

Услови заштите и оцена рањивости извора манастира Буково код Неготина

Александра Максимовић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Услови заштите и оцена рањивости извора манастира Буково код Неготина | Александра Максимовић | | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006469>

Универзитет у Београду
Рударско- геолошки факултет
Департман за хидрогеологију



ЗАВРШНИ РАД

Мастер академске студије

Услови заштите и оцена рањивости извора манастира Буково код Неготина

Кандидат:
Александра Максимовић
Г651/19

Ментор:
проф. Др Игор Јемцов

Београд, 2022. године

Комисија:

1. Проф. др Игор Јемцов, ментор

Рударско-геолошки факултет, Београд

2. Проф. др Владимир Живановић, члан

Рударско-геолошки факултет, Београд

3. Доц. др Јана Штрбачки, члан

Рударско-геолошки факултет, Београд

Датум одбране: _____

РЕЗИМЕ

Методe за оцeну рањивости подземних вода у новије време имају све већу примену у заштити водних ресурса. На основу тих карата можемо одредити колико лако се подземне воде могу загадити. Карта рањивости омогућава сагледавање особина терена са аспекта могућег загађивања подземних вода, као последице природних услова на датом терену. Избор методе за оцeну рањивости подземних вода представља битан задатак, јер од избора методе зависиће квалитет и брзина којом се добијају карте рањивости.

У раду је приказана примена DRASTIC методе за оцeну рањивости подземних вода извора манастира Буково код Неготина. Применом ове методе анализира се утицај геолошких, хидрогеолошких, педолошких, топографских и климатских услова у циљу приказивања утицаја анализираних параметара на укупну рањивост подземних вода. Сходно карактеристикама истражног подручја највећи утицај на укупну рањивост имају фактори D (дубина до нивоа подземних вода), R (прихрањивање) и I (утицај зоне аерације). Добијена карта искоришћена је за формирање зона санитарне заштите поменутог извора.

Кључне речи: рањивост подземних вода, карта рањивости, зоне санитарне заштите, DRASTIC метода, манастир Буково

САДРЖАЈ

УВОД.....	5
1. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА	7
1.1 Географске карактеристике	7
1.2 Климатске карактеристике.....	10
1.2.1 Режим падавина.....	11
1.2.2 Температурни режим	13
1.2.2 Релативна влажност ваздуха	15
1.3 Хидрографске и хидролошке карактеристике	16
1.3.1 Хидрографске карактеристике.....	16
1.3.2. Хидролошке карактеристике.....	18
1.4. Геоморфолошке карактеристике	21
1.5. Педолошке карактеристике	23
2. ГЕОЛОШКА ГРАЂА ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА	26
2.1. Геолошка грађа истражног подручја.....	26
2.1.1. Историјат ранијих геолошких истраживања	26
2.1.2 Историја стварања терена.....	27
2.1.3 Приказ литостратиграфских јединица	28
2.2 Тектонске карактеристике истражног подручја.....	39

3. ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА.....	45
3.1 Преглед ранијих хидрогеолошких истраживања	45
3.2 Хидрогеолошка својства стена и приказ заступљених типова издани 47	
4. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИК ИЗВОРИШТА МАНАСТИРА БУКОВО КОД НЕГОТИНА	54
4.1. Опис изворишта манастира Буково	54
4.2. Распрострањење изворишта у плану	59
4.3. Распрострањење изворишта у профилу	64
4.4. Хидрогеолошки услови прихрањивања и истицања	66
4.5. Квалитативна својства изданских вода извора манастира Буково ..	67
4.5.1. Физичко – хемијске карактеристике подземних вода	68
4.5.2 Бактериолошки састав подземних вода	74
4.5.3. Радиоактивност подземних вода.....	74
4.6. Квантитативна својства	74
5. ОЦЕНА РАЊИВОСТИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА	76
5.1 Природна заштита подземних вода	76
5.2. Дефиниција рањивости подземних вода	78

6. МЕТОДА ЗА ОЦЕНУ РАЊИВОСТИ ИЗВОРА МАНАСТИРА БУКОВО	80
6.1. Опис DRASTIC методе	82
6.2. Примена DRASTIC методе.....	84
7. ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ	100
7.1. Зона непосредне заштите (Зона I).....	101
7.2. Ужа зона санитарне заштите (Зона II).....	103
7.3. Шира зона заштите (Зона III)	103
8. ОДРЖАВАЊЕ ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ	105
8.1. Одржавање зоне III.....	105
8.2. Одржавање зоне II	106
8.3 Одржавање зоне I	107
9. ИЗВОРИ ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ЗАГАЂЕЊА И ОЦЕНА СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ РИЗИКА	108
10. ЗАКЉУЧАК	110
11. Литература	112

СПИСАК ГРАФИЧКИХ ПРИЛОГА

Прилог 1: ТОПОГРАФСКА КАРТЕ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА 1:25 000

Прилог 2: ГЕОЛОШКА КАРТА ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА 1: 25 000

Прилог 3: ГЕОЛОШКИ И ХИДРОГЕОЛОШКИ ПРОФИЛ ПОДРУЧЈА
ИСТРАЖИВАЊА

Прилог 4: ХИДРОГЕОЛОШКА КАРТА ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА
1: 25 000

Прилог 5: КАРТА ПРОСТОРНОГ РАСПОРЕДА ЗОНА САНИТАРНЕ
ЗАШТИТЕ ИЗВОРА МАНАСТИРА БУКОВО

Прилог 6: КАРТА РАЊИВОСТИ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА ПРИМЕНОМ
DRASTIC МЕТОДЕ 1: 25 000

УВОД

На предлог проф. Др Игора Јемцова наставно научно веће Департмана за хидрогеологију, Рударско – геолошког факултета, Универзитета у Београду, одобрило је тему овог мастер рада под називом „Оцена рањивости и услова заштите извора манастира Буково код Неготина“.

Подручје истраживања налази се у крајњем источном делу Србије, на територији пограничне општине (са Бугарском и Румунијом), Неготин. Извориште је формирано на поседу манастира Буково, на територији истоимене месне заједнице. Извориште се састоји од водозахватних објеката – каптажа и то:

- Главне каптаже, коју чине два објекта: нова каптажа и стара (школска каптажа), којима је захваћен највећи део вода на изворишту и
- Хипсометријски више каптаже (каптажа поред столарске радионице); која је формирана на морфолошки погодном месту за захватање „преливних“ вода, односно вода које главна каптажа није у могућности да прихвати и претходно су се, дифузно дренирале у зони манастира.

Могућност контаминације подземних вода могу бити из различитих извора, почев од процеса инфилтрације отпадних индустријских и комуналних вода градова и насеља, па преко отпадних вода у пољопривредној делатности до загађених површинских водотока и других акумулација, у водоносне средине, и до делатности човека који својом активношћу врши промену средине у којој живи.

Први и најбитнији корак у заштити подземних вода јесте успостављање превентивних мера. Најсигурнији начин за очување квалитета подземних вода јесте благовремено спречавање испуштања загађујућих супстанци које би могле да доспеју до изданске зоне. За успостављање превентивних мера за заштиту

подземних вода све више се користе карте рањивости подземних вода које се добијају применом различитих метода за оцену рањивости које у зависности од геолошких, педолошких, геоморфолошких, хидрогеолошких и других услова одређују колико је лако или тешко за неку загађујућу супстанцу да продре са површине терена до издани.

Циљ овог рада био је приказ једног од начина заштите изворишта манастира Буково код Неготина, одређивањем рањивости терена и зона санитарне заштите. Карта рањивости добијена је применом DRASTIC методе која представља једну од првих и највише коришћених метода за оцену рањивости подземних вода. Метода разматра понашање загађујуће супстанце на површини земље, која се инфилтрира заједно са падавинама, тако што се проучавају природне карактеристике изданске и надизданске зоне, ниво подземних вода, топографија и прихрањивање.

Обрада теме завршног рада „Услови заштите и оцена рањивости извора манастира Буково код Неготина“ састоји се од 70 страна текста, са 15 табела, 45 слика и 6 графичких прилога. Текстурални део се концептуално састоји из две целине: општег и специјалног дела.

Овим путем желим да изразим посебну захвалност свом ментору проф. др Игору Јемцову за помоћ у целокупном раду, корисним саветима, челичним живцима и бесконачном стрпљењу. Исто тако се захваљујем и члановима комисије проф. Др Владимиру Живановићу и доц. Др Јани Штрбачки на издвојеном времену.

На крају бих се захвалила својој породици и пријатељима на неизмерној подршци коју су ми пружили током целокупног школовања.

1. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА

1.1 Географске карактеристике

Истражно подручје се налази у источном делу Републике Србије. Оно припада општини Неготин (слика 1.1.), која се простире на површини од 1.089 квадратних километара. Источни део територије општине је за разлику од западног брдовит, заравњен и познат као Неготинска низија: простире се у правцу исток – запад између Дунава и Тимока до планинског лука Видровац – Бадњево – Братујевац. Изнад овог лука наставља се брежуљкасто брдовито плато до планина Дели Јован и Стол, који читаво подручје природно одваја од централне Србије.

У административном смислу, општина Неготин се граничи са општином Кладово на северу, општинама Мајданпек и Бор на западу и општином Зајечар на југу. На североистоку река Дунав дели ову општину од Румуније, док се на југоистоку општина граничи са Бугарском. Стога се општина Неготин налази на трOMEЋи три државе: Србије, Румуније и Бугарске.

Општина Неготин поред градског језгра обухвата и 39 насеља са укупно 15.087 домаћинстава. По попису из 2011. године општина Неготин има 46.679 становника.

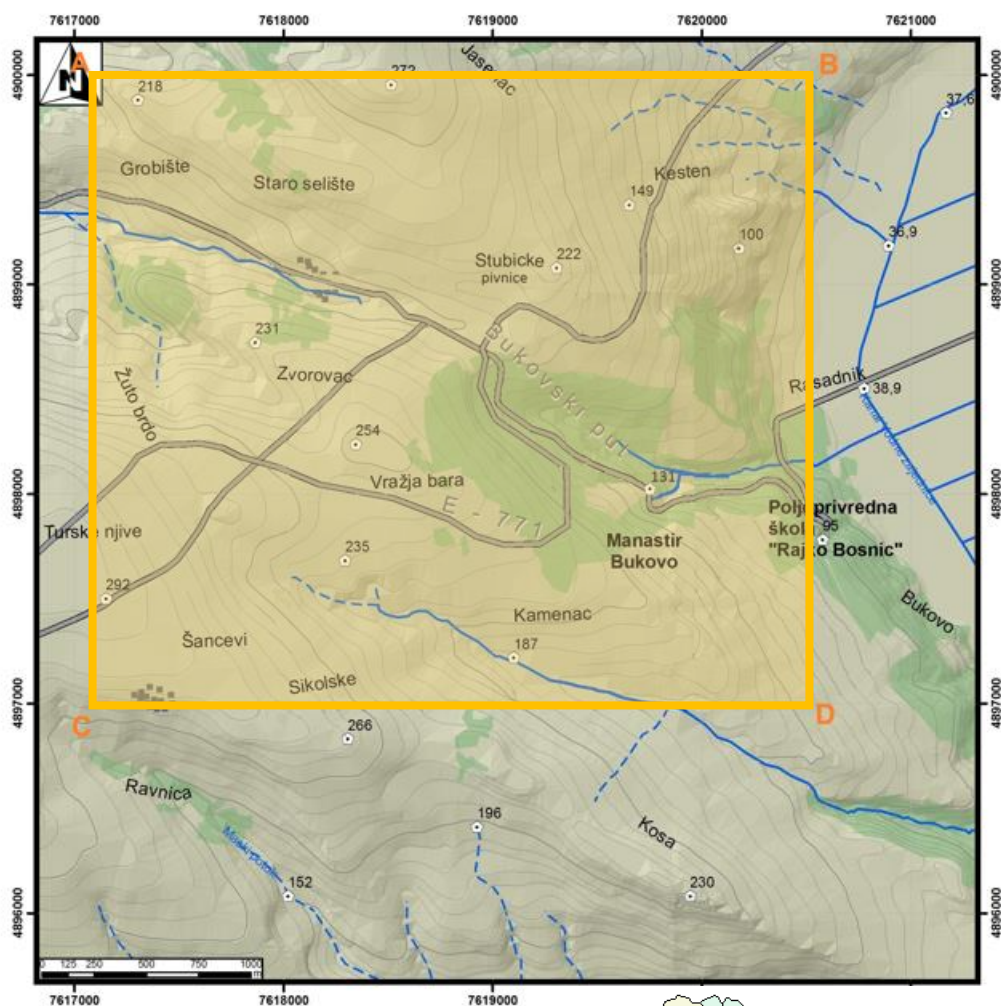
Привреда општине Неготин није значајно развијена. Близина реке Дунав са ХЕ „Ђердап“ представља највећи привредни потенцијал. Носиоци привредног развоја су и фабрика хемијских производа у Прахову и Крајина – Вино. Такође, пољопривреда као основни вид делатности у сеоским насељима, услед повољних климатских и педолошких карактеристика представља привредну грану са развојним потенцијалом.

Манастир Буково се налази на самом улазу у Неготин, од кога је удаљен око 2 km. Надморска висина на којој се налази подручје манастира је око 140 mnm, што указује да је реч о прелазу брдовито – брежуљкастог рељефа Неготиснке низије (слика 1.1.).



Непосредно подучје истраживања захвата површину од 13.5 km² и оивичено је следећим преломним тачкама:

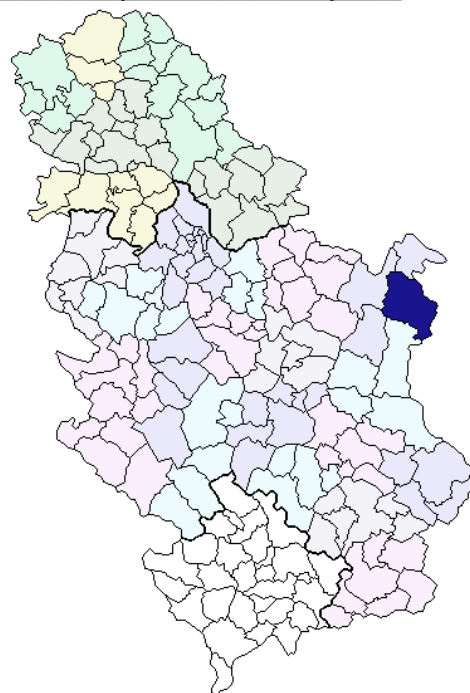
Табела 1.1. Координате преломних тачака ужег подручја истраживања

Тачка	Y	X
A	4900000	7616000
B	4900000	7620500
B	4897000	7616000
Г	4897000	7620500



ЛЕГЕНДА

-  Уже подручје истраживања
-  Општина Неготин



Слика 1.1. Географски положај истражног подручја

1.2 Климатске карактеристике

Клима општине Неготин и Неготинске крајине је континентална, што је последица велике удаљености овог подручја од мора и специфичне рељефне структуре. Неготинска низија је затворена са запада, југозапада и југа планинским венцима и косама Карпатских и Балканских планина што спречава продирање влажних океанских ваздушних маса, али је отворена на североистоку према Влашкој низији и зато је често под утицајем хладних ваздушних струја из Источне Европе.

У поређењу са другим подручјима у источној Србији, зиме у Неготинској крајини су најхладније а лета најтоплија. Средње годишње температуре се крећу од 9,8°C до 11,8 °C. Снег се на овом подручју задржава просечно 50 дана у нижим и 60 дана у вишим областима. Максимум падавина је крајем пролећа, у мају, док је минимум падавина у августу.

На територији источне Србије релативна влажност ваздуха има нормалан ток. Источна Србија спада у делове са најмањом облачношћу. На свим кишомерним станицама у источној Србији јављају се по два максимума и два минимума падавина.

У зимском периоду године најчешће дува западни и северозападни ветар. Обзиром да прелази преко Хомољских планина, у овај крај редовно доспева као хладан, доноси изненадне и обилне падавине и одликује се знатном јачином услед обрушавања низ планинске падине Дели Јована и Великог Гребена. Кошава, која дува са истока, је такође чест зимски ветар у североисточној Србији.

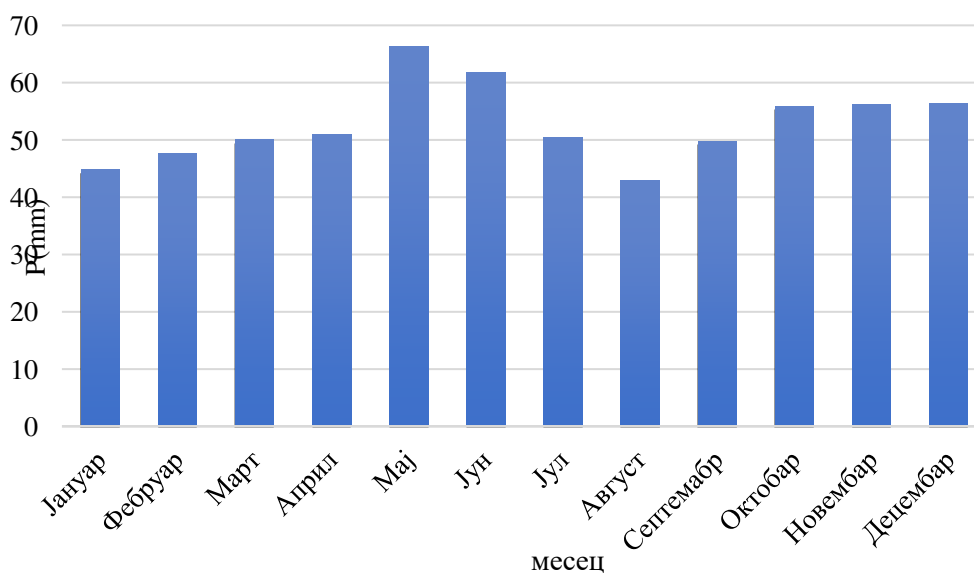
1.2.1 Режим падавина

За сагледавање режима падавина коришћени су подаци РХМЗ-а са кишомерне станице Неготин за период 1990 – 2021. године (Табела 1.2.).

Табела 1.2. Приказ средњемесечних, максималних и минималних вредности падавина у мм за кишомерну станицу „Неготин“ у периоду од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)

Година	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец	Σ
P_{min}	7.2	1.8	0.5	0.0	9.2	2.6	2.1	0.3	2.1	2.4	1.0	0.0	162.4
P_{sr}	54.6	56.4	49.9	43.3	74.0	59.3	55.3	49.5	59.4	65.8	53.5	62.4	648.7
P_{max}	137.1	171.3	137.7	108.2	242.0	155.0	138.3	187.5	304.1	150.6	124.4	175.0	1,237.2
đ	30.5	38.7	35.0	24.7	46.0	40.0	36.5	40.2	58.3	40.6	34.9	49.1	162.4

Највећа годишња сума падавина (1.237,1 mm), на кишомерној станици „Неготин“, забележена је 2014, а година са најмањом сумом падавина од 350,6 mm била је 2000. године. Максималне месечне суме падавина (304,1 mm) су забележене у септембру 1985. године, док су минималне месечне суме падавина, са вредношћу од 0,3 mm за наведену кишомерну станицу, забележене у августу 2003. године (слика 1.2.). Средња вредност количине падавина на истражном простору за овај период износи 635,5 mm.

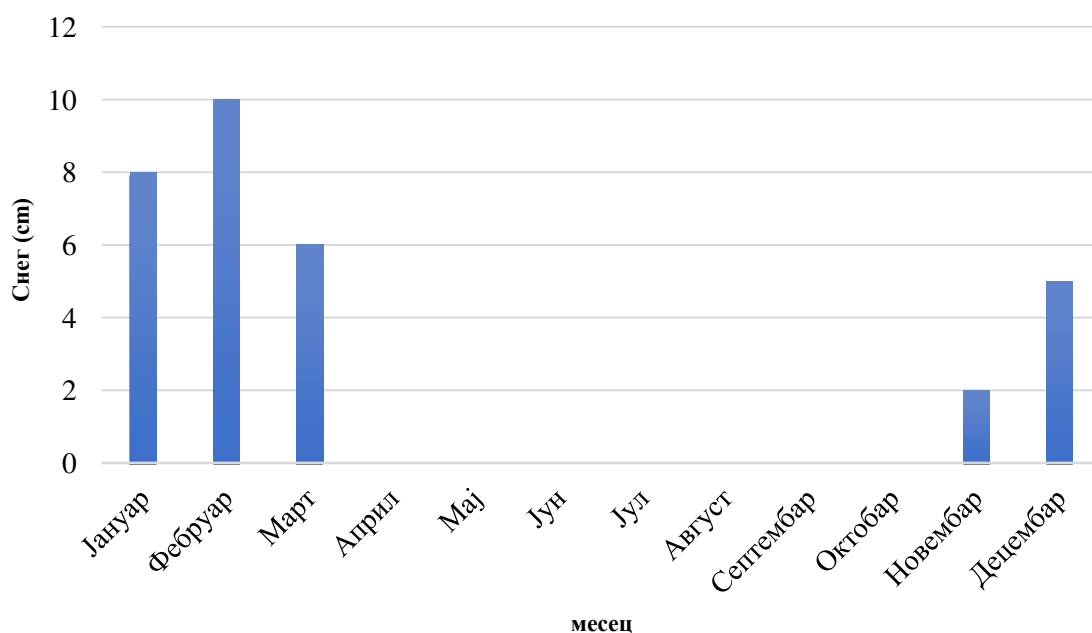


Слика 1.2. Хистограм просечних месечних сума падавина у мм на кишомерној станици „Неготин“ у периоду од од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)

У погледу врсте падавина удео у укупној суми падавина имају снег и суснежица. Дебљина и дужина снежног покривача битно могу утицати на сам режим и биланс подземних вода. Топљење снега може бити од велике користи, посебно ако се оно дешава у касно пролеће или у току раног лета, када су потребе за водом највеће.

Снег се у просеку задржава 50 дана. У табели 1.3. дат је приказ средњемесечне и средњегодишње висине снежног покривача за климатолошку станицу „Неготин“, као и максималне и минималне месечне висине снежног покривача за период од 2009 до 2021. године.

У вишегодишњем погледу снег се задржава у периоду од јануара до априла са максималном висином снежног покривача у марту 2005. год (87cm), односно од октобра до децембара са максималном висином у децембру 1999. год (61cm). Период без снега је мај – септембар.



Слика 1.3. Хистограм средњемесечних вредности висине снежног покривача у cm за вишегодишњи период на климатолошкој станици „Неготин“, за период 2009 – 2021. год. (РХМЗ Београд)

1.2.2 Температурни режим

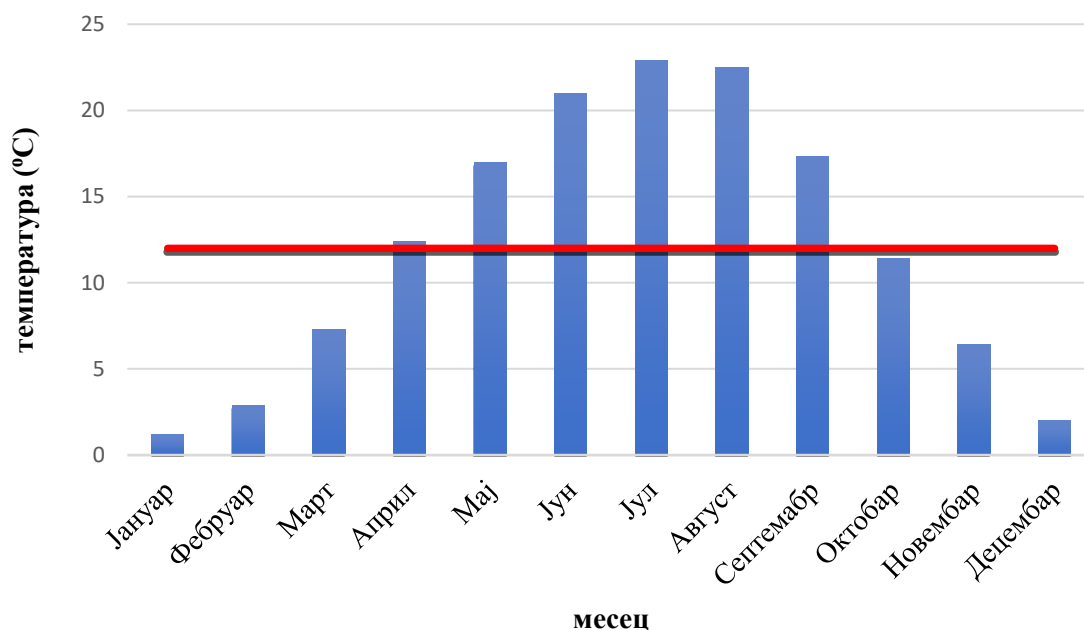
Температура ваздуха спада међу најважније климатске елементе. Зависи од сунчеве енергије, односно топлотног биланса. Температура ваздуха се мења по простору и времену и директно утиче на испаравање, размену влаге, речни отицај, ледене појаве и друге хидрометеоролошке параметре. У хидролошком циклусу што је температура већа, веће је испаравање а мањи речни отицај.

Приликом анализе температурног режима, коришћени су подаци климатолошке станице „Неготин“, за период од 1990 – 2021. год (табела 1.4.) Анализом средње годишњих температура ваздуха, утврђено је да се температуре крећу у распону од -4,2 °C (фебруар 2012) до 27,2 °C (јул 2012). Најхладнија година у овом периоду била је 1991, са средње годишњом температуром од 10,8 °C, док је највиша средња годишња температура забележена 2019. год (13,8 °C). Средња вишегодишња вредност температуре ваздуха износи 12,5 °C (Слика 1.5.).

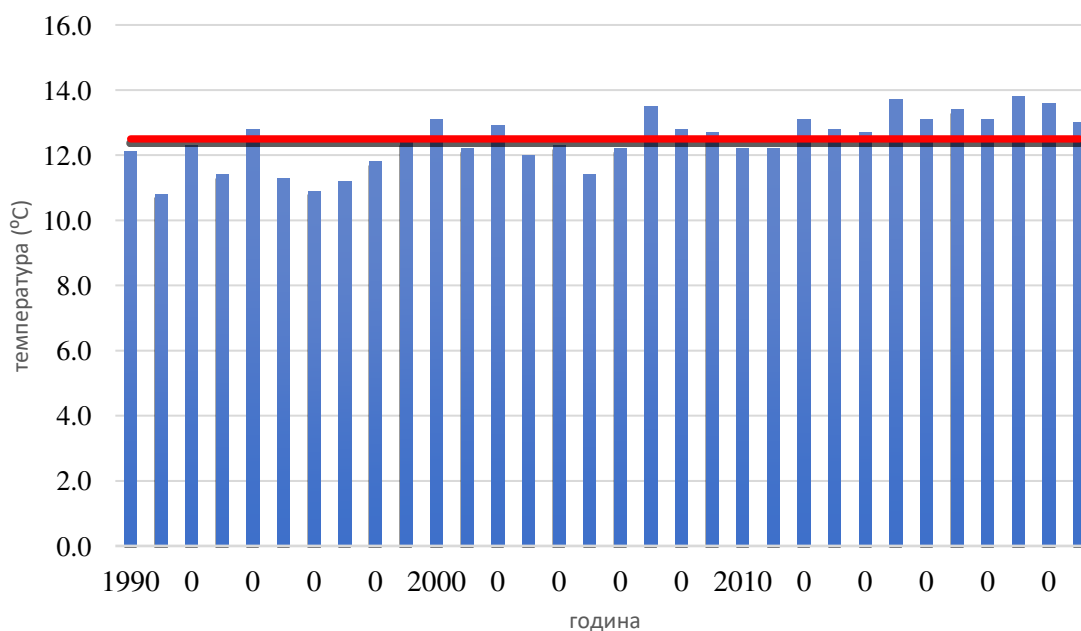
Табела 1.3. Приказ средње месечних и годишњих температура ваздуха у °C за климатолошку станицу „Неготин“ у периоду од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)

Година	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец	Σ
Tmin	-2.6	-4.2	1.2	1.6	1.3	1.2	1.2	1.4	1.6	1.2	0.4	-2.7	0.8
Tsr	1.2	2.9	7.3	12.4	17.0	21.0	22.9	22.5	17.3	11.4	6.4	2.0	11.9
Tmax	7.1	8.6	11.2	17.3	20.3	24.4	27.2	26.1	21.8	13.9	9.9	5.7	13.8
δ	2.02	2.99	2.16	1.57	1.28	1.21	1.17	1.38	1.63	1.19	2.12	2.08	0.80

У погледу унутрашњег распореда температура може се констатовати да вредности расту од јануара, који је најхладнији месец, до периода јул – август, који су најтоплији месеци у години, а затим долази до опадања вредности до краја године (слика 1.3.)



