking, consisted of uranium transportation by hypogene solution along fractures and subsequent deposition in a suitable environment.

Fig. 6 and Appendix A show a model of uranium mineralization in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina.

5. Conclusions

Exploration of uranium deposits and occurrences in the Stara Planina over the years has produced information that explains many geological conjectures: the depositional system of clastics and metallogenic factors that controlled uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks. New interpretations contribute to our general knowledge of the geology and metallogeny of the Carpatho-Balkanides.

The factors that controlled the fissure-filling uranium deposits and occurrences in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina are: lithology, geotectonics, hydrogeology, hydrogeochemistry, and climate. With respect to the geological setting, morphology of host rocks, mineral composition, and other relevant characteristics, these uranium occurrences were assigned to the group of exogenic, and dominantly epigenetic mineral emplacements.

Some rocks (e.g., granites, metasediments, and schists) that built up in the Stara Planina were the parent rocks of the uranium where it was leached from, transported, and deposited in the Permo-Triassic rocks. Uranium emplacement is closely related to the sedimentation and geochemical properties of the host rocks. Uranium precipitated lower down in the Permo-Triassic unit of medium- and fine-grained sandstones and fragments of grey siltstone and remnants of carbonized plants.

The largest emplacement of uranium formed along the lines of lithofacies that show changes in color, a higher porosity, the presence

of sulfides, and organic material. This is a zone in the Permo-Triassic rocks that is approximately 150–200 m wide, which acts as a lithogeochemical barrier and a controlling factor of uranium mineralization. Ore bodies found within this zone are crescent shaped, lens- or vein-like and have various sizes.

Genetically, the uranium minerals in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina are fissure-filling deposits, and are comparable with similar deposits found across the world.

Acknowledgements

The Serbian Ministry of Mining and Energy Resources has funded geological and hydrogeological prospecting in the Stara Planina in search of uranium mineral deposits as an energy-significant material in several multidisciplinary projects for decades. We thank the Ministry for making available the relevant geological records and analyses for this research.

Appendix A. Model of uranium ore formation in the Permo-Triassic rocks of the Stara Planina

I Primary sources of uranium	A. Acidic magmatic rock complexes (in order of significance)	1. Granite massif Janja 2. Granite massif Ravno Bučje 3. Jelovica granodiorite porphyrite 4. Minor granite massifs Srebrna Glava, Jelovica
	B. Crystalline schist C. Metasediments D. Permian sediments	Inovo Series Stara Planina Permian sediments Mezdrnja, Gabrovnica, Smeči Do, Inovska reka
Mode of uranium occurrence in rocks or deposits of the Stara Planina	E. Preexisting uranium minerals	
	A. Petrogenic and accessory minerals (e.g., feldspar, mica, apatite, monzonite, allanite, and sphene) B. Interstitial uranium: uraninite (uraninite and Th-uraninite); thorinite; pitchblende; (secondary pitchblende, friable material of uranium oxide, hydroxide, phosphate and silicate-uranium soot); allanite, and monazite	
II Mobility of uranium and accessory metals from primary sources	A. Parent rock weathering and U leaching B. Disintegration and decomposition of primary U minerals and U water in solution	
	A. Mobilizer 2. Transportation of ore constituents	A. Gravity B. Hydrostatic pressure A. Carbonate complexes as $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$ B. Sulfate complexes as $\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2^{2-}$ C. Subordinate other transportations
III Uranium transportation	3. Cold (ore-bearing) solutions, composition, and concentration	A. Anion-cation composition (mg/L): $\text{HCO}_3^- = 9.1\text{--}262.3$; $\text{SO}_4^{2-} = 3.0\text{--}28.0$; $\text{Cl}^- = 3.5\text{--}10.7$; $\text{Ca}^{2+} = 4.0\text{--}120.0$; $\text{Na}^+ = 0.6\text{--}29.6$; $\text{Mg}^{2+} = 0.6\text{--}73.2$; $\text{K}^+ = 0.3\text{--}3.6$; and $\text{NH}_4^+ = 0.0\text{--}0.8$ B. Trace elements (mg/L): $\text{F} = 0.01\text{--}0.17$;

