

# Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду

Ненад Тубић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

**[ДР РГФ]**

Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду | Ненад Тубић | | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007393>

**Универзитет у Београду**

**Рударско-геолошки факултет**



**Завршни рад**

**Основне академске студије**

**Одређивање режима и резерви  
подземних вода на изворишту  
„Atlantic Štark“ у Београду**

**Кандидат**

**Ненад Тубић Г 36/17**

**Ментор**

**др Драгољуб Бајић, ванр. проф.**

**Београд, фебруар, 2023.**

**Комисија:**

1. др Драгољуб Бајић, ванредни професор, ментор

---

Рударско-геолошки факултет, Београд

2. др Душан Полочичић, редовни професор, члан

---

Рударско-геолошки факултет, Београд

3. др Ана Врњеш, доцент, члан

---

Рударско-геолошки факултет, Београд

**Датум одбране:** \_\_\_\_\_

## РЕЗИМЕ РАДА И КЉУЧНЕ РЕЧИ

Истражно-експлоатациони бунар Км-1 налази се у кругу предузећа „Atlantic Štark“ у Београду. Бунар је урађен 1970. године и укључен је у систем за хлађење машина и уређаја за потребе овог предузећа.

Истраживања (август 2019. год. - август 2020. год.) спроведена су у циљу прибављања потребних података за утврђивање и разврставање резерви подземних вода, а што представља један од услова у поступку добијања водне дозволе. Истраживања су се састојала у праћењу издашности на самоизливу као и узорковању воде и изради физичко-хемијских, микробиолошких и радиолошких анализа.

**Кључне речи:** *хидрогеолошке карактеристике, самоизив, издашност, физичко-хемијске карактеристике подземних вода...*

## **1. УВОД**

У овом раду је приказано извориште у погону „Atlantic Štark“ у Београду, које се састоји од једног самоизлива. Основни циљ истраживања је одређивање резерви подземних вода и дефинисање одређене издашности за индустријске сврхе, тачније за расхађивање машина. Локација истражног подручја налази се у урбаном делу града, где површински токови не постоје или су изоловани цевоводима у канализациони ток, па је из тог разлога израђен бунар за потребе предузећа.

Рад се састоји из осам поглавља, од којих се прва четири односе на упознавање са истражним задатком, општим карактеристикама терена између осталог у геолошком, хидролошком, струтурном, хидрогеолошком и геоморфолошком смислу. Поред тога, обухватају сва претходна истраживања и анализирају их као подлоге за даља истраживања. Поглавље број 5 односи се на геолошке и хидрогеолошке карактеристике истражног подручја са општим подацима бунара Км-1. На њих се надовезује поглавље број 6 са приказом ранијих истраживања изведених на бунару. Тим истраживањима обухваћени су режим, резерве и хемијске карактеристике, а исто поглавље обухвата и приказ нових истраживања. У поглављу број 7 приказане су дефинисане укупне резерве, њихова категорија и методе прорачуна.

Овим путем бих хтео да се захвалим свом ментору, ванр. проф. др Драгољубу Бајићу и докторанткињи Милици Степановић на издвојеном времену и помоћи при изради Завршног рада. Поред њих, посебно се захваљујем и члановима комисије ред. проф. др Душану Полоччићу и доценту др Ани Враћеш који су били део мог образовања кроз више курсева за време основних студија, као и дипл. инг. геологије Тањи Пајчић на помоћи при избору литературе, материјала и датим сугестијама током рада.

## САДРЖАЈ

1. УВОД .....	4
2. ЦИЉ И НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА.....	6
3. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА.....	8
• 3.1. Географски положај .....	8
• 3.2. Климатске карактеристике .....	9
• 3.2.1. Падавине.....	9
• 3.2.2. Температура ваздуха .....	11
• 3.2.3. Влажност ваздуха.....	13
• 3.6. Геоморфолошке карактеристике терена .....	14
• 3.7. Хидрографске и хидролошке карактеристике.....	17
4. ГЕОЛОШКЕ, ТЕКТОНСКЕ И ХИДРОГЕОЛОШКЕ ОДЛИКЕ ТЕРЕНА.....	19
• 4.1.Преглед ранијих геолошких истраживања .....	19
• 4.2.Геолошка грађа терена.....	22
• 4.3.Тектонске карактеристике .....	30
• 4.4.Хидрогеолошке карактеристике подручја истраживања .....	32
• 4.4.1.Преглед раније изведених хидрогеолошких истраживања .....	32
• 4.4.2.Хидрогеолошка функција стенских маса са приказом заступљених типова издани .....	34
5. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ТЕРЕНА .....	38
• 5.1.Општи подаци о бунару Км-1 .....	43
6. ПРИКАЗ ВРСТЕ, ОБИМА И РЕЗУЛТАТА РАНИЈИХ ИСТРАЖИВАЊА ИЗВЕДЕНИХ НА БУНАРУ Км-1 .....	45
• 6.1.Истраживања изведена на бунару Км-1 у периоду 2019-2020. год.....	46
• 6.2.Праћење режима издашности на бунару Км-1 .....	48
• 6.3.Праћење хидрохемијског режима на бунару Км-1 .....	52
7. РЕЗЕРВЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА БУНАРА Км-1 .....	58
• 7.1.Методe прорачуна резерви .....	58
• 7.2.Прорачун категорије резерви подземних вода .....	58
• 7.3.Укупне резерве подземних вода .....	59
8. ЗАКЉУЧАК .....	60

## 2. ЦИЉ И НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА

Истражно-експлоатациони бунар Км-1 налази се у кругу предузећа „Atlantic Štark“ у Београду. Бунар је урађен 1970. године и укључен је у систем за хлађење машина и уређаја за потребе овог предузећа.

Извођач радова предузеће Геосонда из Београда, извело је истражно бушење до дубине од 333,6 m, да би касније одлуком инвеститора извршена изолација интервала од 158 m до 333,6 m, тако да коначна дубина бунара износи 158 m.

Извођење примењених хидрогеолошких истраживања започето је у августу 2019. године. Истраживања су се састојала у праћењу издашности на самоизливу као и узорковању воде и изради физичко-хемијских, микробиолошких и радиолошких анализа.

Припрема за извођење истраживања обухвата:

- Детаљну анализу резултата досадашњих истраживања, односно геоморфолошких, хидролошких, геолошких и хидрогеолошких карактеристика терена;
- Прикупљање података о постојећем истражно-експлоатационом бунару Км-1
- Прикупљање података и анализу климатских карактеристика истраживано подручје;
- Прикупљање података о дневним вредностима атмосферског притиска са најближе метеоролошке станице, обраду и анализу података;

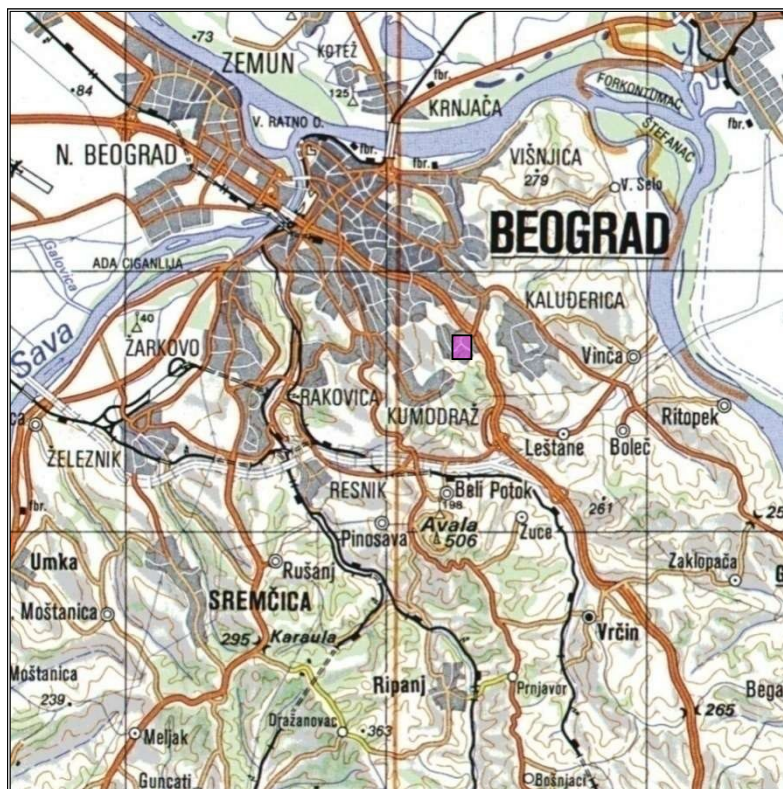
Теренска истраживања:

- Праћење издашности на самоизливу током једне хидролошке године;
- Мерење температуре воде и ваздуха током једне хидролошке године;
- Узорковање и израда анализа воде „В” - обима у акредитованој лабораторији;

### 3. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА

#### 3.1. Географски положај

Подручје истраживања налази се са леве стране Кумодрашког потока, у насељу Браће Јерковић у општини Вождовац у Београду. Његов географски положај приказан је на слици 3.1.



■ -Истражни простор

Слика 3.1 - Географски положај истражног простора (vgt.mod.gov.rs)

Истражни простор има површину од 0,28 km<sup>2</sup> и ограничен је полигоном са преломним тачкама од 1 до 4, чије су координате дате у табели 3.1, и приказан је на ситуационој карти (прилог 1), лист Београд-запад, 429-2-4.

Табела 3.1 - Координате полигона преломних тачака истражног простора

Тачка	X (m)	Y(m)
1	4958223	7459594
2	4957648	7459975
3	4957924	7460325
4	4958442	7459905



## 3.2. Климатске карактеристике

Истраживано подручје припада северно-шумадијској области, тако да и климатски услови овог подручја имају одлике благо измењене умерено-континенталне климе са повољним микроклиматским специфичностима. Одлике ове климе су топла лета и хладне зиме, са годишњим колебањем температуре од преко 22 °С (јануар-јули).

Да би се анализирао утицај климатских фактора, падавина и температуре ваздуха на општи водни биланс и карактеристике режима подземних вода у испитиваном подручју, коришћени су подаци РХМЗ-Београд, за период од 1992.-2019. године, за метеоролошку станицу Београд (132m.n.).

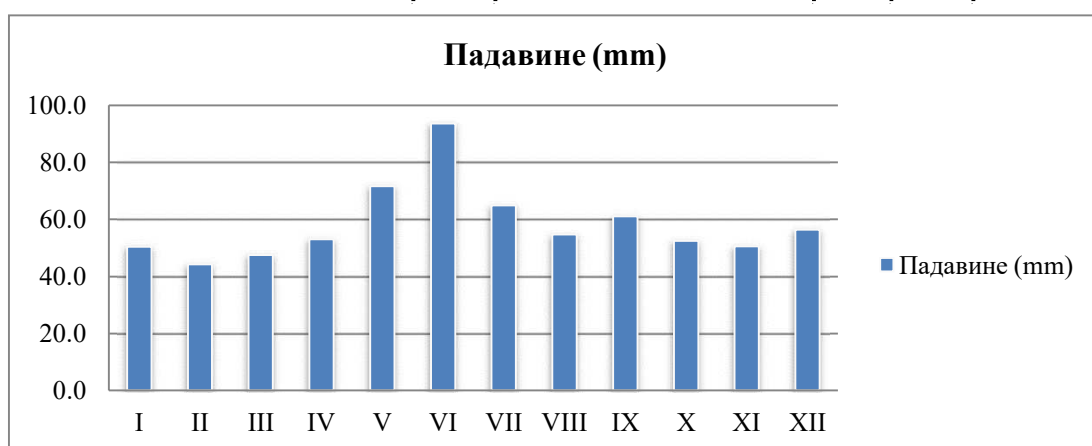
### 3.2.1. Падавине

Средње годишње и месечне суме падавина анализирани су за период од 1992. - 2019. год. Анализирани период по појединим стандардима и укупно, приказане су у Табели 3.2 и на слици 3.2. Средња вишегодишња сума падавине за ово подручје износи 700 mm. Максимална количина падавина за анализирани период забележена је у мају 2014. год. и износила је 280,3 mm, док је минимална количина падавина регистрована у октобру 1995 год. са свега 0,3 mm воденог талога.

Табела 3.2 - Приказ месечних и годишњих суме падавина у mm за метеоролошку станицу Београд (132 m n.), за период 1992– 2019. година (РХМЗС)

ГОД/МЕС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	СУМ
1992	24,7	33,8	6,9	58,8	19,4	180	43,9	24,3	28,2	90,3	61,7	34,8	606,8
1993	21,9	31,8	77,1	26,7	12,8	50,4	56,9	24,5	51,5	18,8	77,8	88,9	539,1
1994	40,9	23	27,7	64,6	41,4	212,2	46,1	90,5	29,5	37,9	25,9	34,4	674,1
1995	82,2	45,9	43,9	61	83,6	64,7	33,7	69,2	92,6	0,3	57	67,1	701,2
1996	42,6	62,2	41,2	52,3	108	57,1	35,5	66,6	108	38	78	101	790,5

1997	31,7	49,2	11,4	88,1	51,6	31,7	126,1	108,4	30,4	106,7	30,8	80,6	746,7
1998	70,6	2,3	19,3	30,7	55,2	63,4	32,2	45,4	92,6	89,6	52,2	31	584,5
1999	51,1	63,3	16,9	73,2	60,9	142,4	262,5	12,9	85,4	56,2	73,2	153,2	1051,2
2000	27,3	28,3	30,3	41,9	34,5	19,1	29,3	7,8	70,7	16,6	20,7	41,2	367,7
2001	35,3	27,2	65,6	157,9	47	186	19,7	56,7	183,7	16,7	63,4	33,9	893,1
2002	15,1	14	14,8	53,7	20,9	79,6	60,7	106,8	51,9	88,3	35,8	52,8	594,4
2003	62,9	26,5	11,4	23,1	39,5	33,4	111,8	6,4	57,6	115,2	23,4	36,7	547,9
2004	93,5	29,4	18,9	71,7	63,3	113,8	94,6	89,3	45	32,9	129,5	50,3	832,2
2005	52,2	84,2	33,9	54,7	47,4	95,1	91,4	144,3	54,1	28,6	23,5	78,8	788,2
2006	43,2	59,1	104,4	97	42,3	137,8	23,3	120,6	24,3	20,9	24,5	51,9	749,3
2007	49,3	56	99,6	3,8	79	107,6	17,5	72,5	84,1	103,6	131,5	34,5	839
2008	44,6	8,3	79,7	34,9	60,6	43,3	53	45,6	68,5	18,4	51	79	586,9
2009	55,1	85,2	64,9	6,1	34,7	151	80	44,5	3,9	98,9	59,5	120,6	804,4
2010	91,6	112,8	47,2	43,7	86,4	181,7	41,4	53,5	51,8	48,8	45,2	61,4	865,5
2011	47,8	55,6	27,9	14,1	66,8	41,1	95	14	47,7	36,1	5	48	499,1
2012	87,4	61,5	2,4	66,9	127,9	16	39	4,5	29,4	44,9	29,2	54,6	563,7
2013	76,9	53,4	95,4	21,3	104,4	50,1	2,9	44,3	58,7	52	40	7,9	607,3
2014	24,1	19,9	48,7	85,3	280,3	60,3	250,6	63,5	126	61,2	8,8	66,3	1095,0
2015	48,6	52,4	132,9	30,7	80,7	38,6	10,6	49,5	101,4	71,8	63,4	3,8	684,4
2016	46,3	38,5	102,6	53,9	71,3	152,2	35	60,8	47,8	76,8	71,8	2,6	759,6
2017	23,4	23,5	27	51,8	86,1	53	26,4	19,5	45,8	65,9	41,2	45,2	508,8
2018	39,3	58,1	64,8	39,7	56,2	121,6	53	44,8	11,2	18,6	35,3	60,7	603,3
2019	81,8	33,7	11,5	76,8	142,3	138,7	43	39,7	26,1	13,3	54,3	55,3	716,5
<b>МАКС.</b>	<b>93,5</b>	<b>112,8</b>	<b>132,9</b>	<b>157,9</b>	<b>280,3</b>	<b>212,2</b>	<b>262,5</b>	<b>144,3</b>	<b>183,7</b>	<b>115,2</b>	<b>131,5</b>	<b>153,2</b>	<b>1095,0</b>
<b>МИН.</b>	<b>15,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>3,8</b>	<b>12,8</b>	<b>16</b>	<b>2,9</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>	<b>0,3</b>	<b>5</b>	<b>2,6</b>	<b>367,7</b>
<b>СРЕД.</b>	<b>50,4</b>	<b>44,3</b>	<b>47,4</b>	<b>53,0</b>	<b>71,6</b>	<b>93,6</b>	<b>64,8</b>	<b>54,7</b>	<b>61,0</b>	<b>52,4</b>	<b>50,5</b>	<b>56,3</b>	<b>700,0</b>



Слика 3.2 - Хистограм средње месечних сума падавина са МС Београд(132 т п.т) за период 1992. – 2019. год. (РХМЗС)

### 3.2.2. Температура ваздуха

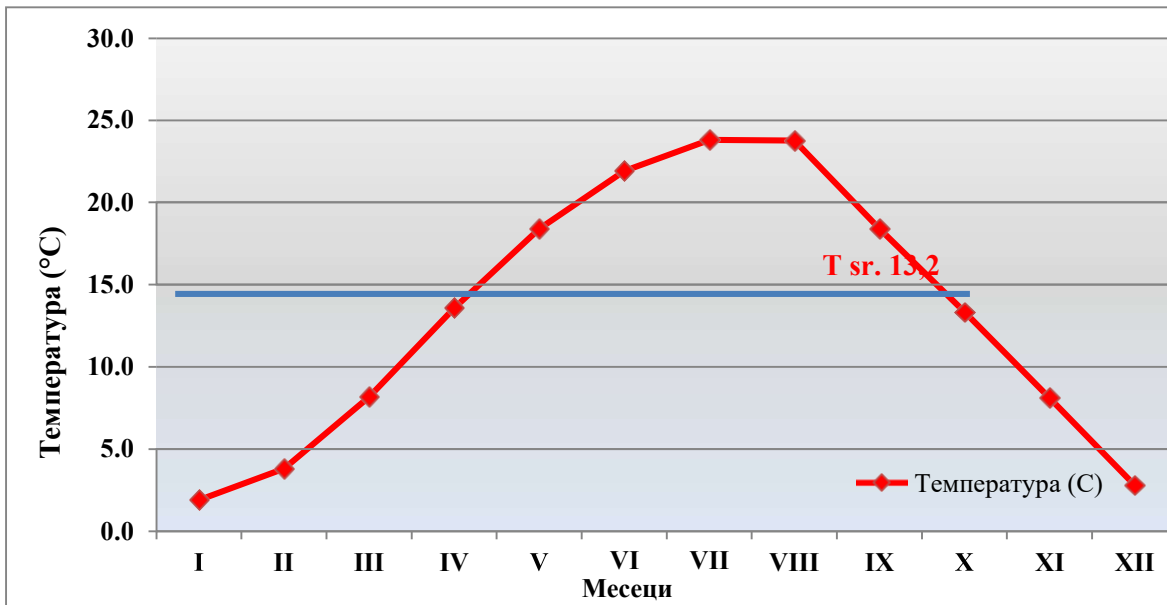
За анализу температурног режима, коришћени су подаци са метеоролошке станице Београд (132 m n.m.), за период 1992-2019. године, и приказани су у Табели 3.3 и на слици 3.3.

