

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ХИДРОГЕОЛОГИЈУ**

**ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОВРШИНСКИХ
И ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
Партија 2**

**ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

**ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ
трогодишњег пројекта
(2017 - 2020)**

КЊИГА 1

Београд, 2020.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО – ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ХИДРОГЕОЛОГИЈУ

ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОВРШИНСКИХ И ПОДЗЕМНИХ ВОДА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Партија 2.

ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ
трогодишњег пројекта
(2017-2020)

КЊИГА 1

Београд, 2020

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
11000 Beograd, Đušina 7, p.p. 162
Tel: (011) 3238-832, Faks: (011) 3235-539



UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Serbia, Belgrade, Djušina 7, P.O. Box 162
Phone: (381 11) 3238-832, Fax: (381 11) 3235-539

ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОВРШИНСКИХ И ПОДЗЕМНИХ ВОДА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ
трогодишњег пројекта
(2017-2020)

Координатор пројекта

Шеф Департмана за хидрогеологију

Проф. Др Зоран Стевановић

Проф. Др Душан Полоччић

Декан Рударско-геолошког факултета

Проф. Др Зоран Глигорић

Београд, 2020

Пројекат:	ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
Наручилац:	Министарство заштите животне средине Републике Србије
Извршилац:	Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду – Департман за хидрогеологију и Институт за јавно здравље Крагујевац
Уговор:	404-02-70/5/2019-02, од 3.9.2019. (Наручилац) 14/123-19, од 3.9.2019. (Извршилац)
Период реализације пројекта:	август 2017 – август 2020. године
Координатор пројекта:	Проф. Др Зоран Стевановић, ред. професор
Аутори извештаја:	Бранислав Петровић, истраживач сарадник Вељко Мариновић, истраживач сарадник Др Љиљана Васић, научни сарадник Др Саша Милановић, доцент
Сарадници / Консултанти (РГФ):	Проф. Др Веселин Драгишић, ред. професор Проф. Др Оливера Крунић, ред. професор Др Владимир Живановић, доцент Др Бојан Хајдин, научни сарадник
Сарадници на Пројекту (ИЗЈЗ):	Весна Матовић, магистар хемијских наука Милорад Ранковић, спец. токсиколошке хемије Душко Нинковић, дипл. хемичар Богиња Симић, хемијски техничар Марија Пецељ, хемијски техничар Јасминка Милосављевић, струк. санит. еко. инж. Снежана Игњатовић, струк. санит. еко. инж. Јасмина Митровић, хемијски техничар Јелена Стевановић, оператер на рачунару

ТЕКСТУАЛНИ ДЕО

Садржај

1.	УВОД.....	1
2.	ПОВОД И ЦИЉ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА	2
3.	УСЛОВИ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА	3
4.	ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У СРБИЈИ И ЕВРОПИ У ДОМЕНУ ПОДЗЕМНИХ ВОДНИХ РЕСУРСА.....	4
4.1.	Међународна регулатива – Европска Унија	4
4.2.	Национална регулатива	11
5	ЗАХТЕВИ КОЈЕ СРБИЈА ТРЕБА ДА ИСПУНИ У ДОСТИЗАЊУ ЦИЉЕВА ОДРЖИВОГ КОРИШЋЕЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА	15
6	ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И РЕСУРСИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА ТЕРИТОРИЈЕ СРБИЈЕ	17
6.1	Осврт на досадашња истраживања и ниво истражености територије	17
6.2	Хидрогеолошка скица територије Србије и издвојена водна тела подземних вода	19
6.3	Коришћење подземних вода у Србији за водоснабдевање и друге намене.....	23
6.4	Генерални квалитет подземних вода у Србији	27
7	СТАЊЕ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА У СРБИЈИ	30
7.1	Историјат мониторинга подземних вода Републике Србије	30
7.2	Мрежа и објекти актуелног мониторинга подземних вода, период 2015-2020. година	36
7.3.	Оцена стања	38
8	НЕОПХОДНЕ ПОДЛОГЕ ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ПРОЈЕКТА.....	40
9	КОНЦЕПЦИЈА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА У ДЕЛУ ВЕЗАНОМ ЗА ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ	46
10	РЕЗУЛТАТИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ДРУГИХ ОРГАНИЗАЦИЈА У ПЕРИОДУ ПРЕ И ТОКОМ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА.....	53
10.1	Мониторинг и тренд квантитета подземних вода (РХМЗ) (2013-2017)	53
10.2	Мониторинг и тренд квалитета подземних вода (АЖС) (2003-2018).....	57
10.3	Подаци водовода, Института и завода за јавно здравље и других институција.....	58
11	ПРИКАЗ ОДАБРАНИХ ОБЈЕКТА ЗА ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА.....	63
11.1	Осматрање квалитета подземних вода	66
11.2	Осматрање квантитета подземних вода	76
12	ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ОПЕРАТИВНОГ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА.....	80
12.1	Приказ квалитативних карактеристика вода одабраних мониторинг објеката.....	80
12.1.1	Кратак приказ резултата мониторинга квалитета у 2017/2018	80
12.1.2	Кратак приказ резултата мониторинга квалитета у 2018/2019	82
12.1.3	Приказ резултата мониторинга квалитета у 2019/2020	86
12.1.4	Тренд промена критичних параметара квалитета у периоду осматрања.....	88
12.2	Приказ квантитативних карактеристика вода одабраних мониторинг објеката	91
12.2.1	Кратак приказ резултата мониторинга квантитета у 2017/18.....	91
12.2.2	Кратак приказ резултата мониторинга квантитета у 2018/19.....	93

12.2.3	Приказ резултата мониторинга квантитета у 2019/20.....	95
12.2.4	Тренд промена критичних параметара квантитета у периоду осматрања	97
13	ОЦЕНА СТАЊА И ПРИТИСАКА НА ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ	136
13.1	Обухват репрезентативних водних тела и група водних тела	136
13.2	Методологија и оцена стања према резултатима оперативног мониторинга	138
13.2.1	Притисци на квалитет подземних вода	138
13.2.2	Притисци на квантитет подземних вода	142
13.3	Оцена стања свих издвојених водних тела узимајући у обзир и резултате других организација укључених у мониторинг и експертске оцене.....	144
13.4	Оцена стања водних тела и група водних тела према класификацији РГФ у пројекту „Проширења мреже за мониторинг подземних вода у Србији“	153
13.5	Карте хазарда и ризика за достизање циљева ЕУ Директиве о водама.....	154
14	ПОТРЕБА ЗА ДЕФИНИСАЊЕ ГРАНИЧНИХ ВРЕДНОСТИ И ГЕОГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ	158
15	ПРЕДЛОГ БУДУЋЕГ ОДРЖАВАЊА МРЕЖЕ ОБЈЕКТА ЗА ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ И ДАЉЕГ РАЗВОЈА ОСМАТРАЧКЕ МРЕЖЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ - НАДЛЕЖНОСТ РХМЗ И АЖС	161
16	НОВА ДЕЛИНЕАЦИЈА ВОДНИХ ТЕЛА ПОДЗЕМНИХ ВОДА	164
17	ОБАВЕЗЕ КОРИСНИКА ПОДЗЕМНИХ ВОДА.....	165
18	ПОТРЕБА ЗА ИНОВАЦИЈОМ ОЦЕНЕ РЕСУРСА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ЗА ВТ У СРБИЈИ.....	166
19	ПОТРЕБА ДЕФИНИСАЊА МЕРА ПРЕВЕНТИВНЕ ЗАШТИТЕ ВОДНИХ ТЕЛА И ГРУПА ВОДНИХ ТЕЛА ПОДЗЕМНИХ ВОДА	170
20	ЗАКЉУЧАК	173
21	ОСНОВНА КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА И ПОДЛОГЕ	176

АНЕКСИ:

Анекс 1 – Идентификационе табеле локација осматрања

Анекс 2 – Резултати хемијских анализа подземних вода, Институт за јавно здравље Крагујевац, за 2019/2020. годину

Анекс 3 – Компилација резултата физичко-хемијских анализа подземних вода, за комплетан период имплементације пројекта 2017-2020. године

Анекс 4 – Тренд промена критичних параметара квалитета у периоду осматрања 2017-2020. године

Анекс 5 – Табела оцене квалитативних притисака на подземне воде на бази резултата пројекта и других организација укључених у мониторинг подземних вода и експертске оцене

Анекс 6 – Графички прилози:

Прилог 1 – Карта одабраних објеката за мониторинг подземних вода у РС

Прилог 2 – Карта рањивости подземних вода РС

Прилог 3 – Карта хазарда подземних вода према дифузним загађивачима РС

Прилог 4 – Карта ризика подземних вода према дифузним загађивачима РС

Прилог 5 – Карта квалитативног притиска водних тела подземних вода РС

Прилог 6 – Карта квантитативног притиска водних тела подземних вода РС

1. УВОД

Пројекат „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ је започет у 2017/2018. години, а настављен у 2018/2019. години, са завршним радовима обављеним 2019/2020. године. Реализован је фазно: 1. проширење сталне националне мреже осматрачких објеката, 2. дефинисање потребног надзорног или оперативног мониторинга. Дефинисани циљ пројекта подразумевао је унапређење заштите вода Дунавског слива и имплементацију *Оквирне директиве о водама Европске Уније* (ЕУ) проширењем постојеће мониторинг мреже подземних вода, а у складу са захтевима ове директиве (2000), као и ЕУ Директиве о заштити подземне воде од загађивања и погоршања квалитета (2006). Начин постизања дефинисаног циља пројекта обухватао је увођење испитивања параметара квантитативног статуса и хемијског статуса (физичког и хемијског састава) подземних вода на одабраним мониторинг објектима, који до сада нису систематски праћени на територији Републике Србије, и по правилу у два различита стања, периодима маловођа и великих вода.

Израда пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ као Партије 2 националног пројекта „Оперативни мониторинг површинских и подземних вода Републике Србије“, отпочела је након потписивања Уговора између Министарства заштите животне средине (МЗЖС), као Наручиоца (бр: 404-02-254/8/2017-01, од 14.08.2017. године) и Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду (РГФ УБ) и Института за јавно здравље из Крагујевца (ИЗЈЗКГ), као Извршиоца (бр. 14/182-17, од 14.08.2017. године). Прва фаза пројекта је реализована у периоду август 2017. године – март 2018. године, од стране ауторског тима са Департмана за хидрогеологију (ДХГ) РГФ УБ, и тима ИЗЈЗКГ.

Друга фаза пројекта је реализована након склапања Уговора између МЗЖС, као Наручиоца (бр: 404-02-77/6/18-02, од 7.11.2018. године) и РГФ УБ и ИЗЈЗКГ, као Извршиоца (бр. 14/196-18, од 7.11.2018. године). Реализација пројекта се одвијала у периоду 15.11.2018. – 15.4.2019. године.

Последња, трећа, фаза пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ је обављена, такође, на основу Уговора између МЗЖС, као Наручиоца (бр: 404-02-70/5/2019-02, од 3.9.2019.) и РГФ УБ и ИЗЈЗКГ, као Извршиоца (бр. 14/123-19, од 3.9.2019.). Ова фаза пројекта је реализована у периоду 11.9.2019. – 17.8.2020. године. С обзиром на ванредну ситуацију проузроковану пандемијом вируса Ковид-19 (COVID-19), реализација уговорених обавеза се одвијала у отежаним условима и што се тиче могућности рада и мерења на терену, узорковања и израде анализа вода у лабораторији ИЗЈЗКГ, као и прикупљања и доставе података од стране стручних служби појединих водовода укључених у пројекат. Ипак, у целини су остварени зацртани циљеви и омогућена оцена стања подземних водних ресурса у одабраним водним телима. Одложени период рада, планиран за рано пролеће 2020. када су били очекивани високи нивои подземних вода, стицајем околности ефектуиран је тек у периоду раних летњих месеци, али су обилне падавине и њихова пропагација условиле да затачено стање нивоа подземних вода у потпуности одговара жељеним условима. Тако су добијени подаци са довољним нивоом репрезентативности за анализирана водна тела.

Овај фазно реализовани пројекат је по мишљењу чланова стручног тима у потпуности оправдао улагања и очекивања и допринео бољем и поузданијем сагледавању хидрогеолошких услова и примени прописа ЕУ у водној пракси, и била би велика штета уколико се не би обезбедио континуитет ових осматрања и преузимања објеката осматрачке мреже и ингеренција над осматрањима од стране надлежних служби РХМЗ и АЖС.

2. ПОВОД И ЦИЉ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА

Управљање водама и заштита квалитета воде у складу са одрживим развојем и у складу са задовољењем садашњих потреба питање је коме Европска Унија (ЕУ) придаје велики значај. Тема управљања и заштите (подземних) вода постаје нарочито актуелна приликом одвијања процеса прикључења нових држава чланица ЕУ. Нарочито, јер је пракса показала да су проблеми везани за заштиту (подземних) вода и животне средине уопште, посебно изражени у економски слабије развијеним државама. Стога је испуњење захтева ЕУ и задовољење стандарда ЕУ у области вода све важнији предуслов за остварење европских интеграција. У складу са сарадњом коју Република Србија (РС) има са ЕУ, а узевши у обзир да је процес приступања Србије у ЕУ отпочео, прилагођавање европским стандардима у свим областима, а посебно у области прописа везаних за животну средину, је постао приоритет број један. У складу са тиме је реализован и пројекат „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ ради креирања нових подлога за бољу заштиту вода Дунавског слива и примену Оквирне директиве о водама ЕУ (Европска комисија, 2000) проширењем постојеће мониторинг мреже подземних вода. Пројекат је реализован у складу са захтевима Оквирне директиве о водама Европске Уније, односно „ћерке“ директиве (*Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration*): Директива о заштити подземне воде од загађивања и погоршања квалитета (Европска комисија, 2006).

Почетни циљ реализованог пројекта био је одабир најрепрезентативнијих мониторинг пунктова у оквиру 28 (група) водних тела подземних вода ((Г)ВТПВ) која нису раније систематски осматрана, а оцењена су као потенцијално под притиском (П/П) или под притиском (П), у оквиру претходних анализа, које су садржане у „Пројекту проширења мреже станице подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015). На поменутих локалитетима било је неопходно утврдити параметре хемијског и квантитативног статуса подземних вода у периоду малих и великих вода. У погледу хемијског статуса подземних вода, било је неопходно дефинисати репрезентативне параметре чијим ће се праћењем одредити хемијски статус подземних вода, у складу са Оквирном директивом о водама ЕУ (Европска комисија, 2000), Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011) и делимично и са Уредбом о утврђивању Годишњег програма мониторинга статуса вода за 2016. годину („Сл. гласник“ бр. 36/2016). Јасно дефинисање тих параметара било је неопходно из разлога што Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011) не дефинише прецизно параметре квалитета који се прате већ само „загађујуће материје“ (чл. 10, Правилника). У периоду 2018-2020. године пројекат је под истим условима настављен, тако што је у свакој наредној фази повећаван број водних тела подземних вода тј. осматрачких објеката у оквиру водних тела. У другој фази број водних тела је повећан за 16, а у последњој фази је укупном броју додато 6 водних тела, тако да је на крају реализације пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ укупан број водних тела у мониторинг мрежи износио 50, док је број осматраних хидрогеолошких објеката и појава био 63.

3. УСЛОВИ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА

Реализација пројекта отпочела је средином 2017. године, и с обзиром на услове који су постављени од стране Наручиоца захтевала је избор нових репрезентативних пунктова за мониторинг квалитета и квантитета подземних вода, тако да се у што краћем року дође до почетних података, на основу којих би се вршило планирање даљег развоја и проширења ове мониторинг мреже, у фазама пројекта које су биле предвиђене за реализацију до 2020. године.

Основни критеријум за одабир репрезентативних водних тела и група водних тела подземних вода заснивао се на степену ризика подземних водних тела подземних вода од загађења. Другим речима, водна тела која су анализама спроведеним приликом реализације „Пројекта проширења мреже станица подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015) сврстана директно у категорију „Потенцијално под притиском“ или „Под притиском“ ушла су у програм оперативног мониторинга подземних вода.

Укупан број (група) водних тела подземних вода (ГВТПВ) која су укључена у оперативни мониторинг 2017. године био је 28 и на њима се осматрао квалитет и/или квантитет подземних вода. Због рационализације, али и реалног стања угрожености и квалитета и квантитета подземних вода, одређен број водних тела био је укључен и у квантитативни и у квалитативни оперативни мониторинг подземних вода. Од укупног броја репрезентативних водних тела, мониторинг само квалитета подземних вода је вршен у оквиру 8 ГВТПВ, мониторинг само квантитета је вршен на 7 ГВТПВ, док је на 13 ГВТПВ вршен и квантитативни и квалитативни мониторинг подземних вода. Број објеката или појава на којима се вршио мониторинг подземних вода је већи од броја ГВТПВ:

- Квалитативни мониторинг се обављао на 21 објекту/појави;
- Квантитативни мониторинг се обављао на 27 објеката/појава.

Наредне 2018. године је мониторинг мрежа проширена са 16 нових водних тела, а нови осматрачки објекти су распоређени тако да се:

- Квалитативни мониторинг се обављао на нових 12 објеката/појава;
- Квантитативни мониторинг се обављао на нових 10 објеката/појава.

Током реализације последње фазе пројекта 2019/2020. године број водних тела у оквиру мониторинг мреже је увећан за још 6, а нови осматрачки објекти су распоређени тако да се:

- Квалитативни мониторинг се обављао на нових 6 објеката/појава;
- Квантитативни мониторинг се обављао на нових 1 објекат/појава.

4. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У СРБИЈИ И ЕВРОПИ У ДОМЕНУ ПОДЗЕМНИХ ВОДНИХ РЕСУРСА

Управљање водама и заштита квалитета вода је област којој ЕУ придаје велики значај. Посебно је актуелна током процеса прикључења нових чланица ЕУ, јер су проблеми везани за заштиту животне средине, самим тим и (подземних) вода израженији у економски мање развијеним државама. Испуњење захтева и задовољење стандарда ЕУ у области вода је један од важнијих услова европске интеграције. Будућа мониторинг мрежа заједно са постојећом мониторинг мрежом подземних вода Републике Србије треба да буде усклађена са захтевима и стандардима релевантне међународне и домаће законске регулативе, као и релевантним планским документима који се односе на управљање водама на територији Републике Србије. Постављене циљеве пројекта „Оперативни мониторинг површинских и подземних вода Републике Србије“ стога је било неопходно имплементирати у складу са постојећом домаћом и европском законском регулативом у домену водних ресурса.

4.1. Међународна регулатива – Европска Унија

Основни Међународни регулативни акт у домену мониторинга (управљања и одрживог развоја) водним ресурсима је Оквирна Директива за воде Европске Уније (ОДВ, 2000/60), као и неколико, из ње проистеклих, подзаконских (регулаторних) аката:

- Директива 2006/118/ЕУ о заштити подземних вода од загађивања и нарушавања квалитета (*Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration*)
- Водич Документ бр. 15 (2007.) - Водич за Мониторинг подземних вода (*Guidance Document No. 15 (2007) - Guidance on Groundwater Monitoring*)
- Водич Документ бр. 16 (2007.) - Водич за подземне воде у заштићеним областима пијаћих вода (*Guidance Document No. 16 (2007) - Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas-GDWPA*)
- Водич Документ бр. 18 (2012) – Водич о дефинисању статуса подземних вода и процени трендова (*Guidance Document No. 18 (2012)- Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*)

Оквирна директива о водама ЕУ – начела мониторинга подземних вода

Основно начело спровођења мониторинга је да државе треба да дефинишу и осигурају програм контроле/мониторинга стања свих вода, у циљу добијања јасног и свеобухватног прегледа њихових квалитативних и квантитативних својстава. За подземне воде, програми обухватају праћење:

- хемијског статуса,
- квантитативног статуса: ниво подземних вода, издашност водних појава/објеката.

Мониторинг вода може бити: надзорни, оперативни и истраживачки мониторинг, као и мониторинг заштићених области. Сврха надзорног мониторинга је информисање о квалитету свих вода унутар конкретног водног подручја и прављење процена дугорочних промена у природним или поремећеним (антропогеном активношћу) условима. *Оперативни мониторинг* се спроводи у циљу добијања више детаља о водним телима за које је установљен ризик погоршања статуса (квалитета и квантитета), као и у циљу процене тренда промена и програма мера које треба предузети. *Истраживачки мониторинг* који се примењује код површинских водних тела треба да утврди узроке погоршања статуса водног тела: идентификација извора загађења, карактеристике контаминаната, просторне и временске размере контаминације и др., док се *мониторинг заштићених области* реализује под посебним режимом и садржајем, усклађеним са карактеристикама области.

Мрежа мониторинга квантитета (нивоа, издашности) подземних вода према ОДВ

Просторни распоред и густина мониторинга пунктова треба да омогући репрезентативну оцену квантитативног стања свих (група) водних тела издвојених на конкретној територији. Под посебним режимом мониторинга су водна тела која су у ризику за непостизање циљног квантитативног статуса, као и прекогранична водна тела. Учесталост квантитативног мониторинга треба установити за свако водно тело, у складу са хидрогеолошким својствима терена (дубина до нивоа подземних вода, постојање водонепропусне повлате, брзина водозамене) и процењеним утицајем антропогеног фактора: захватање/црпење подземних вода, регулација издани и др. Из резултата мониторинга квантитета проистичу и оцене квантитативног статуса издвојених тела подземних вода, које се презентују графички, у форми карата.

Мониторинг квалитета подземних вода према ОДВ

Мониторинг квалитета се, у начелу, спроводи на мањем броју пунктова и са мањом учесталости узорковања, у односу на квантитативни мониторинг. Просторни распоред и фреквенција узорковања прилагођавају се хидрогеолошким својствима водних тела и евидентираним или очекиваним притисцима. Под посебним режимом мониторинга су водна тела која су у ризику за непостизање циљног квалитативног (хемијског) статуса, као и прекогранична водна тела.

Препорука је да мониторингом хемијског статуса подземних вода, треба да буду обухваћене следеће компоненте хемијског састава:

- растворени кисеоник,
- рН вредност,
- специфична електрична проводљивост,
- нитрати,
- амонијак.

На водама за које је утврђен значајан ризик непостизања доброг статуса, потребно је, поред наведених параметара квалитета, пратити и оне који специфицирају карактер притисака (загађења) на подземне воде.

Директива 2006/118/ЕУ о заштити подземних вода од загађивања и нарушавања квалитета

Директива 2006/118 је усвојена у децембру 2006. године од стране Парламента и Савета ЕУ. Овом директивом се ближе одређују специфичне мере за превенцију и контролу загађења подземних вода, које су наведене у ОДВ. Ове мере укључују (Члан 1 Директиве):

- критеријуме за оцену доброг хемијског статуса подземних вода, и
- критеријуме за идентификацију (трендова) погоршања квалитета и "враћања" ових трендова у жељеном смеру.

У Члану 3 Директиве разрађени су "Критеријуми за оцену хемијског статуса подземних вода", при чему постоји кореспонденција са одговарајућим Анексима Директиве, у којима су дефинисани одговарајући сегменти проблематике оцене хемијског статуса, као и са одговарајућим члановима и анексима ОДВ. Између осталог, овим чланом се одређује да "граничне вредности" могу да буду дефинисане на националним нивоима, на нивоима (појединих) речних сливова, на нивоу дела међународног речног слива (у границама конкретне државе), или на нивоу тела или групе тела подземних вода. Дефинисање граничних

вредности на нивоу међународног слива или тела подземних вода одвија се у сарадњи "припадајућих" држава, биле оне чланице ЕУ или не. Државе могу мењати (проширивати или сужавати) листу материја са дефинисаним граничним вредностима, у складу са ризицима и стањем дефинисаним на основу резултата мониторинга квалитета.

Директиву 2006/118 прати и неколико анекса у којима су дефинисани конкретни аспекти проблематике коју третира Директива:

- *Анекс I : Стандарди квалитета подземних вода*, који кореспондира са неколико директива ЕУ: 91/414, 91/676, 98/8, 2000/60 (ОВД).

- *Анекс II: Граничне вредности за загађујуће материје и индикаторе загађења подземних вода*

- *Анекс III: Оцена хемијског статуса подземних вода (кореспондира са члановима 3 и 4 Директиве)*

- *Анекс IV: Идентификација и "враћање" значајног тренда пораста (кореспондира са члановима 5 и 6 Директиве)*

Водич Документ бр. 15 (2007.) - Водич за Мониторинг подземних вода

Водич за мониторинг подземних вода (ВМПВ) проистекао је из *"Водича за мониторинг"* (Водич документа бр. 7/2002). "Водич за мониторинг", чији је садржај усклађен са Анексом 5 ОДВ, у себи садрже елементе за следеће видове мониторинга вода: унутрашњих површинских вода, транзиционих вода, приобалних вода и подземних вода. Непосредна веза ВМПВ са ОДВ јесу различити видови програма мониторинга који су дефинисани и прописани ОДВ-ом: *надзорни, оперативни и квантитативни*.

Основни принципи на којима се базира ВМПВ су:

- мониторинг програми треба да обезбеде информације које ће омогућити оцену да ли су, или да ли ће ОДВ циљеви (бити) достигнути,
- мониторинг програми треба да обезбеде спровођење процедуре оцене ризика, а то подразумева "разумевање концептуалног модела" система (прихрањивање-кретање-празњење) подземних вода,
- мониторинг мрежа треба да буде репрезентативна за конкретно тело подземних вода,
- тела подземних вода могу да буду груписана за потребе мониторинга,
- пројекат мониторинг мреже треба да уважи тродимензионални карактер система подземних вода и његову просторну и временску варијабилност,
- избор (типа) локација за мониторинг пунктове треба да буде усклађен са циљевима мониторинга и са познавањем старости и/или времена кретања подземних вода,
- мониторинг подземних вода треба да буде "уклопљен" и да чини *интегративни мониторинг* са осталим мониторинг мрежама (посебно мониторинг мрежом површинских вода).

Концептуални модел представља основу за мониторинг подземних вода. Под концептуалним моделом подразумева се упрошћена схема хидрогеолошког система који се истражује. У овом водичу успостављена су и разматрана два типа концептуалних модела: *регионални* - разумевање фактора утицаја на нивоу водног тела и *локални* - разумевање локалних фактора утицаја на поједине мониторинг пунктове.

Суштинска ствар за успостављање репрезентативног концептуалног модела јесте *дефинисање типа аквифера* (издани). Типови аквифера и времена њихове реакције на притиске изложени су у Анексу 1 ВМПВ.

Груписање тела подземних вода за потребе мониторинга треба да је у складу са следећим начелима:

- **Када груписана тела нису у ризику:** не морају обавезно бити непосредно суседна тела подземних вода и мониторинг пунктови не морају обавезно бити у сваком од тела унутар дефинисане групе.
- **Када су груписана тела у ризику:** груписана тела треба да буду непосредно суседна, свако "компонента тела" треба да има барем по један мониторинг пункт и оперативни мониторинг може да буде фокусиран на једно или више "компоненти тела", изабраних на основу, концептуалним моделом дефинисане, осетљивости на притиске.

Начело интегративности мониторинга проистиче из принципа ОДВ да је "животна средина континуум". Интегративним мониторингом се прате стања различитих али међусобно повезаних елемената животне средине, при чему посебно чврсте релације треба да остварују мониторинг подземних и површинских вода. Мониторинг мрежу подземних вода треба да чине и пунктови (бунари, извори) који се већ користе за друге потребе: водоснабдевање (и сл.), чиме ће се остварити одређене предности: смањење трошкова, олакшана ситуација код узорковања хемијских анализа на "разрађеним" објектима, али треба водити рачуна да овакве рационализације не доведу до одступања од нужног нивоа репрезентативности распореда и густине мониторинг пунктова. Сазнања до којих се дође током мониторинга треба искористити за допуну или редефинисање концептуалних модела, а потом и за ревизију и унапређење постојеће мониторинг мреже-барем једном у 6 година.

Мониторинг хемијског статуса и тренда обрађен је у поглављу 4 ВМПВ, у коме су, између осталог, дефинисани критеријуми за "добар хемијски статус":

- *Општи квалитет вода* - концентрација загађујућих материја не сме да прелази стандарде квалитета који су примењени у релевантним документима ЕУ легислативе.
- *Утицај на екосистем* - концентрација загађујућих материја не сме бити таква да негативно утиче на тела површинских вода нити да штети копненом екосистему који је у непосредној зависности од конкретних тела подземних вода.

У поглављу 4.2. Водича дају се смернице за пројектовање и функционисање **оперативног мониторинга**. Оперативни мониторинг (Табела 4.1.) треба да постоји код тела подземних вода у ризику, односно:

- када је хемијски статус подземних вода дефинисан као "под ризиком",
- када постоји присуство било каквог дугорочног антропогеног тренда пораста броја извора загађења,
- у циљу оцене ефективности програма и мера имплементираних за потребе "враћања" тела подземних вода у добар статус.

Када је у питању избор параметара квалитета подземних вода, који се испитују током оперативног мониторинга, најчешће ће се испитивати концентрације основног сета и одабраних (индикативних) компоненти на сваком од дефинисаних мониторинг пунктова.

Код избора оперативних мониторинг пунктова, треба водити рачуна о:

- расположивим (постојећим) адекватним пунктовима,
- могућим рационализацијама, у смислу да се искористе мониторинг пунктови који су већ у некој од функција интегративног мониторинга (нпр. пунктови који су у функцији контроле заштићених области са пијаћим водама или пунктови који су у функцији контроле заштите биљака и сл.).

Табела 4.1. Препоручене учесталости оперативног мониторинга (ОДВ, 2000)

Хидродинамички тип издани						
Издан под притиском			Издан са слободним нивоом			
			Збијени тип издани		пукотински	карстни
			дубока циркулација	плитка издан		
ПВ са вишом рањивошћу	Константни притисак	годишње	2 пута/год	2 пута/год	4 пута/год	4 пута/год
	Сезонски/ повремени притисак	годишње	годишње	по потреби	По потреби	по потреби
ПВ са нижом рањивошћу	Константни притисак	годишње	годишње	2 пута/год	2 пута/год	4 пута/год
	Сезонски/ повремени притисак	годишње	годишње	по потреби	по потреби	по потреби
Процена тренда		годишње	2 пута/год	2 пута/год	2 пута/год	

Квантитативни мониторинг. Тела подземних вода су у добром квантитативном статусу ако:

- расположиви ресурс подземних вода није изложен прекомерној дуготрајној експлоатацији,
- нивои и токови подземних вода задовољавају функционисање система подземне воде-површинске воде и подземне воде-земљишни екосистем,
- антропогене промене утичу на нивое и токове подземних вода у мери која не узрокује интрузије сланих вода или других врста нежељених материја (контаминанта) у подземну воду.

Као и код квалитативног мониторинга, пројекат квантитативног мониторинга треба да се базира на концепцијском разумевању система подземних вода и познавању притисака којима су изложене. Кључни елементи за квантитативно концепцијско разумевање су:

- оцена прихрањивања и водног биланса и/или
- треба да постоји оцена нивоа или пражњења подземних вода и релевантне информације о ризику у погледу нарушавања природних односа са површинским водама и земљишном екосистему,
- степен познавања интеракције у систему подземне воде-површинске воде-земљишни екосистем.

Параметри који се идентификују током квантитативног мониторинга су:

- нивои подземних вода у бунарима и бушотинама,
- протицај (издашност) извора,
- карактеристике нивоа и протицаја површинских токова, током сушних периода,
- стања нивоа у мочварама и језерима за које је утврђена хидрауличка веза са подземним водама.

Препоручени су и одређени елементи "допунског мониторинга" које треба пратити са циљем добијања додатних елемената у погледу карактеризације и класификације подземних вода:

- хемијски параметри: електропроводљивост, температура и др., у циљу праћења интрузије сланих вода и сл.

- падавине и остали климатски параметри који су у функцији прорачуна евапотранспирације (односно прихрањивања подземних вода),
- еколошки мониторинг земљишног екосистема који је зависан од подземних вода
- захватање подземних вода.

Густина квантитативне мониторинг мреже треба да буде усклађена са познавањем (режима) нивоа и подземног протицаја у границама конкретног тела подземних вода, а посебно у зонама реципијената: река, језера, мора. Код тела подземних вода која су у категорији "Није под ризиком", квантитативни мониторинг може да буде минималан. Не мора свако тело подземних вода унутар групе да буде "покривено" мониторинг пунктовима. Код тела која су у категорији "Под ризиком", густина мониторинг пунктова прилагођава се конкретним условима терена. Учесталост квантитативног мониторинга препоручена је у складу са оцењеним годишњим колебањима (утицајима хидрометеоролошког циклуса) нивоа (односно протицаја) подземних вода. Код пунктова са малим колебањима, месечни мониторинг је довољан, али је дневни пожељнији, посебно код пунктова на којима се мери протицај. Учесталост квантитативног мониторинга подложна је ревизијама након одређеног времена. Овде је посебно значајно да ОДВ не истиче разлике у типу хидрогеолошких средина: У условима који су карактеристични за Балканско полуострво, Динарски и Карпато-Балкански систем који карактерише и простор Србије, присуство карста је на око 25% територије, а карстне издани захтевају посебан (фреквентнији) мониторинг због изражене динамичности и брзих пропагација инфилтрираних вода.

"Мониторинг превенције и ограничења" има за циљ оцену ефеката мера које се спроводе у циљу превенције или ограничења уласка загађујућих материја и нарушавања статуса подземних вода (у складу са чланом 3 ОДВ). Фокусиран је на пунктове истицања подземних вода. Овај тип мониторинга није експлицитно захтеван ОДВ-ом, али се препоручује као својеврсна контрола делотворности и ефеката спроведених мера.

Водич Документ бр. 16 (2007) - Водич за подземне воде у заштићеним областима пијаћих вода (ВЗОПВ)

Полазну основу ВЗОПВ чине следећи елементи:

- заштићене области пијаћих вода (ЗОПВ) се третирају као (цела) водна тела¹;
- ЗОПВ покривају постојеће зоне заштите захвата подземних вода и зоне заштите потенцијалних захвата;
- Мере заштите су фокусиране на зоне заштите захвата подземних вода које су у ризику од нарушавања, али се могу применити и на зоне будућих захвата подземних вода;
- Зоне заштите водозахвата могу да буду део једног водног тела или могу да покривају делове два или више водних тела или могу да покривају целу територију државе.

Кључни термини који су везани за ВЗОПВ, а које уводи (али не дефинише) ОДВ су:

- "Захватање подземних вода за људску употребу"; под хуманом употребом се подразумева: пиће, кување, припрема хране, прехранбена индустрија.
- "Зоне заштите захвата подземних вода"; могу бити значајно мање од тела подземних вода коме припадају, али у одређеним случајевима (нпр. код карстних издани) могу се простирати преко граница конкретног тела подземних вода.

¹ Постоје разлике у тумачењу (проистекле из недоречености докумената из којих је проистекао ВЗОПВ) да ли ЗОПВ треба да се дефинишу као цела водна тела или (само) као зоне у оквиру водног тела, које се могу простирати и на неколико водних тела. Овај Водич се базира на првој дефиницији.

Идентификација и делинеација ЗОПВ се базира на члану 7.1. ОДВ, у коме се наводи да све државе треба да идентификују: „..сва водна тела из којих се врши захватање подземних вода у сврху хуманог коришћења, која обезбеђују више од 10 m³/дан (у просеку) или опслужују више од 50 људи и водна тела која су планирана за такво коришћење“. ВЗОПВ даје тумачење да се под режим заштите не морају ставити сви пунктови унутар конкретног тела подземних вода (које је у функцији људског коришћења вода).

ВЗОПВ је функционално повезан са и са Директивом 98/83/ЕУ ("Директива о пијаћој води" - ДПВ), а преко ОДВ:

- Члан 7.2. ОДВ гласи: "Државе треба да осигурају да примењени третмани вода резултују квалитетом који је у складу са ДПВ.
- Захтеви ДПВ треба да буду постигнути, што значи да се мора осигурати да вода не садржи загађујуће материје које су опасне по људско здравље и да мора бити у складу са захтевима квалитета дефинисаних ДПВ-ом, на тачки дистрибуције воде до потрошача.

Из горњих захтева могу бити изузети захвати и ресурси подземних вода који обезбеђују мање од 10 m³/дан или опслужују мање од 50 особа.

ВЗОПВ нуди и објашњења у вези спровођења заштите и елиминације (могућности) погоршања статуса подземних вода.

Мониторинг у функцији ЗОПВ треба да буде интегрисан у надзорни и оперативни мониторинг подземних вода.

ВЗОПВ даје и одређене препоруке у погледу величине зона заштите захвата подземних вода, која може да варира у зависности од:

- хидрогеолошких својстава (порозности-водопропусности издани),
- величине захвата (количине захватаних вода),
- типа загађујућих материја и карактеристика извора загађења (дифузно, пунктуелно),
- времена за које подземна вода прелази одређени пут до водозахвата или од величине простора који заузима зона водозахвата,
- рањивости подземних вода (пре свега карактеристика повлате).

Водич Документ бр. 18 (2012) – Водич о дефинисању статуса подземних вода и процени трендова

Овај документ водич израђен је од стране Радне групе ЦИС за Подземне воде. Радна група је добила мандат да развије практичне смернице и техничке упутстава и спецификације за дефинисање граничних вредности, процену статуса (и квантитативног и хемијског) и процену трендова подземних вода (позитивних и негативних). Овај документ надограђује и допуњује постојеће смернице Оквирне директиве о водама (ОДВ). Главни фокус је на дефинисању великог броја захтева у погледу подземних вода у складу са захтевима Оквирне директиве о водама (ОДВ) и „нове“ Директиве о подземним водама (ДПВ). Они укључују и обавезе утврђене у Анексу 5 ОДВ и члановима 3, 4 и 5 ОДВ, као и Анексима 2, 3 и 4 ДПВ-а.

ДПВ захтева од држава чланица да одреде граничне вредности контаминаната (или група контаминаната) који су повезани са притисцима који су идентификовани као ризични за водна тела подземних вода. Те граничне вредности и стандарди ће се затим користити за процену хемијског статуса подземних вода, као што је и дефинисано у ОДВ. Поред процене утицаја загађивача, ОДВ такође захтева разматрање утицаја захватања подземних вода на водна тела

подземних вода, зависних површинских водних тела и екосистема и процену квантитативног статуса.

ОДВ и ДПВ, такође, захтевају да се утврде трендови концентрација контаминанта и да се трендови процене, да би се утврдило да ли су еколошки значајни. Где је постоје значајно растући трендови, морају се преокренути применом програма санационих и превентивних мера да би се осигурало да не дође до неуспеха у испуњавању постављених циљева заштите животне средине. Полазна тачка за промену негативног тренда ДПВ, дефинише као пропорцију вредности граничне вредности или вредности стандарда квалитета (подразумевано 75%). Документ водич бр. 18 пружа практичне смернице за испуњавање сваког од горе описаних захтева. Тако што:

- дефинише методологију за одређивање прагова;
- успоставља оквире за процену хемијског и квантитативног статуса;
- одређује методе за идентификацију трендова који су значајни за животну средину;
- дефинише садржај извештаја о дефинисаним граничним вредностима;
- даје примере из студија случаја ради илустрације примене смерница код различитих држава чланица.

Сврха ових смерница је да пружи практичан приступ, који ће омогућити државама чланицама да примене и одговоре на захтеве ОДВ-а и ДПВ-а у погледу подземних вода. Водич је креиран након консултација са стручњацима за подземне воде широм Европе и представља приступ заснован на тренутној доброј пракси. Смернице нису правно обавезујуће и државе чланице су слободне да прилагоде смернице представљене у овом документу с обзиром на карактеристике водних тела подземних вода и/или националне или регионалне стратегије и прописе о управљању подземном водом. Такође, је препознато да се са додатним искуством могу појавити побољшане методологије.

4.2. Национална регулатива

Релевантну домаћу регулативу у домену управљања водама, чине следећи акти:

- Закон о водама („Сл. гласник РС“ бр. 30/2010),
- Закон о метеоролошкој и хидролошкој делатности („Сл. гласник РС“ бр. 88/2010),
- Правилник о утврђивању водних тела површинских и подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 30/2010),
- Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ бр. 74/2011),
- Правилник о садржини и начину вођења водног информационог система, методологији, структури, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини података о којима се обавештава јавност ("Сл. гласник РС", бр. 54/2011)
- Уредба о утврђивању Годишњег програма мониторинга статуса вода за сваку календарску годину (2016-2020), уредба није донета 2017. године.

Важни појмови везани за ПВ који су изведени из набројаних закона и правилника:

- *водни биланс* јесте квантитативни и квалитативни однос расположивих и потребних количина површинских и подземних вода на одређеном простору и у одређеном времену;
- *подземне воде* јесу све воде које су испод површине земље у зони засићења и у додиру са површином земље или потповршинским слојем;

- *водно тело подземне воде* јесте посебна запремина подземне воде унутар једног или више водоносних слојева;
- *статус подземне воде* јесте општи израз о статусу водног тела подземне воде, а одређује га лошији од његовог квантитативног статуса и његовог хемијског статуса;
- *хемијски статус* показује да ли је водно тело под утицајем загађивања приоритетним и приоритетним хазардним супстанцама, као и другим загађујућим супстанцама;
- *добар статус подземне воде* јесте статус водног тела подземне воде остварен када је његов квантитативни и хемијски статус барем „добар“, у складу са посебним прописом;
- *добар квантитативни статус* јесте статус водног тела подземне воде који је утврђен посебним прописом;
- *добар хемијски статус подземне воде* јесте хемијски статус водног тела подземне воде који испуњава све прописане услове;
- *извориште* јесте простор (извор, део реке или језера, акумулација или њен део и аквифер или његов део) на коме се захвата вода за разне кориснике;
- *квантитативни статус* обухвата ниво до кога је водно тело подземне воде угрожено директним или индиректним захватањима;
- *расположиви ресурс подземне воде* јесте средње вишегодишње укупно прихрањивање водног тела подземне воде, умањено за средњи вишегодишњи проток потребан за остваривање циљева еколошког квалитета за придружене површинске воде, ради избегавања било ког значајног погоршања еколошког статуса таквих вода и ради избегавања било које значајне штете на одговарајућим сувоземним екосистемима;
- *водни објекти* јесу грађевински и други објекти, који заједно са уређајима који им припадају чине техничку, односно технолошку целину, а служе за обављање водне делатности (у даљем тексту: водни објекти). Водни објекти су добра од општег интереса, осим објеката које су правна и физичка лица изградила за своје потребе.
- *специфичне загађујуће супстанце* су приоритетне супстанце и приоритетне хазардне супстанце за које је утврђено да се испуштају у водно тело и остале загађујуће супстанце за које је утврђено да се испуштају у водно тело у значајним количинама;
- *значајан и сталан узлазни тренд* је сваки статистички и за животну средину значајан пораст концентрације загађујуће супстанце, групе загађујућих супстанци или индикатора загађивања у подземној води, за који је идентификован преокрет тренда као неопходан;
- *мониторинг статуса вода*: ради обезбеђивања усаглашеног и свеобухватног прегледа статуса површинских и подземних вода Република Србија успоставља мониторинг статуса вода на водном подручју и обезбеђује његово извршење;
- *мониторинг подземних вода обухвата*: нивое и контролу хемијског и квантитативног статуса. Мониторинг статуса вода у заштићеним областима обухвата и додатне показатеље статуса вода, у складу са прописима којима је то подручје утврђено као заштићено;
- *мониторинг статуса квалитета вода* врши републичка организација надлежна за хидрометеоролошке послове према годишњем програму који доноси Влада, на предлог Министарства и министарства надлежног за послове заштите животне средине. Републичка организација надлежна за хидрометеоролошке послове: Републички хидрометеоролошки завод (РХМЗ) дужан је да извештаје о испитивању квалитета вода квартално доставља Министарству и Агенцији за заштиту животне средине (АЖС)². Мерење и испитивање квалитета вода из годишњег програма може да врши и друго правно лице, што је и учињено давањем надлежности АЖС у овој области;
- *водни информациони систем* је мрежно оријентисан, модуларни систем који омогућава континуирано сакупљање, чување, повезивање, праћење, обраду, одржавање, презентацију и дистрибуцију података из области управљања водама;

² Serbian Environmental Protection Agency - SEPA

- **географски информациони систем (ГИС)** је рачунарски систем намењен прикупљању, обради, управљању, анализи, приказивању и одржавању просторно оријентисаних информација (података);

Подаци који се уносе у Водни информациони систем сакупљају се на нивоу:

- 1) привредних субјеката који утичу на водни режим;
- 2) јавних водопривредних предузећа;
- 3) овлашћених организација;
- 4) јединица локалне самоуправе;
- 5) органа аутономне покрајине;
- 6) државних органа и организација.

Према Закону о водама *Годишњи програм мониторинга* нарочито садржи: 1) број и положај мерних профила на површинским водама; 2) број и положај пијезометара и других објеката за мерење количине и нивоа подземних вода; 3) начин и број мерења количине и нивоа површинских и подземних вода; 4) начин и поступак испитивања квалитета вода; 5) број и услове у којима се врши испитивање; 6) садржину извештаја о утврђеном квалитету вода.

Хемијски и квантитативни статус подземних вода одређују се за водна тела подземних вода, или за групе водних тела, при чему сва водна тела унутар групе морају имати исти статус. За потребе одређивања хемијског и квантитативног статуса водно тело подземних вода које заузима велику површину или је хетерогено по питању типа издани, може се поделити на мање, хомогене целине.

Хемијски статус подземних вода се одређује на основу резултата мониторинга, као добар или слаб. Оцена квантитативног статуса водних тела подземних вода се врши на основу:

- 1) прорачуна биланса подземних вода, на основу резултата осматрања параметара квантитативног статуса из члана 17. овог правилника на одабраним мерним местима;
- 2) података о повезаности водних тела подземних вода са површинским водама и копненим екосистемима директно зависних од подземних вода.

Оцењени хемијски статус, квантитативни статус и укупан статус водних тела подземних вода приказује се бојама, табеларно и/или графички, на следећи начин:

Оцена статуса	Боја
добар	зелена
слаб	црвена

Сва мерна места на водним телима на којима су регистроване више вредности концентрација загађујућих материја од граничних вредности, приказују се црвеним тачкама на топографским подлогама. Водна тела подземних вода на којима постоји регистрован значајан и стални узлазни тренд загађујућих материја обележавају се црном тачком на топографским подлогама.

Уредба о утврђивању Годишњег програма мониторинга статуса вода за 2016-2020. годину

Овом Уредбом дефинисан је програм мониторинга подземних и површинских вода, који је под ингеренцијом РХМЗ и АЖС. Када је у питању квантитативни (нивои, количине) мониторинг подземних вода, осматрачке станице се деле на: станице 1. реда, са 5-дневном фреквенцијом

мерења (6 пута месечно), и станице 2. реда, са 10-дневном фреквенцијом мерења (3 пута месечно).

Уредба осим броја и положаја мерних станица за квантитативни мониторинг подземних вода садржи: називе, просторне координате и припадност водном телу подземних вода и водном подручју. Укупно је овом уредбом било прописано 375 мерних станица – 2016. године, 387 мерних станица – 2018. године и 383 мерне станице – 2019. и 2020. године: На основу ових података, закључује се да све приказане мерне станице „покривају“ око 27% водних тела подземних вода од укупно 153, колико их је дефинисано Правилником (2010). На другој страни, на појединим водним телима подземних вода, која су обухваћена Правилником, налази се и по више од 10, а у појединим случајевима и до 40 осматрачких станица, нпр. Горња Тиса-прва издан (30), Северни Банат-прва издан (19), Средња Бачка-прва издан (17), Југозападни Банат-прва издан (16), Југоисточни Банат-прва издан (25), В. Морава алувион-лева обала (28), В. Морава алувион-десна обала (30), В. Морава неоген-југ (37), Ј. Морава неоген-север (21), Лесковац-неоген (22), З. Морава-алувион (21), Мачва - Основни водоносни комплекс ОВК (40).

Испитивање квалитета подземних вода Уредбом је било прописано за 57 станица (2016-2020), којима је „покривено“ само 27 водних тела подземних вода (17,5%). Испитивање квалитета подземних вода врши се два пута годишње на главним хидролошким станицама подземних вода, једном годишње на хидролошким станицама подземних вода I и II ранга.

Основни закључци, који су од непосредног значаја за концепцију и методологију пројектованих активности, су:

- број и просторни распоред мерних станица за квантитативни мониторинг нису адекватни, при чему је актуелним мониторингом обухваћена само прва издан,
- број и просторни распоред мерних станица за квалитативни мониторинг нису адекватни.

5 ЗАХТЕВИ КОЈЕ СРБИЈА ТРЕБА ДА ИСПУНИ У ДОСТИЗАЊУ ЦИЉЕВА ОДРЖИВОГ КОРИШЋЕЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Као један од круцијалних циљева које Република Србија треба да испуни током приступних преговора о чланству у Европској унији истиче се очување животне средине. Посебно поглавље у оквиру преговарачке позиције Србије које разматра управо животну средину и одрживи развој као неопходну компоненту еколошки свесне државе чланице ЕУ представља **Поглавље 27 – Животна средина и климатске промене.**

Одрживи развој и очување животне средине представљају основ политике Европске уније у домену заштите природних ресурса, на коме се посебно инсистира, како међу чланицама ЕУ, тако и међу земљама које имају тежњу да приступе Унији. Основни циљ таквог приступа јесу заштита и рационално коришћење природних ресурса (површинских и подземних вода, ваздуха и др.), очување живог и неживог света, односно целокупног екосистема и глобално побољшање здравља и квалитета живота становништва. Посебан део Поглавља 27 односи се на пројекцију утицаја климатских промена на екосистем.

Концепт очувања животне средине који заступа Европска унија подразумева превентивно деловање на сва потенцијална жаришта (енгл. *hotspots*) која могу угрозити било коју компоненту животне средине. То значи да је неопходно спречити или минимизирати сваки фактор који може имати негативне последице на животну средину и да превентивне мере треба спроводити директно на потенцијалном извору загађења. Такође, Европска унија заступа концепт „загађивач плаћа“ који се односи на то да приватно или физичко лице које је угрозило неки аспект животне средине мора сносити трошкове заштите, а не друштво у целини како је до сада била пракса.

Испуњење захтева Поглавља 27 – Животна средина и климатске промене заснива се на усклађивању европске законске регулативе у домену животне средине са националним прописима, тј. интеграцијом европских правилника у национални правни систем и применом принципа „добре праксе“, што би подразумевало примену позитивних искустава европских земаља које су испуниле све обавезе садржане у Поглављу 27.

Хармонизација националних регулатива са европским правним документима из ове области извршена је током 2004. године када су донета 4 кључна закона из домена животне средине, који обухватају тзв. *хоризонтално законодавство Републике Србије* о овој области:

- *Закон о заштити животне средине* (Сл. гласник РС бр. 135/2004, и бр. 95/2018),
- *Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину* (Сл. гласник РС бр. 135/2004 и 88/2010),
- *Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађења животне средине* (Сл. гласник РС бр. 135/2004 и 25/2015),
- *Закон о процени утицаја на животну средину* (Сл. гласник РС бр. 135/2004 и 36/2009).

Следећи талас усаглашавања националних правних докумената са европским законима из ове области био је 2009. године кад је донет тзв. *зелени пакет* који укључује 16 закона и подзаконских аката, односно националних стратегија и планова. Важно је напоменути да хармонизација закона мора бити праћена и развојем институционалних оквира који ће спроводити успостављене правне документе. Тако, протеклих година формирано је неколико агенција које се баве животном средином, имплементирајући у пракси донете законске прописе: *Агенција за заштиту животне средине* (задужена за сектор површинских и

подземних вода, односно за праћење квалитета водних ресурса), Агенција за енергетску ефикасност, Агенција за хемикалије, Агенција за заштиту од јонизујућег зрачења и нуклеарну сигурност, Инспекторат за заштиту животне средине и Фонд за заштиту животне средине и енергетску ефикасност.

Ипак, донесени законски и подзаконски акти не покривају сваки аспект и циљ који је потребно достићи у оквиру Поглавља 27, тј. приступних преговора са ЕУ. Што се тиче постизања доброг статуса подземних вода, а што је циљ имплементације Оквирне директиве о водама ЕУ, као главног ЕУ документа из домена вода, завршена је делинеација водних тела подземних вода, која је ушла у национални правни систем у оквиру Правилника (Сл. гласник РС, број 96/2010). На тај начин, издвојене су водне јединице чији се квалитативни и квантитативни статус разматра. Међутим, пропис који се тиче одређивања критичних вредности хемијских параметара подземних вода (енгл. *threshold values*) изнад којих се једно водно тело дефинише као водно тело лошег квалитативног статуса, није још увек донесен. Ова чињеница знатно отежава и успорава процес дефинисања квалитативног статуса подземних вода. Критичне вредности морају бити донесене на националном нивоу, имајући у виду геолошке, хидрогеолошке, геохемијске и др. факторе. Такође, истовремено важно је водити рачуна и о геогенетским факторима који имају утицаја на формирање хемијског састава подземних вода. Наиме, геогенетско порекло повишених концентрација одређених хемијских параметара мора се узети у обзир при дефинисању критичних вредности параметара квалитета подземних вода. Ипак, процес дефинисања статуса подземних вода може бити комплетиран и на основу поређења измерених вредности са максималним дозвољеним концентрацијама квалитативних параметара које се користе за пијаће воде. Овај стандард препоручује и ЕУ услед недостатка постојања утврђених критичних вредности.