Appendix A (continued)

		Br = 0.02–0.15; I = 0.01–0.08; P = 0.01–0.1; Al = 0.01–0.71; Sr = 0.00–2.78; Li = 0.00–0.05; Mn = 0.00–0.03; Zn = 0.00–0.02; Mo = 0.001–0.006; Se = 0.001–0.004; SiO ₂ = 2.0–24.0 C. Radioelements: U = 0.1–5.2 µg/L; Ra = 0.036–0.294 Bq/L; Rn = 0.52–63.2 Bq/L D. Dissolved gases (mg/L): CO ₂ = 2.1–26.4; O ₂ = 4.46–12.3; H ₂ S = 0.02–0.23 E. Mineral salts from 24.1 to 667.8 mg/L F. Water temperature 4–20 °C G. pH = 5.7 to 7.7; Eh = +115 to +165 mV HCO ₃ ⁻ -Ca; HCO ₃ ⁻ -Ca-Mg; HCO ₃ ⁻ -SO ₄ -Ca-Mg
	4. Chemical type of water	A. Medium long to relatively short distance (25 km–1 km) B. Free movement of cold solution over weathered basin borderland C. Cold solution infiltration through porous and crushed rocks
	5. Transportation distance and solution mobility	
IV Factors controlling uranium ore deposition	1. Lithological	A. Sedimentary products: sandstone; siltstone; and slate
	2. Lithofacial	A. Littoral shallow-water facies (deltas, oxbows), grey and green sandstones, and siltstone between screening red argillaceous rocks
	3. Physical and chemical	A. Oxidation–reduction barrier B. Adsorption barrier
V Deposition of ore and mineral constituents	1. Release of ore and mineral constituents	A. Adsorption on organic matter, clay minerals, carbonate matrix, and Fe minerals B. Precipitation, change in Eh, pH, and chemical composition of the water
	2. U mineral concentration rate in ore bodies (U ₃ O ₈)	A. Various concentration rates. Mean U concentration in six identified ore bodies was 320 to 1000 ppm
	3. Ore body morphology and size	A. Prevailing (complex) crescent- and lens-like, rarely veins B. Size from 14,000 to 25,000 m ² , thickness = 0.3 to 1.5 m, average thickness = 0.7 m, veins very small
	4. Mineral paragenesis	A. U deposits with locally appreciable sulfide concentration B. Ore minerals: pitchblende; sooty Pitchblende; and coffinite C. Accessory minerals: chalcocopyrite; pyrite; chalcocite; sphalerite; marcasite; and covellite U, Th, Ra, Cu, Mo, Se, Pb, Ba, Sr, Fe, Ti, Mn, and V
	5. Element associations in ore bodies	

Appendix A (continued)

VI Postmineral changes in ore bodies	A. Mechanical disintegration by erosion processes (Jelovica and Lokve) B. Redistribution of valuable constituents within the geochemical barrier and all the Permo-Triassic sediments
--------------------------------------	--