Средње месечне температуре показују тенденцију благог пораста од јануара до јула и августа, а затим опадања до децембра. Средња вишегодишња температура ваздуха, за период 1992-2019. год., за ово подручје износила је 13,2 °С. Најхладнији месец у наведеном периоду био је јануар 2017. год. са средњом месечном температуром од -3,3 °С, а најтоплији месеци су јул 2012. год. и август 1992. год. са средњом месечном температуром од 26,9 °С.

Табела 3.3 - Приказ средње месечних и годишњих температура ваздуха у °С за МС Београд (132 m n.m.), за период 1992. – 2019. година (РХМЗС)

ГОД/МЕС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред.
1992	1,7	4,1	8,6	13	17,6	20,4	22,7	26,7	18,6	13,2	8,1	1,5	13
1993	1,5	-0,6	5	12,6	20	21,7	22,5	23,4	18	14,5	3	4,7	12,2
1994	4,3	3,5	10,4	12,9	18,5	21	24,3	24,1	21,7	11,2	7,5	3,4	13,6
1995	0,6	7,9	7,1	12,6	16,8	20,5	24,8	21,6	16,6	13,4	4,2	2,2	12,4
1996	-0,1	-0,6	2,6	12,6	19,3	21,9	22	22,1	14	12,7	10	1,6	11,5
1997	0,3	5,3	6,7	8,2	18,6	21,9	21,1	20,8	17,1	9,7	7,8	4,1	11,8
1998	4,6	7	5,4	14,4	16,8	22,8	23,7	23,5	16,8	13,7	4,9	-1,6	12,7
1999	1,9	2,5	9,2	13,4	17,5	20,3	21,9	22,7	19,6	12,4	5,2	2,6	12,4
2000	-1	5,2	8,1	16,2	19,6	23	23,5	25,7	17,9	14,6	11,9	5,3	14,2
2001	4,2	5,4	11,8	12	18,3	19	23	24	16,1	14,8	4,7	-1,9	12,6
2002	1,2	8,5	10,3	12,1	20,1	22,9	24,3	22,2	17,4	13,2	10,6	1,3	13,7
2003	0,3	-2,1	7,1	12,1	21,5	25	23,1	25,6	17,8	10,8	9,2	2,8	12,8
2004	-0,3	3,6	7,7	13,1	16	20,6	23,1	22	17,2	15,1	7,6	3,7	12,5
2005	1,7	-1,3	5,8	12,7	17,7	20,3	22,6	20,6	18,4	12,8	6,7	3,4	11,8
2006	-0,5	1,9	6,5	13,7	17,4	20,2	24,7	20,9	19,2	15,2	8,9	4,3	12,7
2007	7,5	6,8	9,5	14,3	18,7	23	25,4	23,6	15,7	11,3	4,8	0,4	13,4
2008	3,3	6	8,4	13,2	18,6	22,2	22,8	23,5	16,5	14,7	8,9	3,9	13,5
2009	-0,2	2,9	7,9	15,8	19,9	21	24,1	24,1	20,6	13,1	9,9	4,7	13,7
2010	0,6	3,7	8,2	13,5	18,1	21,3	24,4	24,1	17,8	10,6	12,2	2,5	13,1
2011	1,6	1	8	14,4	17,5	22,2	24	24,7	22,6	12,1	4,4	5,5	13,2
2012	2,1	-3	10,1	14,5	17,9	24,6	26,9	26,2	21,5	14,6	10,5	2	14
2013	3,3	4,6	6,6	15	19,1	21,4	24,5	25,3	17,2	15,3	10,1	3,2	13,8
2014	5,3	7,8	10,8	13,7	17,2	21,4	23	22	18,3	14,1	9,6	4,6	14,0
2015	4	4,1	8,2	13,5	19,1	21,9	26,8	26	20	12,4	9,2	4,3	14,1
2016	2,5	9	9,1	15,5	17,5	22,5	24,4	22,3	19,7	11,1	7,7	0,9	13,5
2017	-3,3	5,4	11,5	12,7	18,4	24,3	25,9	26,1	18,4	13,9	8,4	5,1	13,9

2018	5,3	2,3	6,9	18,2	21,5	22,3	23,2	25,5	20,3	16,5	8,8	3,3	14,5
2019	0,8	5,6	11,4	14,2	15,6	24,2	24,3	26,2	20,2	16,1	12,4	0,6	14,3
МАХ.	7,5	9	11,8	18,2	21,5	25	26,9	26,7	22,6	16,5	12,4	5,5	14,5
МИН.	-3,3	-3	2,6	8,2	15,6	19	21,1	20,6	14	9,7	3	-1,9	11,5
СРЕД.	1,9	3,8	8,2	13,6	18,4	21,9	23,8	23,8	18,4	13,3	8,1	2,8	13,2



Слика 3.3 - Дијаграм средњих месечних температура ваздуха за МС Београд (132 т н.т) за период 1992 – 2019. год.(РХМЗС)

### 3.2.3. Влажност ваздуха

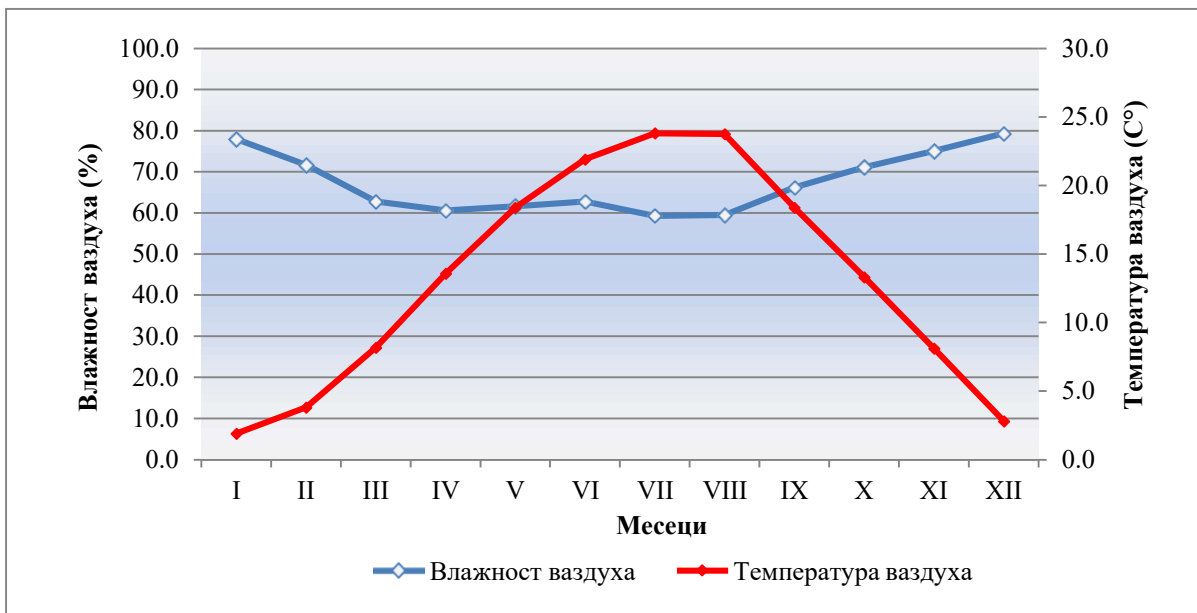
Када је у питању релативна влажност ваздуха уочава се да су просечне вредности равномерно распоређене и обрнуто сразмерне температурама ваздуха, тако да су најниже просечне вредности забележене током летњих, а највише током зимских месеци, слика 3.4 и табела 3.4.

Влажност ваздуха за подручје Београда, према подацима Републичког хидрометеоролошког завода за период од 1992. до 2019. године износила је просечно 67,3 %. Вредности средњих месечних влажности ваздуха крећу се од 59,3 % у јулу до 79,4 % у децембру. Најниже просечне вредности влажности ваздуха забележена је у јулу 2012. и августу и износила је 41%, док је максимална вредност забележена у јануару 1997. год. и износила је 87%.

Табела 3.4 - Приказ средњих месечних и годишњих вредности влажности ваздуха у % за МС Београд (132 м н.т.), за период 1992. – 2019. година (РХМЗС)

ГОД/МЕС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред.
1992	75	72	54	57	51	68	59	48	55	73	75	81	64,0
1993	72	73	71	67	52	64	53	63	65	67	75	74	66,3
1994	79	65	61	69	59	63	63	57	62	74	78	78	67,3
1995	79	66	67	61	65	67	60	64	71	68	80	79	68,9
1996	80	78	69	63	66	61	57	66	78	73	73	83	70,6
1997	87	67	60	62	54	60	68	71	66	72	76	78	68,4
1998	77	61	56	59	65	61	59	56	75	74	79	84	67,2
1999	84	73	60	67	67	73	74	67	71	76	84	83	73,3
2000	79	67	62	57	54	47	51	45	66	67	68	78	61,8
2001	75	68	61	65	63	67	67	62	77	75	80	81	70,1
2002	76	63	55	63	57	57	62	68	70	72	68	77	65,7
2003	82	77	58	56	56	53	63	50	64	74	77	78	65,7
2004	80	74	64	67	65	68	62	69	70	75	76	81	70,9
2005	78	83	68	61	65	62	68	75	75	71	76	81	71,9
2006	74	78	68	66	61	69	56	71	65	65	70	81	68,7
2007	66	69	61	44	62	58	46	59	68	78	76	83	64,2
2008	75	64	63	63	58	61	57	55	67	69	69	76	64,8
2009	85	75	65	53	57	67	60	61	59	73	78	81	66,3
2010	80	76	63	67	67	73	66	61	70	73	68	79	70,3
2011	82	77	63	54	66	61	59	55	55	67	78	76	66,1
2012	76	75	50	59	66	52	50	41	53	69	72	78	61,8
2013	78	76	70	58	59	66	52	54	66	68	76	79	66,8
2014	75	68	66	69	67	61	65	66	73	72	74	80	69,7
2015	77	77	68	56	64	61	48	53	67	78	79	85	67,8

2016	76	68	68	57	63	66	59	66	63	76	72	76	67,5
2017	77	69	61	59	65	56	49	50	63	68	77	75	64,1
2018	75	79	72	56	59	68	69	61	58	60	74	80	67,6
2019	83	68	53	61	72	67	59	53	61	65	74	78	66,2
МАХ.	87	83	72	69	72	73	74	75	78	78	84	85	73,3
МИН.	66	61	50	44	51	47	46	41	53	60	68	74	61,8
СРЕД.	77,9	71,6	62,8	60,6	61,6	62,8	59,3	59,5	66,2	71,1	75,1	79,4	67,3



Слика 3.4 - Упоредни дијаграм средњих месечних вредности влажности ваздуха и температуре за МС Београд (132m н.м) за период 1992 – 2019. год. (РХМЗС) Влажност ваздуха опада са порастом температуре, посебно у летњим месецима

### 3.3. Геоморфолошке карактеристике терена

У морфолошком смислу цела површина листа “Београд” 1:100.000 слика 3.5, може се поделити на две основне геоморфолошке јединице и то:

- Геоморфолошку јединицу Војводине коју карактеришу структурни облици са просечним апсолутним висинама од 80 – 130 m nm ређе 150 m nm
- Геоморфолошку јединицу терена јужно од Саве и Дунава коју карактеришу структурни облици са просечним апсолутним висинама од 73 - 184 m nm.

Граница између ових јединица протеже се десном обалом реке Саве, од варошице Умка, на исток ка ушћу у Дунав, одакле се наставља дунавском десном обалом, опасујући Београдски рт.

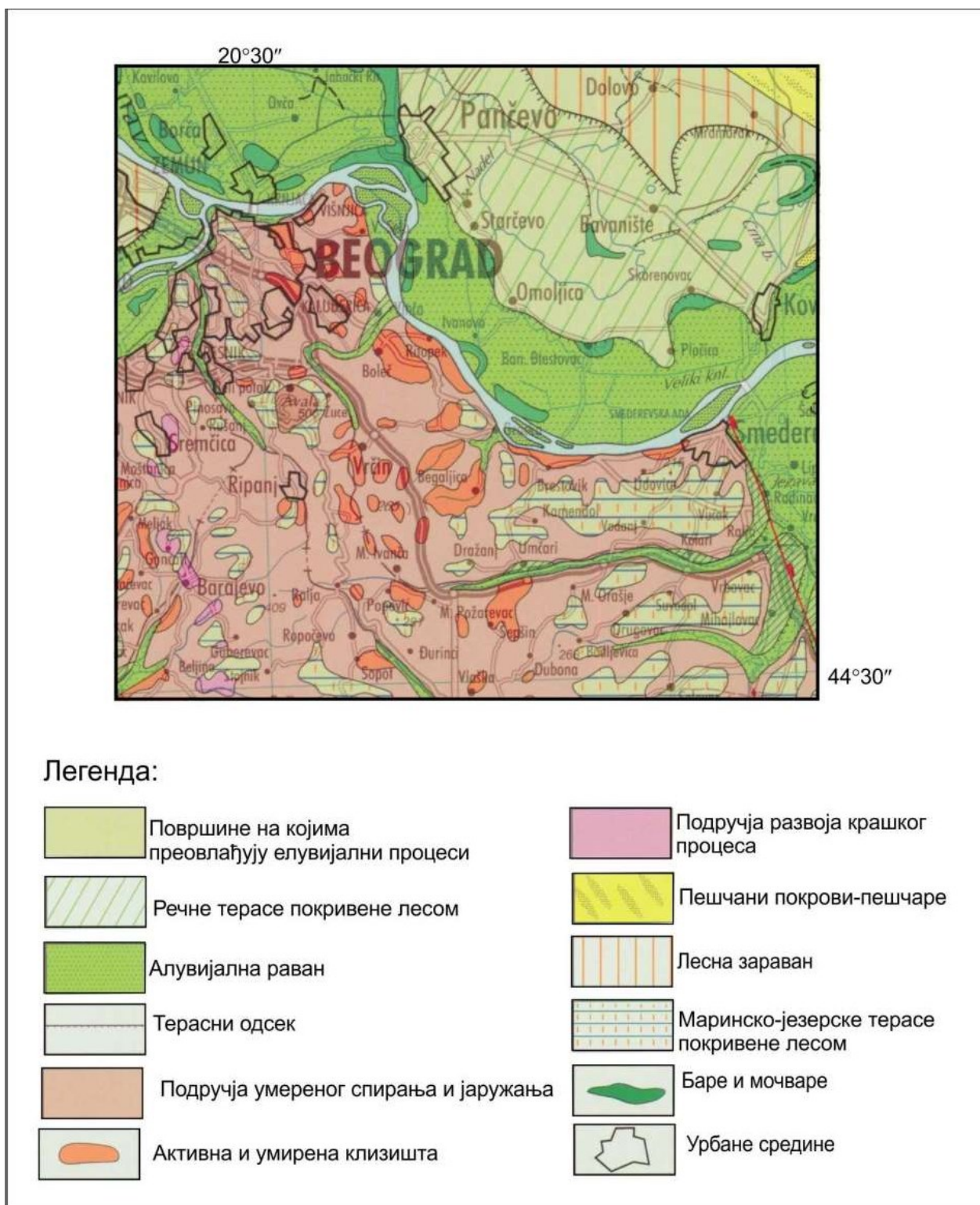
Равничарски део обухвата Посавину на десној обали Саве до ушћа у Дунав, Срем између Саве и Дунава и Банат, источно од Дунава, као и Макиш на десној обали Саве.

На брдовитом, благо заталасаном рељефу лоциран је највећи део града Београда, где доминирају Ташмајдан, Лекино брдо, Бањички Вис (198 m), Баново брдо (208 m), Миљаковац (196 m), Стражевица (209 m), Петлово брдо (205 m) и др.