Главна сврха примене предлога ЕУ и испуњења обавеза из Поглавља 27 тичу се постизања оптималног коришћења и очувања целокупне животне средине, што подразумева очување квалитета воде, ваздуха и природе, управљање отпадом, хемикалијама и буком, обезбеђење цивилне заштите и процена утицаја климатских промена на различите факторе животне средине. Циљеви које Србија треба да испуни у оквиру Поглавља 27 у склопу приступних преговора са Европском унијом су високи и захтевни, те је стога врло вероватно да ће за испуњење свих циљева Србија тражити одобрење дужих прелазних периода и померених рокова за спровођење и примену стандарда Европске уније у домену заштите животне средине. Поменуто су морале да примене и још неке земље у процесу преговарања, тако да би ово такође био пример примене „добре праксе“.

6 ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И РЕСУРСИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА ТЕРИТОРИЈЕ СРБИЈЕ

6.1 Осврт на досадашња истраживања и ниво истражености територије

Иако је водоснабдевања становништва главни вид коришћења подземних вода у Републици Србији, прва хидрогеолошка истраживања у нашој земљи, извршена у другој половини 19. века, обухватала су изучавања прво минералних и термоминералних вода. Истраживања су вршили како домаћи, тако и инострани стручњаци који су показивали велику заинтересованост за појаве термоминералних вода у Србији. Паралелно са овим истраживањима, вршило се бушење артеских бунара за потребе водоснабдевања, прво у Панонском басену, а затим и у оквиру Зајечарског, Крушевачког и Великоморавског басена. Нешто касније, крајем 19. века, врше се и прва фундаментална хидрогеолошка истраживања и отпочиње научно – истраживачки рад у области хидрогеологије у нашој земљи. Ова истраживања између осталих вршио је С. Радовановић, а објављивање његових резултата у монографији *„Подземне воде (издани, извори, бунари, терме и минералне воде)“* 1897. године представља почетак савремене хидрогеолошке науке код нас.

Осим изучавања хидрогеолошких карактеристика алувијалних и терцијарних наслага за потребе бушење бунара, на територији Србије изводе се и хидрогеолошка истраживања карстних терена. Истраживања карстних терена Србије изводио је Ј. Цвијић, почев од краја 19. века. Она су дала значајне резултате о подземној хидрографији и морфолошкој еволуцији карста, циркулацији воде, ерозији карста и другим карактеристикама подручја распрострањења карста у Србији. Својим истраживањима, Ј. Цвијић је поставио основе науке о карсту, не само у Србији, већ и у светским размерама, а самим тим и значајно допринео бржем развоју хидрогеолошке науке у Србији.

У периоду између два светска рата, развој хидрогеолошке науке базиран је искључиво на упорности и ентузијазму научника, који су својим индивидуалним истраживачким подухватима проширивали сазнања о хидрогеолошким приликама у Србији. Иако још увек нема систематског проучавања хидрогеолошких карактеристика терена у нашој земљи, значајне податке о подземним водама даје М. Луковић.

Хидрогеолошка наука највећи напредак доживљава након завршетка Другог светског рата, када се организују истраживања подземних вода пре свега за потребе водоснабдевања становништва у градским срединама. Овај период значајан је и по томе што геолошка наука, а самим тим и област хидрогеологије добија институционални оквир, оснивањем Савезног геолошког завода и формирањем школе за развој кадрова из области хидрогеолошке струке. Оснивањем Савезног геолошког завода стичу се услови и за прва систематска фундаментална истраживања из области хидрогеологије што је подразумевало регионална истраживања и истраживања за потребе креирања основне хидрогеолошке карте почетком шездесетих година прошлог века. У склопу основних истраживања у овом периоду, треба поменути израду хидрогеолошке карте на регионалном нивоу у размери 1:500.000, док је на нивоу Србије и Црне Горе израђена хидрогеолошка карта размере 1:200.000, као и карта минералних вода Југославије са каталогом. Израда хидрогеолошке карте вршена је у почетку на основу структурног типа порозности стена, а од 1989. год. израда се врши према хидрогеолошким својствима стенске масе, према упутству А. Шарина. Иако анахроно, поменуто упутство је и данас актуелно и по њему се врши израда основне хидрогеолошке карте, док је ново упутство за израду Основне хидрогеолошке карте у процесу усвајања. Међутим, из познатих разлога који су задесили нашу земљу крајем прошлог и почетком овог

века, до данас је реализовано свега неколико листова основне хидрогеолошке карте у размери 1:100.000, док је велики део територије Србије остао непокривен.

Са развојем хидрогеолошке науке и сазнања о хидрогеолошким карактеристикама терена Србије, шездесетих година 20. века отпочиње се са великим пројектима централизованог водоснабдевања градова и насеља, која су захтевала и значајна финансијска улагања. У зависности од хидрогеолошких карактеристика терена, питање водоснабдевања становништва се решавало бушењем бунара или каптирањем карстних врела. Међутим, систематска хидрогеолошка истраживања којима су решавани ови проблеми нису била заокружена оценом резерви и потенцијалом издани. Наиме, неретко се дешавало да експлоатациони капацитет премашује резерве подземних вода, што је већ након неколико година од почетка експлоатације резултирало регионалним опадањем нивоа подземних вода. То је посебно био случај у Војводини, где је већ седамдесетих година прошлог века дошло до регионалне депресијације нивоа подземних вода од 20-ак m, док је у неким градовима у централним и јужним деловима Србије долазило и до увођења рестрикција у испоруци пијаће воде.

Даље напредовање хидрогеолошке струке одвијало се и током осамдесетих година прошлог века, када се уз развој компјутерских техника дешава и развој научно – истраживачког и стручног рада инжењера хидрогеологије, како у земљи, тако и Ангажовањем на пројектима у иностранству, пре свега у земљама у развоју. У овом периоду, хидрогеолошка истраживања су нашла своје место при изради подлога за израду свих хидротехничких објеката, рударских радова и отварања копова, односно у области мелиорација земљишта, али у мањој мери. Таква ситуација била је актуелна све до почетка деведесетих година прошлог века, када је услед економске и политичке кризе у Србији, али и земљама бивше Југославије дошло до застоја у свим научним дисциплинама, па тако и у области хидрогеологије. Развој хидрогеолошке струке био је лимитиран, будући да су финансијска средства и истраживања минимизирана, док је и процес израде основне хидрогеолошке карте и планских и стратешких докумената такође био обустављен.

Почетак 21. века доноси нове законске прописе и документе у области вода, које усваја Европска унија. Главни документ који третира проблематику вода јесте Оквирна директива о водама (2000). Овај документ дефинише нови концепт управљања водним ресурсима кроз делинеацију водних тела подземних вода на територијима свих европских држава, спровођење мониторинга површинских и подземних вода и дефинисање квалитативног и квантитативног статуса површинских и подземних вода. На тај начин, хидрогеолошка струка добија нове циљеве које треба испунити, с обзиром на то да Република Србија као земља у процесу преговарања о чланству у ЕУ има обавезу хармонизације домаће законске регулативе из области вода са европским прописима. У истом периоду, Србија приступа европским организацијама које третирају управљање водним ресурсима великих речних сликова, а уједно и учествује у међународним пројектима које финансира Европска унија.

Основни предуслов за адекватно управљање водним ресурсима, што је основ концепта политике ЕУ ка водним ресурсима, јесте оцена биланса вода. У нашој земљи је средином прве деценије 21. века отпочела реализација групе националних стратешких пројекта којима је требало да се изврши оцена резерви подземних вода на територији Србије, утврди стање и установе услови заштите подземних вода и истраже могућности успостављања мониторинг мреже на целој територији. Националне стратешке пројекте су за потребе Министарства рударства и енергетике и Дирекције за воде Министарства за пољопривреду, трговину, шумарство и водопривреду Републике Србије заједнички имплементирали стручњаци

Департмана за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета, Института за водопривреду „Јарослав Черни“ и Геолошког института Србије. Главни циљ овог пројекта био је адекватна оцена ресурса и стања експлоатације изворишта водоснабдевања, дефинисање ресурса потенцијалних изворишта, затим оцена квалитета подземних вода и евидентирање постојећих и потенцијалних загађивача, као и њихов могући утицај на подземне воде. Главни резултат пројекта требало је да омогући свеукупно познавање статуса подземних водних ресурса на територији Србије. Пројекат је извођен фазно уз анкетирање и теренске обиласке изворишта подземних вода, формирање базе података, евалуације европске регулативе и хармонизације и усаглашавање домаћих правних прописа у области вода са европским правом и конципирања методологије прорачуна биланса подземних вода, што је био циљ пројекта. Концепт је подразумевао делинеацију билансних јединица подземних вода према унапред одређеним критеријумима. Нажалост, имплементација пројекта није доведена до краја, будући да је пројекат прекинут у завршној фази имплементације, те на тај начин није заокружен прорачун биланса свих билансних јединица на територији Србије.

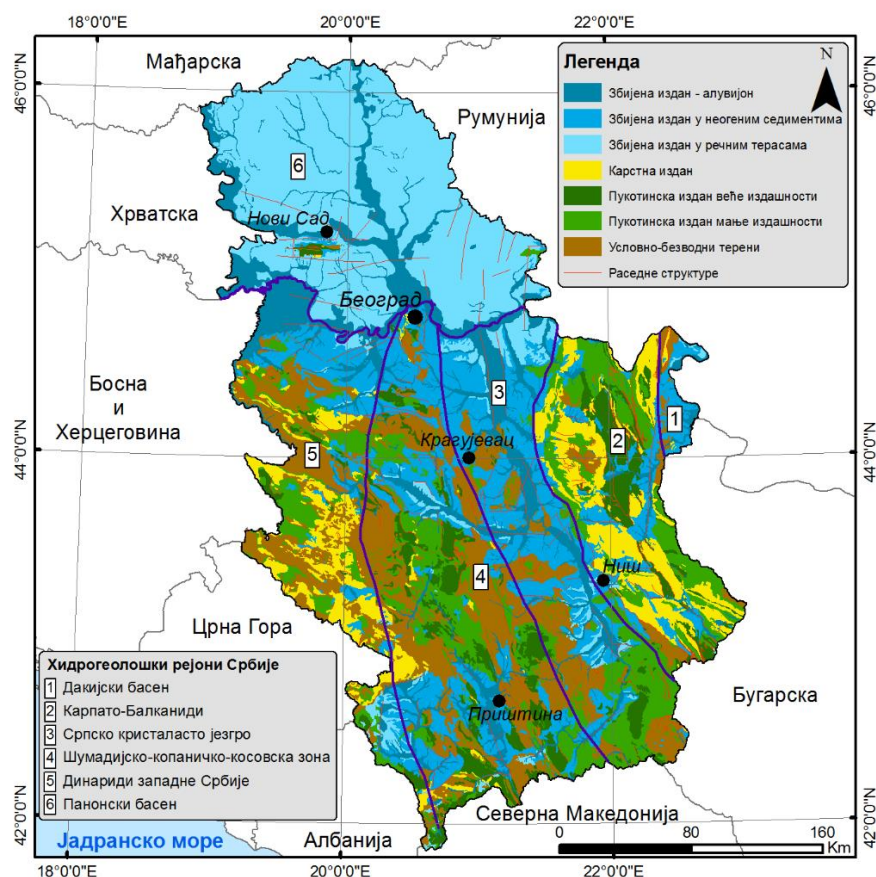
Група стратешких пројеката укључивала је и прикупљање свих расположивих фондовских материјала којима су располагале водеће институције. На основу прикупљених материјала може се закључити да се највећи број хидрогеолошких истраживања односио на решавање питања водоснабдевања становништва, тако да је овим истраживањима територија Србије релативно добро покривена. Мањи број истраживања односио се на изучавање минералних, термалних и термоминералних вода и геотермалне енергије, односно на режимска осматрања подземних вода.

Генерална оцена о хидрогеолошкој истражености територије Републике Србије може се дати на основу претходно наведених података. Тако, може се констатовати да су подземне воде Републике Србије недовољно истражене, посебно са аспекта режимских осматрања квалитета и квантитета, иако су подземне воде носиоци 75% укупног водоснабдевања становништва Србије. Ово је посебно важно и са аспекта испуњења услова према Европској унији, која захтева добро познавање водних ресурса да би се могло адекватно управљати њима.

Просторна хидрогеолошка истраженост Републике Србије је такође неравномерна, имајући у виду бољу истраженост подземних вода у оквиру алувијалних седимената, тј. збијених издани, док су нешто мање проучене подземне воде акумулиране у карстним и неогеним седиментима. То ће условити и податак да су северни део земље и алувијони већих река релативно добро проучени, источни и западни делови нешто мање, док су јужни делови Републике Србије најмање изучени.

6.2 Хидрогеолошка скица територије Србије и издвојена водна тела подземних вода

Република Србија се може сматрати земљом релативно богатом подземним водама, иако је њихова просторна дистрибуција неједнака. Најзначајније резерве подземних вода у Србији налазе се у кварталним (алувијалним и терасним) наслагама и неогеним седиментима интергрануларне порозности (северни и централни делови земље) и у планинским масивима изграђеним од карстификованих карбонатних стена мезозојске старости у западним и источним деловима (Слика 6.1.). Са друге стране, Шумадија и јужна Србија одликују се мањим резервама подземних вода акумулираним у оквиру стена палеозојске старости, затим магматским и метаморфним стенама, флишним наслагама јуре и креде, и дубљим седиментним комплексима (Стевановић & Докмановић, 2015).



Слика 6.1. Упрошћена хидрогеолошка карта Србије (према бази података Милановић *et al.* 2010)

Регионално гледано, подручје Панонског басена (северни део Србије) одликује се постојањем продуктивних слојева који су формиран за време плиоцена и квартара. Тако, на подручју Бачке и Баната заступљен је интергрануларни тип издани у оквиру неогених и кварталних седимената дебљине и до 4 500 m, док су најпродуктивније издани субартеског и артеског типа дубине до 230 m, што представља тзв. „Основни водоносни комплекс“. Карактеристично за ове издани је присуство органских материја, амонијака и арсена, који имају геогенетско порекло, будући да су слојеви на већој дубини заштићени од антропогених утицаја. Алувијони већих река у подручју Панонског басена акумулирају велику запремину воде која обезбеђује несметано водоснабдевање становништва овог региона. Тако, издани интергрануларног типа формиране у алувијону Дунава обезбеђују снабдевање водом становништво и индустрију Новог Сада и околине, где се захвата око 2 m³/s. Значајне количине воде налазе се и у дебелим алувијалним седиментима Дрине у Мачви, док алувијалне насlage Саве узводно од Београда достижу дебљину од 20 до 30 m, где је и формирано извориште за водоснабдевање главног града са укупним капацитетом од 4 - 5 m³/s, (Димкић *et al.* 2011).

Источни и западни делови Србије са хидрогеолошког аспекта су интересантни јер садрже значајне просторе под карстом, који могу акумулирати велике количине воде. Тако, југозападни део Србије припада геотектонској јединици Унутрашњих Динарида и са хидрогеолошког аспекта најзначајније стенске масе су карстификовани кречњаци тријаске старости, а особина овог рејона јесте присуство офиолитских комплекса јурске старости и ултрамафитских стена који у одређеним деловима рејона прекривају кречњаке. Стевановић (1995) у овом хидрогеолошком рејону издваја укупно 14 регионалних лежишта подземних вода. Овај хидрогеолошки рејон одликује се и постојањем неколико снажних карстних врела, од којих чак 11 је минималне издашности веће од 1 000 l/s (Крешаћ, 1984; Стевановић, 1995), а највеће међу њима је Перућачко врело са издашношћу између 0,45 и 10 m³/s. Нека већа

врела која се налазе у овом хидрогеолошком рејону јесу (Стевановић & Докмановић, 2015): врело Орловац (Јадарска зона); Сушичка и Врутачка врела (масиви Таре и Златибора); Клак, Бучје, Сељашница, Сопотница (масиви Златара, Бабина и Јадовника); врело Вапе, Сјеничко врело, врело Рашке, Вучково врело (Пештерска висораван); Радавац (врело Белог Дрима), Исток, Врбничко врело, Коришко врело (Метохијска котлина).

Западни део Србије који такође припада овом хидрогеолошком рејону, садржи изоловане кречњачке оазе, међу којима је најзначајнији Лелићки карст, површине око 300 km², који се дренира преко врела Пакље, Градац, Петница и Кључ. Осим карстног типа издани, интергрануларни и пукотински тип издани има своје распрострањење у овом рејону, али у знатно мањем обиму. Интергрануларни тип везан је за локалне водотоке и обично су слабе издашности, док је пукотински тип издани везан за серпентините и перидотите Златибора и Дивчибара, где издашност може бити и неколико литара у секунди.

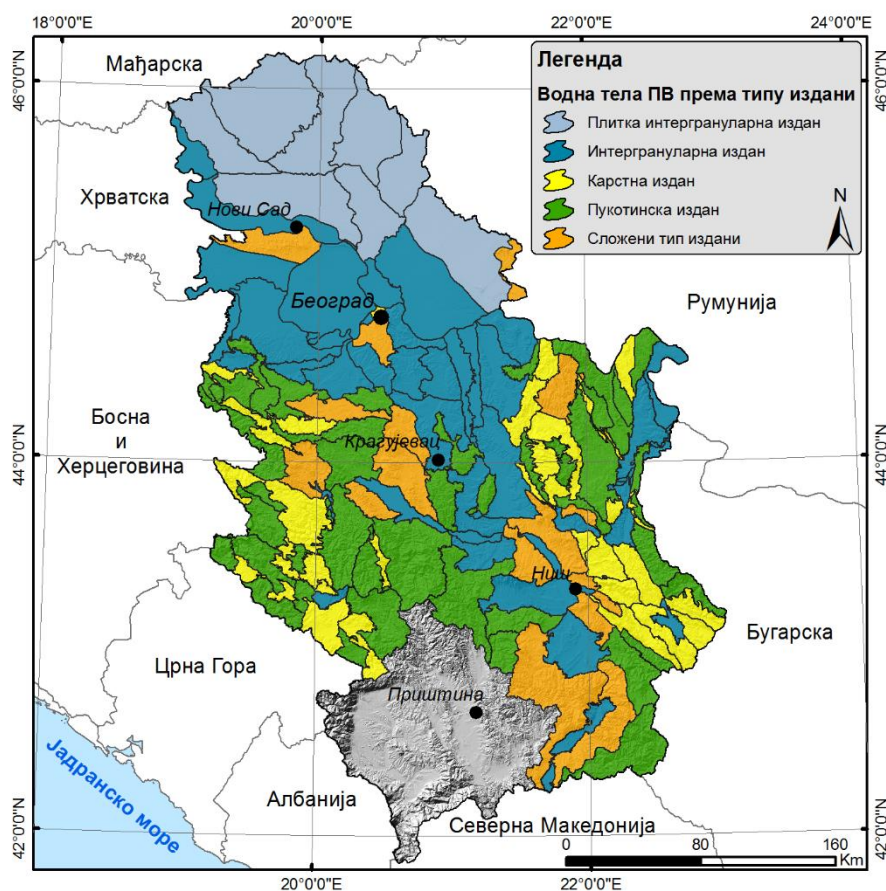
Регион источне Србије припада хидрогеолошком рејону Карпато – балканида, где је са хидрогеолошког аспекта најзначајније распрострањење карстификованих стенских маса горњејурске и доњокредне старости. Значајне количине које могу бити акумулиране у овим теренима махом су искоришћене за водоснабдевање становништва. Стевановић (1991; 1995) издваја 16 регионалних лежишта подземних вода I реда у карсту источне Србије, која додатно садрже 70 локалних лежишта II реда. Овај хидрогеолошки рејон обухвата велики број карстних врела различите издашности, од којих чак 16 има регистровану минималну издашности већу од 100 l/s. Најјаче врело у овом хидрогеолошком рејону јесте врело Млаве, које је узлазног типа и настаје на контакту кредних ургонских кречњака и базалног дела терцијарне серије Жагубичке котлине. Издашност врела Млаве варира од 0,25 до 14,8 m³/s, а само врело је некаптирано (Стевановић, 1991; Ристић, 2007; Милановић, 2010). Осим Млаве, следећа врела су такође значајна: Крупајско врело, Врело Црнице у Сисевцу, Врело Црног Тимока, Радованско врело, Врело Мрљиш, Бељевинска врела (лежиште Кучај – Бељаница); Крупац (Модро око), Белопаланачко врело, врело Мокра, врело Дивљана, Љуберађа (слив Нишаве и Лужнице); Сињи вир, Крупачка врела код Пирота и врело Кавак (источни део Карпато-балканида). Осим карстне издани, у овом хидрогеолошком рејону присутан је и збијени тип издани у алувијалним седиментима речних токова, од којих су најзначајнији алувијони Нишаве и Белог Тимока. Осим захватање воде бунарима, ови седименти могу имати улогу и у вештачком прихрањивању подземних вода, као што је случај на изворишту „Медијана“ где се врши вештачко прихрањивање подземних вода инфилтрационим басенима, израђеним у алувијону Нишаве (Димкић *et al.* 2011)

Централни делови Србије разликују се од источних и западних делова због различитих геолошких карактеристика терена. Наиме, централни део Србије припада Српском кристаластом језгру и Шумадијско – копаоничко – косовској зони, према хидрогеолошкој рејонизацији. У овим рејонима, најзначајнији водни ресурси везани су за алувијоне великих река – Дунава, Велике, Лужне и делом Западне Мораве, чија дебљина може варирати од 6 до 60 m.

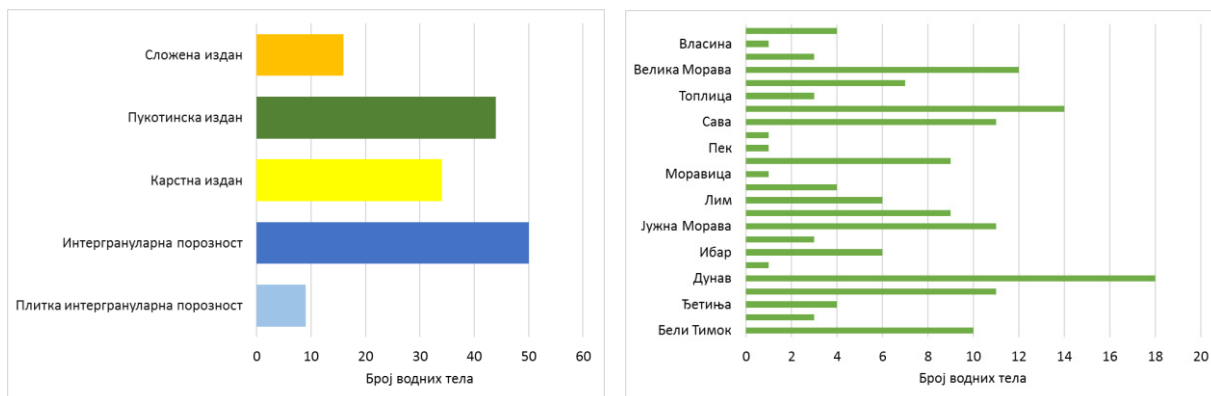
Хидрогеолошке карактеристике Србије биле су основ за делинеацију водних тела подземних вода у нашој земљи. Водна тела подземних вода подразумевају одређену запремину воде која се налази у једној или више издани. Овај термин успостављен је почетком 21. века од стране Европске уније, која је предложила да све истраживачке активности које се врше у оквиру изучавања подземних вода треба свести на јединицу водног тела. То значи да оцену биланса и пројекцију мониторинга подземних вода треба дати за свако водно тело. Такав приступ садржан је у свим законским документима Европске уније који се тичу водних ресурса и који су обавезујући за државе чланице, док земље које су у процесу преговарања о чланству, такође

имају обавезу да испуне исте захтеве. Тако је и Србија прихватила обавезу делинеације водних тела подземних вода, што је у првој итерацији и учињено већ 2004. године. Наиме, те године је извршена прелиминарна делинеација водних тела подземних вода на основу доступних публикованих и фондовских материјала и експертске процене, па је тако прва итерација обухватала 67 подземних водних тела (Ђурић *et al.* 2004). Поменута прва итерација обухватала је водна тела најмање површине од 50 km², па је тако издвојено 18 индивидуалних и 17 група водних тела у карсту, затим 16 водних тела и 2 групе водних тела у оквиру кварталних седимената (алувијони, речне терасе, глацијални седименти), 1 водно тело и 12 група водних тела у неогеним седиментима и 1 водно тело у оквиру пукотинског типа издани (Стевановић, 2011).

Након прве итерације, број водних тела је повећаван у складу са препорукама Водича о идентификацији водних тела и Оквирне директиве о водама, односно Европске Комисије. Тако је друга итерација обухватала 208 водних тела, да би коначан број појединачних водних тела подземних вода у Републици Србији био редукован на 153. Тај број је ушао и у званичан национални правни систем у домену вода као *Правилник о утврђивању водних тела површинских и подземних вода* (Сл. гласник 96/10), где су водна тела површинских и подземних вода приказана са називом, кодом, површином терена коју обухватају, типом издани који је доминантан (*интергрануларна I, карстна K, пукотинска P, сложена S*) и припадајућем речном сливу. Концепт делинеације водних тела подземних вода подразумевао је покривеност целокупне територије Србије, тј. нису посебно издвајане површине терена без воде, већ су безводни делови терена додељивани одговарајућем водном телу као придружени (алогени) део слива. Такође, делинеација водних тела није покрила територију АП Косово и Метохија. Приказ просторног распореда водних тела подземних вода у Србији дат је на слици 6.2, док је припадност одређеном типу издани и речном сливу дата на дијаграму 6.3.



Слика 6.2. Просторна дистрибуција водних тела подземних вода у Републици Србији (без КиМ) према припадајућем типу порозности



Слика 6.3. Графички приказ броја водних тела ПВ према припадајућем типу издани (лево); Број водних тела подземних вода у Републици Србији (без КиМ) према припадајућем речном сливу (десно)

Важно је истаћи неопходност нове делинеације водних тела подземних вода у будућем периоду, имајући у виду да су након првобитне делинеације уочене одређене грешке, које се највише тичу погрешног додељивања водних тела речним подручјима. С обзиром да је процес делинеације итеративни процес који би свакако требало проверавати и побољшавати након одређеног периода, ова препорука је у складу са предлозима ЕУ.

6.3 Коришћење подземних вода у Србији за водоснабдевање и друге намене

Подземне воде су, због свог значаја, један од најважнијих природних ресурса који постоје у нашој земљи. Ове воде, као интегрални део целокупних водних ресурса представљају важан фактор свакодневног живота становника Србије, с обзиром на то да се велики део становништва снабдева пијаћом водом управо преко бушених бунара у водоносним срединама са интергрануларном порозношћу или преко каптираних карстних врела. Осим експлоатације за потребе водоснабдевања и још увек мањим делом наводњавања (Dimkić *et al.* 2007), подземне воде се, зависно од типа и карактеристика, користе и за флаширање или као минералне и термалне воде у балнеологији, односно геотермалне као природни извор енергије.

Стевановић & Докмановић (2015) наводе специфичности подземних вода у односу на друге природне ресурсе, које се огледају у :

- **Изузетном значају** будући да представљају услов егзистенције човека, али и услов привредног развоја и урбанизације;
- **Недовољној истражености**, посебно у нашој земљи и
- **Обновљивости ресурса** током једног хидролошког циклуса.

Процењује се да у целокупном водоснабдевању пијаћом водом становништва Србије, подземне воде учествују са око 75%. На подручју Војводине искључиви вид водоснабдевања становништва је коришћење подземних вода, док само у Косовском басену доминира снабдевање водом из површинских акумулација. У централној Србији учешће површинских вода (акумулације и речни токови) у водоснабдевању је око 10% (Стевановић & Докмановић, 2015). За наведене потребе, највише се користе интергрануларне издани са слободним нивоом формиране у алувијонима великих река, тзв. основни водоносни хоризонт на подручју Војводине (Поломчић *et al.* 2011), односно карстне издани у западним, југозападним (Динариди) и источним (Карпато-балканиди) деловима Србије (Стевановић, 1995), док се поред њих користе и збијене издани под притиском у неогеним басенима централне Србије.

Проценат учешћа подземних вода у укупном водоснабдевању становништва растао је упоредо са порастом сазнања о хидрогеолошким карактеристикама Србије и развојем хидрогеолошке струке код нас. Самим тим, покривеност становништва Србије централизованим системима водоснабдевања била је пропорционална степену хидрогеолошке истражености наше земље, па је тако у Србији после Другог светског рата јавним водоводима било обухваћено само око 10% становништва. Тај проценат се до 1975. год. повећава на 55% укупног становништва, да би до средине осамдесетих година прошлог века већ око две трећине становништва било обухваћено централизованим системом водоснабдевања.

Када је реч о укупним количинама подземних вода које се користе у Србији за потребе водоснабдевања, треба истаћи да се и даље користе подаци стари четврт века, будући да процеси билансирања подземних вода и оцене експлоатационих капацитета нису заокружени. Стога, имајући у виду значај подземних вода у водоснабдевању становништва Србије, неопходна је адекватна валоризација ресурса, како би се они могли успешно и рационално експлоатисати у складу са концептом одрживог развоја. У пројекту израђеном 1995. године од стране стручњака Института за водопривреду „Јарослав Черни“ под називом „Информације о снабдевању водом становништва Србије – стање и непосредни задаци“, наводи се да укупне количине вода које се користе за водоснабдевање у Србији износе годишње око $750 \times 10^6 \text{ m}^3$, од чега су подземне воде око $580 \times 10^6 \text{ m}^3$. Од тог броја, око $430 \times 10^6 \text{ m}^3$ су подземне воде из различитих водоносних средина (најчешће алувијалне) које се захватају помоћу водозахватних објеката - углавном бунара, док се око $145 \times 10^6 \text{ m}^3$ захвата са каптажа извора (Стевановић & Докмановић, 2015). Табела 6.1 приказује издашности изворишта подземних вода у Републици Србији према типу порозности.

Табела 6.1. Издашност изворишта подземних вода у Републици Србији (без КуМ) (l/s) (Стевановић & Докмановић, 2015)

Подручје	Алувијални наноси	Основни водоносни комплекс (Војводина)	Неоген	Карстна издан	Пукотинска издан	Σ
Бачка и Банат	1 454	3 570	431	0	/	5 455
Срем, Мачва, Сава / Тамнава	6 974	340	506	30	/	7 850
Централна Србија	2 585	/	845	430	/	3 860
Источна Србија	620	/	60	1 711	/	2 391
Југозападна Србија	242	/	140	1 614	/	1 996
Западна Србија	1 051	/	60	397	17	1 525
Σ	12 926	3 910	2 042	4 182	17	23 077

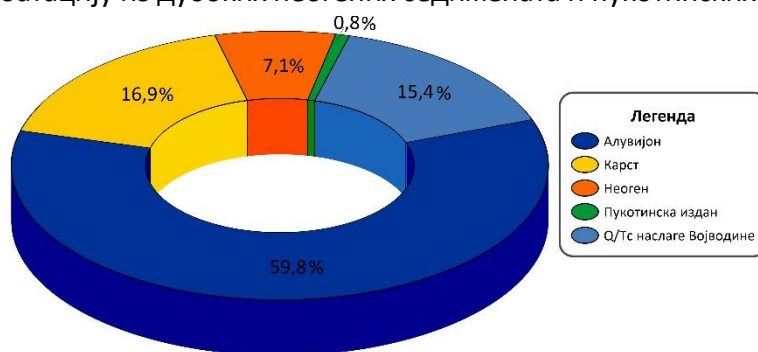
Нешто ниже вредности наводе се у тренутно актуелној Стратегији управљања водама на територији Републике Србије коју је за потребе Министарства пољопривреде и заштите животне средине израдио Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ током 2015. године. Поменуте вредности су наведене у Табели 6.2.

Табела 6.2. Захваћене количине воде и изворишта јавног водоснабдевања, по водним подручјима (према подацима Стратегије управљања водама на територији Републике Србије, 2015)

Водно подручје	Захваћена вода 2012. год.		Тип изворишта воде за пиће у %	
	l/s	$\times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$	Површинске	Подземне
Бачка и Банат	3 785	119,36	0	100
Београд	7 146	225,35	45	55
Доњи Дунав	1 379	43,48	17	83
Морава	7 026	221,61	41	59
Сава	1 433	45,18	19	81
Срем	833	26,27	0	100
Србија (без КиМ)	21 602	681,25	31	69

Као што се може видети из претходних табела, подземне воде се користе за водоснабдевање становништва практично у сваком делу Србије. Тако, за потребе снабдевања Новог Сада, Јагодине, Параћина, Новог Пазара, Пријепоља, Бора и др. користе се искључиво подземне воде (Поломчић *et al.* 2011), док се површинске воде користе за водоснабдевање становништва Ужица, Врања, Лесковца, Крушевца. Комбиноване системе који укључују коришћење и површинских и подземних вода имају Ниш, Београд, Зајечар, Ваљево и др. Тако, нпр. водоснабдевање Ниша се обавља комбинованим захватањем карстних подземних вода на неколико врела (Крупач, Љуберађа, Мокра, Дивљана) и вештачким прихрањивањем интергрануларне издани реке Нишаве на изворишту Медијана (капацитета $Q = 600 \text{ l/s}$). Са друге стране, Београдско извориште каптира подземне воде из алувијалних седимената Саве преко великог броја бушених цевастих бунара и 99 бунара са хоризонталним дренажним типа Рени.

Процентуална заступљеност типова издани у водоснабдевању становништва Србије је неједнака, имајући у виду и неравномеран распоред геолошких средина у којима су подземне воде акумулиране. С обзиром на велико распрострањење алувијалних седимената, али и релативно лак начин експлоатације бушењем бунара, највећи проценат искоришћености има збијени тип издани у оквиру алувијона великих река (Слика 6.4). Ту се налазе и највећа изворишта подземних вода у нашој земљи – Београдско извориште у алувијону реке Саве ($Q = 4\,700 \text{ l/s}$), и извориште за водоснабдевање Новог Сада у алувијону Дунава (изворишта Петроварадинска Ада, Штранд и Ратно острво, $Q = 1\,500 \text{ l/s}$). Затим, доминантни тип издани је карстни, будући да одређен број градова у источној (Ниш, Параћин, Бор, Ћуприја, Зајечар, Пирот, Књажевац) и западној Србији (Прибој, Пријепоље, Нови Пазар, Сјеница, Нова Варош, Ваљево, Косјерић) каптира карстна врела за потребе водоснабдевања. Тренутно у систему централизованог јавног водоснабдевања постоји око 70 изворишта формираних у карстној издани са укупним минималним капацитетом од $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$. На крају, нешто мањи проценат односи се на експлоатацију из дубоких неогених седимената и пукотинских издани (Слика 6.4).



Слика 6.4. Процентуална заступљеност типова издани у водоснабдевању становништва Србије подземним водама (према подацима Стевановић & Докмановић, 2015)

Проблеми експлоатације подземних вода заступљени су и у оквиру интергрануларног и у оквиру карстног типа издани. На одређеним извориштима подземних вода у оквиру интергрануларног типа издани, проблем је релативно брзо старење експлоатационих бунара, које се огледа у инкрустацији и биолошкој и механичкој колматацији бунарске конструкције, али и колмирању речног дна чиме се смањује прихрањивање издани. Све поменуто доводи до смањења резерви подземних вода, што се директно огледа у смањеном експлоатационом капацитету бунара. Са друге стране, проблеми код изворишта формираних у карстним изданима огледа се у смањеним експлоатационим капацитетима изворишта током летњих месеци, када су потребе највеће. То се дешава из разлога што су најчешће захваћене само природно истекле количине подземних вода на врелу, које се даље дистрибуирају потрошачима након третмана. Овај проблем се на више локалитета може решити регулацијом карстне издани.

Да би се подземне воде могле користити и у будућем периоду, рационална експлоатације у складу са концептом одрживог развоја је неопходна. За тако нешто, потребно је прво детаљно се упознати са расположивим количинама подземних вода, тј. оценом њиховог биланса. Како је раније наведено, услед недостатка адекватних података, и даље се користе подаци из Водопривредне основе Србије о потенцијалним резервама подземних водних ресурса у износу од $108 \text{ m}^3/\text{s}$ са вештачким прихрањивањем, односно $67,5 \text{ m}^3/\text{s}$ без вештачког прихрањивања. Од наведеног броја, две трећине су воде из алувијона, тј. збијеног типа издани, преко 20% су подземне карстне воде, нешто испод 10% из основног водоносног комплекса Војводине, док остатак од 5% чине подземне воде неогених комплекса и пукотинских система (0,3%). Ипак, неки новији подаци из некомплетираних стратешког пројекта говоре да 31 билансна јединица колико их је укупно издвојено у оквиру пројекта, акумулира $470 - 570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{год}$, што је само онај природно обновљиви део ресурса подземних вода, док је количина вода коју је могуће захватити из алувијона значајно већа (Група аутора, 2011).

Стевановић & Докмановић (2015) наводе да се најпродуктивнија лежишта подземних вода у Србији могу очекивати на подручјима Мачве, долине Саве до ушћа у Дунав, приобаља Дунава до Голупца, Кучајско – Бељаничког масива, Суве планине, Таре, Метохијске котлине, долине Велике Мораве и др. Процењује се да би се, уз услов вештачке инфилтрације, односно регулације режима истицања, из подручја Мачве могло захватити и до $10 \text{ m}^3/\text{s}$, из алувијона Саве до $20 \text{ m}^3/\text{s}$, из карстне издани Карпато-балканида преко $10 \text{ m}^3/\text{s}$, а из алувијона Велике Мораве у зони ушћа (Годомин) око $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Стевановић & Докмановић, 2015). Такође, ове вредности подземних вода би се могле искористити и за водоснабдевање становништва осталих насеља којима би се дистрибуирала вода из регионалних изворишта.

Од осталих видова коришћења подземних вода, неопходно је навести да се подземна вода користи и за потребе индустрије, за наводњавање, флаширање, али и као минерална, термална и термоминерална вода и геотермална енергија. Индустријска производња значајно се смањила од почетка деведесетих година прошлог века, што је у директној вези и са њеним потребама у води. Аутори *Стратегије управљања водама на територије Републике Србије* наводе податак да се током 2008. године за потребе индустрије користило око $136 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$, што директно указује на смањење индустријске производње, будући да се ради о количини воде мањој него раније. Тенденција опадања индустријске производње се показала као тачна, будући да је потреба за индустријском водом у 2012. год. била још мања – око $90 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Табела 6.3). На овом месту је важно истаћи да целокупна количина воде није искључиво из подземља, већ се одређене количине воде добијају и преко јавних водоводних система, али и експлоатацијом површинских вода.

Табела 6.3. Захваћене количине воде за индустрију на територији Србије (према подацима Стратегије управљања водама на територији РС)

Извориште	Године		
	2008	2010	2012
	x 10 ³ m ³		
Јавни водовод	22 360	15 826	17 326
Сопствени водозахват	Подземне воде	31 324	28 374
	Површинске воде	82 017	64 744
Укупно	135 701	108 944	89 425

Што се тиче квантификације количина подземних вода које се користе за индустрију пива, прехранбену индустрију и др., процена је да је она на нивоу од око 700 l/s (Група аутора, 2015). Такође, подземне воде се користе и за потребе хлађења и преноса топлотне енергије у термоелектранама у износу од око 2 500 x 10³ m³/год.

Осим за потребе индустрије, подземне воде се користе и за потребе мелиорације пољопривредних земљишта. У Србији се наводњава око 86 000 ha, а укупне количине вода које се користе за наводњавање износе око 141 x 10⁶ m³/год, од чега су 90% површинске, а остатак од 10% подземне воде (Група аутора, 2015). Поменутих 10% се експлоатише највише из бунара који каптирају тзв. прву издан.

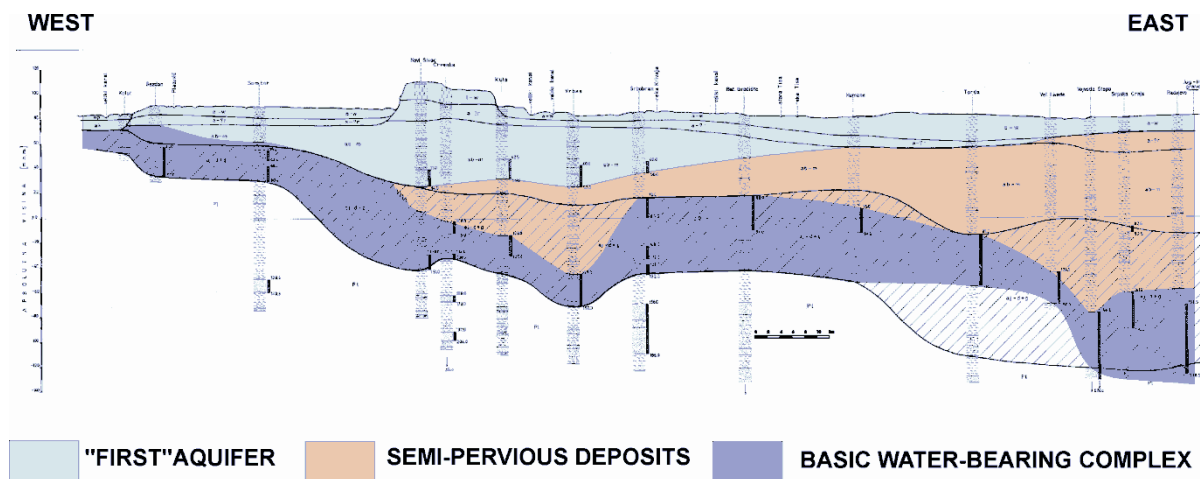
С почетка 21. века, подземне воде у нашој земљи почеле су интензивно да се користе и за потребе флаширања. Најчешће се флаширају минералне и маломинерализоване воде. У Србији постоји око 40 изворишта подземних вода за флаширање минералних и маломинерализованих вода, а највише су лоциране у централној, западној и јужној Србији. Поломчић *et al.* (2011) наводе податак да је 2010. године на тржиште пласирано око 635 x 10⁶ литара флашираних вода, а да газирани минералне воде учествују са око 72% у укупној реализацији флашираних вода у Србији, док остатак од 28% заузимају негазиране флаширане воде.

На крају, важно је споменути искористивост подземних вода и у бањске и балнеолошке сврхе, односно за грејање и/или хлађење грађевинских објеката, што је посебно интензивовано последњих година. Наиме, истраживањем субгеотермалних ресурса, тј. вода температуре испод 30° C, добијене су велике количине топлих вода које се могу користити при топлификацији објеката, али и за потребе бањског туризма.

6.4 Генерални квалитет подземних вода у Србији

Квалитет подземних вода генерално је условљен типом стена у којима је акумулирана, односно геохемијским процесима који владају при интеракцији воде и стене. Осим тога, дубина залегања, брзина водозамене и други фактори утичу на степен растварања стена, а самим тим и на минерализацију подземних вода. Другим речима, геогенетски фактор игра пресудну улогу у формирању хемијског састава и квалитета подземних вода у нашој земљи.

Познато је да је основни водоносни комплекс у Војводини носилац водоснабдевања пијаћом водом становништва и индустрије. То су слојеви чија дубина варира (Слика 6.5.) и који у повлати могу имати плиће водоносне слојеве или пак водонепропусне седименте изграђене од глине.



Слика 6.5. Типски хидрогеолошки профил кроз основни водоносни комплекс у Војводини („Ј. Черни“, 2006)

Подземне воде основног водоносног комплекса у Војводини могу имати високе концентрације органских материја и појединих микрокомпоненти хемијског састава, као што су садржаји гвожђа, арсена, органских материја али и укупне минерализације који могу вишеструко превазилазити максималне дозвољене концентрације (Хајдин, 2014). То се посебно може приметити на подручју средњег и северног Баната где неповољни хидрогеохемијски услови лимитирају експлоатацију подземних вода. Стевановић & Докмановић (2015) наводе да проблем квалитета подземних вода може бити изражен и у средњој Бачкој, који се огледа у повишеним концентрацијама органских материја, арсена, гвожђа и мангана. Такође, исти аутори истичу да су у зони Тисе и западној Бачкој подземне воде оптерећене и екстремно повишеним концентрацијама органских материја. Плиће издани оптерећене су антропогеним утицајима, те се скоро уопште не користе за потребе водоснабдевања. Наиме, у одређеним деловима алувијона доњег тока Велике Мораве код Пожаревца, неконтролисано испуштање отпадних вода и пољопривредна активност условила је постојање високих концентрација нитрата у подземним водама, које су захтевали хидротехничке мере регулације изворишта пијаће воде.

Проблем са којим се суочавају корисници подземних вода алувијона великих река јесте рапидно опадање нивоа подземних вода, што је посебно изражено у Војводини. Наиме, неадекватна експлоатација као резултат вишедеценијског захватања подземних вода у количини већој од оне која се обнавља и спора водомена условиле су знатно опадање пијезометарског нивоа. То је посебно изражено у Банату и Бачкој где је депресијација подземних вода најизраженија и која износи локално око 20 метара.

Подземне воде акумулиране у неогеним седиментним комплексима одликују се повишеном минерализацијом услед залегања на већој дубини, али и затворенијим хидрогеолошким структурама, са спорим обнављањем. Садржај гвожђа и мангана у подземним водама неогених издани обично је нешто нижи од садржаја у подземним водама плитких, алувијалних интергрануларних издани.

Подземне воде карстних издани важе за воде најбољег квалитета и оптималног хемијског састава. Ове воде су најчешће без боје, укуса и мириса, док им температура може варирати у зависности од локалних геолошких и климатских услова. Карстне подземне воде су најчешће маломинерализоване, а садржај основних јона, као и микрокомпоненти хемијског састава по правилу је у границама законских норматива за пијаће воде (Стевановић, 1995). При каптирању и дистрибуцији подземних вода из карста, обично је у склопу третмана потребно урадити само

основно хлорисање, у циљу елиминације бактериолошких загађења, на шта карстне подземне воде нису имуне. Такође, проблем који се може јавити при експлоатацији карстних подземних вода јесте замућење. Овај феномен обично се јавља након интензивних кишних епизода када наиласком поплавних таласа почиње да истиче знатна количина подземних вода која носи са собом суспендовани материјал. Међутим, овај проблем траје најчешће 1 до 2 дана, након чега се квалитет вода враћа у првобитно стање. Важно је напоменути да је карстна издан генерално слабо заштићена од антропогених утицаја и подложна је лакој загађењу подземних вода са површине терена. Међутим, предност је што су карстни масиви на којима се врши прихрањивање обично слабо насељени, тако да карст ипак успева да амортизује нежељене антропогене утицаје.

Квалитет подземних вода у оквиру изворишта за водоснабдевање је у надлежности Министарства здравља и Републичког завода за јавно здравље и њених регионалних Завода за јавно здравље. Такође, сваки водовод је у обавези да врши проверу хемијског, бактериолошког квалитета сирове и третиране воде на дневном нивоу.

Систематско праћење квалитета подземних вода тренутно је у надлежности Агенције за животну средину, док мониторинг још могу вршити и индивидуални правни субјекти који захватају воду. Међутим, сви ови подаци се нажалост не обједињују. Такође, изражена је и диспропорција у мониторингу подземних вода интергрануларних и неогених и карстних издани, које се слабо осматрају. Постоји нада да ће се обим и број локација мониторинга подземних вода повећати и интензивирати након завршетка пројекта *Оперативни мониторинг подземних вода*.

7 СТАЊЕ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА У СРБИЈИ

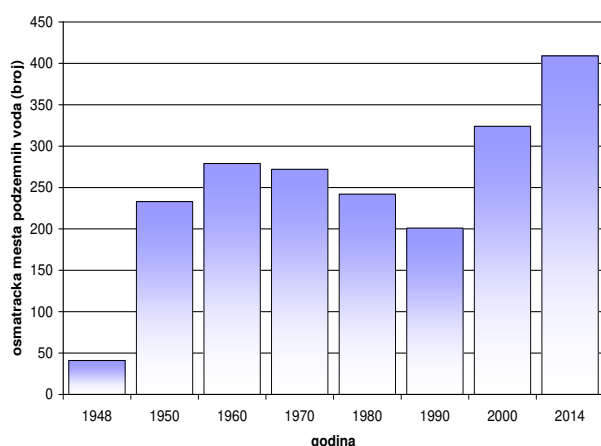
7.1 Историјат мониторинга подземних вода Републике Србије

На територији Србије прва систематска осматрања режима подземних вода започињу одмах након II Светског рата на станицама за осматрање подземних вода, које су успостављене 1947. године одлуком Савезне управе хидрометеоролошке службе ФНР Југославије (Стевановић & Докмановић, 2015). На 41 осматрачкој локацији отпочело се са праћењем режима подземних вода током 1948. године, а већ 1950. године је број осматрачких станица био 233, односно 1960. године чак 279 (Слика 7.1.).

У периоду од 1961-1990. године најалост долази до гашења и укидања одређених осматрачких станица, тако да 1990. године број осматрачких пијезометара опада на свега 201. Након 1990. године осматрање подземних вода у систему Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ) поново добија на значају. Број обновљених и нових пијезометара се увећава и до 2014. године се удвостручује и износи 409.

Просторно посматрано станице су формиране искључиво у алувијонима већих река и изданима формираним у оквиру кварталних наслага у Војводини (Слика 7.2.). Што се тиче сливних површина, национална мрежа станица територијално покрива простор Велике, Западне и Јужне Мораве, Колубаре, Млаве, Мачве, Косова и Метохије и Војводине.

Уколико посматрамо просторни положај пијезометара, може се рећи да на нешто више од 20% водних тела постоји успостављена одговарајућа осматрачка мрежа. Тачније речено, на само 34 од укупно 153 издвојених водних тела (по Правилнику из 2010. године) постоје пијезометри за праћење нивоа подземних вода (Слика 7.3). Ако посматрамо густину осматрачких објеката по водном телу, може се констатовати да је веома различита (Слика 7.4. и 7.5.). Тако на пример 9 водних тела има у просеку преко 5 осматрачких објеката на 100 km². Насупрот овоме 13 водних тела, што износи 38%, има 0,5 до 0,177 пијезометра на 100 km², што чини 1 објекат на 200 односно на 500 km² (Стевановић & Докмановић, 2015).