References

- Adler, H.H., 1974. Concepts of uranium-ore formation in reducing environments in sandstones and other sediments. *Proceedings: Formation of Uranium Ore Deposits*. International Atomic Energy Agency, Athens, Greece, pp. 141–168.
- Andelković, M., 1996. *Geology of Stara Planina*. Tectonics. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade. (in Serbian).
- Andelković, J., Krstić, B., Čirić, A., Martinović, D., Bogdanović, P., 1975. Base Geological Map at 1:100,000, Sheet Pirot, and Textual Explanation. Federal Geological Survey, Belgrade (in Serbian).
- Andelković, M., Mitrović-Petrović, J., Jankičević, J., Rabrenović, D., Andelković, J., Radulović, V., 1996. *Geology of Stara Planina*. Stratigraphy. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade. (in Serbian).
- Antonović, A., 1980. Red Permian sandstone formation in Yugoslavia and elsewhere. *Proceedings of the Regional Geology and Paleontology Symposium*. In: Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Yugoslavia, pp. 347–356 (in Serbian).
- Antonović, A., 1990. Natural Radioactivity – Importance for Research in Geology. Geoinstitut Publ., Belgrade. (in Serbian).
- Berning, J., Cooke, R., Hiemstra, S.A., Hoffman, U., 1976. The Rossing uranium deposits, South West Africa. *Economic Geology* 71 (1), 351–368.
- Gertik, S., 1988. Factors controlling uranium mineralization in Stara Planina variegated sandstone. *Radovi Geoinstituta* 22, 33–41 (in Serbian).
- Gertik, S., 1989. Sedimentological and geochemical characteristics of variegated sandstone and factors controlling mineralization. *Radovi Geoinstituta* 23, 19–26 (in Serbian).
- Gertik, S., 2003. *Uranium Deposits and Occurrences of Stara Planina*. Dedraplast Publ., Belgrade. (in Serbian).
- Kovačević, J., 1997. *Uranium metallogeny in Permo-Triassic rocks of Stara Planina*. Master's thesis, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia (in Serbian).
- Kovačević, J., 2006. *Metallogeny of Stara Planina region*. PhD Thesis, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia (in Serbian).
- Krstić, B., Kalenit, M., Rakić, B., Rajčević, D., Banković, V., 1974. Base geological map at 1:100,000, sheet Belogradchik and textual explanation. Federal Geological Survey, Belgrade (in Serbian).
- Langmuir, D., 1978. Uranium solution-mineral equilibria at low temperatures with applications to sedimentary ore deposits. *Geochemica et Cosmochimica Acta* 42, 547–569.
- Miller, W.R., Wanty, R.B., McHugh, J.B., 1984. Application of mineral-solution equilibria to geochemical exploration for sandstone-hosted uranium deposits in two basins in west-central Utah. *Economic Geology* 79 (2), 266–283.
- Nash, J.T., Granger, H.C., Adams, S.S., 1981. *Geology and concepts of genesis of important types of uranium deposits*. *Economic Geology, Seventy-Fifth Anniversary*, vol. 1905–1980, pp. 63–116.
- Nikić, Z., Kovačević, J., Radošević, B., 2002. Uranium content in ground water in Stara Planina Triassic sediments. *Proceedings: Uranium in the Aquatic Environment*. In: Springer, Berlin, Germany, pp. 99–106.
- Nikić, Z., Kovačević, J., Radošević, B., 2005. Changes in discharged water quality from abandoned uranium mines near Kalna. In: Merkel, J.B., Hasche-Berger, A. (Eds.), *Uranium in the Environment: Mining Impact and Consequences*. In: Springer, Berlin, Germany, pp. 765–772.
- Nikić, Z., Kovačević, J., Papić, P., 2008. Uranium in the groundwater of Permo-Triassic aquifers of the Visok region, Stara Planina, eastern Serbia. *Water, Air and Soil Pollution* 192, 47–58.
- Prothero, R.D., Schwab, F., 1996. *Sedimentary Geology*. W.H. Freeman and Company, New York, USA.
- Romberger, S., 1984. Transport and deposition of uranium in hydrothermal systems at temperatures up to 300 °C. In: De Vivo, B., Ippolito, F., Capaldi, G., Simpson, P.R. (Eds.), *Geochemical Implications – Uranium Geochemistry, Mineralogy, Geology, Exploration and Resources*. Institute of Mining and Metallurgy, London, pp. 12–17.
- Sherman, H.M., Gierke, J.S., Anderson, C.P., 2007. Controls on spatial variability of uranium in sandstone aquifers. *Ground Water Monitoring & Remediation* 27 (2), 106–118.

В.4. ИНДЕКС ЦИТИРАНОСТИ

Др Петар Ј. Папић
РГФ, Београд

27.03.2009

**ИЗРАДА БИБЛИОГРАФИЈЕ ЦИТИРАНИХ РАДОВА ИЗ БАЗЕ ПОДАТАКА
Science Citation Index 1980-1995 и Web of Science 1996-2009. ГОДИНЕ**

УКУПНО ЦИТАТА: 13

SCI-CD 1980-1995

1.KRESIC-N-1992-ENVIRON-GEOL-WATER-S-V20-P157

Record 1 of 2.