Слика 1.4. Хистограм средњемесечне месечних температура ваздуха у °C за метеоролошку станицу „Неготин“ у периоду од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)



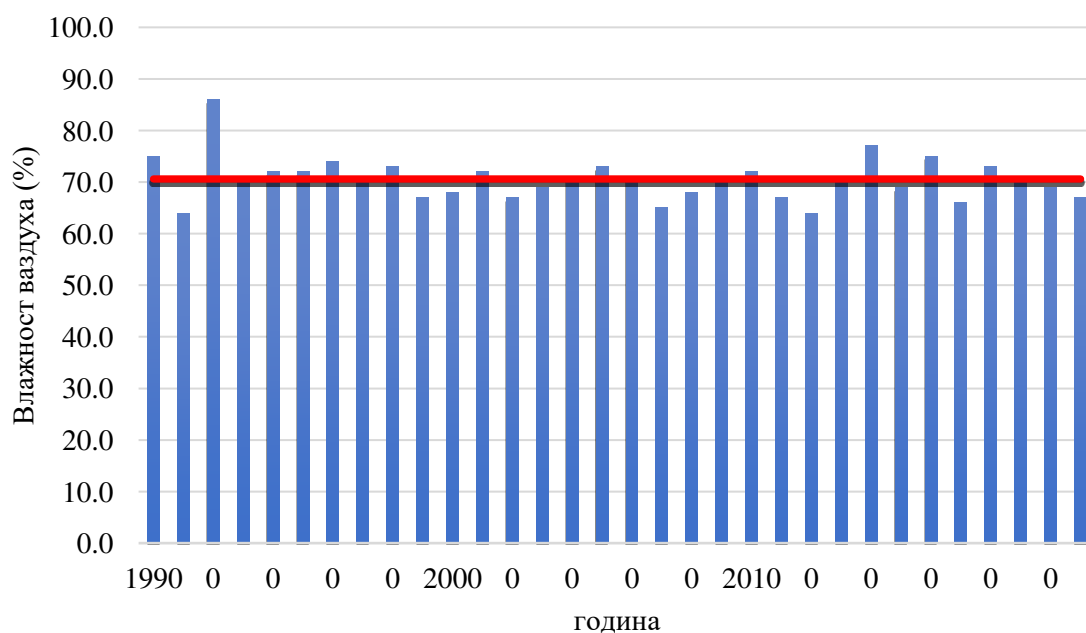
Слика 1.5. Дијаграм средње годишњих температура ваздуха у °C за метеоролошку станицу „Неготин“ у периоду од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)

1.2.2 Релативна влажност ваздуха

Средње годишње и средње месечне вредности релативне влажности ваздуха анализирани су за период 1990 – 2021. године, за подручје Неготина.

Година са највећом вредности влажности ваздуха била је 1992. (86%), а са најмањом, 1991. год. (64%).

Највеће средњемесечне вредности регистроване су током зимских месеци (новембар – јануар), а најмање у периоду лета (јул – август). Највећа средња месечна релативна влажност ваздуха од 93%, забележена је у децембру 1995. год., а најмања у јулу 2007. год. (44%).



Слика 1.6. Дијаграм средње годишње влажности ваздуха у % за метеоролошку станицу „Неготин“ у периоду од 1990-2021. год. (РХМЗ Београд)

1.3 Хидрографске и хидролошке карактеристике

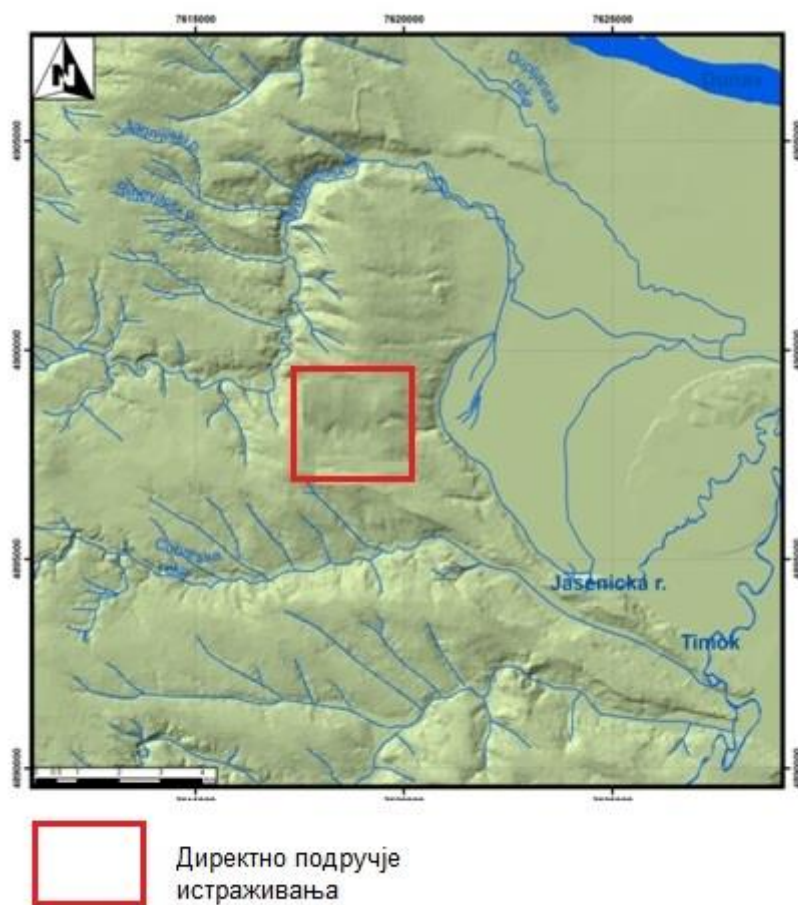
1.3.1 Хидрографске карактеристике

Распрострањење геолошких формација и тектоника терена у великој мери условљавају карактеристике речне мреже, њену густину, оријентацију и режим протицаја.

Најважнији водотоци на подручју општине Неготин су Дунав и Велики Тимок, поред којих се јавља и неколико мањих водотокова. Посматрано истражно подручје у највећој мери припада сливу Дунава (Црноморски слив) од чега Слатиснка река, Замна и Јасеничка река припадају непосредном сливу Дунава, а Салашка и Сиколска река сливу Великог Тимока.

Тимок после Дунава представља највећи и најзначајнији речни ток у овом крају и уједно његово ушће у Дунав представља најнижу континенталну тачку Србије.

Јасеничка река извире испод планине Дели Јован (1.135m) одакле отиче ка Неготинској низији и Дунаву, током укупне дужине 61 km. Река у једном делу свога тока протиче непосредно поред изворишта „Коначе“. Сливно подручје Јасеничке реке има површину од 320 km², и у целини је нагнут од запада према истоку. Тако, њен изворишни део задржава основни правац пружања до села Јасенице, одакле нагло скреже ка северу и након 5 km благо се повија према Тимоку. Такав правац река заджава све до села Милошево, одакле скреће ка југу. Пре изведених хидротехничких радова 1929. године Јасеничка река се изливала у Неготинско блато одакле је отицала паралелно са током Тимока, у правцу североистока, одвајајући кобишнички плато од випег Неогеног терена. Ту је са леве стране примала највећу притоку – Дупљанску реку. Слив Дупљанске реке се пружа правцем северозапад – југоисток. На делу тока у подручју села Дупљане ова река, као и Јасеничка, има један краћи сектор меридијасног правца пружања.



Слика 1.7. Приказ хидрографских карактеристика истражног подручја

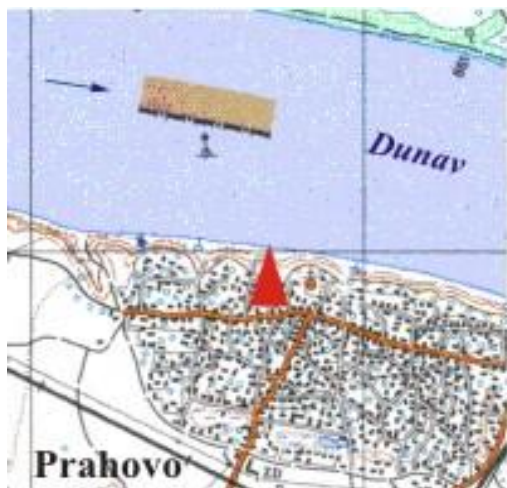
Регулацијом корита Јасеничке реке 1929. године, односно прокопавањем новог корита од Милошева ка Дунаву, воде Дупљанске и Јасеничке реке су изведене из Неготинског блата и овим каналом су сумерене у Дунав .

На ужем делу истражног подручја није значајно развијена хидрографска мрежа, односно нема сталних површинских токова, што представља последицу геолошких услова који владају на подручју истраживања. Једини токови су повремени, који настају од мањих извора на истражном подручју.

1.3.2. Хидролошке карактеристике

Непостојање довољно густе мреже станица са адекватном опремом, мали број хидрометријских мерења као и неправилна распоређеност мерења за последицу има низак ниво хидролошке изучености овог терена. Станице са лимниграфом постоје на десној обали Дунава (Прахово), док на Јасеничкој и Дупљанској реци стационарна хидролошка осматрања нису вршена.

Рељеф слива Јасеничке и Дупљанске реке је такав да се терен са надморским висинама изнад 500 m налази само у њиховим изворишним деловима, док остале делове слива чине простране површи и равнице, које се ступњевито спуштају ка североистоку. С озбиром на висине рељефа, највише падавина годишње се излучи у изворишним деловима ових река, сразмерно томе величине специфичних отицаја за ове сливове су релативно мале (око 5,5 l/s/km²) Протицаји ових река су врло неуједначени током године. Максимални средњемесечни протицаји су у марту тј. У периоду отапања снежног покривача, док су најмањи у августу и септембру. Од јула до новембра протекне тек око 10% од количине воде која отекне овим рекама у току године.

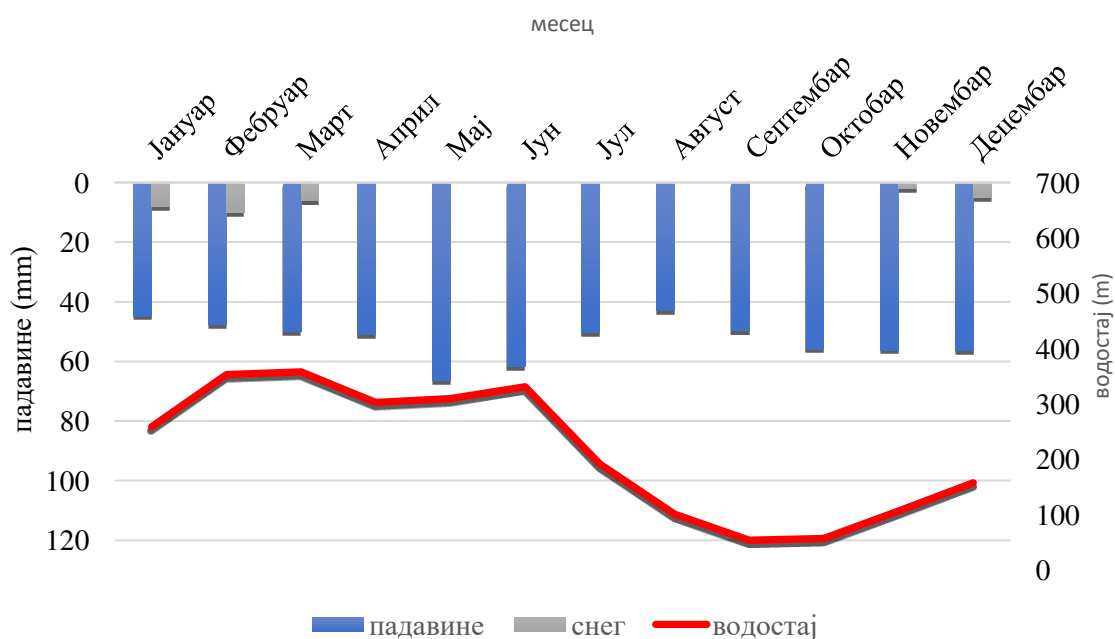


Слика 1.8. Положај хидролошке станице „Прахово“ (РХМЗ)

Једина континуална мерења нивоа воде и протицаја у границама истражног подручја обављају се на Дунаву тј. на хидролошкој станици „Прахово“ која се налази на 861 km од ушћа Дунава у Црно море. Површина слива који захвата износи 577.085 km², а кота „0“ је 29.0 m (Слика 1.8.).

Река Дунав има значајно мању надморску висину, па нема утицај на режим изворишта истражног подручја, осим у погледу могућег успора у истицању подмених вода и представља регионални ерозиони базис.

Према подацима мерења водостаја реке Дунав на хидролошкој станици „Прахово“ за период осматрања 2018 – 2021. год. (Слика 1.9.), највиши водостај се поклапа са отапањем снежног покривача и повећаним количинама падавина. Јавља се периоду од фебруара до јуна, док су најнижи водостаји забележени у време летњих месеци, када су и количине падавина најмање (Слика 1.9.) Највећи средње месечни водостај за посматрани период Дунава забележен је у марту, а најмањи у септембру.



Слика 1.9. Графички приказ средње месечних водостаја Дунава и падавина и снежног покривача на истражном подручју, хидролошка станица „Прахово“ – кишомерна станица „Неготин“ за период 2018 – 2021 (РХМЗО, Београд)

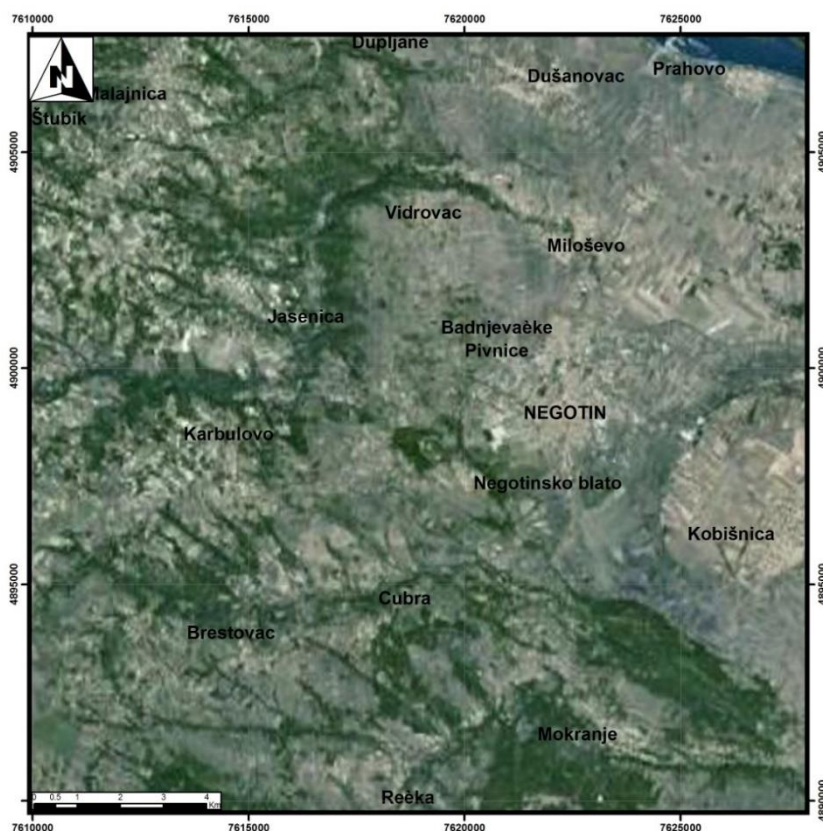
Изградњом и пуштањем у рад ХЕ „Ђердап“ (1970) и ХЕ „Ђердап 2“ (1985), формиран је успор и подигнут је ниво реке чиме је промењен природни режим водостаја Дунава.

Водостај Дунава овог подручја је последица режима падавина на истражном подручју, али има утицаја дириговано пражњење акумулације, за потребе производње електричне енергије.

1.4. Геоморфолошке карактеристике

Посматрано на регионалном плану, истражно подручје, у геоморфолошком погледу, се налази у источном карпатском предгорју или западним деловима Дакијског басена. На основу морфолошких и морфометријских карактеристика, у оквиру истражног подручја, издваја се област са брежуљкастим и брдовитим рељефом просечне надморске висине око 200 m и област равница око Дунава и Тимока, где просечна надморска висина не прелази 80 m (Прилог 1).

Тип, интензитет и развој геоморфолошких процеса је предиспониран распоредом морфолошких јединица. Велико распорострањење у плану на терену заузимају терасни седименти Дунава који сведоче о израженој улози флувијалног процеса. Терасе су шљунковите у повлати, док им је подина састављена од понтијских глина и пескова. Такав састав подлоге је омогућио развој флувијалног процеса и појаву већег броја водотока који су својим долинама попречно засекали и рашчланили терасе. Промена дебљине и карактера терасних седимената указује на променљив интензитет флувијалне ерозије. Главни агенс флувијалног процеса на истражном терену су воде Дунава, Јасеничке и Дупљанске реке. Дунав је премештајући своје корито продужавао и скраћивао ток својих притока. Интензивном флувијалном ерозијом Дунав је односио и разарао мање отпорне неогене седименте док су отпорнији остајали у облику узвишења формирајући Кобишнички плато. Тектонским покретима првобитна наносна равна Дунава диференцира се на три целине: Кобишнички плато, Праховско – радујевачки део равни и дно депресије у околини Неготина.



Слика 1.9. Тродимензионални (3D) приказ терена шире околине истражног подручја

Неготинска депресија је морфоструктура која представља остатак Дунавског меандра који је обилазио око Кобишничког платоа. Обод депресије на источној страни чини Кобишнички плато, на северу Праховско – радујевска раван, на западу одсек од хоризонталних сарматских наслага, који представља морфолошку и литолошко – фацијалну границу депресије. Дно депресије рашчлањено је на Неготинско и Криво блато.

У оквиру истражног подручја су у мањем обиму развијени и пролувијални и делувијални процеси. Ове насlage се јављају у северном делу у зони Прахова и Душановца. Осим алувијалних равни терен се степенасто диже од истока ка западу, изграђујући неколико узастопних тераса, местимично испресецаних површинским токовима.

1.5. Педолошке карактеристике

Приликом израде педолошког састава, полазну основу представљала је Основна педолошка карта размере 1:50 000, док су основне карактеристике издвојених типова дате на основу података које приказују Антић и др. (1987).

У оквиру ширег истраживаног подручја могу се разликовати следећи типови земљишта: (Слика 1.10.)

- Смеђе кисело земљиште на терасним седиментима,
- Смеђе кисело земљиште на пешчарима,
- Рендзина на кречњаку,
- Алувијални нанос, глиновит, без карбоната,
- Делувијални нанос у осмеђивању,
- Антропогенизовано смеђе земљиште.

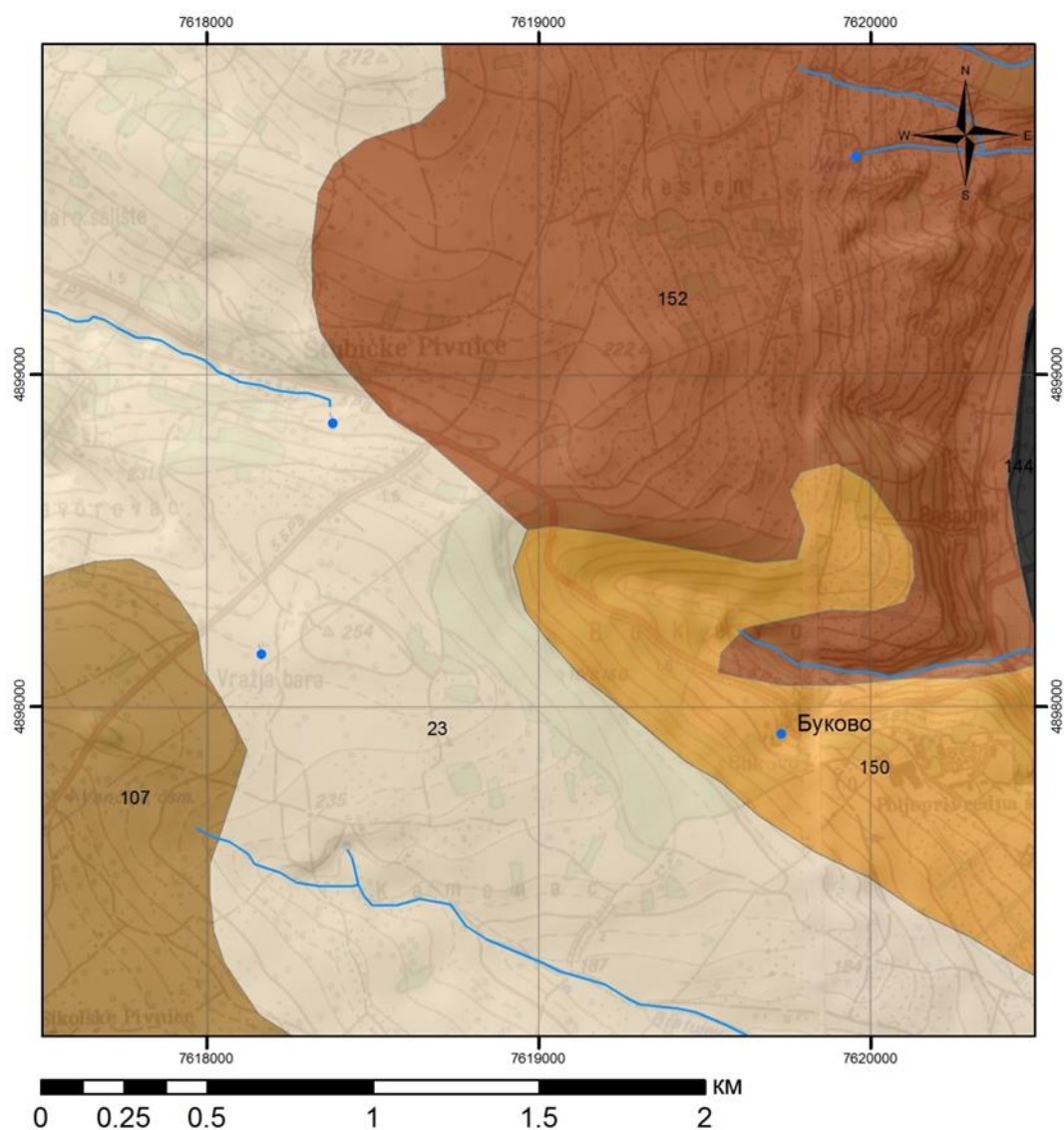
У оквиру истражног подручја изворишта манастира Буково, сва заступљена земљишта могу се сврстати у три групе.

I групу земљишта чине смеђа земљишта. Заједничка особина ових земљишта је распрострањење под листопадним и листопадно – четинарским шумама. Матични супстрат изграђују првенствено киселе силикатне стене, чијим се распадањем стварају глина и песак. Дебљина овог тла креће се од 30 – 130 cm. Карактерише их значајно већи земљишни капацитет, односно, већа способност задржавања земљишне влаге.

II групу земљишта чине рендзине чије распрострањење се углавном везује за распрострањење кречњака. Карактерише их мала дубина (до 40 cm) и висок садржај хумусне материје. Ова група земљишта је јако битна због инфилтрације

воде, јер има низак земљишни капацитет. Механизам њиховог настанка састоји се првенствено у растварању кречњака и испирању калцијум – карбоната уз слабо ослобађање минералне компоненте.

III групу земљишта чине алувијална и делувијална земљишта. Њихово распрострањење првенствено је предиспонирано пружањем речних токова. Ова земљишта се налазе под сталним утицајем површинских и атмосферских вода, које са собом могу носити материјал који се перманентно таложи.



Легенда

Педолошки број и тип земљишта

- 23, Кисело смеђе земљиште на терасним седиментима
- 47, Смеђе кисело земљиште на пешчарима
- 107, Рендзина на једром кречњаку
- 150, Делувијални нанос у осмешивању
- 152, Антропогенизовано смеђе земљиште

Слика 1.10. Педолошка карта подручја истраживања (према Педолошкој карти Србије, лист Неготин, 1:50.000)

2. ГЕОЛОШКА ГРАЂА ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА

2.1. Геолошка грађа истражног подручја

2.1.1. Историјат ранијих геолошких истраживања

Прва значајнија истраживања о геолошкој грађи тектонским односима на овом простору започета су у XIX веку, са радовима А. Боне (1840) и Ј. Жујовића (1889).

С. Радовановић и П. Павловић (1891) у раду „О Терцијару Тимочке Крајине“, предсављају основе за сва даља проучавања Неогена и Квартара ове области.

Детаљнији подаци о стратиграфским и тектонским односима на овом терену дају Г. Мугоџа (1905) и С. Радовановић (1907, 1916).

В. Петковић (1930), проучавањем геолошке грађе источне Србије, износи поставке које су актуелне и данас. У овом чувеном раду „О тектонском склопу источне Србије“ издваја поречку, мирочку и ђердапску навлаку.

С Бончев (1923) изучава наслаге кречњака у околини Браћевца.

М. Павловић (1937) је издао геолошку карту листа „Кладово“ и листа „Неготин“ у размери 1:100.000, са Тумачем.

П. Стевановић (1949, 1951, 1964 и 1967) бави се детаљним проучавањем миоценских и плиоценских седимената Дунавског кључа, са становишта биостратиграфије, палеографије, фација и тектонике.

А. Грубић (1970), у ширем подручју истражног подручја, издваја три навлаке: Гетску, Севериснку и навлаку од серпентинита, на простору између Кладова и Поречке реке.

В. Алексић, Н. Пантић и М. Каленић (1971 и 1972) изучавају тектонски склоп и морфологију источне Србије и издвајају јужно карпатско-балкански лук и мезозојску платформу.

Поред тога подаци о геолошкој грађи истражног подручја налазе се у бројним Елаборатима и Студијама урађеним у различите сврхе (истраживање металичних и неметаличних минералних сировина, подземне, минералне и термалне воде итд.).

2.1.2 Историја стварања терена

Најстарија позната етапа у геолошком развоју истраживане области везује се за сенонски флишни трог, који је формиран непосредно код мезијске платформе.

Убирање сенонских слојева највероватније припада пиринејској фази. Касније, у шајерској фази створена је лонгитудинална дислокација, на којој долази до навлачења у правцу истока, што делом и представља урзок појаве извора.

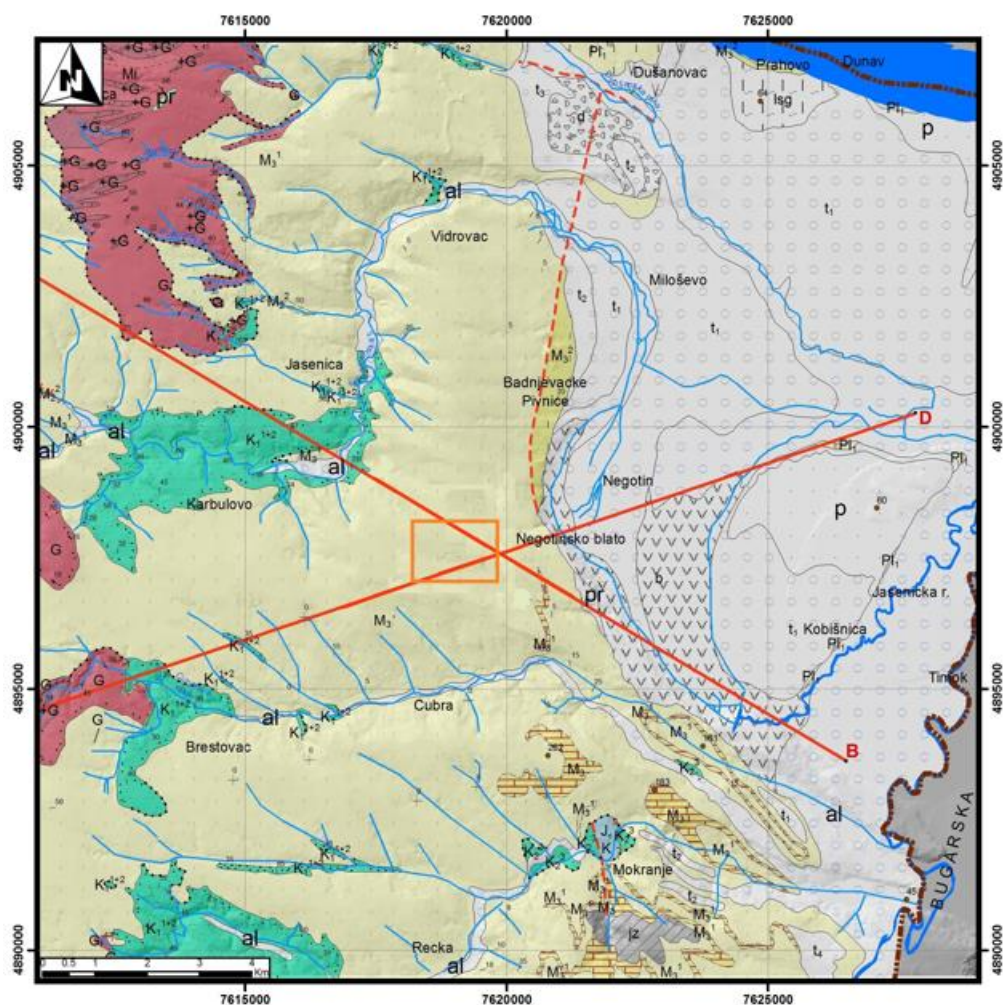
Као последица положаја између јужних Карпата и мезозојске платформе, ова област је током читавог неогена тектонски активна, а захватили су је епирогени и разломни покрети.