Слика 7.1. Укупан број осматрачких станица подземних вода у времену (Стевановић & Докмановић, 2015)



Слика 7.2. Територијални приказ покривености Републике Србије мрежом хидролошких станица за осматрање режима подземних вода (подаци РХМЗ)

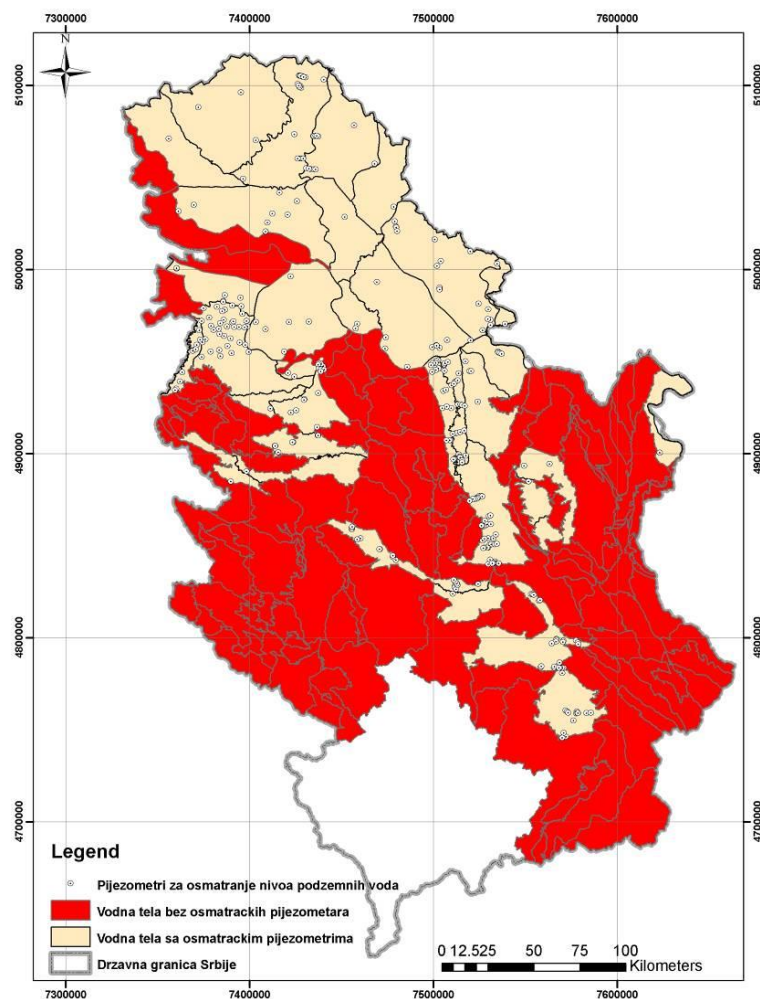
Табела 7.1. Водна тела у оквиру којих се врши осматрање нивоа подземних вода са бројем осматрачких објеката по водном телу (подаци РХМЗ)

РБ	Водно тело - ВТ	површина Ф ВТ (km ²)	бр*	бр**	бр*/Ф	бр**/Ф
1	Северозападна Бачка - прва издан	1232,43	5	1	246	1232
2	Телечка - прва издан	2643,55	11	3	240	881
3	Горња Тиса - прва издан	1772,02	30	4	59	443
4	Северни Банат - прва издан	1545,78	19	3	81	515
5	Средња Бачка - прва издан	2068,06	16	3	129	689
6	Доња Тиса - прва издан	1099,78	5	1	220	1100
7	Средњи Банат - прва издан	1013,72	3	0	338	
8	Југозападни Банат - прва издан	2228,19	16	2	139	1114
9	Вршачке планине	257,63	2	1	129	258
10	Југоисточни Банат - прва издан	2298,93	25	3	92	766
11	Београд - десна обала Саве	179,68	7	2	26	90
12	Панчевачки рит	413,74	4	1	103	414
13	Неготин Кладово - алувион	462,86	4	1	116	463
14	Кличевац	604,28	4	1	151	604
15	Костолац	1005,37	4		251	
16	Кучај и Бељаница	726,52	2	2	363	363
17	Велика Морава алувион - лева обала	468,26	27	3	17	156
18	Велика Морава алувион - десна обала	429,31	28	3	15	143
19	Левач	718,98	2	1	359	719
20	Велика Морава неоген - југ	1321,17	38	3	35	440
21	Кучај - запад	288,06	1	1	288	288
22	Јужна Морава неоген - север	1153,38	21	3	55	384
23	Лесковац - неоген	914,31	22	2	42	457
24	Расина	497,41	1	1	497	497
25	Западна Морава - алувион	588,04	21	3	28	196
26	Мачва - ОВК	763,41	40	3	19	254
27	Колубара - неоген	656,57	10	4	66	164
28	Ваљево	542,81	6	2	90	271
29	Лелић - карст	306,83	1	1	307	307
30	Љиг	565,82	1	1	566	566
31	Лозничко поље	243,88	11	2	22	122
32	Повлен	322,37	1	1	322	322
33	Западни Срем - плиоцен	1172,92	11	2	107	586
34	Источни Срем - плиоцен	2248,99	10	1	225	2249
	УКУПНО	32755,06	409	34		

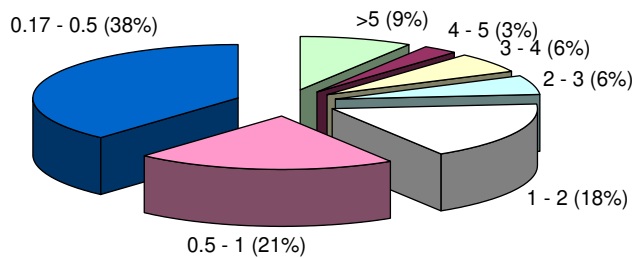
Напомена

*укупан број осматрачких објеката за осматрање нивоа подземних вода по водном телу

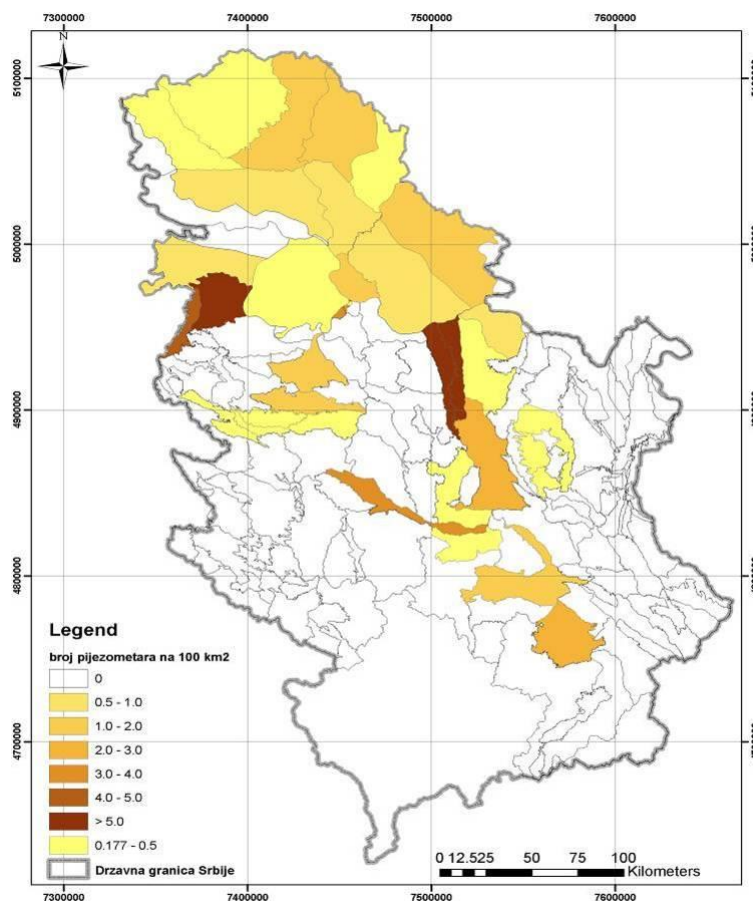
**укупан број осматрачких објеката за осматрање квалитета подземних вода по водном телу



Слика 7.3. Покривеност водних тела осматрачким објектима (Стевановић & Докмановић, 2015)



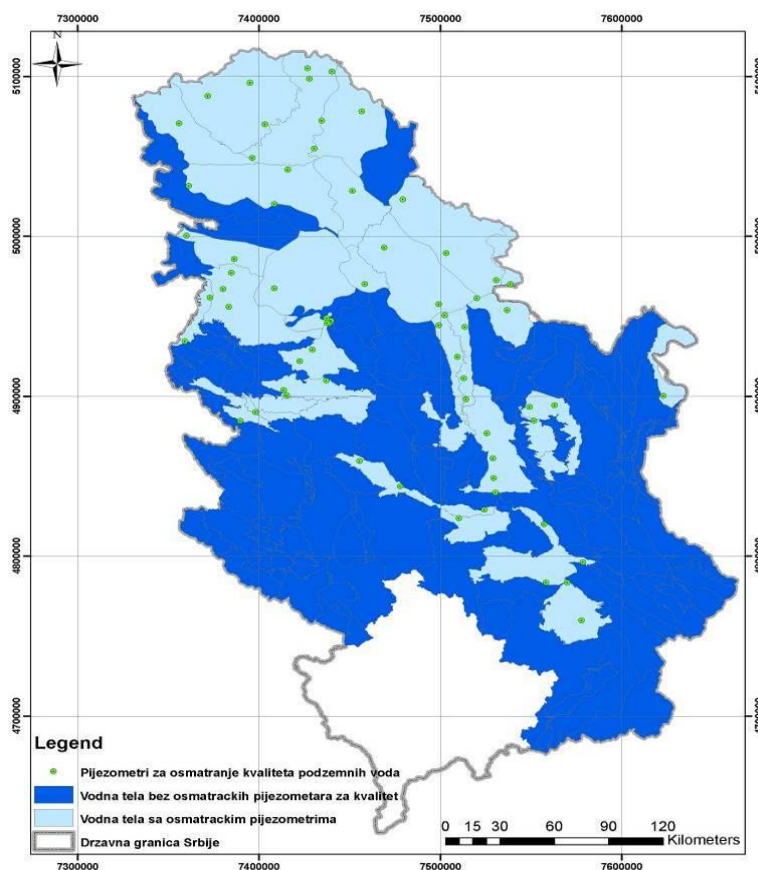
Слика 7.4. Процентуално учешће водних тела са бројем пијезометара на 100 km² (Стевановић & Докмановић, 2015)



Слика 7.5. Водна тела издвојена по броју осматрачких објеката на 100 km² (Стевановић & Докмановић, 2015)

Мониторинг квалитета подземних вода

Упоредо са успостављањем режима осматрања промена нивоа подземних вода, на осматрачким пунктовима отпочиње да се врши и мерење температуре подземних вода. Треба напоменути значајност 1968. године када почиње узимање узорака подземних вода за испитивање квалитета на 35 станица (пијезометара). Од 1969. године па до 2014. овај број је био доста променљив и кретао се од минималних 34, па до максималних 84 станица (табела 7.1.). Тренутно се квалитет подземних вода прати тако да су овим објектима покривена 32 водна тела (Стевановић & Докмановић, 2015). У оквиру два водна тела у оквиру којих је успостављен осматрачки режим нивоа подземних вода не врши се осматрање промена квалитета подземних вода у времену. То су ВТ Костолац и ВТ Средњи Банат - прва издан (табела 7.1, колона 5). Просторни положај пијезометара у оквиру водних тела, а у којима се прати промена квалитета подземних вода дати су на слици 7.6.



Слика 7.6. Покривеност водних тела осматрачким објектима (пијезометрима) за потребе праћења квалитета ПВ (Стевановић & Докмановић, 2015)

Мониторинг количина вода истеклих из карстних издани

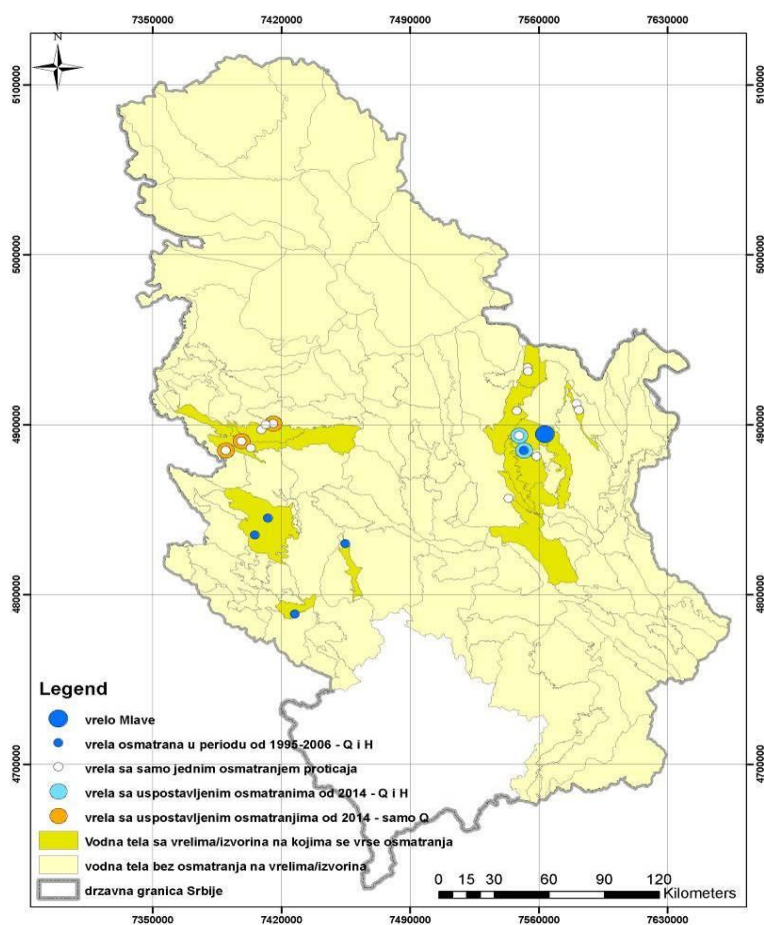
Поред осматрања подземних вода формираних у оквиру интергрануларног типа порозности, без обзира на значајност резерви подземних вода у изданима другог типа порозности (на првом месту карстне), у протеклом периоду било је веома мало осматрања или мерења није било уопште.

Врело Млаве је прво карстно врело на коме су успостављена режимска осматрања количина истеклих вода (Слика 7.7). У профилу в. с. Жагубица, на овом врелу су још 1949. године успостављена режимска осматрања водостаја, а након 1966. се отпочело и са хидрометријским мерењима, односно одређивањем количина истеклих вода овог врела. Поменута мерења и осматрања на овом врелу се до данашњег дана врше без прекида.

Средином 90-тих година 20. века покреће се идеја да се отпочне осматрање на још неким значајнијим врелима односно отпочиње се са хидрометријским мерењима на још 19 врела (Стевановић et al., 2015). Обухваћена су (Слика 7.7.):

1. врело Бања у селу Ракова Бара,
2. Шумеће врело у селу Ракова Бара,
3. Мијуцковића врело у селу Крепољин,
4. Крупајско врело у селу Милановац,
5. Бело врело у селу Рудна Глава,
6. врело Лешје у селу Лешје,
7. Стружничко врело у селу Рудна Глава,
8. Повленско врело у селу Брезовица,

9. врело Скрапеж у селу Маковиште,
10. врело Гвоздац у селу Гвоздац,
11. Петничко врело у селу Петница,
12. врело Градац у селу Богатић,
13. Андрића врело у селу Равни,
14. Толишничко врело у селу Толишница,
15. Гостиљско врело у селу Гостиље,
16. врело Вапе у селу Градац,
17. Велико врело у селу Стрмостен,
18. врело Пећина у селу Дегурић и
19. врело Клисуре у селу Стрмостен.



Слика 7.7. Карстна врела на којима су се вршила или се врше мерења водостаја и протицаја (Стевановић & Докмановић, 2015)

На 14 врела је извршено само једно хидрометријско мерење. На преосталих 5 (Велико врело, врело Вапе, Толишнице, Гостиљско и Андрића врело) у овом периоду је поред редовних хидрометријских мерења, 1995. године успостављено и свакодневно осматрање водостаја (Слика 7.7.). У периоду од 2004-2006. година се и на ових 5 поменутих врела прекинуло са свим врстама осматрањима и мерења. До 2014. године је и даље се вршило мерење водостаја и протицаја само на једном врелу, врелу Млаве.

Током 2014. године успоставља се осматрање режима количина истеклих вода на још 5 врела, и то:

- у источној Србији: Крупајско врело и Велико врело која дренирају Бељаницу и на којима се осматра и водостај и врше хидрометријска мерења у циљу успостављања зависности $Q = f(H)$, и
- у западној Србији: Петничко врело, врело Гвоздац и Повленско врело. Иако је на сва три врела постављена водомерна летва, ни на једном врелу није пронађен осматрач који би за потребе праћења режима промена нивоа истеклих вода вршио свакодневно осматрања промене нивоа. На сва три врела се врше повремена хидрометријска мерења.

Осим осматрања које врши РХМЗ горе поменута, и бројна друга врела била су предмет повремених мерења или праћења режима издашности. Осматрања за потребе разноврсних студија, дисертација или наменских пројеката коришћења или одбране водних ресурса су вршена најчешће од стране Геолошког завода Србије, Рударско-геолошког факултета, или водопривредних организација и корисника подземне воде.

7.2 Мрежа и објекти актуелног мониторинга подземних вода, период 2015-2020. година

Мониторинг подземних вода (ПВ) на територији Републике Србије (РС), Према постојећим сазнањима, може да се сагледа преко следећих чиниоца:

- Осматрања режима нивоа (и, до скоро, квалитета) ПВ кроз мрежу станица Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ);
- Осматрања режима нивоа ПВ, у функцији праћења утицаја насталог изградњом две бране на Дунаву: ХЕ “Ђердап 1” и ХЕ “Ђердап 2”;
- Осматрања режима нивоа ПВ који је у надлежности ЈП „Воде Војводине“, по линији праћења утицаја мелиоративног система Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) и дела изворишта подземних вода;
- Подаци о квалитету ПВ које прикупља Републичка Агенција за заштиту животне средине (АЖС) који се дистрибуирају ЕИОНЕТ-у (Европској мрежи за информисање и осматрање животне средине), а у оквиру сарадње Србије са Европском агенцијом за животну средину (ЕЕА), чији је ЕИОНЕТ сервис-партнер;
- Подаци о квалитету ПВ изворишта за водоснабдевање које прикупљају регионални Заводи за јавно здравље (РЗЈЗ) на територији РС;
- Подаци са мониторинг пунктова који су оформљени током реализације радова на изради Основне хидрогеолошке карте (ОХГК) Србије (1:100.000);
- Подаци о праћењу режима експлоатације (нивоа, издашности, квалитета) ПВ на постојећим извориштима за водоснабдевање становништва, индустрије и друге намене ресурса ПВ, који су прикупљени у Дирекцији за воде РС или у оквиру евиденције МРЕ по линији одбрањених Елабората о резервама ПВ. Део евиденције и архиве одбрањених Елабората (за подручје Војводине), у надлежности је покрајинског Секретаријата.

Мониторинг у надлежности РХМЗ

На подручју Србије, од 153 водних тела подземних вода колико је издвојено приликом делинеације, квантитативни статус се одређује на мањем броју водних тела, на око 1/5. Мрежом осматрачких станица подземних вода покривено је дакле само 31 водно тело подземних вода. Такође, на неким водним телима или нема довољно станица, или нису просторно равномерно распоређене у оквиру водних тела, што додатно утиче на могућност утврђивања квантитативног статуса. Квантитативни статус водних тела подземних вода

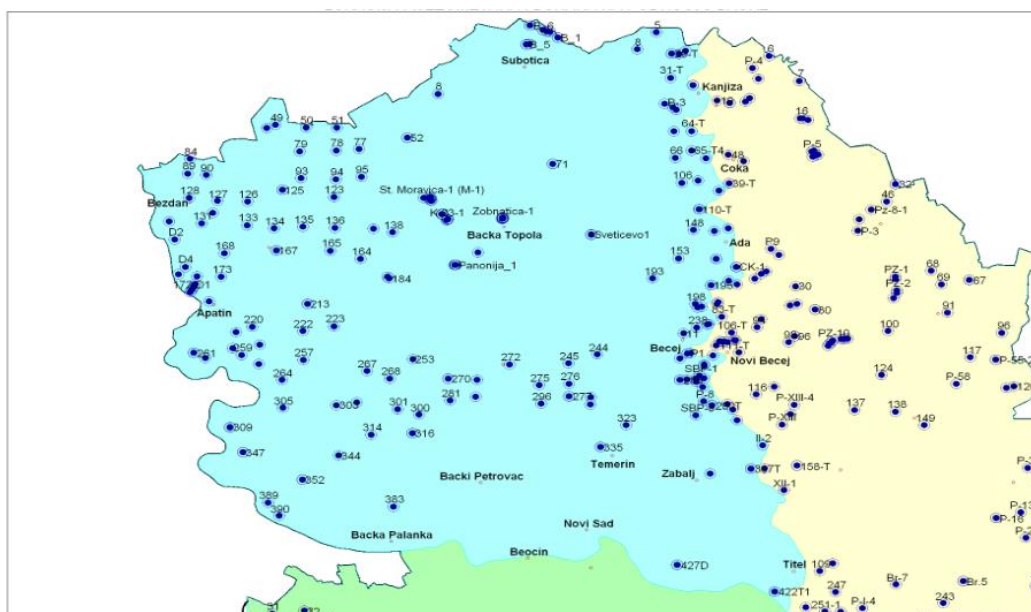
одређује се само на основу вредности нивоа подземних вода, док остали параметри који су предвиђени Правилником, недостају. Пре свега недостају подаци о количинама подземних вода тј. о количини захваћене подземне воде путем бунара, као и издашностима каптираних врела и извора. У процесу одређивања квантитативног статуса водних тела подземне воде, РХМЗ примењује критеријум који за добар статус подразумева да је „на више од 70% површине водног тела средњи ниво подземне воде виши од критичног нивоа процењеног на основу тромесечног вишегодишњег минимума нивоа“ (Сл. гласник РС, 74/2011).

Мониторинг у надлежности ЈП „ЂЕРДАП“

Систематска осматрања нивоа и, делимично, квалитета подземних вода прве издани спроводе се од стране ЈП „Ђердап“, а мерења су примарно у функцији праћења величине успора и евентуалних нежељених последица (и благовремене заштите): мелиоративних површина, насеља, као и контроле функционисања дренажних система) изазваних изградњом брана и хидроелектрана „Ђердап 1“ и „Ђердап 2“. Мерења у оквиру овог система се врше 15-дневно, ажурирају тромесечно и архивирају у већ оформљене базе података. Такође, врше се осматрања квалитета на 25 објеката, 3 пута годишње, и то по следећим параметрима: температура, рН, Е_h, угљендиоксид, алкалитет, амонијак, гвожђе, кисеоник, хлориди, сулфати, нитрати, калијум, магнезијум, агресивност (CO₂), тврдоћа, калцијум, натријум, манган, органске материје, суви остатак, док се реализује и мониторинг квантитета преко краткотрајних степ-тестова црпења одабраних објеката (3х3 сата црпења), на оквирно 50 објеката годишње.

Мониторинг у надлежности Јавног водопривредног предузећа „Воде Војводине“

На слици 7.8. дат је графички приказ пијезометара и бунара на подручју Војводине, који су под надлежношћу ЈП „Воде Војводине“, односно, под непосредном надлежношћу локалних/регионалних водопривредних предузећа. Динамика осматрања нивоа подземних вода је два пута месечно.



Слика 7.8. Део пијезометарске мреже под ингеренцијом ЈП Војводина воде - Бачка, северни и средњи Банат (из фондовске документације ЈП Војводина Воде)

Мониторинг у надлежности Републичке агенције за заштиту животне средине

Квалитативни мониторинг (хемијског статуса) ПВ је од скора у пуној надлежности Агенције за заштиту животне средине. На основу расположивих података, мониторинг квалитета је 2016. године спроведен на укупно 56 мониторинг објеката, 2017. године на 53 објеката, као и 2018. године. Подаци осматрања, који се достављају и ЕИОНЕТ су доступни на веб-сајту Агенције: <http://www.sepa.gov.rs>.

Мониторинг квантитета и квалитета који су вршиле друге институције

Кроз реализацију групе стратешких пројеката, „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије“ (2006.-2011.) године извршена су обимна анкетирања на извориштима за водоснабдевање Србије, чији капацитети износе више од 50 l/s. Анкетом од око 170 питања обухваћене су карактеристике и начин функционисања изворишта, а значајан део се односио на организацију мониторинга на извориштима: врсте режимских осматрања, учесталост и начин спровођења квантитативног и квалитативног мониторинга подземних вода. Подаци који су прикупљени архивирани су у посебно креирану базу података.

7.3. Оцена стања

Мониторинг ПВ у Србији није у потпуности функционалан и није у складу са начелима, стандардима и (оквирним) техничким условима имплементације, који су садржани у ОДВ и неколико прописа ЕУ, укључујући и „ћерку директиву“ (2006), а потом и у одговарајућој националној легислативи и планским документима.

Одсуство интегративности. Мониторинг ПВ, посебно квантитативног статуса, односно, нивоа ПВ, спроводи се од стране неколико субјеката, али до сада није успостављена њихова међусобна функционална сарадња, иако за то постоји логичан основ, с обзиром да се ради о државним или регионалним јавним предузећима или заводима (РХМЗ, ЈП „Ђердап“, ЈП Војводина воде). А слична је ситуација и у погледу мониторинга квалитета подземних вода, где не постоји јасно утврђен оквир за сарадњу регионалних завода и института за јавно здравље са републичким Институтом за јавно здравље или Агенцијом за заштиту животне средине.

(Не)покривеност територије. Према Уредби о утврђивању Годишњег програма мониторинга статуса вода за 2016. годину, у надлежности РХМЗ-а је било укупно 375 мерних станица, којима је просторно „покривено“ 31 водно тело подземних вода од укупно 153, колико их је издвојено на територији РС. На другој страни, на, оквирно, 1/3 „покривених“ тела ПВ, налази се и по више од 10 осматрачких станица.

Мониторинг подземних вода у надлежности РХМЗ спроводи се само за тзв. „прву издан“, конкретно за алувијалне издани дуж токова већих река, са изузетком Војводине и Мачве, где се местимично осматра и прва (збијена) издан формирана у млађим језерским наслагама.

У Србији постоји (незванична процена) више од 700 изворишта за јавно водоснабдевање, а ту су и корисници ПВ за потребе мелиорација пољопривредног земљишта, флаширање вода, рекреативни и балнео-туризам, топлификацију и др. Према нашим сазнањима, непосредни корисници ПВ, барем у пракси, немају стриктно дефинисану обавезу праћења и извештавања

о квантитативном и квалитативном статусу изворишта ПВ, односно, ресурса који користе/троше.

Квалитативни мониторинг (хемијског статуса) ПВ, који је од скора у пуној надлежности Агенције за заштиту животне средине (АЖС), спроводи се на малом броју пунктова у односу на број издвојених тела ПВ, али (као и код квантитативног мониторинга) законска обавеза мониторинга квалитета непосредних корисника ПВ, може и треба да произведе и много бољу покривеност територије РС и рационализацију мониторинг мреже подземних вода Републике Србије.

Може се, на крају, констатовати и то да мониторинг квантитета (нивоа) на постојећим осматрачким мрежама ПВ, барем до скора, суштински није био у функцији очувања и одрживог развоја ресурса ПВ, већ је имао превасходно (пратећу) хидролошку функцију, тј. сагледавање утицаја високих водостаја река на околно земљиште. Основни недостатак је већ поменуто одсуство интегралног приступа. Мониторинг квалитета који спроводи АЖС још увек је скромног обима, а као и код квантитативног мониторинга, основни задатак треба да буде интегрисање свих непосредних корисника вода у систем националног мониторинга вода.

8 НЕОПХОДНЕ ПОДЛОГЕ ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ПРОЈЕКТА

Основне подлоге које су коришћене за реализацију пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ биле су следеће:

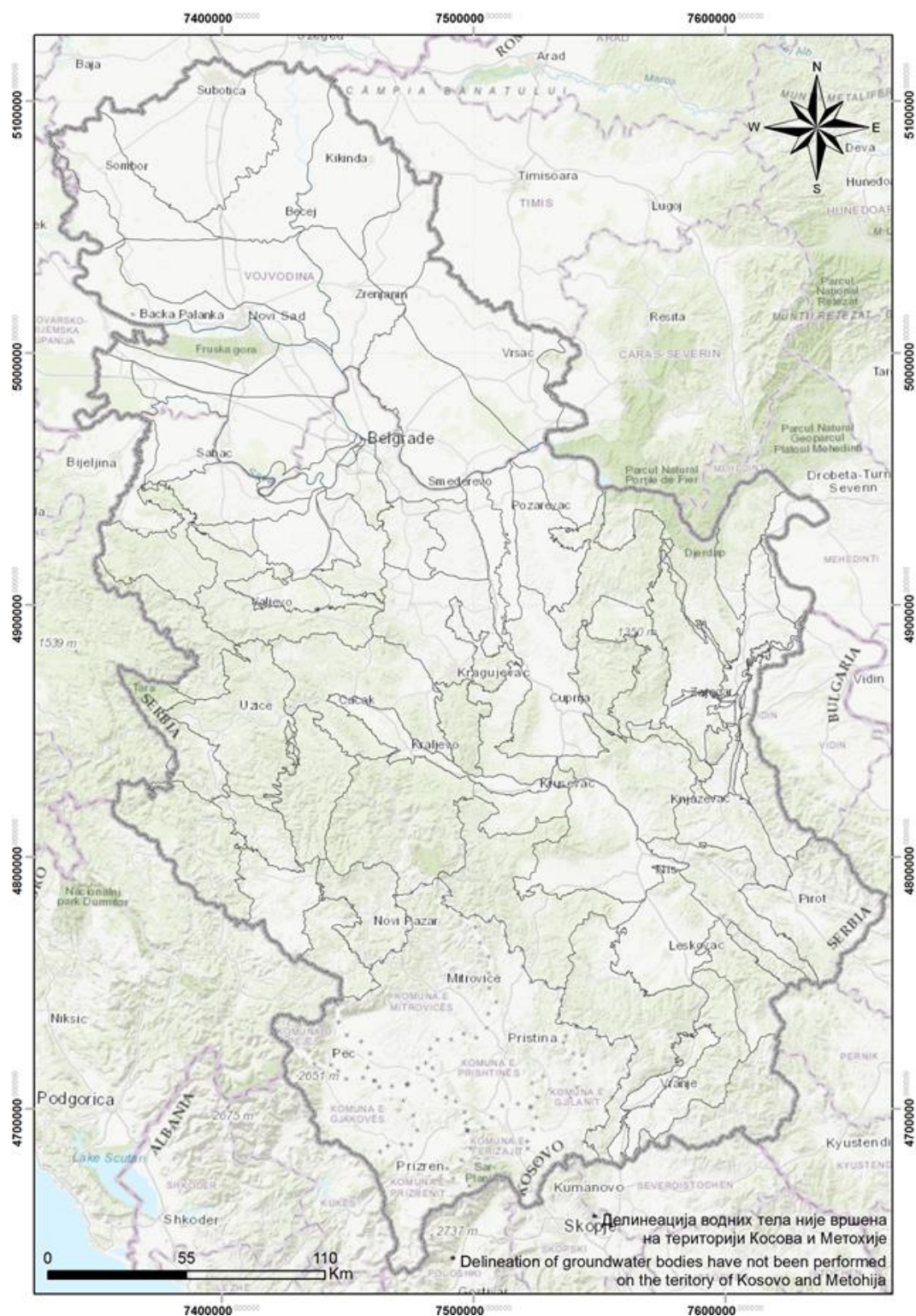
1. **Хидрогеолошка карта територије Републике Србије**, формирана током реализације пројекта „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије“ (2006-2011), која је била једна од непосредних подлога за израду *Карте угрожености подземних вода РС*, проистекле из истог пројекта

Хидрогеолошка карта територије РС формирана је током реализације пројекта „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије“ (2006-2011)“ и коришћена је као једна од основних подлога за формирање Карте угрожености ПВ. Анализом геолошке карте СФРЈ размере 1:500.000, која је коришћена као основна подлога, одређене су и издвојене зоне/контуре са различитим типовима хидрогеолошких карактеристика (Хидростратиграфски концепт). По завршетку дигитализације комплетног подручја Србије и са дефинисаним атрибутима, издвојени су полигони на основу којих је аутоматски генерисан и класификован терен, а за потребе лакшег уочавања зона различитих хидрогеолошких карактеристика.

2. Издвојена водна тела подземних вода на територији Србије

Основна подлога која је коришћена при одабиру репрезентативних мониторинг тачака била је карта водних тела подземних вода (Слика 8.1.). Правилник о утврђивању водних тела површинских и подземних вода донет је на основу подлога које је израдио Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ и објављен је у „Службеном Гласнику РС“ (бр. 96/2010). Треба истаћи да је делинеација водних тела подземних вода у Србији вршена у више итерација. Прва је извршена 2004. у склопу активности ICPDR које је такође координирао Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ (Ђурић *et al.* 2004). Том приликом издвојено је укупно 67 ВТ и Група ВТ. Касније, у анализама Института за водопривреду „Јарослав Черни“ и радним материјалима презентираним у стратешком пројекту Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије (2006-2011), број ВТ порастао је на 208, да би поновним анализама и поменути Правилником био ограничен на 153. Она су приказана у Правилнику, са називом, кодом, површином терена коју обухватају, типом издани који је доминантан (интергрануларна - **I**, карстна - **K**, пукотинска - **P**, сложена - **S**) и припадајућем речном сливу.

Процес груписања водних тела подземних вода извршен је у оквиру имплементације „Пројекта проширења мреже станица подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015). Груписање је извршено у циљу рационализације будуће пројектоване мониторинг мреже, а у складу са захтевима и предложеним концептом садржаним у ОДВ.



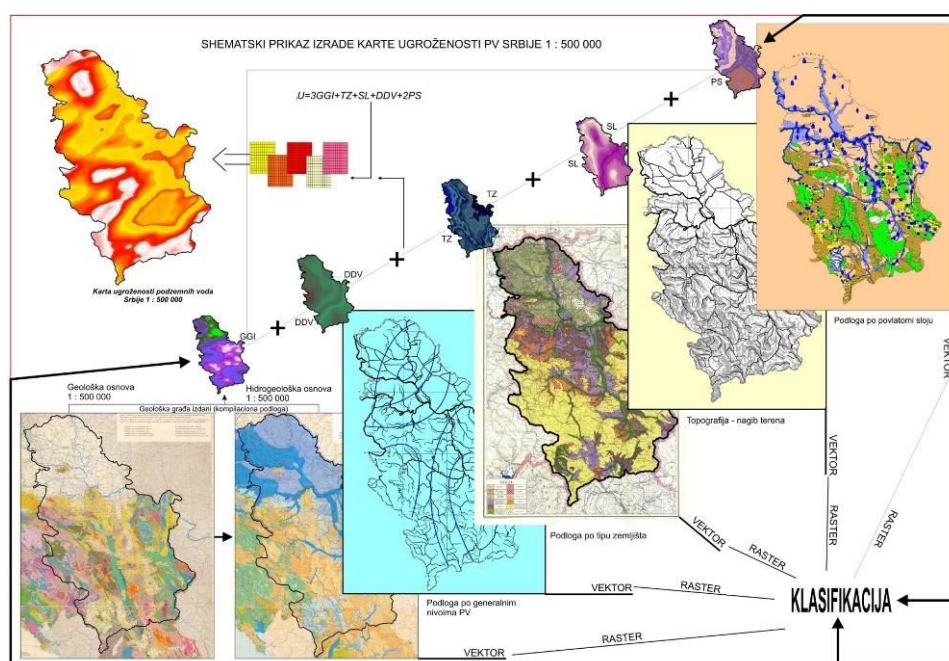
Слика 8.1. Карта група водних тела подземних вода Републике Србије

3. Карта угрожености (природне рањивости) подземних вода Републике Србије, формирана током реализације пројекта „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије“ (2006-2011)

Оцена и израда одређених подлога о рањивости (подземних вода) издани, представља неопходну основу за планирање и управљање подземним водним ресурсима у погледу њихове заштите, процене ризика од загађења, као и предузимање превентивних мера у погледу очувања квалитета подземних вода.

Карта рањивости подземних вода Србије рађена је по „компилационој“ методи названој ИЗДАН (Милановић С. *et al*, 2010), а по основним параметрима које карта садржи и то: инклинација (нагиб терена) – Инфилтрација, Земљиште односно педолошки слој – горњи покривач, Дебљина повлатног слоја – геолошка средина која се налази изнад водоносног слоја, Аквифер – хидрогеолошке карактеристике терена, Ниво подземне воде – односно дубина до нивоа подземне воде од површине терена (Анекс 6).

До финалног модела израде карте угрожености на регионалном нивоу каква је карта угрожености подземних вода Србије, дошло се кроз израду концептуалног модела, његовог прилагођавања и каснијег усвајања као модел за израду финалне карте. Формирање концептуалног модела (Слика 8.2.) као предложеног развојног модела за израду карте угрожености 1:500.000 базирано је на одабиру оног броја података који својим карактеристикама (подацима) могу да генерално репрезентују угроженост подземних вода Србије у тој размери.



Слика 8.2. Концептуални модел израде карте рањивости подземних вода Србије

Дефинисање рањивости подземних вода укључује комбиновање неколико тематских карата од изабраних физичких чинилаца у једну карту која одређује различите области осетљивости подземних вода на природне и вештачке утицаје. У случају регионалног сагледавања проблематике и израде карте, извучене су оне подлоге које генерално кроз поступак њиховог сабирања могу да у најбољој мери прикажу осетљивост терена на загађење у регионалним оквирима. Израда карте рањивости издани Србије је заснована на процени и приказу више параметара који се мењају у некој области у функцији од природног окружења. Примена параметарских метода везана је и за одређен степен субјективности при одређивању вредности параметара и њихових тежинских коефицијената. Стога, анализа осетљивости омогућава да се прецизније утврди утицај сваког од разматраних параметара и његов тежинских коефицијент у примењеној методи.

Ефективни тежински фактор показује реални утицај појединачних параметара на индекс угрожености. Често је веома лако уочити да један од фактора за одређену геолошку подлогу има највећу ефективну тежину, што указује да овај фактор највише утиче на укупну рањивост подземних вода. Број параметара коришћени за потребу израде карте угрожености Србије

дефинисан је кроз оптимизацију и сагледавање, и садржи пет елемената. Подлоге-елементи коришћени при изради карте угрожености подземних вода Србије, који се садрже у акрониму речи **ИЗДАН** су:

- Фактор **И** - утицај нагиба терена на инфилтрацију
- Фактор **З** - утицај врсте земљишта и вегетационог покривача
- Фактор **Д** - односи се на дебљину повлатног слоја
- Фактор **А** - односи се на аквифер односно хидрогеолошке карактеристике терена
- Фактор **Н** - односи се на ниво подземне воде тј. на дубину до нивоа подземне воде

Да би се добио одговарајући индекс угрожености у размери 1 : 500.000 било је потребно дефинисати потребан ниво улазних података тј. одговарајућих подлога које ће у довољној мери репрезентовати сваки засебан слој, а самим тим и индекс рањивости. Како је битна покривеност основним карактеристикама комплетног истраживаног подручја - Србије, ниво подлога се своди на минимум улазних података генералног карактера који су доступни у облику подлога-карата растерског или векторског облика. Релативни тежински коефицијенти показују утицај сваког појединачног параметра на рањивост подземних вода. На основу разматрања утицаја појединих фактора, може се констатовати да геолошке односно хидрогеолошке карактеристике имају највећи утицај. Компарацијом појединих делова терена на којима је примењена наведена методологија одређивања рањивости и уважавајући специфичности регионалног приступа усвојене су почетне вредности тежинских коефицијента, као и образац по коме су постављени прави односи у формирању излазне карте. При томе, највећи тежински фактор додељен је типу издани (фактор А – Аквифер). Предложени прорачун индекса угрожености у "првој итерацији" приказан је у табели 8.1.

А крајњи индекс $У_{P500}$ – (угроженост подземних вода 1 : 500 000) - uY је приказан у наредном обрасцу.

$$uY = I \cdot 1 + Z \cdot 1.5 + D \cdot 2 + A \cdot 3 + N \cdot 2$$

Након прорачуна по горе наведеној формули добија се да индекс рањивости може најбоље бити приказан по наведеној класификацију као у табели 8.2.

Табела 8.1. Вредност коефицијената за параметре методе ИЗДАН

ЕЛЕМЕНТИ - ИЗДАН	Коефицијенти за параметре ИЗДАН
Инклинација терена, инфилтрација	1
Земљиште	1.5
Дебљина повлатног слоја	2
Аквифер, хг карактеристике	3
Ниво подземне воде	2

Табела 8.2. Класификација индекса рањивости подземних вода по методи ИЗДАН са припадајућим бојама

Рањивост подземних вода	Индекс рањивости
Терени без хидрогеолошких функција	0 до 10
Веома низак степен рањивости	13 до 30
Низак степен рањивости	30 до 40
Средњи степен рањивости	40 до 55
Средње висок степен рањивости	55 до 70
Висок степен рањивости	70 до 80
Веома висок степен рањивости	80 до 100

Након израде подлога извршена је калкулација подлога ИЗДАН чији је „излаз“ **Карта рањивости подземних вода Србије**.

На основу ове анализе карте рањивости РС „ИЗДАН“ може се генерално закључити да су подземне воде у Србији релативно добро, природно, заштићене од површинског загађења као и да се на појединим локацијама свакако мора повести значајнија пажња при планирању употребе земљишта и различите сврхе.

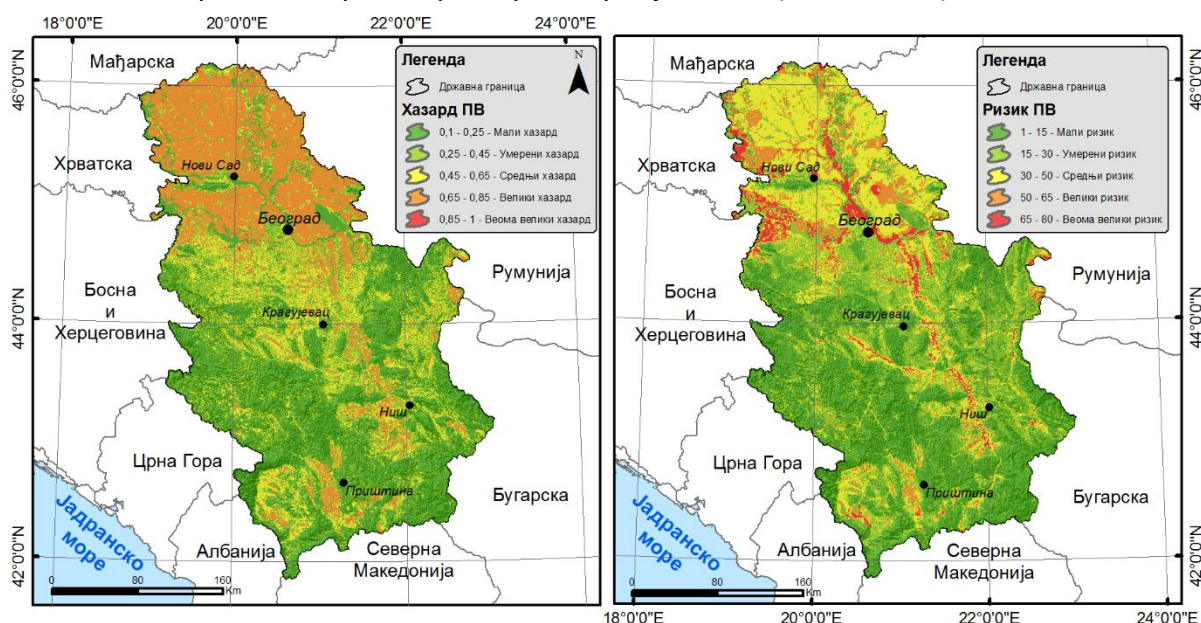
4. Карта коришћења земљишта - CORINE Land Cover, 2006 (EEA)

Европска агенција за животну средину (ЕЕА) је за цело подручје Европе израдила *CORINE map* и она садржи податке о начину коришћења земљишта (land use). Ове карте различитих генерација, доступне су на сајту ове Агенције. За потребе овог пројекта коришћена је генерација 2018. са пикселима 100 x 100 m. Треба истаћи да су ове размере (ситне размере) погодне за регионалну оцену и да се за детаљније анализе морају користити локалне (националне) карте крупнијих размера и са детаљнијим подацима. У сваком случају за потребе предметног пројекта, поменута размера се сматра задовољавајућом.

5. Карта хазарда и ризика подземних вода Републике Србије према дифузним загађивачима

проистекла из „Пројекта проширења мреже станица подземних вода Републике Србије“ (2015. године)

Карта хазарда (Слика 8.3. лево) и Карта ризика (Слика 8.3. десно) подземних вода према дифузним загађивачима на територији Републике Србије биле су једна од основних подлога за дефинисање критеријума избора мониторинг пунктова у оквиру оперативног мониторинга подземних вода. Поменуте карте хазарда и ризика преузете су из „Пројекта проширења мреже станица подземних вода“ које је за потребе РХМЗ-а, урадио ауторски тим са Департмана за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета у Београду (Стевановић & Докмановић, 2015). Имајући у виду дефиницију оперативног мониторинга, превасходни критеријум одабира мониторинг тачака подразумевао је она водна тела која су према ризику од загађења сврстана у категорију „Потенцијално под притиском“ и „Под притиском“, било да је реч о притисцима на квалитет или квантитет. Прецизније дефинисање критеријума за избор тачака за мониторинг биће разматрано у тексту који следи (поглавље 9).



Слика 8.3. Карта хазарда подземних вода према дифузним загађивачима (лево) и Карта ризика подземних вода према дифузним загађивачима Републике Србије (Стевановић & Докмановић, 2015)

6. Табеле квалитативног и квантитативног статуса водних тела подземних вода
проистекле из „Пројекта проширења мреже станица подземних вода Републике
Србије“

Подлоге у оквиру табела квалитативног и квантитативног статуса подземних вода произишле су из „Пројекта проширења мреже станица подземних вода Републике Србије“ (Стевановић & Докмановић, 2015). У наведеним табелама (Прилози 2, 7 и 8, наведеног пројекта) дати су детаљни прикази квалитативног и квантитативног статуса подземних вода на основу претходно дефинисаних критеријума. Критеријуми су засновани на одређивању процентуалног искоришћења подземних водних ресурса у односу на његов расположиви део када је реч о квантитативном статусу, односно дефинисању припадност категоријама ризика када је реч о одређивању квалитативног статуса. Другим речима, табеле квалитативног и квантитативног статуса дале су могућност директног издвајања (група) водних тела подземних вода која су у категоријама „Потенцијално под притиском“ и „Под притиском“ било да је реч о квалитативном и/или квантитативном статусу, односно директног избора локације пројектованог мониторинг пункта.

9 КОНЦЕПЦИЈА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА У ДЕЛУ ВЕЗАНОМ ЗА ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

Основна начела приликом дефинисања концепције имплементације пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ проистекла су из обавеза Републике према Европској унији на основу Поглавља 27 у склопу приступних преговора о придруживању Србије ЕУ као пуноправне чланице. Главни циљеви Поглавља 27 које третира проблематику животне средине јесу очување природних вредности, промоција ресурсно – ефикасне економије и брига о јавном здрављу. Будући да подземне воде представљају једну од природних вредности неопходних за функционисање целокупног живог света, њихово очување и одрживо коришћење би требало да представља један од примарних циљева управљања водним ресурсима, што је и садржано у европској регулативи у домену водног права. Подземне воде су један од најзначајнијих природних ресурса којима Србија располаже. Оне укључују подземне воде које се користе за водоснабдевање водом за пиће, воде посебних вредности (за флаширање), минералне и термалне воде, и геотермалне воде као природне изворе енергије. Подземне воде, заједно са атмосферским и површинским водама, део су јединственог водног циклуса и биланса, али су истовремено и природни ресурс од посебног значаја.

Имајући у виду значај подземних вода за водоснабдевање становништва Србије, неопходно је постојање адекватних подлога на основу којих би се могле и у будућности валоризовати резерве и распрострањеност овог ресурса. За такав вид евалуације ресурса подземних вода, потребно је успостављање адекватне мониторинг мреже у чијем склопу би се пратиле квалитативне и квантитативне карактеристике подземних вода на територији целе државе. Нажалост, организацији и управљању мониторинг мрежом подземних вода не придаје се значај какав би требало. Стање мониторинга подземних вода у Србији до почетка реализације овог пројекта је оцењено тако да се осматрачка мрежа могла дефинисати као нефункционална и неусклађена са стандардима и предложеним техничким условима имплементације који су садржани у европској регулативи (пре свега у ОДВ и ЦИС документима – водичима), али и у домаћој регулативи везаној за водне ресурсе. Мониторинг квантитативног и квалитативног статуса подземних вода се на територији Србије спроводи од стране неколико правних субјеката, међу којима су Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗ), ЈП „Ђердап“, ЈП „Војводина воде“, регионални заводи и републички Институт за јавно здравље, Агенција за заштиту животне средине и др., међутим до сада није успостављена њихова функционална сарадња иако се ради о јавним предузећима или заводима који послују у истој, државној надлежности. Интегративни приступ и заједничко деловање поменутих организација и формирање заједничке платформе и базе података, допринело би бољем сагледавању статуса (посебно квантитативног) подземних вода на територији целе Србије.

Са друге стране, један од највећих проблема мониторинг мреже подземних вода Србије јесте неравномерна покривеност осматрања на целој територији, односно диспропорционалност у распореду мониторинг објеката на којима се осматрају подземне воде. Генерално, мониторинг мрежа подземних вода у надлежности РХМЗ највећим обимом је концентрисана на интергрануларне издани дуж токова већих река (Дунав, Сава, Тиса, Велика Морава, Јужна Морава, Западна Морава), са изузетком Војводине и Мачве, где се местимично осматра и прва (збијена) издан формирана у младим језерским и терасним наслагама. Осим њих, осматрање режима неких карстних издани источне и западне Србије била су актуелна у кратком периоду од 1995. до 2001. године, након чега су прекинута, осим на врелу Млаве, где се осматрање режима истицања врела и даље врши. Међутим, издани у оквиру неогених

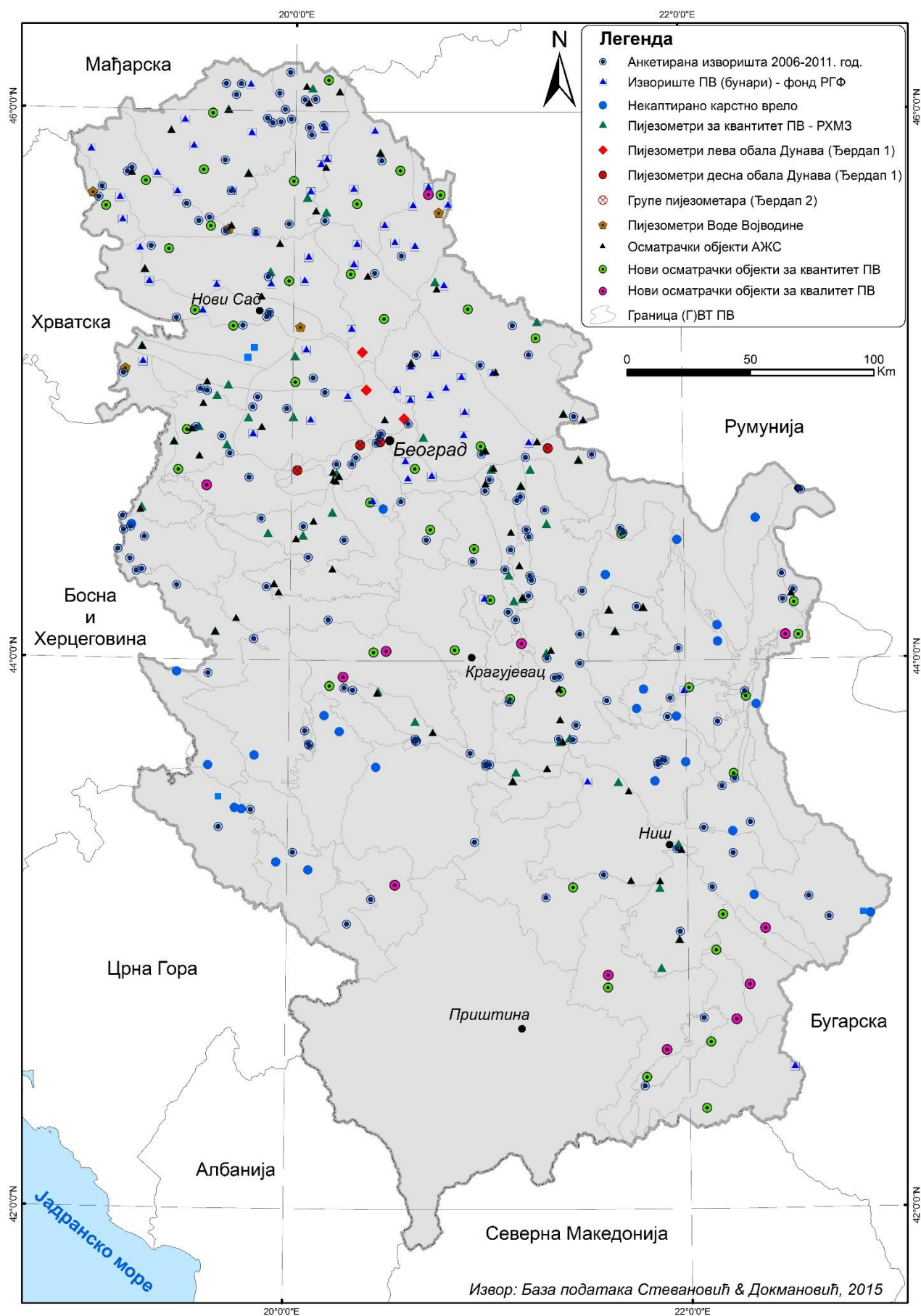
басенских наслага, као и пукотинске издани никада нису систематски осматране, тако да су режим и резерве подземних вода акумулираних у њима евалуиране само на нивоу процене.

Као закључна оцена стања мониторинг мреже подземних вода може се констатовати да квантитативни мониторинг подземних вода, барем до скора, суштински није био у функцији очувања и одрживог развоја ресурса подземних вода, већ је само пратио хидролошку компоненту. Као главни недостатак истиче се одсуство интегралног приступа осматрању пре свега квантитета подземних вода, односно неравномерна распрострањеност мониторинг објеката на територији Србије.

Имајући претходно наведено у виду, стручњаци Департмана за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета израдили су током 2015. студију у оквиру „Пројекта проширења мреже станице подземних вода“ чији је наручилац био Републички хидрометеоролошки завод Србије. Циљ пројекта био је предлог проширења постојеће мониторинг мреже подземних вода, која би равномерније и свеобухватније укључила и осматрања карстних и пукотинских издани и издани формираних у оквиру неогених басенских структура, поред већ постојећих интергрануларних издани формираних у оквиру алувијалних седимената. Предложена пројекција развоја мониторинг мреже (Слика 9.1.) обухватала је посебно развијен концепт проширења мреже за осматрање квантитета, и посебно за осматрање квалитета и то у два периода: први до 2020. године, а други након 2020. године. На тај начин, аутори студије предложили су да новом пројекцијом мреже за квантитативни мониторинг подземних вода буде обухваћено следеће:

- За период до 2020. године, у функцији је требало да буде 73 објекта, од чега 59 постојећих објеката (од тога 6 карстних врела). То значи формирање 14 нових осматрачких пунктова, при чему је препоручено да се на име 5 нових пунктова искористе постојећи пијезометри ЈП „Воде Војводине“ или „Ђердап“ и (опционо) у једном случају (на једном водном телу) 1 објекат Београдског водовода („БВК“);
- За период после 2020. године, предвиђено је увођење у мрежу још 75 објеката који ће бити под непосредним надзором РХМЗ Србије, при чему је препоручено да се искористи 7 постојећих пијезометара који су тренутно под надлежношћу ЈП „Воде Војводине“ или „Ђердап“ и (опционо) у једном случају (на једном ВТ) 1 објекат „БВК“.