Према доминантним процесима савременог морфолошког обликовања може се издвојити више типова рељефа и то: флувијални рељеф, падински рељеф, еолски рељеф, језерско-барски рељеф и антропогени рељеф, слика 3.5.

Основни морфолошки облик терена на територији Београда је флувијални рељеф који дају речни токови Дунава, Саве и делимично Тамиша. Све ове реке имају своје долине усечене у матичне стене, по правилу са пространим алувијалним равнима. Те реке су током своје морфолошке еволуције мењала речна корита, просецајући нова, градећи терасе и простране алувијалне равни. Све долине су плитке и широке: ширина највећих долина Дунава и Саве износи просечно од 20-40 km. Долине Дунава и Саве, имају изражену вишу тзв. “варошку терасу” за 7-15 m изнад реке. Нижа, алувијална тераса (2-5 m изнад реке), местимично је изражена у долинама Дунава и Саве.

Падински рељеф заступљен је на подручју јужно од Дунава и Саве. Представљен је творевинама пролувијалних и делувијалних процеса као и продуктима елувијалних процеса. Јаружање је изражено у подручјима изграђеним од седимената неогене старости углавном кластита, на подручју јужно од Дунава и Саве. Површине подложне клижењу развиле су се на падинама изграђеним од глиновитих и лесоидних седимената.



Слика 3.5 - Геоморфолошка карта ширег подручја истраживања 1:500.000(према Геоморфолошкој карти Србије 1:500.000, Геозавод-Гемини Београд)



### 3.4. Хидрографске и хидролошке карактеристике

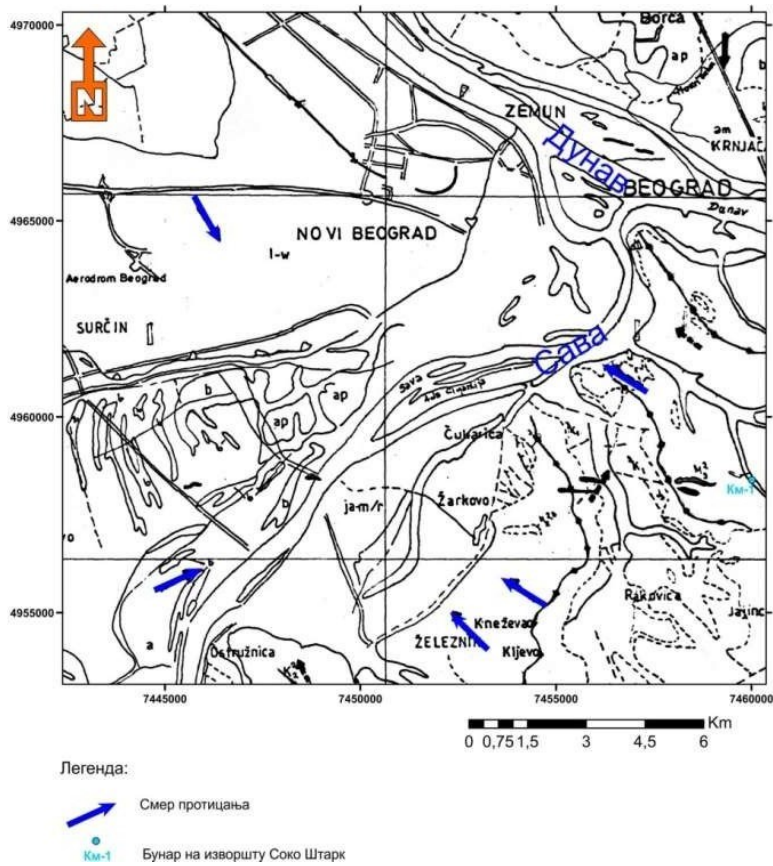
Реке Дунав и Сава сачињавају главну хидрографску мрежу ширег подручја, па самим тим и дају хидрографско обележје овом простору. Сливна подручја Саве и Дунава припадају црноморском сливу, слика 3.6.

Значај им се састоји у томе што регулишу режим главних водоносника у алувијаним седиментима, а што се директно или индиректно одражава на биланс и режим подземних вода на истраживаном терену.

Сливном подручју Саве припада поред мањих притока и канала и Топчидерска река која се улива у Саву код Чукарице. Иначе, сви ови површински токови, потоци и канали орјентисани су према овим главним водотоцима и сви скупа припадају преко Дунава Црноморском сливу.

Дунав на дужини од око 37 km протиче северозападним ободом града са максималном ширином од 1.000 m и дубином од 17 m. Дунав је као и Сава пловна река и то од међународног значаја. За разлику од Дунава, ток Саве је кривудава, меандерског типа и због тога на местима некадашњег тока, остају многе мртваје (Обедска бара и др.). Ширина алувијалне равни, по којој река Дунав меандрира износи местимично 15-20 km. У току Саве највеће острво је Ада Циганлија, а у дунавском делу, Велико Ратно Острво.

Висине водостаја Саве и Дунава варирају у току једне године најчешће од 3-4 m, али могу достићи и до 7 m. Максималне висине водостаја везане су за пролећне месеце, док су минималне висине водостаја забележене крајем летњих и током јесењих месеци.



Слика 3.6. Карта сливова (Пајчић, 2019)

## 4. ГЕОЛОШКЕ, ТЕКТОНСКЕ И ХИДРОГЕОЛОШКЕ ОДЛИКЕ ТЕРЕНА

### 4.1. Преглед ранијих геолошких истраживања

ОГК СФРЈ размере 1:100000, лист Београд, Л-34-113, са Тумачем, урадила је група аутора (Бранислав Марковић, Зоран Обрадиновић, Мирослав Веселиновић, Јован Анђелковић, Петар Стевановић и Милош Ракић) 1984. године и на њој је дат најдетаљнији приказ геолошке грађе и тектонских карактеристика овог подручја.

Први подаци о геологији терена у оквиру листа Београд, датирају од краја прошлог века, када су А. Боуе и А. Visquenel описали креду у Топчидерској реци. Ј. Жујовић (1888-1900), први даје податке о неокому, ургону и албском кату, као и о карактеру еруптивних стена и њиховом стратиграфском положају. П. Павловић је проучавао неоген на територији Београда (1890-1900).

До првог Светског рата поред Ј. Жујовића, С. Радовановића и В. Петковића, који даје прву тектонску скицу ових области (1911, 1912), на овим теренима радио је П. Павловић који је у овом периоду дао два значајна прилога. Наставио је раније започети рад на прикупљању материјала (који потиче из београдских бунара, темеља већих грађевина и тунела) из тортона, сармата, понта и плиоцена (1901-1911). Исто тако први је систематизовао квартарну малакофауну околине Београда (1910). У овом периоду Д. Антула (1910) даје и прву детаљну геолошку карту околине Београда.

Између два рата на теренима околине Београда, радила је читава плејада геолога. Ту спада као утемељивач геологије квартара околине Београда - В. Ласкарев (1922, 1926, 1932, 1938). На проблематици квартара радили су: Д. Горјановић (1921, 1923), Д. Злоковић (1922, 1926), Д. Годоровић (1928) и др.

У овом периоду се јављају значајни радови о развићу јуре и креде у околини Београда. В. Петковић је први наговестио могућност присуства горњо јурских седимената у околини Београда (1925). Касније М. Гочанин (1935-1941), издваја оксфорд, кимериц и титон. Исти аутор даје и низ података за

развиће и распрострањење кредних седимената. Кредне творевине описују у својим радовима В. Петковић (1925, 1936), Б. Миловановић (1940) и др.

За познавање неогених творевина поред П. Павловића (1922-1932), значајне радове дају В. Ласкарев, који издваја доњоконгеријске слојеве на хоризонте (1924) и даје опис П медитеранског спруда (Калемегдан-Ташмајдан 1932), као и тектонике ових терена (1939), затим П. Стевановић (1938-1941), Б. Степановић (1938-1940) и др.

У домену петролошких и минералошких испитвања треба поменути радове Д. Антуле (1919), П. Илића (1919), Б. Димитријевића (1931) и др.

У овом периоду излази прва и једина до данас публикована геолошка карта околине Београда, размере 1 : 25 000, чији су аутори В. Ласкарев, В. Петковић и М. Луковић (1931).

За познавање јурских творевина, значајни су радови С. Луковица (1954), М. Анђелковића (1954, 1972, 1973), К. Петковића и М. Анђелковића (1965), К. Петковића и Д. Веселиновића (1956), Д. Веселиновића (1965), Ј. Митровић (1967), Ј. Обрадовић (1967) и др.

У овом периоду су документовани и поједини одељци батијалне доње креде у радовима К. Петковића и О. Милетић (1949), К. Петковић и Б. Марковић (1951), М. Анђелковић (1972) и др.

Прве подтаке о развићу ценомана дају О. Марковић и Д. Пејовић (1955). Радовима С. А. Wichert-а и С. Обрадовић (1950) је највећи део седимената раније сматран доњокредним, одређена на основу микрофауне као горњокредни. О горњој креди писали су Б. Миловановић (1951), М. Пашић (1952), М. Анђелковић (1972, 1973), С. Обрадовић (1952, 1953, 1958), О. Марковић (1950, 1952, 1957, Ј. Обрадовић (1967) и др.

О проблематици неогених творевина дали су значајне прилоге П. Стевановић (1951-1972), П. Стевановић и О. Милетић (1951, 1972), П. Черњавски (1951), В. Ласкарев (1950), Б. Димитријевић (1953), К. Вељковић-Зајец и Р. Џоцо (1951), Р. Томић-Џоцо (1953), Н. Пантић (1954; В. Настић (1961), В. Милошевић (1961), Н. Крстић (1960, 1963), Н. Крстић и М. Кићовић (1964,) и др. Б. Милаковић (1956), М. Павловић (1956).

За познавање квартара у овоме периоду су објављени значајни радови: В. Ласкарева (1949- 1951), П. Стевановић (1951), Б. Димитријевића (1953), Д. Матића (1952), Љ. Рудолф-Весић (1955), В. Настића и В. Живковића (1958) и др. Овај период се карактерише и појавом радова који третирају хидрогеолошку проблематику - Н. Милојевић (1959), Д. Игрутиновић (1959), Н. Милојевић, В. Вуковић и Б. Филиповић (1961). Д. Гојгић и С. Луковић (1962), Н. НМилојевић, Б. Филиповић и Н. Димитријевић (1975) и др.

Податке о тектоници овог подручја налазимо у радовима П. Павловића (1972), М. Анђелковића (1973), Н. Милојевића, Б. Филиповића и Н. Димитријевића (1975) и др. П. Стевановић (1951), С. Луковић (1953).

## 4.2. Геолошка грађа терена

Према ОГК 1:100000, лист Београд К-34-113, истраживани простор геотектонски припада мезозојском структурном спрату ободног дела унутрашњих динарида, и изграђен је од творевина мезозојске, неогене и квартарне старости (прилог 2).

### *Мезозоик*

#### *Пешчари, лапорци и глинци (J<sub>3</sub>)*

У околини Београда, у долини Топчидерске реке развијени су у доњем делу јурских секвенци седименти са субмаринским изливима базичних стена, дијабаз спилитског типа, које можемо са доста поузданости схватити као најстарију формацију јуре на листу Београд. Она се често назива и вулканогено-седиментном формацијом. У састав ове формације улазе пре свега пешчари и глинци, често силификовани, мрке боје са превлакама мангана, затим рожнаци тамносиве, плавичасте и руменкасте боје и базични вулканити. У њој је М. Анђелковић издвојио две серије: пешчарско-рожначку ишкриљасто-рожначку. Међутим, њихови међусобни односи могу се само хипотетично приказати услед одсуства профила на којима би се успоставио нормалан редослед стварања. Дебљина ових седимената је 200m.

#### *Лапорци, глинци и алевролити (<sup>2</sup>К<sub>1</sub>)*

У атарима села Рушња и Рипња, на падинама Стражевице и код гроба кнеза Михајла Обреновића утврђено је присуство цефалоподских врста значајних за стратиграфију најнижих катова доње креде. На поменути локалностима развијени су лапорци, глинци, алевролити и тамносиви кречњаци у којима се налази претежно амонитска фауна. Ови цефалоподски слојеви, у стратиграфском погледу припадају валендијском, отривском и доњем делу баремског ката, што је својим испитивањима и проучавањима М. Анђелковић (1973.) детаљније описује. У најнижим деловима преко беријских седимената (крупнозрних пешчара ситнозрних конгломерата, калкаренита и

песковитих калкареница), леже жућкасти и плавичасти пескови и лапорци. Они се налазе, како у области источних, тако и југозападних падина Стражевице. Обзиром да су цефалоподски слојеви откривени у атару села Рушња, може се претпоставити присуство и валендијског ката на овим локалитетима, тим пре што се цефалоподски слојеви налазе и југозападно од села Рушња. Отривски и баремски кат су развијени како у области Стражевице и Кошутњака, тако и јужније у области Рушња и Рипња. У овим цефалоподским слојевима, лапорцима и глиницима, налази се фауна цефалопода којом се одређује отривска старост. Дебљина им је око 80 m.

#### *Седименти ургонске фације – банковити кречњаци ( $^3K_1$ )*

Ургонска фација доње креде позната је одавно у околини Београда. Развијена је у области доњег тока Топчидерске реке, на ужем подручју, Београда, Топчидеру, Кошутњаку, Дедињу и Бановом Брду. Константовани су, такође, у бушотинама испод терцијарног или делувијалног покривача на терасама будућих железничких и других подземних саобраћајница на ужем подручју Београда. Седименти ургонске фације обухватају кластичне седименте и кречњаке који се вертикално и бочно смењују у зависности од услова развоја и седиментације. Старост им је одређена на основу бројнефауне карактеристичне за спрудне и субспрудне творевине ове фације. Према фауни коју садрже припадају доњем делу аптског ката. Дебљина је око 200 m.

#### *Пеишчари и калкареници апта ( $K_1^4$ )*

Преко фације ургонских слојева и њихових еквивалената у околини Београда, управо на локалностима као што су Топчидерско брдо, Кошутњак и Дедиње, затим Миљаковац и Жарково развијени су кластични аптске старости. На свим побројаним локалностима јављају се аптски кластични. Кластичан карактер аптских слојева је њихова карактеристика, било да је развијен прелаз ка албу и да је заступљен и доњи алб, било да средњи алб лежи преко делимично присутног седиментационог хијатуса, када обично

недостаје један део апта и један део алба. Овакви односи имају регионалан карактер и у вези су са покретима који су се одиграли средином креде и претходили алб-ценоманској трансгресији у Шумадији. Дебљина им је око 50 m.

#### *Пешчари и алевролити алба (K<sub>1</sub><sup>5</sup>)*

Седименти албског ката имају релативно велико распрострањење у околини Београда судећи по бројним изданцима, али су на површини само незнатно откривени. Овакав закључак се изводи и на основу података вештачки откривених изданака приликом грађевинске делатности (темељи стамбених зграда између Кошутњака и Кнежевца, водоводни тунел на Бановом Брду и др.). Природних изданака има у области Раковице, Кошутњака, Кнежевца, Рушња, Бановог Брда, Чукарице и Жаркова. У проучаваним областима развијени су доњи, средњи и горњи алб. У неким областима недостају ови седименти и налазе се само средњи и горњи алб чиме се потврдила теорија о трансгресивном положају алба и стратиграфском хијатусу између апта и алба. У доњем делу албског ката има више грубокластичних компонената са присуством конгломерата, гвожђевитих пешчара, глауконитских пешчара и наслага оолита гвожђа. У горњем делу секвенце преовлађују ситнозрније фракције у песковитим лапорцима, глинцима и ситнозрним пешчарима. Фауна албског ката веома је бројна и разноврсна.

Такође највише делове алба граде ситнозрни глиновито-песковити и глиновито-лапоровити седименти. Карактеришу се ситним иверастим распадањем када су масивни, иначе слојевити се цепају у тање и дебље лиске. Ови седименти су најбоље развијени у области Рушња.

#### *Турон-сенонски нефлишни седименти - алевролити и лапорци (K<sub>2</sub><sup>23</sup>)*

Нефлишни седименти су углавном развијени у сливу Топчидерске реке као и на Чукарици где се налазе тзв фораминиферско-иноцерамуски лапорци, који углавном припадају доњем делу сенонске епохе. У њима се налазе



најчешће остаци иноцерамуса или њихових фрагмената са призматичном грађом љуштура и богата асоцијација бројних фораминифера.

У нефлишним седиментима смењују се лапоровити алевролити и алевролитски лапорци. Преовлађују алевролити. Налазе се у слојевима од 2-20cm. Каткад су фино ламинирани (хоризонтална, ретко коса ламинација). Ситнозрни пешчари су веома ретки. Граде градациони низ пешчар алевролит-лапорац са неравном доњом границом пешчара. Алевролитски глинци су такође веома ретки као други члан градационог низа алевролит-глинац. Често се запажа и неравномерно мешање алевролита и лапораца.

Према саставу алевролити одговарају граувакама. Преко алевролита долазе пешчари и ситнозрни конгломерати дебљине преко 80 m. Пешчари су различите крупноће и има појава и конгломерата. Садрже фрагменте андезита, спилита, туфова, мусковитских шкриљаца, хлорит-серепентинске групе минерала, кварцних метапешчара и метаалевролита. Везани су порним кристалним калцитом и туфозном материјом.

Дебљина им је око 370 m.