2.1.3 Приказ литостратиграфских јединица

Шире подручје истраживања припада листовима ОГК размере 1:100.000 Л – 34 – 141 Бор (М. Каленић, М. Ђорђевић) и Л – 34 – 142 Неготин, (Д. Долић и М. Ракић) што је представљало основ за приказ геолошке грађе ужег подручја истраживања. (Прилог 2).

Истражним тереном истичу се две доминантне геолошке структуре. Прву, која је највећим делом распрострањена у источној половини ширег подручја истраживања, чине Квартарне творевине, пре свега, алувијалне и терасне наслаге. Друга, која представља доминантну јединицу западног дела ширег подручја истраживања, је представљена Неогеним наслагама. Овај комплекс је рашчлањен на седименте тортона, сармата, меота и понта (Слика 2.).

Такође, значајно је поменути присуство синајског флиша (K_1^{1+2}) и прекамбријских метаморфних стена (+G и G), у западном делу ширег подручја истраживања, преко којих дискордантно належу неогени седименти.



Legenda geoloških jedinica

al	Aluvijum	M ₁	Glina, laporac i pesak (Meot)
al ^d	Deluvijum	M ₂	Peskoviti krečnjak (Sarmat)
pr	Proluvijum	M ₃	Peščar, glina, pesak i šljunak (Sarmat)
p	Živi pesak	M ₄	Glina, pesak i krečnjak (Torton)
l ₁	Lesne naslage, glinovite	K ₁	Fliš: glinac, peščar i konglomerat (Senon)
t ₁	Rečna terasa (Gradska)	K ₁₊₂	Fliš: glinaci, peščar i konglomerat (sinajski slojevi)
t ₂	Rečna terasa (Buban)	J, K	Titon - valendijski krečnjak
t ₄	Rečna terasa (Kovilovo)	+G	Aplitoidni granitgnajs
b	Barska suglina i pesak	Mi	Okcasti gnajs
z	Jezerski šljunak i pesak	Eklogit	
Pl	Pesak, glina i peščar (Pont)	G	Gnajsevi, leptinoli, amfiboliti i kvarciti

Слика 2. Геолошка карта ширег подручја истраживања 1:100 000
(Елаборат о зонама санитарне заштите изворишта манастира Буково код
Неготина)

ПРЕКАМБРИЈУМСКЕ МЕТАМОРФНЕ СТЕНЕ

Прекамбријумске метаморфне стене су представљене аплитоидним гнајсевима, лептинолитима, амфиболитима и кварцитима (G) и гранит – гнајсевима (+G). Распрострањене су углавном у северозападном делу ширег подручја истраживања (Прилог 2).

Аплитоидни гнајсеви, лептинолити, амфиболити и кварцити (G).

Најзаступљенији представник су биотит – мусковитски гнајсеви. Са њима се смењују, везани читавим низом прелаза, лептинолити до кварцита, и амфиболски гнајсеви до амфиболита и еклогита. Ектинитски биотит – мусковитски гнајсеви, као ситнозрне стене, преко ситнозрних и средњезрних варијетета аплит – гнајсева, везани су постепеним прелазима као мигматским окцастим гнајсевима.

Минерални састав стена је релативно постојан. Главни састојци су плагиоклас, кварц, биотит и мусковит, а споредни, гранат, дистен, апатит, сфен, местимично амфиболи, минерали епидот – цојситске групе и непровидни минерали. Стене су лепидобластичне, местимично појкилобластичне структуре. Присуство дистена у неким гранатским лептинолитима и гнајсевима показује да су ови гнајсеви формиран у условима алмандин – амфиболитске фације, вероватно у дистен – алмандин – мусковитској фацији.

Повећањем садржаја амфибола, биотит-мусковитски гнајсеви прелазе у амфиболске гнајсеве. Са друге стране, амфиболити (који се налазе као ретка сочива), повећањем садржаја кварца и биотита, постепено прелазе у амфиболске гнајсеве. Амфиболити су изграђени од амфибола, плагиокласа (олигокласа), сфена, апатита, епидота и непровидних минерала.

Гранитгнајсеви (+G). Распрострањени су ружичасти, најчешће ситнозрни, аплитоидни гранит-гнајсеви. Њихове граничне површине, као и фолијација и линеација, паралелне су са структурним елементима околних гнајсева.

Аплитоидни гранит-гнајсеви су леуократне стене, изграђене од кварца, плагиокласа, микроклина, биотита и акцесорних минерала. Карактеристично је да се од споредних састојака, поред циркона, сфена, апатита и непровидних минерала, готово редовно јавља апатит, а ређе и амфибол. Структуре су аплитске до гранобластичне, местимичноса јаче израженим катакластичним ефектима.

СТАРИЈИ ПАЛЕОЗОИК

Једини представник старијег Палеозоика, ширег подручја истраживања, су серпентинити (Se), незнатно распрострањење у северозападном делу испитиване територије.

Настали су од харисита и дунита и јако су шкриљави.

МЕЗОЗОИК

Валенд-Отрив (K_1^{1+2}). На терену су развијени у флишној (синајски флиш) и кречњачкој фацији. У овом делу источне Србије откривени су на крилима мирочке антиклинале, синклинали Вулевице и крајинској синклинали.

Насlage кречњака су слојевите, ређе банковите, дебљине 100 – 150 m. Синајски слојеви леже конкордантно преко титонских кречњака и навише прелазе у седименте Барем-Апта. Ови слојеви изграђују крајинску навлаку источне Србије, и крајинску синклиналу у којој преко синајских слојева леже седименти барем-апта, неогени или квартарни седименти.

У оквиру синајских наслага идући одоздо навише, могу се издвојити три хоризонта:

Први хоризонт изграђују глинци и лапорци у смењивању са кречњацима, који су прожети бројним калцитским жицама. У кречњацима и лапорцима налазе

се *Lamellaptychus beyrichi*, *Calpionella alpina*, *s. elliptica* и други остаци моринске фауне.

Средње делове синајских слојева чине гвожђевити глинци, са изливима спилита и рожнацима, кречњаци, лапорци и пешчари. Седименти су стратификовани и показују секвенце карактеристичне за флиш.

Трећи хоризонт представља завршне делове синајских слојева и састоји се од конгломерата, бреча, аркозних пешчара, глинаца и кристалстих кречњака.

НЕОГЕН (Ng)

Неоген овог подручја припада пространој области преткарпатског Неогена источне Србије, чије се главно развиће налази у Дакијском или Влашко – понтијском басену, у Румунији и Бугарској. Представљен је седиментима миоценске и плиоценске старости. У току формирања Неогених наслага, владали су веома сложени седиментациони услови. Последица таквих услова су различити типови седимената у оквиру неогеног комплекса, од конгломерата до спрудних и органогених кречњака.

Тортон (M_2^2)¹. Седименти тортон се на површини терена јављају само у околини села Браћевца и дуж Браћевачке реке. Седименти Тортон леже трансгресивно преко синајских слојева крајинске навлаке, крајинске синклинале и мезијске платформе. Представљени су модрим и сивим песковитим глинама, са прослојцима пешчара и шљункова и неколико тањих слојева коралских кречњака. Укупна дебљина тортонских седимената износи 150-200 m.

¹ Према најновијем тумачењу регионалних стратиграфских односа, седименти тортонске старости су уствари рашчлањени као Баден и тако су представљени у стратиграфској номенклатури (Piller et al 2007).

На основу седиментног састава и фосилног материјала, Тортон Браћевца представља фације приобалских морских увала, са елементима коралских спрудова.

Сармат (M_3^1). У миоценској серији ширег одручја истраживања, највеће распрострањење и геолошки значај има горњи Миоцен - Сармат. На овом простору, биостратиграфски је документовано постојање доњег и средњег Сармата.

Доњи Сармат (Волинијен) је распрострањен у Штубичкој зони, као и на локалитетима Браћевца, Шипкова, Тамнича, Рогљева и Мокрања. Седименти ове старости трансгресивно налажу преко синајског флиша и прекамбријских метаморфних стена, а конкорданто преко млађих миоценских седимената. Представљени су плитководним маринским седиментима, који су стварани у близини обале, односно, претежно песковима, шљунковима, песковитим кречњацима, лапорцима и пешчарима.

Заступљени су виши хоризонти доњег сармата, где преовлађује церитска фауна и елементи слатководне фауне као што су *Nassa*, *Nerita*, *Brotia* и други.

Развијен је потпуни редослед као у класичним локалностима, од најнижег рисоидно-хидробијског (бугловски) преко ервилијског у фацији глина и пескова, до завршног церитско-мактроидног хоризонта у регресивној фацији.

Доњи Сармат спољашње зоне констатован је на малом простору. Представљен је песковима, глинама, ређе пешчарима и песковитим кречњацима.

Песковите глине најдоњег Сармата (рисоидно-хидробијски хоризонт) садрже елементе бугловске фауне. Фаунистичке асоцијације су исто као у Штубичкој зони. Виши делови јединице, који постепено прелазе у средњи сармат, изграђени су од пешчара, пескова и песковитих кречњака.

Средњи Сармат (Бесарабијен) је распрострањен између Гетске и Штубичке зоне, односно, изнад Бадњева, затим око села Мокрање, Рогљева и Ковилова. Наслаге средњег Сармата леже конкордантно преко доњег Сармата или трансгресивно преко старијих творевина.

У Гетској зони, најниже хоризонте изграђују пескови и шљункови, са укрштеном слојевитошћу, који се развијају из доњег Сармата. Доњи део средњег Сармата констатован је и даље према југу у области Карбулова и Чубре. У њима су нађени *Mastra fabreana*, *Cardium protractum*, *Trochus zvoronzovi*, *T. chersonensis*, *Nubecularia novorosica* var. *solitaria* и друго.

Горњи део средњег Сармата изграђен је од пескова, песковитих глина, пешчара и песковитих и оолитичних кречњака, који се међусобно смењују. У завршним нивоима, јављају се махом кречњаци. На више места је, у оолитичним песковитим кречњацима, нађена фауна, у којој преовлађују мактре. То је позната фауна шкољчаног кречњака средњег сармата са *Mastra fabreana*, ређе *Cardium fittoni* и *Barbotella hornesi*.

Сарматски седименти су таложени или у дубљим деловима басена где је седиментација била релативно лагана и мирна; или је продубљавање басена било постепено а седиментација мирнија, када се смењују грубозрни и финозрни седименти (пескови, шљунак, шљунковити песак, финозрна песковита глина, алевритска глина и песковито-глиновити алверити).

У околини Бадњева, затим око села Мокрање, Рогљева и Ковилова, средњи Сармат је развијен тако да кречњаци и пешчари бочно прелазе у песковито глиновите седименте, или се са њима смењују. На више места у оквиру ових наслага заступљена је маринска фауна са фосилима: *Cardium fittoni*, *Mastra Pallasii*, *Congerina sarmatica*, *M. fabreaua*.

Видљива дебљина сарматских наслага износи до 300 m, док је укупна дебљина вероватно знатно већа.

Меот (M₃²). У ширем подручју истраживања, Меотске творевине су развијене на мањем пространству, док је на ужем подручју истраживања добро развијен, на простору између манастира Буково, Бадњева, Милошева, Видровца и Душановца. Представљен је глинама, лапорцима и песковима. Меотски слојеви су у тектонском, а вероватно и ерозионом односу према сарматском терену. Старост меотских слојева одређена је на основу фосилних мекушаца: *Dosinia maeotica*, *Sandria atava*, *Neritina simulans*, заједно са микрофауном остракода.

Дебљина меотских слојева, из околине Неготина, износи највише 50 – 100 m.

Понт (P₁). Понтијске насlage имају знатно развиће око села Душановца, затим Кобишнице и Србова, а откривене су и на више места дуж десне обале Дунава, околина Прахова и Радујевца, испод квартарних наслага. У састав понтијских седимената улазе пескови и песковите глине, местимично са прослојцима пешчара или шљункова. Ови седименти припадају полубракичним (каспибракичним) фацијама. Старост слојева одређена је на основу карактеристичних мекушаца: *Congerina digitifera*, *Candona (Pontionela) acuminata*, *C. (caspiolla) assione*.

Видљива дебљина понтијских наслага износи око 150 m, док је укупна дебљина, идући према истоку, знатно већа.

КВАРТАР (Q)

Квартарни седименти истражног подручја, у генетском погледу, представљени су алувијалним, пролувијалним, еолским и делувијалним талозима, који су се стварали у Плеистоцену и Холоцену.

Плеистоцен. Плеистоцену припадају речно – језерски шљункови и пескови и песковите глине, и шљунковито – песковите наслаге речних тераса.

Речне терасе (t₁-t₄). У долинама Дунава, Тимока и других јачих токова, издвојена су четири терасна нивоа.

Табела 2.1. Преглед речних тераса Неготиснке низије (Б. Филиповић и В. Драгишић, 1987)

Ознака терасе	Назив терасе	Релативна висина (m)	Дебљина (m)	Вероватна старост
t ₁	"Градска" одговара кладовској тераси	10 - 15	8 - 15	Virm
t ₂	"Бубан" одговара северинској тераси	30 - 35	6 - 12	Ris ₂
t ₃	"Страна" одговара тераси Кључа	60 - 70	2 - 12	Ris ₁
t ₄	"Ковилово"	75 - 90	5 - 15	Mindel

Старост тераса одређена је на основу њиховог положаја према старијим Квартарним наслагама и односа према шљунковима друге речне терасе са *Elephas primus*.

Код свих тераса дуж њихових вертикалних профила могу се посматрати идентични фацијални односи. Преко подине, различите старости и састава на различитим деловима долина, леже шљункови, а преко њих пескови и глине лесоидног хабитуса.

Шљунак фације корита код различитих тераса показују велике разлике у погледу састава, заобљености и крупноће зрна. Шљункови, пескови и глине лесоидног хабитуса, који леже преко шљункова, представљају продукте алувијалних поводањских фација. Ови седименти касније су мењани хидрохемијским процесима, а вероватно и преталожавани процесима спирања.

Све наведене терасе су ерозионо-акумулационог типа.

Холоцен. Холоцене наслаге у Неготинској крајини представљене су живим песковима, пролувијалним шљунковима, песковима и глинама; делувијалним глинама и песковима; алувијалним шљунковима, песковима и глинама.

Живи песак (p). Акумулационе форме живог песка најбоље су развијене на кобишничком платоу и у околини Радујевца. Представљене су пешчаним гребенима, а у мањој мери динама и барханима. У околини села Буковче представљене су пешчаним гребенима, високим 5-15 m, а дугачким и до 2 km, са правцем пружања ССЗ-ЈИ. Наслаге живог песка леже преко шљункова и пескова градске терасе. Изграђене су од ситнозрних до средњозрних концентрација кварца, са неуједначеним процентима бојених састојака и лискуна.

Пролувијални шљункови, пескови и глине (pr). Јављају се на местима где токови бујичног карактера избијају на алувијалну равницу. То су мали плавински конуси, у којима преовлађују хетерогени и слабо сортирани шљункови. Пескови и глине су редовно шљунковити, гвожђевити, са косом и укрштеном стратификацијом, а налазе се, по правилу, у периферним деловима конуса.

Делувијалне глине и пескови (d). Веће подручје делувијума запажено је у околини Душановца, где маскира односе између Сармата и Меота. У оквиру ових наслага, јавља се сортираност материјала, по крупноћи зрна. Ближе зони спирања, преовлађују шљунковити пескови, док се даље, у зони акумулације, материјал уситњује и постаје знатно глиновитији.

Алувијални шљункови, пескови и глине (al). У фацијалном погледу се код рецентних алувијалних творевина разликују две групе: фација корита и поводња, и фација мртваја.

Фација корита обухвата хетерогене шљункове и пескове. Констатована је у долинама Дупљанске, Јасеничке и Милошевске реке, у Чубарском потоку и у околини села Кобишница.

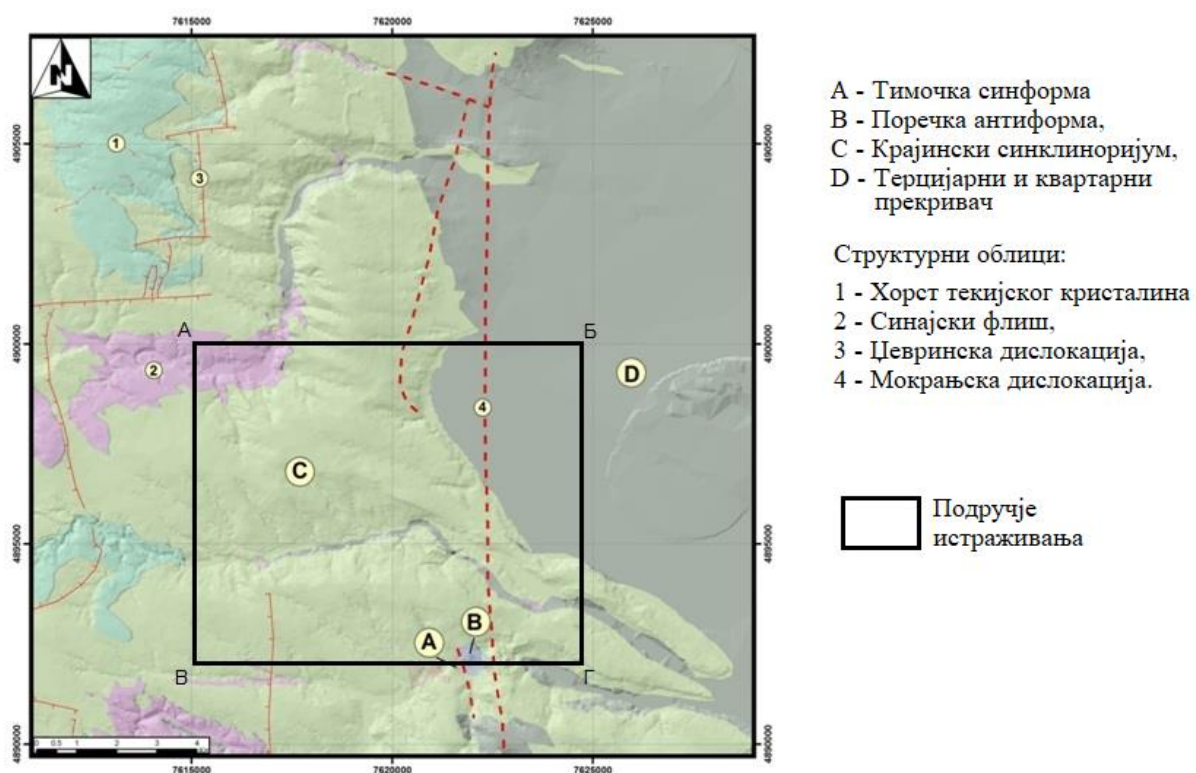
У долини Тимока, фација корита лежи испод пескова поводањске фације. Поводањска фација представљена је песковима и глинама.

Фација мртваја депонована је у некадашњем меандру Дунава и старом ушћу Јасеничке реке. Представљена је мрким органогеним глинама и песковима.

2.2 Тектонске карактеристике истражног подручја

Шире истражно подручје у тектонском погледу карактерише се присуством четири крупне тектонске јединице:

- Тимочка синформа,
- Поречка антиформа,
- Крајински синклиноријум и
- Терцијарни и Квартарни покривач (Слика 2.1.)



Слика 2.1. Прегледна тектонска карта подручја истраживања

Тимочка синформа

Ова структурна јединица лежи између хомољско-кучајског аутохтона на западу и поречке антиформе на истоку (Слика 2.1.). До гравитационог раседа Крша, схваћена је као део тимочке ров-синклинале. Пошто печко-сврљишка дислокација на западним падинама Великог крша није констатована тамо куда се раније повлачила, терени Крша су посматрани као источно крило синформе.

Тимочка ров-синклинала омеђена је са запада злотском, а са истока печко-сврљишком дислокацијом. Њене ободне зоне праћене су плутонитима око којих се налазе хидротермално промењене стене. Синклинални распоред горњокредних вулканогено-седиментних творевина донекле је нарушен уздужним, попречним и дијагоналним дислокацијама, при чему су настали мањи наборни облици (сложена синклинала Чока Борулија и јако деформисана антиклинала Брестовца).

Моноклинала Обла-Гарван. У комплексу аутохтона Крша ово је најзападнија моноклинална структура. Са западне њене стране налази се расед Крша, а са источне оштро је засечена гарванским раседом.

Поречка антиформа

Ова структурна јединица представља позитивни облик у алписком орогену, који у основи има бајкалске и херцинске структуре прерађене млађом тектоником. Грађу антиформе компликује присуство интрузивних масива, затим уздужне дислокације источновергентни, некад преврнути набори.

Поречко-белоречка антиклинала простире се од Поречке реке на северу до Рготине на југу, правцем ССЗ—ЈИ. Са источне стране, према Дели Јовану, антиклинала је одсечена поречком дислокацијом. Ширина антиклинале креће се од 0,6 на Лучком пољу до 4 км код Рготине. Средишњи део антиклинале изграђују гнајсеви, а на крилима се налазе кристаласти шкриљци ниског степена

метаморфизма. Антиклинала је у основи настала интракамбријским-бајкалским убирањем, а у доцнијим орогеним кретањима, стварањем уздужних и попречних раседа, њена грађа је постала само сложенијом. Из структурних дијаграма види се да је на дужини од 35 km оса антиклинале хоризонтална; источна вергентност доводи се у вези са алписким убирањем.

Поречка моноклинала се састоји од кристаластих шкриљаца са падом према западу, који леже између габра Дели Јована и поречке дислокације на западу, и мирочке дислокације на истоку. Ова моноклинала има сложену грађу. Југоисточно од Клокочевца у њој је констатована преврнута источновергентна антиклинална структура Славе. Источно крило антиклинале је редуцирано мирочком дислокацијом, а западно је доста добро очувано. Средишње делове антиклинале изграђују висококристаласте стене, на источном крилу су се сачувале зелене стене, које на западном крилу имају веће пространство и чак садрже слојеве мермерисаних кречњака. Према југу могу се пратити само гнајсеви са падом фолиација на југозапад.

Поречка дислокација. Као „поречко-белоречку” удољину Ј. Цвијић је још пре пола века означио дислокацију на западној страни Дели Јована, према кристаластим шкриљцима Пореча и Беле реке. В. Симић (1952) сматра да се пермске порфирске стене јављају на тој дислокацији, и да је дебљина порфирских стена тектонски смањена, на местима где су „прогутане дислокацијом”.

Ова дислокација одваја габроидне стене Дели Јована на истоку од кристаластих шкриљаца поречко-белоречке антиклинале на западу. Источно крило антиклинале испробијано је порфирским стенама, које су „укљештене” између габра и кристаластих шкриљаца.

Близу Поречке реке, ова дислокација има вертикалан положај, или врло стрмо пада на запад, а на више места пресечена је млађим попречним раседима.

Крајински синклиноријум

Терени изграђени од кредног флиша и кристалстих шкриљаца, издвојени су као крајински синклиноријум. Он је дислокацијама меридијанског правца пружања, које падају на запад, подељен на неколико већих структурних јединица (хорст текијског кристалина и флишни седименти – синајски флиш).

Синајски флиш налази се у зони меридијанског пружања, која је са истока ограничена кленовачким раседом, а са запада цевринском дислокацијом. Дијаграми падова слојева дају утисак моноклиналие која пада на запад. Међутим, флиш је убран у линеарне, преврнуте, источновергентне наборе, великих распона. Код Градскова се у пакетима састављеним од некомпетентних стена налазе облици карактеристични за наборе течења некомпетентних стена, између слојева компетентних стена.

Цевринска дислокација простира се преко целог листа Бор, са меридијанским пружањем. Дислокација је представљена ненормалним односом текијског кристалина и синајског флиша. Код Јасенице, у Јасеничкој реци и код Брестовца, између кристалстих шкриљаца и флиша умеће се серпентин. Дислокациона површина је вертикална или стрмо пада на запад, али смењивање трака флиша и серпентина код Јасеновца показује да се не ради о једној раседној површини, већ местимично о дислокационој зони.

Текијски кристалин (хорст) провирује испод терцијара Тимочке крајине. Он је са западне стране одсечен топлецким раседом, а са источне стране цевринском дислокацијом и тако одвојен од синајског флиша. Цевринска дислокација пада под кристалин, који је навучен ка истоку преко синајског флиша. Највећа маса шкриљаца, код Малајнице, показује брахиформну грађу са дужим осама структура оријентисаним правцем север-југ.

Неогени и квартарни покривач

Неогене насlage у оквиру листа припадају предгорју Карпата и ободним деловима Дакијског басена. Због тога су миоценски и плиоценски слојеви у пуној сагласности са основним тектонским склоповима ове области. Марински средњи миоцен (тортон) из околине Браћевца је општег пада слојева ка североистоку до 30°.

Горњомиоценски слојеви (сармат и меот) пружају се од севера према југу, са мањим повијањима ка северозападу и североистоку. Слојеви су често хоризонтални, или са општим падом ка истоку до 30°.

У структури Неогеног терена, основни значај имају раседи. Најважнији је уздужни расед (раседна зона) западно од Неготина. Према југу, овај расед вероватно прати мокрањску дислокацију од Чукара преко Смедовца па све до Рајца и долине Тимока. На северу, овај расед је пресечен попречним мањим раседом, правца СЗ—ЈИ, у подручју Дупљанске реке.

Присуство мањих раседа осећа се на више места, али је њихова идентификација услед покривености терена и растреситог састава седимената знатно отежана.

Тектонски покрети, који су претходили маринској трансгресији, припадају почетку средњег миоцена (хелвет) и одговарају штајерској фази. Меотски и понтијски слојеви поремећени су млађим покретима, од којих неки прелазе у квартар.

Тектонски покрети манифестовали су се несумњиво и у квартару. Као последица издизања Карпата, на граници плиоцен-плеистоцен (влашка фаза) дошло је до повлачења слатководних језера даље према истоку и централним деловима Дакијског басена.

Тектонски покрети настављени су касније, за време пасаденске фазе, када су створени услови за акумулацију система предгорних конуса. Најзад, динамички прекиди развоја акумулационих циклуса Дунава вероватно су такође проузроковани најмлађим тектонским покретима.

3. ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСТРАЖНОГ ПОДРУЧЈА

3.1 Преглед ранијих хидрогеолошких истраживања

Први хидрогеолошки истражни радови на овом подручју изведени су четрдесетих година XX века. У Милошеву, Душановцу, Самариновцу и Неготину избушено је више дубоких артеских бунара који су служили за водоснабдевање ових насеља, али писаних података о резултатима ових истраживања нема.

М. Луковић (1950) у раду „Инжењерска геологија”, даје прве писане податке о хидрогеолошким карактеристикама Неготинске низије. У свом раду он описује артеске воде Неготина и околине.

Д. Игрутиновић (1958) даје прве детаљне податке о хидрогеологији овог дела источне Србије у раду „Геолошки састав и хидрогеолошке карактеристике Неготинске низије као чинилац мелиоративних радова”.

Д. Игрутиновић (1968) у својој докторској дисертацији под називом „Хидрогеологија Неготинске низије и обода са аспекта мелиорација” детаљно описује хидрогеолошке карактеристике квартарних и неогених наслага овог подручја.

Хидросанитас – Београд (1987) врши истраживања у циљу одређивања зона санитарне заштите изворишта за водоснабдевање Неготина.

Геозавод – Београд (1977-1979) у оквиру пројекта „Режим подземних вода СР Србије” врши осматрање издашности извора Барбарош код Неготина у трајању од две хидролошке године.

Геофизички институт – Београд (1979) врши геоелектрична испитивања у подручју изворишта „Барбарош”.

Геозавод – Београд (1980 и 1981) у зони извора Барбарош изводи основна хидрогеолошка истраживања ширег залеђа и детаљна истраживања ужег подручја појављивања овог извора (израда и тестирање истражно-експлоатационих бунара).