Једна од основних подлога која је коришћена при одабиру репрезентативних мониторинг тачака била је карта (група) водних тела подземних вода. Процес груписања водних тела подземних вода извршен је у оквиру имплементације „Пројекта проширења мреже станица подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015). Груписање је извршено у циљу рационализације будуће пројектоване мониторинг мреже, а у складу са захтевима и концептом имплементације ОДВ.



Слика 9.1. Карта потенцијалних локација за квалитативни и квантитативни мониторинг према Пројекту проширења мреже станица подземних вода Републике Србије (Стевановић & Докмановић, 2015)

Аутори пројекта предложили су и да новом мрежом за квалитативни мониторинг подземних вода буде обухваћено укупно 130 објеката/постојећих изворишта подземних вода на 91 ВТ/ГВТ, и то:

- за период до 2020. године, предвиђено је увођење 19 постојећих изворишта подземних вода;
- за период после 2020., предвиђено је увођење у мрежу још 90 пунктова, претежно постојећих изворишта подземних вода, затим, некаптираних карстних врела, или је предложено формирање новог пункта, у случају да на конкретном (Г)ВТ не постоји нешто од претходна два, нити осматрачки пункт Агенције за животну средину;
- у суму од 130 пројектованих пунктова укључен је и 21 (од 66 постојећих) осматрачки пункт Агенције за животну средину.

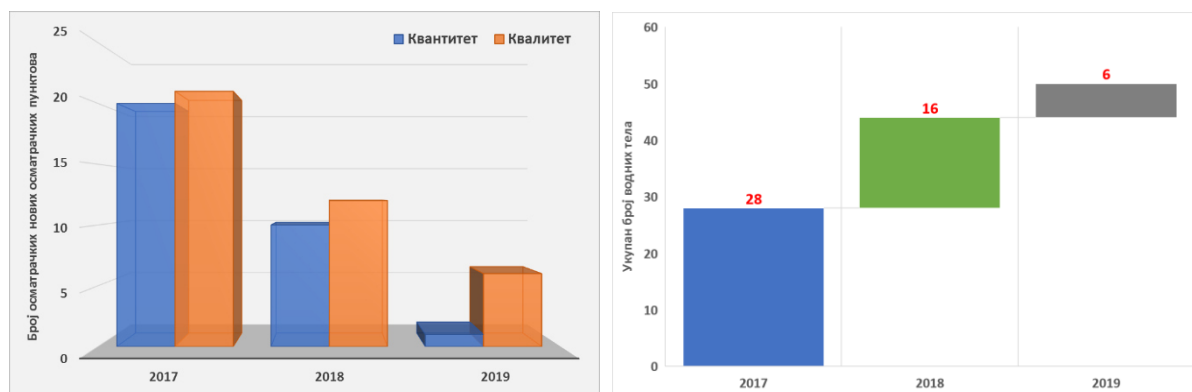
Резултати проистекли из „Пројекта проширења мреже станице подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015) били су основ за формирање концепта имплементације оперативног мониторинга подземних вода. Осим предложеног броја и динамике укључивања нових осматрачких објеката, као једна од основних подлога била је и *Карта хазарда од загађивања подземних вода према дифузним загађивачима на територији Републике Србије*. Израдом ове карте омогућен је директан и непосредан увид у потенцијалне дифузне загађиваче подземних вода. Комбинацијом Карте хазарда и Карте рањивости добијена је *Карта ризика од загађења подземних вода* (Слика 8.3.) на основу чега су проистекле прелиминарне оцене притисака на групе водних тела или водна тела подземних вода.

Резултати оцене притисака на водна тела подземних вода директно су утицали на број нових мониторинг пунктова и (група) водних тела подземних вода које је било потребно осматрати у пројекту „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“. Да би се прецизније објаснио критеријум избора водних тела која је потребно осматрати у овом пројекту, неопходно је дефинисати појмове *оперативни* и *надзорни мониторинг*. *Надзорни мониторинг* би обухватао осматрање оних водних тела чија је оцена квантитативног и хемијског статуса позитивна, односно није потребно предузимање никаквих мера за побољшање било ког статуса, већ само мера за очување тренутног статуса. Са друге стране, *оперативни мониторинг* подразумева имплементацију мера за побољшање квантитативног и/или хемијског статуса подземних вода у оквиру оних водних тела чији је статус оцењен да је под притиском или је потенцијално под притиском. Самим тим, фреквенција осматрања код ова два типа мониторинга је различита (оперативни је фреквентнији од надзорног мониторинга). Одабрани назив овог пројекта укључује термин „оперативни“ јер је за већину селектованих ВТ ПВ процењено да су у овој категорији, али то не значи да је то и *implicite* случај. Дакле, вршено је у неколико случајева и превођење ВТ у категорију „надзорни“ са наставком осматрања објеката у том водном телу.

Имајући у виду дефиницију оперативног мониторинга, основна подлога приликом креирања концепта имплементације пројекта биле су карте хазарда и ризика од загађења подземних вода, тако што је фокус био на оним водним телима која су оцењена да су под притиском или под потенцијалним притиском. Основни критеријум за одабир водних тела била је категорија притиска на квалитет и/или квантитет. Тако је, у складу са условима и критеријумима који произилазе из ОДВ ЕУ, националних прописа, постојеће мреже РХМЗ, евидентираних непосредних корисника подземних вода у Србији који имају обавезу праћења режима подземних вода и других подлога 2017. године одабрано 20 пунктова за мониторинг квантитета и 21 пункт за мониторинг квалитета у оквиру водних тела (ВТ) или групе водних тела (ГВТ) (Табела 9.1.). С обзиром на принцип рада који је усвојен у почетку овог пројекта одлучено је да се у наставку пројекта 2018. године, већ одабрана водна тела и даље осматрају,

с тим да се три водна тела због задовољавајућих резултата преведу у надзорни мониторинг: *Б. Тимок – аI* (локалитет – извориште Бели Тимок, Зајечар), *Неготин-Кладово – аI* (локалитет – извориште Коначе, Неготин) и *Мачва – ОВК (квартар)* (локалитет – извориште Мали Забран, Шабац). У 2018. години на већ постојећи број осматрачких објеката додато је 26 нових осматрачких објеката (Табела 9.1), од чега 13 у новоодабраним водним телима, а 13 у водним телима која се већ осматрају, ради погушћења мониторинг мреже. Такође у складу са принципом ширења/погушћавања мреже осматрања, у 2019. години, осим наставка започетог мониторинга на већ одабраним објектима претходних година, извршен је одабир нових водних тела (6 водних тела) и локација (7 локација узорковања/осматрања) за мониторинг квалитета и квантитета (Табела 9.1.). Овакав предлог стручњака РГФ је након потребних консултација добио подршку Министарства ЖС тако да се приступило теренским радовима и анализама.

Развој и повећање осматрачке мреже подземних вода може се видети на дијаграму 9.2. Поменути дијаграм показује број нових осматрачких објеката за квалитативни и квантитативни мониторинг подземних вода који су укључивани у свакој години пројектног циклуса (Слика 9.2. лево), док десни дијаграм приказан на слици 9.2 показује број нових водних тела која су укључивана у пројекат. Укупни број водних тела подземних вода која су осматрана у последњој години пројекта био је 50, дакле око 1/3 од укупног броја.



Слика 9.2. Број осматрачких објеката за мониторинг квалитета и квантитета подземних вода за период 2017 – 2020 (лево); број нових водних тела подземних вода која су укључивана у пројекат оперативног мониторинга подземних вода (десно)

Табела 9.1. Водна тела (ВТ) и групе водних тела (ГВТ) подземних вода која су укључена у осматрања у оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ у периоду 2017 – 2020. година

Назив ГВТ или ВТ	Актуелни квантитативни притисак*	Актуелни квалитативни притисак*	Квантитативни мониторинг			Квалитативни мониторинг		
			2017	2018	2019	2017	2018	2019
СЗ Бачка – ОВК	п/п	п/п	х	х	х	х	х	х
СЗ Бачка – прва издан	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Телечка – ОВК	п/п	п/п	х	х	х	х	х	х
Горња Тиса – ОВК	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Северни Банат – ОВК	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Средња Бачка – ОВК	н	п/п				х	х	х
Доња Тиса – ОВК	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Средњи Банат – ОВК	н	п/п				х	х	х
ЈЗ Банат – ОВК	н	п/п				х	х	х
ЈИ Банат – ОВК	п/п	п/п	х	х	х	х	х	х
ЈЗ Бачка	н	п/п				х	х	х
Јужна Бачка	п/п	п/п	х	х	х	х	х	х
Панчевачки рит	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Велики Тимок – алувион	н	п/п				х	х	х
Црни Тимок – ал	н	п/п				х	х	х
Бели Тимок – алувион	п/п	п/п	х	х	х	х	х	х
Неготин – Кладово алувион	н	н				х	х	х
Велика Морава алувион – лева обала	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Велика Морава алувион – десна обала	п/п	п	х	х	х	х	х	х
Западна Морава – алувион	п	п/п	х	х	х	х	х	х
Мачва – ОВК (квартар)	н	п				х	х	х
Београд, лева обала Саве	п	н	х	х	х	х	х	х
Група Горњак- Хомоље	п/п	н	х	х	х			
Група Кучај	п/п	н	х	х	х			
Група Велика Морава југ – Јухор	п/п	н	х	х	х			
Група Видојевица Соколовица	п/п	н	х	х	х			
Група Лозница	п/п	н	х	х	х			

Табела 9.1. (наставак) Водна тела (ВТ) и групе водних тела (ГВТ) подземних вода која су укључена у осматрања у оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ у периоду 2017 – 2020. година

Назив ГВТ или ВТ	Актуелни квантитативни притисак*	Актуелни квалитативни притисак*	Квантитативни мониторинг			Квалитативни мониторинг		
			2017	2018	2019	2017	2018	2019
Група Јавор-Нова Варош	П/П	Н	Х	Х	Х			
Источни Срем	Н	П/П					Х	Х
Тамнава	Н	П/П					Х	Х
Непричава – карст	Н	П/П					Х	Х
Средњи Банат – прва издан	Н	П/П					Х	Х
Горњи Милановац	Н	Н					Х	Х
Сува планина	Н	Н		Х	Х		Х	Х
Јадар	П/П	Н		Х	Х			
Голубац – карст	Н	Н		Х	Х		Х	Х
Манастирица	П/П	Н		Х	Х		Х	Х
Видлич	Н	Н		Х	Х			
Златар	П/П	Н		Х	Х			
Кучај и Бељаница	П/П	Н		Х	Х		Х	Х
Раваница	Н	Н		Х	Х		Х	Х
Вршачке планине	Н	Н		Х	Х		Х	Х
Бучје	Н	Н		Х	Х		Х	Х
Крш север	Н	Н					Х	Х
Горња Тиса – прва издан	Н	П/П						Х
Северни Банат – прва издан	Н	П/П						Х
Београд – десна обала Саве	Н	П/П						Х
Мачва – плиоцен	Н	Н						Х
Костолац	Н	Н						Х
Лелић – карст	Н	Н			Х			Х

* Легенда: Н – није под притиском; П/П – потенцијално под притиском; П – под притиском

Концепција истраживања и имплементације пројекта подразумевала је узорковање подземних вода, израду хемијских анализа и/или осматрања нивоа подземних вода како је наведено Уговором. Динамика реализације обухватила је узорковања подземне воде потребне за хемијске анализе, односно праћење нивоа подземних вода од почетка реализације пројекта. Концепт узимања узорка за хемијске анализе подразумевао је узорковања подземних вода у периоду малих и великих вода. Са друге стране, мерења нивоа подземних вода су планирана као континуирана током трајања пројекта, динамиком која је дефинисана са локалним извориштима и ангажованим осматрачима. На тај начин су на створени услови за дефинисање сезонске флукуације хемијског састава и нивоа подземних вода, односно за евалуацију трогодишњег режима нивоа и квалитета подземних вода и оквирно одређивање њиховог тренда за овај период.

10 РЕЗУЛТАТИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ДРУГИХ ОРГАНИЗАЦИЈА У ПЕРИОДУ ПРЕ И ТОКОМ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ПРОЈЕКТА

10.1 Мониторинг и тренд квантитета подземних вода (РХМЗ) (2013-2017)

Мониторинг квантитета подземних вода у Републици Србији у надлежности је Републичког хидрометеоролошког завода. Притисак на квантитативни статус подземних вода Републике Србије за период 2012 – 2017. године је анализиран на основу резултата који су приказани у годишњим „Извештајима о квантитативном статусу водних тела подземних вода“ израђених од стране РХМЗ. Квантитативни статус водних тела подземних вода одређује се у складу са „Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода“ (Сл. гласник 74/2014).

Од 153 водна тела подземних вода, колико је издвојено на подручју Србије, квантитативни статус се одређује само на мањем броју водних тела - 19. Основни узрок томе је што је мрежом станица подземних вода покривено само 31 водно тело подземних вода. Поред тога, на неким водним телима или нема довољно станица, или нису просторно равномерно распоређене у оквиру водних тела, што је додатно утицало на немогућност утврђивања квантитативног статуса. Квантитативни статус водних тела подземних вода одређиван је само на основу вредности нивоа подземних вода, док остали параметри који су предвиђени Правилником, нису одређени због недостатка неопходних података. Пре свега недостају подаци о количинама подземних вода у виду количина бунарима захваћене подземне воде и издашности каптираних врела и извора. У табели 10.1 дат је списак водних тела подземних вода на којима је утврђен и приказан квантитативни статус за период 2012 – 2017. год.

Табела 10.1. Списак водних тела подземних вода за која је одређен квантитативни статус

Бр. ВТ	Назив водног тела	Шифра	Речни слив
9	Телечка-прва издан	TIS_GW_SI_2	Тиса
10	Горња Тиса-прва издан	TIS_GW_SI_3	Тиса
11	Северни Банат-прва издан	TIS_GW_SI_4	Тиса
12	Средња Бачка-прва издан	TIS_GW_SI_5	Тиса
15	Југозападни Банат-прва издан	D_GW_SI_2	Дунав
20	Југоисточни Банат-прва издан	D_GW_SI_1	Дунав
23	Београд-десна обала Саве	SA_GW_I_5	Сава
63	В. Морава алувион –л. обала	VMOR_GW_I_1	Велика Морава
64	В. Морава алувион –д. обала	VMOR_GW_I_2	Велика Морава
66	В. Морава неоген-југ	VMOR_GW_I_3	Велика Морава
83	Ј. Морава неоген-север	JMOR_GW_I_3	Јужна Морава
85	Лесковац-неоген	JMOR_GW_I_2	Јужна Морава
108	З. Морава-алувион	IB_GW_I_1	Ибар
116	Мачва-ОВК	SA_GW_I_3	Сава
119	Колубара-неоген	KOL_GW_I_1	Колубара
121	Ваљево	KOL_GW_S_1	Колубара
124	Лозничко поље	DR_GW_I_1	Дрина
151	Западни Срем-плиоцен	SA_GW_I_6	Сава
152	Источни Срем-плиоцен	SA_GW_I_7	Сава

У процесу одређивања квантитативног статуса водних тела подземних вода, примењен је критеријум који за добар статус подразумева да је „на више од 70% површине водног тела

средњи ниво подземне воде виши од критичног нивоа процењеног на основу тромесечног вишегодишњег минимума нивоа“³. Анализом тромесечних минимума нивоа обухваћен је период од 2000. године. Анализа је спроведена на укупно деветнаест (почев од 2013. године на 18) водних тела, на којима су постојали услови за анализу нивоа подземних вода на целој површини, односно на водним телима у оквиру којих постоји довољан број осматрачких објеката. Статус водних тела подземних вода у посматраном периоду 2012-2017. година приказан је у Табели 10.2. Приказана су само водна тела на којима су остварени услови за извођење анализе по примењеном критеријуму из Правилника.

Табела 10.2. Квантитативни статус водног тела подземне воде у периоду 2012-2017. година

Бр. ВТ	Назив водног тела	Површина ВТ (km ²)	2012	2013	2014	2015	2016	2017
9	Телечка - прва издан	2643,5	добар	добар	добар	добар	добар	добар
10	Горња Тиса – прва издан	1772	добар	добар	добар	добар	добар	слаб
11	Северни Банат-прва издан	1545,8	добар	добар	добар	добар	добар	слаб
12	Средња Бачка-прва издан	2068,1	добар	слаб	добар	добар	добар	слаб
15	Југозападни Банат - прва издан	2228,2	слаб	добар	добар	добар	добар	добар
20	Југоисточни Банат - прва издан	2298,9	добар	добар	добар	добар	добар	добар
23	Београд - десна обала Саве	179,7	добар	добар	добар	добар	добар	слаб
63	Велика Морава алувион - лева обала	468,3	слаб	слаб	добар	добар	добар	добар
64	Велика Морава алувион - десна обала	429,3	слаб	добар	добар	добар	добар	добар
66	Велика Морава неоген – југ	1321,2	добар	добар	добар	добар	добар	добар
83	Јужна Морава неоген – север	1153,4	добар	добар	добар	добар	добар	добар
85	Лесковац – неоген	914,3	добар	добар	добар	добар	добар	добар
108	Западна Морава - алувион	588,0	слаб	добар	добар	добар	добар	добар
116	Мачва -ОВК	763,4	слаб	слаб	добар	добар	добар	добар
119	Колубара - неоген	656,6	добар	добар	добар	добар	добар	добар
121	Ваљево	542,8	добар	добар	добар	добар	добар	добар
124	Лозничко поље	243,9	слаб	слаб	добар	добар	добар	слаб
151	Западни Срем - плиоцен	1172,9	слаб	слаб	/	/	/	/
152	Источни Срем - плиоцен	2249	слаб	слаб	добар	добар	добар	слаб

У извештајима које је саставио РХМЗ коректно су приказани резултати и дискутовани са аспекта тренда раста тј. опадања НПВ током вршења мониторинга. Тренд опадања средњег нивоа подземних вода, уочен током 2016. настављен је и 2017. године. Нивои су били нижи у распону 0,01 до 0,84 m. Такав резултат представља значајно погоршање стања у односу на 2016. годину када је свих осамнаест водних тела подземних вода, за која су постојали услови за спровођење анализе, имало добар квантитативни статус. Током 2016. године на 7 водних тела, укупно 8 хидролошких станица подземних вода регистровале су НПВ нижи од критичног. На свим водним телима, површина на којој је прорачунат средњи ниво нижи од критичног, износила је испод 1% укупне површине, осим ВТ - Југоисточни Банат-прва издан код којег је износила 4,2%. С обзиром на практично занемариве површине ВТ, квантитативни статус свих водних тела подземних вода за која је постојао неопходан минимум података је оцењен као добар.

³ Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода, (Сл. гласник 74/2014), чл. 19

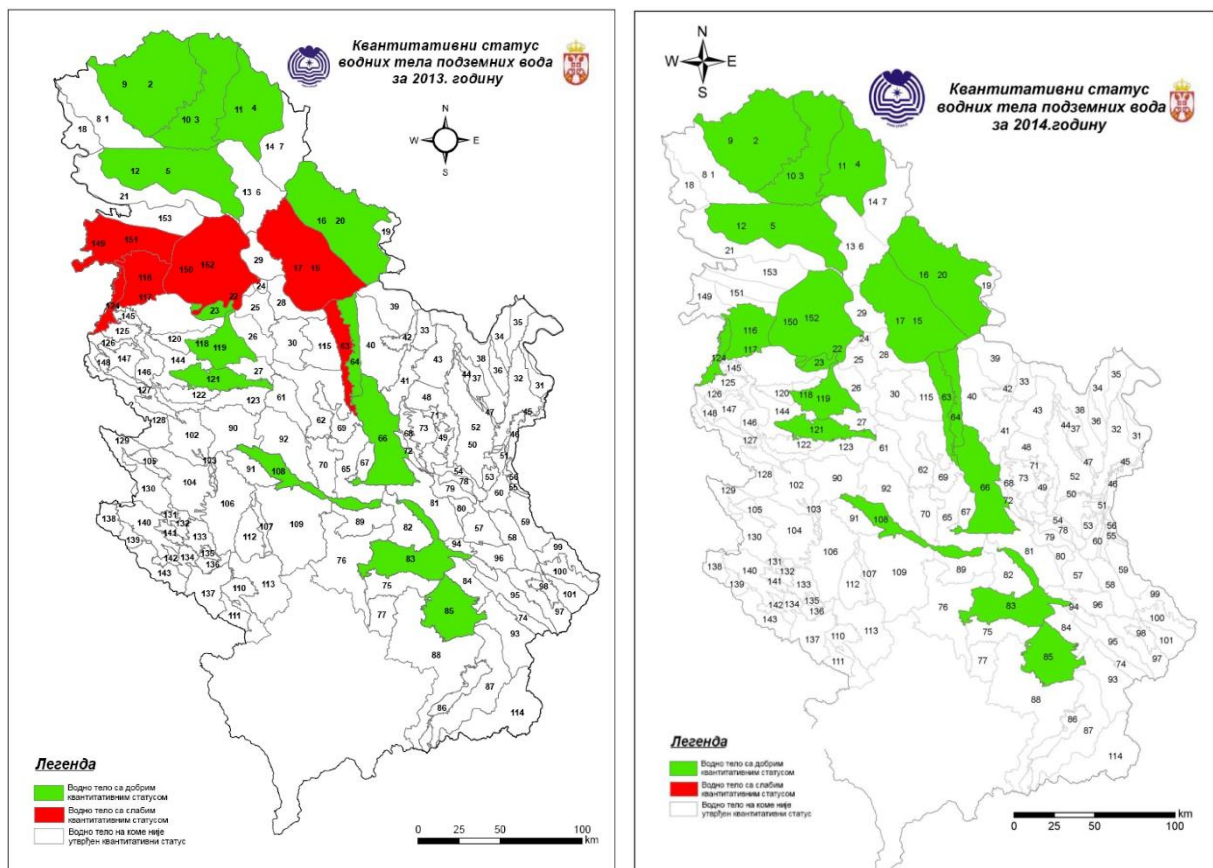
Средњи НПВ током 2015. године нижи од критичног забележен је на само две станице, обе у оквиру истог водног тела бр. 15 (*Југозападни Банат-прва издан*), па је добар квантитативни статус утврђен на свим водним телима на којима су постојали услови за његово одређивање. У односу на 2012., 2013. и 2014. год. од када се одређује квантитативни статус водних тела подземних вода, током 2015. године био је приметан тренд пораста нивоа подземних вода. Током 2014. године минимум података, потребних за анализу, прикупљен је за 18 водних тела, за која је утврђен квантитативни статус. Обрадом података утврђено је да сва водна тела имају добар квантитативни статус што је последица те, хидролошки веома водне године (“поплавне”). Укупно 19 водних тела подземних вода, за које је постојао неопходан минимум података, анализирано је 2012. и 2013. године, а слаб квантитативни статус утврђен је на 8, односно 6 водних тела.

Треба имати у виду да приказани резултати превасходно приказују „природно“ стање нивоа подземних вода, које је последица хидролошких и метеоролошких прилика, а не утицаја антропогеног фактора. Узрок овоме лежи у природи расположивих података који су били доступни за анализу. Подаци који су анализирани односе се на хидролошке станице подземних вода које се налазе у оквиру мреже станица РХМЗ-а. Станице, у оквиру водних тела, распоређене су тако да се налазе ван утицаја водозахватних система. Да би се пратио утицај експлоатације на нивое подземних вода, који треба да буде основни критеријум за одређивање квантитативног статуса, неопходно је на свим објектима за захватање подземних вода у извориштима систематски регистровати количину воде која се експлоатише, као и ниво подземних вода.

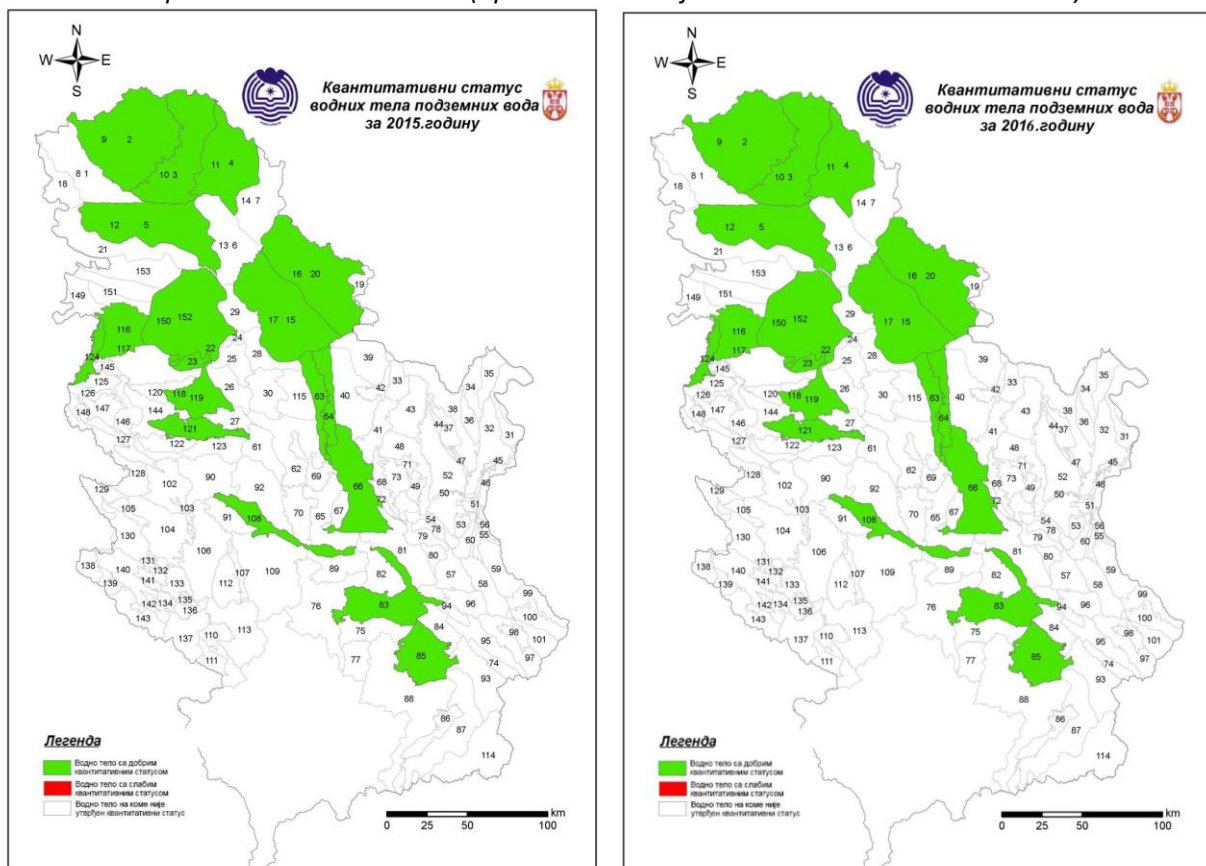
Систематско праћење количина воде које се захватају и нивоа подземних вода на извориштима се често не спроводи, а када подаци и постоје, њихова доступност РХМЗ-у није институционално решена. Последица таквог стања је да РХМЗ не располаже подацима о локацијама на којима се захватају подземне воде, количинама воде која се захвата и нивоима подземне воде. Самим тим није могуће дати оцену стања подземних вода у односу на експлоатацију.

Уочљиво је да је од укупног броја водних тела подземних вода (153) квантитативни статус одређен само на мањем броју (18). Одређивањем квантитативног статуса покривено је непуних 12% од укупног броја водних тела подземне воде (Слике 10.1 – 10.3). Основни узроци оваквог стања су вишеструки. Превасходно проблем је у томе што осматрачка мрежа, над којом надлежност има РХМЗ, није формирана на чак 122 водна тела. Поред тога, не постоји систематско праћење режима експлоатације и нивоа подземних вода од стране комуналних организација које управљају извориштима, као ни од стране корисника који имају сопствене водозахватне објекте. На локацијама где се праћење и спроводи, често се не изводи адекватно, па самим тим подаци нису релевантни. На значајном броју водних тела не постоји довољан број осматрачких објеката или је њихов распоред такав да није могуће извршити интерполацију која би дала реалан резултат.

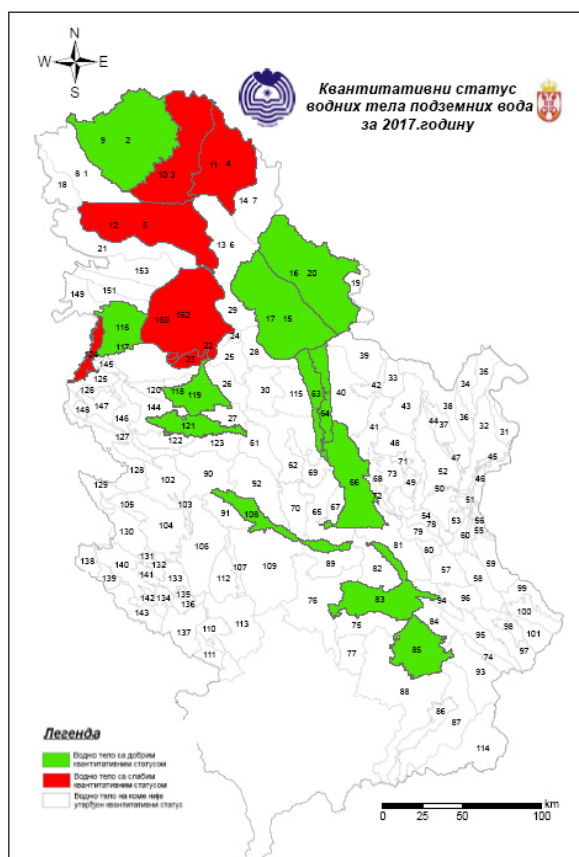
Тренд пораста нивоа подземних вода, уочен је у периоду од 2012. до 2015. године, међутим у блажој форми током 2016. године долази до опадања НПВ, а нешто интензивније је опадање током 2017. године. Услед тога је квантитативни статус подземних вода на крају 2017. године био слаб на 6 водних тела, што чини једну трећину од укупног броја анализираних тела (18). Уочљиво је да се сва водна тела са slabим квантитативним статусом налазе у северном делу Србије.



Слика 10.1. Квантитативни статус водних тела подземне воде покривених мониторингом РХМЗ, период 2013-2014. година (према извештајима РХМЗ за 2013. и 2014. год.)



Слика 10.2. Квантитативни статус водних тела подземне воде покривених мониторингом РХМЗ, период 2015-2016. година (према извештајима РХМЗ за 2015. и 2016. год.)



Слика 10.3. Квантитативни статус водних тела подземне воде покривених мониторингом РХМЗ, 2017. година (према извештају РХМЗ за 2017. год.)

10.2 Мониторинг и тренд квалитета подземних вода (АЖС) (2003-2018)

Како је у претходном тексту наведено, надлежна институција која прати квалитет подземних вода на територији Републике Србије је **Агенција за заштиту животне средине (АЖС)**. Осим подземних вода, Агенција осматра и квалитет површинских вода и акумулација, а врши и испитивање квалитета седимената на одабраним тачкама. Агенција реализује свој програм мониторинга подземних и површинских вода на основу годишње *Уредбе о утврђивању годишњег програма мониторинга статуса вода за текућу годину*, имајући у виду одредбе *Правилника о утврђивању водних тела површинских и подземних вода* (Сл. гласник РС, број 96/2010), *Правилника о референтним условима за типове површинских вода* (Сл. гласник РС, број 67/2011), *Правилника о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода* (Сл. гласник РС, број 74/2011), *Уредбе о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање* (Сл. гласник РС, број 50/2012), *Уредбе о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање* (Сл. гласник РС, број 24/2014) и препорука *Оквирне директиве о водама Европске уније* (ОДВ).

Анализе подземних вода се врши два пута током године на одабраним објектима који су дефинисани уредбом, а резултати се прилажу у виду извештаја који је доступан јавности на сајту Агенције, и даље се дистрибуирају и EIONET систему. Поменути извештаји о резултатима испитивања квалитета површинских и подземних вода садрже систематизоване податке прикупљене током спроведених испитивања биолошких елемената за оцену еколошког статуса/потенцијала, као и физичко-хемијских, хемијских и микробиолошких показатеља

квалитета вода водотока, акумулација и подземних вода на територији Републике Србије. Сви ови резултати су систематизовани у табелама, а обухватају физичко-хемијске и хемијске параметре квалитета вода, специфичне загађујуће супстанце-приоритетне супстанце, загађујуће супстанце, микробиолошке параметре: укупни колиформи, фекални колиформи, фекалне ентерококе, однос олиготрофних и хетеротрофних бактерија и број аеробних хетеротрофа. У табелама су такође приказани: датум и време узорковања, протицај, вредности показатеља органолептичких особина, киселости, алкалности, кисеоничног режима, минерализације, биогених садржаја, присуство специфичних загађујућих-приоритетних супстанци и загађујућих супстанци (фенола, анјон-активних детерџената, минералних уља, тешких метала, органохлорних пестицида и хербицида) и β -радиоактивност. Такође, важно је напоменути да иако се Агенција ослања на законску регулативу Републике Србије и препоруке ОДВ, део хемијских параметара обухваћених мониторингом није у потпуности у складу са ОДВ. Разлог повећаног обима испитивања је да се сагледа присуство загађујућих материја у води, као и њихов утицај на квалитет површинских и подземних вода.

Будући да се број мониторинг тачака мења из године у годину, тј. неки пунктови се напуштају, док се нови укључују у мониторинг мрежу, важно је истаћи да се не може успоставити генерални тренд за све тачке које су у систему праћења Агенције, због различитих временских низова осматрања. У табели 10.3. дат је приказ броја осматрачких пунктова на којима се осматрају квалитативне карактеристике подземних вода за сваку годину мониторинга у периоду 2015 – 2018, према подацима којима су аутори овог извештаја располагали.

Важно је напоменути да у 2015. години од 64 објекта на којима је вршено осматрање, чак 6 карстних врела је било осматрано током програма мониторинга подземних вода за ову годину (Крупајско врело, врело Млаве, Велико врело, Петничко врело, Повленско врело и врело Гвоздац). Нажалост, таква пракса је трајала само једну годину, према подацима којима су аутори располагали.

Табела 10.3. Број мониторинг тачака осматране у периоду 2015 – 2018 од стране Агенције за заштиту животне средине

Година	2015	2016	2017	2018
Број мониторинг тачака	64	56	53	53

10.3 Подаци водовода, Института и завода за јавно здравље и других институција

Анкетирања на извориштима за водоснабдевање Србије, чији капацитети износе више од 50 l/s, обављена су приликом реализације групе стратешких пројеката, „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије” 2006.-2011. године. Подаци су прикупљени обиласком 167 изворишта и водоводних организација.

Осматрања режима експлоатације и нивоа подземних вода на изворишту

Квантитативни параметри режима, експлоатација и нивои подземних вода обрађени су на основу анализе организације рада водоводних служби, сагледавања система осматрачких објеката на изворишту као и учесталости и начина мерења. Подаци се дакле односе само на период до 2011. године.

Од 167 анкетираних изворишта, према добијеним одговорима водоводних служби, на девет изворишта не врше се мерења нити капацитета нити нивоа подземних вода. Међутим, ако се

у обзир узму и случајеви без одговора на ова питања, затим број изворишта на којима не постоје водомери, осматрачке бушотине и сл., може се констатовати да се практично на 46 изворишта не врше мерења у континуитету који би имао значај за познавање хидрогеолошке проблематике или увида у рационално искоришћавање вода на овим извориштима.

Велики је и број изворишта на којима се не врше осматрања нивоа подземних вода, што је случај на више од половине анкетираних изворишта. На извориштима на којима се мерења врше, ове активности реализују службе водовода односно лица задужена за спровођење мерења. На 29 изворишта аутоматизовано се врше само мерења капацитета/издашности, док осматрања нивоа подземних вода врши запослено лице углавном повремено, мерењима ручним нивомером. С друге стране, на седам изворишта мерења нивоа подземних вода су аутоматизована, док се мерења издашности врше углавном читавањем на водомерима.

Експлоатација подземне воде на извориштима мери се водомерима, они могу бити инсталирани појединачно на сваком бунару (на 49 изворишта) или се издашност мери збирно постављањем водомера на сабирни део цевовода што је случај на 75 изворишта. Према одговорима, на 24 изворишта водомерима су опремљени и појединачни бунари, а инсталирани су и збирни водомери.

Учесталост мерења издашности на извориштима је различита. Свакодневна мерења издашности врше се на 79 изворишта и на њима постоји свакодневна евиденција режима експлоатације, док се на 61 изворишту мерења врше петодневно, седмодневно или једном у месец дана. Без одговора на питање је 27 изворишта и може се претпоставити да се на њима мерења издашности практично не врше.

На извориштима са пијезометрима испитивана је њихова исправност, њихово коришћење, учесталост мерења и начини, односно употреба уређаја којима се мери. Од 75 изворишта која поседују и осматрачке објекте, на укупно 61 изворишту бар неки од пијезометара је у функцији, при чему овај број исправних пијезометара на извориштима веома варира. Изражено у процентима, број исправних осматрачких објеката варира од 10% до 100%. На укупно девет изворишта са пијезометрима ниједан од постојећих пијезометара није у функцији. На 35 анкетираних изворишта сви постојећи пијезометри су исправни (100 %). На овим извориштима редовна мерења врше се на 13 изворишта, на 11 изворишта мерења се врше повремено, а на 11 изворишта и поред исправности свих пијезометара мерења се не врше. На 23 изворишта са исправним пијезометрима (од укупно 61) редовно се врше мерења нивоа подземних вода. На 23 изворишта врше се повремено, а на 15 изворишта, иако постоји одређени број исправних пијезометара, мерења се не врше. Када се говори о учесталости мерења, наводе се свакодневна, затим мерења на свака три дана, сваких пет дана, једном у току недељу дана, затим мерења која се врше сваких 15 дана, једном месечно или једном у току шест месеци.

Треба напоменути да се на укупно девет изворишта на којима, иначе, постојећи пијезометри нису у функцији, повремено ипак врше осматрања нивоа подземних вода. За мерења се користе напуштени бунари на изворишту.

Мерења која се спроводе на извориштима врше се најчешће помоћу нивомера различитих конструктивних карактеристика (дигитални, звучни, светлосни и др.), али се користе и примитивни уређаји – пиштаљке са мерном траком (на укупно шест изворишта).

На основу теренских испитивања и обрађених података општи закључак јесте да службе водовода квантитативном мониторингу не дају значај који он треба да има у проучавању водних ресурса, њиховом очувању и рационалном искоришћавању.

Активности прикупљања потребних података организованим мерењима не спроводе се на великом броју изворишта. Она се врше углавном у периодима извођења одређених наменских истраживања на извориштима, често су временски краткотрајна и са већим прекидима. Осматрачким објектима не поклања се довољна пажња, што се јасно може закључити на основу честог непознавања броја пијезометара, њихове функционалности или локације на изворишту. Стање је нарочито лоше у водоводним службама мањих насеља, где једине податке о хидрогеолошким карактеристикама изворишта углавном чине само подаци о изведеним водозахватним објектима.

Осматрања режима квалитета подземних вода на изворишту

Може се констатовати да на релативно малом броју изворишта постоје хемијска и микробиолошка лабораторија у којима се непосредно врши контрола квалитета. На укупно 30 анкетираних изворишта (мање од 20%) постоје и хемијска и микробиолошка лабораторија. То су углавном изворишта великих градова. Хемијске лабораторије, без микробиолошких, постоје на 21 изворишту, док на укупно 101 изворишту не постоје лабораторије за контролу квалитета. На 148 изворишта врши се редовна контрола квалитета сирове воде. У питању су сва изворишта која се користе за снабдевање становништва пијаћом водом. На преосталих 19 изворишта, према одговорима из анкета, квалитет се повремено контролише на 15 изворишта, док за четири изворишта није одговорено на ово питање. Посебно је значајно истаћи да су у погледу „редовности“ израде анализа као и врсте анализа (по обиму) изражене произвољности, па се у погледу учесталости израде и врсти анализа одступа од законских прописа којима се регулише ова област. У погледу технолошких третмана сирове воде који се предузимају на извориштима, редовно се врши њено хлорисање (154 изворишта), а поред тога врши се и филтрација (54), аерација (34), деферизација (20), деманганизација (15), док се озонизација воде врши на 5 изворишта.

Када је контрола квалитета воде у питању, закључци на основу анализе прикупљених података као и искуства на основу теренског обиласка водоводних служби указују да постоји велика разноликост у погледу учесталости контроле квалитета воде и да се на значајном броју изворишта не врше анализе у погледу врсте (обима) како је то законом предвиђено. Овакво стање у водоводима се образлаже лошом материјалном ситуацијом служби и високом ценом израде појединих анализа.

Са аспекта контроле квалитета и овде су у знатно повољнијој ситуацији изворишта за водоснабдевање већих градова. Због већег броја корисника, ово може бити разумљиво само делимично, јер је неопходно да се свим потрошачима обезбеди вода оног квалитета како је то прописано *Правилником о квалитету воде за пиће*. Стање нередовне контроле квалитета изражено је у случајевима самосталног организовања водоснабдевања од стране одређеног броја домаћинстава из мањих група бунара, у Војводини су то тзв. „микроводоводи“, али су ови системи заступљени и у другим регионима (Хајдин, 2014).

Мониторинг квалитета подземних вода, а пре свега јавних изворишта водоснабдевања, обављањем тзв. санитарних прегледа (анализе А, Б и В обима) врше регионални институти и заводи за јавно здравље. Правилник о хигијенској исправности воде за пиће ("Сл. лист СРЈ", бр. 42/98 и 44/99 и "Сл. гласник РС", бр. 28/2019) дефинише хигијенски исправну воду за пиће из водовода за јавно снабдевање становништва водом за пиће и из сопствених објеката

организација које производе или прерађују намирнице на индустријски начин. На територији Републике Србије постоје следеће институције које су задужене за контролу хигијенске исправности воде из водовода за јавно снабдевање становништва водом и јавних чесми:

- Институт за јавно здравље Србије “Др Милан Јовановић Батут”;
- Институт за јавно здравље Војводине;
- Институт за јавно здравље Ниш;
- Институт за јавно здравље Крагујевац;
- Градски завод за јавно здравље Београд
- Заводи за јавно здравље: Суботица, Сомбор, Зрењанин, Кикинда, Пожаревац, Зајечар, Лесковац, Чачак, Краљево, Крушевац, Врање, Ваљево, Сремска Митровица, Шабац, Ужице, Ћуприја, Пирот, Панчево, Приштина-Косовска Митровица.

Прегледи обухватају микробиолошке, биолошке, физичке, физичко-хемијске и хемијске анализе показатеља датих у табелама 1-3, Правилника о хигијенској исправности воде за пиће. Приликом сваког прегледа воде из водовода узорци воде се узимају (Табела 10.4):

- 1) из сваког изворишта - ако су изворишта директно везана на водоводну мрежу, или из сабирног вода, односно из резервоара сирове воде - ако су повезана у један систем;
- 2) из резервоара воде за пиће;
- 3) из водоводне мреже, број тачака зависно од броја еквивалент становника (ЕС)⁴.

Табела 10.4. Основни и периодични прегледи сирове воде у току месеца, односно године, у зависности од броја ЕС

ЕС	Месечно основни	Годишње периодични	Укупно годишње основни	Укупно годишње периодични	Укупно
до 5000	1	1	11	1	12
5001-10000	2	1	23	1	24
10001-50000	3	1	35	1	36
50001-100000	6	2	70	2	72
100001-200000	10	4	116	4	120
200001-400000	15	6	174	6	180
више од 400000	30	12	348	12	360

Резултати прегледа које врше Институт и Заводи за јавно здравље се достављају организацијама које брину о јавном водоснабдевању и за сада не постоји база података у којој би се могли пронаћи ови подаци од јавног значаја, а који би у многоструком помоћу у бољем дефинисању хемијског статуса подземних вода у оквиру водног тела. Уколико би се формирала база ових података, лако би се могао извршити одабир осматрачких станица квалитета подземних вода у деловима државе где је покривеност мониторинг станица мала. Самим тим би се лакше обезбедило да РС дефинише и осигура програм контроле/мониторинга стања свих вода, у циљу добијања јасног и свеобухватног прегледа њихових квалитативних и квантитативних својстава.

Анализом квалитета подземних вода у претходном периоду бавио се и Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ приликом имплементације пројекта „Одређивање

⁴ еквивалентни становник (ЕС) јесте потрошња воде од 150 литара на дан;

осетљивих подручја и рањивих зона према Нитратној директиви и UWWT⁵ Директиви Европске Уније. Овај пројекта је реализован као резултат билатералне сарадње између Србије и Шведске. Свеукупни циљ пројекта био је напредовање Србије у приступним преговорима за чланство у Европској Унији, и то пре свега у погледу преговора везаних за сектор вода. Уже гледано, специфични циљ конкретног пројекта био је фокусиран на примену Нитратне директиве (Европска комисија, 1991). Група аутора (2016) дефинисала је три почетна корака за имплементацију Нитратне директиве:

- ✓ Идентификација вода које су подложне загађењу нитратима пореклом из пољопривреде (Члан 3.1)
- ✓ Одређивање рањивих зона, са којих се контаминант дренира у воде осетљиве на загађење (Члан 3.2)
- ✓ Формирање Правила добре пољопривредне праксе (Члан 4.1 а)

Циљ Нитратне директиве подразумева идентификацију зона које су подложне нитратним загађењима из пољопривредних извора, као и смањење загађења вода из ових извора. Такође, њен циљ је и да делује превентивно, предлажући мере како се не би ширило загађење нитратима. Тако, циљ је идентификовати сва водна тела површинских и подземних вода са високом концентрацијом нитрата (подземна), односно она која су захваћена процесом еутрофикације (површинска водна тела), а након тога и површина земљишта, тзв. нитратно рањивих зона са којих се загађење слива у воде и где пољопривреда значајно доприноси загађењу. Након тога, приступа се доношењу акционих програма и мера који садрже обавезне мере заштите од загађења из пољопривреде, а која су садржава у Правилима добре пољопривредне праксе. Аутори Извештаја наводе да је основа за класификацију **нитратима рањивих зона (НРЗ)** била речна мрежа Србије подељена на 493 водна тела. Применом свих критеријума и корака наведених у претходном тексту, формирана је финална карта просторне дистрибуције нитратима рањивих зона. Уколико се сагледају резултати примењених критеријума за делинеацију НРЗ графички приказаних на финалној карти просторне дистрибуције НРЗ у Републици Србији, стиче се утисак да је највећа пољопривредна активност на простору источне и западне Србије која је претежно изграђена од карстних терена. Међутим, то као што знамо није случај у стварности. Управо северни делови Србије (АП Војводина) одликује се највећим пољопривредним активностима, који у овој итерацији нису одређени као НРЗ, највише због неадекватног мониторинга и недостатка одговарајућих података, као што су и назначили аутори поменутог Извештаја.

⁵ The Urban Waste Water Treatment Directive - 1991 European Union directive

11 ПРИКАЗ ОДАБРАНИХ ОБЈЕКТА ЗА ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Одабир водних тела подземних вода која су била укључена у осматрања, диктирала је оцена хемијског и/или квантитативног статуса подземних вода, уз поштовање методологије садржане у Оквирној директиви о водама и ЦИС водичу документу бр. 15 – *Водич о праћењу подземних вода*, истовремено имајући у виду тренутни број и густину националне мреже који су дефинисани *Уредбом о утврђивању годишњег програма мониторинга статуса вода* за текућу годину и *Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског статуса подземних вода* (Сл. гласник бр. 74/2011). Такође, ради рационализације како трошкова овог пројекта, тако и будуће проширене мониторинг мреже, први и најважнији критеријум за одабир локалитета у оквиру водних тела био је да директне тачке мониторинга буду заштићене како би се инсталирана опрема за мерење нивоа или параметара квалитета очувала, као и да се обезбеди да се резултати свих мерења прикупљају и достављају организовано. Тако је највећи број осматрачких објеката лоциран и одабран у подручјима постојећих изворишта, али где год је то било могуће изван непосредне зоне утицаја бунара у раду.

Оваква концепција проширења мреже објеката за праћење квантитативног и хемијског статуса подземних вода описана је у *„Пројекту проширења мреже станица подземних вода“*, (2015) аутора ДХГ Рударско-геолошког факултета у Београду, а за потребе Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ). На тај начин је систем праћења квалитета и поготово квантитета подземних вода олакшан и рационализован. Са друге стране, таквим приступом је покушано и да се стави акценат на обавезу сваког корисника подземне воде (у највећем броју случајева то су локална изворишта) да прати квалитет и квантитет ресурса и тиме обавештава надлежне установе, што у највећем броју случајева није била пракса. С друге стране, непосредним обиласком изворишта и демонстрацијом поступака теренског мерења, обраде и ажурирања података обезбеђено је да се у директној комуникацији са ангажованим особљем изворишта обезбеђују релевантни подаци и да се и водоводне службе осећају равноправним субјектима програма у целини. Такав концепт треба да пружи релевантне и ажурне податке о стању подземних вода и у будућности, чиме би мониторинг умногоме био јефтинији и лакши за управљање. Тако нешто у конкретном примеру није било могуће само у оквиру неколико водних тела *„Средњи Банат - прва издан“*, *„Велики Тимок – алувион“*, *„Црни Тимок – алувион“* и *„Горњи Милановац“* где су одабрани копани бунари у приватном власништву будући да су оцењени као најрепрезентативнији и потенцијално најугроженији при оцени квалитативно – квантитативних карактеристика. С тим у вези, у Табели 11.1. дат је преглед одабраних мониторинг пунктова на којима су вршена мерења нивоа подземних вода односно узорковања подземних вода за потребе израде хемијских анализа за све три године трајања пројекта (Анекс 6).