## **Неоген**

### *Тортон-кречњаци, глине и пескови ( $M_2^2$ )*

Распрострањен је у виду малих оаза откривених ерозијом или радовима испод сармата-панона, између панчевачког моста на северу, Саве на западу, Врачара на истоку и Мокролушког потока, на југу и на западној падини Торлака (Јајинци, Бањички или Кљави поток), затим, у долини Топчидерске реке (Раковица, Кнежевац, насеље Миљаковац). Даље према југу није познат. Литолошки састав је двојак. То су литотамнијски спрудни неслојевити или банковити кречњаци, али и песковити алеврити и глине. Претежно масивни литотамниски кречњаци, откривени су на Ташмајдану, по ободу Калемегдана, у улици Пролетерских бригада, у Карађордевој улици (пристаниште), на

западној падини Торлачких висова и на потезу Ветеринарског факултета до Каленићеве пијаце (на основу бушотина). Песковити алеврити и глине откривени су у Доњем граду, Миљаковцу, предграђу Раковице и Кнежевцу, у Душановој улици (бушотина, М. Луковић, 1922) и код Панчевачког моста. Шлир је познат само на Коњарнику (бушотина), испод сармата – панона. У свим наведеним случајевима развијен је горњи тортон, са веома типичном фауном мекушаца и фораминифера. Тортонски кречњаци заузимају највиши ниво у стубу, али тамо где их нема су сиви ситнозрни пескови и алеврити, са израженим ослађењем и постепеним прелазом у доњи сармат. То је најдубљи седимент у тортону у околини Београда, таложен у душановачком рову, који се одавде пружа према југу између Торлачког и Великобањичког вуса и укршта се белеопоточким ровом. Дебљине је око 70 m.

#### *Сармат - кречњаци, глине и песковите глине (M<sub>3</sub><sup>1</sup>)*

Откривен је у малим оазама испод панона, махом по ободу тортонских и кредних изданака. У неким крајевима града постоји хијатус између тортона и панона (нема сармата). Ово се објашњава неравним палеорелефом морског дна а не регресијом и копненом ерозијом (субмарински, примарни хијатус, по П. Стевановићу, 1959.). Главне оазе вештачки откривеног сармата су, између осталог, сва три фудбалска стадиона, затим врачарски железнички тунел (Франше Депере улица-Ташмајдан), канализациони тунел (Балканска улица-Скадарлија), Прокоп и мостарска петља.

Природни изданци су концентрисани у зони ексхумираног палеорелефа, по ободу Топчидерског брда, Бањичког Виса, дуж западне падине Торлака, са обе стране Топчидерске реке на долинским странама између мезозоица (Миљаковац, Канарево брдо, Кошутњак, предграђе Раковице) и на југоисточним падинама Стражевице према Реснику. Од Кошутњака и Чукарице на северу, до Сремчице на југу, протеже се скоро континуалан појас сарматских кречњака, појас Цвијићевеог мерокарста у околини Београда, „иштепован" многобројним вртачама. Последњу целину

чини сармат Велике Моштанице, Остружнице, по ободу „Остружничког рта“. Са изузетком депресије између Белих Вода и Раковице, од Топчидерског брда на југ до краја листа, сармат је свуда трансгресиван преко мезозојског палеорељефа београдског рта.

У погледу литолошког састава, у доњем делу преовлађују сиве глине, песковите глине, лапорци са прослојцима песка (све више уколико се одмичемо од базе). То је, по фауни типичан волински подкат са прослојком дацитског туфа, до 0,25 m. дебљине, на пр. у тунелу Беле Воде (западна половина), у Сремчици (узводно од Водица, и др.). У горњем делу сармата су кречњаци, доломитични кречњаци, органогени кречњаци различитога рода. Наконтакту доњег и горњег хоризонта по правилу избијају јачи извори, па и права врела (Беле Воде, Репиште, сремачке Водице и др.), тако да и овигравитациони извори и њихов распоред омогућавају разграничење двају хоризоната на терену.

Горњи или кречњачки хоризонт постепено навише прелази у лапорце, који у почетку још увек сарматски, а затим неосетно прелазе у беле лапорце панона. На територији Београда (ужа територија), постоји и прелазни сармат-панонски хоризонт, граница сармат-панон постаје хетерогена, у почетку са наизменичним смењивањем сарматских кречњака и лапораца са панонским лапорцима (на пр. у Прокопу, Дубоком потоку, Коњарнику, и др.).

Кречњачки (делом пешчарски и лапоровити лагунски) сармат највећим делом припада средњем сармату. Посебну фацију у кречњачком хоризонту чине банци, Кнежевачке кречане, мостарска петља, Булевар Војводе Путника. Посебну, лагунску фацију чине средњесарматски лапорци и листаста, по мало битуминозни глинци, у којима се бочно раслојавају средњосарматски кречњаци.

Другу за Београд посебно карактеристичну фацију чине конгломерати и груби блокови од ургонског кречњака у сарматском карбонатном матриксу откривени у кругу државне болнице (у ул. Франше Депере и на Топчидерском брду у водоводном тунелу). Ова серија, дебљина до 20 m. лежи испод белог лапорца панона, а бочно прелази у сарматске оолитичне кречњаке и

лапоровите кречњаке и лапорце. Постанак ових блокова, понекад до 3 m. у пречнику, није довољно објашњен. Изгледа да су се формирали уз врло стрме ургонске кречњачке одсеке обала на раседним линијама, где је било интензивног обурвавања материјала. Дебљина сармата нигде не прелази 40-50 m, а обично је 20 m, једино у бушотини Коњарника је 120 m. (душановачки ров).

### *Панон – глиновити лапорци, глинци, пескови и шљункови ( $M_3^2$ )*

Литолошки, поред белих (доле), сивих (у средини) и жутомрких лапораца (горе), у Београду су констатовани и танки прослојци песка (до 0,50 m) у доњем делу стуба и кречњака (од 0,20 m до 7,00 m) такође у доњем делу стуба. Најгорњи ниво, жутомрких лапораца, под дејством распадања на површини још у прелазној фази су испуцали и у знатној мери инфилтрацијом вода обогаћени са  $CaCO_3$  после таложења леса, постали су водопрпусни и услед тога подложни клижењу. Београдски панон подељен је на два подката, доњи (славонски подкат) и горњи (сервиски подкат). Све наслаге у граду по овој подели на основу мекушаца припадају доњем подкату, а на основу остракода и доњем делу сервијена (Н. Крстић, 1973.).

Доњи панон лежи конкордантно преко сармата. Непосредно преко „прелазних слојева“ лежи чврст кречњачки бели лапорац (на пр. мостарска „петља“ Поп Лукина ул., код „Одеона“ и Лондона и др.). Дебљина овог хоризонта (доњи славонијен) је око 2-5 m. У песковитим прослојцима (веома танким) фауна је битно другачија. Међу најзначајније профиле са одступањима од теразијског лапоровитог типа спада Прокоп („пивара“) и стадион „Ц. Звезда“. У првом случају нарочито је значајан хоризонт оолитског кречњака са косом слојевитошћу (моћност 7 m.) и сарматоидном фауном. У Коњарнику и на Бањици такође је запажено удруживање „сарматских“ и „панонских“ врста у граничним хоризонтима сармат – панон. Дебљина панона варира у зависности од палеорелефа. У центру града (Теразије) је до 30-40 m. У Поп Лукиној улици око 12 m., на Чубури у појединим бушотинама

врачарског тунела достиже и до 60 m, (Мачванска улица); на Коњарнику (Милин поток), око 30 m. На Новом Београду у бушотинама, такође је утврђен панонски лапорац (на дубини испод 15 до 20 m.) али је махом еродован плеистоценом речном ерозијом.

### ***Квартар***

Ови седимент су на истраживаном подручју веома мало заступљени и то у зони Топчидерске реке и Кумодрашког потока. Представљени су песковима и глиновитим песковима. На широј територији листа Београд простиру се дуж Саве и Дунава.

### 4.3. Тектонске карактеристике

На подручју листа Београд, аутори тумача (Марковић и др.) издвајају две структурне јединице које се међусобно јасно разликују: Панонска депресија и ободни део Унутрашњих динарида.

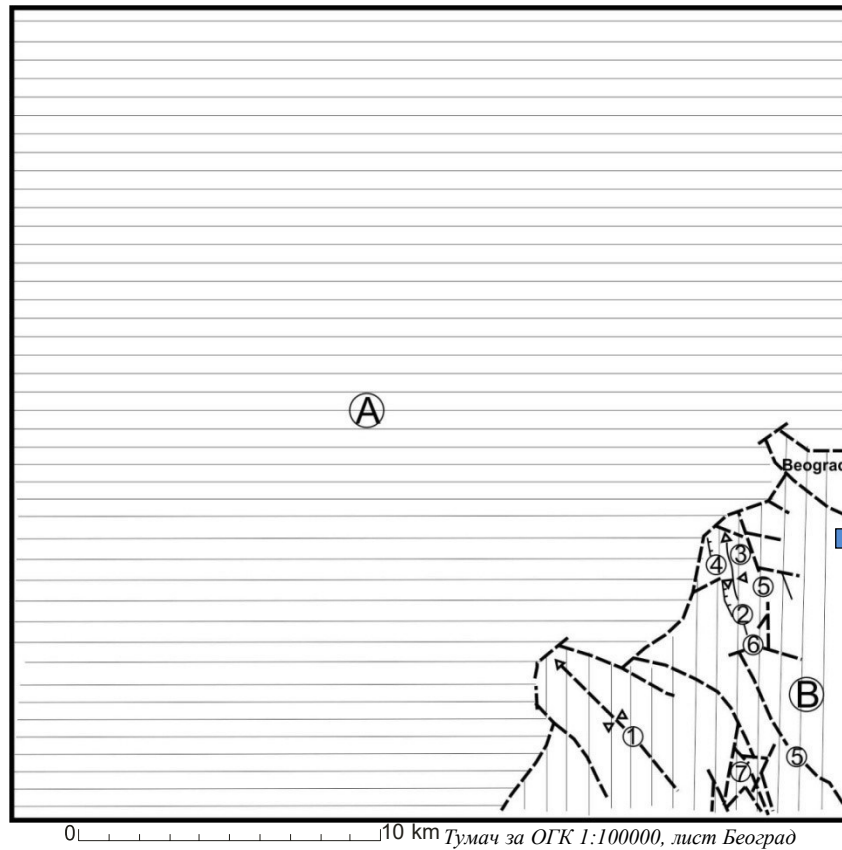
Ободни део унутрашњих Динарида је изграђен од творевина које припадају различитим структурним спратовима: мезозојски структурни спрати неогени структурни спрат.

Мезозојски структурни спрат откривен је у југоисточном делу листа “Београд”. Изграђен је од горњојурских и кредних творевина које су у већој мери маскиране неогеним седиментима.

Општи правац пружања мезозојских творевина је ССЗ-ЈЈИ. Стрми падови и чести инверсни положаји седимената одражавају снажне тектонске покрете којима су често доведени у контакт седименти различите старости. У оквиру овог подручја запажени су следећи облици: син-форма Сремчице (1), син-форма Жаркова (2), баре Кошутњака (3), краљушт Жаркова (4) и разломна зона Топчидерске реке (5) и др.

Разломна зона Топчидерске реке може да се осматра на самом терену у бројним откривеним профилима.

Главни покрети на овом подручју су обављени у посредном периоду, када је дошло до стварања линеарних набора различитих димензија (синформа Сремчице, Жаркова и баре Кошутњака), као и реверсних раседања, слика 4.1.



Слика 4.1 - Тектонска карта ширег подручја истраживања

(Тумач за ОГК 1:100000, лист Београд)

■ -Истражни простор В-1150

А - Панонска Депресија, Б - Ободни део унутрашњих Динарида: 1. синформа Смречице, 2. Синформа Жаркова, 3. Боре Кошутњака, 4. Краљуишт Жаркова, 5. Разломна зона Топчидерске реке, 6. Разломна зона Стражевице, 7. Рушањски систем паркетних структура.

## **4.4. Хидрогеолошке карактеристике подручја истраживања**

### **4.4.1.Преглед раније изведених хидрогеолошких истраживања**

Прва истраживања у потрази за подземном водом на подручју листа Београд, започета су крајем прошлог века, а настављена су све до послератног периода. Тек од шездесетих година овог века почињу озбиљнија истраживања у циљу проучавања геолошких и хидрогеолошких одлика терена за потребе водоснабдевања становништва, истраживања у циљу заштите приобалних терена од успорених вода Дунава и Саве, затим истраживања у циљу мелиоративног уређења земљишта (наводњавање и одводњавање).

Хидрогеолошка истраживања на подручју Београда 1884 године вршена су за потребе Београдског водовода у Макишу. У периоду од 1934-1939.године, у средњем делу Макиша, урађено је око 50 вертикалних бунара, али подаци о изведеним истраживањима нису сачувани.

Од 1958.год. приступило се каптирању подземних вода из Макишког аквифера помоћу “рени” бунара, када је у циљу истраживања избушено 200 бушотина. Податке о овим истраживањима приказао је Ј. Жујовић у раду “Хидрогеолошке карактеристике Макишке издани”.

Поред наведених истраживања “Гезавод” располаже подацима старих градских бунара у Земуну, као и неких бунара и пијезометара на ужем подручју Београда.

1969. године Рударско-геолошки факултет урадио је хидрогеолошку карту територије Београда, размере 1:200.000. Карта је урађена само на основу расположивих података и представља наменску карту као подлогу за генералну урбанизацију града.

Студију о истраживању могућности снабдевања водом Београда до 2000. године, урадио је Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, 1970. године.



У периоду од 1976-1991. године, “Геозавод” је изводио геотехничка истраживања за потребе пројектовања Београдског метроа. У оквиру ових истраживања вршена су и хидрогеолошка истраживања.

За терен који захвата лист “Београд”, у погледу хидрогеолошке истражености, може се рећи да су подручја у приобаљу Саве и леве обале Дунава знатно боље истражена него делови терена који се налазе северно од реке Саве.

Када је у питању степен истражености терена јужно од Саве и Дунава он се углавном своди на истраживања која су рађена у оквиру јурских кречњака и кречњака креде, ургонске фације. Ово је због тога што они дају специфичне карактеристике овом делу терена. Малог су практичног значаја, због тога што су ограниченог распрострањења и њихова појава је везана за мање кречњачке масе у оквиру флиша и флишних стена.

Миоценски спрудни кречњаци у делу терена јужно од Саве и Дунава су боље проучени, јер су јако порозни, изразито карстификовани и веома водопрпусни. Као такви добро су истражени због решавања проблема водоснабдевања.

Значај ових карбонатних творевина се састоји у томе што су оне средине из којих врши подземно дренарање изданских вода у Савске алувијалне творевине, на потезу од Макиша, па све до ушћа Саве.

Поред наведених истраживања, у последњој деценији на подручју Београда вршена су бројна хидрогеолошка истраживања у циљу израде бунара за потребе грејања и др.

#### **4.4.2. Хидрогеолошка функција стенских маса са приказом заступљених типова издани**

Хидрогеолошке карактеристике ширег истражног простора су условљене пре свега геолошком грађом терена. Према издвојеним литостратиграфским јединицама са Основне геолошке карте 1:100000, лист Београд К-34-113, као и на основу структурног типа порозности, на истраживаном терену издвојени су следећи типови издани:

- *Збијени тип издани*
- *Карстно-пукотински тип издани*
- *Пукотински тип издани и*
- *Сложени тип издани*

##### ***Збијени тип издани (а)***

На ширем подручју Београда, у глиновито-песковитим терцијарним наслагама, делувијалним творевинама, песковима и шљунковима формирана је збијена издан. У наносима потока: Мокролушког, Миријевског и других, различите дебљине, такође, формиране су издани збијеног типа. Ова издан је најчешћа у оваквим условима, односно ниво издани је повезан са водом у потоку.

На ужем простору, ова издан развијена је у наносу Топчидерске реке и Кумодрашког потока. Наслаге су претежно изграђене од глиновитих пескова дебљине од 5 до 6 m. У појединим деловима корито је усечено у мезозојске седименте, тако да алувиона и нема. Збијена издан је ограниченог распрострањења и из ње се не може захватити довољно воде ни за решавање проблема локалног водоснабдевања (Милојевић Н. и др).

### **Карстно-пукотински тип издани**

Најстарији седименти који чине подлогу терцијарним седиментима на подручју Београда су доњокредни седименти међу којима преовлађују ургонски кречњаци. На површини терена појављују се на више локација код Мостара, Теразије, Ташмајдан и др.

Констатовани су и бушењем испод терцијарног или делувијалног покривача на терасним творевинама железничких и других подземних саобраћајница на ужем подручју Београда. Очигледно је да кредни, ургонски, сиви и црвенкасти кречњаци (масивни, банковити, тектонски поломљени и израседан већим или мањим раседима, издвојени у блокове), чине подлогу терцијарним творевинама. Они су карстификовани. На неким местима стари карстни морфолошки облици и пукотине су испуњене глином црвене боје, док су местимично ови кречњаци карстификовани до те мере да се у њима вода лако спушта до нивоа ерозионог базиса.

У каменолому Бањица, на левој обали Бањичког потока испод Гољиног брда, виде се издаци црних кречњака. Подина ових кречњака нигде није откривена у околини каменолома, али је врло вероватно да њу чине глинци јурске старости какав је случај и на другим оближњим местима, као на Стражевици. Кречњаци доње креде, титон-валендина, којој серији вероватно припадају и ови кречњаци у камноломима, врло су дебели, банковити, слојевити а понегде су и масивни и песковити. Преко ових кречњака леже танко услојени лапоровити кречњаци. Јако су убрани и поломљени. Бројни ситни набори су испресецани прелинама и пукотинама које су местимично испуњене калцитом. Пукотине којима су испресецани кречњаци су различитих димензија, утврђена су три система пукотина. Поред главних система пукотина постоји читав низ мањих прелина и пукотина које играју важну улогу за циркулацију подземних вода и карстификацију кречњака. Дуж ових пукотина лако се одвајају велики кречњачки блокови.

