

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-  
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ  
11120 Београд 35, Ђушина 7, п.п. 35-62  
Тел: (011) 3219-100, Факс: (011) 3235-539



UNIVERSITY OF BELGRADE,  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY  
Republic of Serbia, Belgrade, Djusina 7  
Phone:(381 11) 3219-100, Fax:(381 11) 3235-539

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ  
Бр. 3257  
12. 2015 20 год  
БЕОГРАД, Ђушина бр. 7

## НАУЧНА СТУДИЈА

### ГЕОТЕРМАЛНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ

### ИСТРАЖИВАЊЕ, ВАЛОРИЗАЦИЈА И НАЧИНИ КОРИШЋЕЊА

Аутори:

Др Дејан Миленић, ред. проф.

Шеф Департмана  
за Хидрогеологију:

Др Петар Докмановић, ред. проф.

Др Ана Врањеш науч. сарадник

Декан факултета:



Др Душан Полоччић, ред. проф.

Београд, 2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-  
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

11120 Београд 35, Ђушина 7, п.п. 35-62  
Тел: (011) 3219-100, Факс: (011) 3235-539



UNIVERSITY OF BELGRADE,  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Republic of Serbia, Belgrade, Djusina 7  
Phone:(381 11) 3219-100, Fax:(381 11) 3235-539

## ОПШТИ ПОДАЦИ О СТУДИЈИ

**Назив Студије:** Геотермални потенцијал територије АП Војводине – истраживање, валоризација и начини коришћења

**Пројектант:** Рударско-геолошки факултет,  
Универзитет у Београду  
Департман за Хидрогеологију  
Ђушина, 7, 11 000 Београд

**Инвеститор:** Покрајински секретаријат за енергетику и  
минералне сировине АП Војводина,  
Булевар Михајла Пупина 16,  
21 000 Нови Сад

**Период израде Студије:** Август 2015. – Децембар 2015.

### **Консултанти на изради Студије:**

*Консултанти за хидрогеолошка истраживања:*

**Др Зоран Стевановић, ред. проф.**

**Др Веселин Драгишић, ред. проф.**

*Консултанти за регионалну геологију:*

**Др Мери Ганић, ван. проф.**

**Ђорђе Мариновић, дипл. инж. геол.**

### **Сарадници на изради Студије:**

**Маст. инж. Милан Вукићевић, истр.прип.**

## САДРЖАЈ

Изјава о ауторству  
Општа документација

### **I ДЕО** **ТЕОРЕТСКЕ ОСНОВЕ, ПОДЛОГЕ И** **ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА**

<b>1. ОПРАВДАНОСТ ИЗРАДЕ И ОСНОВНИ ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Опште информације о изради Студије.....	1
1.2. Оправданост израде Студије.....	3
1.2.1. Актуелност изведених истраживања.....	3
1.2.2. Положај изведених истраживања у локалним, националним и међународним стратегијама развоја.....	17
1.2.3. Актуелна законска регулатива у области истраживања и коришћења геотермалне енергије у Републици Србији.....	22
1.2.4. Неопходност одређивања геотермалног потенцијала у односу на друге енергетске ресурсе у АП Војводина.....	25
1.2.4.1. Историјат и традиција геотермалних истраживања у Србији и АП Војводини.....	27
1.2.4.2. Значај одређивања геотермалног потенцијала у односу на потенцијале других извора енергије на територији АП Војводина.....	30
1.2.5. Научни допринос израде Студије и компетентност аутора студије.....	32
1.3. Основни циљеви израде Студије.....	34
<b>2. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА.....</b>	<b>37</b>
2.1. Примењена концепција и методологија истраживања.....	37
2.2. Примењене методе истраживања.....	43
2.3. Примењене јединице у прорачунима.....	59
<b>3. ТЕОРЕТСКЕ ОСНОВЕ И ПОДЛОГЕ ЗА ГЕОТЕРМАЛНА</b> <b>ИСТРАЖИВАЊА.....</b>	<b>62</b>
3.1. Извори енергије на планети и међусобни односи.....	62
3.2. Основне дефиниције и поделе ОИЕ.....	73
3.3. Основни појмови и класификације о геотермалној енергији.....	75

**II ДЕО**  
**ОСНОВНЕ КЛИМАТСКЕ, ХИДРОЛОШКЕ, ГЕОМОРФОЛОШКЕ И**  
**ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АП ВОЈВОДИНЕ**