Табела 11.1. Одабране мониторинг тачке у оквиру водних тела подземних вода

Рб.	Водно тело	Насеље	Извориште	Шифра водног тела	Одабрани објекат	Тип мониторинга	Осматрање	X (m)	Y (m)
1-1*	Источни Срем- ОВК	Бановци	Бановци	SA_GW_I_2	Б-3	оперативни	квалитет	4980372,518	7443162,753
1-2*	Средња Бачка - ОВК	Темерин	Темерин	TIS_GW_I_5	Б-8	оперативни	квалитет	5030366,127	7412059,563
1-3*	Телечка - ОВК	Мали Иђош	Мали Иђош	TIS_GW_I_2	Б-2	оперативни	квалитет	5063580,320	7395412,452
1-4*	Средња Бачка - ОВК	Оџаци	Оџаци	TIS_GW_I_5	Б-10	оперативни	квалитет	5041391,260	7363484,660
1-5*	ЈЗ Бачка	Апатин	Апатин	D_GW_I_5	Б-4	оперативни	квалитет	5062050,170	7341301,500
1-6*	СЗ Бачка - прва издан	Сомбор	Јарош	TIS_GW_SI_1	Б-4А	оперативни	квалитет и квантитет	5073118,380	7355600,470
1-7*	СЗ Бачка - ОВК	Сомбор	ОВК	TIS_GW_I_1	ИНПРО-2	оперативни	квалитет и квантитет	5071021,350	7354399,550
1-8*	Телечка - ОВК	Суботица	Водозахват 1	TIS_GW_I_2	Б-28/4	оперативни	квалитет и квантитет	5109378,240	7393909,130
1-9*	Горња Тиса – ОВК	Бечеј	Бечеј	TIS_GW_I_3	Б-III/6-1	оперативни	квалитет и квантитет	5053322,300	7422893,900
1-10*	Северни Банат - ОВК	Нови Бечеј	Нови Бечеј	TIS_GW_I_4	Б-8	оперативни	квалитет и квантитет	5052256,880	7431669,630
1-11*	Доња Тиса - ОВК	Зрењанин	Михајловачко извориште	TIS_GW_I_6	ЗРБ 21/01; ЗРБ-06/06	оперативни	квалитет и квантитет	5031341,500	7450287,470
1-12*	Средњи Банат - ОВК	Житиште	Житиште	TIS_GW_I_7	Б-2	оперативни	квалитет	5037144,304	7465418,876
1-13*	Средњи Банат - ОВК	Банатско Карађорђево	Банатско Карађорђево	TIS_GW_I_7	Б-1	оперативни	квалитет	5049439,580	7465735,970
1-14*	Средњи Банат - прва издан	Банатско Карађорђево	Банатско Карађорђево	TIS_GW_SI_7	Бунар копани, Гутеша б.с.	оперативни	квалитет	5049721,372	7465354,318
1-15*	Јужна Бачка	Нови Сад	Петроварадинска Ада	D_GW_I_4	БХД-1	оперативни	квалитет и квантитет	5013695,407	7411151,847
1-16*	Панчевачки рит	Панчево	Сибница	D_GW_I_3	Б-8а/4	оперативни	квалитет и квантитет	4969691,020	7467832,250
1-17*	ЈИ Банат - ОВК	Вршац	Павлиш	D_GW_I_1	Б-12	оперативни	квалитет и квантитет	4996308,740	7518440,010
1-18*	Вршачке планине	Месић	Месић	D_GW_S_1	Б-1	надзорни	квалитет и квантитет	4995539,321	7530334,861
1-19*	ЈЗ Банат - ОВК	Ковачица	Ковачица	D_GW_I_2	Б-2	оперативни	квалитет	4996937,401	7471003,396
1-20*	Доња Тиса - ОВК	Чента	Чента	TIS_GW_I_6	ЧЕБ 01/01	оперативни	квалитет	4995979,100	7451647,780
1-21*	В. Морава алувион – л.о.	Крагујевац	Брзан	VMOR_GW_I_1	РБ-9	оперативни	квалитет и квантитет	4888329,770	7512254,050
1-22*	Раваница	Иванковац	Немања	VMOR_GW_K_1	Немања II	надзорни	квалитет и квантитет	4872258,107	7537112,590
1-23*	Раваница	Поповац	Поповац	VMOR_GW_K_1	Поповац	надзорни	квалитет и квантитет	4863588,544	7541658,150
1-24*	Кучај и Бељаница	Бор	Боговина	CTIM_GW_K_1	Мрљиш	надзорни	квалитет и квантитет	4858242,753	7574036,041
1-25*	Ц. Тимок - ал	Оснић	Н/А	CTIM_GW_I_1	Бунар, власник Д. Златановић	оперативни	квалитет	4863940,940	7585772,710
1-26*	Ц. Тимок - ал	Звездан	Н/А	CTIM_GW_I_1	Бунар, власник Б. Ђорђевић	оперативни	квалитет	4862995,409	7596577,036
1-27*	Б. Тимок – ал	Зајечар	Бели Тимок	BTIM_GW_I_1	В"-1	надзорни	квалитет и квантитет	4860789,190	7604111,070
1-28*	В. Тимок – ал	Вражогрнац	Н/А	TIM_GW_I_1	Бунар, власник Р. Пајкић	оперативни	квалитет	4869406,299	7606426,448
1-29*	Неготин Кладово	Неготин	Коначе	D_GW_I_6	Б-2	надзорни	квалитет	4902371,080	7623517,360
1-30*	В.Тимок – ал	Брусник	Н/А	TIM_GW_I_1	Бунар, Ж. станица	оперативни	квалитет	4884100,060	7624664,310
1-31*	Голубац - карст	Кучево	Млака	D_GW_K_1	ЕБК-1Х	надзорни	квантитет и квалитет	4926938,794	7553407,426
1-32*	Манастирица	Тумане	Н/А	ML_GW_P_1	Извор Св. оца Николаја	надзорни	квантитет и квалитет	4938912,634	7550794,131
1-33*	В. Морава алувион – д.о.	Пожаревац	Кључ	VMOR_GW_I_2	ЕБ-4	оперативни	квалитет и квантитет	4938113,140	7511630,920
1-34*	Горњи Милановац	Витановац	Н/А	ZMOR_GW_S_2	Бунар, власник З. Живановић	надзорни	квалитет	4840830,879	7483675,743
1-35*	З. Морава - ал	Краљево	Жичко поље	IB_GW_I_1	А-2	оперативни	квалитет и квантитет	4841005,137	7470642,825
1-36*	З. Морава - ал	Чачак	Бељина	IB_GW_I_1	СБ	оперативни	квалитет и квантитет	4861249,960	7445038,120
1-37*	Бучје	Пријеполје	Сељашница	LIM_GW_K_3	врело Сељашница	надзорни	квалитет и квантитет	4805898,000	7384348,000
1-38*	Мачва – ОВК (квартар)	Шабац	Мали Забран	SA_GW_I_3	ЦБ-1	надзорни	квалитет	4958152,160	7394755,470
1-39*	Тамнава	Коцељева	Н/А	KOL_GW_I_3	КБ	оперативни	квалитет	4925229,275	7406080,607
1-40*	Непричава - карст	Лазаревац	Непричава	KOL_GW_K_1	Б-3	оперативни	квалитет	4913229,181	7429842,552
1-41*	Београд лева обала Саве	Нови Београд	Нови Београд	SA_GW_I_4	РБ-21	оперативни квантитет	надзорни квалитет	4961479,003	7451823,062
1-42*	Сува планина	Бабушница	Љуберађа	NI_GW_K_4	врело Љуберађа	надзорни	квалитет	4765969,307	7613114,817
1-43*	Сува планина	Бела Паланка	Дивљана	NI_GW_K_4	врело Дивљана	надзорни	квалитет и квантитет	4782109,061	7606084,673
1-44*	Крш - север	Дебели Луг	Н/А	PEK_GW_K_1	врело Ваља Фундата	надзорни	квалитет	4914345,665	7573443,093
1-45*	Крш - север	Дебели Луг	Н/А	PEK_GW_K_1	врело Калуђерица	надзорни	квалитет	4915343,301	7572670,329

Табела 11.1. (наставак) Одабране мониторинг тачке у оквиру водних тела подземних вода

Рб.	Водно тело	Насеље	Извориште	Шифра водног тела	Одабрани објекат	Тип мониторинга	Осматрање	X (m)	Y (m)
1-46*	Горња Тиса – прва издан	Његошево	Н/А	TIS_GW_SI_3	Бунар побијени, Салаш 28	оперативни	квалитет	5068089,003	7406319,513
1-47*	Северни Банат – прва издан	Сајан	Н/А	TIS_GW_SI_4	Бунар побијени, сеоски	оперативни	квалитет	5078554,932	7444963,142
1-48*	Горња Тиса – прва издан	Падеј	Н/А	TIS_GW_SI_3	Бунар копани, власник М. Малетин	оперативни	квалитет	5075506,879	7434614,774
1-49*	Београд – десна обала Саве	Скела	Н/А	SA_GW_I_5	Бунар копани, власник М. Васић	оперативни	квалитет	4949128,240	7425555,858
1-50*	Мачва – плиоцен	Вукићевица	Н/А	SA_GW_I_8	Бунар побијени, сеоски	оперативни	квалитет	4932569,394	7421659,394
1-51*	Костолац	село Костолац	Н/А	ML_GW_I_1	Бунар копани, власник Ж. Костић	оперативни	квалитет	4953911,120	7515460,842
1-52*	Лелић – карст	врело Пакље	Пакље	KOL_GW_K_2	врело Пакље	оперативни	квалитет и квантитет	4901581,667	7403888,791
2-1	ЈИ Банат - ОВК	Самош	Самош	D_GW_I_1	Б-4	оперативни	квантитет	5005920,387	7481872,653
2-2	Група Велика Морава југ-Јухор	Ћуприја	Стрелиште	VMOR_GW_I_3	Б-1	оперативни	квантитет	4866991,330	7529422,270
2-3	Златар	Нова Варош	Црно врело	LIM_GW_K_1	Црно врело	надзорни	квантитет	4813270,995	7400026,135
2-4	Група Лозница	Лозница	Зеленица	DR_GW_I_1	Б-1	оперативни	квантитет	4932536,890	7352341,170
2-5	Јадар	Лозница	Н/А	DR_GW_I_2		оперативни	квантитет		
2-6	Београд - лева обала Саве	Београд	Макиш	SA_GW_I_4	Група пијезометара	оперативни	квантитет	4960092,600	7451221,400
2-7	Група Горњак-Хомоље	Шетоње	Шетоње	ML_GW_K_1	Шетоњско врело	оперативни	квантитет	4901704,770	7538139,490
2-8	Група Кучај	Злот	Злотска врела	CTIM_GW_K_1	врело Гаура Маре	оперативни	квантитет	4880107,000	7576207,000
2-9	Видлич	Пирот	Градиште	G_NI_GW_K_1	врело Градиште	надзорни	квантитет	4770071,312	7638238,574
2-10	Група Видојевица-Соколовица	Прокупље	Грчки млин	TOP_GW_P_1	Б-5	оперативни	квантитет	4786639,500	7546895,700
2-11	Група Јавор – Нова Варош	Сјеница	Зарудине	UV_GW_K_1	Вучково врело	оперативни	квантитет	4795685,560	7420668,670

*Рб. – редни број означава и редослед узорака узетих за израду хемијске анализе подземних вода

11.1 Осматрање квалитета подземних вода

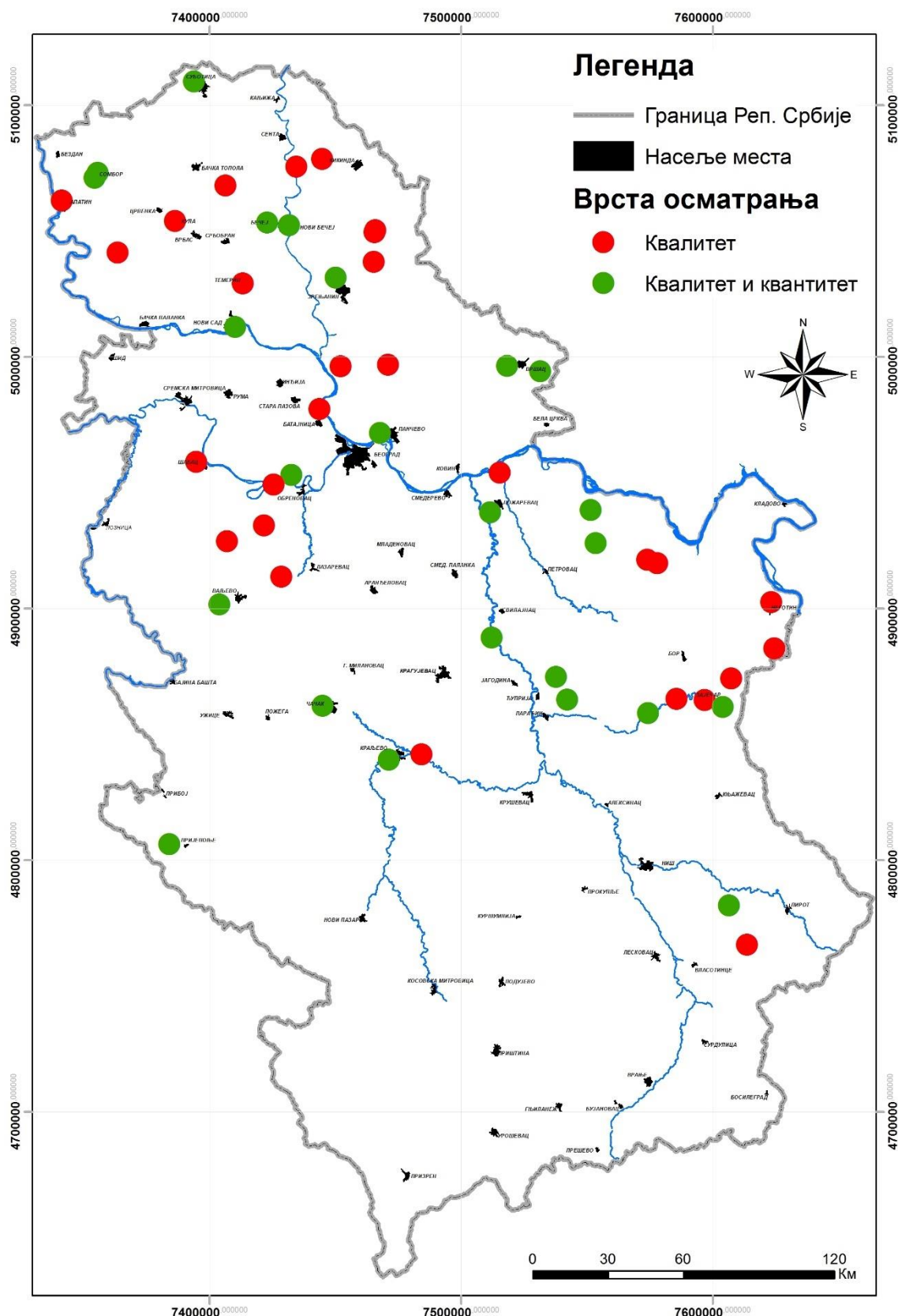
Квалитативне карактеристике подземних вода у оквиру водних тела у току трогодишњег пројекта осматране су на укупно 52 локације, и то на 21 локацији у току 2017. године, додатне 22 локације које се укључене 2018. године и 9 нових објеката који су укључени у финалној години пројекта (Анекс 1). Избор локација био је диригован степеном угрожености подземних вода од загађења, тако да је највећи број локација концентрисан на територију Војводине, односно налази се у алувијонима Црног, Белог и Великог Тимока, Западне и Велике Мораве када је реч о централној Србији, будући да су ова подручја и најугроженија са аспекта потенцијалног загађења подземних вода. На слици 11.1. приказан је просторни распоред локација на којима су вршена узорковања подземних вода за потребе израде хемијских анализа. На неким од њих су, како је раније наведено, вршена и осматрања квантитета подземних вода. Хемијски параметри који су праћени у оквиру овог пројекта обухватили су основне физичко-хемијске карактеристике воде, присуство метала и пестицида у води и др.

Узорковања подземних вода вршена су у периодима малих и великих вода, а у табели 11.2. дати су периоди свих теренских кампања које су вршене током трогодишњег пројекта.

Табела 11.2. Датуми одвијања теренских кампања узорковања подземних вода, у склопу квалитативног мониторинга за сваку годину имплементације пројекта

Година	Мале воде	Велике воде
2017	25. август – 1. септембар 2017.	1. новембар – 9. новембар 2017.
2018/2019	15. новембар – 1. децембар 2018.	20. март – 15. април 2019.
2019/2020	11. септембар – 14. новембар 2019.	15. јун – 26. јун 2020. године

Приликом узорковања подземних вода на одабраном објекту у оквиру водних тела, извршена су мерења квалитета подземне воде теренским уређајима и узет је узорак подземне воде (6 литара) са одабраног објекта за израду хемијске анализе, у оквиру водног тела за које је одређено да је под притиском или потенцијалним притиском (Табела 9.1).



Слика 11.1. Приказ мониторинг пунктова на којима се осматрао квалитет подземних вода у Републици Србији у оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“

Треба још истаћи да је стицајем околности период теренских истраживања који је обухватао маловодне периоде, генерално заиста одговарао жељеном стању ниских нивоа подземних вода. Обично је то у свакој години имплементације пројекта био један од најсушнијих периода

у години, на већини територије Србије, када у току дужег периода нису излучене значајније падавине. Са друге стране, теренска истраживања периода великих вода у 2017. години делимично су одговарала кишном циклусу, што се показало на дијаграмима повећања нивоа подземних вода. Поменута година имплементације пројекта није дозвољавала избор најрепрезентативнијег периода, с обзиром на веома кратак период реализације. Са друге стране, наредна година пројекта омогућила је теренска истраживања у пролећном периоду, када је било могуће осматрати нивое и квалитет подземних вода у пролећном максимуму. Тако, флексибилнији рокови за реализацију пројекта омогућили су мониторинг подземних вода у пролеће 2019. године, када је период великих вода условила задовољавајућа количина снега, која је пала током касне јесени и зиме, па је стога отапање снега крајем зиме, и сам почетак пролећа уз повремене кишне епизоде довео до пораста нивоа подземних вода. На крају, у завршној години пројекта, теренска истраживања су такође вршена у периоду малих вода, који је одговарао жељеном стању ниских нивоа подземних вода, јер се ради о једном од сушнијих периода, када на већини територије Србије у току 2-3 месеца нису забележене значајније падавине. Са друге стране, с обзиром на проглашење ванредног стања у Републици Србији услед епидемије корона вируса у марту 2020. године које је трајало до средине маја исте године, није било могуће вршити теренска истраживања подземних вода у периоду пролећних максимума. Тако, теренска истраживања периода великих вода обухватала су другу половину јуна 2020. године, будући да су се тек тада стекли услови за теренске обиласке. Ипак, с обзиром на одсуство значајнијих снежних падавина током зиме, односно значајне кишне падавине које су десиле непосредно пред јунску теренску кампању, може се рећи да је она управо и извршена у периоду великих вода, што се и показало на дијаграмима нивоа подземних вода, где се види пораст. Са те стране, немогућност теренских истраживања у предвиђеном периоду пре проглашења ванредног стања, није битно утицало на резултате мониторинга у периоду великих вода. На сликама 11.2 – 11.7. биће приказане фотографије снимљене током теренских кампања у свакој години имплементације овог пројекта.



Слика 11.2. Узорковање подземних вода и in situ мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у маловодном периоду (25.8. – 1.9.2017. год.)



Слика 11.3. Узорковање подземних вода и *in situ* мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у периоду великих вода (1 – 9.11.2017. год.)





Слика 11.4. Узорковање подземних вода и *in situ* мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у маловодном периоду (15.11. – 1.12.2018. год.)





Слика 11.5. Узорковање подземних вода и *in situ* мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у периоду великих вода (20.3 - 15.4.2019. год.)









Слика 11.6. Узорковање подземних вода и *in situ* мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у маловодном периоду (11.9. – 14. 11.2019. год.)





Слика 11.7. Узорковање подземних вода и *in situ* мерење квалитета подземних вода током теренских истраживања подземних вода у периоду великих вода (15 – 26. 6. 2020. год.)

У оквиру Анекса 1, овог извештаја дате су идентификационе табеле свих водних тела подземних вода у оквиру којих су формиране осматрачке тачке на којима су вршена теренска мерења физичко-хемијских параметара и узимани узорци за дефинисање хемијског квалитета подземних вода у склопу овог пројекта. Приказ и распоред осматрачких пунктова у оквиру водних тела дат је према редоследу и редним бројевима у оквиру Табеле 11.1.

11.2 Осматрање квантитета подземних вода

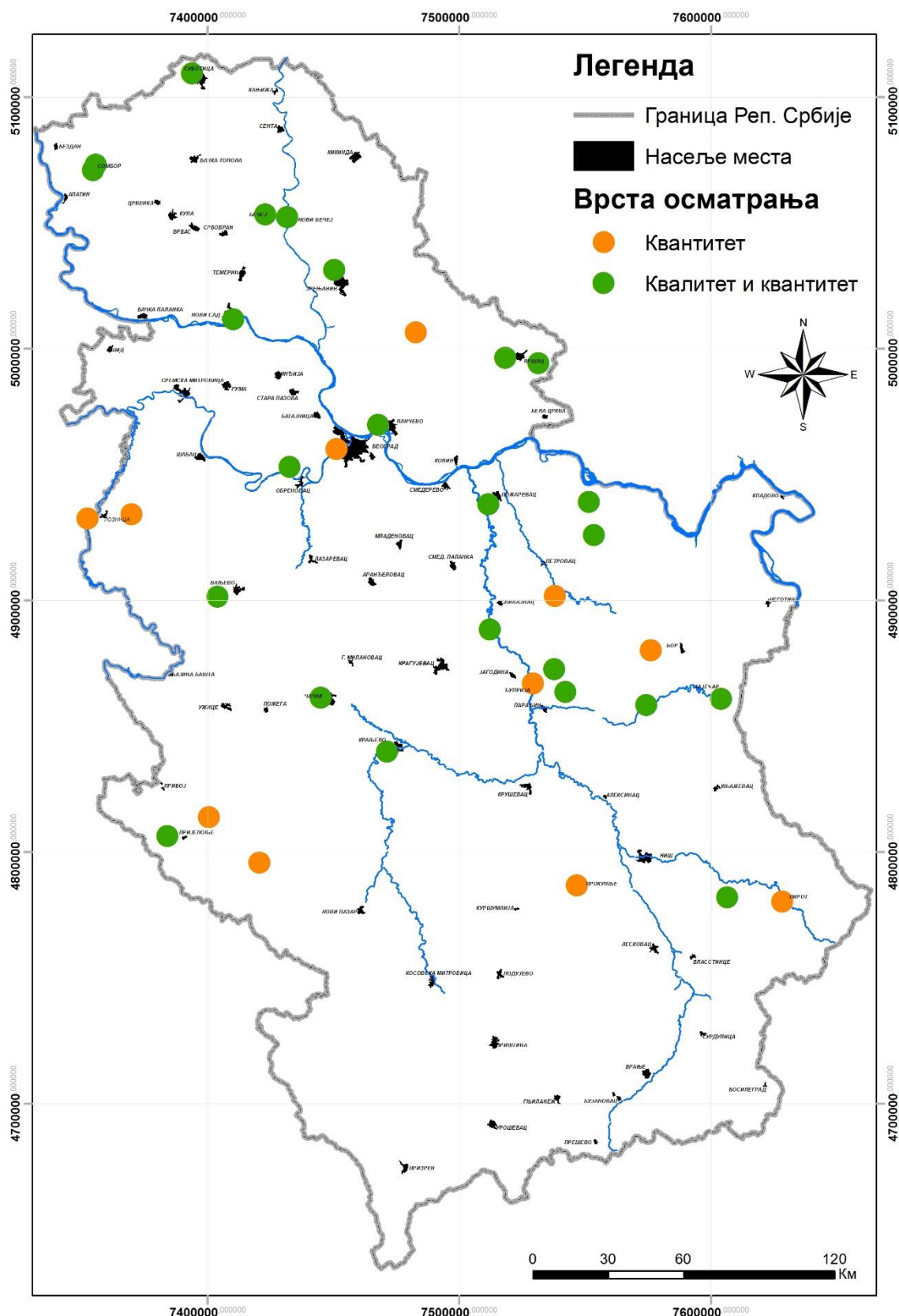
Квантитативне карактеристике подземних вода у оквиру водних тела осматране су на укупно 35 локација (Слика 11.8.), и то на почетку реализације пројекта на 20 локација током 2017. године, да би у 2018. било додато још 14 објеката, док је у последњој години имплементације пројекта додат још 1 мониторинг објекат. Као и при избору локација за квалитативни

мониторинг, и овде је одабир био предодређен степеном угрожености од прекомерне експлоатације подземних вода. Треба напоменути да су, осим мониторинг тачака на којима је истовремено осматран и квалитет вода (нпр. Војводина и алувијони Велике Мораве, Великог Тимока и др. укупно на 23 локације-мониторинг тачке), осматрана и поједина карстна врела као што су Гаура Маре у склопу Злотских врела, Вучково врело које је каптирано за водоснабдевање Сјенице, односно Шетоњско врело каптирано за Петровац на Млави, Црно врело каптирано за водоснабдевање Нове Вароши, врело Сељашница каптирано за водоснабдевање Пријепоља и врело Пакље каптирано за водоснабдевање Ваљева. На овом месту, врло је важно истаћи изузетан значај увођења поменутих карстних врела у националну мониторинг мрежу подземних вода, иако је на неким врелима било компликовано осматрати оне количине вода које се не експлоатишу, већ слободно отичу у виду прелива.

Пројектни тим је одлучио да се реализација мониторинга квантитета обавља у континуитету, од отпочињања истражних делатности све до њиховог завршетка (тј. до израде овог Завршног извештаја), уз наду да се и након тога настави ова врста мониторинга и то преузимањем осматрачких пунктова од стране РХМЗ или институције која ће сагласно опредељењу Министарства заштите животне средине (у чијој је непосредној надлежности организација мониторинга животне средине) преузети ту обавезу. Стога, у поглављима која следе биће дат приказ трендова флукуације нивоа подземних вода, на основу чега се може извући генерални закључак о квантитативном статусу подземних вода конкретних водних тела.

Већина резултата квантитативног мониторинга се односи на податке које прикупља надлежни водовод/ЈКП. Другим речима, где није било могуће инсталирати уређај за осматрање или водомерну летву, коришћени су подаци о осматрањима локалних изворишта. Са друге стране, тамо где су инсталирани уређаји (нпр. Чачак), резултати о квантитету ће бити приказани у обиму који је дозволио рад уређаја и услови у којем се уређај налазио (више у следећем поглављу). Приликом истраживања одабраних ВТ или ГВТ на одабраном објекту у оквиру изворишта, извршено је следеће:

- Мерења квантитета (нивомером или читавањем вредности са водомерне летве уз корелацију са хидрометријским мерењима или помоћу интерног система надзора водозавхвата);
- Где је било потребно инсталирани су уређаји за континуално мерење нивоа подземних вода (Слика 11.9.).



Слика 11.8. Приказ мониторинг пунктова на којима се осматра квантитет подземних вода у Републици Србији у оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“



Слика 11.9. Мерења нивоа подземних вода нивомером (горе лево); интерним системом надзора (горе десно); Инсталирање опреме за континуално мерење нивоа подземних вода (доле)

У договору са надлежним лицима која управљају изабраним водним објектима, током теренског обиласка, утврђена је динамика осматрања нивоа подземних вода, количине исцрпених и/или истеклих вода. Такође, договорено је редовно достављање података о нивоима подземних вода пројектном тиму, што није свуда и увек испуњено у потпуности, а имало је утицаја на квалитет података о нивоима подземних вода датих у овом извештају.

У оквиру Анекса 1, овог извештаја дат је приказ одабраних водних тела подземних вода, у складу са распоредом у Табели 11.1. (водна тела/локације означене бројевима од 2.1. до 2.11) на којима је вршено само осматрање нивоа подземних вода и квантитативних карактеристика подземних вода.

12 ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ОПЕРАТИВНОГ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

12.1 Приказ квалитативних карактеристика вода одабраних мониторинг објеката

Узорковање подземних вода за потребе израде хемијских анализа, као што је претходно наведено, вршено је у кампањама теренских обилазака мониторинг пунктова. Теренска истраживања у оквиру којих је вршено узимање узорака *in situ* мерења хемијских својстава подземних вода обављена су кроз четири године реализације Пројекта у следећим кампањама:

1. од 25.08.2017. до 1.9.2017. године и од 1.11.2017. до 9.11.2017. године;
2. од 15.11.2018. до 1.12.2018. године и од 20.3.2019. до 15.4.2019. године;
3. од 11.9.2019. до 14.11.2019. године и од 15.6.2020. до 26.6.2020. године.

Хемијски параметри који су одређивани директно на терену били су:

- температура воде (°C),
- рН,
- мирис, боја, укус,
- мутноћа (NTU),
- електропроводљивост ($\mu\text{S}/\text{cm}$),
- растворени кисеоник (DO mg/l),
- По потреби у зависности од природе водоносне средине: Redox потенцијал Eh (mV), укупна тврдоћа (mg/l), укупни алкалитет (mg/l), Ca^{2+} , HCO_3^- .

Са друге стране, лабораторијска испитивања квалитета подземних вода обављена су у акредитованој лабораторији Института за јавно здравље Крагујевац, где су вршена мерења следећих хемијских параметара:

- азотна тријада (NH_3 , NO_2^- , NO_3^-),
- органске материје, утрошак KMnO_4 ,
- хлориди Cl^- ,
- сулфати SO_4^{2-} ,
- присуство јона Fe и Mn,
- јони тешких метала As, Hg, Cd, Ni, Zn, Cu, i B,
- пестициди (Aldrin, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, Dieldrin, Endosulfan-sulfate, Endrin, alpha-HCH, beta-HCH, delta-HCH, gamma-HCH, Heptachlor, Heptachlorepoxyde, 4,4-Methoxychlor).

Резултати хемијских анализа из прва два циклуса реализације пројекта приказани су у Завршним извештајима сваког циклуса, док су резултати трећег циклуса истраживања приказани у Анексу 2 овог извештаја.

12.1.1 Кратак приказ резултата мониторинга квалитета у 2017/2018

У летњем и у јесењем периоду 2017. године (Анекс 3 овог Извештаја) на одређеним појавама уочене су повишене вредности, односно вредности изнад максимално дозвољених концентрација (МДК – Правилник о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. гласник РС, бр. 42/98 и бр. 44/99)), следећих параметара:

- мутноћа,
- специфична проводљивост,
- амонијак (NH_3),
- органске материје, утрошак KMnO_4 ,

- присуство јона Fe и Mn,
- арсен и
- бор.

У периоду малих вода (Анекс 3 овог Извештаја), повећана мутноћа у односу на дозвољену (1 NTU) констатована је у води на 10 објеката (Оџаци, Сомбор (ОВК и прва издан), Вршац, Зрењанин, Панчево, Рајац, Зајечар, Оснић и Неготин) од укупно 21 осматраних објеката. Повишене вредности су се кретале од 1,03 (што је незнатно изнад МДК) до максимално забележених 4,7 NTU.

Специфична проводљивост била је у дозвољеним границама на већини осматраних објеката, изузев на три локације, где су забележене повишене вредности: Оџаци - 1927 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Зрењанин – 1017 $\mu\text{S}/\text{cm}$ и Оснић – 1023 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

У летњем периоду (Анекс 3) забележене су и повећане вредности садржаја амонијака на 11 локација (Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Суботица, Вршац, Бечеј, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево, Зрењанин, Панчево, Нови Сад), са максимално забележеном вредности од 1,68 mg/l (Апатин и Бечеј).

Повећан садржај нитрата забележен је само у Оснићу (копани бунар, са концентрацијом нитрата од 56,6 mg/l), овај резултат је веома важан јер указује на испуњавање услова Србије по „Нитратној“ директиви ЕУ. Док је повећани утршак KMnO_4 забележен у водама чак 15 осматраних објеката (Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Вршац, Бечеј, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево, Зрењанин, Панчево, Нови Сад, Чачак, Рајац, Пожаревац и Неготин).

Садржај гвожђа изнад максимално дозвољених 300 $\mu\text{g}/\text{l}$ регистрован је у водама 7 објеката (Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Панчево, Ковачица, Нови Сад, Неготин), док је повећан садржај мангана (МДК=50 $\mu\text{g}/\text{l}$) присутан у подземној води из 7 објеката (Оџаци, Апатин, Вршац, Панчево, Ковачица, Нови Сад, Рајац).

Повећан садржај арсена присутан је у водама 4 објекта (Суботица -19,52 $\mu\text{g}/\text{l}$, Нови Бечеј – 34,6 $\mu\text{g}/\text{l}$, Банатско Карађорђево – 12,96 $\mu\text{g}/\text{l}$ и Зрењанин – 40,51 $\mu\text{g}/\text{l}$), а садржај бора изнад МДК (300 $\mu\text{g}/\text{l}$) потврђен је у водама 4 објекта (Сомбор ОВК, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево и Зрењанин) од укупно 8 тестираних објеката.

Током јесењег обиласка мониторинг тачака 2017. године (Анекс 3 овог Извештаја) и израдом хемијских анализа подземних вода, такође, је констатовано да хемијски параметри одређеног број појава прелазе максималне дозвољене концентрације.

Повећану мутноћу садржале су воде 2 објекта (Рајац -2,5 NTU и Неготин 4,3 NTU) од укупно тестираних 21 објеката. Садржај амонијака био је повишен на 10 објеката (Оџаци, Апатин, Сомбор (ОВК), Суботица, Вршац, Бечеј, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево, Зрењанин, Панчево), где је највиша забележена вредност од 1 mg/l. Повећан садржај нитрита и нитрата у водама регистрован је само у Оснићу, док је повећан утршак KMnO_4 садржан у водама узоркованим из 8 објеката (Оџаци, Апатин, Сомбор (Јарош), Нови Бечеј, Банатско Карађорђево, Зрењанин, Рајац, Пожаревац).

Повећани садржај гвожђа био је присутан у водама 9 објеката (Оџаци, Апатин, Сомбор (Јарош), Суботица, Бечеј, Панчево, Ковачица, Нови Сад, Брзан), а садржај мангана био је повишен у водама 8 објеката (Оџаци, Апатин, Вршац, Панчево, Ковачица, Нови Сад, Рајац,

Брзан). Садржај арсена био је повишен на истим локацијама, као и у периоду малих вода (Суботица, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево и Зрењанин). Повећан садржај бора потврђен је у водама 5 објекта (Бечеј, Нови Бечеј, Банатско Карађорђево, Зрењанин, Ковачица), од укупно 8 објеката на којима је анализиран бор, док је на локацији Суботице вредност бора била на самој граници максимално дозвољене концентрације (300 µg/l).

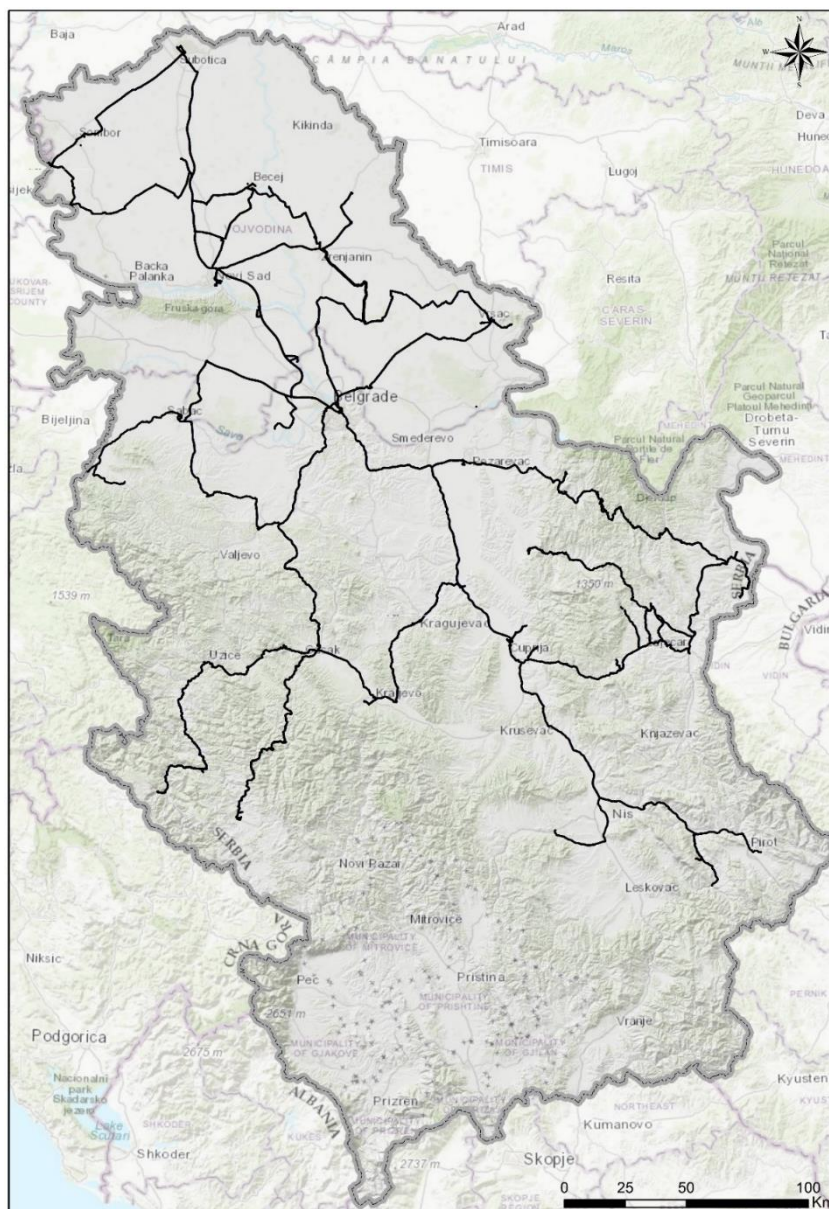
12.1.2 Кратак приказ резултата мониторинга квалитета у 2018/2019

У наставку реализације пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ током периода 2018/2019. година проширена је осматрачка мрежа за потребе мониторинга квалитета подземних вода (Слика 12.1.), тако да је број објеката који су били осматрани током кампање у периоду ниских вода износио 42, а током кампање високих вода 34 (Анекс 3).

Током обиласка и узорковања на 42 мониторинг тачке у периоду малих вода и израдом хемијских анализа (Анекс 3 овог Извештаја), утврђено је да поједини параметри на одређеном броју осматраних хидрогеолошких појава и објеката превазилазе МДК (Правилник о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. гласник РС, бр. 42/98, бр. 44/99 и бр. 28/2019)):

- рН вредност на 2 локације није у оквиру МДК: у Месићу где је измерена вредност од 6,63 и у Зрењанину где је забележена вредност 8,55;
- мутноћа превазилази МДК на 12 локација у различитим водоносним срединама: Темерин, Житиште, Банатско Карађорђево (прва издан), Панчево, Чента, Звездан, Зајечар, Неготин, Рајац, Ракова Бара, Витановац, Сељашница, а забележене су вредности од 0,07 до 4,94 NTU;
- специфична електрична проводљивост прелази преко 1000 µS/cm (распон измерених вредности до 1554 µS/cm) у подземној води 8 осматраних водних објеката: Оџаци, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (прва издан), Панчево, Чента, Оснић и Вражогрнац, међутим, извршена је промена Правилника (Сл. гласник РС бр. 28/2019), тако да сада вредност МДК за специфичну електричну проводљивост износи 2500 µS/cm;
- оксидо-редукциони потенцијал (Eh) који је одређиван на терену се кретао у опсегу од -154,1 до 217,9 mV;
- укупна тврдоћа се кретала у распону од 13 до 180 ppm, док је алкалитет у опсегу од 103 до 319 ppm, али у 18 узорака је алкалитет био изнад мерног опсега уређаја (>320 ppm);
- забележене вредности раствореног кисеоника (*in situ*) су биле од 0,9 до 47,6 mg/l;
- повећана концентрација калцијума у односу на МДК од 218 mg/l је утврђена само у подземној води у побијеном бунару у Вражогрнци, а распон вредности је од 7-218 mg/l;
- бикарбонатни јон је детектован у опсегу концентрација од 146,4 до 835,7 mg/l;
- повећана концентрација амонијака, извршена је промена Правилника (Сл. гласник РС бр. 28/2019) тако да сада вредност МДК износи 0,5 mg/l, утврђена је у водама на 3 осматрана објекта у Панонском басену и то: Апатин, Бечеј и Чента док је опсег измерених вредности био од 0,2 mg/l до 2,2 mg/l; са друге стране у 34 узорка подземне воде амонијак је био у концентрацији мањој од 0,03 mg/l (што је граница детекције употребљене методе);
- нитрити углавном нису детектовани, регистровано је присуство ове компоненте у само 2 узорка, а вредности су биле 0,005 и 0,0075 mg/l (Бановци и Брзан, респективно);
- нитрати су били испод границе детекције коришћене методе (<0,50 mg/l) у 9 узорка подземне воде, а тамо где су пронађени налазе се у опсегу од 0,52 до 57,65 mg/l, и једино је у Оснићу вредност изнад МДК, 57,65 mg/l. Овај резултат је веома важан јер указује на испуњавање услова Србије по „Нитратној“ директиви ЕУ.

- повећан утрошак калијум-перманганата (KMnO_4) имају воде на 5 осматраних пунктова, такође само у Панонском басену, и то: Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК) и Чента, док је опсег измерених вредности од 0,63 до 33,82 mg/l;
- хлориди се у свим анализираним узорцима налазе у дозвољеним концентрацијама у погледу вода за пиће, а опсег измерених вредности је од 1,99 до 77,4 mg/l;



Слика 12.1. Маршруте извршеног обиласка мониторинг тачака, приликом реализације пројекта у периоду 2018-2019. година

- повећана концентрација сулфата од 356,4 mg/l забележена је само на једној локацији (Вражогрнац), у делу где се вода Борске реке (оптерећена сулфатима и другим контаминантима) улива у Тимок, док је опсег осталих измерених вредности од 0,1 до 110,4 mg/l;
- повећану концентрацију гвожђа има 9 узорака са осматраних пунктова, и то: Оџаци, Апатин, Сомбро (Јарош), Суботица, Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево (2615 $\mu\text{g/l}$), Ковачица и Неготин, док је опсег измерених вредности од 10 до 2615 $\mu\text{g/l}$; Ради се делом о водама „Основног водоносног комплекса“ у Војводини (Панонски басен) а делом о водама алувијалних издани, за које је присуство јона гвожђа карактеристично;

- повећану концентрацију мангана имају подземне воде на 12 осматраних тачака и то: Бановци, Темерин, Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево, Павлиш (Вршац), Ковачица, Рајац (733 $\mu\text{g/l}$) и Нови Београд, док је распон измерених вредности од 13 до 733 $\mu\text{g/l}$;
- повећану концентрацију арсена имају подземне воде на 3 осматрачка пункта: Суботица (Водозхват 1) 14,5 $\mu\text{g/l}$, Нови Бечеј 61,9 $\mu\text{g/l}$ и Зрењанин 33,7 $\mu\text{g/l}$;
- повећану концентрацију бора има подземна вода у 2 од укупно 12 осматраних објеката, међутим, извршена је промена Правилника (Сл. гласник РС бр. 28/2019), тако да сада вредност МДК износи 1000 $\mu\text{g/l}$ (уместо досадашњих 300 $\mu\text{g/l}$): Зрењанин (1040 $\mu\text{g/l}$) и Житиште (1160 $\mu\text{g/l}$), с обзиром на то да садржај бора није контролисан на свим узорцима воде (изузети су сви за које је познато да не садрже бор у детектибилним концентрацијама и у којима нема јона As). Распон измерених вредности је од 51 до 1160 $\mu\text{g/l}$;
- жива је детектована у 8 узорака, у само једном превазилази МДК: Зрењанин (1,1 $\mu\text{g/l}$), а распон измерених вредности је од 0,21 до 1,1 $\mu\text{g/l}$;
- кадмијум и никл су у свим узорцима били испод границе детекције;
- цинк је испод границе детекције био у 15 узорака, а тамо где је детектован се кретао у опсегу од 5 до 188 $\mu\text{g/l}$;
- Бакар је изнад границе детекције био у 4 узорка подземне воде: Панчево, Оснић, Вражогрнац и Неготин, а измерене вредности су од 10 до 23,7 $\mu\text{g/l}$.
- Садржај пестицида у свим узорцима воде је испод границе детекције стандардне методе, што је такође веома значајно са еколошког становишта. Током обиласка 33 мониторинг локације у периоду великих вода током пролећа 2019. године мерењима на терену и израдом хемијских анализа (Анекс 3), утврђено је да одређени број појава садржи концентрације појединих параметара који су изнад максимално дозвољене концентрације (МДК):
- рН вредност је свуда у предложеним границама (6,8-8,5), измерене су вредности од 7,33 до 8,35;
- мутноћа је изнад 1 NTU на 16 локација: Бановци, Темерин, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК), Банатско Карађорђево (прва издан), Чента, Оснић, Вражогрнац, Рајац, Тумане, Чачак, Коцељева, Непричава, Ваља Фундата и Калуђерица (25,99 NTU), а забележене су вредности од 0,17 до 25,99 NTU;
- повећана специфична електрична проводљивост ($> 2500 \mu\text{S/cm}$) није измерена ни на једном од осматраних објеката, док су измерене вредности од 363 до 1945 $\mu\text{S/cm}$;
- оксидо-редукциони потенцијал (Eh) који је одређиван на терену се кретао у опсегу од -117,1 до 237,6 mV;
- укупна тврдоћа се креће у распону од 25 до 190 ppm, док је алкалитет у опсегу од 275 до 318 ppm, али у 18 узорака је алкалитет био изнад мерног опсега уређаја ($>320 \text{ ppm}$);
- растворени кисеоник је, мерен на терену, а вредности су од 0,73 до 5,23 mg/l;
- повећана концентрација калцијума у односу на МДК забележена је на 2 осматрана објекта, Вражогрнац 227 mg/l и Ваља Фундата 355 mg/l, од укупно 33 анализирана узорка, док је опсег вредности од 10 до 355 mg/l;
- бикарбонатни јон је детектован у опсегу концентрација од 271,45 до 805,2 mg/l;
- повећана концентрација амонијака утврђена је на 15 осматраних објеката: Темерин, Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Суботица, Бечеј, Банатско Карађорђево (ОВК и прва издан), Нови Сад, Панчево, Вршац, Чента, Брзан и Непричава, док је опсег измерених вредности био од 0,1 mg/l до 9,8 mg/l; са друге стране у 9 узорака подземне воде амонијак је био у концентрацији мањој од 0,05 mg/l (што је

- граница детекције стандардне методе): Сомбор (ОВК), Нови Бечеј, Зрењанин, Банатско Карађорђево (прва издан), Оснић, Вражогрнац, Кучево, Тумане и Калуђерица,;
- нитрити су детектовани само у 3 узорка подземне воде: Чачак - 0,026 mg/l, Ваља Фундата - 0,027 mg/l и Калуђерица - 0,016 mg/l;
 - нитрати су били испод границе детекције у 13 узорка подземне воде, тамо где су детектовани налазе се у опсегу вредности од 0,57 до 105,85 mg/l, а изнад МДК су у Оснићу (алувијон Црног Тимока) где је вредност 105,85 mg/l и у Вражогрнцу (алувијон Борске реке и Великог Тимока) 66,85 mg/l;
 - повећан утрошак калијум-перманганата (KMnO_4) имају воде на 11 осматраних пунктова: Темерин, Апатин, Сомбор (ОВК), Сомбор (прва издан), Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК), Панчево и Чачак, а највећа концентрација је одређена у подземној води бунара у Ченти (43,31 mg/l). Опсег измерених вредности утрoшка калијум-перманганата је од 2,51 до 43,31 mg/l;
 - хлориди се у свим анализираним узорцима налазе у дозвољеним концентрација у погледу вода за пиће, а опсег измерених вредности је од 4,75 до 61,92 mg/l;
 - концентрација сулфата изнад МДК забележена је поново у Вражогрнцу вредност је била 350,1 mg/l, али и на изворима Ваља Фундата и Калуђерица (356,2 и 1084 mg/l респективно), који су под директним утицајем рудничких вода из Мајданпека. Док је опсег осталих измерених вредности био од 0,1 до 212,8 mg/l;
 - повећану концентрацију гвожђа у односу на МДК има 13 узорка са осматраних пунктова: Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Сомбор (ОВК), Суботица, Бечеј, Нови Сад, Панчево (максимум-2797 $\mu\text{g/l}$), Вршац, Ковачица, Рајац и Калуђерица, док је на 5 локација испод нивоа детекције стандардне методе, а опсег измерених вредности је од 51,4 до 2797 $\mu\text{g/l}$;
 - повећану концентрацију мангана (изнад МДК) имају подземне воде на 12 осматраних тачака и то: Темерин, Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Нови Сад, Панчево, Павлиш (Вршац), Ковачица, Чента, Брзан, Рајац (максимум-358 $\mu\text{g/l}$) и Калуђерица, док је распон измерених вредности од 16,5 до 358 $\mu\text{g/l}$;
 - повећану концентрацију арсена имају подземне воде на 7 осматрачких пунктова, лоцираних у Панонском басену: Темерин, Сомбор (ОВК), Суботица, Бечеј, Нови Бечеј, Зрењанин (максимум-101,6 $\mu\text{g/l}$), Житиште, док је арсен испод границе детекције на 14 локација, а опсег свих забележених вредности је од 1,1 до 101,6 $\mu\text{g/l}$;
 - бор није детектован у 7 од 15 анализираних узорка подземне воде, а опсег измерених вредности је од 60 до 970 $\mu\text{g/l}$. Повећана концентрација бора (>МДК) забележена је једино у подземној води у бунару из Житишта (1070 $\mu\text{g/l}$).
 - жива је детектована у 5 узорка, а распон измерених вредности је од 0,2 до 0,7 $\mu\text{g/l}$. У периоду малих вода концентрација живе је у подземној води из бунара са зрењанинског изворишта чак 5 пута већа него у време високих вода;
 - кадмијум, никл и бакар су у свим узорцима били испод границе детекције;
 - цинк је детектован у 9 узорка, а вредности су биле у опсегу од 14 до 355 $\mu\text{g/l}$;
 - садржај пестицида у свим узорцима воде је испод границе детекције стандардне методе, што је и логично јер није било у водама ни на крају вегетационог периода за који се везује и употреба агротехничких средстава у пољопривреди.

12.1.3 Приказ резултата мониторинга квалитета у 2019/2020

Теренска истраживања у оквиру којих је вршено узимање узорака и *in situ* мерења хемијских својстава подземних вода (Анекс 3 овог Извештаја) обављена су у периоду од 11.9.2019. до 14.11.2019. године и од 15.6.2020. до 26.6.2020. године.

Температура подземне воде која је забележена на терену током периода маловођа (лето/јесен 2019. године) кретала се од 11,04 до 20,52 °C (Анекс 3). Вредност индекса рН била је у опсегу од 6,75 до 8,23. Мутноћа се кретала у широком опсегу, али и у складу са условима на терену од 0,056 до чак 694,8 °NTU. Специфична проводљивост измерена је у опсегу од 374 до 2577 µS/cm. Оксидо-редукциони потенцијал се кретао опсегу вредности од -320 до 586,3 mV. Укупна тврдоћа је била у опсегу од 14 до 286 ppm, док је алкалитет био у опсегу од 110 до 317 ppm. Концентрација раствореног кисеоника је измерена у вредностима од 0,52 до 9,66 mg/l. Калцијум је измерен у концентрацијама од 8 до 394 mg/l. Бикарбонатни јон се креће у опсегу од 164,74 до 1000,66 mg/l. Азотна тријада је забележена у следећим концентрацијама:

1. амонијак на неколико локација није детектован док је максимум 12,2 mg/l;
2. нитрити нису детектовани на неколико узорака, а тамо где су забележени крећу се у опсегу од 0,009 до 0,495 mg/l;
3. нитрати нису забележени на неколико локација, док су измерене вредности у опсегу од $0,62 \pm 0,06$ mg/l до $372,6 \pm 37,3$ mg/l.

Утрошак калијум-перманганата се кретао у опсегу од $1,26 \pm 0,09$ mg/l до $45,84 \pm 3,30$ mg/l. Концентрација хлорида је измерена у опсегу $2,55 \pm 0,23$ mg/l до $230,2 \pm 20,7$ mg/l. Сулфати су детектовани у опсегу између $0,48 \pm 0,10$ mg/l до 1152 ± 230 mg/l. Концентрација гвожђа се кретала у опсегу од 16 ± 2 mg/l до 53462 ± 6415 mg/l, док на неколико локација није детектовано. Манган, такође, није детектован на неколико локација док су измерене вредности у опсегу од $15,8 \pm 1,8$ до 4175 ± 480 mg/l. Арсен није детектован у већини узорака, међутим, опсег измерених вредности је од 1 до 24,4 µg/l. Жива, такође, није детектована у већини узорака, а тамо где је измерена кретала се у опсегу од 1 до 1,7 µg/l. Кадмијум је детектован на само једној локацији, на врелу Калуђерица, у концентрацији од $3,0 \pm 0,5$ µg/l. Никл је, као и кадмијум, детектован у истом узорку воде из врела Калуђерица у концентрацији $47,5 \pm 3,8$ µg/l. Цинк није детектован на неколико локација, док је на локацијама где је детектован забележен у концентрацијама од $9,3 \pm 1,6$ до $461,3 \pm 80,7$ µg/l. Бакар није детектован на већини локација, а тамо где је забележен концентрација се креће у опсегу од $18,9 \pm 2,3$ до 571 ± 69 µg/l. Бор је одређиван на 17 локација, био је испод границе детекције (<50 µg/l) на 6 локација, а измерене концентрације су у опсегу од 51 до 993 µg/l.

Пестициди (укупни), али и појединачно одређивани нису детектовани ни на једној локацији.