### ***Пукотински тип издани***

Стенски комплекс изграђен од јурских и кредних седимената, представљен је лапорцима, глинцима, пешчарима, лапоровитим кречњацима, ређе конгломератима. Често је развијено ритмичко смењивање основних чланова комплекса: лапораца, глинаца и пешчара. При томе поједини чланови могу и да изостану.

Ови седименти највећим делом леже испод неогених и делувијалних седимената, а на површини терена откривени су највише у сливу Топчидерске реке и у дубљим ерозионим усецима и стрмијим деловима терена. Ове стенске масе су доста тектонски оштећене, а местимично и убране. Откривени су и у области Ресника, Пиносаве и Беле реке.

Услед егзогених процеса, флишне творевине су ситно испуцале и деградиране. На тај начин је дошло и до стварања делувијалних наслага у тим приповршинским деловима терена. У целини флишни комплекс је слабе водопропусности са присуством мањих локалних издани у кречњачким зонама.

Најстарији седименти откривени у каменолому, Бањичком потоку, Кошутњаку, Стражевици, то су црни и сиви кречњаци, банковити, слојевити, могу бити и масивни и песковити. Преко ових кречњака су танко услојени лапоровити кречњаци, који су откривени у Бањичком потоку и Бањичкој реци. Јако су убрани и поломљени са бројним ситним наборима испресецаним прлинама и пукотинама које су местимично испуњене калцитом. Овакви слојеви могу се констатовати и преко банковитих кречњака у каменолому (вероватно припадају отрив-барему). Такође овде су присутни и изданци глинаца, лапораца и пешчара у којима могу да се нађу танки прослојци кречњака. Ова серија је дебела и представља флишолике седименте који су јако израседани, убрани, што условљава присуство пукотина и формирање пукотинске издани.

### **Сложени тип издани**

Овај тип издани на истраживаном простору има највећераспрострањење. Неогени седименти леже дискордантно (трансгресивно) преко мезозојске серије. Могуће је издвојити збијено-пукотински и карстно- пукотински тип издани, али је практично немогуће извршити њиховораздвајање, обзиром да је реч о јединственој хидрогеолошкој структури.

Подземне воде испуњавају пукотине у оквиру панонских седимената, лапораца и лапоровитих глина, и на тај начин се формира сложена издан (збијено-пукотинска), која је углавном мале издашности, али великог распрострањења, (Милојевић и др).

У сарматским седиментима формирана је сложена издан карстно-пукотинског типа. На подручју Мокролушког потока преко кредних кречњака, који чине базу терцијарном терену, леже сарматски кречњаци. Констатовани су на бројним локацијама (Ташмајдан, Мокролушки поток, Торлак и др.). Кречњаци су јако карстификовани. У њима су развијене широке каверне и канали. Наведени кречњаци веома добро пропуштају воду, тако да вода са површине лако пропада кроз њих и спушта се до нивоа карстне издани која се налази у дубљим деловима ових кречњака или у кредним кречњацима, где лајтовачки кречњаци леже директнопреко њих.

Сарматски кречњаци као веома порозни, карстификовани и пропустљиви, добар су резервоар за воду. Када ови кречњаци належу на ургонске кречњаке чине јединствену целину карстно-пукотинске издани ургона и сармата. Дренирање ове издани врши се атмосферском инфилтрацијом, Мокролушким потоком и директно подземно преко савског наноса у збијену издан. Бунарима се може добити и преко 3 l/s воде.

Сложени тип издани на ужем подручју истраживања, према литолошком стубу бушотине Км-1, формиран је и у оквиру тортонских седимената (у профилу), који су представљени пешчарима, песковима, шљунковима и конгломератима. У овим седиментима констатована је појава подземне воде под притиском, (бушотина Км-1), (Милојевић и др).

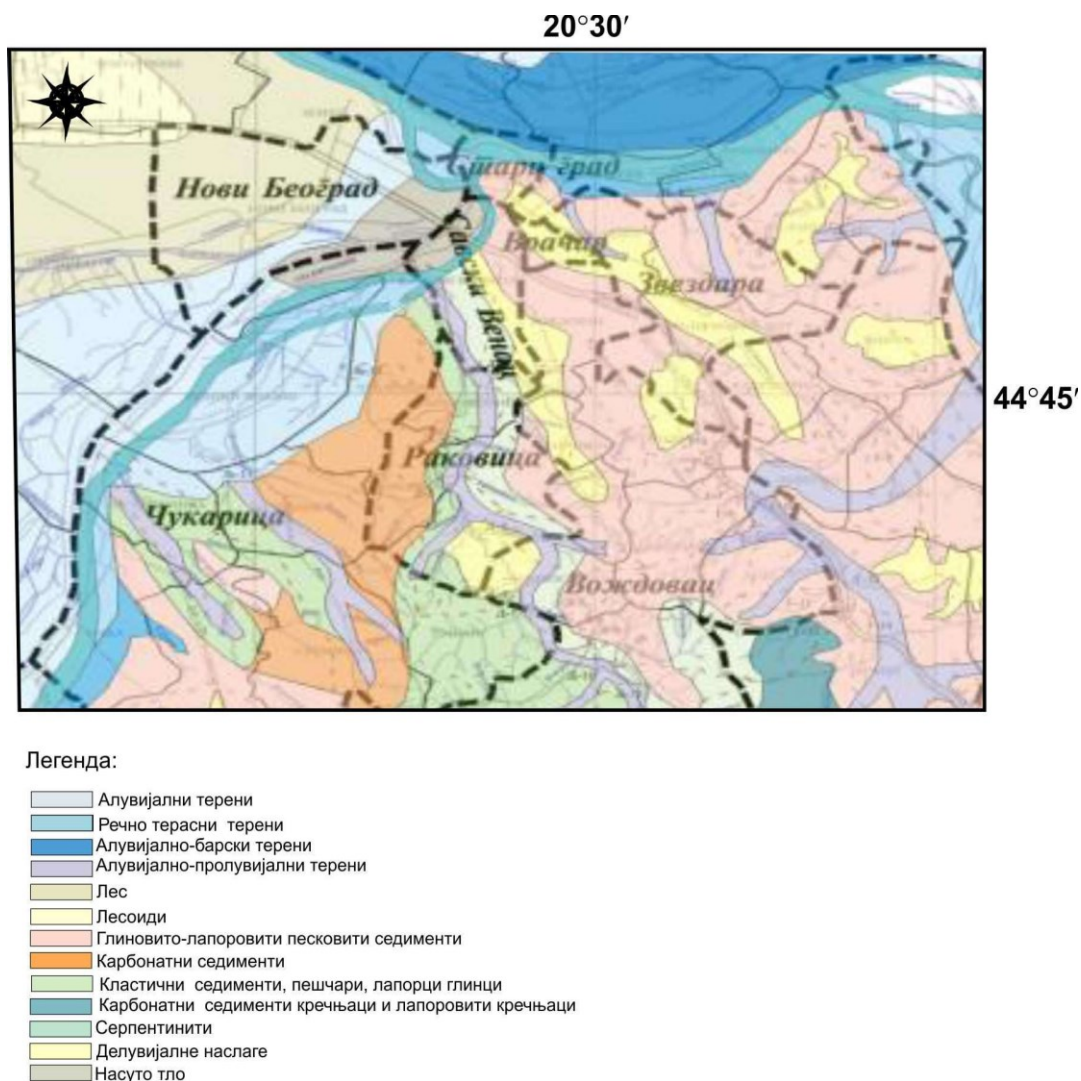
## 5. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ТЕРЕНА

Уже подручје истраживања, налази се у градској зони града Београда, на општини Вождовац и има површину од 0,28 km<sup>2</sup>, слика 5.1, прилог 1.



Слика 5.1 - Микролокација бунара КМ-1 са положајем истражног простора (Google Maps)

Геолошки састав уже околине истраживаног подручја чине сарматски седименти, представљени углавном глиновито-песковито-лапоровитом серијом, слика 5.2. У оваквим срединама са полуотвореним хидрогеолошким структурама створени су услови за формирање издани под притиском. Из таквих издани, формираних у неогеним наслагама снабдевају се водом неки бунари на десној обали Дунава.



Слика 5.2 - Упростићени приказ геолошке грађе ширег подручја истраживања (Пајчић, 2019)

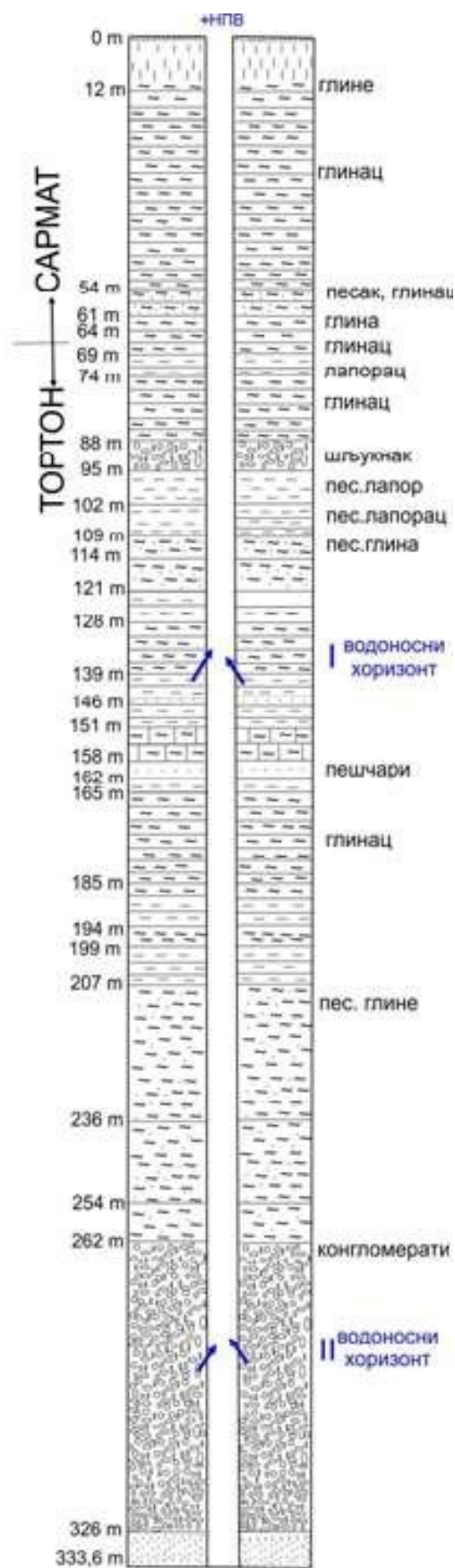
Појава вода под притиском констатована је у сарматским наслагама на северним падинама Топчидерског брда, у алувијону Саве и др. Вода из ових хоризоната има повећану минерализацију као и температуру. Најдетаљнију слику водоносних хоризоната ужег подручја, пружа хидрогеолошки профил бушотине Км-1, слика 5.3. Обзиром да је у току бушења вршено језгровање, утврђено је да је бушење изведено кроз творевине сарматске и другомедитеранске старости, веома богате остацима флоре и фауне.

У даљем тексту дат је детаљан приказ литолошког састава по дубини, слика 5.3:

- 0,0-3,0 m -површински хумифициран слој и лес смеђе боје;
- 3,0-7,2 m -преталожени лес смеђе боје;
- 7,2-12,0 m -жуте и сивозеленкасте масне глине, мало песковите;
- 12,0-54,8 m -песковити глинац, серија прелази у песковити лапор;
- 54,8-61,5 m -песковити глинац са глиновитим пешчаром;
- 61,5-64,0 m -зеленкастоплавичасте глине, пластичне и доста масне;
- 64,0-68,0 m -смењивање шарених песковитих глинаца са сивим глинама;
- 68,0-69,0 m -црни песковити глинац са ситним угљенисаним остацима;
- 69,0-74,0 m -сиви песковити лапор са ситном фауном шкољки;
- 74,0-88,0 m -тракаста серија песковитих глинаца;
- 88,0-94,7 m -песковити лапорци са прослојцима пешчара;
- 94,7-101,3 m -песковити лапорци са прослојцима сивортамних пешчара;
- 101,3-101,8 m -лапоровите и песковите глине;
- 101,8-109,0 m -песковити танко листаста лапорац са остацима флоре;
- 109,0-114,5 m -зеленкасте песковите глине са прослојцима лапорца;
- 114,5-121,5 m -песковита глина са прослојцима лапораца;
- 121,5-128,0 m -смењивање глина и лапораца;
- 128,0-139,2 m -песковити глинац и лапорац  
(на 139 m појава воде температуре 18,5 °C и издашности 2 l/s);
- 139,2-144,0 m -сиви расквашени лапорци са доста фауне;
- 144,0-146,0 m -кварцни пешчари, средњег зрна, доста порозни;
- 146,0-151,2 m -сиви песковити лапорац;
- 151,2-158,0 m -песковити глинац сивомрке боје;
- 158,0-162 m -средњезрни кварцни пешчари и конгломерати;
- 162,0-165,2 m -сиви лапорац са доста фауне;
- 165,2-185,8 m -песковити глинац;
- 185,8-188,5 m -лапоровите глине и глинци;
- 188,5-194,5m -сиви лапорац;



- 194,5-196,0 m -сивомрка глина;
- 196,0-199,5 m -компактни лапорац са доста фауне;
- 199,5-207,7 m -сивожути песковити лапорци са доста фауне;
- 207,7-254,0m -тамносива песковита глина и прашинасти пескови;
- 254,0-262,1m -песковита глина са прослојцима ситнозрних пескова;
- 262,1-326,6m -конгломератична серија са пешчарима  
(појава воде температуре 29 °C и издашности 7 l/s);
- 326,6-333,6m -сивозелени ситнозрни кварцни пешчари;



Слика 5.3 - Хидрогеолошки профил бушотине Км-1 (Пајчић, 2019)

## 5.1. Општи подаци о бунару Км-1

Бунар Км-1, слика 5.4 са координатама  $Y = 7459870$ ,  $X = 4958220$ ,  $Z = 132$ , (које су геодетски снимљене, прилог 2.). Бушење је изведено до дубине од 333,6 m, али је касније након урађених каротажних мерења извршена изолација интервала од 158 m до 333,6 m, тако да коначна дубина бунара износи 158 m.

Бушење бунара Км-1 обављено је гарнитуром URB-ZAM, уз употребу исплаке. До 7,2 m дубине, бушено је пречником  $\varnothing 450$  mm, након чега је уграђена обложна колона  $\varnothing 400$  mm. Од 7,2 m до 139,2 m бушење је настављено пречником  $\varnothing 350$  mm, након чега је спуштена експлоатациона колона  $\varnothing 230$  mm. Након изведене цементације бушење је настављено пречником  $\varnothing 214$  mm до крајње дубине. Истражним бушењем констатована судва хоризонта воде под притиском. Први водоносни хоризонт издвојен је у интервалу од 139,20 до 158 m у оквиру порозних кварцних пешчара и песковитих глинаца. Дубљи водоносни хоризонт издвојен је у интервалу од 326,6 до 331,0 m у оквиру ситнозрних пешчара. Укупна количина воде при самоизливу из оба водоносна хоризонта износила је 7 l/s, са температуром воде од 29 °C. Након одлуке да се каптира само плићи водоносни хоризонт, у бушотину је уграђен мостичави филтер типа „Геомашина“ пречника  $\varnothing 150/200$ mm, са таложником дужине 1 m, (Мирковић,1973).



Слика 5.4 - Бунар Км-1 (Пајчић,2019)

Интервал од 158 до 333,6 m изолован је шљунчаним гранулатом, глином и цементом. Након израде бунара Км-1 установљен је самоизлив од 1,2 l/s, са температуром воде од 25 °С.

У циљу добијања података о коефицијенту филтрације и специфичној издашности бунара изведено је црпење са три снижења капацитета и то са  $Q_1$ -2 l/s,  $Q_2$ -2,7 l/s и  $Q_3$ -3 l/s. Након обраде добијених података установљена је оптимална издашност бунара од 2,5 l/s, специфична издашност  $q$  - 0,19 l/s/m, док коефицијент филтрације износи  $4 \times 10^{-3}$  cm/s. Физичко-хемијским анализама утврђено је да се ради о термалним водама хидрокарбонатне класе и натријумске групе, које припадају меким, слабоалкалним водама чија рН вредност износи 8.(М.Мирковић,197.).

Литолошки стуб и конструкција бунара Км-1 приказани су на прилогу 5.

## 6. ПРИКАЗ ВРСТЕ, ОБИМА И РЕЗУЛТАТА РАНИЈИХ ИСТРАЖИВАЊА ИЗВЕДЕНИХ НА БУНАРУ КМ-1

Након одлуке да се бунар КМ-1 укључи у систем за хлађење машина и уређаја у предузећу „Atlantic Štark“, 1973. године започето је са извођењем радова на утврђивању стања бунарске конструкције бунара КМ-1 који је изведен 1970. године. Радови су се односили посебно на утврђивање стања врха бунарске конструкције и водопријемног дела (филтера).

Обзиром да је установљено да није било оштећења бунарске конструкције након скидања бетонског осигурања, приступило се реометријским испитивањима са задатком да се утврди исправност филтерског дела бунарске конструкције. Реометријско испитивање изведено је при слободном истицању воде из бунара у количини од 1,3 l/s. Највећи доток воде утврђен је у интервалу од 153-155 m, у количини од 0,7 l/s.