Геозавод – Београд (1975. и 1985.) врши хидрогеолошке истражне радове у зони изворишта „Коначе”.

ИКЕР – Београд (1984) врши хидрогеолошка истраживања у подручју врела „Врело” у Бадњеви.

ИКЕР – Београд (1985) врши хидрогеолошке истражне радове у рејону Кобишнице и Прахова (Југопетрол).

Б. Филиповић и В. Драгишић (1987) врше обимна хидрогеолошка истраживања чији су резултати синтетизовани у оквиру "Хидрогеолошке студије о могућностима водоснабдевања насеља у подручју општине Неготин".

Институт за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета из Београда (1992, 1993) врши хидрогеолошка истраживања за потребе водоснабдевања насеља Мокрање, која су резултирала израдом једног истражно-експлоатационог бунара дубине 114 m, којим су каптирани водоносни хоризонти сарматских кречњака и пескова.

В. Драгишић и П. Докмановић (1996) у својим радовима „Хидрогеолошка својства неогених седимената Неготинске низије” и „Хидрогеологија артеских хоризоната Дакијског басена источне Србије” баве се хидрогеолошком проблематиком неогених седимената Неготинске низије и њеног обода.

В. Драгишић и Д. Полоччић (1997) описују хидрогеолошке карактеристике квартарних седимената низије.

Институт за хидрогеологију – Београд (2002) ради „Генерални програм хидрогеолошких истраживања за потребе водоснабдевања сеоских насеља у општини Неготин”. На основу овог програма урађен је већи број бунара у насељима Штубик, Ковилово, Јасеница којима је решен проблем водоснабдевања.

Геозавод-ХИГ – Београд (2003) изводи истражно-експлоатациони бунар за потребе решавања проблема водоснабдевања насеља Рајац и Рајачких Пимница.

Институт за хидрогеологију – Београд (2003) изводи детаљна хидрогеолошка истраживања за потребе водоснабдевања Насеља Јасеница (со Неготин).

Депарتمان за хидрогеологију – Београд (2007) изводи детаљна хидрогеолошка истраживања маломинерализованих артеских вода у Милошеву (општина Неготин).

Депарتمان за хидрогеологију – Београд (2008) изводи детаљна хидрогеолошка истраживања за потребе водоснабдевања Неготина (Општина Неготин).

3.2 Хидрогеолошка својства стена и приказ заступљених типова издани

Досадашњим истраживањима која су спроведена на овом истражном подручју издвојена су три типа издани на основу литолошких карактеристика и преовлађујућих типова порозности и то:

- Збијени тип издани у квартарним седиментима,
- Издани у неогеним седиментима – карстни тип издани,
- Пукотински тип издани,

- Терен са слабом водопропусности – малог и веома малог потенцијала

Збијени тип издани

Збијени тип издани има распрострањење у шљунковито – песковито – глиновитим наслагама, односно у оквиру стена са међузрнском порозношћу, квартарне старости.

Овај тип издани највеће распрострањење има у Неготинској низији где је формиран у оквиру шљунковито – песковито – муљевитих рецентних наслага Дунава, Дупљанске и Јасеничке реке.

Фацијално, разликују се седименти корита, поводња и мртваја. Фација корита је представљена шљунковима и песковима, док фација поводња обухвата пескове и песковите глине. Фација мртваја депонована је у старом меандру Дунава и старом ушћу Јасеничке реке. Представљен је мрким органогеним глинама, песковима и тресетом.

Распрострањење издани у профилу, прилично је променљиво. Дебљина водоносног шљунковитог хоризонта зависи од морфологије палеорељефа, неогених глиновитих водонепропусних творевина, као и од интензитета флувијалне ерозије, којом су разнети и преталожени седименти старијих тераса. Преко глине Неогене старости или других старијих стена леже шљункови и пескови дебљине и до 20 m, а најчешће 10 – 12 m. У ширем подручју Кобишничког платоа, на његовој северној и западној страни, као и у нижим деловима низије, где су исталожене рецентне насlage, запажају се честе промене у вертикалном и хоризонталном профилу. Према Б. Филиповићу и В. Драгишићу (1987), овакве промене су производ честих премештања корита Дупљанске и

Јасеничке реке, и променљивост водостаја Дунава, који је заобилазио Кобишнички плато. Дебљина шљункова у овом појасу се креће од 1 до 20 m.

На основу резултата гранулометријских испитивања, као и на основу резултата добијених тестирањем бунара, филтрационе карактеристике рецентних наслага Дунава и његових притока одређене су методом прорачуна филтрације.

Просечна вредност K_f за рецентне наносе на подручју Неготинске низије износи 35.0 m/дан односно $0.398 \cdot 10^3$ m/s. (Б. Филиповић и В. Драгишић, 1987).

Прихрањивање издани, формиране у рецентним наносима, врши се на рачун инфилтрације вода насталих од атмосферских падавина и инфилтрације површинских вода из постојећих водотока (Дунава, Тимока и њихових притока) који су у активној хидрауличкој вези са подземним водама. Прихрањивање се такође врши и на рачун инфилтрације вода које се сливају са околних падина, као и дотицањем вода из других типова издани, пре свега из сарматских водоносних наслага, што је утврђено на основу података добијених истражним хидрогеолошким бушењем у Неготинском риту.

Поред евапотранспирације, дренарање, односно истицање изданских вода, одвија се на рачун истицања у канал реке Јасенице, као и у друге канале који су предвиђени за мелиоративне потребе Неготинске низије. Истицање се врши и на рачун захватања воде бунарима за различите потребе.

На режим овог типа издани највећи утицај има хидролошки фактор, па стога он припада алувијалном типу режима. Директно је условљен режимом Дунава и Тимока, као и осталих мањих токова (Јасеничке и Дупљанске реке). Поред тога и хидрометеоролошке карактеристике, пре свега режим падавина, такође представља битан фактор који може утицати на карактер режима издани.

Амплитуда колебања нивоа издани у деловима ближе водотоцима износи 4 m, док се са удаљењем водотока она смањује. Тако у Неготинском рити ретко прелази 2.2 m.

Дебљина надизданске зоне је највећа у приобалном појасу Тимока и непосредно испод Неготина. Креће се од 0,5 – 3 m. Овако мала дубина до нивоа издани урзокује појаву изданских вода у периоду од јануара до јуна сваке године, у зони Неготинског рита. (Б. Филиповић и В. Драгишић, 1987).

Према физичким својствима испитиване подземне воде ове издани су без боје, мириса и укуса, осим у одређеним подручјима, као на пример у тресетиштима, када задобију жуто – мрку боју, непријатан мирис и укус. Температура ових вода одговара средњегодишњим температурама ваздуха и креће се у границама од 10 до 12 °C. Воде ове издани спадају у маломинерализоване. Вредност минерализације се креће у границама од 0.3 до 0.9 g/l.

На основу хемијског састава, подземне воде сврстане су у хидрокарбонатно – калцијумске воде ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$). Од осталих компоненти, значајних за процену квалитета ових вода, потребно је истаћи повишене садржаје Fe и Mn. Такође је на одређеним локацијама присутна и повећана концентрација амонијум јона, нитрата и местимично нитрита, који указују на жаришта свежег присутног загађења.

Издани у неогеним седиментима

Као последицу веома сложених седиментационих услова, који су владали током Неогена, у оквиру наслага ове старости имамо заступљене различите типове седимената: конгломерати, пешчари, шљунковити пескови, глине, спрудни и органогени кречњаци. Услед смењивања ових седимената у профилу и

присуства хидрогеолошких изолатора (глина), подземне воде, формиране у оквиру ових наслага, налазе се често под артеским или субартеским притиском.

Неогене творевине имају велико распрострањење у оквиру истражног простора. Са хидрогеолошког аспекта најзначајнији су сарматски седименти. Наслаге сарматске старости, чија дебљина може да износи и до 500 m, имају велико распрострањење у границама Неготинске низије.

Виши делови сармата изграђени су од органогених, оолитских и песковитих кречњака или пешчара, па је овакво развиће условило формирање карстне издани мале продуктивности.

Карстни тип издани у сарматским седиментима

Овај тип издани развијен је у наслагама песковитих кречњака сарматске старости и углавном је мале продуктивности. Према хидродинамичким карактеристикама, издан је са слободним нивоом, осим у подручју где се у повлати кречњака налазе водонепропусне стене, када су воде ове издани под артеским и субартеским притиском.

Прихрањивање карстен издани се обавља на рачун падавина. Откривеност појединих делова издани ствара повољне услове за инфилтрацију атмосферских талогага. Истраживањима у долини Јасеничке реке (Д. Игрутиновић, 1968) констатовано је да се прихрањивање врши у водама из површинских водотока. Неповољне услове за прихрањивање издани представљају појаве водонепропусних глиновитих наслага у повлати издани, као и често смењивање литолошких чланова у профилу.

Истицање изданских вода се пре свега одвија преко честих извора, етажно распоређених, чија је издашност већа од 5 l/s. Услед засецања неогених седимената дејством речне ерозије током квартара, као и због нагиба сарматских

седимената и неотектонских процеса који су довели до спуштања Неготинске низије, највећи број извора се јавља по њеном ободу (Вражја бара, Врело, Стубичке пивнице, итд.).

Режим ове издани је прилично стабилан, амплитуда колебања издашности је мала, а однос између минималне и максималне издашности је 1:2. У неким зонама творевине сарматских кречњака су покривене водонепропусним седиментима па се јавља издан под артеским или субартеским притиском. Колебање ниова издани је до 2 m, у зависности да ли је издан под слободним нивоом или под притиском. Промене режима су сезонске, условљене режимом падавина и других хидрометеоролошких и хидролошких фактора, тако да је издан плувијалног (вододелничког) типа.

По физичким својствима воде ове издани су без боје укуса и мириса, са температуром од 9,5 до 14 °C. Вредност рН се креће у границама од 7,2 до 7,9, са минерализацијом од 0,5 g/l, што их чини слабоминерализованим. У хемијском саставу преовлађују јони Ca^{2+} и HCO_3^- , па припадају хидрокарбонатно – калцијумском типу вода. Воде извора „Корбулово“ и „Видровац“ се карактеришу са повећаним садржајем јона нитрата што указује на могућност хемијског, односно бактериолошког загађивања (Б. Филиповић и В. Драгишић, 1987). Са изузетком повећаног садржаја нитрата, ове воде се могу сврстати у категорију квалитетних вода са аспекта могућности њиховог искоришћавања.

Пукотински тип издани

Пукотински тип издани формиран је у оквиру пешчара и конгломерата доњокредне старости, као и у оквиру пешчара сарматске старости. На истражном подручју пукотински тип издани нема велико распрострањење, а у хидрогеолошком смислу мале је продуктивности.

Терен са слабом водопропусности – малог и веома малог поренцијала

У слабо водопропусне терене малог и веома малог потенцијала сврстани су комплекси глина, пешчара, пескова и шљункова сарматске старости, у плану као и глине, лапорци и пескови меотске старости.

Глиновите наслаге неогене старости се карактеришу слабир филтрационим својствима и представљају добру заштиту вода карстног типа издани од површинског загађења, у деловима терена где представљају повлатне седименте. Заузимају највеће распрострањење у плану на истражном подручју.

4. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИК ИЗВОРИШТА МАНАСТИРА БУКОВО КОД НЕГОТИНА

4.1. Опис изворишта манастира Буково

Велики број манастира у Србији је изграђен у непосредној близини неког извора подземних вода, који има благотворно дејство на људе и за коју се тада веровало да је лековита. Тако је манастир Буково (слика 4.1.) изграђен у непосредној близини извора, тј. на локацији, са предиспонираним условима истицања. Наиме, услед засецања Неогених седимената дејством речне ерозије, током квартара, као и због нагиба сарматских седимената и неотектонских процеса, који су довели до спуштања Неготинске низије, по ободу сарматских седимената, су формирани услови за појављивање извора.

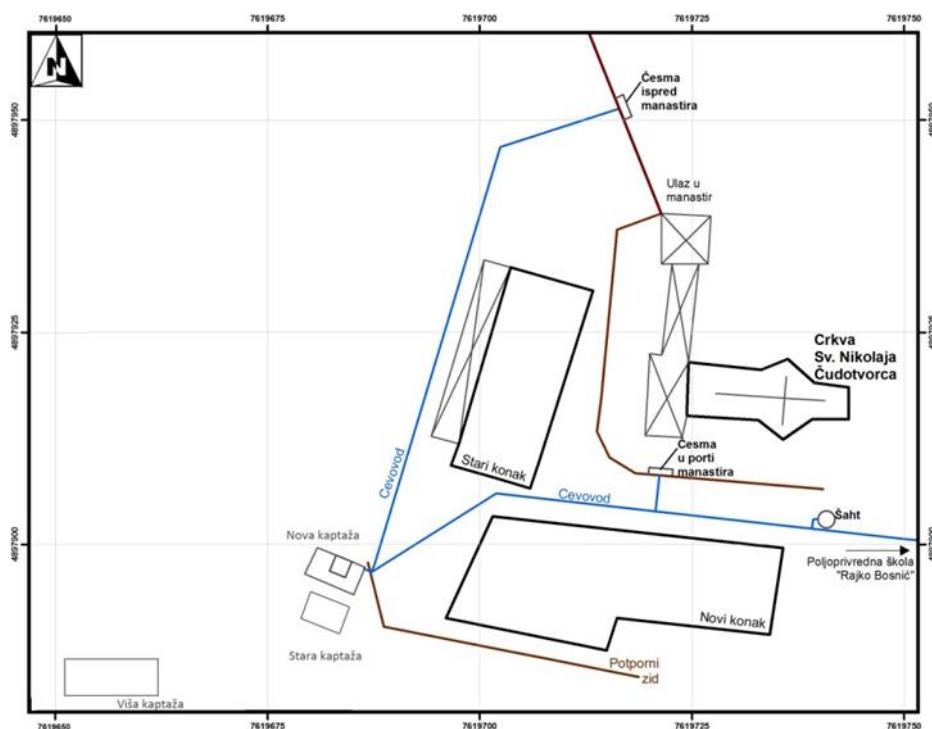


Слика 4.1. Прегледна тектонска карта подручја истраживања

(Фото: Максимовић. А; 2022)

У порти манастира налази се водозахватни објекат – „стара“ каптажа која је и даље у функцији водоснабдевања. (непосредно испод „старе“ каптаже формиран је нови каптажни објекат, који представља санационо решење услед процуривања постојеће „старе“ каптаже. Новоформирани каптажни објекат је са дном хипсометријски постављеним на већу дубину у односу на „стару“ постојећу

каптажу за око 1 m. Ова каптажа служи за водоснабдевање пратећих манастирских објеката (конак, стари и нови, радионица), као и оближње пољопривредне школе и пратећих објеката. Поред поменутих каптажних објеката, постоји и тзв. „виша“ каптажа, којом је захваћен само део „преливних“ вода на изворишту манастира, и формирана је хипсометријски изнад „старе“ и новоформиране каптаже (Слика 4.2.).



Слика 4.2. Ситуациони план изворишта манастира Буково

Детаљним картирањем, као и геофизичким истраживањима, установљено је да се извор налази на контакту сарматских песковитих кречњака са непрпусним слојем глине. Новоформирана каптажа је изведена хипсометријски неколико метара испод главне „природне“ зоне истицања, чиме је захваћен највећи део вода. Неопходно је истаћи да нису захваћене све воде изворишта, тако да постоји одређен део вода који процурују у око и испод каптажног објекта, и појављује се низводно од манастира Буково.

Виша каптажа је правоугаоног облика, чије су димензије у основи 2x5 m, и висине приближно 3 m.

Стара каптажа је правоугаоног облика, у основи, димензија 8x2 m, висине приближно 2,5 m (слика 4.3.). Водопријемни део представља 9 правоугаоних отвора – барбакана“ (слика 4.4.) ширине 10 и висине 30 cm, на међусобном растојању од по 70 cm.



Слика 4.3. *Ситуациони план изворишта манастира Буково (фото: Јемцов. И; 2010)*



Слика 4.4. *Поглед на отвор – „барбакану“, унутрашњост каптаже (фото: Јемцов. И; 2010)*

Нова каптажа је правоугаоног облика, у основи димензија 1,5 x 1,2 m, висине 4 m.

Сакупљена вода, из каптаже, бива спровођена до сабирног резервоара (Слика 4.5. и 4.6.).



Слика 4.5. Поглед на вентилацију каптаже и окно од сабирног резервоара
(фото: Јемцов. И; 2010)

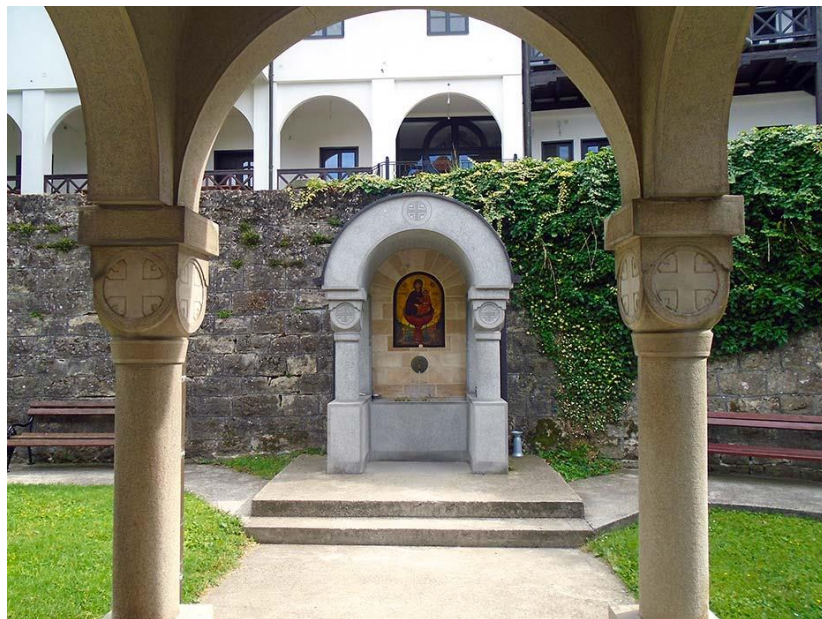


Слика 4.6. Поглед на сабирни резервоар (фото: Јемцов. И; 2010)

Из сабирног резервоара, вода бива развођена на три крака: чесму, на улазу у манастир (Слика 4.7.); чесму, у порти манастира (Слика 4.8.); и пољопривредну школу „Рајко Боснић“, која се налази на од прилике 350 m источно од манастира. Остатак воде се прелива у шахт (Слика 4.9.), одакле бива каналисана са осталим атмосферским водама.



Слика 4.7. Чесма на улазу у манастир (фото: Јемцов. И; 2010)



Слика 4.8. Чесма у порти манастира (фото: Максимовић. А; 2022)



Слика 4.9. Шахт (фото: Јемцов. И; 2010)

Генерално, извориште је уредно, добро организовано и њиме се управља на рационалан и одговоран начин.

Током израде „Елабората о зонама санитарне заштите изворишта манастира Буково“ из 2010. године, мерен је сумарни проток воде у каптажи и износила је 0,5 l/s. Вредност рН износила је 7,62, електропроводљивост била је 648 $\mu\text{S}/\text{cm}$, а температура воде била је 13,9 °C.

Електропроводљивост воде у новоизграђеној и тзв. Школској каптажи износила је 637 $\mu\text{S}/\text{cm}$ са рН вредности од 6,84 и температуром 12,3 °C.

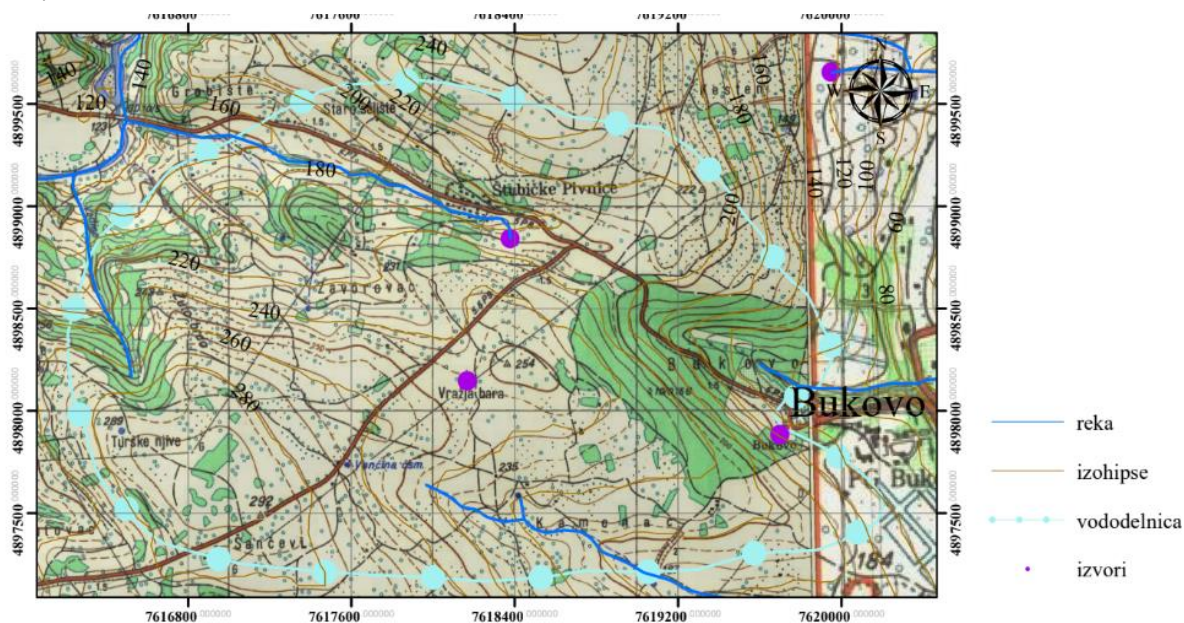
4.2. Распрострањење изворишта у плану

Подземне воде изворишта манастира Буково су формиране у оквиру карстне издани у песковитим кречњацима доњег сармата ниске продуктивности. Приликом хидрогеолошког истраживања није био видљив већи број изданака, на основу којих је било могуће издвојити подјединице, у оквиру Сармата, услед његовог конкордантног односа. У оквиру саме подјединице, као последице услојености различитих фација, издан је локално ограничена водонепропусним

слојевима глине, што је чини непотпуно развијеном. Овај тип издани се усваја као отворена хидрогеолошка структура где је ниво подземних вода углавном са слободан, а локално где постоји глинени покривач, са субартеским и артеским притиском.

Утврђивањем зоне прихрањивања утврђује се и правац струјања подземних вода ка водозахватном објекту, а тиме и површина лежишта за коју је извршен прорачун биланса подземних вода.

За потребе прорачуна површине, односно дефинисања контура непосредног слива, као и укупног сливног подручја изведено је детаљно геолошко, хидрогеолошко картирање терена, узорковање воде, као и кабинетска просторна анализа у ГИС окружењу, која је значајним делом заснована на формираном дигиталном моделу терена -ДЕМ. Полазна тачка приликом просторне анализе била је израда дигиталног елевационог модела терена. На основу података о рељефу терена, геологије и хидрогеологије, одређено је сливно подручје. Површина слива на основу хидрогеолошке вододелнице износи 5,96 km².



Слика 4.10. Приказ вододелнице

Да би прецизније одредили границе сливног подручја и утврдили могуће правце кретања подземних вода на овом терену, изведена су и теренска истраживања са тим циљем. Том приликом извршено је картирање потенцијално значајних хидрогеолошких објеката – каптираних извора.

Каптирани извор у Расаднику, издашности око 0,1 l/s, и температуре воде 9,6 °C. У близини извора се не налазе изданци песковитог кречњала.

У Вражијој бари се налази извор разбијеног типа, са укупним протоком око 3,5 l/s (Слика 4.10.). Овде постоји водозахват са пумпама, тако да је издашност извора највероватније већа. Температура воде износила је 12,5 °C.



Слика 4.11. Извор у Вражијој бари (фото: Јемцов. И; 2010)

На извору у Стубичким пивницама није регистрован проток, са утврђеним високим нивоом подземних вода. У близини нема откривених изданака.

Потом, у селу Врело налази се извор издашности око 1 l/s. Извор је каптиран, а вода се црпи пумпом, која се налази непосредно до места истицања (Слика 4.12.).

У близини ове локације налази се и отворен изданак песковитих лапораца у контакту са прослојцима сарматских кречњака (Слика.4.13.). У близини овог извора налази се и бушени бунар, чије конструктивне карактеристике, капацитет и дубина нису биле познате.



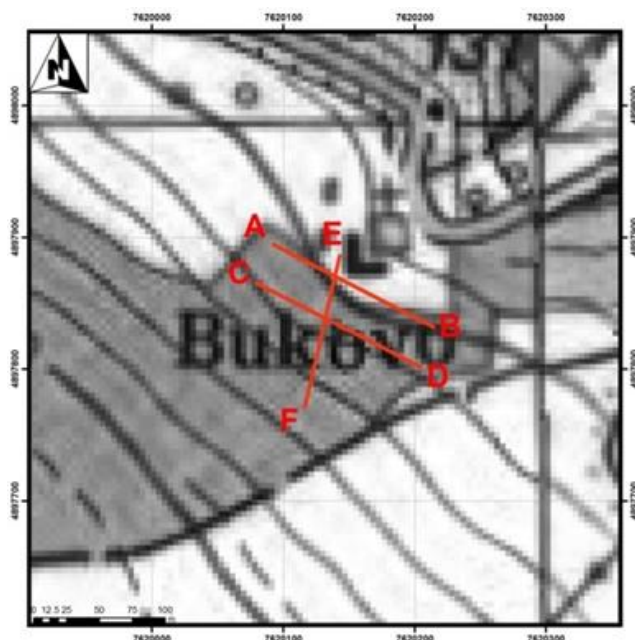
Слика 4.12. *Извор у насељу Врело (фото: Јемцов. И; 2010)*



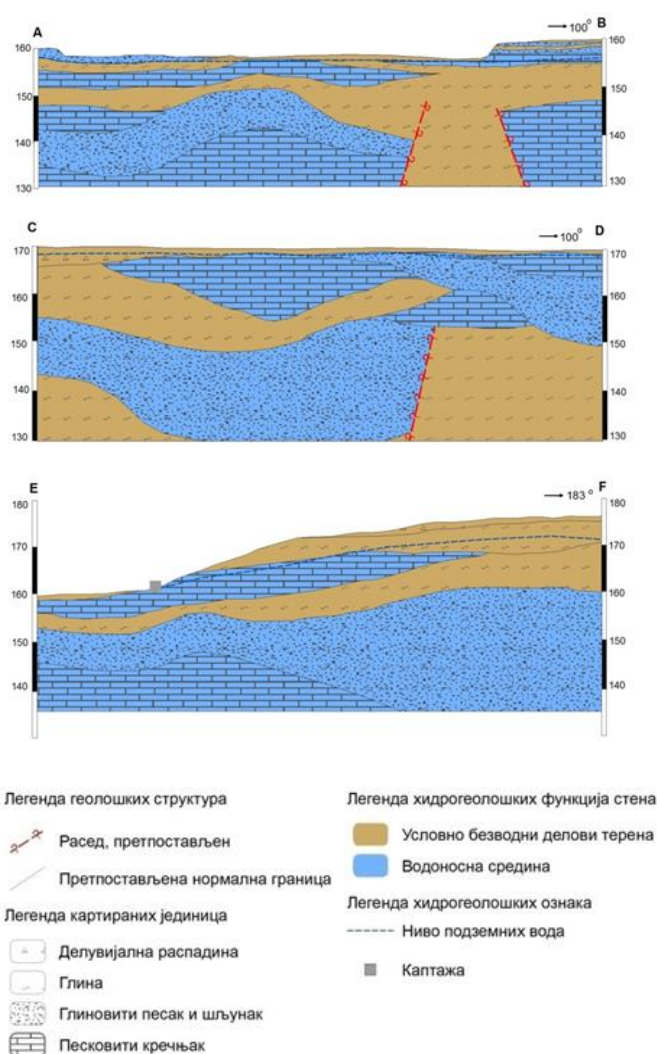
Слика 4.13. *Изданак песковитих лапораца (фото: Јемцов. И; 2010)*

4.3. Распрострањење изворишта у профилу

Специфичности типа издани, диктирају његово распрострањење у профилу. Претпоставка да је описани тип издани регионалног карактера, распрострањење лежишта у профилу, биће приказано само у делу који је обухваћен хидролошким прорачуном, односно у непосредној зони водозахватног објекта. За боље разумевање микрохидрогеолошких услова, интерпретирани су резултати извешених геофизичких истраживања, на основу којих су урађени хидрогеолошки профили размере 1:1.000 (Слика 4.14. и Слика 4.15.).