Током обиласка мониторинг тачака у периоду малих вода, током лета и јесени 2019. године, и израдом хемијских анализа на укупно 52 хидрогеолошке појаве/објеката (Анекс 3), у одређеном броју измерена вредност појединих параметара била је изнад максималне дозвољене концентрације (МДК) у подземној води, уколико подземне воде посматрамо као воде које се користе за пиће (водоснабдевање). Конкретно параметри који нису у оквиру прописаних МДК према Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ: бр. 42/98 и 44/99, Сл. гласник РС: бр. 28/2019) су:

- рН индекс је испод прописане вредности од 6,8 у подземној води из бунара Б-1 у Месићу и износио је 6,75;
- мутноћа подземне воде је изнад МДК (>1 NTU) у 22 објекта (бунара или извора/врела) и то: Бановци, Темерин, Оџаци, Сомбор, Суботица, Зрењанин, Банатско Карађорђево

- (прва издан), Месић, Чента, Крагујевац, Зајечар, Вражогрнац, Брусник, извор код Тумана, врело Сељашница, врело Ваља Фундата и врело Калуђерица, Његошево, Сајан, Падеј, Скела и Вукићевица;
- повећана специфична проводљивост ($> 2500 \mu\text{S}/\text{cm}$) измерена је на 2 осматрана објекта и то у појединачним бунарима у Његошеву и Падеју;
 - повећану вредност калцијума ($> 200 \text{ mg}/\text{l}$) забележене су на 4 осматране појаве и то: бунар у Вражогрнци, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица, бунар у селу Костолац од укупно 52 узорка;
 - повећану концентрацију амонијака ($> 0,5 \text{ mg}/\text{l}$) измерена је на 15 осматраних објеката од укупно 52, и то: Темерин, Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Суботица, Бечеј, Нови Бечеј, Зрењанин, Банатско Карађорђево (ОВК), Нови Сад, Панчево, Вршац, Чента, Брусник и врело Ваља Фундата;
 - повећану концентрацију нитрита ($> 0,03 \text{ mg}/\text{l}$) имају подземне воде у 5 објеката/појава, и то: Ковачица, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица, Падеј и Скела;
 - повећану концентрацију нитрата ($> 50 \text{ mg}/\text{l}$) имају подземне воде у 6 објеката/појава, и то: Оснић, Вражогрнац, Његошево, Падеј, Скела и село Костолац;
 - повећану оксидабилност (хемијска потрошња калијум-перманганата - $\text{KMnO}_4 > 12 \text{ mg}/\text{l}$) има подземна вода са 9 осматраних пунктова и то: Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК), Чента, Зајечар, врело Калуђерица, Сајан и Падеј;
 - повећану концентрацију сулфата ($> 250 \text{ mg}/\text{l}$) измерили смо на 5 појава/објеката: Вражогрнац, Кучево, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица и село Костолац;
 - повећану концентрацију гвожђа ($> 300 \mu\text{g}/\text{l}$) има 16 узорака подземне воде са осматраних пунктова, и то: Мали Иђош, Апатин, Сомбор (плитка издан), Суботица, Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево, Ковачица, Зајечар, Брусник, Непричава, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица, Сајан, Падеј и Вукићевица;
 - повећану концентрацију мангана ($> 50 \mu\text{g}/\text{l}$) имају воде 13 појава/објеката и то: Бановци, Мали Иђош, Апатин, Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево, Вршац, Ковачица, Брусник, Нови Београд, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица и Скела;
 - повећану концентрацију арсена ($> 10 \mu\text{g}/\text{l}$) имају подземне воде на 4 осматрана објекта и то: Суботица, Нови Бечеј, Зрењанин и Сајан;
 - концентрација живе је у подземној води у бунару у Витановцу тачно на граници МДК која износи $1 \mu\text{g}/\text{l}$, а у подземној води са врела Пакље је $1,7 \mu\text{g}/\text{l}$;
 - кадмијум је у подземној води врела Калуђерица детектован у концентрацији од $3 \pm 0,5 \mu\text{g}/\text{l}$, што је на граници МДК која износи $3 \mu\text{g}/\text{l}$.
 - никл је превазишао МДК ($20 \mu\text{g}/\text{l}$) у подземној води врела Калуђерица и забележена вредност је $47,5 \pm 3,8 \mu\text{g}/\text{l}$;
 - концентрације цинка и бакра се налазе у границама МДК, а у већини случајева и испод границе детекције примењене методе у оквиру извршене хемијске анализе;
 - недозвољена концентрација бора ($> 1000 \mu\text{g}/\text{l}$) није забележена ни на једном од 17 узорака (садржај бора није контролисан на свим узорцима воде, већ само у онима где постоји индикација за појаву већих концентрација арсена), али можемо констатовати да је повишена у подземној води у Банатском Карађорђеву– ОВК ($750 \mu\text{g}/\text{l}$), Зрењанину ($895 \mu\text{g}/\text{l}$) и Житишту ($993 \mu\text{g}/\text{l}$);

Током мониторинга који је обављен приликом последње кампање, јун 2020. године, мерењима физичко-хемијских параметара *in situ* и израдом хемијских анализа на укупно 40 хидрогеолошких појава/објеката, уочене су у одређеном броју случајева вредности параметара изнад МДК у подземној води. Параметри који нису у оквиру прописаних норми

према Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ: бр. 42/98 и 44/99, Сл. гласник РС: бр. 28/2019) су:

- рН индекс је изнад вредности МДК у подземној води из побијеног бунара у Сајану (8,98);
- мутноћа подземне воде је изнад МДК (>1 NTU) у 19 бунара или извора/врела и то: Бановци, Темерин, Мали Иђош, Нови Сад, Панчево, Чента, Вражогрнац, Брусник, извор код Тумана, врело Сељашница, Краљево, Коцељева, врело Ваља Фундата и врело Калуђерица, Његошево, Сајан, Падеј, Скела, Вукићевица, село Костолац и врело Пакље;
- повећана специфична проводљивост ($> 2500 \mu\text{S}/\text{cm}$) измерена је на 3 осматрана објекта и то у појединачним бунарима у Оџацима, Његошеву и Падеју;
- повећану вредност калцијума ($> 200 \text{ mg}/\text{l}$) забележена је на 4 осматране појаве од укупно 44 узорка и то: бунар у Оснићу, бунар у Вражогрнцу, врело Ваља Фундата, бунар у Сајану;
- повећану концентрацију амонијака ($> 0,5 \text{ mg}/\text{l}$) измерена је на 15 осматраних објеката од укупно 52, и то: Темерин, Оџаци, Апатин, Сомбор (прва издан), Суботица, Бечеј, Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК), Нови Сад, Панчево, Вршац, Чента, Брусник и врело Ваља Фундата;
- повећану концентрацију нитрита ($> 0,03 \text{ mg}/\text{l}$) имају подземне воде у 3 објекта/појаве, и то: Брзан, врело Ваља Фундата и Падеј;
- повећану концентрацију нитрата ($> 50 \text{ mg}/\text{l}$) имају подземне воде у 6 објекта/појава, и то: Оснић, Вражогрнац, Његошево, Падеј, Скела и село Костолац;
- повећану оксидабилност (хемијска потрошња калијум-перманганата - $\text{KMnO}_4 > 12 \text{ mg}/\text{l}$) има подземна вода са 9 осматраних пунктова и то: Апатин, Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК и прва издан), Чента, Сајан и Падеј;
- повећану концентрацију сулфата ($> 250 \text{ mg}/\text{l}$) измерили смо на 5 појава/објекта: Вражогрнац, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица, Падеј и село Костолац;
- повећана концентрација гвожђа ($> 300 \mu\text{g}/\text{l}$) детектована је у 13 узорака подземне воде са осматраних пунктова, и то: Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Сомбор (плитка издан), Суботица, Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево, Ковачица, Брусник, врело Ваља Фундата, врело Калуђерица и Његошево;
- повећану концентрацију мангана ($> 50 \mu\text{g}/\text{l}$) имају воде 13 појава/објекта и то: Мали Иђош, Оџаци, Апатин, Сомбор (плитка издан), Банатско Карађорђево (прва издан), Нови Сад, Панчево, Вршац, Ковачица, Брзан, Брусник, врело Ваља Фундата и врело Калуђерица;
- повећану концентрацију арсена ($> 10 \mu\text{g}/\text{l}$) имају подземне воде на 4 осматрана објекта и то: Темерин, Мали Иђош, Сомбор (ОВК), Суботица, Бечеј, Нови Бечеј, Зрењанин, Житиште, Банатско Карађорђево (ОВК), Сајан и Падеј;
- недозвољена концентрација бора ($> 1000 \mu\text{g}/\text{l}$) забележена је у подземној води са 2 осматрачка објекта од 17 узорака (садржај бора није контролисан на свим узорцима подземне воде, већ само у онима где постоји индикација или појава већих концентрација арсена): Зрењанин ($1014 \mu\text{g}/\text{l}$) и Житиште ($1157 \mu\text{g}/\text{l}$), а можемо констатовати да је повишена ($>500 \mu\text{g}/\text{l}$) у подземној води у бунарима: Сомбор (ОВК) – $619 \mu\text{g}/\text{l}$, Нови Бечеј – $676 \mu\text{g}/\text{l}$, Банатском Карађорђеву (ОВК) – $868 \mu\text{g}/\text{l}$.

12.1.4 Тренд промена критичних параметара квалитета у периоду осматрања

Тренд промена параметара квалитета на свим локацијама у оквиру водних тела која су била изабрана за оперативни (или надзорни) мониторинг, на којима је узорковање извршено најмање 3 пута, приказан је у оквиру Анекса 4 овог Извештаја. Параметри квалитета који су обрађени за потребе дефинисања трендова су: температура воде, рН вредност, мутноћа, специфична електрична проводљивост, оксидабилност (утрошак калијум-перманганата) концентрације калцијума, бикарбоната, амонијака, нитрита, нитрата, хлорида, сулфата, гвожђа, мангана, арсена и бора. Општи закључак је да постоје благе промене тренда наведених параметара, тако да постоје параметри који су у благом порасту током последње 3 године: температура воде, специфична електрична проводљивост, концентрације калцијума, бикарбоната, амонијака, сулфата, гвожђа, мангана и арсена. Са друге стране благи пад тренда уочен је код оксидабилности, концентрација нитрита, нитрата, хлорида и бора. Вредност рН није показала уочљиву позитивну нити негативну промену тренда. Уколико посматрамо појединачна водна тела тј. локације на којима је вршено осматрање можемо да издвојимо неке значајне промене тренда одређених критичних параметара: концентрације „елемената“ азотне тријаде (амонијак, нитрити и нитрати), концентрације хлорида, сулфата, гвожђа, мангана, арсена и бора.

У погледу тренда критичних параметара код водног тела **Источни Срем** (Бановци) уочава се тренд пораста концентрације нитрата, сулфата, док је тренд концентрације мангана у опадању. На локацији Темерин у водном телу **Средња Бачка – ОВК** уочен је тренд пораста концентрације амонијак, арсена и бора, док је тренд концентрација гвожђа и мангана у опадању, а на локацији Оџаци, у оквиру истог водног тела уочен је тренд опадања концентрације хлорида, сулфата, гвожђа и бора, а постоји тренд пораста концентрације арсена (концентрација испод 5 µg/l). Код водног тела **Телечка – ОВК** (Мали Иђош) уочен је тренд пораста концентрације гвожђа, мангана и арсена, сличан тренд је примећен и на локацији мониторинга у Суботици: пораст концентрације гвожђа, мангана и арсена, као и амонијака. На локацији Апатин, водно тело **Југозападна Бачка**, уочен је тренд пораста концентрације амонијака, мангана и арсена (концентрација ипак не прелази 5 µg/l), док је тренд концентрације гвожђа у благом опадању. На локацији Јарош (Сомбор), водно тело **Северозападна Бачка прва издан**, уочен је тренд пораста концентрације амонијака, гвожђа, мангана и арсена ($C_{\max}=5 \mu\text{g/l}$). У оквиру водног тела **Северозападна Бачка – ОВК** уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрита, нитрата, гвожђа, мангана, бора и арсена, док није уочена значајна промена концентрација хлорида и сулфата.

На локацији Бечеј у водном телу **Горња Тиса – ОВК** уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрата, гвожђа, мангана и арсена, док је забележен тренд опадања концентрације бора. У оквиру водног тела **Северни Банат – ОВК** (Нови Бечеј) тренд пораста уочен је код параметара концентрација амонијака, нитрата, гвожђа, мангана и арсена, док је концентрација бора имала тренд опадања. На локацији Сајан у оквиру овог водног тела, мониторинг квалитета извршен је два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опадања вредности које су праћене. На локацији Зрењанин у оквиру водног тела **Доња Тиса – ОВК** уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрата, мангана и арсена, док је концентрација бора имала тренд опадања. На другој локацији у оквиру овог водног тела, на бунару ЧЕБ 01/01 у насељу Чента, уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрата и мангана, а концентрација гвожђа има тренд опадања, концентрације арсена и бора нису показале значајан тренд опадања нити пораста. У оквиру водног тела **Средњи Банат – ОВК** мониторинг је обављан на две локације: Банатско Карађорђево и Житиште. На локацији Банатско Карађорђево уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрата, мангана и гвожђа, док је тренд концентрација арсена и бора у опадању (мада је највећа концентрација арсена забележена у последњем узорку 14,1 µg/l). Са друге стране на локацији Житиште (где

је узорковање обављено 4 пута) тренд пораста постоји код параметара амонијака, нитрата и мангана, док се тренд концентрација гвожђа, арсена и бора може дефинисати као непроменљив или у благом опадању. У оквиру водног тела **Средњи Банат прва издан**, на локацији бензинска станица „Гутеша“, уочен је тренд пораста амонијака, нитрата, сулфата, гвожђа и мангана, док је концентрација арсена у благом порасту (мада у последња 2 узорка није детектована, $<1 \mu\text{g/l}$).

За водно тело **Јужна Бачка**, локација Нови Сад, може се рећи да показује тренд пораста концентрација амонијака и мангана, а тренд опадања концентрација нитрита, нитрата, хлорида, сулфата, гвожђа и арсена. На локацији Сибница, у водном телу **Панчевачки рит**, уочен је тренд пораста концентрације амонијака, хлорида, сулфата, гвожђа, мангана, док је уочен тренд опадања концентрација нитрата и арсена (није детектован у 3 последња узорка). За водно тело **Југоисточни Банат – ОВК**, локација Павлиш, значајно је истаћи тренд пораста концентрације амонијака, гвожђа и мангана, као и тренд опадања концентрације бора. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацији Месић у оквиру водног тела **Вршачке планине** је извршен два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опадања вредности које су праћене. У оквиру водног тела **Југозападни Банат – ОВК**, локација Ковачица, уочен је тренд пораста концентрација амонијака, нитрата, хлорида, сулфата и мангана, док је тренд концентрација гвожђа у благом расту, а тренд концентрације бора је у опадању. За водно тело **Велика Морава алувион – лева обала**, локација Брзан, може се рећи да показује тренд пораста концентрација амонијака, нитрата и арсена (концентрације не прелазе $1,5 \mu\text{g/l}$), док је уочен тренд опадања концентрације хлорида, сулфата, гвожђа и мангана. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацијама врела Немања II и Топлик, у оквиру водног тела **Раваница** је извршен два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опадања вредности које су праћене. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацији врела Мрљиш, у оквиру водног тела **Кучај и Бељаница** је извршен два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опадања вредности које су праћене.

У оквиру водног тела **Црни Тимок алувион**, на локацији Оснић, уочен је тренд пораста концентрација нитрата, сулфата и гвожђа, док су концентрације нитрита, хлорида и мангана у опадању. На другој локацији, Звездан, у оквиру истог водног тела, такође је уочен тренд пораста концентрације нитрата, али и хлорида и сулфата, док је тренд концентрација гвожђа у опадању. За водно тело **Бели Тимок алувион**, локација Зајечар, значајно је истаћи тренд пораста концентрације нитрата, гвожђа и мангана, и благи тренд пораста хлорида и сулфата. У оквиру водног тела **Велики Тимок алувион**, на локацији Вражогрнац, уочен је значајан тренд пораста концентрације калцијума, нитрата, сулфата, док је тренд концентрације хлорида у опадању. На другој локацији у оквиру истог водног тела уочен је тренд пораста концентрација амонијака, сулфата, хлорида и гвожђа, док је тренд концентрација нитрата и мангана у опадању. За водно тело **Неготин Кладово**, локација Неготин, значајно је истаћи тренд опадања концентрација нитрата, хлорида и сулфата, док је тренд концентрација гвожђа у порасту. У оквиру водног тела **Голубац – карст**, на локацији Кучево, уочен је тренд пораста концентрација хлорида и сулфата, док је концентрација нитрита има тренд опадања. За водно тело **Манастирица**, локација Тумане, значајно је истаћи тренд пораста концентрације нитрата.

На локацији Пожаревац, водно тело **Велика Морава алувион – десна обала**, уочен је тренд пораста концентрација нитрита, хлорида, сулфата и мангана, док је тренд гвожђа у опадању. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацији Витановац (копани бунар), у оквиру водног тела **Горњи Милановац** је извршен два пута, па стога није могуће формирати

валидан тренд раста/опadaња вредности које су праћене. У оквиру водног тела **Западна Морава алувион**, локација Чачак, уочен је тренд пораста концентрација гвожђа и мангана, док је тренд концентрација нитрата, хлорида и сулфата у опадању. На другој локацији у оквиру истог водног тела, Краљево, уочен је тренд пораста концентрација сулфата и гвожђа, а тренд опадања концентрације нитрата. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацији врела Сељашница, у оквиру водног тела **Бучје** је извршен два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опadaња вредности које су праћене. У оквиру водног тела **Мачва – ОВК (квартар)**, локација Шабац, уочен је тренд пораста концентрација хлорида, а тренд опадања концентрација нитрата и сулфата.

На локацији Коцељева, водно тело **Тамнава**, уочен је тренд пораста концентрација нитрата, хлорид и сулфата, док је тренд концентрација амонијака и гвожђа у опадању. У оквиру водног тела **Непричава – карст**, локација Непричава, уочен је тренд пораста концентрација нитрата, хлорид, сулфата, гвожђа и мангана, док је тренд концентрације амонијака и арсена у опадању. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, на локацији Нови Београд (бунар са хоризонталним дренажима), у оквиру водног тела **Београд лева обала Саве**, затим у оквиру водног тела **Сува планина**, на две локације врела Љуберађа и Дивљана је извршен два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опadaња вредности које су праћене. У оквиру водног тела **Крш – север**, мониторинг је извршен на две локације, на локацији врела Ваља Фундата, значајан је тренд пораста концентрација амонијака, нитрита, хлорида, као и сулфата ($C_{\max}=1152 \text{ mg/l}$) и мангана ($C_{\max}=504 \text{ }\mu\text{g/l}$), док је тренд концентрација нитрата и гвожђа у опадању. На локацији врела Калуђерица, такође је значајан тренд пораста концентрације нитрита, гвожђа и мангана, док је уочен тренд опадања концентрација нитрата хлорида и сулфата. Хемијске анализе у оквиру мониторинга квалитета, у оквиру водних тела: **Горња Тиса – прва издан** (Падеј), **Београд – десна обала Саве** (Скела), **Мачва – плиоцен** (Вукићевица), **Костолац** (село Костолац) и **Лелић – карст** (врело Пакље), извршен је два пута, па стога није могуће формирати валидан тренд раста/опadaња вредности које су праћене.

12.2 Приказ квантитативних карактеристика вода одабраних мониторинг објеката

12.2.1 Кратак приказ резултата мониторинга квантитета у 2017/18

Праћење квантитета подземних вода током прве године пројекта (2017. год.) вршено је на 20 објеката или појава, континуирано током имплементације пројекта и обраде података, где је то било могуће, међу којима су поред интергрануларне издани Војводине („Основни водоносни хоризонт“) и алувијона већих река, осматрана и поједина карстна врела. То је посебно важно нагласити из разлога што системска осматрања карстних врела практично не постоје у Србији. У склопу оперативног мониторинга подземних вода, током периода реализације пројекта (август 2017 – фебруар 2018) осматрани су режими истицања карстних врела: Вучково врело у општини Сјеница, Шетоњско врело у општини Петровац и врело Гаура Маре у оквиру „Злотског изворишта“, село Злот, у општини Бор.

У табели 12.1, приказан је попис објеката на којима је вршен квантитативни мониторинг током периода реализације пројекта током 2017. године, као и главни резултати осматрања квантитета подземних вода.

Табела 12.1. Резултати квантитативног мониторинга подземних вода на одабраним локацијама у оквиру 2017/2018. године

Водно тело	Насеље	Одабрани објекат	Статички НПВ (m)			Динамички НПВ (m)			Q (l/s)	q (l/s/m ²)
			Max	Min	Амплитуда	Max	Min	Амплитуда		
СЗ Бачка - прва издан	Сомбор	Б-4А	6,94	7,7	0,76	7,71	14,28	6,57	11,82	1,79
СЗ Бачка - ОВК	Сомбор	Бане Секулић	15,1	/	/	21,9	22,35	0,45	0,98	2,18
Телечка - ОВК	Суботица	Б-28/4	/	/	/	16,55	20,71	4,16	24,29	5,84
ЈИ Банат - ОВК	Вршац	Б-12	/	/	/	3,7	12,5	8,8	/	/
Горња Тиса – ОВК	Бечеј	Б-III/6-1	/	/	/	14,35	15,11	0,76	10,4	13,68
Северни Банат – ОВК	Нови Бечеј	Б-8	/	/	/	/	15,22	/	12	/
Доња Тиса - ОВК	Зрењанин	Б-06/06	8,15	9,05	0,9	/	/	/	/	/
Панчевачки рит	Сибиница	Б-8а/4	5,30	6,43	1,13	7,88	8,50	0,62	14,5	23,38
Јужна Бачка	Штранд	РБ-2	71,77	71,75	0,98	/	/	/	/	/
З. Морава - аI	Бељина	СБ	5,58	5,94	0,36	/	/	/	/	/
Б. Тимок – аI	Бели Тимок	В"-1	5,6	5,3	0,3	/	/	/	14,1	/
В. Морава алувион – д. о.	Кључ	ЕБ-4	8,65	9,63	0,98	/	/	/	/	/
В. Морава алувион – л. о.	Брзан	П1-Н	5,23	7,30	2,07	/	/	/	/	/
		П11	7,02	9,09	2,07	/	/	/	/	/
Група Кучај	Злот	14-1	6,30	8,37	2,07	/	/	/	/	/
		Гаура Маре	Q _{expl. max} = 55,28 l/s; Q _{expl. min} = 27,81 l/s; Q _{expl. av} (цело извориште) = 390,4 l/s							
Група Јавор – Нова Варош	Сјеница	Вучково врело	H _{max} = 130 cm; H _{min} = 6 cm; Q _{expl. max} = 130 l/s; Q _{expl. min} = 121 l/s							
Београд - лева обала Саве	Макиш	Шетоњско врело	H _{max} = 42 cm; H _{min} = 28 cm; Q _{expl. max} = 4 165,25 l/dan; Q _{expl. min} = 3 707 l/dan							
		Пдус – 12	8,32	10,03	1,71	/	/	/	/	/
		ЗСУР – 8д	2,12	3,41	1,29	/	/	/	/	/
		П – 7	6,69	7,95	1,26	/	/	/	/	/
		ЗСУР – 7	2,57	3,22	0,65	/	/	/	/	/
		ЗМАК – 1	4,17	4,72	0,65	/	/	/	/	/
Група Лозница	Зеленица	ПБ – 4	5,28	5,56	0,65	/	/	/	/	/
		Б-1	/	/	/	2,90	6,97	4,07	Q _{expl. av} = 23,2 l/s	/
		Б-1 (1.3. – 7.9.'17, ГЗС)	5,44	12,07	6,6	/	/	/	/	/
Група Велика Морава југ-јухор	Стрелиште	Б-1 (3.11. – 29.11.'17, РГФ)	8,09	11,23	3,14	/	/	/	/	/
Група Видојевица-Соколовица	Грчки млин	Б-5	4,98	5,04	0,06	/	/	/	/	/

12.2.2 Кратак приказ резултата мониторинга квантитета у 2018/19

Током имплементације пројекта у 2018. и 2019. години, првобитном броју од 20 мониторинг тачака у оквиру квантитативног мониторинга, додато је још 14 локација. На тај начин, праћење квантитета подземних вода током 2018. и 2019. године вршено је на укупно 34 локације, континуирано где је то било могуће (због дисконтинуитета пројекта није једноставно обезбедити да се подаци прикупљају без икаквих прекида), међу којима су поред интергрануларне издани Војводине („Основни водоносни комплекс“) и алувијона већих река, осматрана и карстна врела.

У склопу оперативног мониторинга подземних вода, осматрани су режими истицања следећих карстних врела: Вучково врело код Сјенице (село Чедово), Шетоњско врело код Петровца на Млави (село Шетоње), Црно врело код Нове Вароши, врело Сељашница код Пријеполја (село Сељашница), Дивљана код Беле Паланке (село Дивљана), Градиште код Пирота (село Градиште) и врело Гаура Маре у оквиру „Злотног изворишта“, код Бора (село Злот). Такође, требало би напоменути да на карстном врелу Ракова Бара није било могуће успоставити пункт за квантитативни мониторинг.

Режим истицања карстних врела (као уосталом и цео квантитативни мониторинг) приказан је закључно са датумом 15. април, негде и 30. март (зависи од динамике достављања података из организације која врши мониторинг). На местима где није било могуће прорачунати издашности врела (због недовољног броја мерења или неког другог разлога), дата су мерења на водомерној летви. Табела 12.2. приказује измерене податке о нивоима подземних вода, односно захваћених количина и/или издашности карстних врела, уз напомену да је поред датих препорука од стране чланова пројектног тима, фреквенција осматрања директно зависила од могућности надлежног изворишта које газдује подземним водним ресурсом да мерење обави, односно од ажурности достављања података пројектном тиму.

Табела 12.2. Резултати квантитативног мониторинга подземних вода на одабраним локацијама у оквиру 2018/2019. год.

Водно тело	Насеље	Одабрани објекат	Статички НПВ (m)		Динамички НПВ (m)		Q (l/s)	q (l/s/m ²)
			Max	Min	Max	Min		
СЗ Бачка - прва издан	Сомбор	Б-4А	4,95	7,40	2,45	11,15	14,71	6,13
	СЗ Бачка - ОВК	Бане Секулић / ИНПРО - 2	14,21	14,52	0,31	17,87	0,57	/
	Телечка - ОВК	Б-28/4	/	/	/	9,2	26,69	24,94
	Горња Тиса - ОВК	Б-III/6-1	/	/	/	12,6	15,44	2,84
Северни Банат - ОВК	Нови Бечеј	Б-8	/	/	/	15,22	/	12
	Зрењанин	Б-06/06	8,15	9,05	0,9	/	/	/
	Петроварадинска Ада	БХД-1	/	/	/	64,01	73,52	9,51
	Панчевачки рит	Б-88/4	5,30	7,43	2,13	7,05	12,05	14,5
В. Морава алувион - л. о.	Вршац	Б-12	3,40	12,2	8,8	3,70	13,1	9,4
	Месић	Б-1	Q _{опт} max = 110,7 m ³ /dan; Q _{опт} min = 16,3 m ³ /dan					
	Брзан	П1-Н	2,65	7,24	4,59	/	/	/
	Брзан	П11	4,44	9,03	4,59	/	/	/
В. Морава алувион - л. о.	Ивановац	Врело Немања	3,72	8,31	4,59	/	/	/
	Половац	Врело Топлик	H _{max} = 19 cm; H _{min} = 11,3 cm; Q _{опт} max = 20,3 l/s; Q _{опт} min = 5,6 l/s					
	Боговина (Бор)	Мрљаш	/					
	Бели Тимок	В"-1	5,6	4,4	1,2	14,3	17,6	3,3
В. Морава алувион - д. о.	Кучево	ЕБК-1Х	2,82	3,68	0,86	/	/	Q _{опт} max = 105 l/s; Q _{опт} min = 40 l/s
	Манастирица	Извор Св. оца Николаја	/	/	/	/	/	/
	Ључ	ЕБ-4	/	/	/	10,98	16,02	5,03
	Жичко поље	А-2	3,1	5,8	2,7	/	/	11,4
3. Морава - ал	Бељина	СБ	4,02	7,44	3,42	/	/	2,26
	Прилепоље	Сељашница	H _{max} = 73 cm; H _{min} = 5 cm; Q _{опт} max = 167,1 l/s; Q _{опт} min = 119,3 l/s					
	Бела Паланка	Дивљана	Q _{max} = 6 491 l/s; Q _{min} = 106 l/s					
	Самош	Б-1	23,38	27,74	0,36	/	/	/
Група Велика Морава југ-јужор	Самош	Б-2	26,12	25,48	0,64	/	/	/
	Стрелиште	Б-4	/	/	/	23,2	25,2	2,0
	Стрелиште	Б-1	/	/	/	0,02	24,85	24,83
	Стрелиште	Б-2	/	/	/	0,37	36,51	36,14
Златар	Нова Варош	Б-3	/	/	/	0,2	25,13	24,93
	Зеленица	Црно врело	Q _{max} = 364 l/s; Q _{min} = 31 l/s					
	Лозница	Б-1	/	/	/	2,48	7,10	4,62
	Лозница	Брезјак	/	/	/	/	/	Q _{опт} av = 26,78 l/s
Београд - лева обала Саве	Макиш	ПДус - 12	8,32	10,35	2,03	/	/	/
	Макиш	ЗСУР - 8д	1,51	3,47	1,96	/	/	/
	Макиш	П - 7	6,69	8,86	2,17	/	/	/
	Макиш	Р6-1	/	/	/	12,7	18,8	6,1
Група Горњак-Хомоље	Шетоније	ЗМАК - 1	4,17	5,4	1,32	/	/	/
	Шетоније	ПБ - 4	5,56	5,16	0,40	/	/	/
	Шетоније	Шетонско врело	H _{max} = 100 cm; H _{min} = 30 cm; Q _{опт} av = 4 380 l/dan (Q _{опт} av = 50 l/s)					
	Злот	Врело Гаура Маре	H _{max} = 68 cm; H _{min} = 1 cm;					
Група Видлич	Пирот	Врело Градиште	H _{max} = 232 cm; H _{min} = 64 cm; Q _{опт} max = 160 l/s; Q _{опт} min = 71 l/s					
	Грчки млин	Б-5	4,98	5,04	0,06	/	/	/
	Сјеница	Вучково врело	H _{max} = 130 cm; H _{min} = 6 cm; Q _{опт} max = 132 l/s; Q _{опт} min = 105 l/s					
	Сјеница	Вучково врело	H _{max} = 130 cm; H _{min} = 6 cm; Q _{опт} max = 132 l/s; Q _{опт} min = 105 l/s					

12.2.3 Приказ резултата мониторинга квантитета у 2019/20

У завршној години пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ у програм квантитативног мониторинга додат је још један објекат на коме је праћен квантитативни режим подземних вода. На тај начин, квантитативни мониторинг подземних вода вршен је на укупно 35 локација. Од овог броја мониторинг тачака, на неким је праћен искључиво квантитет, док је на одређеном броју квантитет праћен заједно са квалитетом подземних вода.

Праћење квантитета подземних вода вршено је континуирано где год је то било могуће. Квантитативним мониторингом подземних вода су, као и претходних година имплементације пројекта покривене интергрануларне и карстне издани. Тако, поред осматрања бунара и пијезометара у алувијонима већих река, вршена су осматрања и издашности, односно количина захваћене воде неких карстних врела. Као и претходних година, у склопу оперативног мониторинга подземних вода, осматрани су режими истицања следећих карстних врела: Вучково врело код Сјенице (село Чедово), Шетоњско врело код Петровца на Млави (село Шетоње), Црно врело код Нове Вароши, врело Сељашница код Пријепоља (село Сељашница), Дивљана код Беле Паланке (село Дивљана), Градиште код Пирота (село Градиште), врело Гаура Маре у оквиру „Злотског изворишта“, код Бора (село Злот), док је у завршној години пројекта додато и карстно врело Пакље, каптирано за водоснабдевање Ваљева.

Подаци о квантитативном мониторингу подземних вода, односно режиму истицања карстних врела и флукуацији нивоа подземних вода измерених у пијезометрима и бунарима, приказано је закључно са датумом 30. јун 2020. године, уз напомену да су приказани подаци само за период 2019/2020. година, док ће дијаграми нивоа подземних вода и издашности, тј. експлоатационих количина карстних врела у целокупном периоду реализације пројекта (2017 – 2020. год.) бити дати у наредном поглављу, заједно са приказаним трендовима.

Табела 12.3. Резултати квантитативног мониторинга подземних вода на одабраним локацијама у оквиру 2019/2020. год.

Водно тело	Насеље	Одабрани објекат	Статички НПВ			Динамички НПВ			Q (l/s)	q (l/s/m ²)
			Max	Min	Амплитуда	Max	Min	Амплитуда		
СЗ Бачка - прва издан	Сомбор	Б-4А	6,30	8,55	2,25	10,30	11,80	1,50	13,5	9
			13,48	18,75	5,27	17,42	20,75	3,33	5,5	1,67
СЗ Бачка - ОВК	Сомбор	ИНПРО – 2	/	/	/	17,26	23,29	6,03	24,6	4,07
			Телечка - ОВК	7,61	10,65	3,04	13,89	20,45	6,56	7,5
Горња Тиса – ОВК	Бечеј	Б-III/6-1	/	/	/	/	15,22	/	12	/
			Северни Банат – ОВК	8,58	8,98	0,4	/	/	/	/
Доња Тиса - ОВК	Зрењанин	Б-06/06	/	/	/	65,3	72,3	7	/	/
			Јужна Бачка	6,45	7,67	1,22	10,89	14,27	3,38	/
Панчевачки рит	Сибница	Б-8а/4	/	/	/	/	/	/	/	/
			Вршац	5,01	7,24	2,23	/	/	/	/
Вршачке планине	Месић	Б-1	Q _{врп} max = 93,4 m ³ /dan; Q _{врп} min = 31,7 m ³ /dan							
			П1-Н	5,01	7,24	2,23	/	/	/	/
В. Морава а1 – л. о.	Брзан	П11	6,8	9,03	2,23	/	/	/	/	/
			14-1	6,08	8,31	2,23	/	/	/	/
Раваница	Иванковац	Врело Немања	H _{max} = 40 cm; H _{min} = 3 cm							
			Раваница	/						
Куцај и Бељаница	Боговина (Бор)	Мрљиш	/							
			Бели Тимок	/	/	/	14	16	2	Q _{врп} max = 104 l/s; Q _{врп} min = 40 l/s
Голубац – карст	Кучево	ВБ*-1Х	4,8	4,3	0,5	/	/	/	14,1	/
			Манастирица	2,34	3,90	1,56	/	/	/	/
В. Морава а1 – д. о.	Тумане	Извор Св. оца Николаја	/	/	/	/	/	/	/	/
			Кључ	8,23	9,1	0,87	10,98	16,02	5,03	11,4
З. Морава - а1	Жичко поље	А-2	3,37	4	0,63	/	/	/	/	/
			Бељина	/	/	/	/	/	/	/
З. Морава - а1	Пријепоље	Селашиница	H _{max} = 70 cm; H _{min} = 7 cm; Q _{врп} max = 166,3 l/s; Q _{врп} min = 136,2 l/s							
			Бује	Q _{max} = 6 491 l/s; Q _{min} = 106 l/s						
Сува планина	Бела Паланка	Дивљана	23,38	27,74	0,36	/	/	/	/	/
			Б-1	26,12	25,48	0,64	/	/	/	/
ЈИ Банат-ОВК	Самош	Б-2	/	/	/	23,2	25,2	2,0	/	/
			Б-4	/	/	/	5,35	18,05	12,7	/
Група Велика Морава Југ-Јужор	Стрелиште	Б-1	/	/	/	/	/	/	/	/
			Б-2	/	/	/	/	/	/	/
Златар	Нова Варош	Б-3	/	/	/	1,65	18,65	17	/	/
			Црно врело	Q _{max} = 364 l/s; Q _{min} = 31 l/s						
Група Лозница	Зеленица	Б-1	/	/	/	3,81	7,62	3,81	/	/
			Јадар	/	/	/	/	/	/	/
Београд - лева обала Саве	Макиш	Брезјак	9,03	9,34	0,31	/	/	/	/	/
			Пдус – 12	1,4	10,4	9	/	/	/	/
Београд - лева обала Саве	Макиш	ЗСУР – 8д	7,51	8,47	0,96	/	/	/	/	/
			П – 7	/	/	/	/	/	/	/
Група Горњак-Хомоље	Шетоње	Р6-1	/	/	/	/	/	/	/	/
			ЗМАК – 1	/	/	/	/	/	/	/
Група Кучај	Злот	ПБ – 4	5,8	4,3	1,5	/	/	/	/	/
			Шетоњско врело	H _{max} = 49 cm; H _{min} = 28 cm; Q _{врп} av = 4 566,1 l/dan (Q _{врп} av = 52,85 l/s)						
Видлич	Пирот	Врело Гаура Маре	H _{max} = 30 cm; H _{min} = 1 cm;							
			Врело Градиште	H _{max} = 217 cm; H _{min} = 54 cm; Q _{врп} max = 147 l/s; Q _{врп} min = 76 l/s						
Група Видојевица-Соколовица	Грчки млин	Б-5	/	/	/	/	/	/	/	/
			Вучково врело	H _{max} = 76 cm; H _{min} = 4 cm; Q _{врп} max = 137 l/s; Q _{врп} min = 111 l/s						

12.2.4 Тренд промена критичних параметара квантитета у периоду осматрања

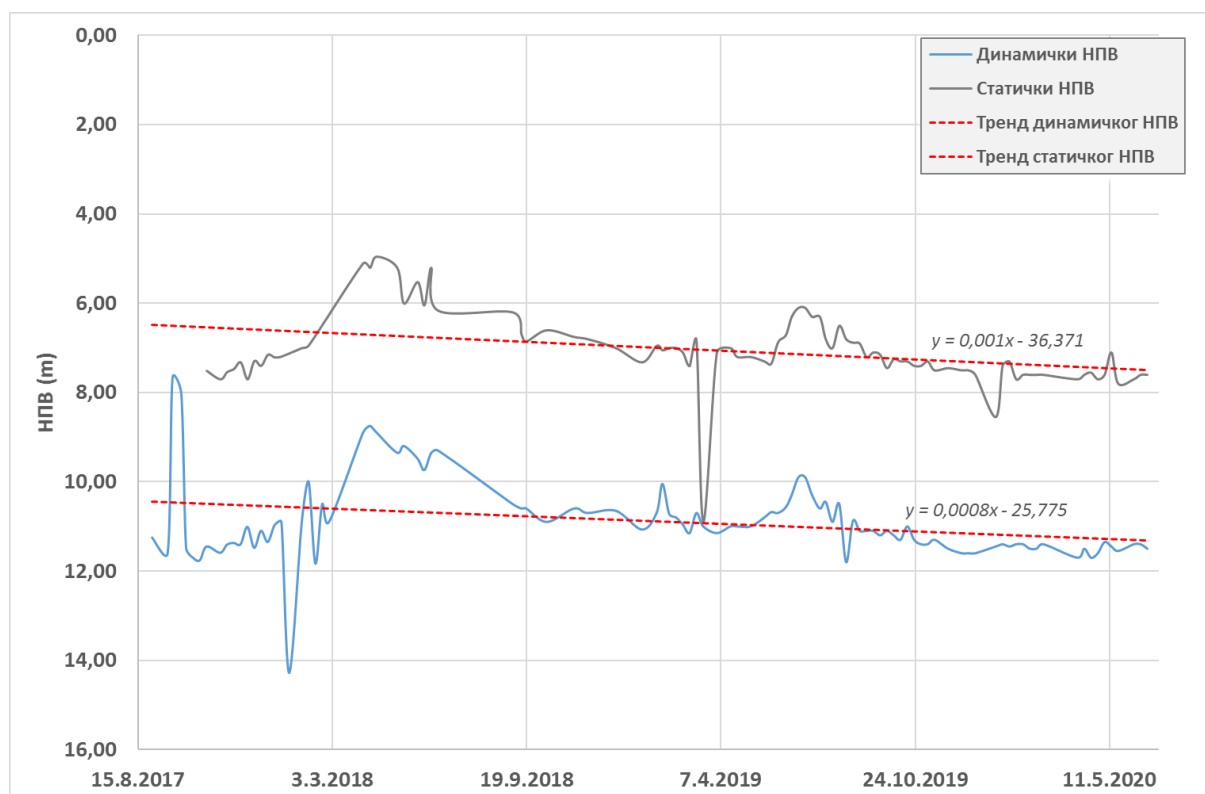
Квантитативне карактеристике подземних вода током периода имплементације пројекта 2017 – 2020. год. праћене су у виду нивоа подземних вода у бунарима и пијезометрима, када је реч о интергрануларним изданима, односно у виду количина експлоатисане воде, висине водомерне летве на преливима или укупне издашности, када је реч о осматрањима карстних врела.

Евалуација тренда опадања или пораста осматраних квантитативних параметара вршена је на основу укупног дијаграма који обухвата расположиве податке за сваки мониторинг објекат у периоду 2017 – 2018. год. Тренд пораста или опадања квантитативних параметара за одређен број мониторинг објеката дефинисан је на основу краћег броја података из два разлога: први – јер је конкретни мониторинг објекат укључен у мониторинг мрежу у другој или трећој години имплементације пројекта, и други – јер пројектни тим није располагао временском серијом података из целог периода имплементација пројекта услед немогућности надлежног водовода да обезбеди мерења. Такође, последњи циклус прикупљања података о квантитету подземних вода у периоду март – јун 2020. године био је отежан услед проглашења ванредне ситуације у Републици Србији изазване корона вирусом. Управо то је био један од главних разлога за недостатак података у пролећном периоду 2020. године када је било тешко организовати теренска истраживања, али и редовна мерења нивоа подземних вода на извориштима.

У тексту који следи, биће дат приказ трендова квантитативних параметара подземних вода за сваки мониторинг објекат који је био укључен у мрежу оперативног мониторинга у овом пројекту.

На дијаграму 12.1. приказане су вредности осцилација динамичког и статичког нивоа подземних вода мерених у бунару Б4-А на изворишту „Јарош“ у Сомбору. Бунар Б4-А експлоатише се за потребе водоснабдевања Сомбора просечним капацитетом од 16,5 l/s за период 2017 – 2020 год., а мерени су и динамички ниво када је бунар у раду и статички када је бунарска пумпа искључена. Максимална вредност статичког нивоа подземних вода у бунару Б4-А износила је 7,67 m, а минимална вредност 14,28 m, што указује на амплитуду статичког нивоа у периоду 2017 – 2020. година од 6,61 m. Максимална вредност динамичког нивоа подземних вода у бунару Б4-А износила је 4,95 m, а минимална 10,90 m, што указује на амплитуду динамичког нивоа подземних вода од 5,95 m.

Осим екстремних вредности статичких и динамичких нивоа подземних вода, на дијаграму 12.1. приказани су и трендови статичких и динамичких нивоа подземних вода, који показују благо опадање и депресијацију нивоа подземних вода у бунару Б4-А изворишта „Јарош“ у Сомбору.

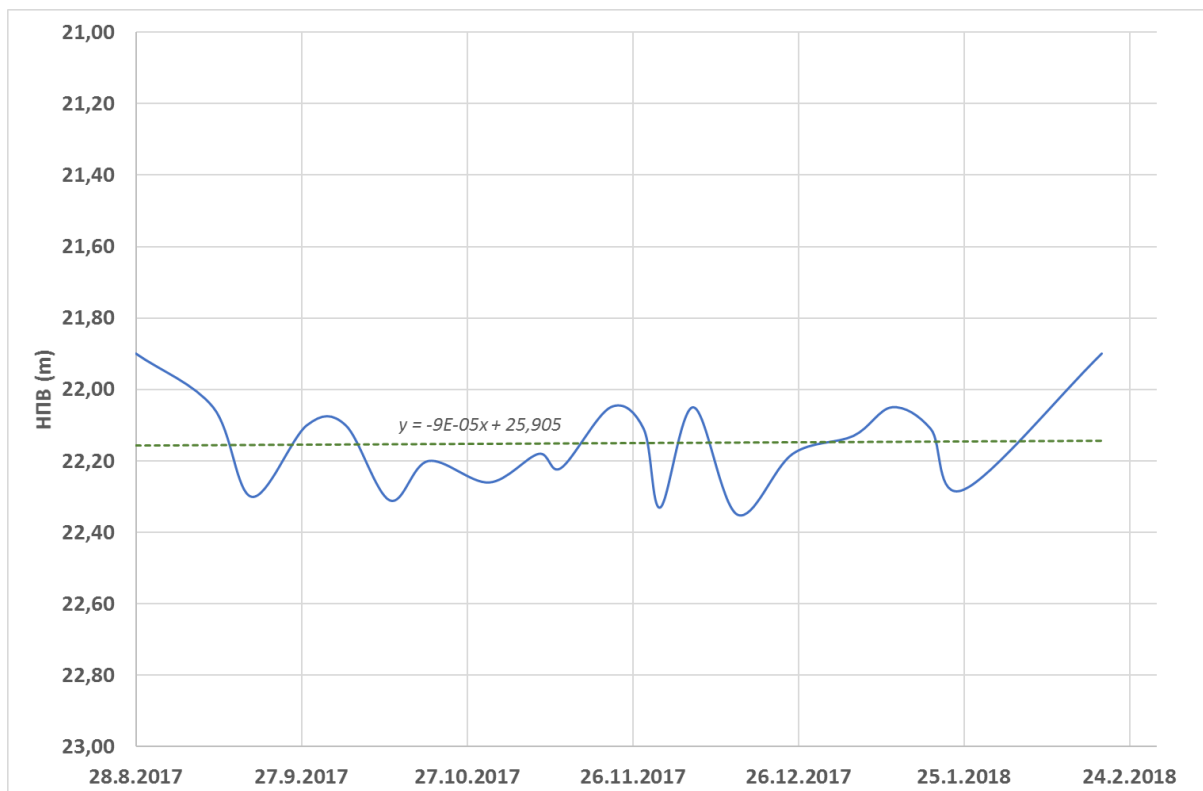


Слика 12. 1 Дијаграм осцилација и тренда статичких и динамичких нивоа подземних вода у бунару Б4-А на изворишту „Јарош“ у Сомбору за период 2017 – 2020. год.

У оквиру водног тела СЗ Бачка – ОВК, у првој години реализације пројекта осматран је бунар „Бане Секулић“ у кругу истоимене фабрике у Сомбору. С обзиром на то да је овај бунар услед хаварије престао да буде у експлоатацији, а набавка нове бунарске пумпе није на време извршена, овај бунар није било могуће осматрати у другој години пројекта. Последње године пројекта, изабран је нови бунар „ИНПРО-2“, такође у Сомбору, сличних карактеристика као бунар „Бане Секулић“. Стога, осцилације и трендови нивоа подземних вода биће приказани за оба бунара, на основу расположивих података.

Што се тиче бунара у оквиру фабрике „Бане Секулић“ (Слика 12.2), у периоду септембар 2017 – фебруар 2018. године, забележена је амплитуда осцилације динамичког нивоа подземних вода од 0,45 m, тако што је минимални динамички ниво подземних вода био 22,35 m, а максимални 21,9 m. Количина исцрпене воде износила је око 15 000 l, а осредњена издашност бунара износила је 0,98 l/s. Треба имати у виду да је бунар био укључен у систем водоснабдевања Сомбора само када је постојала потреба. Средња разлика статичког и динамичког нивоа у истом периоду износила је 7,05 m. Тиме је добијена специфична издашност за наведени период осматрања од $q = 0,139 \text{ l/s/m'}$.

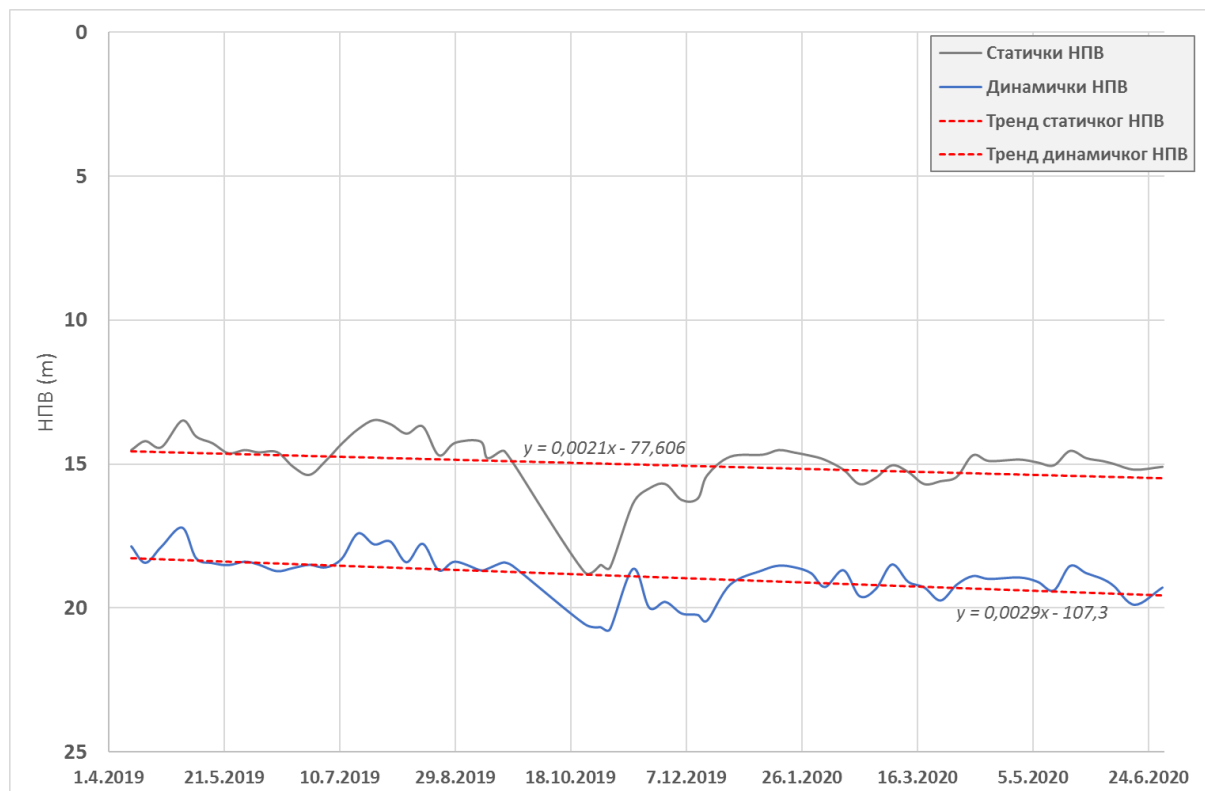
Такође, са слике 12.2. може се видети устаљен тренд динамичког нивоа подземних вода у бунару „Бане Секулић“ у Сомбору.



Слика 12.2. Дијаграм осцилација и тренда динамичког нивоа подземних вода у бунару „Бане Секулић“ у Сомбору у периоду 2017 - 2018

Бунар „Бане Секулић“ је замењен бунаром „ИНПРО-2“. Осцилације статичког и динамичког нивоа подземних вода измерене у овом бунару у периоду 2019 – 2020. година приказане су на слици 12.3. Поменута слика приказује максималну вредност статичког нивоа подземних вода у износу од 13,48 m, док је минимална вредност статичког нивоа 18,75 m, што указује на амплитуду статичког нивоа подземних вода од 5,27 m. Такође, слика 12.3 приказује амплитуду динамичког нивоа подземних вода од 3,53 m, уз максималне вредности динамичког нивоа од 17,22 m и минималне вредности динамичког нивоа од 20,75 m. Просечна издашност бунара је око 6 l/s.

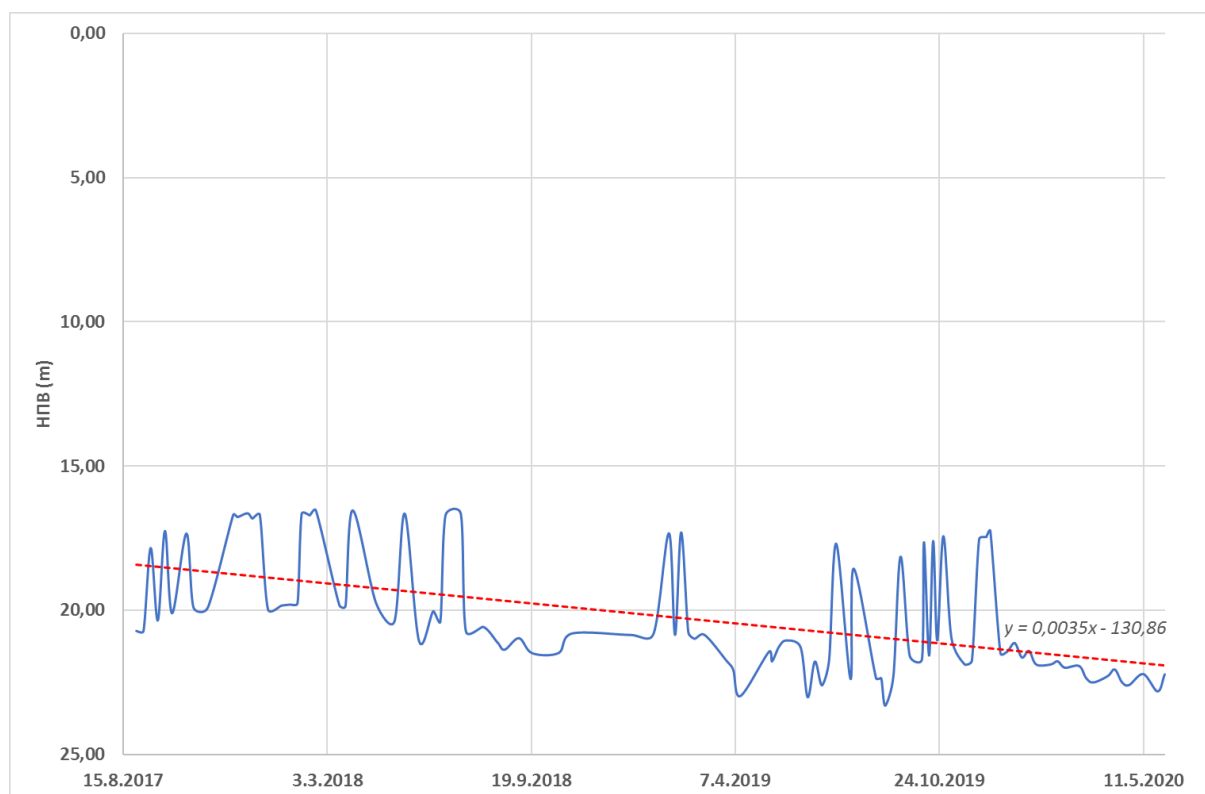
Слика 12.3. приказује такође тренд динамичког и статичког нивоа подземних вода у бунару „ИНПРО-2“ у Сомбору, који има благо опадајући карактер за оба нивоа.



Слика 12. 3. Дијаграм осцилација и тренда статичких и динамичких нивоа подземних вода у бунару „ИНПРО-2“ у Сомбору за период 2019 – 2020. год.

На слици 12.4. графички су приказани динамички нивои подземних вода измерени у бунару Б-28/4 на изворишту „Водозахват 1“ у Суботици, где је мерење нивоа вршено у периоду август 2017. – јун 2020. године. Фреквенција осматрања је двонедељна, у неправилним временским размацама. У наведеном периоду, амплитуда осцилација динамичког нивоа подземних вода износила је 6,74 m, односно максимални ниво подземних вода био је на дубини 16,55 m, а минимални 23,29 m. Просечна количина исцрпене воде износила је 24,8 l/s.

Слика 12.4. такође и приказује негативни тренд динамичких нивоа подземних вода у бунару Б-28/4 у Суботици, што указује на генералну депресијацију нивоа издани. Оквирно би се могао извући закључак да је локална депресијација динамичког нивоа током периода истраживања била реда величине 1 m/god што је један од уочених израженијих трендова у односу на све осматрачке објекте обухваћене овим пројектом.