У циљу утврђивања промене температуре воде у функцији дубине урађен је термокаротаж. У време мерења температура на самоизливу је износила 24,6 °C,

Док је максимална температура измерена на дну бунара и износила је 26,8 °C. Промена температуре са дубином износила је нешто мање од 1 °C на 100 m дубине у експлоатационој колони, међутим констатовано је да је у водопријемном делу бунара промена температуре знатно већа, и да износи 0,6 °C на 19 m дубине.

Испирање бунара аерлифтовањем вршено је у трајању од 24 часа, након чега је установљено да у бунару нема талога. Након испирања бунара, приступило се пробном црпењу у циљу утврђивања оптималне издашности бунара. Црпење је изведено са 4 снижења у трајању од 48 часова капацитетима од: Q<sub>1</sub>-2,3 l/s, Q<sub>2</sub>-2,8 l/s, Q<sub>3</sub>-3,3 l/s и Q<sub>4</sub>-3,6 l/s. На основу добијених резултата потврђен је оптимални капацитет бунара од 2,5 l/s, док је специфична издашност бунара износила 0,14 l/s/m, а коефицијент филтрације  $3,5 \times 10^{-3}$  cm/s.

Карактер криве указао је на то да се није могла очекивати издашност већа (максималана) од 4 l/s, што није било довољно за комплетне потребе предузећа Atlantic Štark, обзиром да је била потребна издашност од 10 l/s, како

би бунар одговарао намени. Након свих изведених радова узет је узорак воде за израду хемијске анализе. Након свих изведених испитивања на бунару Км- 1, закључено је да вода из бунара захтева претходно раслађивање како би одговарала намени, док је по питању квалитета испуњавала све услове. Кадасу у питању хидродинамичка испитивања, закључено је да се добијени подацине могу сматрати верним одразом стварног стања бунара, обзиром да су ранијим тестирањем бунара обарани веома мали нивои, док поновним црпењем није дошло до потпуног устаљења нивоа због кратког времена тестирања. Предлог је био да се врши праћење самоизлива у дужем временском периоду и дуготрајно тестирање бунара са обарањем нивоа до 100 m дубине, (Мирковић,1973)

### **6.1. Истраживања изведена на бунару Км-1 у периоду 2019.-2020. године**

Обзиром да за бунар Км-1 од његове израде, па све до данас нису утврђиване ни овераване резерве, започело се са извођењем примењених хидрогеолошких истраживања. Циљ ових истраживања био је прикупљање одређеног обима података за потребе разврставања резерви подземних вода са овог бунара.

На основу чињенице да предузеће „Atlantic Štark“ користи воду из бунара Км-1 искључиво као техничку, са годишњом потрошњом од око 150 m<sup>3</sup>, одлучено је да се спроведе минималан обим истраживања довољних за разврставање резерви у категорију „Ц1“.

Истраживања која су вршена за потребе утврђивања резерви подземних вода бунара Км-1 састојала су се у:

- Анализи резултата ранијих истраживања;
- Режимским осматрањима издашности (самоизлива);
- Режимским осматрањима квалитета воде бунара Км-1.



Анализа геолошких хидрогеолошких података дата је кроз претходна поглавља и имала је за циљ сагледавање општих геолошких и хидрогеолошких прилика на ужем и ширем подручју.

Режимска осматрања издашности (самоизлива) и температуре воде на бунару Км-1, вршена су током једне хидролошке године, односно у периоду од 22.08.2019. године до 27.08.2020. год. Осматрања су вршена запреминском методом на сваких 7 дана, (прилог 3). Мерења су вршена на чесми, слика 7.1, до које је вода доведена цевоводом из бунара Км-1. Мерења су вршена у периодима када бунар није био укључен за потребе предузећа „Atlantic Štark“, тако да је целокупна количина воде слободно истицала на чесми. Статички ниво подземних вода који је измерен износио је +2 m.



*Слика 6.1 – Чесма на којој су праћени подаци самоизлива (Пајчић, 2019)*

Праћење физичко-хемијских карактеристика воде из бунара Км-1 вршено је узорковањем воде и израдом две анализе „В“ обима, у септембру 2019 и мају 2020. год. Анализирани су следеће карактеристике: физичко-хемијске, микробиолошке, радиолошке, као и њихова стабилност у току једне хидролошке године. Особине воде са бунара Км-1, анализирани су како је то предвиђено Правилником о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ бр. 42/98).

## 6.2. Праћење режима издашности на бунару Км-1

Осматрања издашности и квалитета воде на експлоатационом бунару Км-1, вршена су у периоду 22.08.2019. године до 27.08.2020. год. Режимска осматрања издашности вршена су сваки седми дан.

Праћење издашности на бунару Км-1 вршено је запреминском методом, тј. пуњењем суда познате запремине, слика 6.2

Вредности издашности, температуре воде и ваздуха на бунару Км-1 приказане су у табели 6.1. На основу добијених података урађен је упоредни дијаграм режимских осматрања, у корелацији са дневним падавинама које су приказане у табели 6.2 и атмосферским притиском, слика 6.3.



Слика 6.2 - Мерење издашности на бунару Км-1 (Пајчић, 2019)



Табела 6.1 - Записник режимских осматрања на бунару Км-1 (Пајчић, 2019)

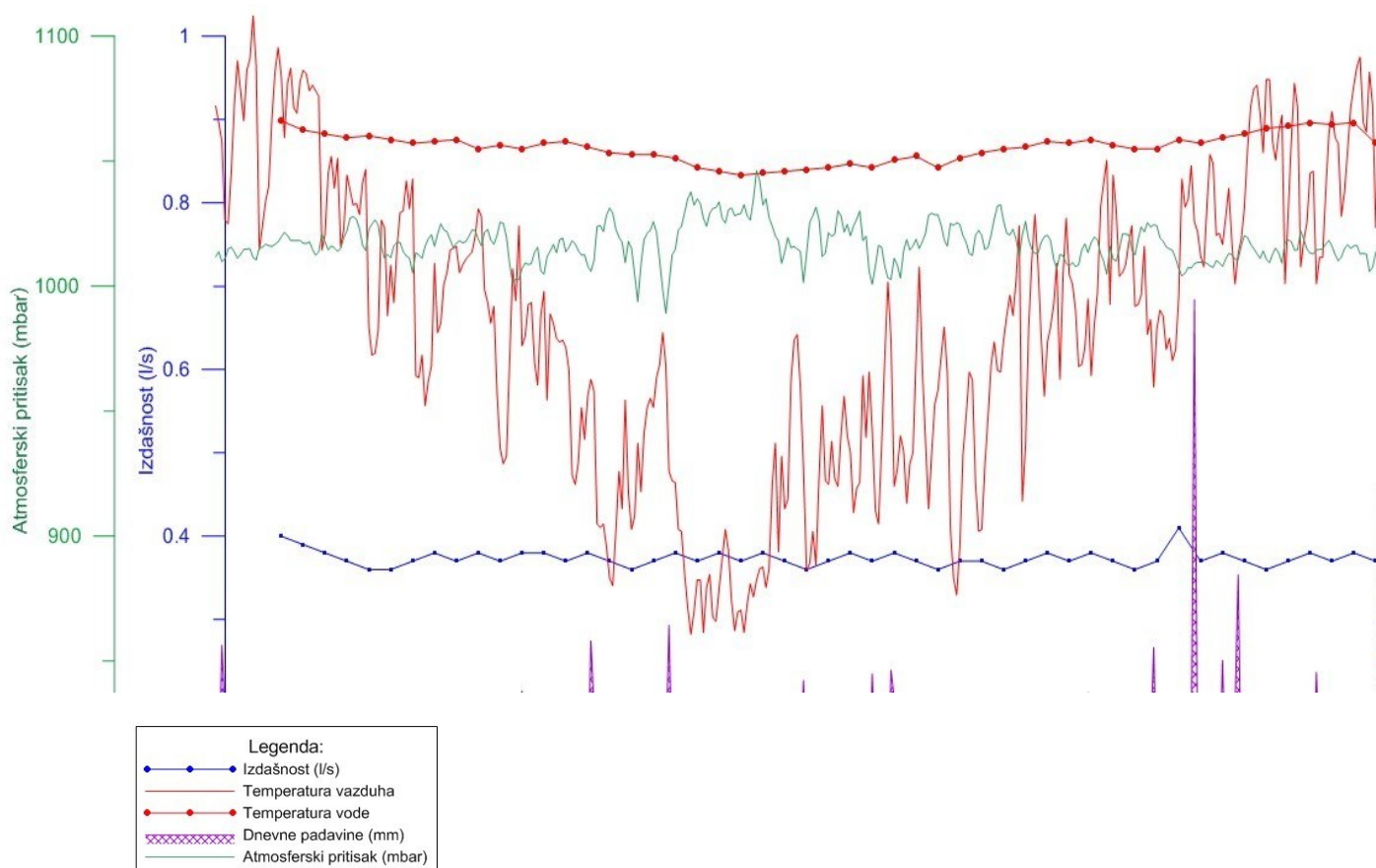
Датум	Издашност (l/s)	Т воде (°C)	Т ваздуха (°C)
22.8.2019	0,4	25,5	27,9
29.8.2019	0,39	25	28,2
5.9.2019	0,38	24,8	19,4
12.9.2019	0,37	24,6	22,6
19.9.2019	0,36	24,7	14,5
26.9.2019	0,36	24,5	17,8
3.10.2019	0,37	24,3	22,4
10.10.2019	0,38	24,4	17,9
17.10.2019	0,37	24,5	18,8
24.10.2019	0,38	24	20,8
31.10.2019	0,37	24,2	8
7.11.2019	0,38	24	13,5
14.11.2019	0,38	24,3	16,4
21.11.2019	0,37	24,4	13,4
28.11.2019	0,38	24,1	10,8
5.12.2019	0,37	23,8	1,1
12.12.2019	0,36	23,7	3,7
19.12.2019	0,37	23,7	10,2
26.12.2019	0,38	23,5	6,2
2.1.2020	0,37	23	1
9.1.2020	0,38	22,8	0,5
16.1.2020	0,37	22,6	-0,6
23.1.2020	0,38	22,7	1,7
30.1.2020	0,37	22,8	4,8
6.2.2020	0,36	22,9	1,5
13.2.2020	0,37	23	6,1
20.2.2020	0,38	23,2	7,8
27.2.2020	0,37	23	9
5.3.2020	0,38	23,4	6
12.3.2020	0,37	23,6	12,9
19.3.2020	0,36	23	11,1
26.3.2020	0,37	23,5	2,8
2.4.2020	0,37	23,8	3,7
9.4.2020	0,36	24	13,8
16.4.2020	0,37	24,1	8,2
23.4.2020	0,38	24,4	13,7
30.4.2020	0,37	24,3	17,3
7.5.2020	0,38	24,5	11,9
14.5.2020	0,37	24,2	22,6
21.5.2020	0,36	24	15,6
28.5.2020	0,37	24	14,4
4.6.2020	0,41	24,5	16,2
11.6.2020	0,37	24,3	18,3
18.6.2020	0,38	24,6	18,9
25.6.2020	0,37	24,8	20,9

2.7.2020	0,36	25,1	27,7
9.7.2020	0,37	25,2	20,6
16.7.2020	0,38	25,4	22,7
23.7.2020	0,37	25,3	26
30.7.2020	0,38	25,4	27,4
6.8.2020	0,37	24,3	19,8
13.8.2020	0,38	24,3	24,8
20.8.2020	0,37	24,1	21,8
27.8.2020	0,36	24,5	22,7
<b>Сред.</b>	<b>0,37</b>	<b>24,1</b>	<b>14,2</b>
<b>Макс.</b>	<b>0,41</b>	<b>25,5</b>	<b>28,2</b>
<b>Мин.</b>	<b>0,36</b>	<b>22,6</b>	<b>-0,6</b>

Табела 6.2 - Дневне падавине (mm) за период август 2019.год.- август 2020. год. за метеоролошку станицу Београд 132 мн.м. (РХМЗ Србије)

Датум	Дневнепадавине (mm)												
	8/19	9/19	10/19	11/19	12/19	20/1	20/2	20/3	20/4	20/5	20/6	20/7	20/8
1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	1,5	11,1	0	0
3	18,8	0	0,2	0,4	9	0	0	0	0	0	3,3	0	0
4	9	0,5	7,1	0	0	0	0,7	15,5	0	0	0	1,9	0,1
5	0,8	0	0	1,1	0	1	14,1	11,7	0	0	0	0	7,6
6	0	0	1,7	0,6	0	0	3	0	0	12,5	1,7	0	10,5
7	0	0	0	12,7	0	0	0	3,4	0	0,1	0	0,1	0
8	0	2,8	0	0,8	0,6	0	0	0,5	0	0	4,5	0,1	39,9
9	6,3	0	0	1,1	0	0	0	0,9	0	0	64,9	0	0
10	0	3,4	0	0,6	0	0	0	0	0	0	1,4	0	0,8
11	0	0	1,1	0	7,9	0	11,9	0	0	0	4,3	0	0
12	0	0	0	0	0	0	1,9	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	3,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0,5	0
14	0	0	0	2,8	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0,1	0,3	0	5,3	0	6,2	1,4	0,8	0	0,8
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1,4
17	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4,9
18	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	16,8	15,2	1,8
19	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,8	6
20	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	9,8	0	8,1	0
21	0	0	0	0,5	0	0	0,1	0	0	7,1	2,5	0	0
22	0	0	0	0	2,8	0	0	0	0	0	10,5	0	0
23	0	0	0	0	4,7	0	0	0	0	0	28,2	0	0
24	0	1	0	0	21,5	0	0	10	0	0,4	0,1	0	0
25	0,2	3,1	0	0	1,7	0	0	3,7	0	3,4	0	6,1	7,4
26	0,5	5,1	0	0	2	0	0	0	0,1	5,1	0	1,7	8,4
27	0,9	7,8	0	0	1	5,7	15	0	0,6	18,5	0	1,8	0
28	0	0	0	0,3	0,7	4,7	1,4	0	0	0,9	0	0	0
29	0	0	0	19,4	2,5	9,3	1,7	0	1,6	0,1	0	0	0
30	0	0	3,2	10,6	0,4	1,4	0	2,2	0,4	0,2	6,9	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0
Сума	39,7	26,1	13,3	54,3	55,3	24,1	55,9	48	8,9	62,5	158,5	37,6	89,6
Годишњасума (mm)													673,8

Као што се види из табеле 6.1 и дијаграма режимских осматрања, слика 6.3, капацитет бунара током године је уједначен и кретао се од 0,36 до 0,41 l/s или просечно 0,37 l/s што нам указује на стабилност протицаја у току хидролошке године. Практично утицај атмосферских падавина није уочен, а што је и очекивано обзиром да се ради о издани под притиском. Температура воде износи просечно око 24 C°.



Слика 6.3 – Дијаграм режимских осматрања

### 6.3. Праћење хидрохемијског режима на бунару Км-1

Праћење квалитета воде из бунара Км-1 о резервама подземних вода вршено је путем две анализе „В“ обима од 12.09.2019. године и 14. 5.2020. године, слика 6.4. Праћење се састојало у анализирању следећих карактеристика: физичко-хемијских, микробиолошких, радиолошких, као и оцене њихове стабилности током хидролошке године. Особине воде из бунара Км-1 анализирани су како је то предвиђено Правилником о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ бр. 42/98). Анализе воде рађене су у акредитованим лабораторијама (прилог 4).

У табели 6.3 , дат је приказ параметара који карактеришу воду из бунара Км-1, а у даљем тексту дата је анализа квалитета подземних вода на основу параметара добијених режимским осматрањима на бунару Км-1.



Слика 6.4 - Узорковање воде из бунара 12.09.2019. (Пајчић, 2019)

Табела 6.3 - Приказ значајнијих хемијских параметара воде бунара Км-1

Датум Параметар	12.09.2019(mg/l)	14.05. 2020.(mg/l)	МДК (Сл.лист СРЈ 42/98)
Температура (°C)	26,4	17,0	Т изворишта
Мутноћа (NTU)	0,41	0,12	1
Боја (Pt-Co скале)	<5	<5	5
Мирис	без	без	Без
Електропроводљивост ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	685	677	1000
pH вредност	8,5	8,7	6.8-8.5
Укупна тврдоћа	3,8	4,4	
Остатак испарења	471	552	
Потрошња $\text{KMnO}_4$	8,8	3,5	8
Натријум Na (mg/l)	151	153	150
Калцијум Ca (mg/l)	8,1	9,1	200
Магнезијум Mg (mg/l)	11,6	14	50
Калијум K (mg/l)	1,8	1,6	12
Хлориди Cl (mg/l)	3,3	3,68	200
Сулфати $\text{SO}_4$ (mg/l)	50	52,5	250
Хидрокарбонати $\text{HCO}_3$ (mg/l)	427	464	
Нитрити $\text{NO}_2$ (mg/l)	0,06	0,011	0.03
Нитрати $\text{NO}_3$ (mg/l)	0,5	0,5	50
Гвожђе Fe(mg/l)	<0,05	<0,05	0.3
Манган Mn(mg/l)	<0,001	<0,05	0.05
Амонијум јон(mg/l)	5,3	2,82	0.1
Арсен As(mg/l)	<0,01	<0,01	0.01
Олово Pb(mg/l)	<0,005	<0,005	0.01
Жива Hg(mg/l)	<0,001	<0,001	0.001
Алуминијум Al(mg/l)	<0,05	<0,05	0.2
Бакар Cu(mg/l)	<0,05	<0,05	2.0
Цинк Zn(mg/l)	<0,05	<0,05	3.0
Хром Cr(mg/l)	<0,0005	<0,005	0.05
Никл Ni(mg/l)	<0,005	<0,005	0.02
Феноли	<0,001	<0,001	<0.003
Флуориди F	0,73	0,56	<1,2
Детерџенти		<0,05	<0,1

### **Физичке особине воде**

- Мирис - У анализираној води није запажена појава мириса, тј. присуство било каквих, неорганских, органских и биолошких компоненти које би условиле присуство мириса.
- Мутноћа - У току режимских осматрања није запажена појава замућења воде.
- Боја - У току режимских осматрања запажено је да се испитивана вода одликује одсуством боје, односно одсуством материја које доводе до појаве обојења подземне воде.
- Температура - Температура воде током режимских осматрања се кретала од 22,6 до 25,5°C.
- рН индекс - Вредност рН индекса испитиване воде креће се у границама од 8,5 до 8,7 што је према важећем Правилнику сврстава у алкалне воде.
- Електропроводљивост - Вредност електропроводљивости испитиване воде креће се у распону од 677 до 685  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Суви остатак - Суви остатак подземне воде из бунара Км-1 одређиван је као остатак на 180 °C, и креће се од 471 mg/l до 552 mg/l.
- Минерализација - Вредност минерализације је одређена као укупан збир свих чврстих растворених материја и износи око 650 mg/l.