Слика 4.14. Ситуациона карта изворишта манастира Буково са профилским линијама
(извор: Елаборат о резервама подземних вода изворишта манастира Буково
(општина Неготин); Јемцов, Петровић; 2010)



Слика 4.15. Локални хидрогеолошки профил добијен интерполацијом геофизичких истраживања

Из приложеног можемо видети да је извориште раздвојено слојевима водонепропусне глине формирајући тако више од једне хидрогеолошке средине (утврђене две до дубине од 40 m).

Микротектонски услови чине да је зона истицања ширине 35 – 40 m, највероватније под дејством бочних притисака „истиснута“ ка површини, формирајући морфолошки предиспонирану зону за истицања подземних вода, где слојеви глине природно формирају левкасту структуру, односно бочну баријеру,

са обе стране, која условљава правац кретања подзмених вода, које бивају „преливане“ преко глинене баријере.

Дебљина горњег слоја збијено – карстне издани, у песковитим кречњацима, у зони извирања износи око 5 – 6 m, док подина није утврђена, тако да његова дебљина не може бити одређена.

4.4. Хидрогеолошки услови прихрањивања и истицања

Извориште манастира Буково формирано је у песковитим кречњацима доњег сармата. До спуштања Неготинске низије дошло је услед неотектонских процеса, а услед засецања Неогених седимената, дејством речне ерозије, као и нагиба сарматских седимената, дошло је до формирања зоне гравитационог извирања подземних вода, на контакту са водонепропусном средином, глинама, највероватније дорњег сармата, где је, за потребе њиховог захватања, формиран претходно поменути каптажни објекат.

Према хидродинамичким карактеристикама издан је са слободним нивоом у зони извирања, а локално, где се у повлати налазе водонепропусне стене, ова издан је субартеског карактера.

Прихрањивање се одвија на рачун падавина, где посебно издвојени отворени делови сарматских кречњака, док су значајним делом прекривени и глиновитим слојем чија дебљина може досезати и до 60 m. С друге стране, слојеви глине исклињавају тако да не представљају потпуни изолатор. Имајући у виду наведено може се констатовати да је у питању делимично отворена хидрогеолошка структура.

На филтрационе карактеристике ове издани директан утицај има специфичност генезе. Подземне воде се крећу гравитационо, у правцу простирања слојева песковитих и лапоровитих кречњака, где на, геоморфолошки предиспонираном месту, односно, контакту са водонепропусном средином, долази до истицања подземних вода, тј формирања преливног извора.

Приликом детаљних хидрогеолошких истраживања није се располагало истражним бушотинама, с тога су вредности коефицијента филтрације преузете на основу претходних тестирања бунара у непосредном окружењу, које одликују готово истоветни хидрогеолошки услови (локално у зони извора „Барбарош“ и „Врело“) и усвојена је репрезентативна средња вредност коефицијента филтрације реда величине 10^{-2} m/s (Б. Филиповић и В. Драгишић, 1987).

4.5. Квалитативна својства изданских вода извора манастира Буково

У циљу добијања података о квалитативним својствима подземних маломинерализованих вода изворишта манастира Буково, вршене су комплетне анализе хемијског, микробиолошког и радиолошког састава вода „В“ обима у периоду 2010 – 2015. године. Истраживањима је обухваћено укупно 4 комплетне анализе, као и допунске контролне микробиолошке анализе, којима је вршена контрола бактериолошке исправности вода на изворишту. Узорковање сирове воде изведено је директно из каптаже која служи за водоснабдевање, а комплетне анализе рађене су у референтним лабораторијама Института „Мол“ и Завод за јавно здравље „Тимок“.

Имајући у виду намену коришћења истраживаних подземних вода и обима извешених хидрохемијских и микробиолошких испитивања, може се сматрати да је постигнут задовољавајући ниво истражености.

4.5.1. Физичко – хемијске карактеристике подземних вода

Горе поменуте анализе узимане у различитом периоду од 2010 до 2015. године показале су стабилан и непромењив квалитет воде на изворишту манастира Буково.

Табела 4.1. Резултати хемијских анализа подземних вода каптаже изворишта манастира Буково

Анализа	Анализа 1 17.08.2010	Анализа 2 09.11.2010	Анализа 3 31.05.2011	Анализа 4 09.12.2015
Лабораторија	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	"Мол" Београд
Температура	13.1	13.1	12.7	11
рН вредност	7.5	7.4	7.2	7.25
Мутноћа (НТУ)	0.19	0.19	0.45	<0.5
Боја (степенска Рт-Со скале)	-	-	-	-
Мирис	Без	-	-	Без
Укус	Без	-	-	-
Електропроводљивост [μs/cm]	584	592	589	657
Суви остатак [mg/l на 105 °C]	413.47	397.44	432.6	478
Укупна тврдоћа [odH]	17.36	14.28	14.8	-
Утрошак КМпО4	3	5	3	6.32

Мутноћа. У току испитивања физичко – хемијских карактеристика није запажена појава замућења, односно у свим анализама је била испод границе МДК до 1 НТУ.

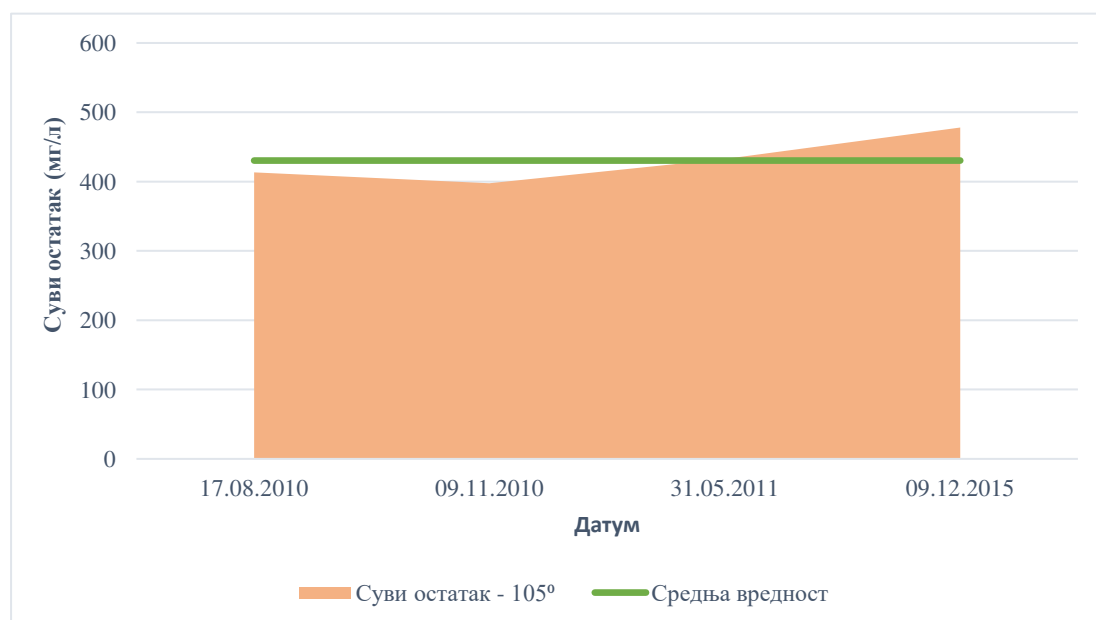
Температура. На лицу места вршена су мерења температуре изданских вода живиним и дигиталним термометрима. Приликом узорковања средња вредност температуре воде била 12,8 °С.

Електропроводљивост. Електропроводљивост воде кретала се од 570 до 657 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

pH вредност. Вредност pH индекса испитиване воде кретала се од 7,20 до 7,25 што указује на неутралну средину. Ове вредности су свакако у границама оптималне вредности када је киселост воде у питању.

Садржај органске материје. Утрошак KMnO_4 од 1 - 6,32 мг/л указује на низак садржај органских материја у подземној води.

Суви остатак. Средња вредност сувог остатка (испарење на 180 °С) била је 596 mg/l. Добијене вредности сувог остатка су у сагласности са збиром концентрација катјона и ањона. (Слика 4.16.)

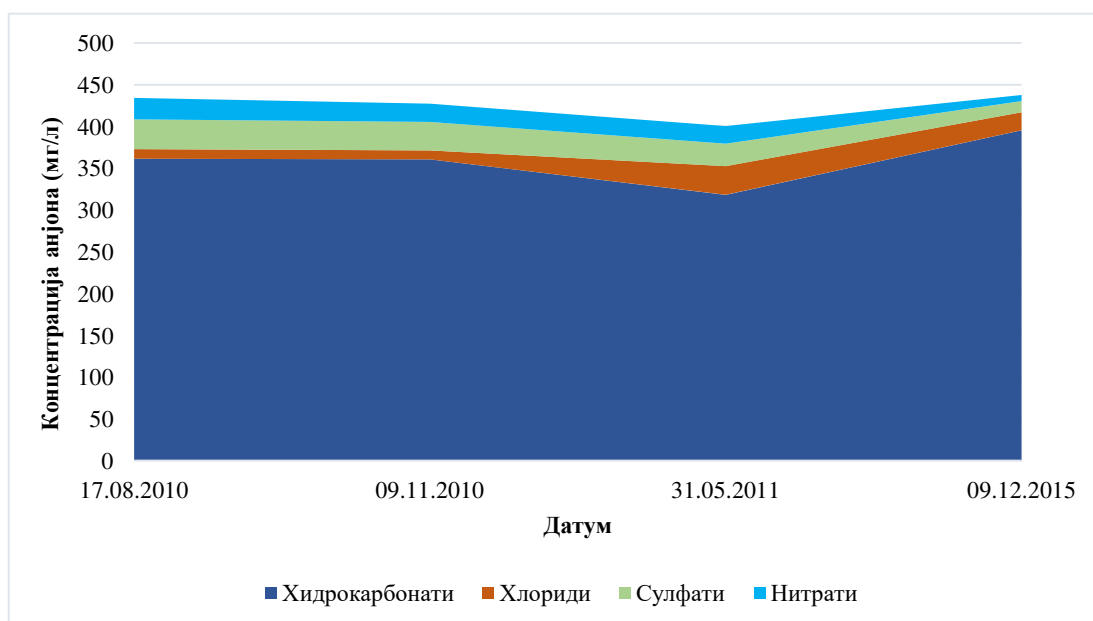


Слика 4.16. Приказ вредности сувог остатка на основу спроведених анализа у периоду 2010 -2015. година на изворишту манастира Буково

Анјонски састав. У анјонском саставу доминирају хидрокарбонатни јони (HCO_3^-) са 86 %екв. Други по заступљености су јони сулфата (SO_4) са 7 %екв, јони хлорида (Cl) и нитрата (NO_3) чине 7 %екв. (Табела 4.2.)

Табела 4.2. Резултати хемијских анализа подземних вода каптаже изворишта манастира Буково (анјонски састав изражен у mg/l)

Анализа	Анализа 1 17.08.2010	Анализа 2 09.11.2010	Анализа 3 31.05.2011	Анализа 4 09.12.2015
Лабораторија	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	"Мол" Београд
Хидрокарбонати (HCO_3^-)	361.4	360.6	318.3	395.5
Хлориди (Cl)	11.7	10.8	10.8	4.4
Сулфати (SO_4^{2-})	35.6	34.2	27.0	13.2
Нитрати (NO_3^-)	25.4	21.6	21.0	7.5

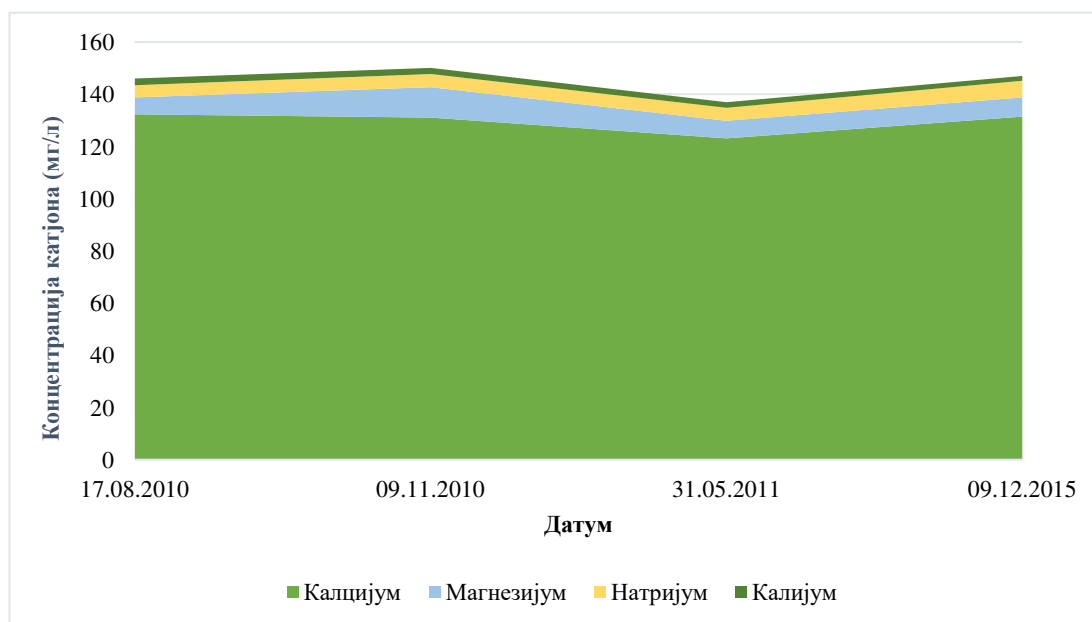


Слика 4.17. Приказ концентрације анјона на основу спроведених анализа у периоду 2010 -2015. година на изворишту манастира Буково

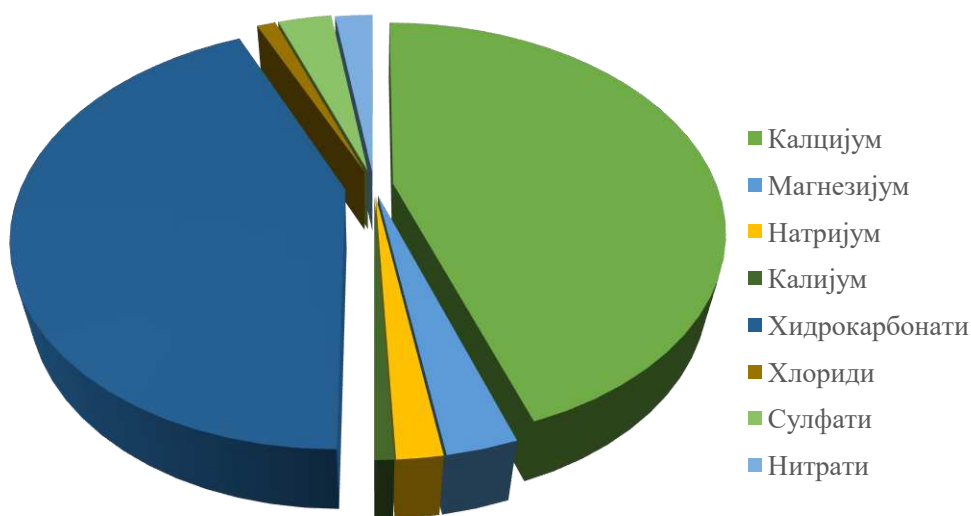
Катјонски састав. У катјонском саставу доминирају јони калцијума (Ca) са 89 %екв, следећи по садржају јесу јони магнезијума (Mg) са 6 %екв, док су јони натријума (Na) присутни са 3 %екв и на крају јони Калијума (K) са 2 %екв. (Табела 4.3.)

Табела 4.3. Резултати хемијских анализа подземних вода каптаже изворишта манастира Буково (катјонски састав изражен у mg/l)

Анализа	Анализа 1 17.08.2010	Анализа 2 09.11.2010	Анализа 3 31.05.2011	Анализа 4 09.12.2015
Лабораторија	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	ЗЗЈЗ "Тимок" Зајечат	"Мол" Београд
Калцијум (Ca ²⁺)	132.3	131.1	123.1	131.4
Магнезијум (Mg ²⁺)	6.5	11.6	6.7	7.4
Натријум (Na ⁺)	4.7	5.0	5.0	6.3
Калијум (K ⁺)	2.5	2.4	2.2	1.9



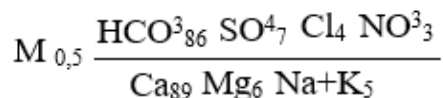
Слика 4.18. Приказ концентрације катјона на основу спроведених анализа у периоду 2010 -2015. година на изворишту манастира Буково



Слика 4.19. Приказ хемијског састава подземних вода изворишта манастира Буково, однос анјона и катјона (%ekv)

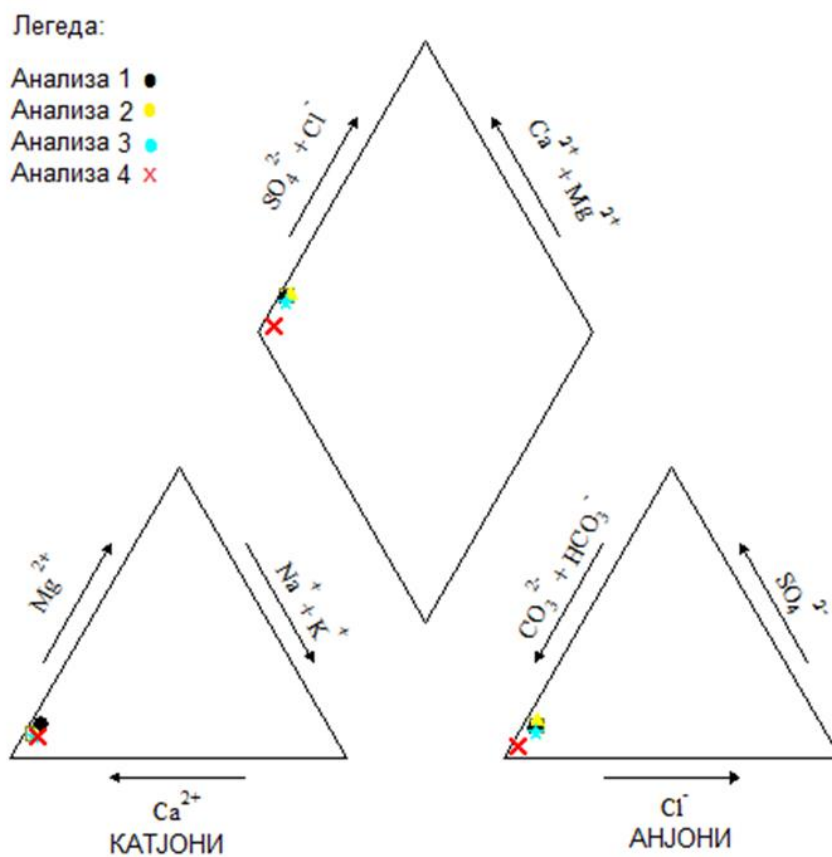
На основу свега наведеног, можемо закључити да подземне воде изворишта манастира Буково по свом хемијском саставу према класификацији Алекина, припадају хидрокарбонатној класи, калцијумској групи (Слика 4.19.).

Припадност ових вода приказана је и формулом Курлова, која има следећи облик:



На основу приказаног дијаграма можемо уочити да вода има стабилан хемијски састав, односно, да се током осматрања, а и претходних истраживања није значајно мењао. Незнатне промене у хемијском саставу воде потичу од

различитости аналитичких метода које су употребљаване приликом израде хемијске анализе.



Слика 4.20. Пајперов трилинеарни дијаграм хемијског састава подземних вода

4.5.2 Бактериолошки састав подземних вода

Спроведена су мерења микробиолошких показатеља квалитета воде од стране Института „Мол“, завод за јавно здравље „Тимок“ и градског завода за јавно здравље Београд и утврђено је да резултати микробиолошких анализа, показују да је вода бактериолошки исправна за пиће.

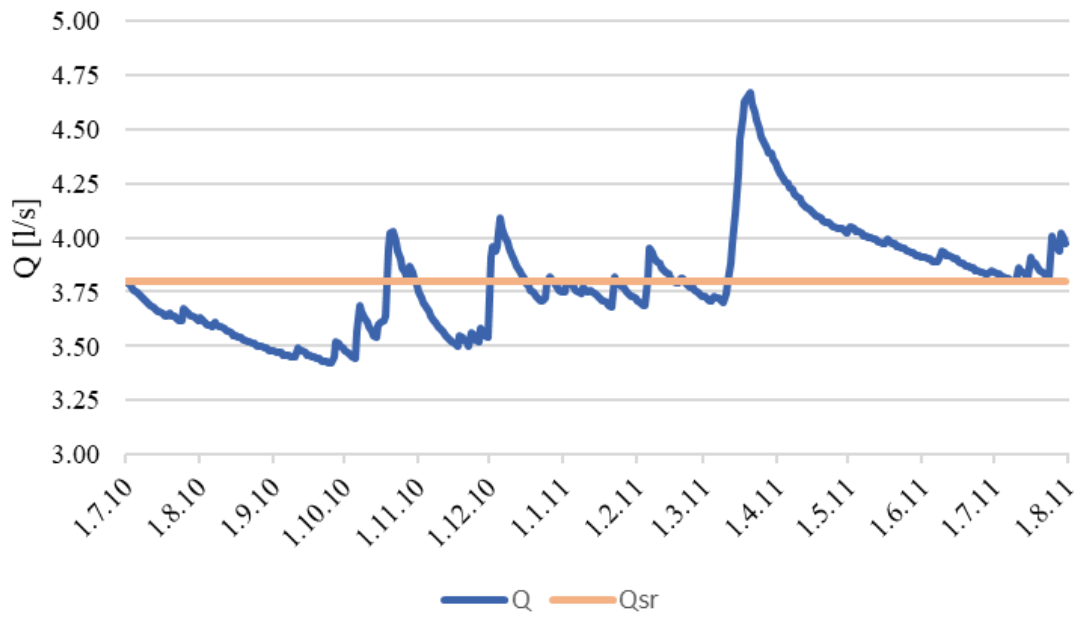
Додатна микробиолошка анализа (18.11.2015), приликом контролног узорковања, такође је показала микробиолошку исправност воде.

4.5.3. Радиоактивност подземних вода

Током спроведених анализа ради утврђивања квалитета подземних вода на изворишту, урађена је једна анализа радиоактивности воде у периоду осматрања од стране Института за медицину рада из Београда и Завода за јавно здравље „Тимок“. Резултати анализе су показали да је радиоактивност подземних вода у границама дозвољених Правилником о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. Луст СРЈ“, број 44/99). Укупна алфа радиоактивности износи <0.03 , док укупна бета радиоактивности $0,054 \pm 0,013$.

4.6. Квантитативна својства

Спроведена режимска истраживања на изворишту манастира Буково у периоду од октобра 2015. до јануара 2016. године (збирна измерена вредност протицаја воде – у новој каптажи, „старој“ каптажи, „вишој“ каптажи и чесама у порти манастира) износи 3,8 l/s. Најнижа забележена вредност износила је 3,42 l/s, док је највиша вредност била 4,1 l/s. Разлика између минималне и максималне вредности износи 1,25 l/s и представља однос 1: 1,365. За одабрани период режимског осматрања уочен је пик минималних вредности протицаја који се односи на септембар и октобар. (Слика 4.21.).

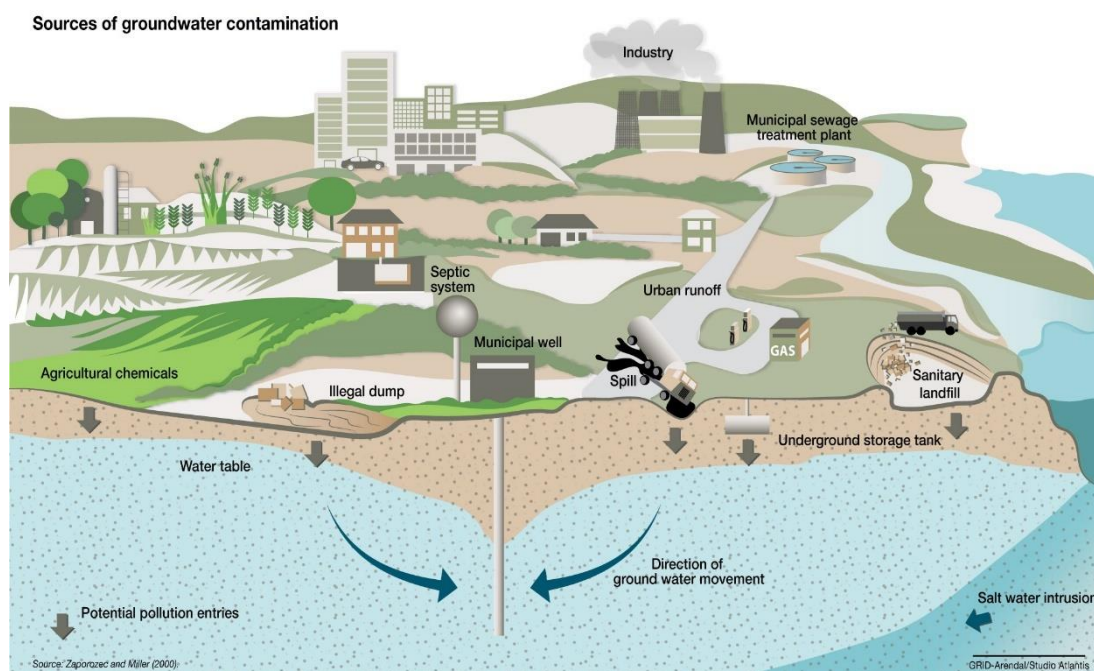


Слика 4.21. Дијаграм протока извора манастира Буково

5. ОЦЕНА РАЊИВОСТИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА

5.1 Природна заштита подземних вода

На основу истраживања извођених претходних година можемо уочити да је у подземним водама значајно повећан садржај загађујућих супстанци које су све чешће резултат људског деловања. Неки од извора загађујућих супстанци су најчешће депоније комуналног отпада, комуналне отпадне воде, загађене површинске воде, неуређене септичке јаме, депоније пољопривредног отпада, индустријски и радиоактивни отпад (Слика 5.1.). Подземне воде могу и регионално бити загађене на рачун супстанци ослобођених на већим површинама, као што су у употреби ђубрива и пестициди.

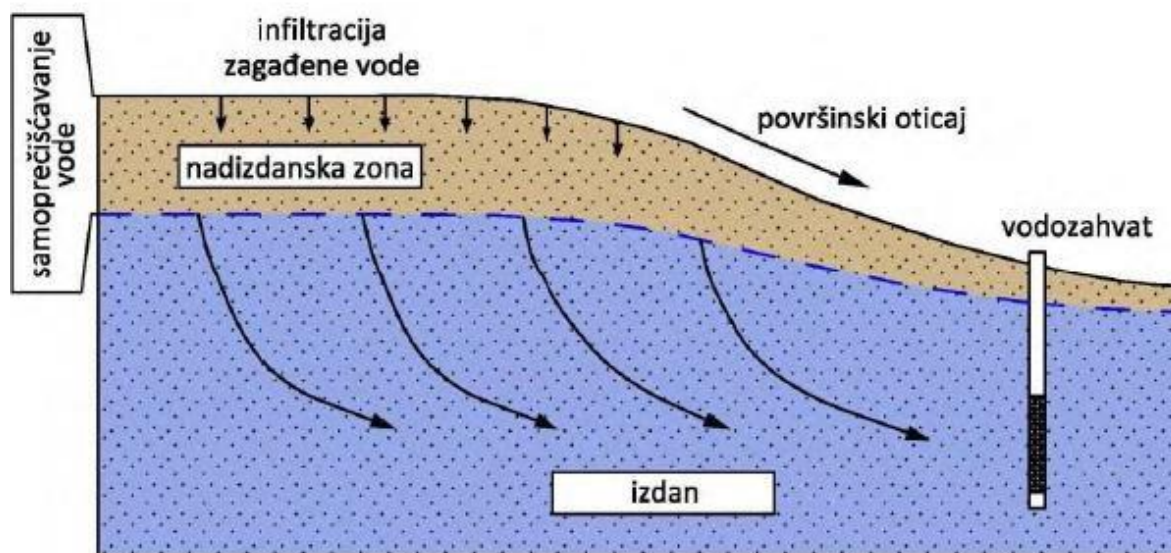


Слика 5.1. Најчешћи узроци загађивања подземних вода (Извор: www.grida.no)

Једном када се загаде, подземне воде је веома тешко и скупо вратити у њихово првобитно стање. Ако узмемо у обзир, да су подземне воде у многим срединама једини извор пијаће воде, онда можемо схватити колико загађивање вода може бити проблем за околно становништво.