Authors: Felton-GK Currens-JC

Title: Peak Flow-Rate and Recession-Curve Characteristics of a Karst Spring in the Inner Bluegrass, Central Kentucky

Full source: JOURNAL OF HYDROLOGY 1994, Vol 162, Iss 1-2, pp 99-118

Language: English

Record 2 of 2.

Authors: Mayer-AS Rabideau-AJ Mitchell-RJ Imhoff-PT Lowry-MI Miller-CT

Title: Groundwater Quality

Full source: WATER ENVIRONMENT RESEARCH 1993, Vol 65, Iss 4, pp 486-534

Language: English

2.KRESIC-N-1990-ENVIRON-GEOL-WATER-S-V15-P131

Record 1.

Authors: Lyons-WB Lent-RM Djukic-N Maletin-S Pujin-V Carey-AE

Title: Geochemistry of Surface Waters of Vojvodina, Yugoslavia

Full source: JOURNAL OF HYDROLOGY 1992, Vol 137, Iss 1-4, pp 33-55

Language: English

3.PAPIC-P-1986-28TH-SERB-C-CHEM-BEO

Record 1.

Authors: Filipovic-B Vujasinovic-S Matic-I

Title: Phenol Occurrences in Groundwater Resources of Serbia

Full source: WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY 1991, Vol 24, Iss 11, pp 111-116

Language: English

WEB OF SCIENCE 1996-2009

1.KRESIC N, 1992, ENVIRON GEOL WAT SCI, V20, P157.

Record 1

Author(s): Morales, T (Morales, Tomas); de Valderrama, IF (de Valderrama, Inigo Fdez); Uriarte, JA (Uriarte, Jesus A.); Antiguedad, I (Antiguedad, Inaki); Olazar, M (Olazar, Martin)

Title: Predicting travel times and transport characterization in karst conduits by analyzing tracer-breakthrough curves

Source: JOURNAL OF HYDROLOGY, 334 (1-2): 183-198 FEB 20 2007

Record 2

Author(s): Tam, VT; De Smedt, F; Batelaan, O; Hung, LQ; Dassargues, A

Title: Study of cavernous underground conduits in Nam La (Northwest Vietnam) by an integrative approach

Source: HYDROGEOLOGY JOURNAL, 13 (5-6): 675-689 OCT 2005

Record 3

Author(s): Vadillo, I; Andreo, B; Carrasco, F

Title: Groundwater contamination by landfill leachates in a karstic aquifer

Source: WATER AIR AND SOIL POLLUTION, 162 (1-4): 143-169 MAR 2005

Record 4

Author(s): Kilroy, G; Coxon, C

Title: Temporal variability of phosphorus fractions in Irish karst springs

Source: ENVIRONMENTAL GEOLOGY, 47 (3): 421-430 FEB 2005

Record 5

Author(s): Malard, F; Reygrobellet, JL; Winiarski, T

Title: Physico-chemical and biological dynamics of a sewage-polluted limestone aquifer

Source: INTERNATIONALE REVUE DER GESAMTEN HYDROBIOLOGIE, 82 (4): 507-524 1997

Record 6

Author(s): MoralesJuberias, T; Olazar, M; Arandes, JM; Zafra, P; Antiguedad, I; Basauri, F

Title: Application of a solute transport model under variable velocity conditions in a conduit flow aquifer: Olalde karst system, Basque Country, Spain

Source: ENVIRONMENTAL GEOLOGY, 30 (3-4): 143-151 APR 1997

**2.STEVANOVIC Z, 1997, KARST WATERS ENV IMP, P199.
STEVANOVIC Z, 1997, KARST WATERS ENV IMP, P19.**

Record 1

Author(s): Kalantari, N; Mohammadi, R; Pakzad, M; Afrasiabian, A

Editor(s): Seiler, KP; Wohnlich, S

Title: Groundwater tracing in the Poshte-Naz karstic area in northern Iran

Source: NEW APPROACHES CHARACTERIZING GROUNDWATER FLOW, VOLS 1 AND 2: 121-124 2001

Conference Title: 31st International-Association-of-Hydrogeologists Congress

Conference Date: SEP 10-14, 2001

Conference Location: MUNICH, GERMANY

Record 2

Author(s): Stevanovic, Z (Stevanovic, Zoran); Jemcov, I (Jemcov, Igor); Milanovic, S (Milanovic, Sasa)