<b>4. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>90</b>
4.1. Дефинисање граница распрострањења Панонског басена на подручју Србије.....	91
4.2. Административна организација територије АП Војводине.....	93
<b>5. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> <b>ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>97</b>
5.1. Падавине.....	98
5.2. Температура ваздуха.....	101
5.3. Остали климатски параметри.....	104
<b>6. ХИДРОЛОШКЕ И ХИДРОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> <b>ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>107</b>
<b>7. ГЕОМОРФОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> <b>ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>113</b>
<b>8. ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>126</b>
8.1. Приказ досадашњих геолошких истраживања.....	126
8.2. Историјат настанка Панонског басена.....	129
8.3. Приказ литостратиграфских јединица.....	147
8.3.1. Палеозоик.....	147
8.3.2. Мезозоик.....	151
8.3.2.1. Тријас.....	151
8.3.2.2. Јура.....	155
8.3.2.3. Креда.....	155
8.3.3. Кенозоик.....	157
8.3.3.1. Терцијар.....	157
8.3.3.1.1. Палеоген.....	157
8.3.3.1.2. Неоген.....	157
8.3.3.2. Квартар.....	162
8.3.3.2.1. Плеистоцен.....	162
8.3.3.2.2. Холоцен.....	166
8.4. Магматизам.....	168
8.5. Тектонско-структурне карактеристике Панонског басена.....	169

**III ДЕО**  
**ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АП ВОЈВОДИНЕ**

<b>9. ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>179</b>
9.1. Приказ досадашњих хидрогеолошких истраживања.....	179
9.2. Одабир оптималног приказа хидрогеолошких карактеристика територије АП Војводине.....	182
9.3. Приказ хидрогеолошких карактеристика.....	188
9.3.1. Први хидрогеолошки систем.....	188
9.3.1.1. Приказ заступљених типова издани.....	188
9.3.2. Други хидрогеолошки систем.....	197
9.3.2.1. Приказ заступљених типова издани.....	197
9.3.3. Трећи хидрогеолошки систем.....	198
9.3.3.1. Приказ заступљених типова издани.....	198
9.3.4. Четврти хидрогеолошки систем.....	200
9.3.4.1. Приказ заступљених типова издани.....	200
9.4. Термалне и термоминералне воде на подручју АП Војводине.....	206

**IV ДЕО**  
**ГЕОТЕРМАЛНИ ПОТЕНЦИЈАЛ АП ВОЈВОДИНЕ**

<b>10. АНАЛИЗА ГЕОТЕРМАЛНИХ ИНДИКАТОРА НА ТЕРИТОРИЈИ АП ВОЈВОДИНЕ (РЕГИОНАЛНИ НИВО).....</b>	<b>212</b>
10.1. Гравиметријска мерења / Бугеове аномалије на територији АП Војводине.....	213
10.2. Магнетизам на територији АП Војводине.....	216
10.3. Дебљина Земљине коре на територији АП Војводине.....	218
10.4. Густина терестричног топлотног тока на територији АП Војводине.....	220
10.5. Геотермални градијент на територији АП Војводине.....	224

<b>11. ГЕОТЕРМАЛНА РЕЈОНИЗАЦИЈА ТЕРИТОРИЈЕ АП ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>230</b>
11.1. Примењена методологија и критеријуми за рејонизацију- вишепараметарска анализа.....	231
11.2. Добијени резултати вишепараметарске анализе-геотермални подрејони Војводине.....	232
11.3. Начини дефинисања геотермалног потенцијала.....	244
<b>12. ГЕОТЕРМАЛНИ ПОДРЕЈОН СЕВЕР.....</b>	<b>256</b>
12.1. Основи подаци за подрејон север.....	256
12.2. Улазни подаци за прорачун геотермалног потенцијала.....	257
12.3. Прорачун геотермалног потенцијала.....	264
12.3.1. Субгеотермални потенцијал.....	264
12.3.2. Геотермални потенцијал.....	265
12.3.2.1. Статички кондуктивни потенцијал.....	265
12.3.2.2. Динамички конвективни потенцијал.....	266
<b>13. ГЕОТЕРМАЛНИ ПОДРЕЈОН ЦЕНТАР.....</b>	<b>267</b>
13.1. Основи подаци за подрејон центар.....	267
13.2. Улазни подаци за прорачун геотермалног потенцијала.....	268
13.3. Прорачун геотермалног потенцијала.....	277
13.3.1. Субгеотермални потенцијал.....	277
13.3.2. Геотермални потенцијал.....	278
13.3.2.1. Статички кондуктивни потенцијал.....	278
<b>14. ГЕОТЕРМАЛНИ ПОДРЕЈОН ЈУГ.....</b>	<b>279</b>
14.1. Основи подаци за подрејон југ.....	279
14.2. Улазни подаци за прорачун геотермалног потенцијала.....	280
14.3. Прорачун геотермалног потенцијала.....	287
14.3.1. Субгеотермални потенцијал.....	287
14.3.2. Геотермални потенцијал.....	288
14.3.2.1. Статички кондуктивни потенцијал.....	288
14.3.2.2. Динамички конвективни потенцијал.....	289
<b>15. УКУПНИ ГЕОТЕРМАЛНИ ПОТЕНЦИЈАЛ И РЕЛАЦИЈЕ СА ЕНЕРГЕТСКИМ БИЛАНСОМ И ЕНЕРГЕТСКИМ ПОТРЕБАМА ВОЈВОДИНЕ.....</b>	<b>290</b>