Радећи на усавршавању методологије и законских аката на заштити подземних вода, дошло се до идеје о рањивости подземних вода.

Концепт осетљивости, односно рањивости подземних вода базиран је на претпоставци да физичко окружење обезбеђује одређен степен заштите подземних вода у односу на продор загађујуће супстанце у средину. Способност самопречишћавања или аутопурификациона својства издани представљају свеукупни утицај физичких, хемијских и биолошких процеса у земљишту – стени (систему) који се одражавају на транспорт загађивача кроз средину. (Врба, Запорец; 1994). (Слика 5.2.)



Слика 5.2. Природно самопречишћавање загађене воде (Врба, Запорец; 1994)

Степен пречишћавања који се одвија на путу од извора загађивања до издани дефинише релативни потенцијал загађивања подземних вода, што представља резултат бројних физичких, хемијских и биолошких процеса у тлу и надизданској зони.

Потенцијал природне заштите је ограничен и варира. Различити делови средине имају различит потенцијал да задрже или ослабе загађујућу супстанцу.

Израда карата рањивости, омогућава нам да одредимо подручја која су више или мање осетљива на загађивање када су у питању подземне воде.

5.2. Дефиниција рањивости подземних вода

Појам „рањивост подземних вода у односу на загађење“ увео је у стручну терминологију француски хидрогеолог Маргат 1968. године и то као супротност термину „природна заштита од загађења“. Међутим, појам „рањивост“ није ограничен само на подземне воде већ се користи у ширем смислу да опише осетљивост на било коју врсту утицаја, као нпр. рањивост вегетације од киселих киша, као последице људског утицаја.

Генерално све дефиниције појма „рањивост подземних вода“ своде се да је то процена колико је лако или тешко некој загађујућој супстанци да продре са површине терена до издани, односно то је степен заштите који природни или вештачки фактори пружају на путу полутанта до подземне воде.

Рањивост је велика уколико природни фактори пружају малу заштиту прилико спречавања загађујућих супстанци да са површине дођу до подземних вода, односно рањивост је мала уколико природни фактори омогућавају релативно добру заштиту, тј. вероватноћа да било која загађујућа активност наруши квалитет подземних вода се смањује.

Рањивост подземних вода може се дефинисати и као скуп особина природне средине које одређују осетљивост издани на загађивање са површине терена.

Методe за одређивање рањивости подземних вода не узимају у обзир намерно упуштање загађујућих супстанци у издан. Подземни резервоари, бунари

за вештачку инфилтрацију, бунари за ремедијацију, подземне нуклеарне детонације и сл. су примери када се загађујућа супстанца директно испушта у издан и јасно је да је свака подземна вода рањива при оваквим активностима. (National Research Council; 1993).

6. МЕТОДА ЗА ОЦЕНУ РАЊИВОСТИ ИЗВОРА МАНАСТИРА БУКОВО

Готово све методе за оцену рањивости подземних вода користе концептуални модел „улаз – путања – одредиште“. Методе се међусобно разликују по количини података који су потребни и по прорачунској шеми по којој се улазни подаци комбинују и добијају финални индекси рањивости.

Карте рањивости подземних вода показују мање или више субјективно виђење способности потповршинског окружења да заштити подземну воду, пре свега њен квалитет. Основна сврха израде карте рањивости подземних вода је класификација и издвајање подручја са различитим степеном рањивости. Издвојена подручја, односно класе рањивости, приказују се различитим бојама симболизујући различите степене рањивости. Формирањем такве карте обезбеђује се квалитетна основа за управљање планским документима као што је просторни план одређеног подручја, а такође и за одређивање зона санитарне заштите и процену ризика од загађења.

Израда карата рањивости заснована је на процени и приказу више параметара који се мењају у некој овласти у функцији природног окружења. Основни параметри за израду карте рањивости су:

- *Хидрогеолошке особине стене* – особине површинског слоја, незасићене зоне, врсте стена у којој је издан формирана и дубина до воде,
- *Смер и брзина тока подземних вода* – топографија подине и повлате издани,
- *Клима* – количине воде које се инфилтрирају директно зависи од падавина

Могућност примене метода често зна да буде ограничена, па се многе од њих могу применити само у одређеним хидрогеолошким условима. Која ће метода бити изабрана зависи од већег броја фактора, од којих треба истаћи: хидрогеолошке карактеристике истражног терена, размеру посматрања, доступност података, расположива финансијска средства за извођење истраживања, намену добијених резултата и још много тога.

Најчешће примењене методе за израду карата рањивости су:

1. DRASTIC (Aller et al, 1985)
2. GLA (Hoelting et al, 1995)
3. EPIK (Doerfliger and Zwahlen, 1997)
4. PI (Goldscheider et al, 2000)
5. COP (Daly et al, 2002)

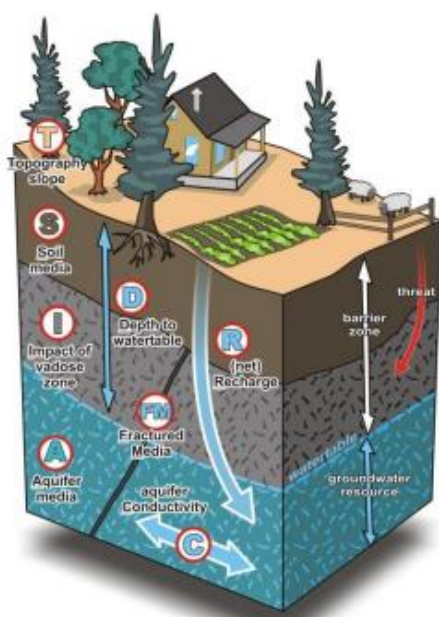
Генерална разлика између наведених метода је у томе што су прве две независне од геолошких услова, односно од састава стена, док су PI и EPIK развијене за употребу искључиво у карстним теренима, док се COP метода користи за оцену рањивости карстних вода.

Избор методе за оцену рањивости подземних вода је веома битан задатак, јер од праивлно изабране методе ће зависити и квалитет и брзина којом се добијају карте рањивости. У раду је приказана примена DRASTIC методе за оцену рањивости подземних вода извора манастира Буково.

6.1. Опис DRASTIC методе

DRASTIC метода за оцену рањивости подземних вода је једна од првих PCSM метода² коју је развила Linda Aller (1985). Метода разматра понашање загађујуће супстанце на површини земље, која се инфилтрира услед инфилтрације падавина. Рањивост подземних вода оцењује се на основу проучавања природних карактеристика изданске и надизданске зоне, нивоа подземних вода, топографије и прихрањивања издани.

DRASTIC је акроним најбитнијих параметара који са хидрогеолошког аспекта одређују степен природне заштите подземних вода:



- Depth to the Water Table – Дубина до нивоа подземних вода
- Recharge (Net) - Прихрањивање
- Aquifer Media – Геолошка средина у којој је формирана издан
- Soil Media – Тип земљишта
- Topography - Топографија
- Impacts of the Vadose Zone – Утицај зоне аерације
- Conductivity of the Aquifer (Hydraulic) – Коэффициент филтрације издани

Слика 6.1. Шематски приказ DRASTIC методе (Liggett et al, 2006)

² Point Count Systems – Методе засноване на систему прорачуна вредности у тачки

Основна метода је да се врши оцена и рангирање сваког појединачног фактора DRASTIC, а коначни DRASTIC индекс се добија на основу следеће формуле:

$$\text{Индекс рањивости} = Dr \cdot Dw + Rr \cdot Rw + Ar \cdot Aw + Sr \cdot Sw + Tr \cdot Tw + Ir \cdot Iw + Cr \cdot Cw$$

Dr, Rr, Ar, Sr, Tr, Ir, Cr – вредности параметара у одређеној тачки,

Dw, Rw, Aw, Sw, Tw, Iw, Cw – тежински коефицијент параметара.

Применом DRASTIC једначине добија се укупан индекс рањивости на основу кога се издвајају зоне са различитим степеном рањивости подземних вода на загађивање (Табела 6.1.).

Табела 6.1. Интервали за издвајање рањивости подземних вода

DRASTIC индекс рањивости	Степен рањивости
Мањи од 75	Веома ниска
Између 75 и 100	Ниска
Између 100 и 125	Ниско - средња
Између 125 и 150	Средње висока
Између 150 и 175	Висока
Већи од 175	Веома висока

6.2. Примена DRASTIC методе

D – Дубина до нивоа подземних вода

Овај фактор утиче на то колико ће бити потребно загађујућој супстанци која је у течном стању да допре до издани путујући кроз надизданску зону. Генерално гледано, што је дубљи ниво подземних вода, толико је више времена потребно загађујућој супстанци да дође до воде. У том случају су и веће шансе да се дође до смањене концентрације полутанта због његове деградације или природне ретенције средине.

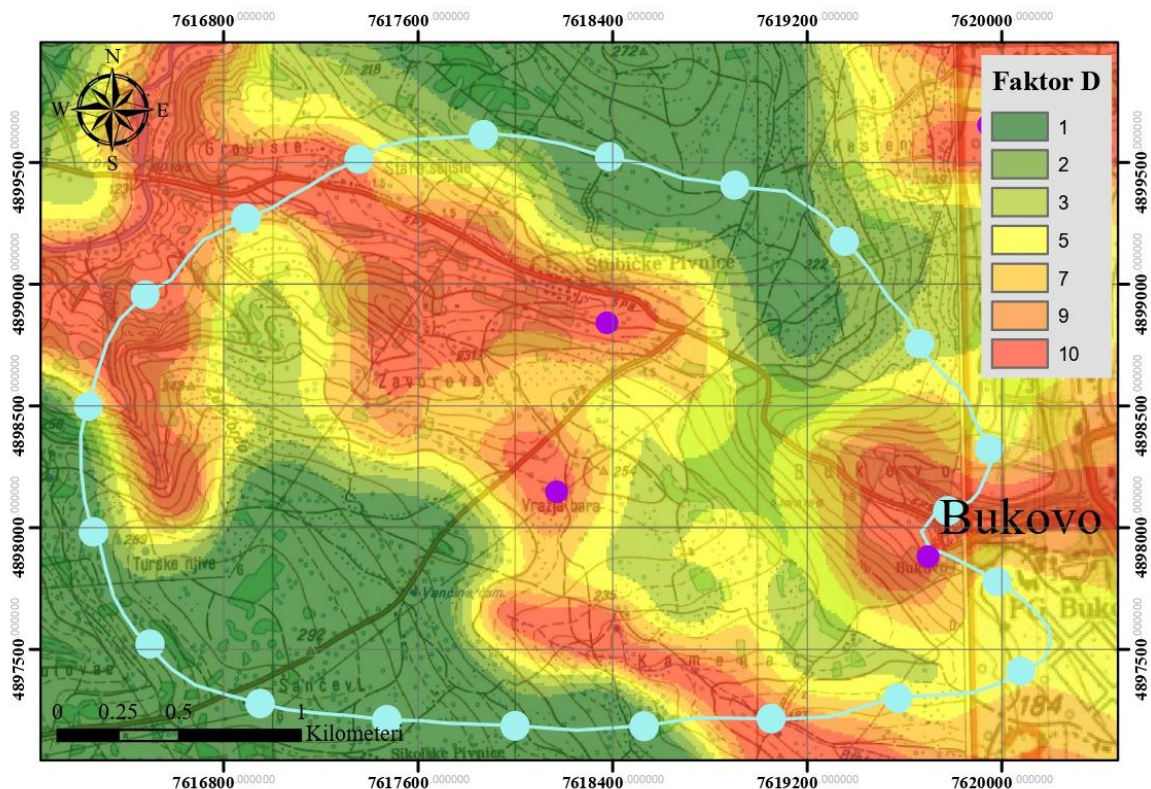
Главни фактор који утиче на дубину до нивоа подземних вода су хидрогеолошке карактеристике терена са једне стране и близина водних објеката и река са друге стране (Живановић В., 2011). Што смо ближи водној појави (извор, река и сл.) већа је вероватноћа да ће ниво подземних вода бити ближи површини терена и обрнуто.

Дубина до нивоа подземних вода добија се у зависности од хидрогеолошких карактеристика терена и удаљености од бунара, извора и површинских токова коришћењем топографске карте и исцртавањем топографских профила и линија подземних вода.

Дубина нивоа на изворима, бунарима и речним коритима износи 0 m. Можемо закључити да централни део сливног подручја има мању дубину до нивоа подземних вода због извора и река које се ту налазе. Што је ниво подземних вода ближи површини терена самим тим постоје веће шансе за његово загађење.

Табела 6.2. Оцена и рангирање фактора D

Дубина до ниова подземних вода (m)	Вредновање
Између 0 и 1.5	10
Између 1.5 и 4.5	9
Између 4.5 и 9	7
Између 9 и 15	5
Између 15 и 22	3
Између 22 и 30	2
више од 30	1



Слика 6.1. Израда карте фактора D – дубина до нивоа подземних вода

R – прихрањивање издани

Представља количину воде која се по јединичној површини земље инфилтрира кроз земљину површину и долази до издани. Испирање и транспорт загађујућих супстанци са површине земље услед инфилтрације површинских вода представља веома битан механизам за одређивање рањивости издани.

Суштински, што је веће прихрањивање то је већа и рањивост подземних вода. Једино у случајевима када се у издан инфилтрирају велике количине подземних вода (нпр. пружа топлетењу снега) може се десити да вода разблажи загађујуће супстанце до те мере, да се оне у подземним водама јаве у дозвољеним концентрацијама.

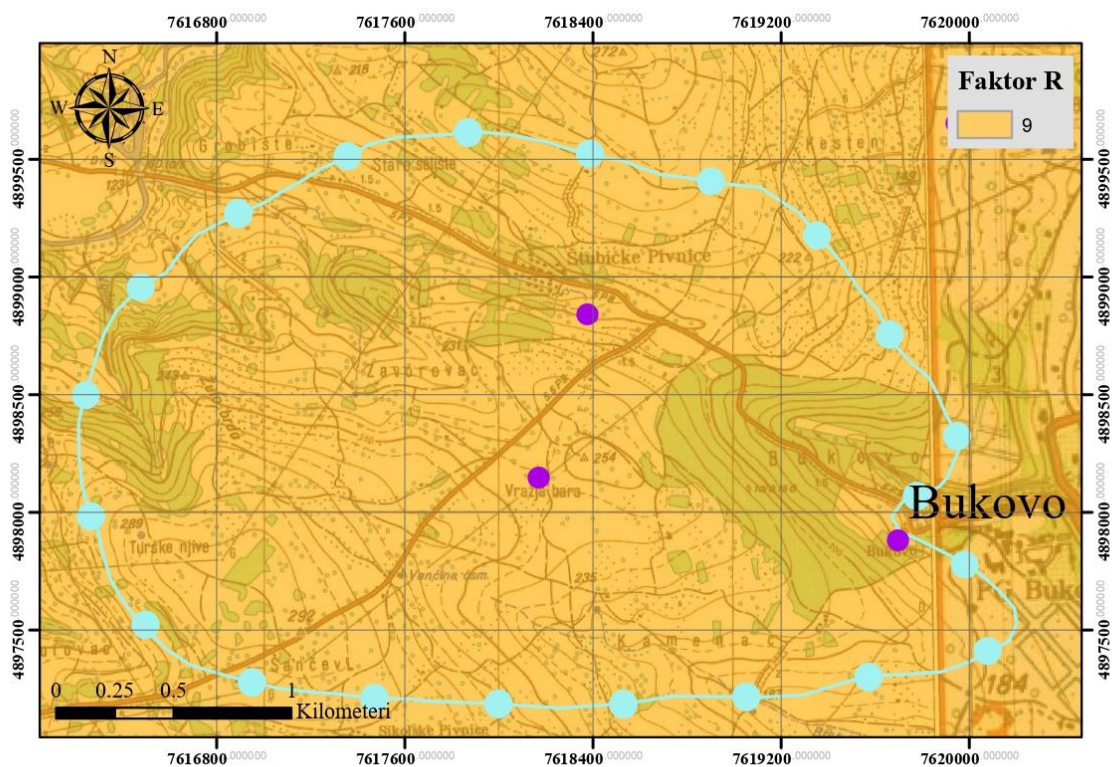
При одређивању фактора R, узима се у обзир средње годишње прихрањивање.

Величина прихрањивања зависи од више фактора. Основни су: падавине, нагиб терена и тип земљишта.

Сређу величину годишње инфилтрације рачунамо као разлику између суме годишњих падавина (P) и потенцијалне евапотраспирације (Pet). За испитивано подручје разлика (P-Pet) износи 545 mm. Ако уз то додамо чињеницу, да на овом подручју имамо доминантно мање нагибе терена, што омогућава већу инфилтрацију са заступљеним типовима земљишта са малим дебљинама и високим садржајем хумусне материје што јако утиче на инфилтрацију, овај фактор R сврставамо у групу прихрањивања већу од 250 mm, где вредновање за рањивост износи 9.

Табела 6.3. Оцена и рангирање фактора R

Прихрањивање (mm)	Вредновање
Мање од 50	1
Између 50 и 100	3
Између 100 и 175	6
Између 175 и 250	8
Веће од 250	9



Слика 6.2. Израда карте фактора R - прихрањивање

A – Геолошка средина у којој је формирана издан

Фактор A представља особине средине у којој је формирана издан. Од њених литолошких карактеристика, а код чврстих стена испуцалост, зависи начин и брзина кретања подземних вода, односно загађивача кроз средину као и процеси који ће се при томе одвијати.

У стенама са интергрануларном порозношћу величина дисперзије се контролише преко величине и састава зрна. У испуцалим или карстификованим стенама преовладава адвекција.

Средина у којој је формирана издан дефинише који ће од процеса утицати на кретање загађујуће супстанце (сорпција, адвекција, дифузија, дисперзија).

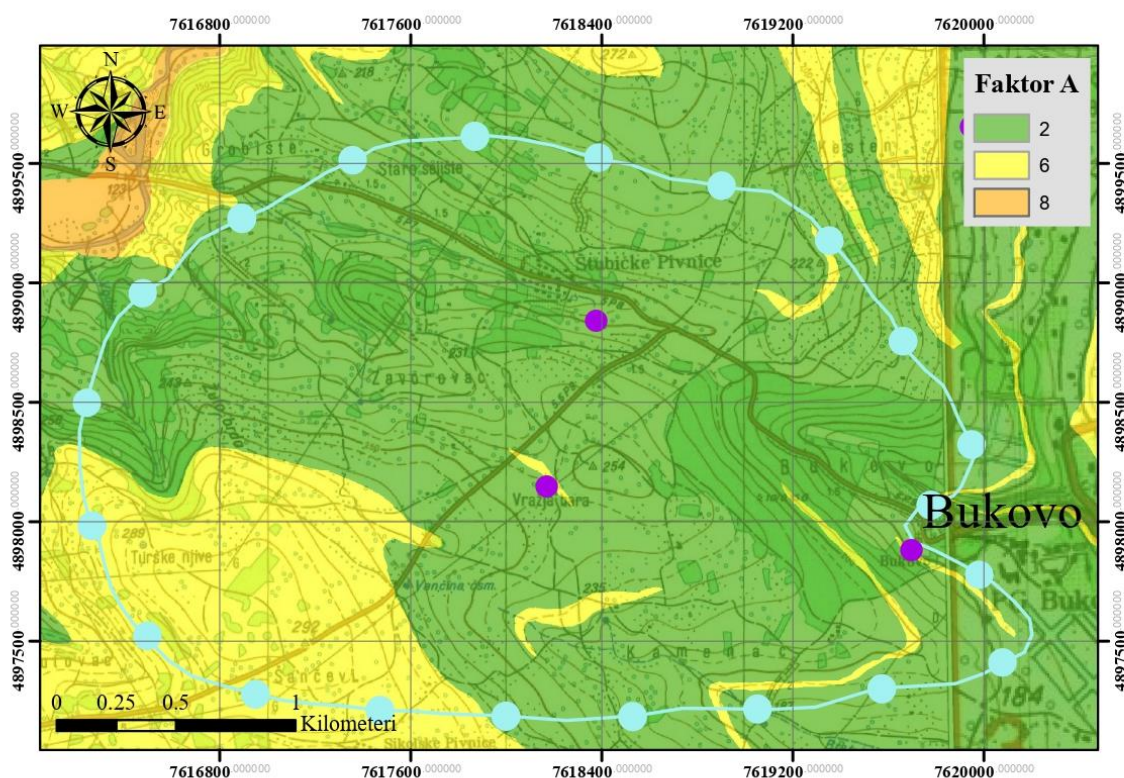
Што је већа величина зрна или степен испуцалости, већа је и водопропусност, тако да је мања способност самопречишћавања издани.

У DRASTIC методи параметар A се одређује описним путем јер су унапред дефинисане геолошке средине у којима су формиран различити типови издани.

Због присуства глина као прекривача на основу фактора A, рањивост сливног подручја је мања.

Табела 6.4. Оцена и рангирање фактора А

Средина у којој је формирана издан	Вредновање	Средња вредност
Глине и глинци, глиновити шкриљци	1-3	2
Магматске и метаморфне стене	2-5	3
Магматске и метаморфне стене са пукотинама физичког и хемијског распадања	3-5	4
Гласијални тил	4-6	5
Флиш	5-9	6
Масивни конгломерати	4-9	6
Карбонатне творевине	4-9	6
Песак и шљунак	4-9	8
Базалти	2-10	9
Карстификовани кречњаци	9-10	10



Слика 6.3. Израда карте фактора А – геолошка средина у којој је формирана издан

S – Тип земљишта

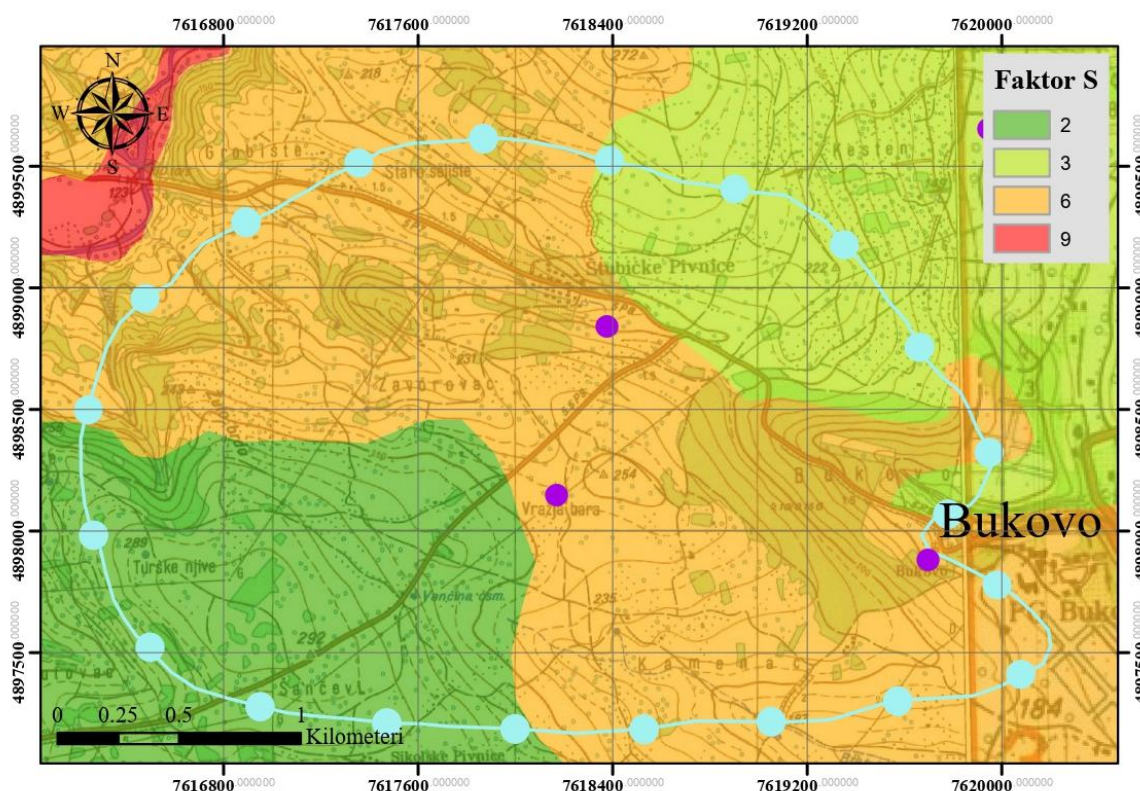
Фактор S осликава карактеристике земљишта. Од њих зависи могућност инфилтрирања воде са површине терена, а тиме и загађивача у подземље. Одлучујуће карактеристике у овом смислу су величина честица, које сачињавају земљиште и његова дебљина. Присуство финог материјала, смањује инфилтрацију и могућност загађивања. Са друге стране, ако је слој земљишта дебео, онда процеси филтрације, биодеградације, сорпције и евапотранспирације постају значајни. Заштита коју земљиште пружа је у директној зваисности од садржаја и типа глина, потенцијала бубрења глине и величине зрна детрилних материјала. ВЕома битан је садржај органске материје, јер утиче на смањење концентрације загађујуће супстанце.

Основне особине земљишта, на основу којих је извршена калсификација, одређене су на основу гранулометријских анализа. Као основ за израду карте фактора С, коришћена је педолошка карта (Слика 1.10.).

Већ смо у поглављу 1.5. поменули да се у оквиру истражног подручја на основу педолошких карата могу издвојити три групе земљишта, такође у склопу фактора S у склопу сливног подручја можемо издвојити три типа земљишта (Слика 6.4.). Најзаступљенија је песковита иловача, потом земљиште богато хумусом са малим земљишним капацитетом, одосно мањом способношћу да задржава земљишну влагу и на северо-западном делу истражног подручја земљиште сачињено од глиновите иловаче.

Табела 6.5. Оцена и рангирање фактора S

Тип земљишта	Вредновање
Танко или непостојеће тло	10
Шљунак	10
Песак	9
Тресет	8
Глине које се шире и скупљају	7
Песковита иловача	6
Иловача	5
Прашинаста иловача	4
Глиновита иловача	3
Хумус	2
Глине које се не шире и не скупљају	1



Слика 6.4. Израда карте фактора S -тип земљишта

Т – Топографија

Фактор Т укључује утицај рељефа на могућност инфилтрације загађивача у подземље. Топографија се односи на нагиб терена и промене у нагибу на рељефним површинама.

На основу овог фактора можемо да установимо да ли ће загађујућа супстанца бити пресељена површинским спирањем терена или ће се задржати довољно дуго на површини терена да се инфилтрира у подземље.

Са порастом нагиба терена површинско спирање је интензивније у односу на инфилтрацију, тако да су шансе да потенцијални загађивач стигне до подземне воде мање.

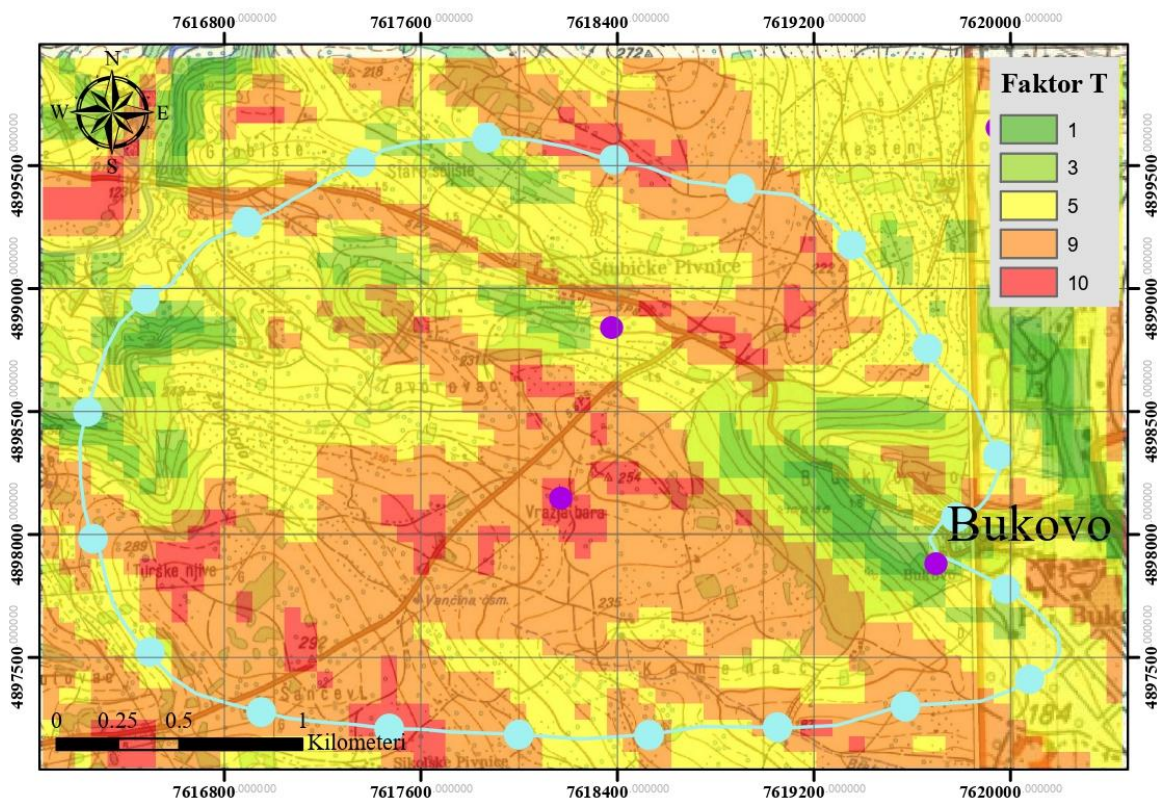
Када су нагиби терена мањи од 2% брзина површинског отицаја је веома мала што погодује инфилтрацији и евапотранспирацији. Насупрот томе, код терена са нагибом преко 18% кише веома лако испирају и односе велике количине загађујућих супстанци.