Слика 12.4. Дијаграм осцилација и тренда динамичког нивоа подземних вода у бунару Б-28/4 на изворишту „Водозахват 1“ у Суботици за период 2017 - 2020

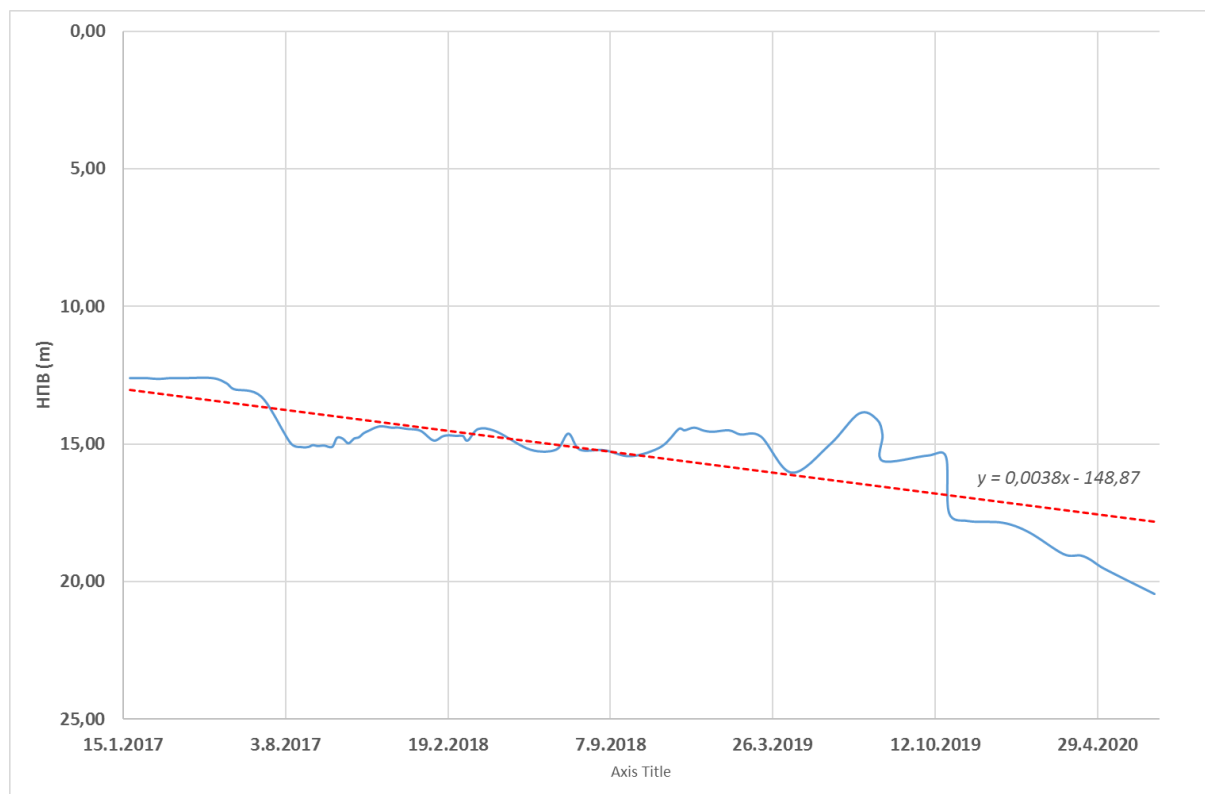
На слици 12.5 дат је приказ динамичког нивоа подземних вода измерених у бунару Б- III/6-1 у Бечеју у периоду јануар 2017 – јул 2020. године. Мерења су вршена на седмодневном, односно двонедељном нивоу од стране надлежне службе изворишта у Бечеју. У периоду јануар 2017 – јул 2020. године, амплитуда осцилација динамичког нивоа подземних вода износила је 7,85 m, односно минимални ниво подземних вода био је 20,45 m, а максимални 12,60 m. Просечна издашност бунара износила је око 10 l/s. Нажалост, с обзиром да пројектни тим не поседује податке о статичком нивоу подземних вода на поменутом бунару, није могуће одредити вредност специфичне издашности. Такође, на слици 12.5. приказан је и негативни тренд динамичких нивоа подземних вода који указује на депресијацију нивоа подземних вода, сличног реда величине како је то приказано у претходном случају бунара у Суботици.

На слици 12.6 дат је приказ промене статичких нивоа подземних вода у пијезометрима на изворишту у Бечеју у истом периоду (јануар 2017 – јул 2020. године), где је уочљива симултана, али веома мала промена нивоа у времену у свим пијезометрима. Једино се може уочити да у пијезометру П3 промене нису у потпуности усклађене, што може зависити од локалних геолошких услова. У табели 12.4 приказане су екстремне вредности и амплитуде статичких нивоа у наведеним пијезометрима у Бечеју у периоду јануар 2017 – јул 2020. године.

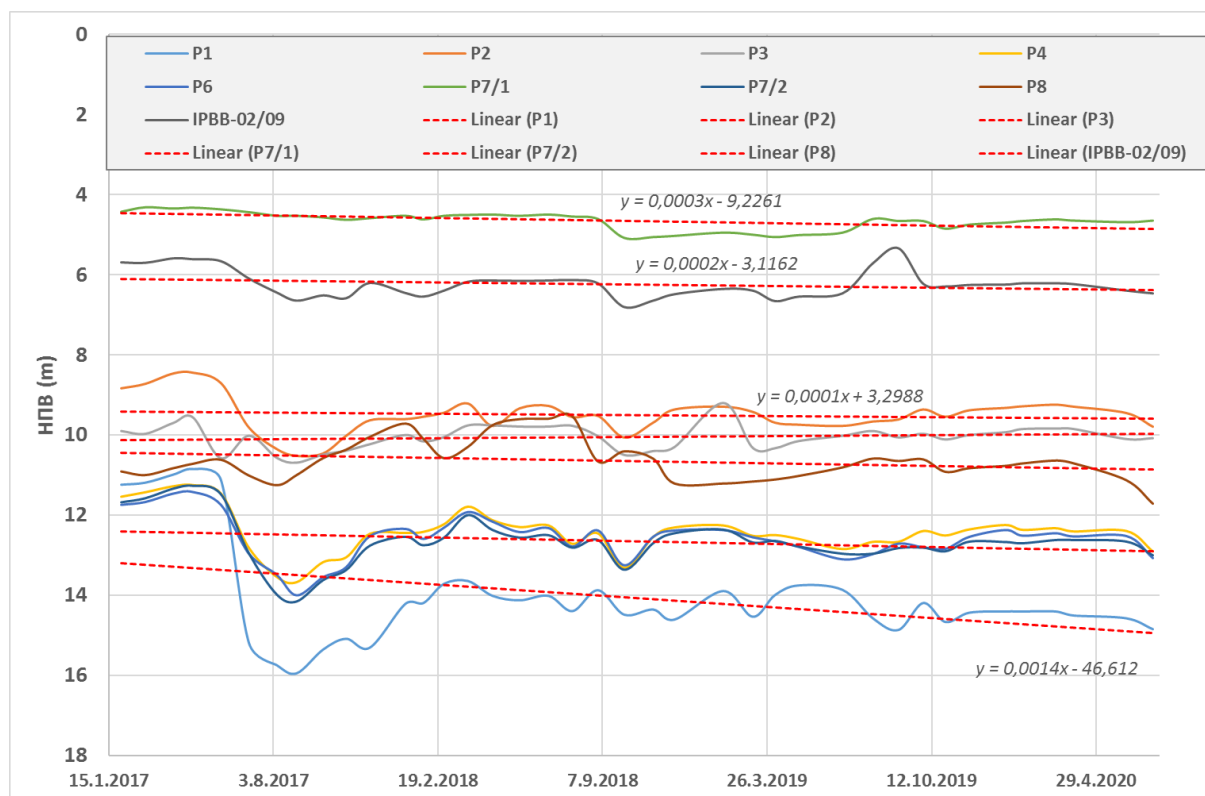
Табела 12.4. Упоредни приказ екстремних вредности и амплитуда статичких нивоа подземних вода измерених у пијезометрима у Бечеју у периоду 2017 - 2020

Пијезометар	Максимални НПВ (m)	Минимални НПВ (m)	Амплитуда НПВ (m)
P1	10,86	15,95	5,09
P2	8,45	10,53	2,08
P3	9,2	10,69	1,49
P4	11,25	13,68	2,43
P6	11,43	14,01	2,58
P7/1	4,32	5,08	0,76

P7/2	11,27	14,15	2,88
P8	9,54	11,71	2,17
IPBB-02/09	5,35	6,81	1,46



Слика 12.5. Дијаграм осцилација и тренда динамичког нивоа подземних вода у бунару Б-III/6-1 на изворишту у Бечеју за период 2017 – 2020



Слика 12.6. Дијаграм осцилација и трендова статичких нивоа пијезометара у Бечеју за период 2017 – 2020

Систематска осматрања нивоа подземних вода на изворишту у Новом Бечеју се не врше, док инсталирање уређаја за континуирано мерење нивоа није било могуће извести услед необезбеђености бунара. Инсталирање скупе аутоматске сонде у необезбеђене бунаре могло би да доведе до њиховог оштећења, а у овим условима пројектни тим није могао да преузме тај ризик.

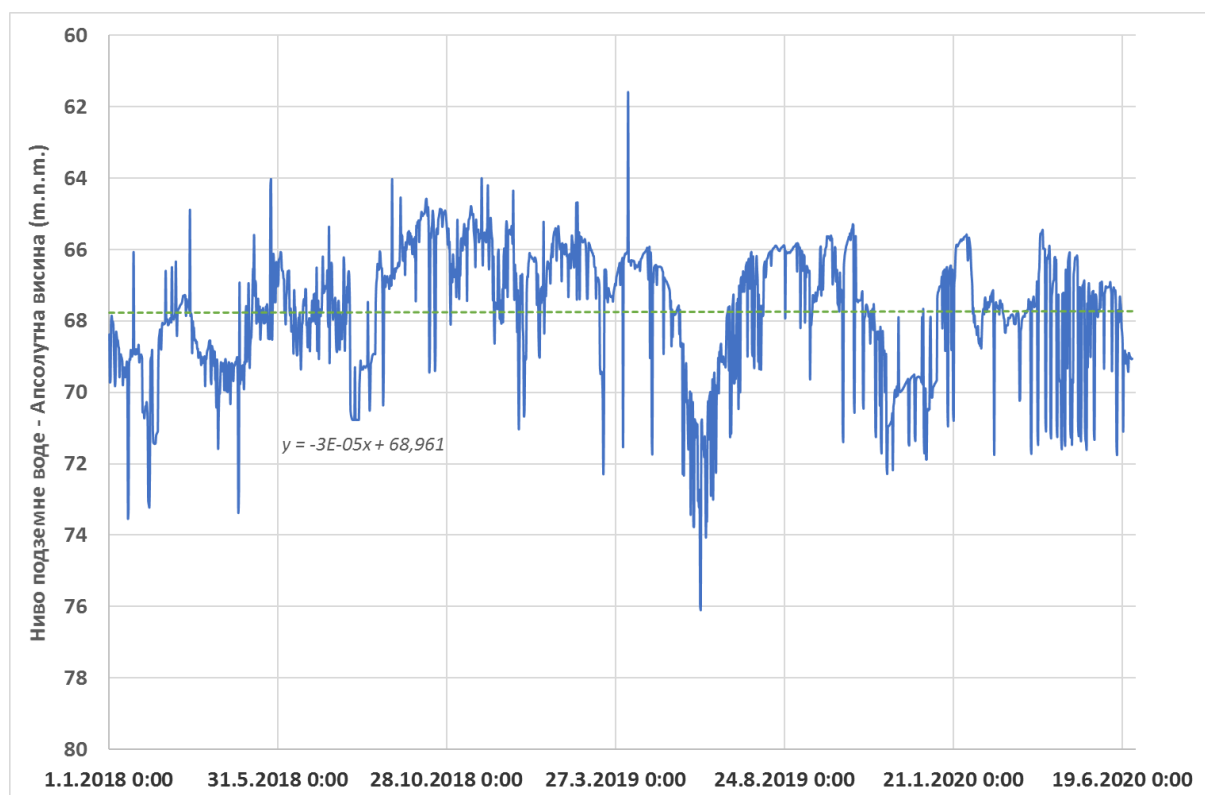
На слици 12.7 приказан је дијаграм статичког нивоа подземних вода на бунару Б-06/06 у Зрењанину. Мерења су вршена на седмодневном нивоу од стране надлежне службе изворишта у Зрењанину. Важно је напоменути да су подаци приказани у периоду септембар 2017 – новембар 2019. године, док подаци о нивоима из 2020. године недостају услед немогућности обављања мерења због ванредног стања у Републици Србији, према наводима надлежног изворишта. Тако, са слике 12.7 уочава се да је минимална вредност статичког нивоа подземних вода у бунару 9,05 m, док је максимална вредност 8,15 m. Амплитуда осцилација статичког нивоа подземних вода износи свега 0,9 m. Такође, слика 12.7 приказује тренд минималног опадања статичког нивоа подземних вода у бунару Б-06/06 у Зрењанину, који се може апроксимирати са редом величине 0,1 m/god.



Слика 12.7. Дијаграм осцилација и тренда статичког нивоа подземних вода у бунару Б-06/6 на изворишту у Зрењанину за период 2017 - 2020

Осматрање квантитета се врши и на изворишту у Новом Саду. Током прве године реализације пројекта, осматрање је вршено за бунар на изворишту Штрاند, али је услед хаварије на бунару, исти промењен, тако да је у другој и трећој години пројекта осматран бунар БХД-1 на изворишту Петроварадинска Ада. С обзиром да пројектни тим располаже са дужом временском серијом података за бунар БХД-1, тренд и анализа нивоа подземних вода биће приказани само за бунар БХД-1 на изворишту Петроварадинска Ада. Мерење динамичких нивоа подземних вода на бунару БХД-1 се врши аутоматски на сваких 12 часова, што је приказано на слици 12.8. Приказан је динамички ниво подземних вода бунара за период 2. јануар 2018. год. – 30. јун 2020. године. Амплитуда осцилација динамичког НПВ износи 14,50

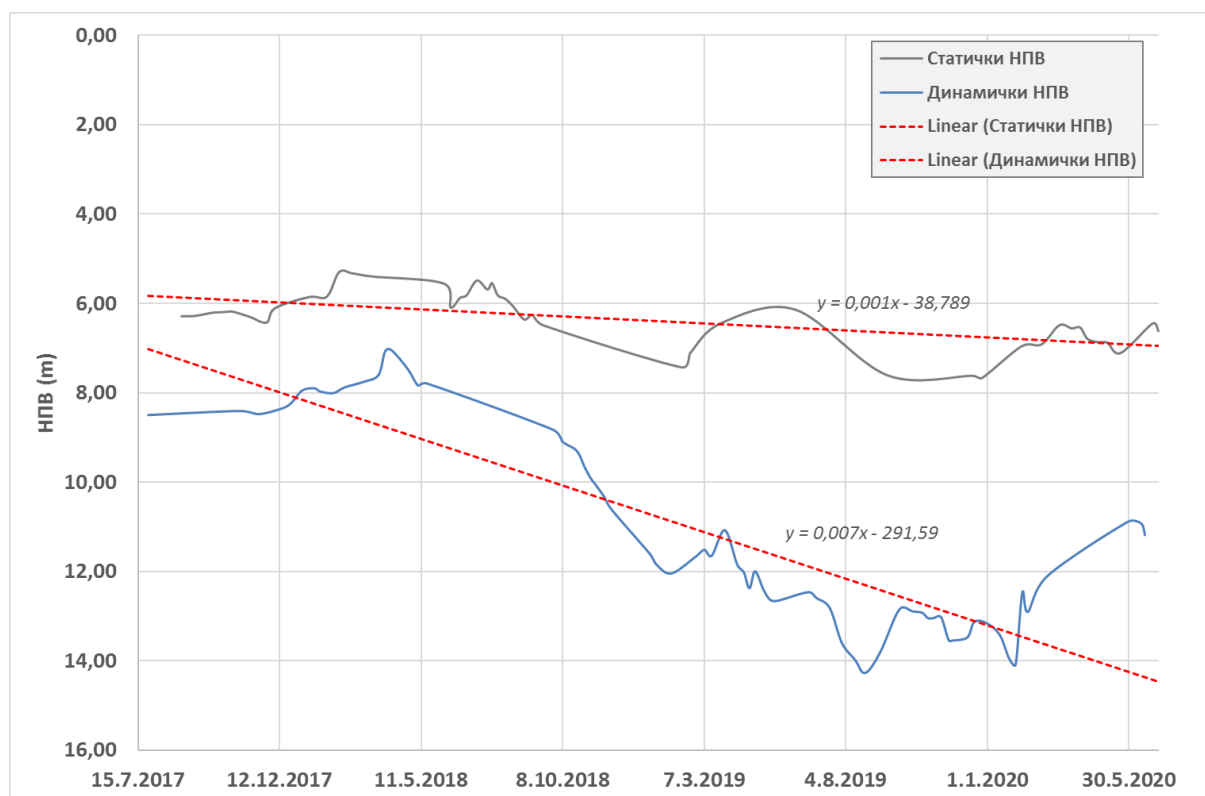
метара. Највиши динамички ниво подземних вода је износио 76,10 m.n.m., док је најнижи апсолутни ниво забележен 9. априла 2019. године у бунару БХД- 1 на коти 61,60 m.n.m. Са слике 12.8. уочава се благо позитиван тренд динамичких нивоа подземних вода измерених у бунару БХД-1.



Слика 12.8. Дијаграм осцилација и тренда динамичког нивоа подземних вода у бунару БХД-1 на изворишту Петроварадинска Ада у Новом Саду за период 2018 - 2020

На слици 12.9 приказан је упоредни дијаграм статичких и динамичких нивоа подземних вода у бунару Б8-а у Панчеву, на бази седмодневних мерења за период јануар 2018 – јун 2020. године, као и њихов тренд. Подаци о стању статичког нивоа недостају за период када је бунар био у раду, када је осматран динамички ниво подземних вода. Важно је напоменути да су ради лакшег и прецизнијег дефинисања линеарног тренда, недостајући подаци за статички и динамички ниво подземних вода интерполовани. Амплитуда динамичких нивоа подземних вода износи 7,22 m, тако што је максимални измерени ПВ 7,05 m, а минимални 14,27 m. Са друге стране, амплитуда статичког нивоа подземних вода у бунару износила је 2,37 m, где је максимални статички ниво износио 5,3 m, а минимални 7,67 m.

Са дијаграма 12.9 може се уочити практично устаљени тренд статичких нивоа подземних вода, док је нешто израженији негативан тренд динамичких нивоа подземних вода, тј. локална депресијација нивоа издани у бунару Б8-а у Панчеву (оквирно 1,5 m/god).



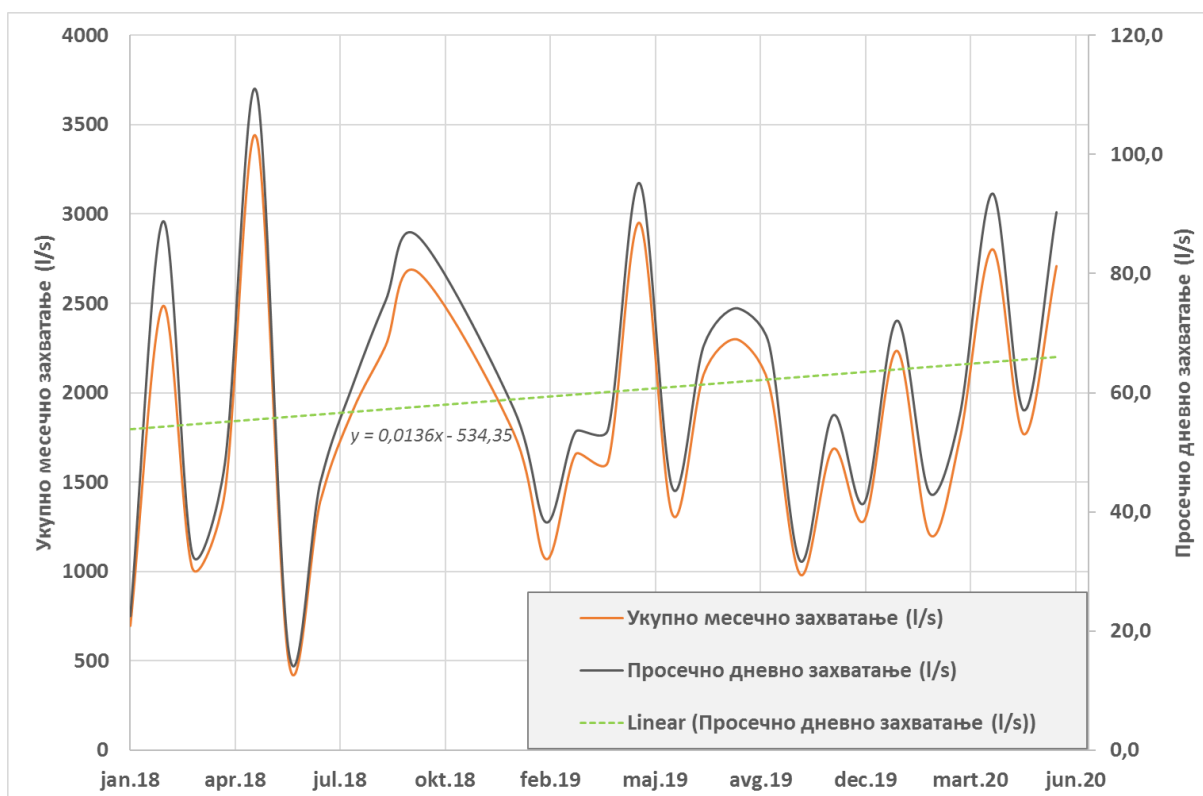
Слика 12.9. Дијаграм осцилација и тренда статичких и динамичких нивоа подземних вода у бунару Б8-а у Панчеву за период 2017 – 2020. год.

На слици 12.10. графички су представљени динамички и статички ниво подземних вода измерени у бунару Б-12 на изворишту Павлиш на територији општине Вршац за период август 2017 – јул 2020. године. Мерења су вршена свакодневно од стране надлежног изворишта. У периоду август 2017 – јул 2020. године вршено је осматрање динамичких нивоа подземних вода у поменутом бунару, док је осматрање статичких нивоа вршено у периоду август 2017 – јун 2018. године. Амплитуда статичких нивоа подземних вода у бунару Б-12 у наведеном периоду износила је 8,80 m, тако што је минимални статички ниво био 12,2 m, а максимални 3,40 m. Са друге стране, амплитуда динамичког нивоа подземних вода у периоду 2017 - 2020 износила је 14,30 m, односно максимални ниво подземних вода био је 3,70 m, а минимални 18 m. С обзиром да пројектни тим не поседује податке о исцрпним количинама воде на поменутом бунару, није могуће оценити специфичну издашност. Такође, требало би објаснити већу промену и устаљење динамичког нивоа подземних вода на дијаграму, што је последица почетка рада оптимизованог система за експлоатације подземних вода на изворишта Павлиш априла 2019. год., који је у склопу новоотворене фабрике за пречишћавање воде у истоименом насељу. Тиме се може објаснити и изражен тренд опадања динамичких нивоа подземних вода измерених у овом бунару (Слика 12.10.).



Слика 12.10. Дијаграм осцилација и трендова статичких и динамичких нивоа подземних вода у бунару Б-12 на изворишту Павлиш, за водоснабдевање Вршца у периоду 2017 - 2020

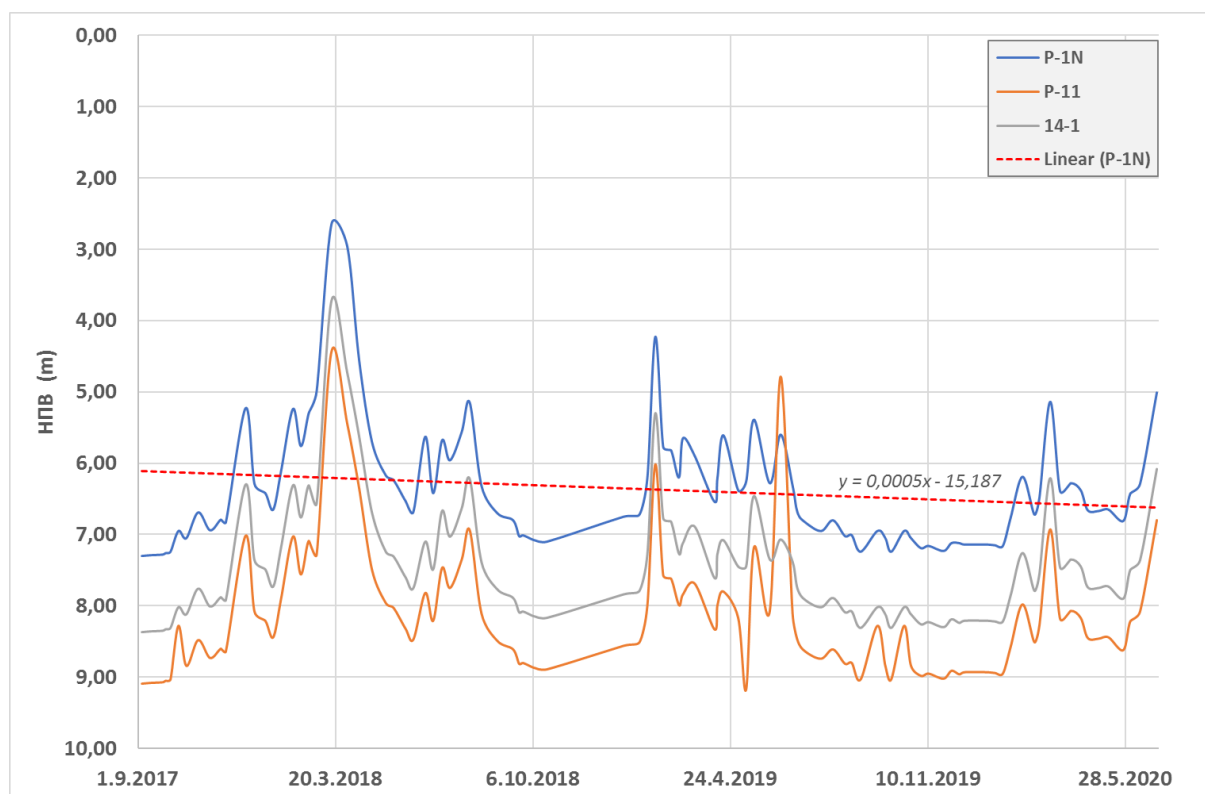
Извориште „Месић“ у оквиру водног тела „Вршачке планине“ осматра се у оквиру надзорног квантитета од 2018. године, тако да су на слици 12.11. дате укупне количине воде које се месечно захватају на бунару изворишта Месић за период јануар 2018. – јул 2020. године. Такође, дато је и просечно дневно захватање воде за исти период. Са дијаграма се види да је максимална количина захваћене воде у бунару била маја месеца 2018. године када је износила 3 431 m³, док је минимална вредност била јуна 2018. године у вредности од 489 m³. Екстремне вредности просечних дневних издашности на истом бунару прате екстремне вредности укупних месечних количина воде, па је тако максимална дневна издашност износила 110,7 m³ током маја месеца 2018. године (осредњено 1,27 l/s), док је минимална вредност износила 16,3 m³ јуна 2018. године (осредњено 0,18 l/s). Просечно месечно захватање у периоду 2018 – 2020 износи 1 823,8 m³, док просечно дневно захватање у истом периоду износи 60 m³/dan, тј. 0,7 l/s. Такође, са слике 12.11. уочава се тренд пораста количина захваћене количине воде на изворишту Месић.



Слика 12.11. Дијаграм осцилација и тренда укупних и просечних дневних количина воде које се захватају у бунару Б-1 на изворишту „Месић“ у периоду 2018 – 2020. год.

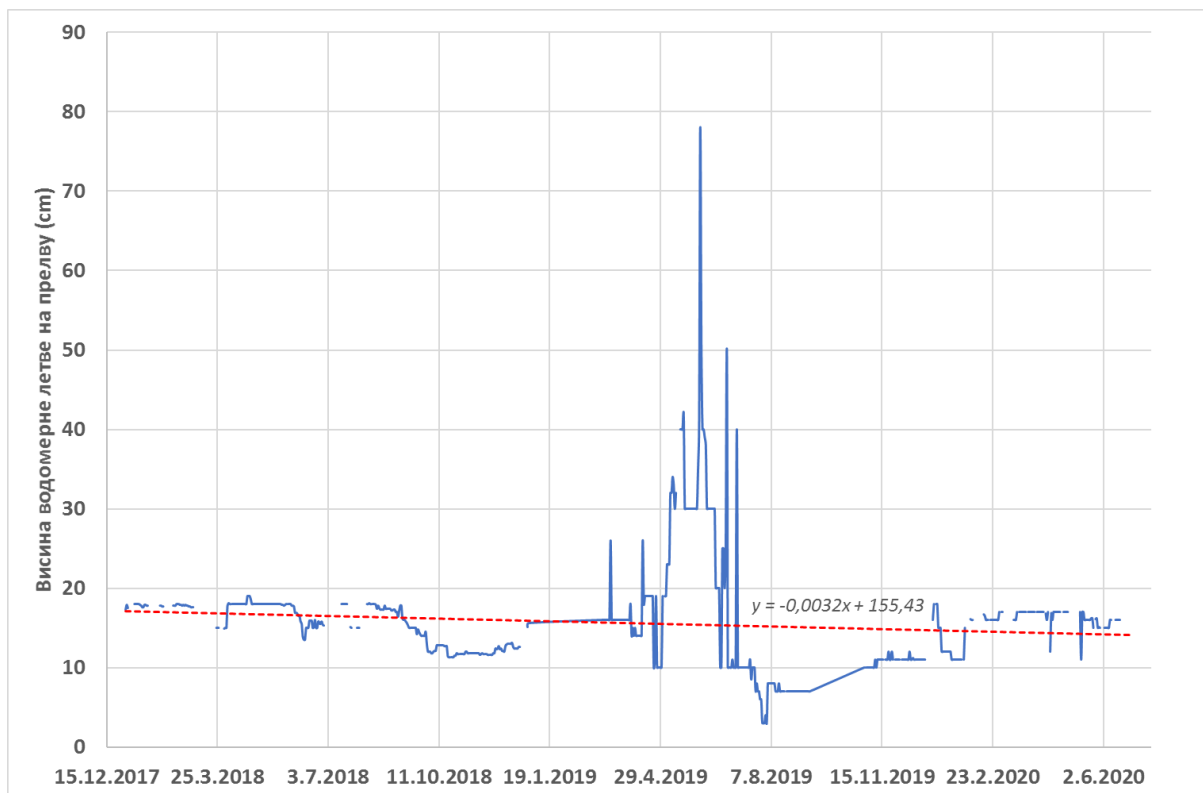
Слика 12.12. приказује нивое подземних вода на изворишту Брзан мерене у пијезометрима П-1Н, П-11 и 14-1, који се налазе на најнизводнијем, средњем и најузводнијем делу изворишта „Брзан“ (најближи реци Великој Морави и рени бунару РБ-9 је пијезометар П-11) за период септембар 2017 – јун 2020. године. Нивои су мерени на двонедељном нивоу. Интересантно је да, иако вредност нивоа подземних вода није иста, амплитуда осцилације нивоа током периода разматрања у два од поменутих три пијезометра јесте иста и износи 4,65 m. Екстремне вредности НПВ за пијезометар П1-Н износи 7,30 m, док је максимална 2,65 m. Минимална вредност нивоа у пијезометру 14-1 је 9,17 m, а максимална 4,44 m. На крају, минимална вредност нивоа у пијезометру П-11 износи 8,37 m, а максимална 3,72 m, што даје амплитуду од 4,65 m.

Такође, слика 12.12. приказује тренд незнатног опадања статичких нивоа подземних вода у пијезометрима током трогодишњег периода. Ради мањег оптерећења дијаграма, приказан је тренд само за пијезометар П-1Н, с обзиром на то да су трендови исти и за остала два пијезометра.



Слика 12.12. Дијаграм трендова промене и осцилација статичких нивоа подземних вода у пијезометрима на изворишту „Брзан“ за период 2017 – 2020

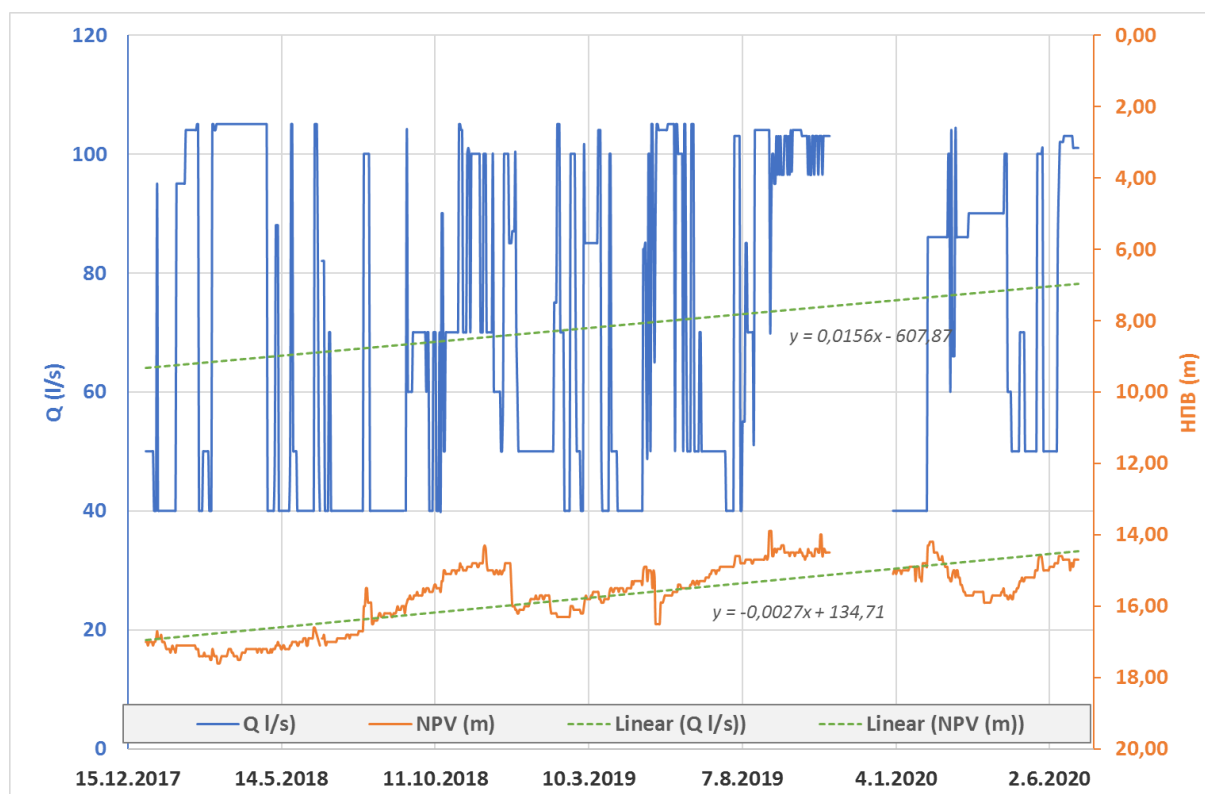
Извориште „Немања“ које се користи за водоснабдевање Ћуприје било је предвиђено за надзорни мониторинг квантитета подземних вода. Будући да нису биле доступне вредности захваћене количине воде овог изворишта, на дијаграму 12.13. дат је приказ нивоа вода очитаних на преливу овог врела у периоду 2018 – 2020. год. Са поменутог дијаграма види се да су максималне вредности биле у јуну, док је минимум забележен у августу и септембру. Такође, слика 12.13. приказује релативно устаљене вредности водостаја на овом водомерном профилу.



Слика 12.13. Дијаграм осцилација и тренда вредности очитаних на водомерном профилу прелива врела „Немања“ у периоду 2018 – 2020

Карстно врело Топлик у Поповцу које се користи за водоснабдевање фабрике цемента „CRH“ у Поповцу, такође је планирано за квантитативни мониторинг, међутим до израде овог извештаја није формирана мерна станица. Иако се мере количине захваћене воде које иду у фабрику „CRH“, нису мерене остале количине воде које иду ка селима и граду Параћину, стога пројектни тим не располаже подацима којима би се дефинисао квантитативни режим изворишта.

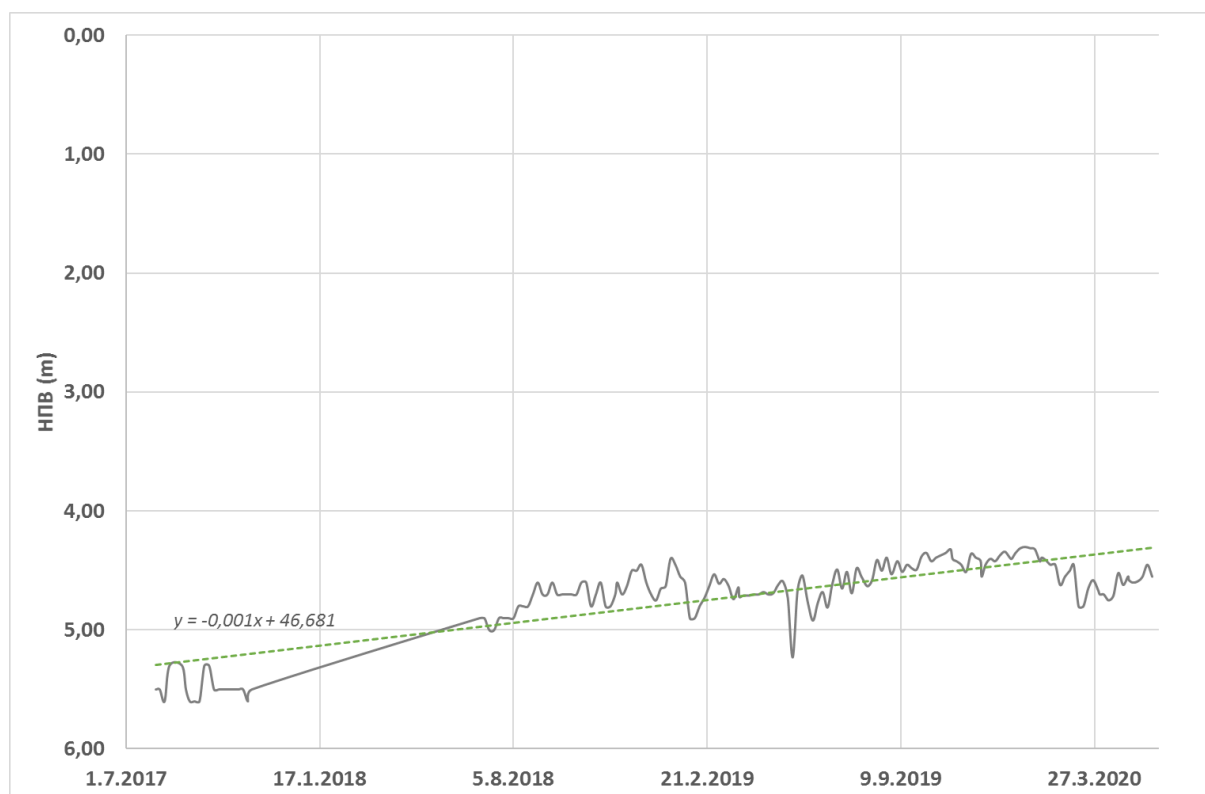
Извориште „Мрљиш“ такође је било укључено у надзорни мониторинг квантитета подземних вода. Одабран је бунар ИБ-6 који је у експлоатацији на изворишту „Мрљиш“. Према доступним подацима изворишта, на слици 12.14 приказан је упоредни дијаграм нивоа подземних вода и дневне захваћене количине воде на бунару ИБ-6 за период јануар 2018 – јул 2020. године. Овде треба напоменути да пројектни тим није успео да добије податке о издашности бунара и осматраним нивоима подземних вода за новембар и децембар 2019. године од стране надлежног изворишта. Са поменутог дијаграма може се видети да је минимални ниво подземних вода износио 18 m, док је максимални износио 14 m, што указује на амплитуду динамичког нивоа подземних вода од 4 m. Такође, бунар је био сваки дан у експлоатацији, па је тако максимална вредност експлоатисане количине воде износила 105 l/s, док је минимална вредност била 40 l/s. Такође, слика 12.14. показује позитиван тренд и капацитета и динамичких нивоа подземних вода које су измерене у бунару ИБ-6 на изворишту „Мрљиш“.



Слика 12.14. Дијаграм тренда и осцилација динамичких нивоа подземних вода и експлоатационог капацитета у бунару ИБ-6 на изворишту Мрљиш у периоду 2018 – 2020.

На слици 12.15. графички је приказан ниво подземних вода измерен у сабирном бунару изворишта „Бели Тимок“ у Зајечару. Садашње извориште се састоји од 10 плитких копаних бунара, а систем функционише на принципу криве натеге, тако што вода из свих копаних бунара долази до сабирног бунара. Бунари су повезани системом натеге на следећи начин: прва натеча са 3 бунара, друга натеча са 2 и трећа натеча са 5 бунара. Дубина копаних бунара износи око 6 m. Сви су урађени до водонепропусне подине, па се стога може рећи да ниво воде у сабирном бунару осликава ниво подземне воде на изворишту „Бели Тимок“. Подаци су приказани на петодневном нивоу за период јул 2017. – јун 2020. године, уз прекид од новембра 2017 до јула 2018. год. Мерења су вршена од стране особља надлежног изворишта. Са поменутог дијаграма се види да је минимална вредност динамичког нивоа воде у сабирном бунару износила 5,60 m, док је максимална вредност износила 4,30 m. Амплитуда осцилација динамичког нивоа подземних вода у периоду осматрања (јул 2017. – јун 2020. године) износила је 1,30 m.

Такође, са слике 12.15. уочава се благи тренд пораста нивоа подземних вода који је измерен у сабирном бунару на изворишту „Бели Тимок“ у Зајечару.



Слика 12.15. Дијаграм осцилација и тренда нивоа подземних вода у сабирном бунару на изворишту „Бели Тимок“ у Зајечару 2017 – 2020

На изворишту „Млака“ које се користи за водоснабдевање Кучева, такође се врше осматрања нивоа подземних вода, на петодневном нивоу (Слика 12.16.). С обзиром на то да је извориште „Млака“ у Кучеву укључено у националну мониторинг мрежу током друге године имплементације пројекта, пројектни тим располаже временском серијом података о нивоима подземних вода у бунарима и пијезометрима само од децембра 2018. године до јула 2020. год. Подаци о статичким и динамичким нивоима подземних вода мерени су у 4 бунара и 3 пијезометра. Екстремне вредности и амплитуде нивоа подземних вода у бунарима и пијезометрима на изворишту „Млака“ у Кучеву дати су у табели 12.5. Из поменуте табеле се види да се максимална амплитуда динамичких нивоа јавља у бунару ЕБК-2 вредности 3,30 m, док се минималне осцилације јављају у бунару ЕБК-4. Амплитуде статичких нивоа подземних вода су реда величине 1 метра. На сликама 12.16. и 12.17. дати су упоредни прикази амплитуда и трендова динамичких НПВ у бунарима и статичких НПВ у пијезометрима.

Са слике 12.16. може се уочити да је генерално присутан позитиван тренд осцилација динамичких нивоа подземних вода у бунарима на изворишту „Млака“ у Кучеву. Тренд динамичких нивоа подземних вода није приказан само за бунар ЕБК-3, будући да је идентичан и да се преклапа са трендом динамичких нивоа подземних вода у бунару ЕБК-1X.

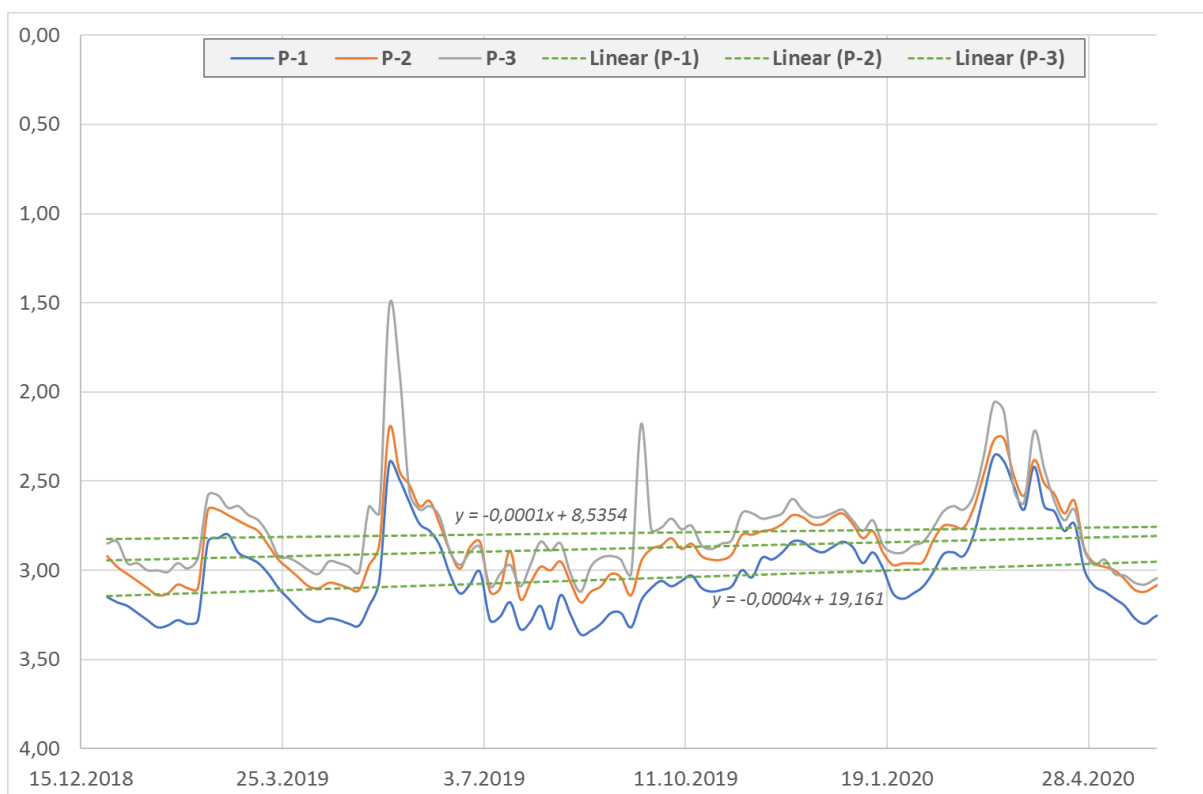
Са слике 12.17. може се уочити позитиван тренд осцилација статичких нивоа подземних вода у пијезометрима на изворишту „Млака“ у Кучеву. Такође, уочава се да сва три пијезометра имају генерално исти тренд пораста статичких нивоа подземних вода.

Табела 12.5. Упоредна табела екстремних вредности и амплитуда динамичких и статичких нивоа подземних вода у бунарима и пијезометрима на изворишту „Млака“ у Кучеву

Објект	Максимални НПВ (m)	Минимални НПВ (m)	Амплитуда НПВ (m)
ЕБК-1Х	2,34	3,90	1,56
ЕБК-2	2,60	5,90	3,30
ЕБК-3	2,56	3,93	1,37
ЕБК-4	1,08	2,12	1,04
П-1	2,36	3,46	1,10
П-2	2,20	3,38	1,18
П-3	1,52	3,12	1,60



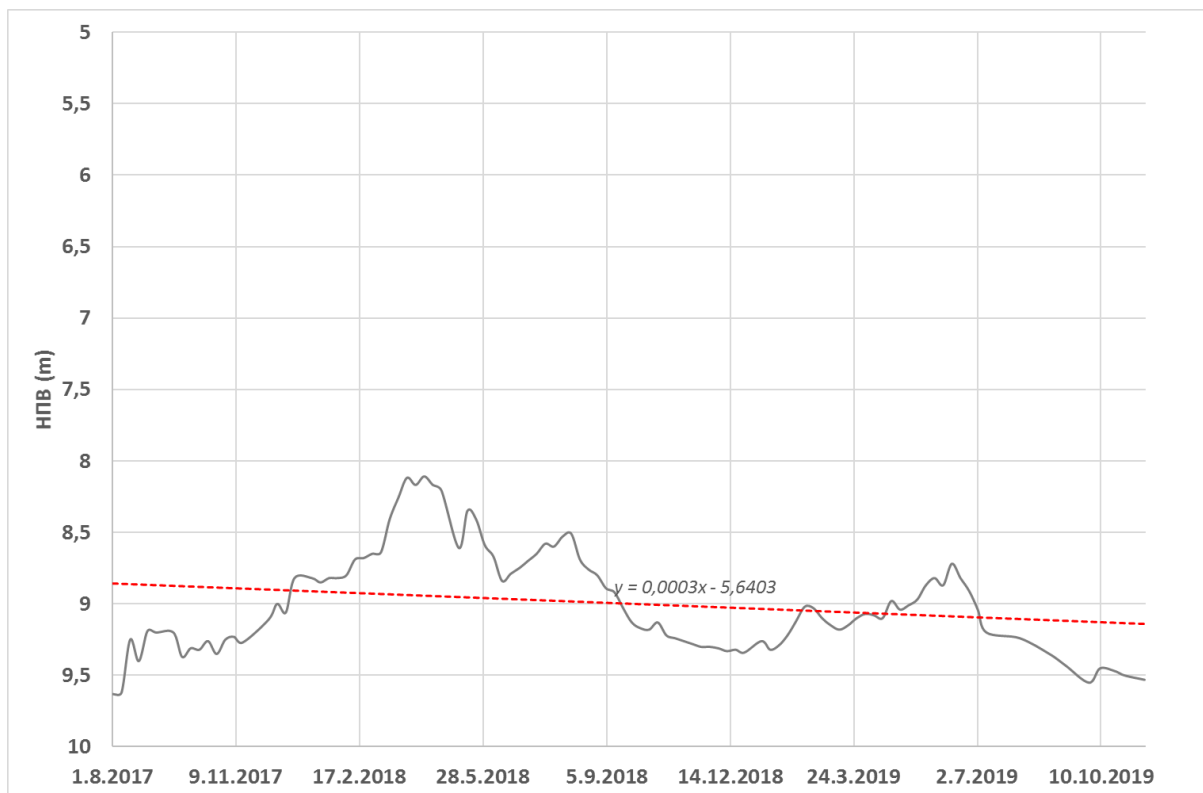
Слика 12.16. Дијаграм осцилација и трендова динамичких нивоа подземних вода у бунарима на изворишту „Млака“ у Кучеву у периоду 2018 - 2020



Слика 12.17. Дијаграм осцилација и трендова статичких нивоа подземних вода у пијезометрима на изворишту „Млака“ у Кучеву у периоду 2018 - 2020

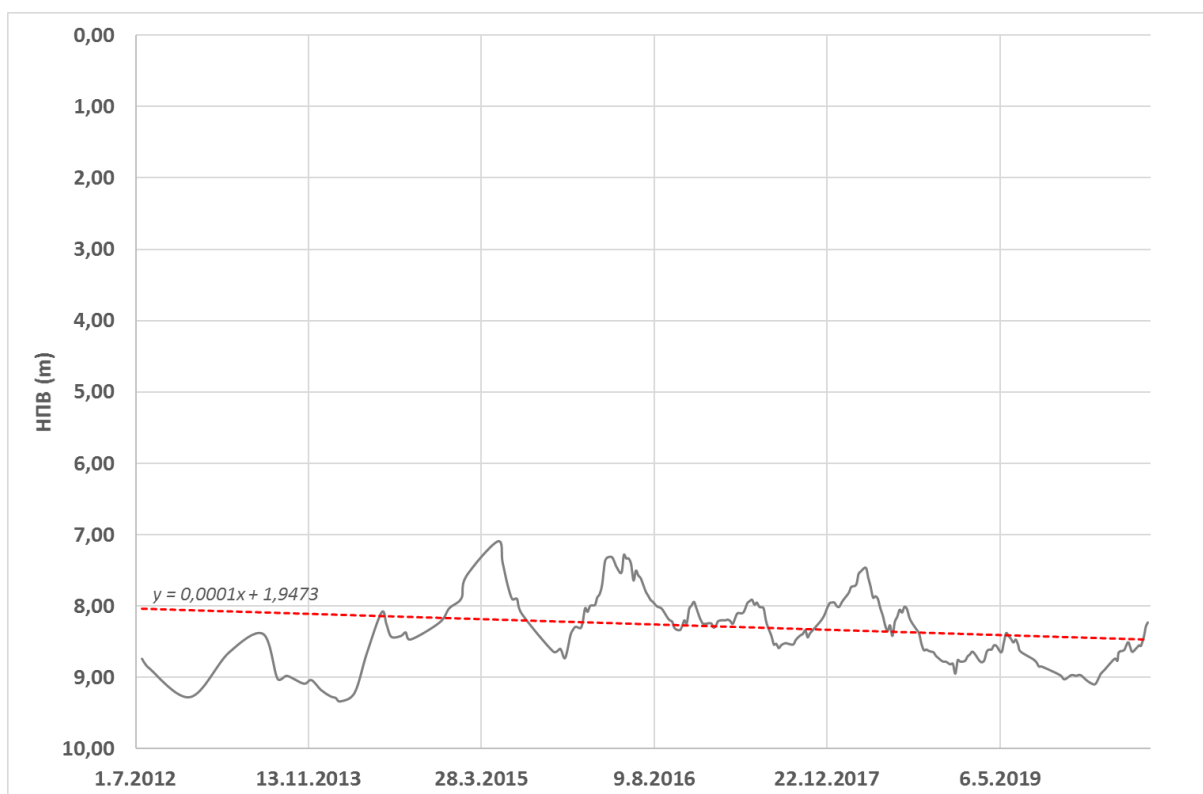
За квантитативни мониторинг у оквиру водног тела „Манастирица“ услед недостатка одговарајућег мониторинг објекта, одабран је извор Св. оца Николаја код манастира Тумане. На овом извору није било изводљиво постављање водомерне летве или неког другог мерног уређаја, а испоставило се и као компликовано успоставити надзор на овом извору, који се локално користи за водоснабдевање, али није под надзором ни једне институције. Стога, издашност је мерена помоћу запреминске методе током сваког теренског обиласка, тако да је било могуће прорачунати издашност извора. Ова вредност је била константних 0,04 l/s.