**V ДЕО**  
**МОГУЋНОСТИ КОРИШЋЕЊА ГЕОТЕРМАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ**  
**У АП ВОЈВОДИНИ**

<b>16. ДИСТРИБУЦИЈА ГЕОТЕРМАЛНОГ ПОТЕНЦИЈАЛА</b>	
<b>ТЕРИТОРИЈЕ ВОЈВОДИНЕ ПО УПРАВНИМ</b>	
<b>ОКРУЗИМА И ОПШТИНАМА.....</b>	<b>297</b>
16.1. Примењена методологија.....	297
16.2. Геотермални потенцијал по управним окрузима и	
општинама у АП Војводини.....	298
16.2.1. Јужнобачки округ.....	298
16.2.1.1. Град Нови Сад.....	298
16.2.1.2. Општина Сремски Карловци.....	300
16.2.1.3. Општина Бач.....	302
16.2.1.4. Општина Бачка Паланка.....	304
16.2.1.5. Општина Врбас.....	306
16.2.1.6. Општина Бачки Петровац.....	308
16.2.1.7. Општина Србобран.....	310
16.2.1.8. Општина Темерин.....	312
16.2.1.9. Општина Беочин.....	314
16.2.1.10. Општина Тител.....	316
16.2.1.11. Општина Жабалъ.....	318
16.2.1.12. Општина Бечеј.....	320
16.2.2. Западнобачки округ.....	322
16.2.2.1. Општина Сомбор.....	322
16.2.2.2. Општина Апатин.....	324
16.2.2.3. Општина Кула.....	326
16.2.2.4. Општина Оџаци.....	328
16.2.3. Севернобачки округ.....	330
16.2.3.1. Општина Суботица.....	330
16.2.3.2. Општина Бачка Топола.....	332
16.2.3.3. Општина Мали Иђош.....	334
16.2.4. Севернобанатски округ.....	336
16.2.4.1. Општина Кањижа.....	336
16.2.4.2. Општина Сента.....	338
16.2.4.3. Општина Ада.....	340
16.2.4.4. Општина Нови Кнежевац.....	342
16.2.4.5. Општина Чока.....	344
16.2.4.6. Општина Кикинда.....	346
16.2.5. Средњебанатски округ.....	348
16.2.5.1. Општина Зрењанин.....	348
16.2.5.2. Општина Нови Бечеј.....	350
16.2.5.3. Општина Житиште.....	352
16.2.5.4. Општина Нова Црња.....	354
16.2.5.5. Општина Сечањ.....	356



16.2.6. Јужнобанатски округ.....	358
16.2.6.1. Општина Опово.....	358
16.2.6.2. Општина Ковачица.....	360
16.2.6.3. Општина Пландиште.....	362
16.2.6.4. Општина Алибунар.....	364
16.2.6.5. Општина Панчево.....	366
16.2.6.6. Општина Вршац.....	368
16.2.6.7. Општина Ковин.....	370
16.2.6.8. Општина Бела Црква.....	372
16.2.7. Сремски округ.....	374
16.2.7.1. Општина Шид.....	374
16.2.7.2. Општина Сремска Митровица.....	376
16.2.7.3. Општина Ириг.....	378
16.2.7.4. Општина Рума.....	380
16.2.7.5. Општина Инђија.....	382
16.2.7.6. Општина Стара Пазова.....	384
16.2.7.7. Општина Пећинци.....	386