Ако посматрамо целокупно сливно подручју имамо доминантно мање нагибе терена, што даје простора за интензивније инфилтрирање на истражном подручју, а самим тим и већу шансу да загађивач стигне до подземне воде.

Док са друге стране у подручју око самог извора манастира Буково имамо нешто веће нагибе терена тако да фактор Т сврстава у групу „веће од 18%“, што значи да је у самој зони око извора површинско спирање интензивније у односу на инфилтрацију па самим тим имамо мању шансу за загађењем овог подручја, односно ово подручје чини мање рањивијим.

Табела 6.6. Оцена и рангирање фактора T

Нагиб терена (%)	Вредновање
мање од 2	10
између 2 и 6	9
између 6 и 12	5
између 12 и 18	3
веће од 18	1



Слика 6.5. Израда карте фактора T - топографија

I – Утицај зоне аерације

Зона аерације представља незасићену зону од нивоа подземне воде до тла. Карта фактора I (слика 6.6.) представља утицај зоне аерације на продор загађивача до нивоа подземних вода.

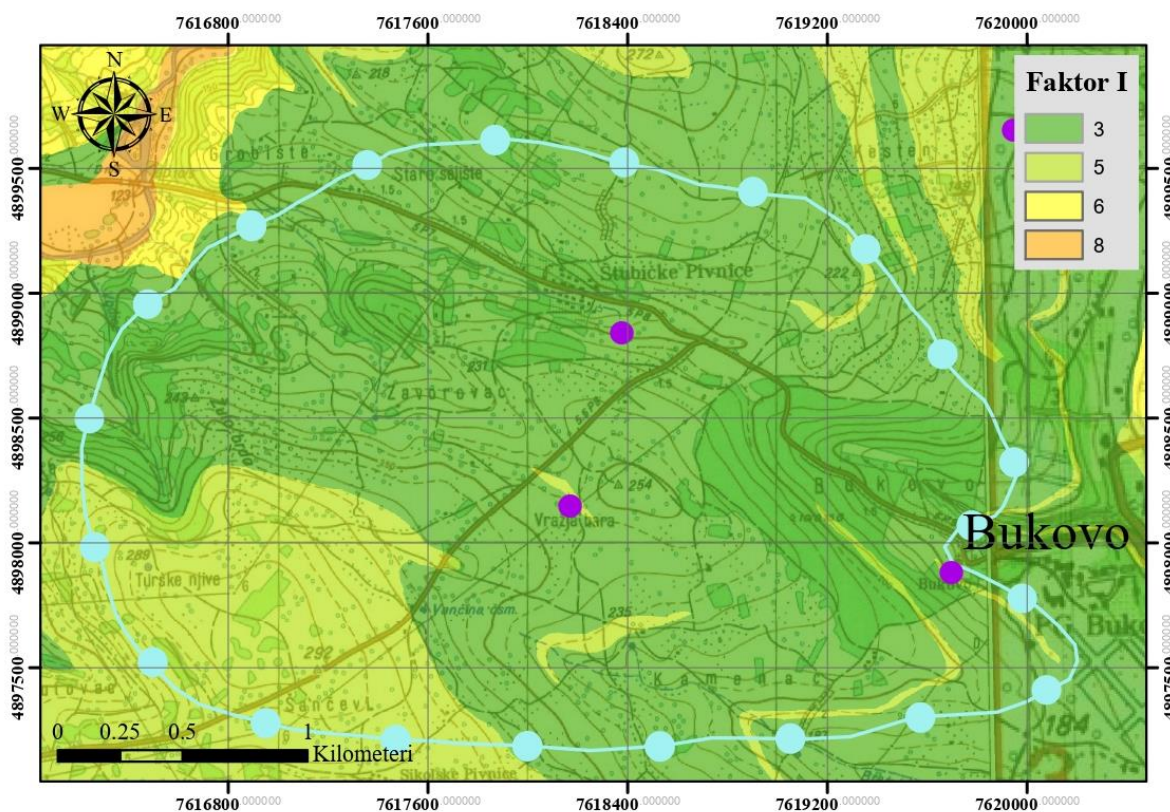
Процеси који се дешавају у овој зони, а који могу утицати на кретање загађујуће супстанце су: биодеградација, механичка филтрација, хемијска реакција, испаравање и дисперзија. Зависно од карактеристика зоне аерације, кретање загађивача ка издани може бити успорено, тако да се последице загађења, услед одвијања различитих процеса смањују.

Карактеристика зоне аерације је да она утиче на путању и концентрацију загађујуће супстанце. Тако, на пример, пукотине и карстни канали омогућавају концентровану инфилтрацију површинске воде и на тај начин смањују могућност да зона аерације задржи загађујуће супстанце.

Најнепогоднији утицај зоне аерације на продор загађивача је у шљунковима, песковима, док је најмањи утицај у глиновитим срединама које су слабопрпусне како за воду, тако и за загађивач. Тако да генерално због самог присуства глина у сливном подручју сама карта рањивости има вредност 3, па су заступљене ниже класе рањивости, јер глине успоравају пут загађења до нивоа подземних вода.

Табела 6.7. Оцена и рангирање фактора I

Утицај зоне аерације	Вредновање	Средња вредност
Лебећа издан у надизданској зони	1	2
Глина, прашина	2-6	3
Магматске и метаморфне стене	2-8	4
Лапорци, шкриљци	2-5	4
Кречњаци и доломити	2-7	5
Пешчари	4-8	6
Флиш	4-8	6
Шљунак и песак са значајним садржајем прашине и глине	4-8	6
Шљунак и песак	6-9	8
Басалти	2-10	9
Карстификовани кречњаци	8-10	10



Слика 6.6. Израда карте фактора I – утицај зоне аерације

С – Коефицијент филтрације издани

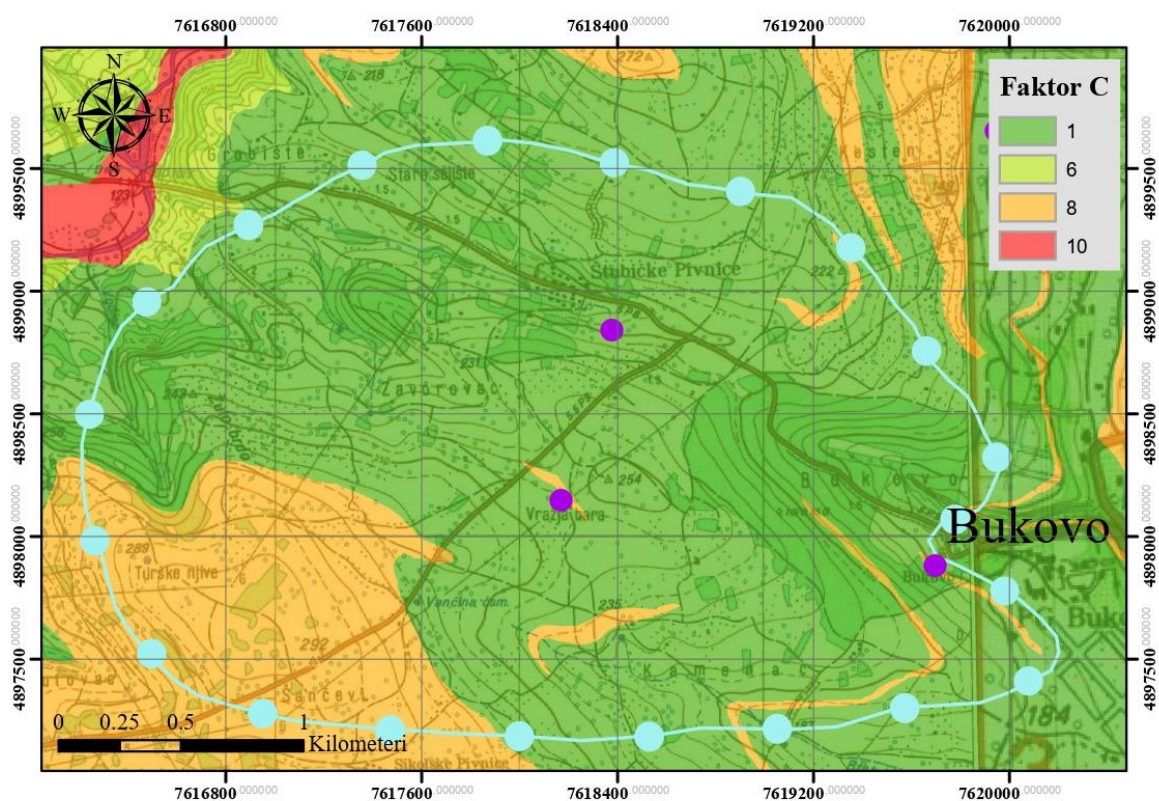
Карта фактора С (слика 6.7.) представља могућност стенске масе да пропушта воду. Коефицијент филтрације издани односи се на могућност издани да транспортује воду, тј. брзину којом се подземна вода креће при одређеном хидрауличком градијенту. Брзина кретања зависи од физичке карактеристике воде и од броја и величине повезаних пора у стени. Са повећањем хидрауличког градијента долази и до повећања брзине подземне воде, а тиме се повећава и транспорт загађујуће супстанце, што доводи до повећања рањивости.

Овај фактор се одређује помоћу коефицијента филтрације који представља функцију брзине филтрације. Овај коефицијент, код литолошки или генетски истих врста стена, може да се креће у широком распону, што је нарочито изражено код консолидованих средина, где у тим случајевима величина коефицијента филтрације зависи од испуцалости стена.

Процењени су коефицијенти филтрације на основу садржаја стенских маса, најмањи коефицијенти филтрације су у зонама где се налазе глине, највећи коефицијент филтрације је у алувијалним наслагама због присуства песка и шљунка и кречњаци имају средњи коефицијент филтрације.

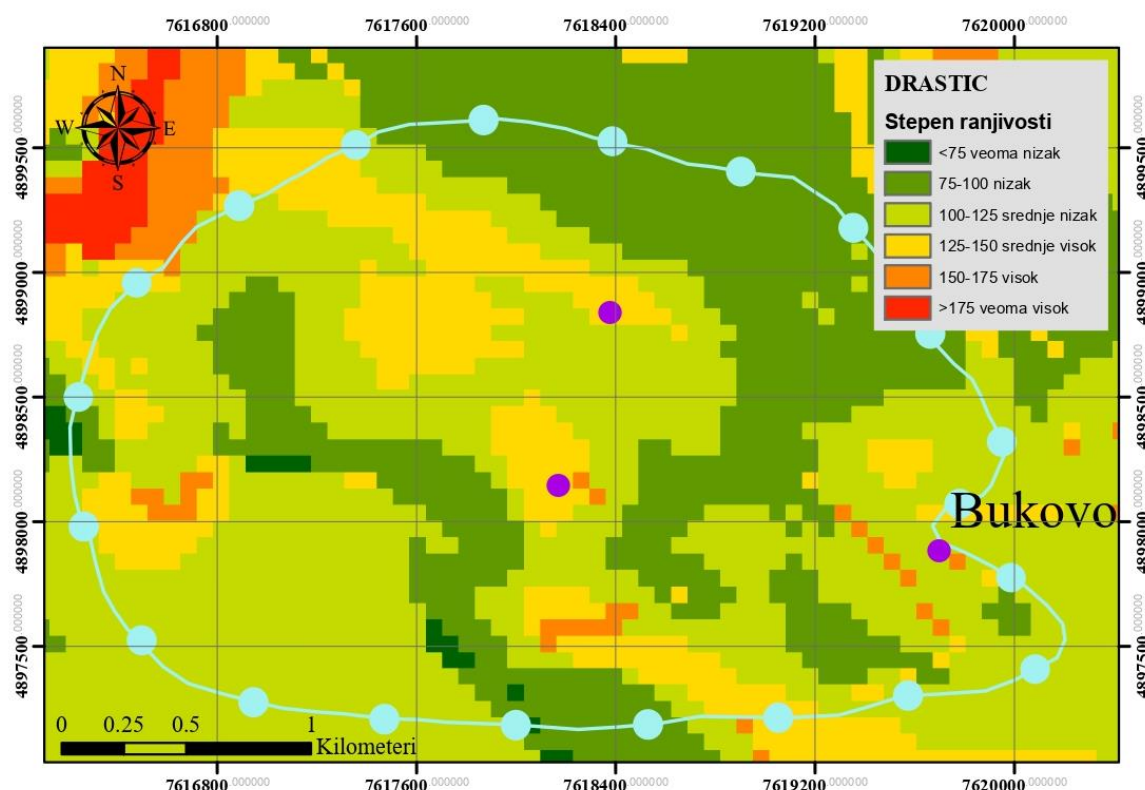
Табела 6.8. Оцена и рангирање фактора С

Коефицијент филтрације К (m/dan)	Вредновање
између 0.05 и 4	1
између 4 и 12	2
између 12 и 30	4
између 30 и 40	6
између 40 и 80	8
веће од 80	10



Слика 6.7. Израда карте фактора С – коефицијент филтрације издани

Уношењем фактора и њихових тежинских коефицијената у формулу добија се индекс рањивости за цело истражно подручје. На основу величине овог индекса издвојено је 6 зона (класа) са различитим степеном рањивости подземних вода на загађивање са површине.



Слика 6.8. Карта рањивости подручја истраживања извора манастира Буково код Неготина применом DRASTIC методе

Генерално гледано терен припада средњој класи рањивости (средње ниска до средње висока). Зоне где имамо највећу рањивости јесу зоне где се налазе извори, односно где су дубине до нивоа подземних вода мање. Са друге стране за ниже класе рањивости задужено је присуство глина и мањеводопропусних стена јер успоравају пут загађујућој супстанци да доспе до нивоа подземних вода.

Суштински гледано садржај глине изостаје само у зонама где имамо површинске токове и изворе и ту имамо ближи контакт нивоа подземних вода са могућим загађивачима.

Оно што такође треба истаћи јесте да имамо доминантно мање нагибе терена који условљавају присуство јаче инфилтрације подземних вода али са друге стране због присуства горе поменутих глина то се не дешава толико интензивно и самим тим фактор T у овој методи нема велики значајан утицај јер је његов коефицијент помножен са 1.

На укупан индекс рањивости највећи утицај имају фактори D (дубина до нивоа подземних вода), R (прихрањивање) и I (утицај надизданске зоне).

7. ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ

Прописивање и одређивање зона и мера санитарне заштите и начина понашања у оквиру истих, урађено је у складу са Законом о водама (Сл. Гласник РС, бр. 30/10), затим Правилником о начину одређивања и одражавања зона санитарне заштите објеката за снабдевање водом за пиће (Сл. Гласник РС, бр. 92/08), Правилником о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. Лист СРЈ, бр. 42/98), Правилником о опасним материјама у водама (Сл. Лист СРС бр. 31/82), Правилник о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду (Службени лист РС 53/05) и другим важећим нормативима о санитарно – хигијенским условима за изворишта воде за пиће.

За одређивање зона санитарне заштите, неопходно је осврнути се на законску регулативу у овој области дефинисану Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите објеката за снабдевање водом за пиће.

У циљу заштите воде од случајног или намерног загађивања, као и од других штетних дејстава која могу имати трајне последице на издашност и исправност изворишта, предвиђају се следеће зоне санитарне заштите:

- Зона непосредне заштите (I зона)
- Ужа зона заштите (II зона)
- Шира зона заштите (III зона)

На прилогу број 5 дата је карта распрострањења зона санитарне заштите на истражном подручју извора манастира Буково код Неготина.

7.1. Зона непосредне заштите (Зона I)

Зона непосредне заштите (зона строгог надзора), обухвата подручје , најмање 10 m око водозахватног објекта, када због надзирања и одржавања у овој зони борави стално запослена особа и ова зона са свим постројењима и инсталацијама мора се оградити. Када у првој зони не борави стално запослена особа ова зона мора да обухвати простор најмање 3 m око водозахватних објеката.

У овој зони дозвољен је приступ само овлашћеним лицима. Изузетно, приступ се може дозволити лицима која се у оквиру стручног усавршавања упознају са радом система и о истом се мора водити строга евиденција. Правилно успостављена зона непосредне заштите приказана је на Слици 7.1.

Табела 7.1. Преломне тачке прве зоне санитарне заштите

Тачка	Y	X
I	7619689	4897894.15
II	7619685.8	4897910.29
III	7619664.1	4897912.41
IV	761965.09	4897904.21
V	7619655.4	4897889.92
VI	7619677.1	4897883.04



Слика 7.1. Сателитски снимак извора манастира Буково са означеном непосредном зоном заштите (earth.google.com)

Према „Правилнику о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања“ (Службени Гласник бр. 92/2008), у зони I санитарне заштите не могу се градити или употребљавати објекти и постојења, користити земљиште или вршити друге делатности уколико то угрожава здравствену исправност воде на изворишту (члан 28).

Прва зона санитарне заштите обухвата подручје од најмање 10 m око водозахватног објекта. Она се налази и око осталих извора који су у непосредној близини, нажалост због размере I зона санитарне заштите није видљива у Прилогу 5.

7.2 Ужа зона санитарне заштите (Зона II)

Ужа зона заштите (зона ограничења) мора да буде довољна да обезбеди воду од микробиолошког, хемијског, радиолошког и других видова загађења. Мерама прописаним Правилником („Сл. Гласник РС“, бр 92/08), у овој зони дозвољено је коришћење земљишта у пољопривредне сврхе уз строго контролисано коришћење хербицида, пестицида и ђубрива. Ужа зона заштите чини површину земљишта под санитарним надзором на којој није дозвољена изградња објеката, постављање уређаја и вршења радњи које могу на било који начин загадити воду.

Зона II обухвата распрострањење изданака карбонатних наслага или непосредно зону где су сарматски кречњаци врло близу површине терена (прекривени танким глиновитим слојем), као и подручја са интезивним прихрањивањем издани.

Ова зона обухвата терене са средње ниском и средње високом класом рањивости и она се најчешће подудара са местима где су нивои подземних вода најближи површини и самим тим најдоступнији загађивању као и у зонама око река и потока који се налазе у сливном подручју. Остатак сливног подручја који је прекривен глиновитим слојем сврстан је у III зону санитарне заштите. (Прилог 5).

7.3. Шира зона заштите (Зона III)

Шира зона заштите (зона надзора) изворишта за издани у оквиру песковитих кречњака сармата, дефинисана је према „Правилнику о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања“ (Сл. Гласник 92/2008), чланом 17: „У порозној средини карстно – пукотинског типа, када је подземна вода са слободним нивоом и када је водоносна средина

покривена повлатним заштитним слојем који умањује утицај загађујуће супстанце са површине терена, зона III обухвата цело сливно подручје“.

Простор шире зоне санитарне заштите има облик полигона условљен самим изгледом сливног подручја изворишта.

Шира зона санитарне заштите дефинисана на овај начин обухвата површину од 5,96 km².

8. ОДРЖАВАЊЕ ЗОНА САНИТАРНЕ ЗАШТИТЕ

„Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите објекта за снабдевање водом за пиће“ („Сл. гласник РС“, бр 92/08) за сваку зону санитарне заштите су прописане заштитне мере које ће бити приказане у даљем тексту (Чланови 27 – 30):

8.1. Одржавање зоне III

У зони III не могу се градити или употребљавати објекти и постројења, користити земљиште или вршити друге делатности, ако то угрожава здравствену исправност воде на изовишту, и то:

- 1) Трајно подземно и надземно складиштење опасних материја и материја које се не смеју директно или индиректно уносити у воде;
- 2) Производња, превоз и манипулисање опасним материјама и материјама које се не смеју директно или индиректно уносити у воде;
- 3) Комерцијално складиштење нафте и нафтних деривата;
- 4) Испуштање отпадне воде и воде која је служила за расхлађивање индустријских постројења;
- 5) Изградња саобраћајница без канала за одвод атмосферских вода;
- 6) Експлоатација нафте, гаса, радиоактивних материја, угља и минералних сировина;
- 7) Неконтролисано депоновање комуналног отпада, хаварисаних возила, старих гума и других материја и материјала из којих се могу ослободити загађујуће материје испирањем или цурењем;
- 8) Неконтролисано крчење шума;
- 9) Изградња и коришћење ваздушне луке;

10) Површински и потповршински радови, минирање тла, продор у слој који застире подземну воду и одстрањивање слоја који застире водоносни слој, осим ако ти радови нису у функцији водоснабдевања;

11) Одржавање ауто и мото ртка.

8.2. Одржавање зоне II

У зони II не могу се градити или употребљавати објекти и постројења, користити земљиште или вршити друге делатности, ако то угрожава здравствену исправност воде на изворишту, и то:

1) изградња или употреба објеката и постројења, коришћење земљишта или вршење друге делатности које се односе на зону III;

2) стамбена изградња;

3) употреба хемијског ђубрива, течног и чврстог стајњака;

4) употреба пестицида, хербицида и инсектицида;

5) узгајање, кретање и испаша стоке;

6) камповање, вашари и друга окупљања људи;

7) изградња и коришћење спортских објеката;

8) изградња и коришћење угоститељских и других објеката за смештај гостију;

9) продубљивање корита и вађење шљунка и песка;

10) формирање нових гробаља и проширење капацитета постојећих.

8.3 Одржавање зоне I

У зони I не могу се градити или употребљавати објекти и постројења, користити земљиште или вршити друге делатности, ако то угрожава здравствену исправност воде на изворишту, и то:

- 1) изградња или употреба објеката и постројења, коришћење земљишта или вршење друге делатности које се односе на зону II;
- 2) постављање уређаја, складиштење опреме и обављање делатности који нису у функцији водоснабдевања;
- 3) кретање возила која су у функцији водоснабдевања ван за то припремљених саобраћајница, прилаз возилима на моторни погон која нису у функцији водоснабдевања, коришћење пловила на моторни погон, одржавање спортова на води и купање људи и животиња;
- 4) напајање стоке;
- 5) узгајање рибе ради комерцијалног изловљавања.

Приступ зони I дозвољен је лицу запосленом у водоводном предузећу. Правно лице или предузетник који управља водоводним системом, приступ зони I се може изузетно, у оправданим случајевима, дозволити и другом лицу. О посетиоцу зоне I води се евиденција која садржи личне податке посетиоца, период и разлог посете.

Члановима 32 и 33 Правилника („Сл. гласник РС“, бр 92/08) прецизно је дефинисан начин обележавања зона санитарне заштите, и то I и II зоне.

9. ИЗВОРИ ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ЗАГАЂЕЊА И ОЦЕНА СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ РИЗИКА

Загађене подземне воде је веома тешко и скупо повратити у првобитно стање, а у многим случајевима је чак и немогуће у неком одговарајућем временском периоду. Због тога заштита подземних вода и успостављање превентивних мера заштите представља први и основни корак у заштити истих. Уколико желимо да обезбедимо дуготрајан и добар квалитет подземних вода, најрационалнији начин представља превентивно деловање, односно спречавање испуштања загађујућих супстанци на местима где оне могу директно продрети и угрозити изданске воде.

Сублимацијом свих анализираних фактора у претходним поглављима овог рада, јасно се види да је опасност од угрожавања квалитета подземних вода могућа из удаљених делова сливног подручја.

Сходно чињеници да је предметно сливно подручје слабо насељено и да у њему нема индустријских објеката, депонија и других крупних загађивача, могућности загађења изданских вода тим путем сведене су на минимум.

У непосредној (I) зони изворишта, осим објеката за захват не постоје потенцијални загађивачи. Као што је већ напоменуто, непосредна зона заштите је углавном физички успостављена и уз придржавање прописаних норми за ове зоне санитарне заштите, не постоји никаква могућност од загађења подземних вода. Улаз у I зону дозвољен је само запосленима, док остали (сарадници, извођачи, стручна усавршавања...) имају пратњу запослених лица. Самим тим, и улаз у ову зону је дозвољен само запосленима, што је и истакнуто на улазним вратима.

Непосредну опасност по предметно извориште могу представљати магистрални путеви у овом подручју, као и сточарство и пољопривреда, којим се становништво бави у овим крајевима. У широј зони санитарне заштите налазе се домаћинства која имају нерешен канализациони проблем (користе септичке јаме).

Међутим, могућност загађења подземних вода на овај начин није велика, обзиром да у оквиру предложених зона санитарне заштите нема великих узгајивача и фарми, већ је углавном ограничено на индивидуална сеоска домаћинства.

У оквиру II и III зоне нису забележене површине са интензивном земљорадњом, тако да је коришћење пестицида, хербицида и других загађујућих супстанци ове врсте сведено на минимум. Кад је реч о обрадивим површинама на предметном подручју оне се најчешће своде на мање оранице и њиве уз индивидуална сеоска домаћинства и превасходно се ђубре стајским ђубривом.

10. ЗАКЉУЧАК

Проблеми заштите подземних вода од загађивања се данас јављају као саставни део проблематике заштите и очувања животне средине. Подземне воде због своје повезаности са атмосферским и површинским водама све чешће су рањивије. Опасности од загађивања подземних вода могу да потичу од различитих извора као што су инфилтрација отпадних индустријских и комуналних вода, градова и насеља, затим отпадне воде у пољопривреди, као и човековом активношћу. Да би се овакве делатности спречиле или умањиле пре свега треба благовремено открити могуће изворе загађења и предузети неопходне мере за спречавање њиховог штетног утицаја на изданске воде.

Методe за одређивање рањивости подземних вода се све више примењују у хидрогеолошкој пракси и на основу тих карата можемо одредити колико лако се подземне воде могу загадити.

Карта рањивости омогућава сагледавање особина терена са аспекта могућег загађивања подземних вода, као последице природних услова на датом терену. У раду је коришћена DRASTIC метода за оцену рањивости извора манастира Буково код Неготина. Анализирајући утицај геолошких, хидрогеолошких, педолошких, топографских и климатских услова за процену рањивости истражног подручја дошли смо до резултата да истражно подручје припада средњој класи рањивости (средње ниска до средње висока). Највећа рањивост је присутна у зонама око извора и других водних објеката, односно где су дубине до нивоа подземних вода мање. Са друге стране за ниже калсе рањивости задужено је присуство глина и мањеводопропусних стена јер успоравају пут загађујућој супстанци до нивоа подземне воде.

Приликом формирања зона санитарне заштите изворишта подземних вода коришћена је добијена карта рањивости те сходно њој дошли смо до формирања све три зоне санитарне заштите.

Прва зона санитарне заштите обухвата подручје од најмање 10 m око водозахватног објекта. Она се налази и око осталих извора који су у непосредној близини. Друга зона санитарне заштите она обухвата терене са средње ниском и средње високом класом рањивости и она се најчешће подудара са местима где имамо мање дубине подземних вода, односно у зонама река и потока који припадају сливу. Остатак слива због присуства глине и слабо водопрпусних стена свртан је у трећу зону санитарне заштите.