Title: Management of karst aquifers in Serbia for water supply

Source: ENVIRONMENTAL GEOLOGY, 51 (5): 743-748 JAN 2007

Conference Title: International Conference on Water Resource and Environmental Problems in Karst

Conference Date: SEP 14-19, 2005

Conference Location: Belgrade, SERBIA

3.PAPIC P, 1991, SCALING CORROSION PO.

Record 1 of 1

Author(s): Tomaszewska, B (Tomaszewska, Barbara)

Title: The prognosis of scaling phenomena in geothermal system using the geochemical modeling methods

Source: GOSPODARKA SUROWCAMI MINERALNYMI-MINERAL RESOURCES MANAGEMENT, 24 (2): 399-407 Part 3 2008

Према бази података Science Citation Index и Web of Science пронађено је 13 цитата.

Г. УЧЕШЋЕ НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНГРЕСИМА И СИМПОЗИЈУМИМА

Др Петар Папић је са својим научним радовима учествовао на домаћим и иностраним научним скуповима, конгресима и симпозијумима, од којих су најзначајнији Светски геолошки конгреси у САД и Кини, Светски геотермални конгрес у Фиренци (Италија) и Сапбороу (Јапан), Конгреси Међународне асоцијације хидрогеолога у Француској, Грчкој, Немачкој, Португалу, Кипру, Румунији, Чешкој, Пољској, Шпанији, Швајцарској, Турској, Енглеској, Словачкој и Аустрији. Као стипендиста Уједињених Нација користио је стипендију на Исланду, у оквиру специјализације из области „Chemistry of Thermal Fluids“

Д. УЧЕШЋЕ И РУКОВОЂЕЊЕ ПРОЈЕКТИМА

Др Петар Папић је активан учесник у већини научних и стручних пројеката и студија који се реализују на Департману за хидрогеологију. Учествовао је у реализацији преко **150** стручних пројеката, студија и елабората, од којих су најважнији они **пројекти** који су финансирани од стране Министарства за науку и технологију, Министарства за заштиту животне средине, као и два Међународна пројекта :

1. **Водни минерални ресурси литосфере Србије 1992-1996 (МНТ)**
2. **Водни минерални ресурси литосфере Србије 1996-2001 (МНТ)**
3. **Стање, потенцијал и могућности коришћења ресурса подземних вода на територији Републике Србије, 1999 (МНТ)**
4. **Иновациони пројекат И.5.0803, 1995/96 /МНТ)**
5. **Иновациони пројекат И.5.1083, 1996/97 (МНТ)**
6. **Иновациони пројекат И.2.1794, 1997/98 /МНТ)**
7. **Истраживање, оцена одрживости и интегрално коришћење хидрогеолошких ресурса: еколошки, економски и енергетски значај за одрживи развој Србије, 2001-2005 (МНТ)**
8. **Водоснабдевање становништва Србије израдом подземних карстних акумулација, 2002 (МЖС) (Руководилац)**
9. **Scalling and Corrosion potential of mineral waters in Serbia, Iceland, 1991 (УН) (Руководилац)**
10. **Утицај вегетационих покривача на хидролошки циклус у Србији, 2004**
11. **Хидрогеотермална потенцијалност Београда, 2005**
12. **SUDEHSTRA, Међународни пројекат са Мађарском, 2007/2008 (International Project ERDF / INTERREG IIIA: „Sustainable development of Hungarian – Serbian transboundary aquifer (SUDEHSTRA)“. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology & Directorate for Environmental Protection and Water Management of Lower Tisza District (Hungary).**
13. **Заштита подземних водних ресурса Србије, 2006/2010 (МЖСПП)**
14. **Радиоактивност подземних вода Србије, 2008/2012 (МЖСПП) (Руководилац)**
15. **Хидрохемијски атлас подземних вода Србије, 2010/2014 (МЖСПП) (Руководилац)**