### Хемијски састав воде

У катјонском саставу доминирају јони натријума, од 151 mg/l до 153 mg/l, магнезијума од 11,6 mg/l до 14 mg/l, калцијума од 8,1 mg/l до 9,1 mg/l и калијума од 1,6 mg/l до 1,8 mg/l.

Садржаји нитрита су испод максимално дозвољених концентрација, док је садржај амонијака и нитрита преко МДК вредности.

Скоро цела количина *анјона* припада хидрокарбонатима, који износе од 427 mg/l до 464 mg/l, сулфати имају вредности од 50 mg/l до 52,5 mg/l и хлориди од 3,3 mg/l до 3,68 mg/l.

Скраћени приказ хемизма воде дат је следећом формулом:

*Формула Курлова:*

$$M_{0,65} \frac{HCO^3_{89}SO^4_{1c}}{(Na+K)_{88}Mg_7Ca_5} T_{24} Q_{0,4 \text{ l/s}} \quad (6.3.1)$$

*T* – температура (°C)

*M* – минерализација (g/l)

*Q* – издашност (l/s)

**Анјони:**

*HCO<sup>3-</sup>* – хидрокарбонати

*SO<sup>4-</sup>* – сулфати

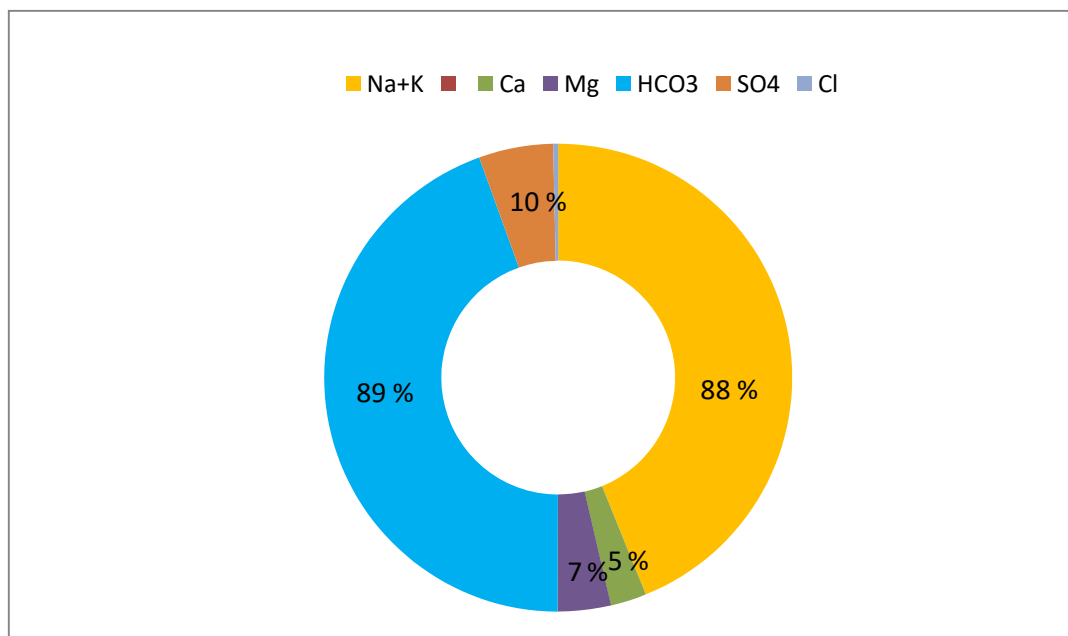
**Катјони:**

*(Na+K)<sup>+</sup>* – натријум и калијум

*Mg<sup>+</sup>* – магнезијум

*Ca<sup>+</sup>* – калцијум

Хемијски састав подземне воде бунар Км-1 приказан је и кружним дијаграмом, слика 6.5.



Слика 6.5 - Кружни дијаграм хемијског састава воде из експлоатационог бунара Км-1

Подземна вода која се захвата из експлоатационог бунара Км-1 је *мало минерализована* и према хемијском саставу оцењена је као *хидрокарбонатно-натријумска*.

Садржаји параметара који чине микрокомпонентни састав ове воде, флуор, силикати, баријум, бор, стронцијум, алуминијум, тешки метали, арсен, олово, никл, жива, су испод максимално дозвољених вредности.

Специфични показатељи, као што су цијаниди, детерџенти, испарљиви феноли, остаци органохлорних инсектицида, односно ароматични угљоводоници такође нису констатовани.

По бактериолошким својствима ова подземна вода одговара условима из Правилника о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ бр.42/98), табела 6.4.



Табела 6.4 - Резултати микробиолошких испитивања (Пајчић, 2019.)

РЕЗУЛТАТИ МИКРОБИЛОШКИХ ИСПИТИВАЊА					
Р.Б.	карактеристика за испитивање		12.09.2019. (mg/l)	14.05.2020. (mg/l)	реф. вредност
1	аеробне мез. бактерије		<1	<1	100
2	стрепт. фек. порекла		<1	<1	0
3	ук. бр. колифор. бакт.		<1	<1	≤5
4.	Протеус врста		<1	<1	0
4	E. Coli у 250 ml		<1	<1	0
5	Pseudomonas Aer. I		<1	<1	0
6	сулфиторед. бакт.		<1	<1	0

Вода из експлоатационог бунара Км-1 садржи радиоактивне елементе изнад дозвољених концентрација дефинисаних Правилником о границама садржаја радионуклеида у води за пиће, животним намирницама, сточној храни, лековима, предметима опште употребе, грађевинском материјалу и другој роби која се ставља у промет (Сл. Гл. РС. 86/11 и 97/13), док су вредности гама активности у сагласности са наведеним Правилником, табела 6.5.

Табела 6.5 - Резултати радиолошких испитивања (Пајчић, 2019.)

РЕЗУЛТАТИ РАДИОЛОШКИХ ИСПИТИВАЊА				
Р.Б.	карактеристика за испитивање	јединица мере Bq/kg	12.09.2019. (mg/l)	14.05.2020. (mg/l)
1	укупна алфа активност		<0,05	<0,01
2	укупна бета активност		<0,06	<0,05

Сви хидрохемијски параметри који карактеришу дату појаву подземне воде су у границама предвиђених законских регулатива. Одступања у променама хемијског састава су мања од 15% од средње годишње вредности. Резултати осматрања хидрохемијског режима показују да се подземне воде из бунара Км-1 карактеришу постојаношћу физичко-хемијског састава воде у току хидролошке године. Вода из бунра Км-1 анализирана је како је то предвиђено Правилником о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ бр. 42/98). Може се закључити да резултати анализа одговарају МДК вредностима наведеног Правилника, осим садржаја амонијака и нитрата.

## 7. РЕЗЕРВЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА БУНАРА КМ-1

### 7.1. Методе прорачуна резерви

Перманентним спровођењем режимских осматрања мерењем количине и температуре воде на самоизливу на бунару КМ-1 као и на основу хемизма воде (израдом комплетних анализа В обима), доказана је количина воде која се може експлоатисати из бунара КМ-1 на изворишту Atlantic Štark.

Резерве подземних вода „Ц<sub>1</sub>“ категорије бунара КМ-1 одређене су на основу података режимских осматрања, која су вршена у периоду 22.08.2019.-27.08.2020. године, као и резултата физичко-хемијских, микробиолошких и радиолошких анализа узорака воде. Поступак одређивања резерви је у многоме олакшан веома малом променљивошћу елемената који говоре о количинама и квалитету воде, који варирају практично у границама тачности мерења.

### 7.2. Прорачун категорије резерви подземних вода

Основне податке за утврђивање резерви подземних вода „Ц<sub>1</sub>“ категорије дала су мерења самоизлива на бунару КМ-1, у току једне хидролошке године, прилог 3, при чему је утврђен минимални капацитет од 0,36 l/s и максимални капацитет од 0,41 l/s. Резултати комплетних физичко-хемијских и микробиолошких анализа без изузетка одговарају условима из Правилника о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ бр. 42/98).

На основу свега истакнутог, у „Ц<sub>1</sub>“ категорију резерви *маломинерализованих подземних вода из бунара КМ-1, уврштена је количина од 0,3 l/s подземне воде* при чијем захватању не може доћи до нарушавања квалитета воде. Та количина добијена је узимањем 90 % минималне издашности, а што износи **0,3 l/s**. При разврставању подземних вода у „Ц<sub>1</sub>“ резерве поштован је Правилник о класификацији и категоризацији резерви подземних вода и вођењу евиденције о њима (Сл. Лист СФРЈ бр. 34/79). Вода припада категорији *хидрокарбонатно-натријумских вода*.

### 7.3. Укупне резерве подземних вода

За бунар Км-1, који се налази на изворишту „Atlantic Štark“, на основу резултата хидрогеолошких истраживања и осматрања у једногодишњем периоду, утврђене су билансне резерве “Ц<sub>1</sub>” категорије, приказане у табели 7.1.

Табела 7.1 - Резерве подземних вода са бунара Км-1

<i>Истражно експлоатациони бунар</i>	<i>Категорија резерви</i>	<i>Тип воде</i>	<i>Т<sub>ср</sub> (°C)</i>	<i>Резерве (l/s)</i>	<i>Учинак по категорији</i>
<i>Км-1</i>	<i>„Ц<sub>1</sub>“</i>	<i>HCO<sub>3</sub>-Na</i>	<i>24</i>	<i>0,3</i>	<i>100 %</i>

## 8. ЗАКЉУЧАК

Бунар Км-1 урађен је 1970. године и укључен је у систем за хлађење машина и уређаја за потребе предузећа „Atlantic Štark“ у чијем се кругу и налази.

Истраживања су се састојала у режимским осматрањима издашности бунара и физичко-хемијског састава и квалитета воде током хидролошке године. Анализом досадашњих сазнања о геолошким и хидрогеолошким карактеристикама ширег подручја изворишта, као и на основу резултата најновијих изведених истраживања, може се закључити следеће:

- Геолошки састав уже околине истраживаног подручја чине: сарматски седименти, представљени углавном глиновито-песковито-лапоровитом серијом.
- Бунар Км-1 је дубине 158 m и каптира издан под притиском.
- Режимска осматрања издашности изведена су у периоду од 22.08.2019. год. до 27.08.2020.
- Обрадом добијених података утврђена је издашност бунара Км-1 од 0,3 l/s и температура воде од 24 °C.

Режимска осматрања квалитета воде вршена су израдом две комплетне анализе „В” обима. Узорковање воде вршено је: 12.09.2019. год. и 14.05.2020. год. Резултати анализа показали су да вода из бунара Км-1 припада *класи хидрокарбонатно-натријумских маломинерализованих вода*.

На основу истраживања оверене резерве су „Ц<sub>1</sub>” категорије маломинерализованих подземних вода из бунара Км-1, у количини од 0,3 l/s хидрокарбонатно-натријумског типа, температуре 24 °C.

Иако се подземне воде користе за техничке потребе, свакако треба нагласити да је за будућа истраживања и активности на изворишту подземних вода, неопходан редован мониторинг квантитативних и квалитативних параметара режима подземних вода.

## ЛИТЕРАТУРА

- Анђелковић М., 1967: Шумадијска зона (стратиграфија, палеографија, магматизам и тектоника). *Геолошки анали Балканског полуострва, књига XXXIII*, Београд.
- Бабац Д., Вуковић М., 1971, *Вештачко обогаћење подземне издани Београдског изворишта. Зборник радова I Југословенски симпозијум о хидрогеологији и инжењерској геологији*, Херцег-Нови.
- Букуров Б., 1953, *Геоморфолошки приказ Војводине. Зборник Матице Српске, серија природних наука, св. 4.*, Нови Сад.
- Ивковић А., Чубриловић П., 1980: *Анализа хидрогеолошке истражености Београдског региона*, Београд.
- Филиповић Б. и др. 2005. *Регионална хидрогеологија Србије*.
- Марковић М. и др., 1984: *Карта Л 34-113 и Тумач за ОГК, лист Београд*, Савезни геолошки завод, Београд.
- Милојевић Н. 1975. *Хидрогеологија територије града Београда*
- Милојевић Н., Филиповић Б., Димитријевић Н., 1975 *Хидрогеологија територије града Београда*. Монографија Универзитета у Београду.
- Мирковић М. 1973. *Препис извештаја о изведеним радовима на бунару КМ-1*, Геосонда, Београд.
- Протић Д. 1995: *Минералне и термалне воде Србије*, Геоинститут, Београд.
- Пајчић Т. 2019: *Елаборат о резервама изворишта „Atlantic Štark“*

### Интернет извори:

<http://www.hidmet.gov.rs>

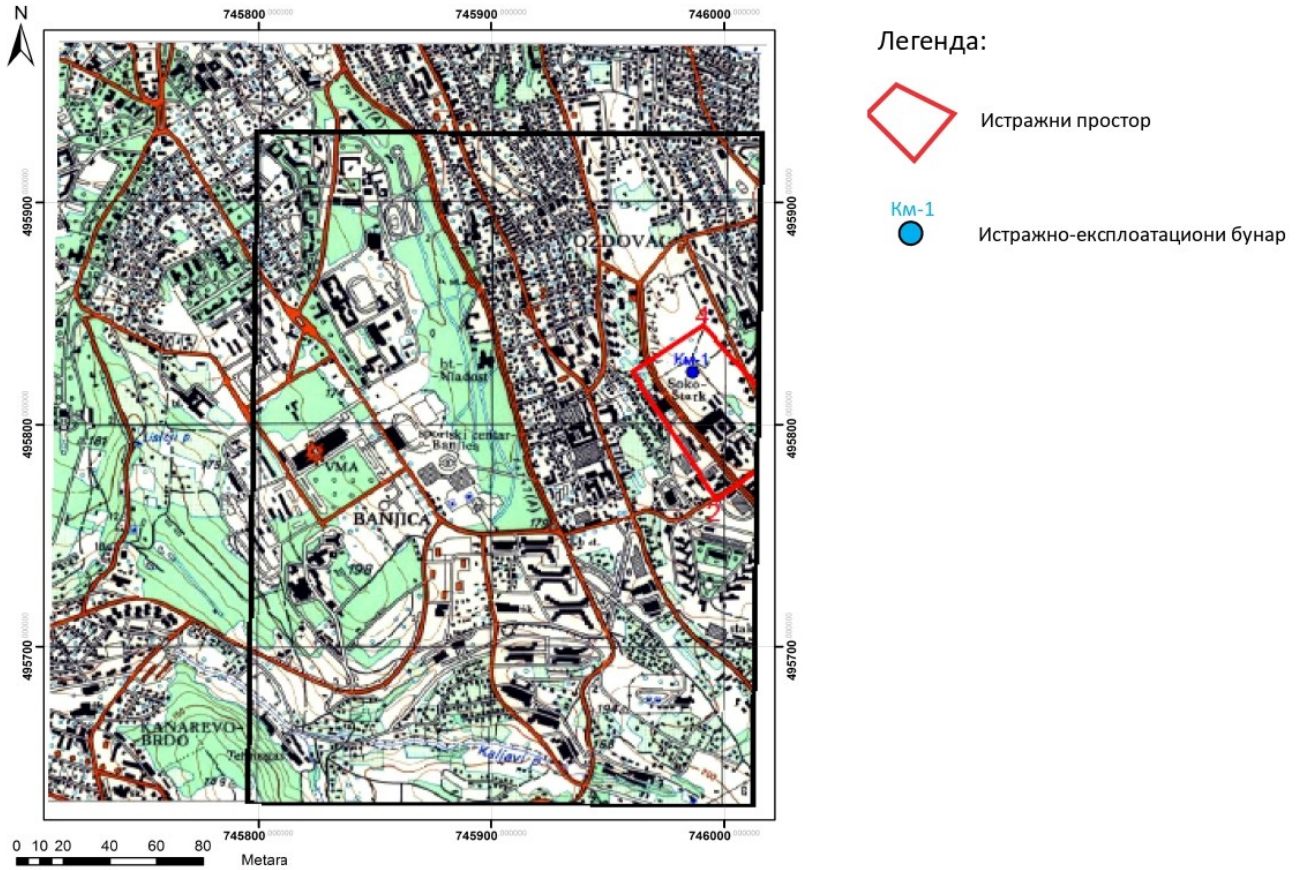
<http://www.ogimet.com>

<http://vgi.mod.gov.rs>

<http://googlemaps.com>

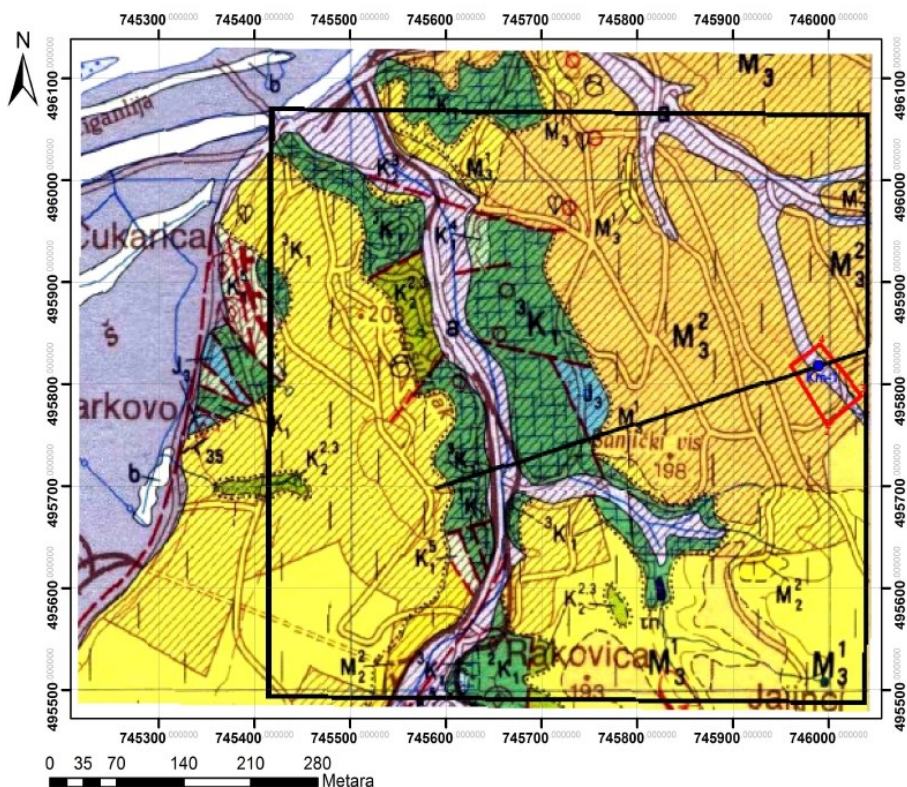
## СПИСАК ПРИЛОГА

	<b>Размера</b>
Прилог 1: Топографска карта истражног простора	1: 2 500
Прилог 2: Геолошка карта ширег подручја истраживања	1:10 000
Прилог 3: Хидрогеолошка карта ширег подручја истраживања	1: 5 000
Прилог 4: Геолошки(а) и хидрогеолошки(б) профил терена I-I'	1:20 000
Прилог 5: Литолошки стуб и конструкција бунара Км-1	1: 1 000




