У Београду,

16.09.2022. год

Аутор

Александра Максимовић

11. Литература

Група аутора (1976), Тумач за лист Бор, Савезни геолошки завод, Београд

Група аутора (1976), Тумач за лист Неготин, Савезни геолошки завод, Београд

Драгишић В, Докмановић П, (1996): Хидрогеолошка својства неогених седимената Неготинске низије, Рударско – геолошки факултет, Београд

Драгишић В. (2014), Општа хидрогеологија, Универзитет у Београду, Београд;

Ђорђевић А., Радмановић С. (2018), Педологија, Пољопривредни факултет, Београд;

Живановић В. (2011), Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије, магистарски рад, Рударско – геолошки факултет, Београд

Колектив аутора, (1973): ОГК СФРЈ 1:100 000, лист Л -34-141 Бор, Савезни геолошки завод, Београд

Колектив аутора, (1973): ОГК СФРЈ 1:100 000, лист Л-34-142 Негорин, Савезни геолошки завод, Београд

Р. Петровић, И. Јемцов (2011), Елаборат о зонама санитарне заштите изворишта манастира Буково (Општина Неготин), Рударско – геолошки факултет, Београд

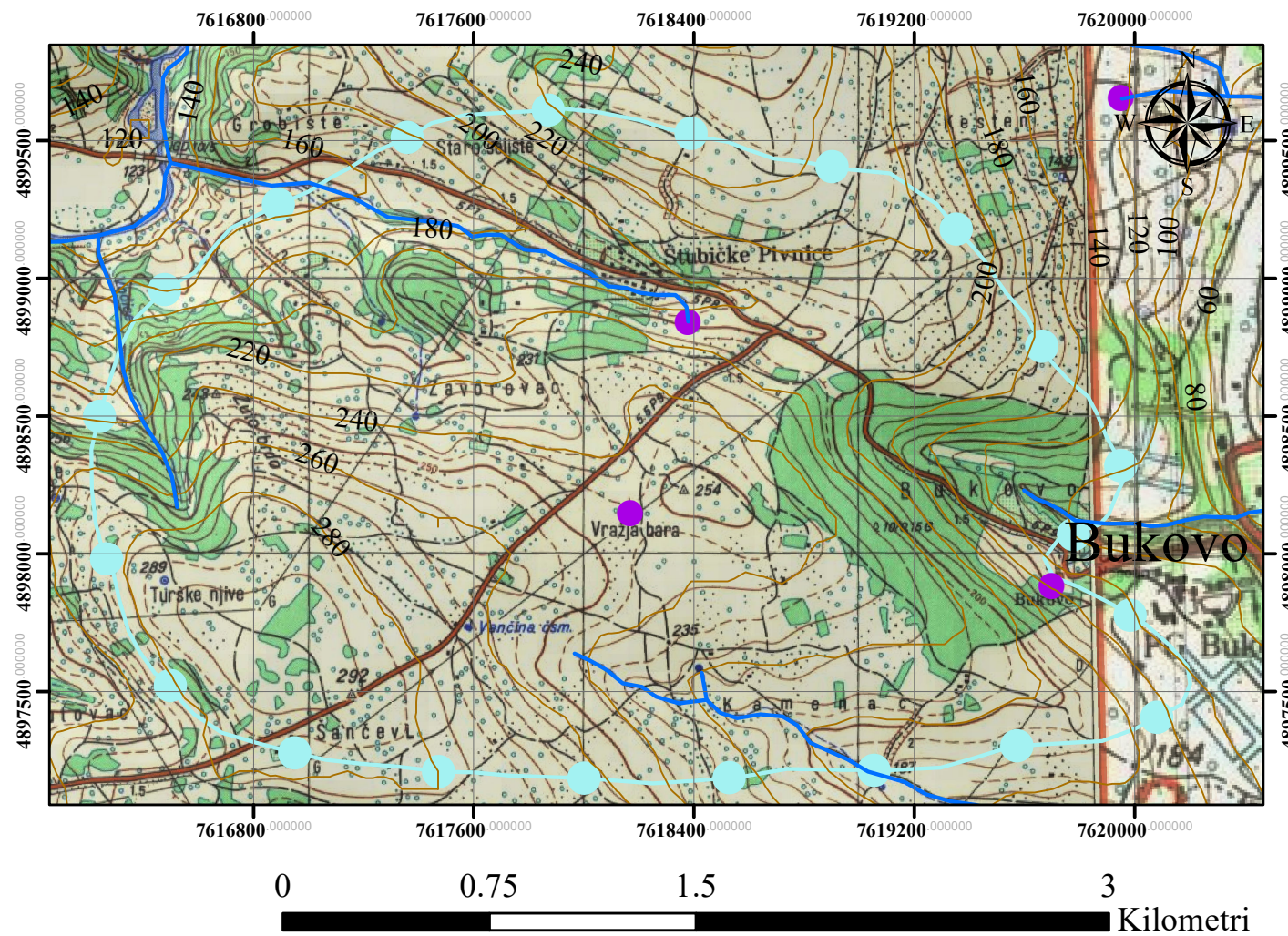
Сл. Гласник РС, бр 92/2008, Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања

ИНТЕРНЕТ ИЗВОРИ





<https://earth.google.com/web/>



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

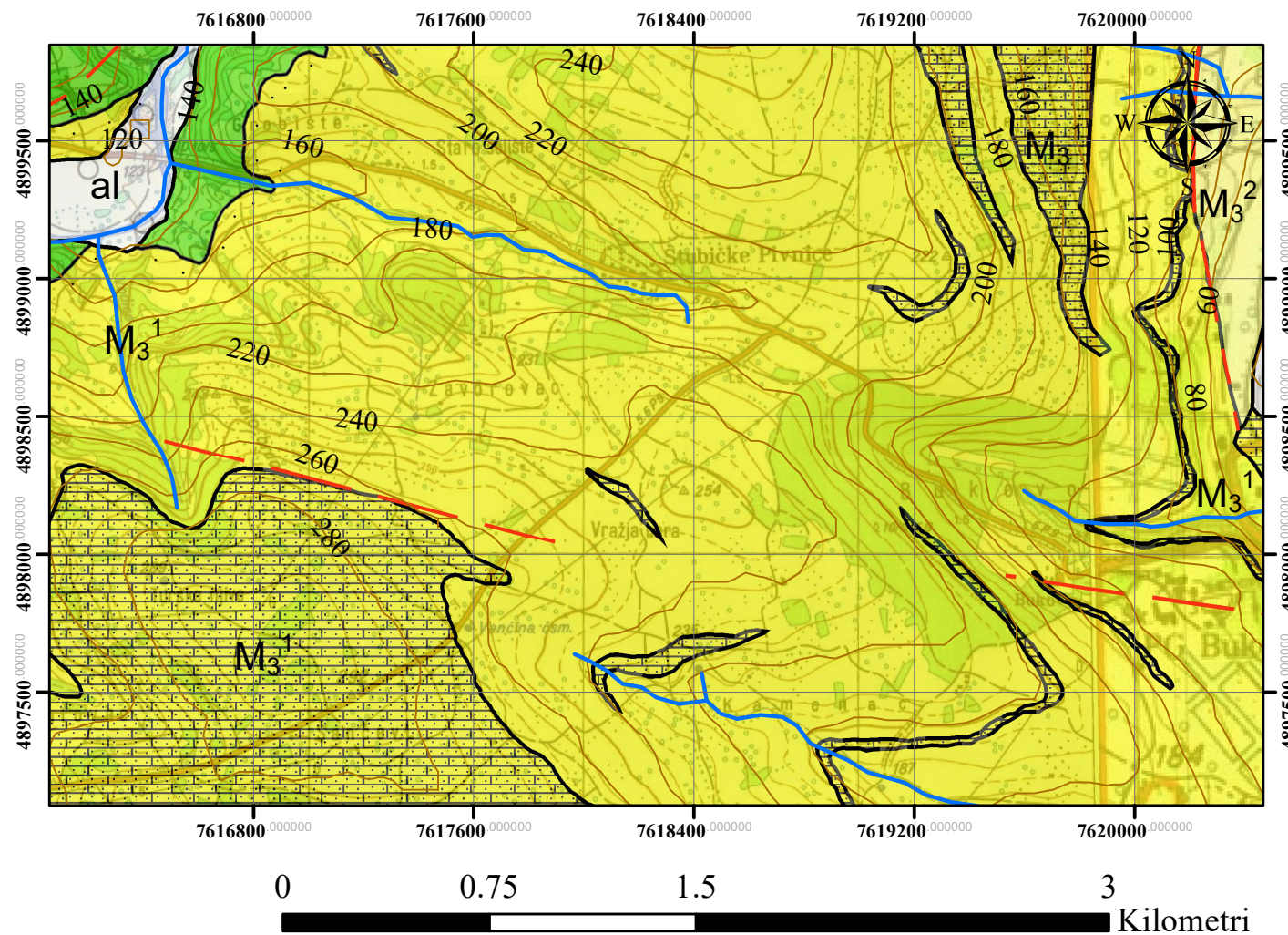
https://topografskakarta.com/jugo/download/jna_map/bor.html



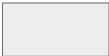


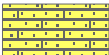


Legenda standardnih oznaka

-  reka
-  izohipse
-  vododelnica
-  izvori







Rudarko-geološki fakultet Departman za hidrogeologiju		OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA			
 		TOPOGRAFSKA KARTA ISTRAŽNOG PODRUČJA 1:25000			
Autior priloga:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum:	14.9.2022.
Crtao:	Aleksandra Maksimović				



Legenda kartiranih jedinica

-  Barske sugline i peskovi;b
-  Aluvijum;al
-  Gline, laporci i peskovi (meot);M₃²
-  Peskoviti krečnjak (donji samrat);M₃¹
-  Gline, peščari i peskovi i šljunkovi (donji sarmat);M₃¹
-  Sinajski slojevi (fliš): konglomerati, krečnjaci, peščari i glinci;K₁¹⁺²

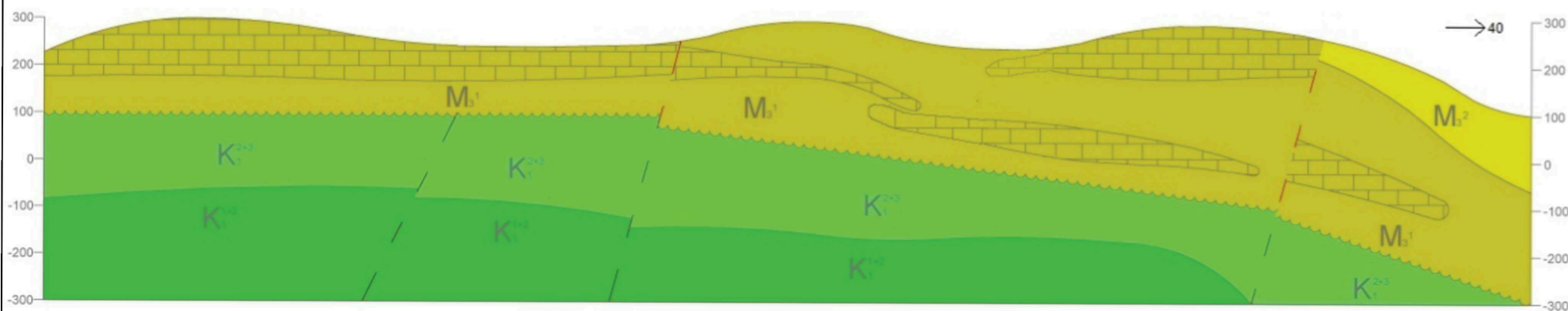
Legenda standardnih oznaka

-  Erozijska ili tektonsko-erozijska granica: utvrđena
-  Normalna granica: pokrivena ili aproksimativno locirana
-  Normalna granica: utvrđena
-  Rased bez oznake karaktera: pokriven
-  reka
-  izohipse

Rudarko-geološki fakultet Departman za hidrogeologiju		OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA			
 		GEOLOŠKA KARTA ISTRAŽNOG PODRUČJA 1:25000			
Autior priloga:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum:	14.9.2022.
Crtao:	Aleksandra Maksimović			PRILOG 2	

Геолошки профил истражног подручја

Вертикална размера: 1:5,000
Хоризонтална размера: 1:19,000



Симбол и литолошки састав

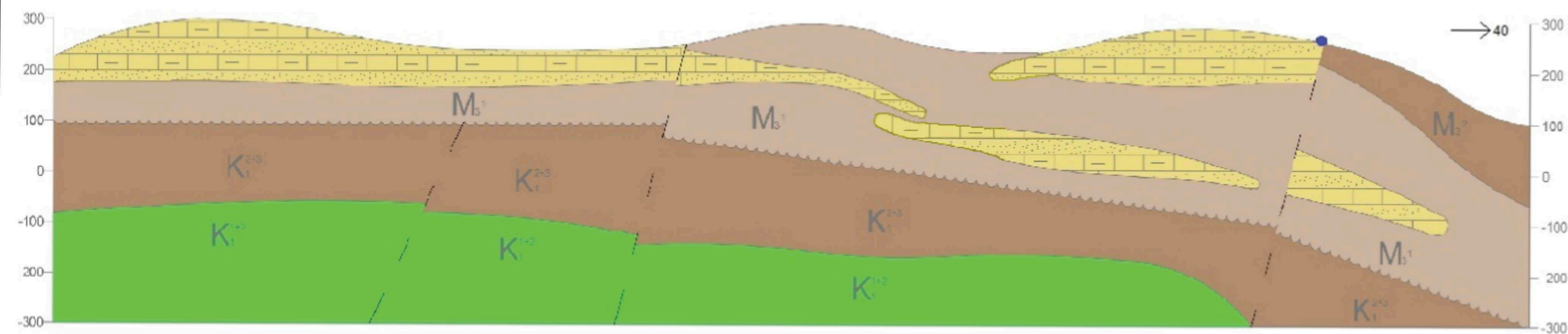
- M₃² Глине, лапорци и пескови (меот)
- M₃¹ Песковити кречњак (доњи сармат)
- M₃¹ Глине, пешчари, пескови и шљункови (доњи сармат)
- K₁²⁺³ Синајски слојеви (ф лиш): Конгломерати, кречњаџи, пешчари и пинџи

Тип издани

- Пукотински тип малог потенцијала
- Карстни тип малог потенцијала
- Слаба водопропусност - мали потенцијал
- Слаба водопропусност - веома мали потенцијал

Хидрогеолошки профил истражног подручја

Вертикална размера: 1:5,000
Хоризонтална размера: 1:19,000



Rudarko-geološki fakultet
Departman za hidrogeologiju



OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA
MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA

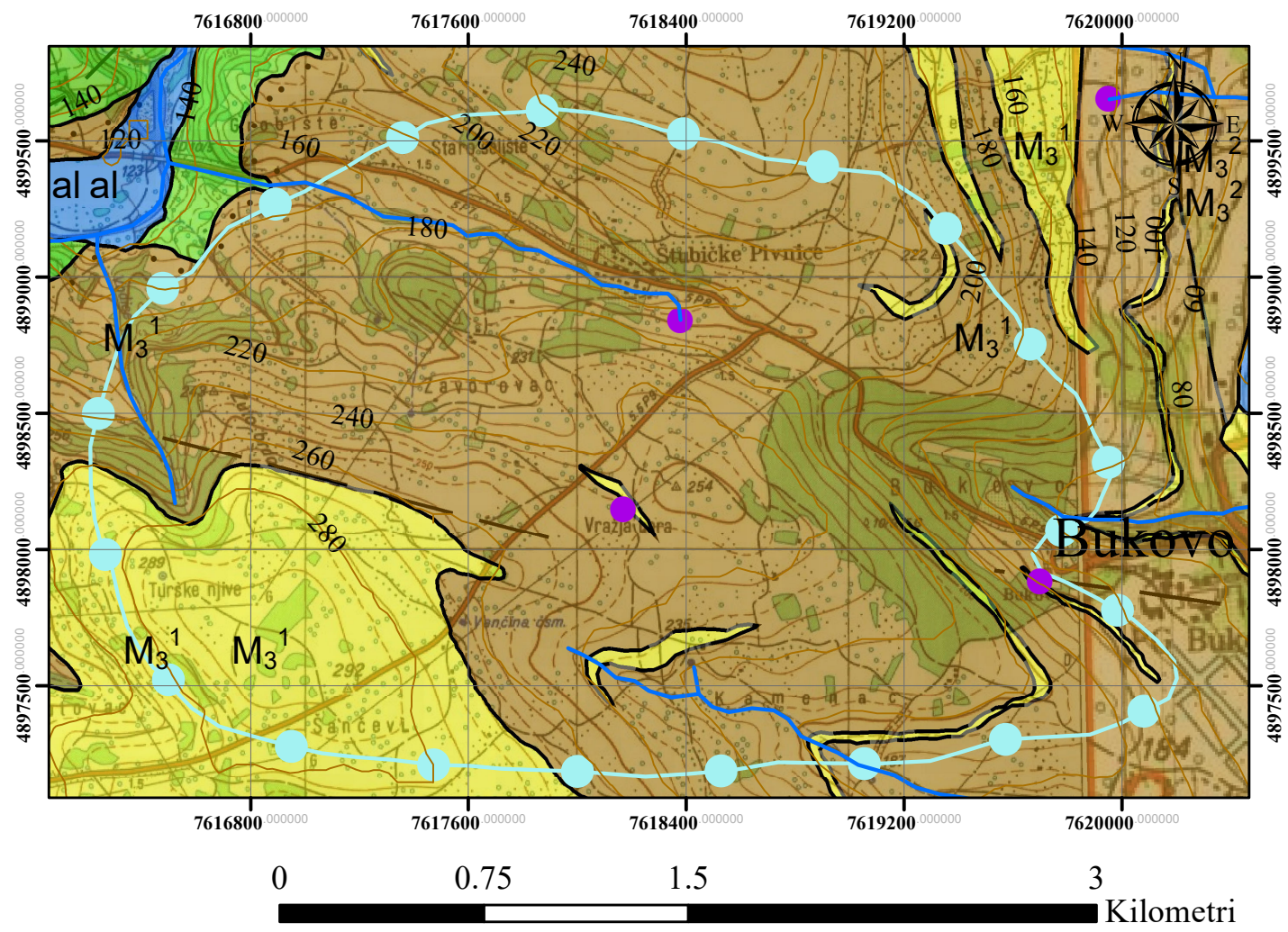
GEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI PROFIL PODRUČJA
ISTRAŽIVANJA

Autior priloga: Aleksandra Maksimović

Crtao: Aleksandra Maksimović

Broj indeksa: G651-19 Datum: 14.9.2022.

PRILOG 3



Legenda kartiranih jedinica


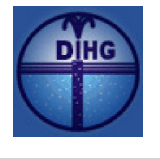
- Barske sugline i peskovi;b
- Aluvijum;al
- Gline, laporci i peskovi (meot);M₃²
- Peskoviti krečnjak (donji samrat);M₃¹
- Gline, peščari i peskovi i šljunkovi (donji sarmat);M₃¹
- Sinajski slojevi (fliš): konglomerati, krečnjaci, peščari i glinci;K₁¹⁺²

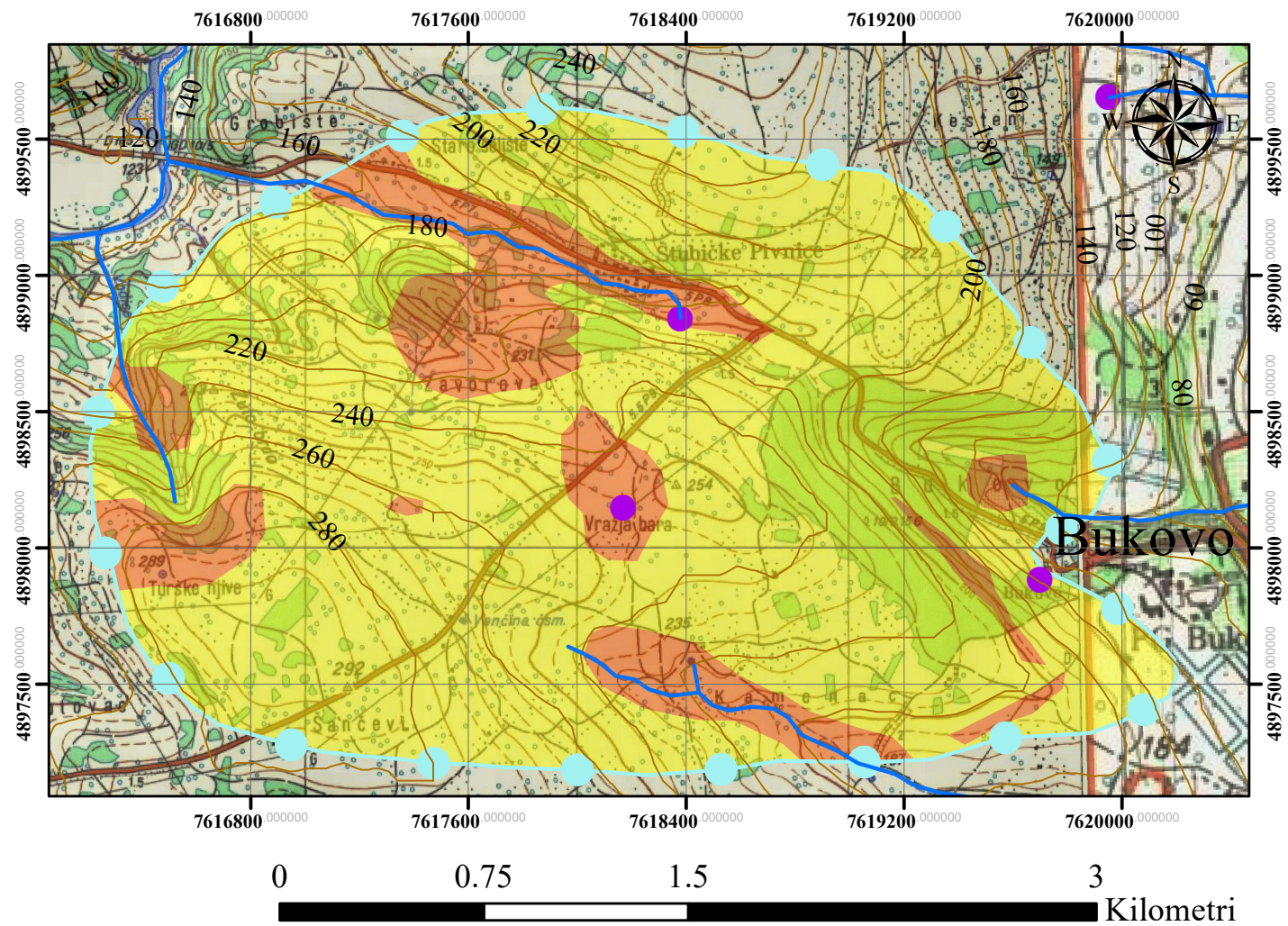
Legenda hidrogeoloških karakteristika

- Zbijeni tip izdani
- Pukotinski tip izdani
- Karstni tip izdani
- Slabo vodopropusni sedimenti

Legenda standardnih oznaka

- Erozijska ili tektonsko-erozijska granica: utvrđena
- Normalna granica: pokrivena ili aproksimativno locirana
- Normalna granica: utvrđena
- Rased bez oznake karaktera: pokriven
- reka
- izohipse
- vododelnica
- izvori

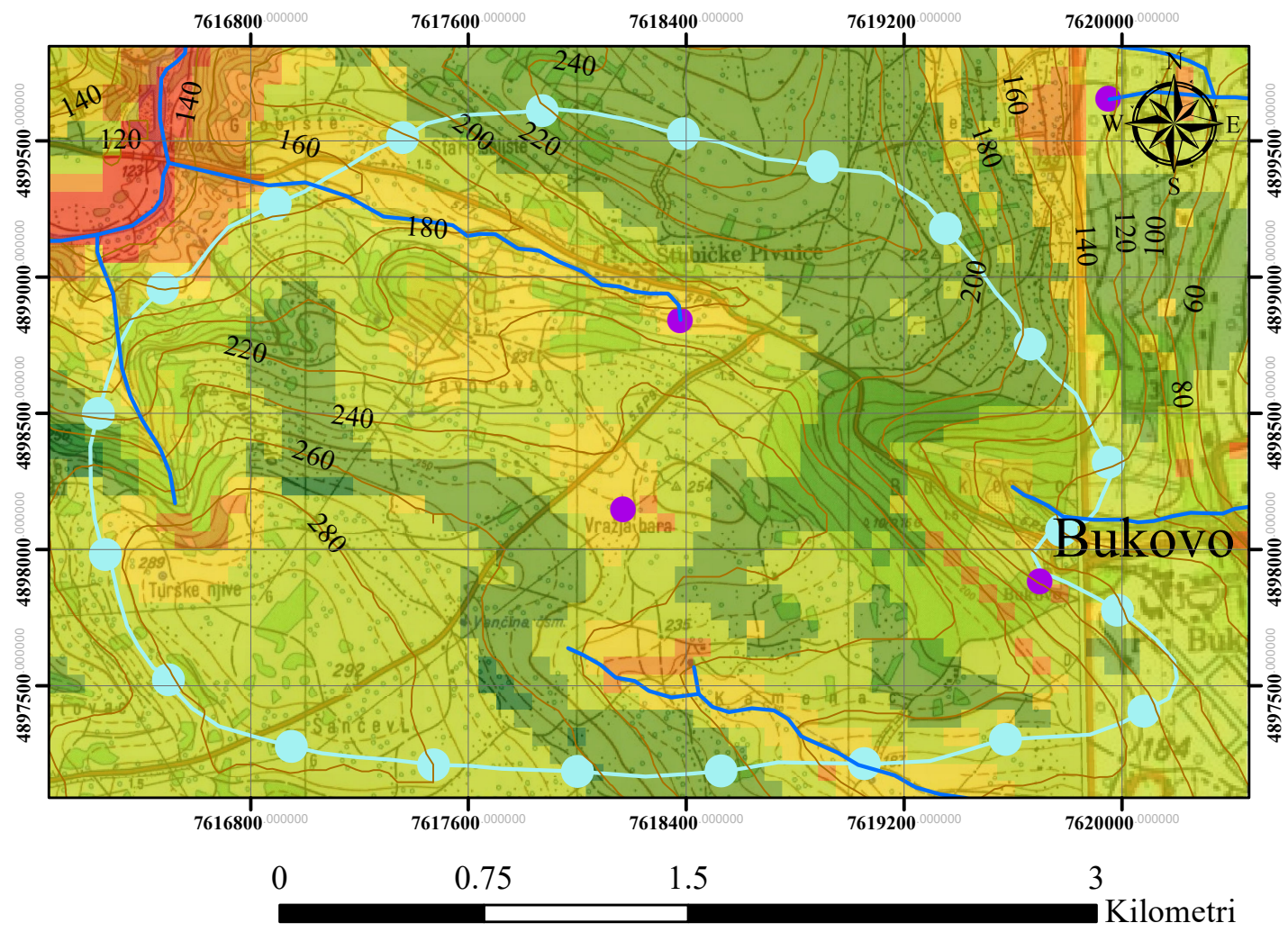
Rudarko-geološki fakultet Departman za hidrogeologiju		OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA			
 		HIDROGEOLOŠKA KARTA ISTRAŽNOG PODRUČJA 1:25000			
Autior priloga:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum:	14.9.2022.
Crtao:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum:	14.9.2022.
PRILOG 4					



Legenda Zone sanitarne zaštite

- II zona sanitarne zaštite
- III zona sanitarne zaštite

Rudarko-geološki fakultet Departman za hidrogeologiju		OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA		
 		KARTA PROSTORNOG RASPOREDA ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO 1:25000		
Autior priloga:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum: 14.9.2022.
Crtao:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa: G651-19		Datum: 14.9.2022.
PRILOG 5				



Legenda DRASTIC

- Stepen ranjivosti**
- <75 veoma nizak
 - 75-100 nizak
 - 100-125 srednje nizak
 - 125-150 srednje visok
 - 150-175 visok
 - >175 veoma visok

Legenda standardnih oznaka

- reka
- izohipse
- vododelnica
- izvori

<p>Rudarko-geološki fakultet Departman za hidrogeologiju</p>		<p>OCENA RANJIVOSTI I USLOVI ZAŠTITE IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOTINA</p>		
<p>Autior priloga: Aleksandra Maksimović</p>		<p>KARTA RANJIVOSTI ISTRAŽNOG PODRUČJA PRIMENOM DRASTIC METODE 1:25000</p>		
Crtao:	Aleksandra Maksimović	Broj indeksa:	G651-19	Datum: 14.9.2022.
				PRILOG 6

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента АЛЕКСАНДРА МАКСИМОВИЋ

Број индекса 6651/19

Изјављујем

да је завршни рад под насловом

УСЛОВИ ЗАШТИТЕ I ОЦЕНА РАЧЈИВОСТИ

IZVORA MANASTIRA BUČOVO KOD NEŽOТИНА

- 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, 16.09.2022

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента ALEKSANDRA (Njegos) Maksimovic
Број индекса GG51/19
Студијски програм HIДРОГЕОЛОГИЈА
Наслов рада USLOVI ZAŠTITE I OЦЕНА РАНЈИВОСТИ ИЗВОРА
МАНАСТИРА ВУКОВО КОД НЕГОТИНА
Ментор PROF. DR IGOR JENCOV

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, 16. 03. 2022

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

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

USLOVI ZAŠTITE I OCFNA RANJIVOSTI
IZVORA MANASTIRA BUKOVO KOD NEGOVINA

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, 16.09.2022

Потпис ментора

Потпис студента