Ђ. ЧЛАНСТВА У УДРУЖЕЊИМА

Др Петар Папић је члан:

1. Међународног удружења хидрогеолога (International Association of Hydrogeologists)
2. Српског Геолошког друштва
3. Истраживачке станице Петница

Е. ОБЈАВЉЕНИ НОВИНСКИ ЧЛАНЦИ И ИНТЕРВЈУИ

1. „Новости“: Воде, велико благо Србије, Додатак Воде Србије, стр.4-5, 09.08.2006.
2. „Преглед“: Флаширана вода је квалитетна, Додатак Воде, стр.5-8, јуни 2006
3. „Илустрована Политика“ : Какву воду пијемо?, стр.16-18, бр.2517,14.4.2007
4. Радио Глас Србије, Флаширане воде Србије, 30 минута Емисија Екологија, 2009
5. БК телевизија: Међународни дан вода, интервју 10 минута.

У свом досадашњем раду Др Петар Папић је научној и стручној јавности пружио више нових научних прилога из Хидрохемије и Хидрогеоекологије, и њихове примене у хидрогеологији. То се најбоље може видети из приказа његових научних радова. Његов највећи допринос представљају резултати до којих је дошао у својој магистарској тези и докторској дисертацији. Такође, кандидат веома успешно ради на популаризацији две блиске природне науке, геологије и хемије, не само на Рударско-геолошком факултету, већ и у Истраживачкој станици у Петници, као један од оснивача и предавач у реализацији програма „Хемија вода“.

Ж. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На расписани конкурс за избор једног редовног професора за ужу научну област Хидрогеоекологија на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, пријавио се један кандидат: Др Петар Папић, ванредни професор на Рударско-геолошком факултету у Београду.

Комисија је размотрила поднету документацију и закључила да кандидат Др Петар Папић има:

- **Докторат** из научне области геологија за коју се бира;
- **114 научних радова** који представљају допринос афирмацији и развоју хидрохемије и заштите подземних вода: **30** радова у националним часописима, **42** рада на националним скуповима, **36** радова на међународним конгресима, **4** рада у међународним часописима и **2** поглавља у међународним монографијама (четири рада у међународним часописима са СЦИ листе) и монографију националног значаја.
- У периоду од избора у звање ванредног професора објавио је **монографију националног значаја и 20 радова**, од чега **два рада у водећим међународним часописима са СЦИ листе**, **два поглавља у монографијама међународног значаја и 10 радова на међународним скуповима.**
- Активно је учествовао у реализацији **13 пројеката Министарства за науку и технологију и Министарства за заштиту животне средине**, као и два међународна пројекта.
- Учествовао је у реализацији **117 дипломских радова**, а од избора у звање ванредног професора у **69 дипломских радова, шест магистарских теза и четири доктората**; ментор је у једној докторској дисертацији.
- Одржава предавања и вежбе из **четири наставна предмета** академских студија и **два предмета** у оквиру докторских студија;
- Према резултатима студентског вредновања у периоду од избора у звање ванредног професора оцењен је одличном просечном оценом **4.82.**

На основу напред изнетог и Критеријума за стицање звања наставника на Универзитету, комисија је закључила да кандидат у потпуности испуњава услове за избор у звање редовног професора, и предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, да се Др Петар Папић изабере у звање **РЕДОВНОГ ПРОФЕСОРА** за **УЖУ НАУЧНУ ОБЛАСТ ХИДРОГЕОЕКОЛОГИЈА**, на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду.

Београд, 22.09.2010.године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. _____
Др Иван Матић, ред.проф., Рударско-геолошки факултет, Београд
2. _____
Др Веселин Драгишић, ред.проф., Рударско-геолошки факултет, Београд
3. _____
Др Мирослав М.Врвић, ред.проф., Хемијски факултет, Београд