	Име и презиме:	Датум: фебруар 2023.
Израдио	Ненад Тубић	Број прилога: <b>1</b>
Завршни рад: Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду		
Назив прилога: Топографска карта		



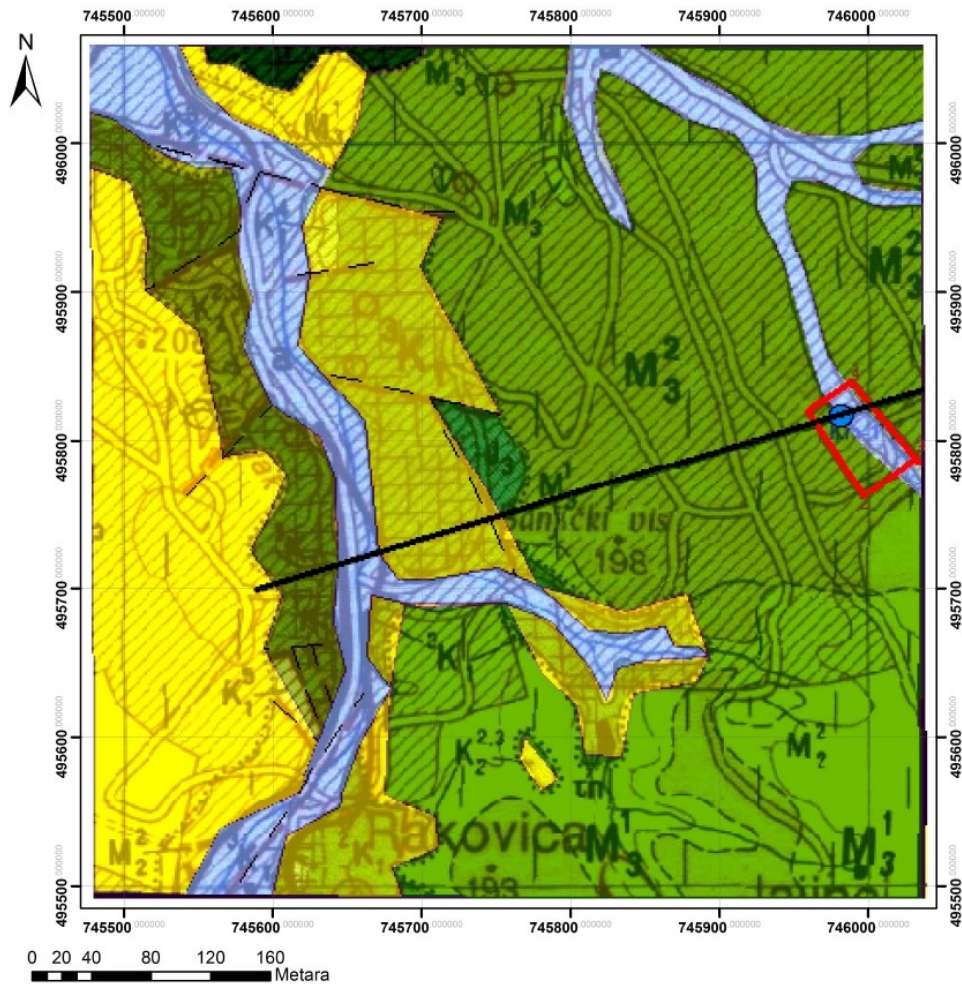


Легенда:

- |   |   |   |                               |
|---|---|---|-------------------------------|
|  | Пескови и глињвити пескови                          |   |                               |
|  | Глињвити лапорци, глинци пескови и шљункови (панон) |  | Утврђена нормална граница     |
|  | Кречњаци, глине и песковите глине (сармат)          |  | Недефинисана граница          |
|  | Кречњаци, глине и глине (тортон)                    |  | Расед осматран                |
|  | Алевролити и лапорци                                |  | Расед покривен                |
|  | Пешчари и алевролити                                |  | Траса профила                 |
|  | Пешчари и калкаренисти                              |  | Истражни простор              |
|  | Банковити кречњаци (ургонски слојеви)               |  | Истражно-експлоатациони бунар |
|  | Лапорци, глинци и алеврити                          |   |                               |
|  | Пешчари, лапорци, глинци                            |   |                               |

	Име и презиме:	Датум: фебруар 2023.
Израдио	Ненад Тубић	Број прилога: <b>2</b>
Завршни рад: Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду		
Назив прилога: Геолошка карта		

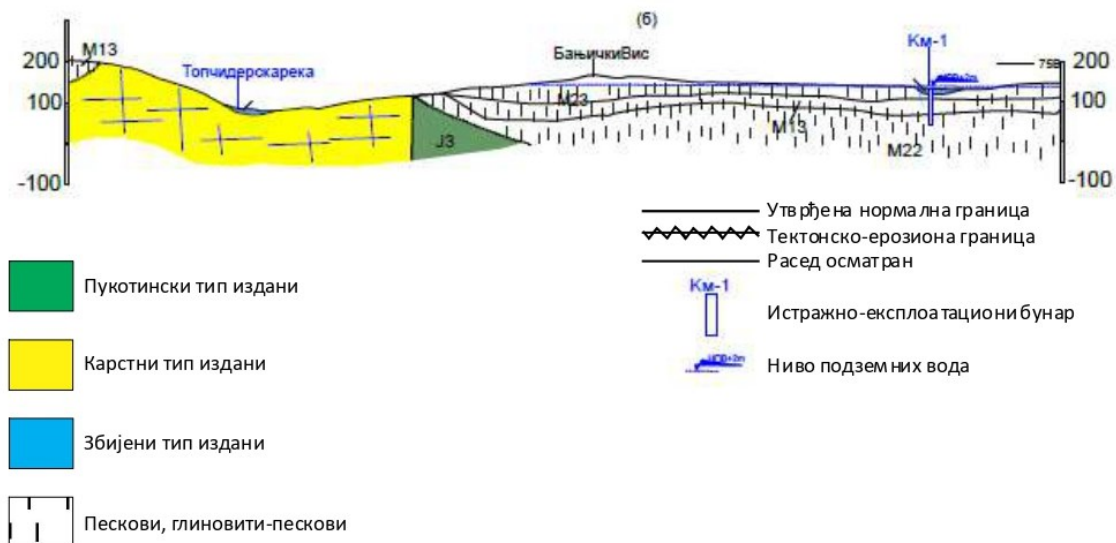
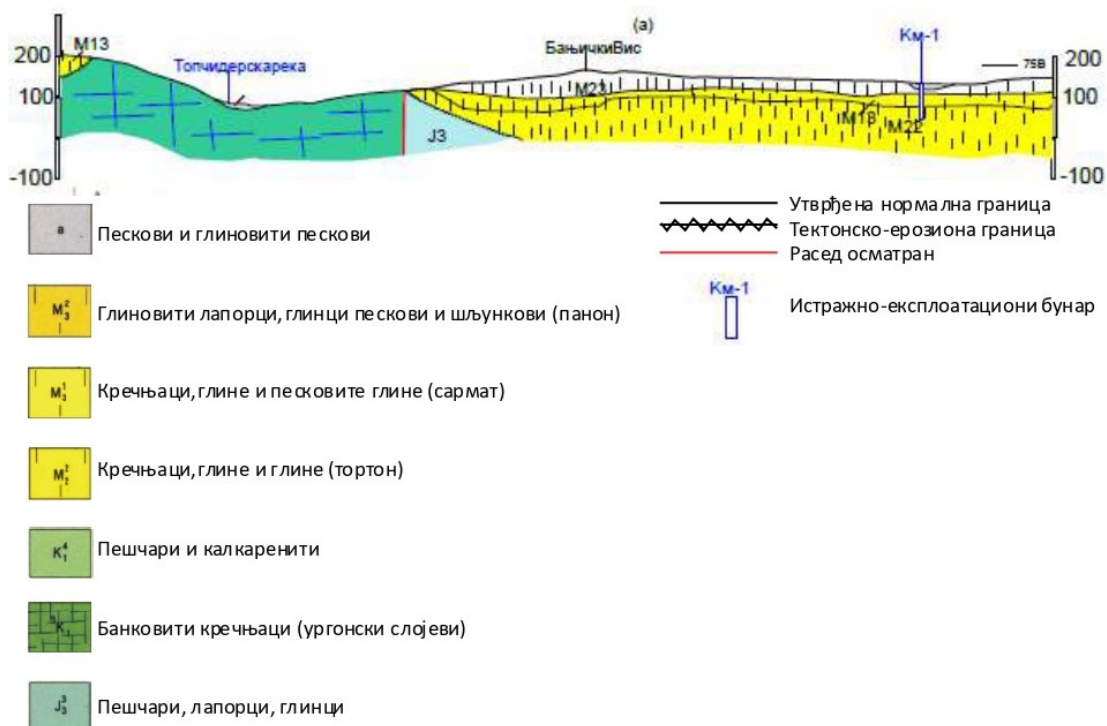




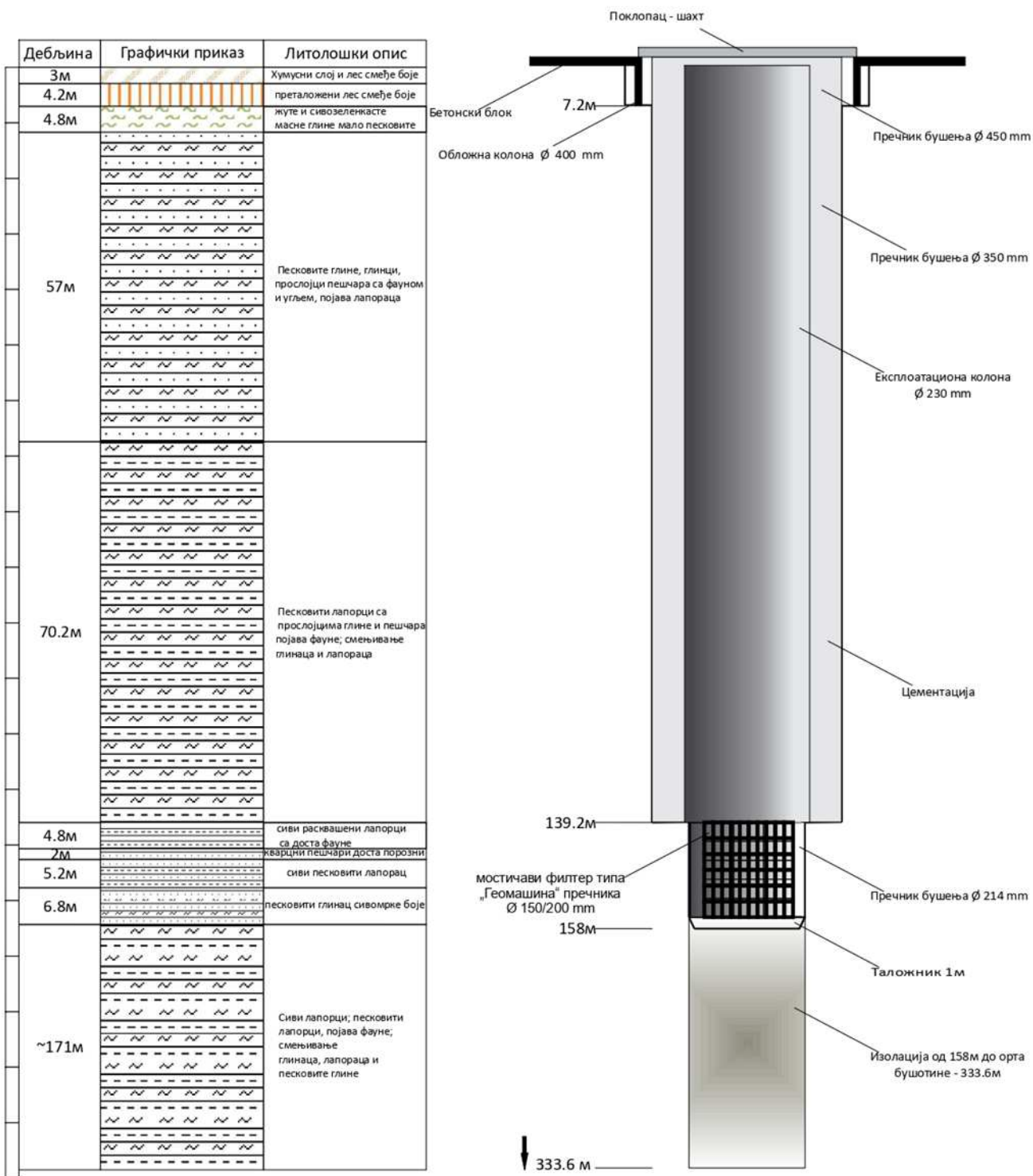
Легенда:

- Пукотински тип издани
- Карстни тип издани
- Збијени тип издани
- Условно безводни делови трена
- Утврђена нормална граница
- Недефинисана граница
- Расед осматран
- Расед покривен
- Траса профила
- Истражни простор
- KM-1
- Истражно-експлоатациони бунар

	Име и презиме:	Датум: фебруар 2023.
Израдио	Ненад Тубић	Број прилога: <b>3</b>
Завршни рад: Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду		
Назив прилога: Хидрогеолошка карта		



	Име и презиме:	Датум: фебруар 2023.
Израдио	Ненад Тубић	Број прилога: <b>4</b>
Завршни рад: Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду		
Назив прилога: Геолошки и хидрогеолошки профил		



Координате бунара:

Y	X	Z
7459870	4958220	132

	Име и презиме:	Датум: фебруар 2023.
Израдио	Ненад Тубић	Број прилога: <b>5</b>
Завршни рад: Одређивање режима и резерви подземних вода на изворишту „Atlantic Štark“ у Београду		
Назив прилога:		
Размера:	ЛИТОЛОШКИ СТУБ И КОНСТРУКЦИЈА БУНАРА КМ-1	
1 : 1 000		



## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента НЕНАД ТУБИЋ

Број индекса Р 30 117

### Изјављујем

да је завршни рад под насловом

ОДРЕЂИВАЊЕ РЕНИМА И РЕЗЕРВИ ПОДЗЕМНИХ  
ВОДА НА ИЗБОРИШЋУ „Atlantic Stark“ у  
БЕОГРАДУ

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 13.02.2023.

Потпис студента

*(Faint signature)*

**ИЗЈАВА**  
**О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ**  
**ЗАВРШНОГ РАДА**

Име (име родитеља) и презиме студента НЕНАД (ЊЕГОШ) ТУЂУТ  
Број индекса 136/17  
Студијски програм ХИДРОГЕОЛОГИЈА  
Наслов рада ОДРЕЂИВАЊЕ РЕНЧИМА И РЕЗЕРВИ ПОДЗЕМНИХ  
ВОДА НА ИЗВОРЛИТУ „Atlantic Stark“  
У БЕОГРАДУ  
Ментор Др. Драгољуб Ђајић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, 13.02.2023.

Потпис студента

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Одређивање ренжима и резерви подземних вода на изворима „Atlantic Stark“ у Београду

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је (заокружити једну од две опције):

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, 13-02-2023

Потпис ментора

Потпис студента



1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
  2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
  3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
  4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
  5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
  6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-