## **VI ДЕО**

### **ОПТИМИЗАЦИЈА КОРИШЋЕЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА КАО ХИДРОГЕОТЕРМАЛНОГ РЕСУРСА**

#### **17. ЗНАЧАЈ КОРИШЋЕЊА ГЕОТЕРМАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ У КОНЦЕПТУ ПОВЕЋАЊА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У ЗГРАДАРСТВУ И ПРОСТОРНОМ ПЛАНИРАЊУ**

17.1. Анализа стамбеног фонда Србије и Војводине.....	388
17.2. Тренутно стање и мере за повећање енергетске ефикасности у зградарству.....	390
17.3. Енергетски пасош.....	404
17.4. Коришћење геотермалних ресурса у новоградњи.....	406
17.5. Коришћење геотермалних ресурса у постојећим објектима....	408
17.6. Улога геотермалних ресурса у изради просторних планова....	410

#### **18. КОРИШЋЕЊЕ ТОПЛОТНИХ ПУМПИ.....**

18.1. Примена топлотних пумпи.....	412
18.2. Принцип рада и подела топлотних пумпи.....	414
18.3. Режим рада топлотне пумпе вода-вода и оствариве уштеде у енергији.....	417



<b>19. ХИДРОГЕОЛОШКИ/ГЕОТЕРМАЛНИ ДУБЛЕТИ.....</b>	<b>422</b>
19.1. Управљање хидрогеотермалним ресурсима у процесу експлоатације.....	422
19.2. Класификација упојних бунара.....	426
19.3. Хидрогеолошки дублети.....	428
19.3.1. Оптимално растојање између експлоатационог и упојног бунара.....	428
19.3.2. Експлоатационе и упојне количине подземних вода..	432
19.3.3. Анализа упојног бунара на експлоатациони бунар....	434
<b>20. ИЗБОР МАТЕРИЈАЛА ГЕОТЕРМАЛНЕ/ТЕРМОТЕХНИЧКЕ ОПРЕМЕ У ЗАВИСНОСТИ ОД ХЕМИЗМА ПОДЗЕМНИХ ВОДА.</b>	<b>437</b>
20.1. Хемијски састав подземних вода.....	437
20.2. Утицај хемијског састава на топлотне измењиваче и топлотне пумпе.....	440
<b>21. ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ КОРИШЋЕЊА ГЕОТЕРМАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ И МОГУЋИ ГЕОХАЗАРДИ.....</b>	<b>442</b>
21.1. Позитивни ефекти експлоатације и коришћења субгеотермалне енергије.....	442
21.2. Негативни ефекти експлоатације и коришћења субгеотермалне енергије.....	444
21.2.1. Могући негативни ефекти експлоатације геотермалних вода на животну средину.....	444
21.2.2. Могући геохазарди коришћењем геосонди.....	445
<b>22. ЕКОНОМСКА ВАЛОРИЗАЦИЈА ГЕОТЕРМАЛНИХ ЕНЕРГЕТСКИХ РЕСУРСА.....</b>	<b>446</b>

**VII ДЕО**  
**ПРИМЕРИ И ДЕФИНИСАНИ ТИПСКИ СЛУЧАЈЕВИ КОРИШЋЕЊА**  
**ГЕОТЕРМАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАРСТВУ И ПРИВРЕДИ**

<b>23. ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ.....</b>	<b>451</b>
23.1. Опште шеме коришћења отворених и затворених субгеотермалних система.....	451
23.2. Стамбени објекти.....	452
23.2.1. Породичне куће.....	452
23.2.2. Објекти колективног становања.....	454
23.3. Туристичко-хотелијерски објекти.....	455
23.4. Објекти јавне намене.....	457
23.5. Пословне зграде и објекти.....	459
23.6. Индустриски објекти.....	461
23.7. Грејање отворених површина.....	463
23.8. Остале намене.....	465
23.9. Коришћење геотермалне енергије у агрикултури.....	467
23.10. Искуства из Мађарске.....	469

**VIII ДЕО**  
**ЗАКЉУЧНЕ КОНСТАТАЦИЈЕ**

<b>24. ЗАКЉУЧНЕ КОНСТАТАЦИЈЕ.....</b>	<b>478</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>489</b>

За приступ документу у целости обратите се Покрајинском секретаријату за енергетику и минералне сировине на телефон:021/487 4337 или на е-маил адресу:  
[psemr@vojvodina.gov.rs](mailto:psemr@vojvodina.gov.rs)