Квантитативни мониторинг подземних вода на изворишту „Кључ“ у Пожаревцу праћен је на пијезометру Пб-13. Међутим, с обзиром на то да пијезометар Пб-13 није праћен од новембра 2019. године до краја пројекта, у оквиру анализе осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода биће приказан и пијезометар Пб-54, за који постоји континуитет у мерењима од 2012. године. Тако, слика 12.18. приказује дијаграм флукуације нивоа подземних вода у пијезометру Пб - 13, који се налази у оквиру изворишта „Кључ“ у Пожаревцу. Мерења нивоа подземних вода су вршена на седмодневном нивоу од стране служби локалног изворишта у периоду 1. август 2017. – 14. новембар 2019. године. Са поменутог дијаграма се види да је максимални ниво износио 8,11 m, а минимални ниво износи 9,63 m, што указује да амплитуда осцилација нивоа подземних вода у пијезометру Пб-13 изворишта „Кључ“ у Пожаревцу периоду 1. август 2017. – 14. новембар 2019. године износи 1,52 m. Такође, слика 12.18. показује и веома благи тренд опадања статичких нивоа подземних вода у пијезометру Пб-13 на изворишту „Кључ“ у Пожаревцу, реда величине 0,25 m/god.



Слика 12.18. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометру ПБ-13 на изворишту „Кључ“ у Пожаревцу у периоду 2017 - 2019

С обзиром на недостајуће податке о статичким нивоима подземних вода у пијезометру ПБ-13 за период новембар 2019 – јул 2020. год., анализе осцилација и тренда статичких НПВ извршена је на основу временске серије података за пијезометар ПБ-54, такође на изворишту „Кључ“ у Пожаревцу. Слика 12.19. приказује амплитуду и тренд статичких НПВ измерених у пијезометру ПБ – 54. Са поменуте слике се види да је максимални забележен статички ниво подземних вода 7,09 m, док је минимални статички ниво подземних вода 9,34 m, што указује на амплитуду статичких нивоа подземних вода од 2,25 m. Такође, слика 12.19. показује и благи тренд опадања статичких нивоа подземних вода у пијезометру ПБ-54 на изворишту „Кључ“ у Пожаревцу.



Слика 12.19. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода осматраних у пијезометру Пб-54 у оквиру изворишта „Кључ“ у Пожаревцу у периоду 2012 – 2020

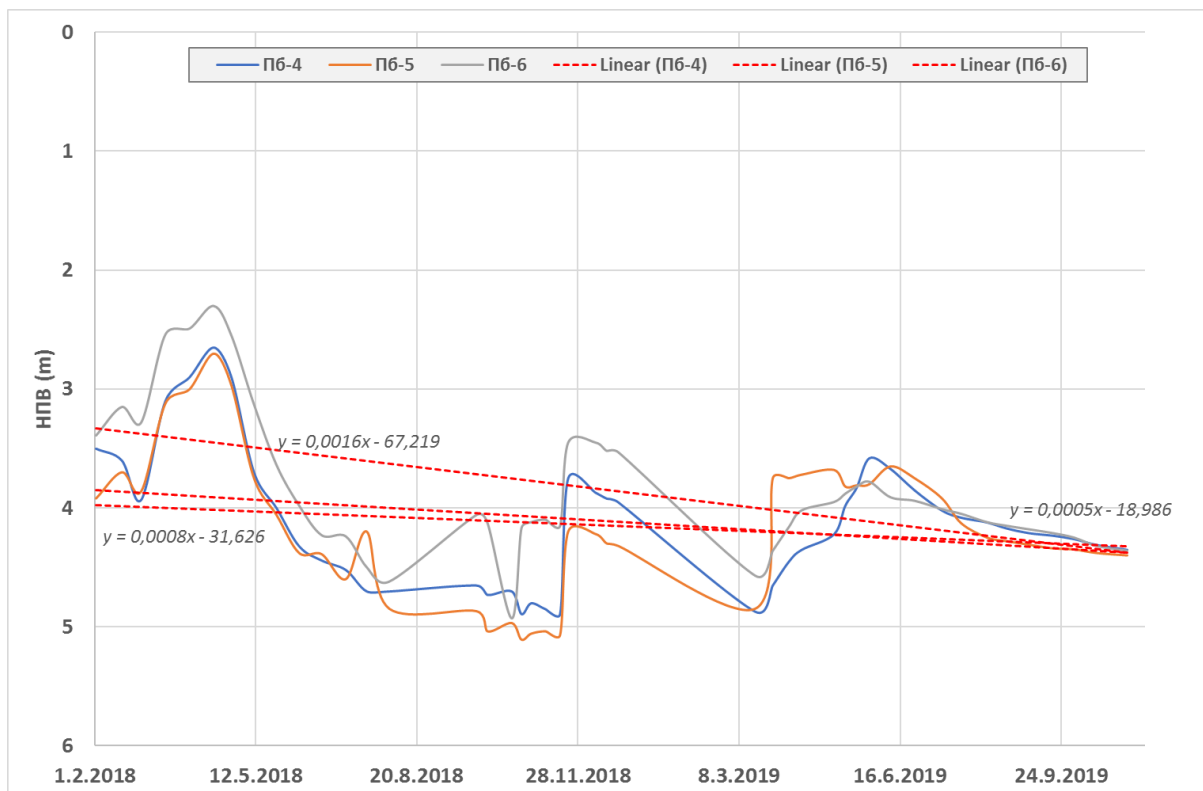
Извориште „Жичко поље“ које се користи за водоснабдевање Краљева, такође је било укључено у квантитативни мониторинг подземних вода. На сликама 12.20 – 12.24. приказане су осцилације и трендови статичких нивоа подземних вода у пијезометрима Пб-1, Пб-2, Пб-3, Пб-4, Пб-5, Пб-6, Пб-7, Пб-8 и Пб-9 у периоду 2018 - 2019, односно пијезометре Пс-1, Пс-2, П-17/81, П-25 и П-21 и бунар А-2 у периоду 2018 - 2020. год., с тим да треба напоменути да бунар А-2 није осматран у 2019. години, те аутори извештаја не располажу подацима и нивоима подземних вода у поменутом бунару за 2019. годину. Табела 12.6. приказује екстремне вредности и амплитуде статичких НПВ у наведеним пијезометрима, односно динамичког нивоа у бунару А-2. Из поменуте табеле се види да је амплитуда статичких нивоа подземних вода најизраженија у пијезометру Пб-9 у износу од 2,82 m, док је најмања у пијезометру Пс-1 у износу од 1,26 m. Амплитуда динамичких нивоа у бунару А-2 износи 3,66 m. Дијаграми трендова приказани на сликама 12.20. до 12.24. показују благи тренд опадања статичких нивоа подземних вода у пијезометрима, док дијаграм тренда динамичких нивоа подземних вода измерених у бунару А-2 показују благи пораст. Међутим, ово треба узети са резервом, будући да мерења динамичких нивоа у овом бунару нису вршена током 2019. године, а пројектни тим није располагао експлоатационим капацитетом бунара А-2 током целог пројекта, тако да подизање динамичког нивоа подземних вода у бунару А-2 може бити узроковано смањеним експлоатационим капацитетом бунара, чиме се и депресија бунара смањује.

Табела 12.6. Упоредна табела екстремних вредности и амплитуда динамичких и статичких нивоа подземних вода у бунарима и пијезометрима на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву

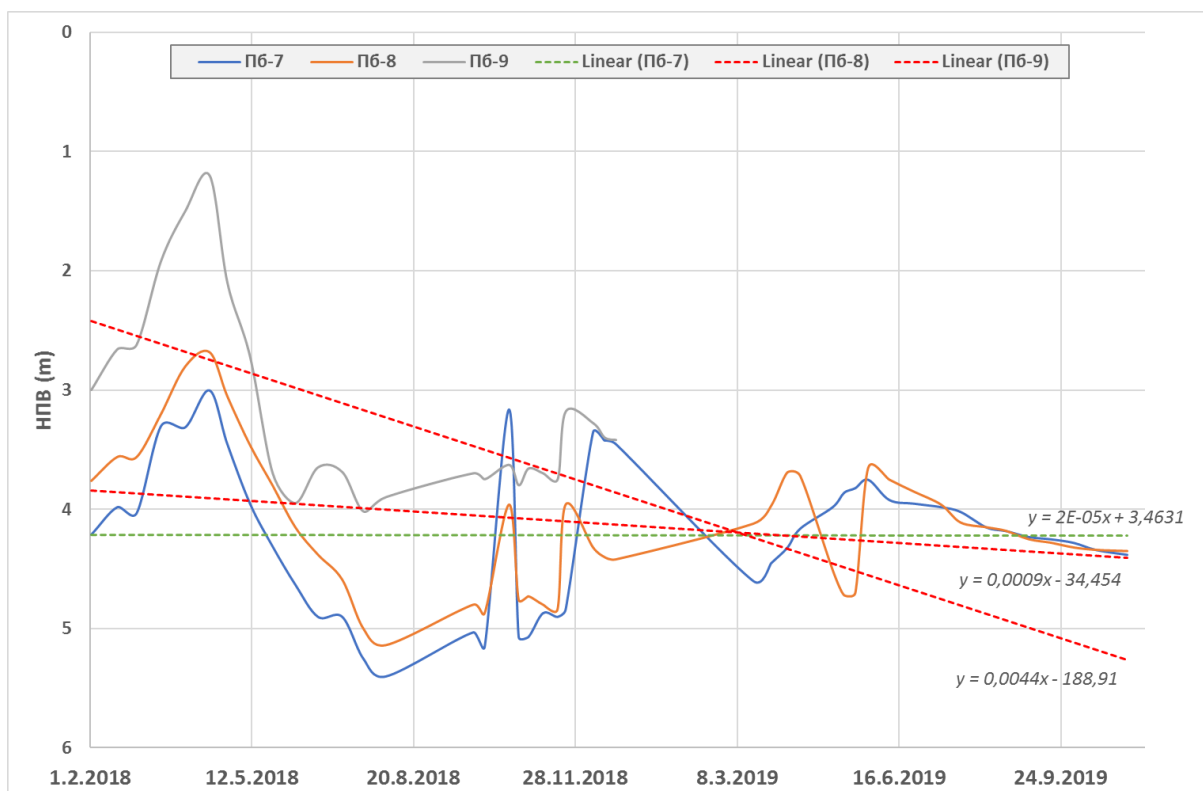
Објект	Максимални НПВ (m)	Минимални НПВ (m)	Амплитуда НПВ (m)
Пб-1	2,6	5,14	2,54
Пб-2	2,5	4,57	2,07
Пб-3	2,41	4,6	2,19
Пб-4	2,65	4,89	2,24
Пб-5	2,7	5,11	2,41
Пб-6	2,3	4,93	2,63
Пб-7	3	5,4	2,4
Пб-8	2,68	5,14	2,46
Пб-9	1,2	4,02	2,82
Пс-1	3,1	4,36	1,26
Пс-2	3,1	4,54	1,44
П-17/81	3,4	5	1,6
П-25	3,26	4,9	1,64
П-20	3,72	5,5	1,78
А-2	2,09	5,75	3,66



Слика 12.20. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима Пб-1, Пб-2 и Пб-3 на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву у периоду 2018-2019



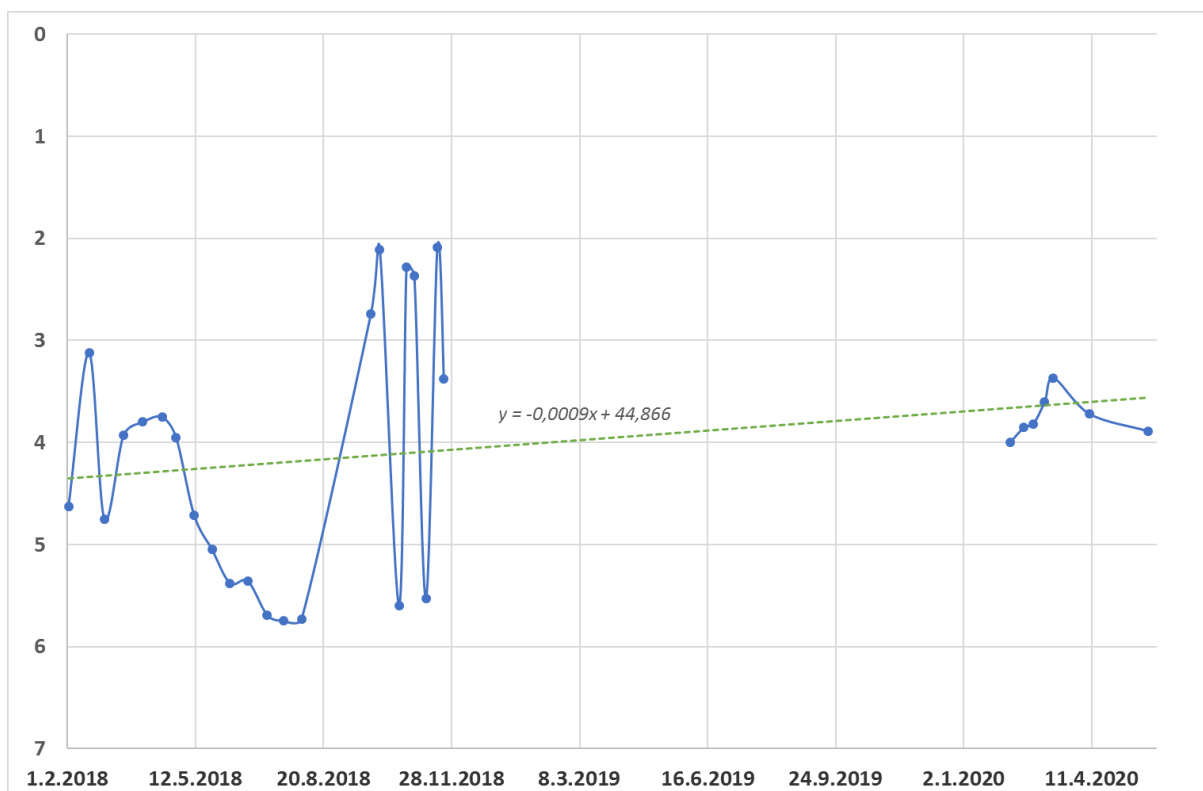
Слика 12.21. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима ПБ-4, ПБ-2 и ПБ-6 на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву у периоду 2018-2019



Слика 12.22. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима ПБ-7, ПБ-8 и ПБ-9 на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву у периоду 2018-2019



Слика 12.23. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима Пс-1, Пс-2, П-17/81, П-25 и П-20 на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву у периоду 2018-2020

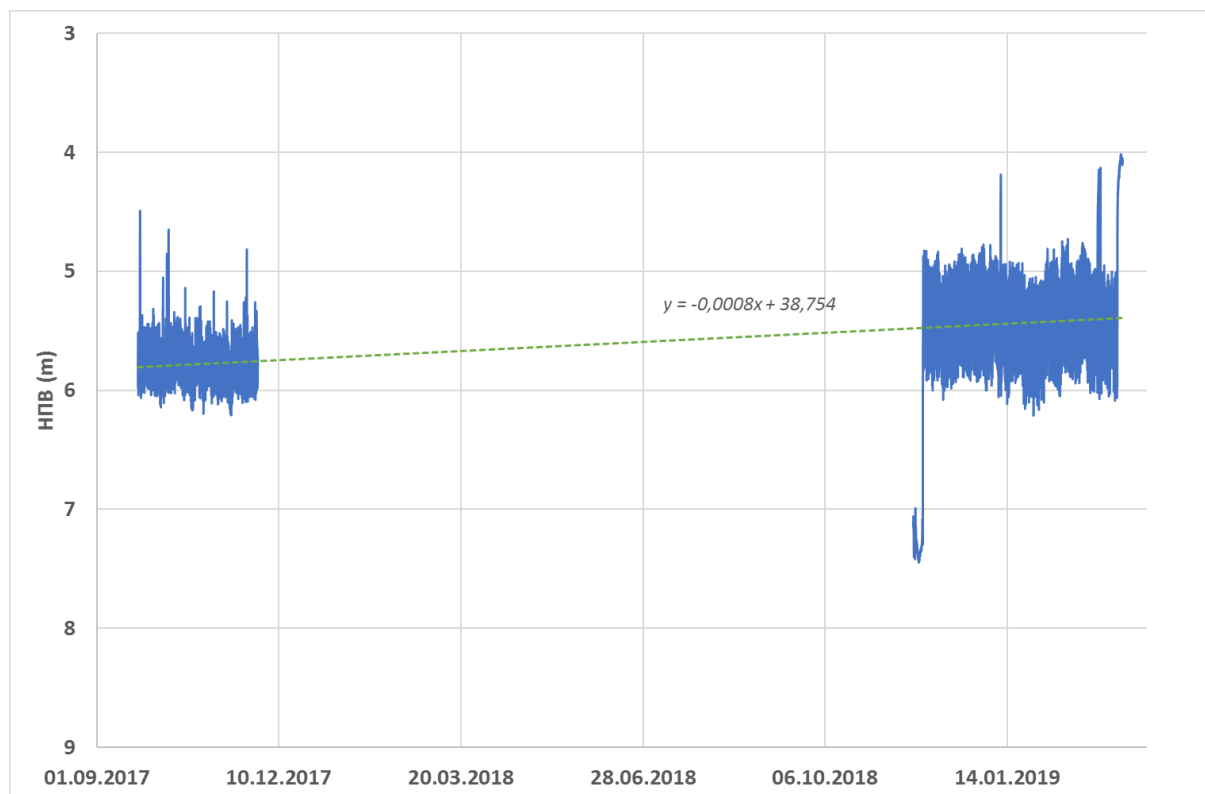


Слика 12.24. Дијаграм осцилација и тренда динамичких нивоа подземних вода у бунару А-2 на изворишту „Жичко поље“ у Краљеву у периоду 2018-2020

Мерење нивоа подземних вода у оквиру квантитативног мониторинга вршено је и на изворишту „Бељина“ у Чачку у Сабирном бунару. За потребе дефинисање флукуације нивоа подземних вода овог изворишта, инсталиран је уређај „дајвер“ за континуално мерење нивоа подземних вода. Уређај је програмиран за мерење нивоа подземних вода на сваких сат

времена. На слици 12.25 дат је приказ нивоа подземних вода, закључно са 20. мартом 2019. године. Мерење није било континуално из објективних разлога, дајвер је био извађен из бунара на крају теренских осматрања 2017. године, а поново инсталиран 23.11.2018. године када су настављена осматрања НПВ. Мониторинг је требало да траје све време, међутим током поновног обиласка изворишта 17. септембра 2019. године, установљено је да је уређај дислоциран, услед радова на бунарској пумпи у самом бунару, а није враћен на инсталирано место након завршетка радова, док пројектни тим није био обавештен о радовима на пумпи. Самим тим, подаци очитани са дајвера нису репрезентативни, будући да је дајвер био ван воде у бунару од 20. марта 2019. године. Такође, услед необезбеђености бунара, пројектни тим није могао прихватити ризик који носи инсталирање бунара у таквом објекту. Стога, биће приказани подаци о нивоима подземних вода у сабирном бунару изворишта „Бељина“ у Чачку у периоду 23.9.2017. – 28.11.2017. и 23.11.2018. – 20.3.2019. Амплитуда нивоа подземних вода износи 3,43 m. Максимални НПВ је износио 4,02 m, док је минимални ниво подземних вода био 7,44 m, мада се може уочити да је најчешће између 5 и 6 m.

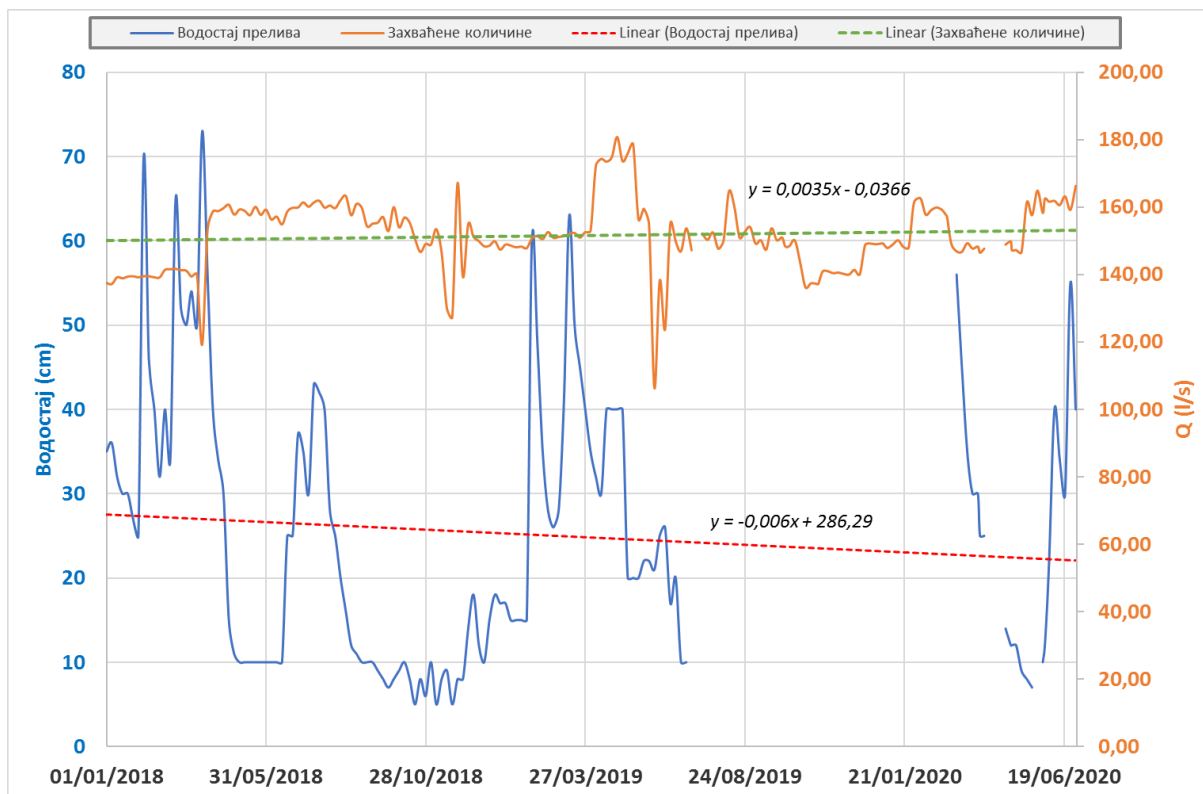
Такође, слика 12.25 приказује и благи тренд пораста нивоа подземних вода у сабирном бунару на изворишту „Бељина“ у Чачку. Међутим, као и у претходном случају, имајући у виду да подаци о квантитету нису мерени у континуитету, овај тренд треба узети са резервом.



Слика 12.25. Дијаграм осцилација и тренда нивоа подземних вода у сабирном бунару на изворишту „Бељина“ у Чачку у периоду 23.9.2017. – 28.11.2017. и 23.11.2018. – 20.3.2019

Извориште „Сељашница“ које се користи за водоснабдевање Пријепоља, укључено је у надзорни мониторинг квантитета подземних вода. Петодневни подаци о количини захваћене воде на овом каптираном врелу (l/s) и висини прелива (cm), тј. вишка воде који не улази у систем водоснабдевања Пријепоља, за период јануар 2018 – јул 2020. године, дати су на слици 12.26. Иста слика показује и тренд захваћених количина и висину прелива. Анализа квантитативних параметара за врело Сељашница не обухвата 2017. годину, будући да је врело обухваћено мониторинг мрежом квантитета у другој години пројекта. Са поменутог дијаграма види се да је максимална просечна дневна вредност захваћене количине воде износила 180,8

l/s, док је минимална вредност била 106,4 l/s, док је просечна дневна вредност захваћене количине воде 151,58 l/s. Са друге стране, вредности нивоа воде на преливу овог врела (вода која се не користи за водоснабдевање) флукутирају од 73 cm (максимум) до 5 cm (минимум), па је амплитуда нивоа прелива које одлази низводно од каптаже 68 cm.



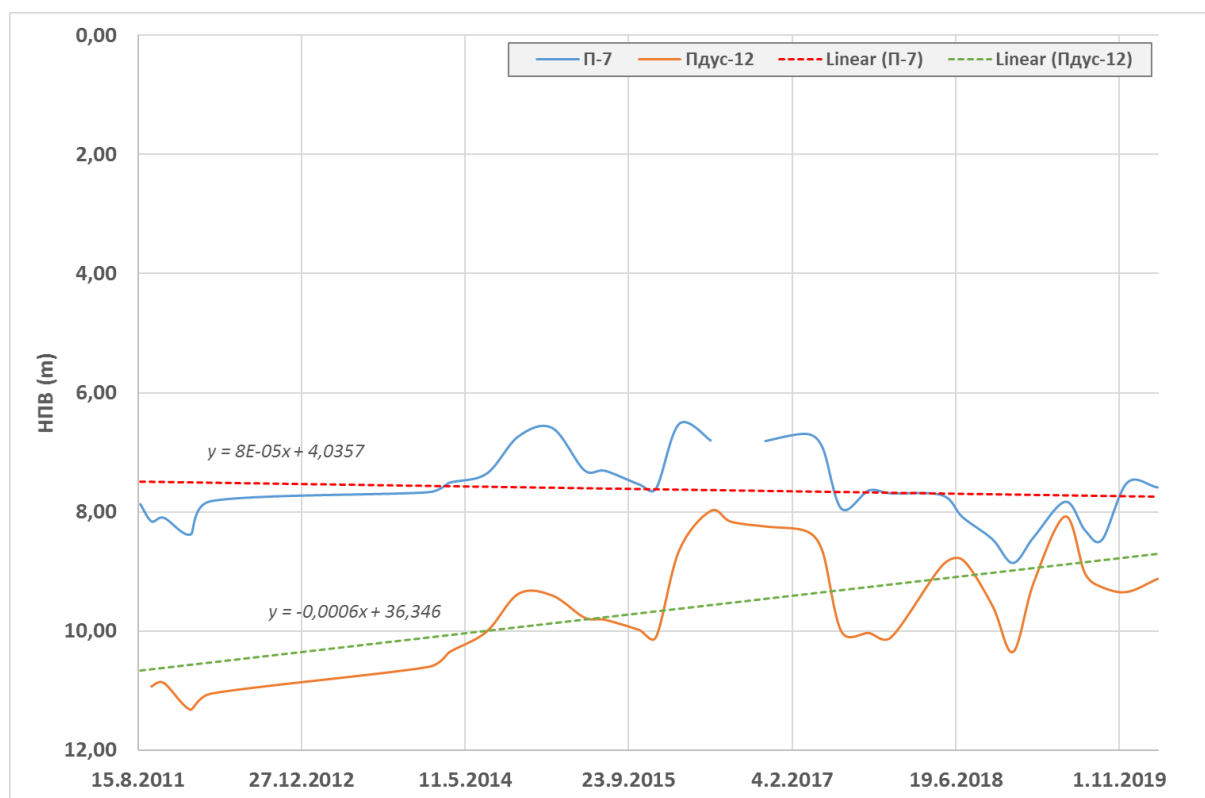
Слика 12.26. Дујаграм осцилација и тренда количина захваћених количина воде и висине прелива на изворишту „Сељашница“ у Пријеполју за период 2018 – 2020

На сликама 12.27. – 12.30. представљени су упоредни дујаграми статичких нивоа подземних вода измерени у пијезометрима на Београдском изворишту. Приказана су сва мерења која су била на располагању, уз напомену да пијезометри нису осматрани у редовним временским интервалима, односно да нису осматрани истовремено. Тако, пијезометри П-7 и Пдус-12 су осматрани у периоду 2011 – 2020. год. али са фреквенцијом осматрања на свака 2 или 3 месеца, закључно са фебруаром 2020. год. Затим, пијезометри Змак-1 и Зсур-8 су осматрани у периоду 2011 – 2017 истом фреквенцијом као претходно наведени пијезометри, да би се крајем 2018. пијезометар Зсур-8 осматрао свакодневно уз помоћ дајвера, до јула 2020. год. када је извршен пресек података од стране пројектног тима. Дајвер је такође инсталиран у пијезометар Зсур-8п, где су мерени нивои у периоду 1. јануар – 11. децембар 2019. године. Мерења у пијезометру Змак-1 су обустављена марта 2019. год. јер је пијезометар уништен. Подаци за пијезометар Пб-4 били су расположиви од 2011. до 2018. год, када су мерења такође вршена на два или три месеца. Након тога, од 1. јануара до јула 2020. мерења су вршена уз помоћ дајвера. У табели 12.7. приказане су екстремне вредности и осцилације статичких нивоа подземних вода у пијезометрима измереним на Београдском изворишту.

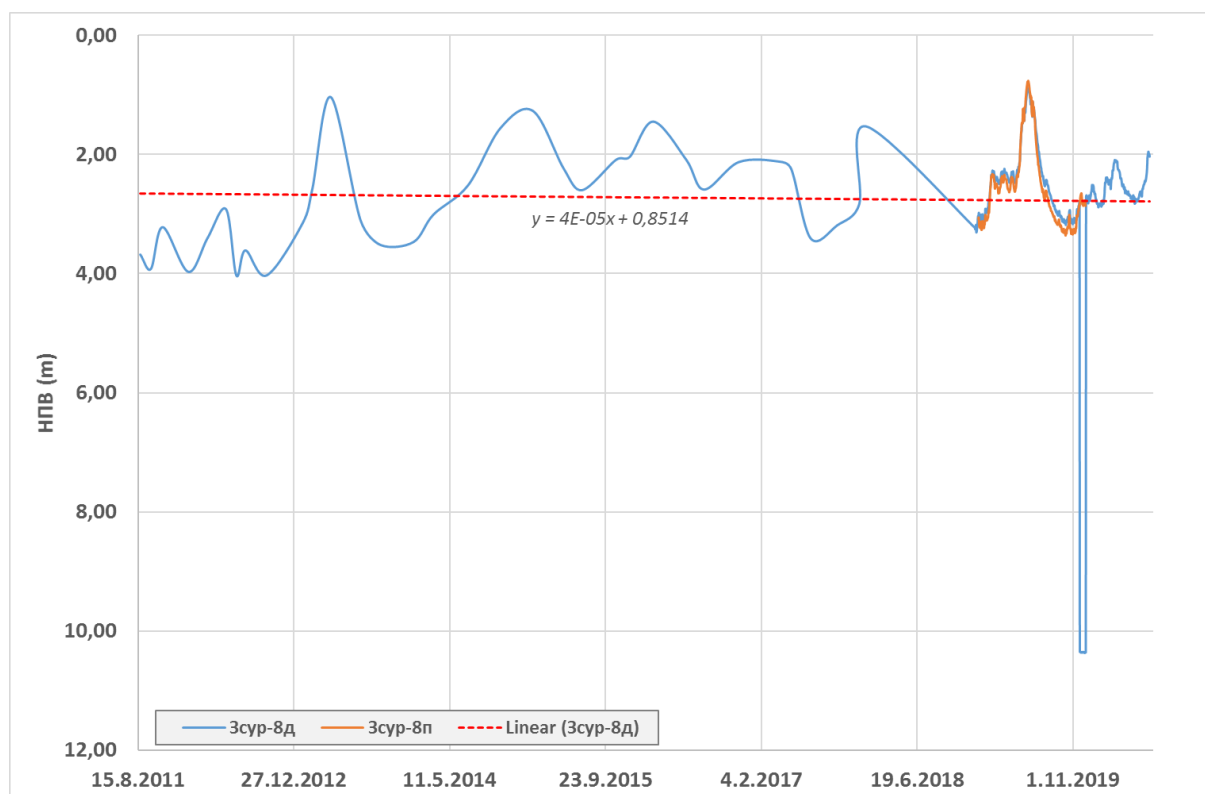
Табела 12.7. Упоредна табела екстремних вредности и амплитуда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима на Београдском изворишту

Објект	Максимални НПВ (m)	Минимални НПВ (m)	Амплитуда НПВ (m)
П-7	6,52	8,86	2,34
Пдус-12	7,98	11,32	3,34
Зсур-8д	0,89	10,36	9,47
Зсур-8п	0,77	3,35	2,56
Змак-1	3,36	5,86	2,50
Пб-4	4,08	7,01	3,93

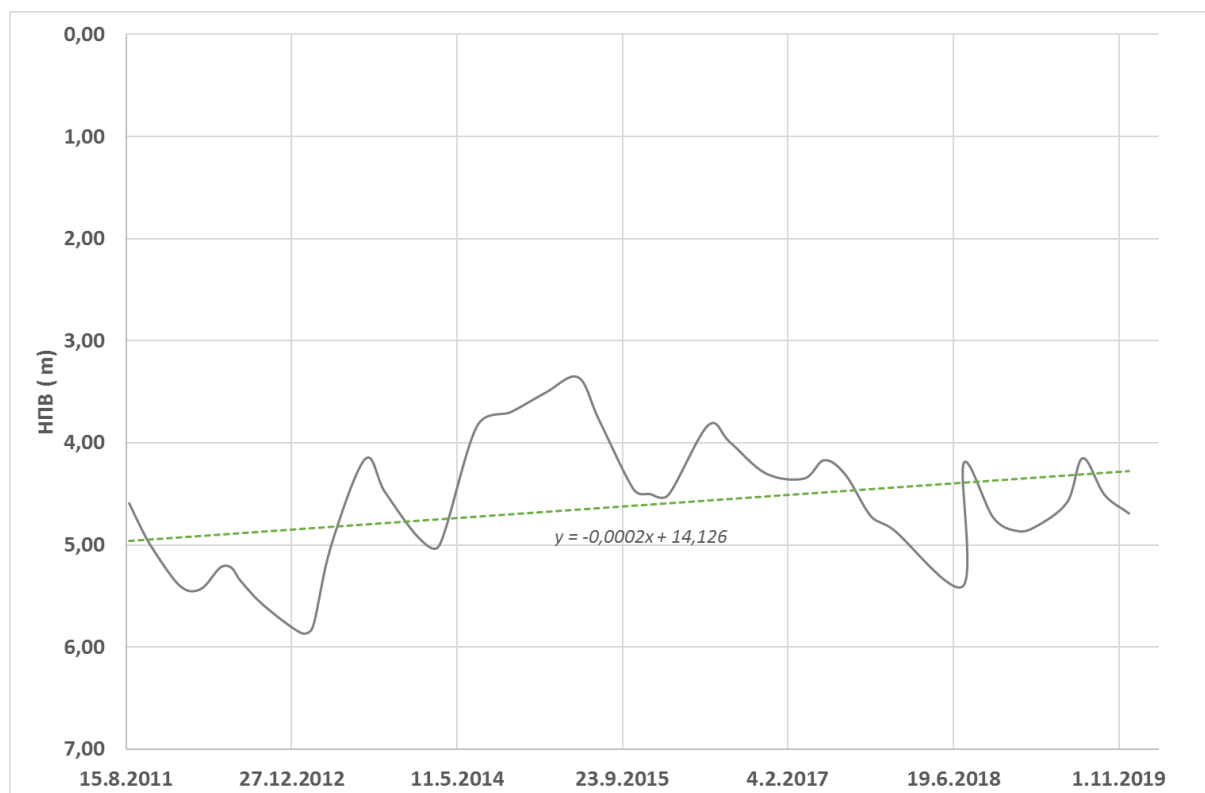
Највећа амплитуда статичких нивоа подземних вода измерена је у пијезометру ЗСУР-8д од 9,47 m, док је минимална амплитуда статичких нивоа у пијезометру П-7 од 2,34 m. Са дијаграма 12.27. – 12.30. може се уочити да је благи тренд опадања статичких нивоа подземних вода у пијезометрима П-7, Зсур-8д и Зсур-8п, док је благи тренд раста статичких нивоа подземних вода забележен у пијезометрима, Пдус-12, Змак-1 и Пб-4. Ипак, услед нередовних мерења и честих прекида, тј. великог броја недостајућих података, ове податке треба узети са резервом.



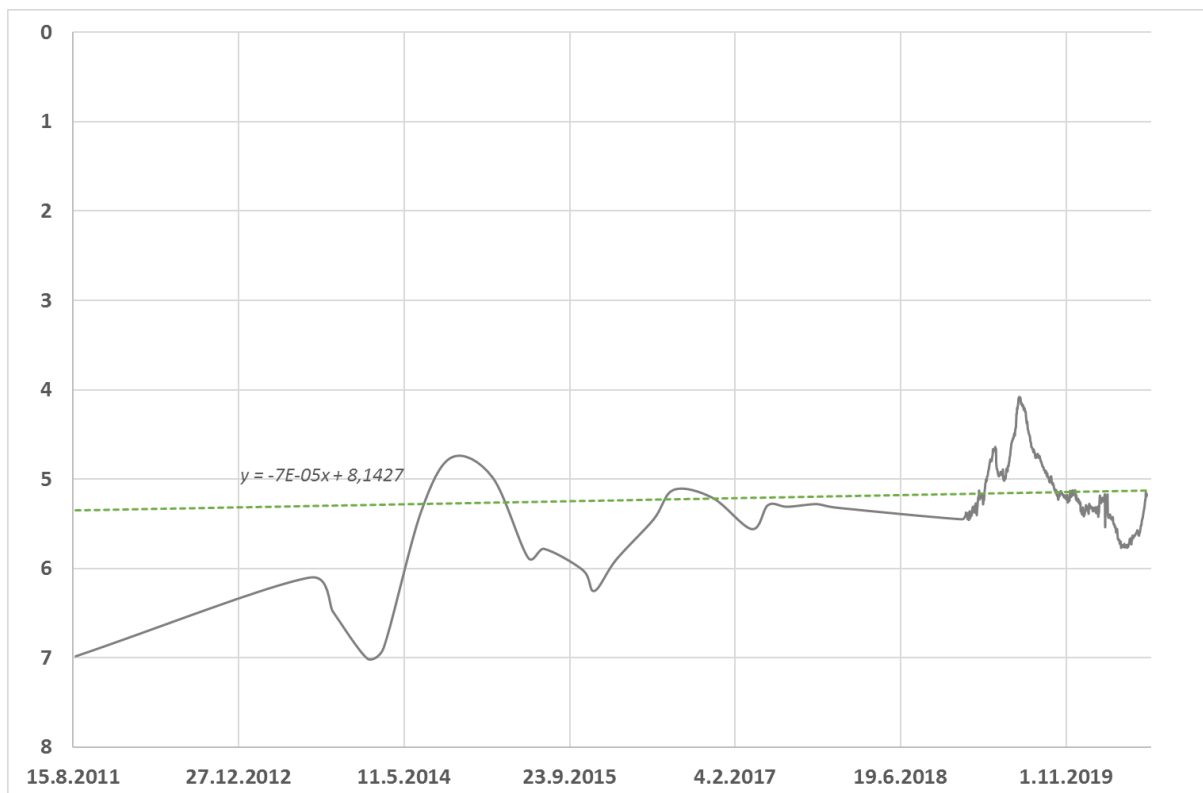
Слика 12.27. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима П-7 и Пдус-12 на Београдском изворишту у периоду 2011 – 2019



Слика 12.28. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометрима Зсур-8д и Зсур-8п на Београдском изворишту у периоду 2011 – 2020

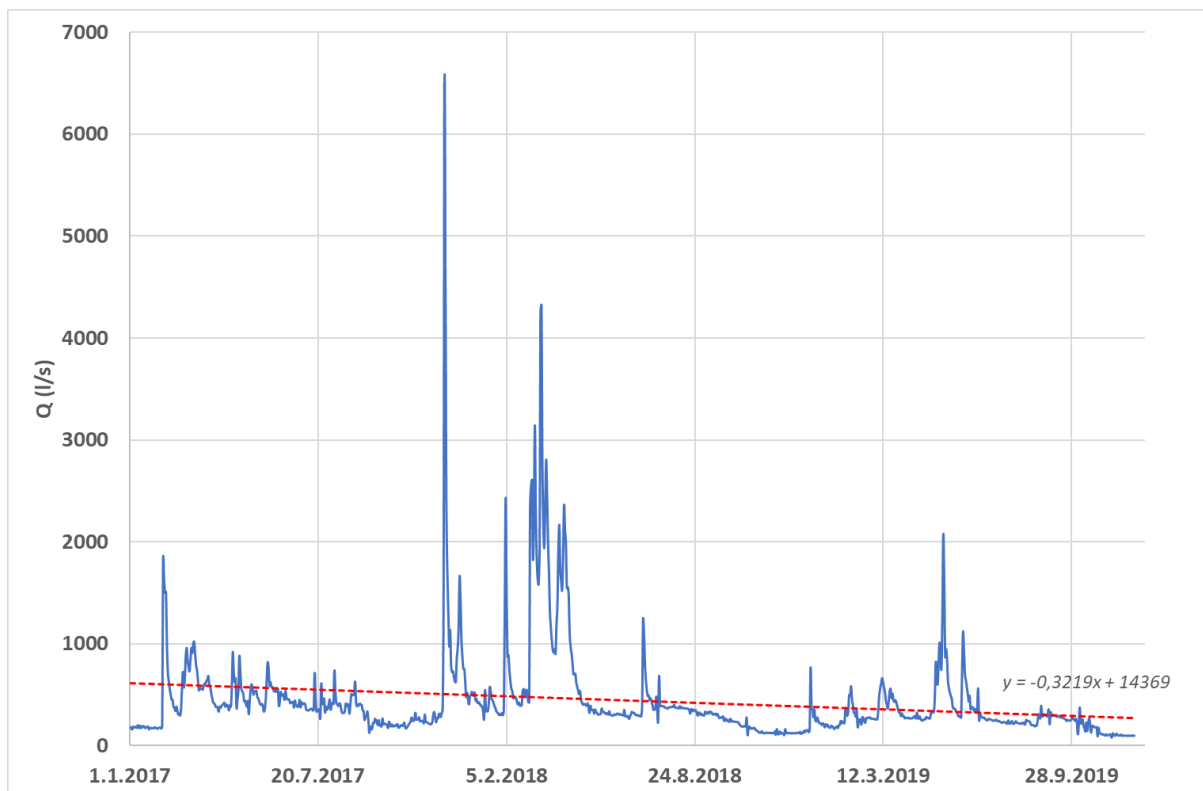


Слика 12.29. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометру Змак-1 на Београдском изворишту у периоду 2011 – 2019



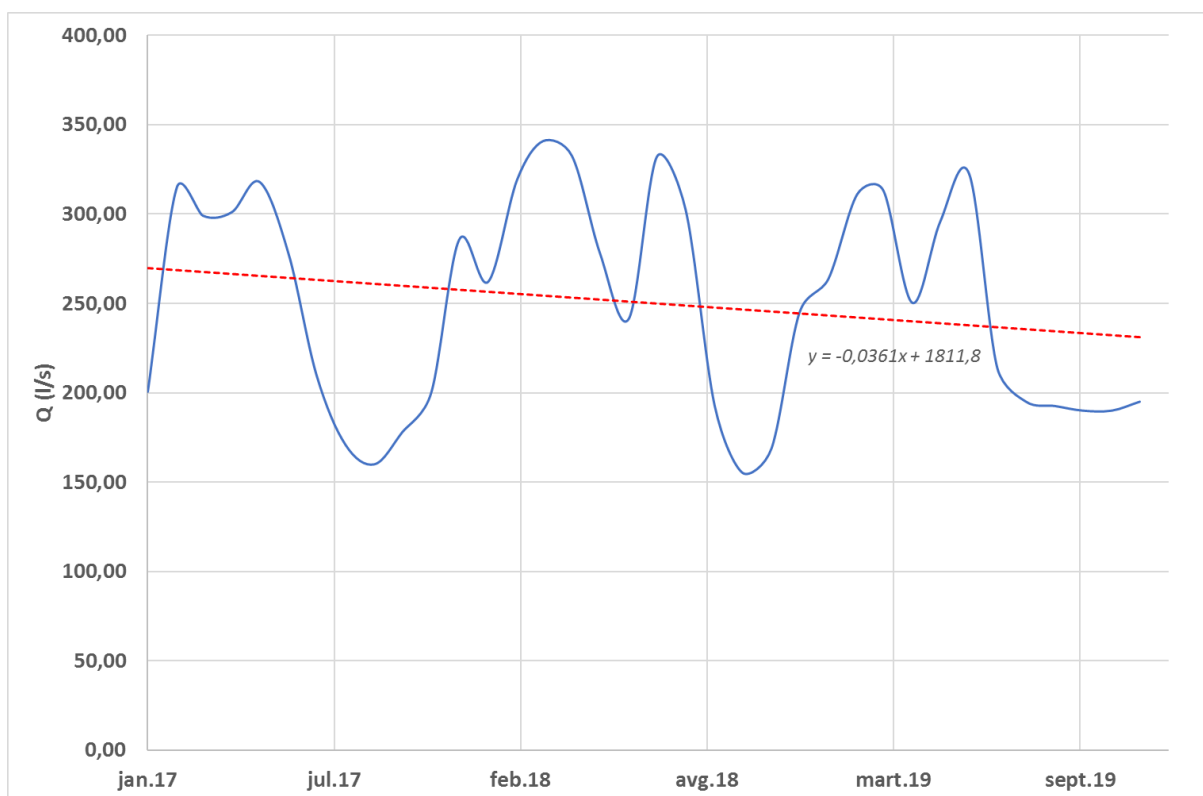
Слика 12.30. Дијаграм осцилација и тренда статичких нивоа подземних вода у пијезометру ПБ-4 на Београдском изворишту у периоду 2011 – 2020

Извориште „Дивљана“ које се користи за водоснабдевање Ниша уврштено је у програм надзорног квантитативног мониторинга подземних вода у оквиру овог пројекта. На слици 12.31 приказане су количине истекле воде на врелу Дивљана током периода 2017 - 2019. год, као и тренд истицања. Подаци о количинама истеклих вода на врелу Дивљана нису били доступни за 2020. годину због актуелне ситуације са епидемијом корона вируса у нашој земљи, због које је било онемогућено пројектном тиму да посети извориште, док запослени нису били у могућности да сами доставе податке. Са дијаграма се види да је максимална вредност издашности карстног врела Дивљана у периоду 2017-2019. године износила 6 491 l/s, док је минимална вредност издашности била 81 l/s. Са слике 12.31. уочава се благи тренд опадања природне издашности врела Дивљана.



Слика 12.31. Дијаграм осцилација и тренда издашности карстног врела Дивљана, каптираног за водоснабдевање Ниша у периоду 2017 – 2019

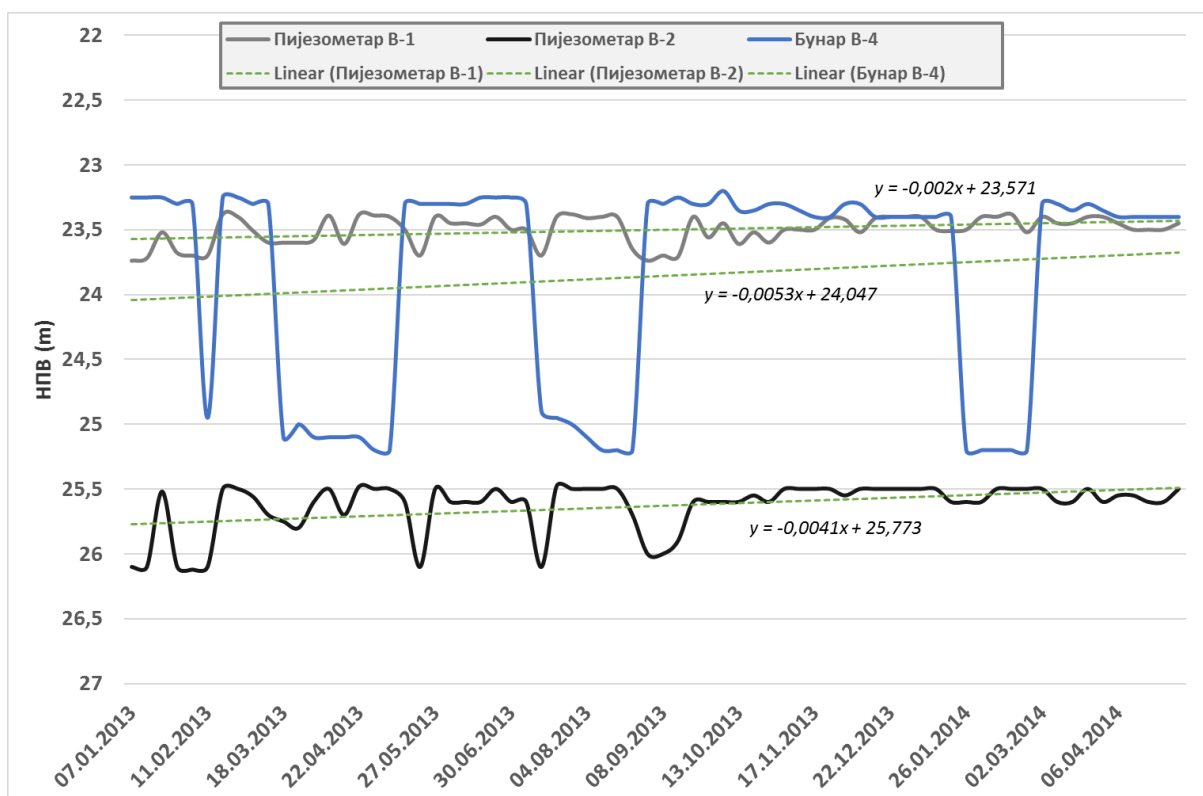
Квантитативни мониторинг вршен је и на врелу „Пакље“ које је каптирано за водоснабдевање града Ваљева и села у околини. Врело је укључено у мониторинг мрежу квантитета подземних вода у последњој години пројекта, тј. почевши од 2019. године. Подаци који су приказани на слици 12.32 односе се на количине захваћених количина вода са врела Пакље од стране Ваљевског водовода у периоду 2017 – 2019. год. Подаци за 2020. годину нису били доступни до израде овог завршног извештаја. Максимална количина захваћене воде на врелу Пакље износила је 340,7 l/s током марта 2018. године, док је минимална количина захваћене воде са истог врела била 155,2 l/s током октобра 2018. год. Просечна месечна вредност захваћених количина воде са врела Пакље у периоду 2017 – 2019 износила је 250,46 l/s. Слика 12.32. приказује количине захваћених вода у периоду 2017 – 2019, као и тренд количина воде које су захваћене. Са дијаграма се види благи тренд опадања количина захваћених вода, што не мора нужно да буде повезано са смањеном издашношћу, већ може показивати на смањене потребе или повећано коришћење других изворишта. За евалуацију истицања врела и дефинисање тренда, неопходно је инсталирање опреме за праћење и хидрометријска мерења прелива. Подаци о мерењима која су спроведена у ранијем периоду (октобар 2015-2016. године) за потребе израде Елабората о резервама изворишта Пакље, показују да је максимална издашност врела Пакље током периода осматрања износила 1043 l/s и измерена је 18.05.2016. године. Минимална измерена издашност изворишта Пакље током периода осматрања износила је 204 l/s, што је забележено 26.08.2015. године. Средња издашност врела, рачуната као аритметичка средина свих изведених мерења у датом периоду, износила је 427 l/s.



Слика 12.32. Дијаграм осцилација и тренда количина захваћених вода на врелу Пакље, каптираног за водоснабдевање Ваљева у периоду 2017 – 2019

Извориште „Самош“ у Самошу предвиђено је за програм оперативног мониторинга квантитета подземних вода. Приликом обиласка терена, покушано је мерење нивоа подземних вода, које је било неуспешно због техничких карактеристика бунара, те није било могуће ни инсталирати мерни уређај за континуирано праћење нивоа подземних вода. Стога, биће дат приказ историјских података о седмодневним мерењима статичких и динамичких нивоа подземних вода у пијезометрима Б-1 и Б-2, односно у бунару Б-4, који су приказани у Елаборату о резервама изворишта „Самош“ из 2013. и 2014. године. Са дијаграма 12.33. се уочава да је максимални статички ниво подземне воде у пијезометру Б-1 износио 23,38 m, док је минимални статички НПВ био 23,74 m. Тако, годишња амплитуда статичког нивоа у поменутом пијезометру износи 0,36 m. Пијезометар Б-2 има годишњу флукуацију статичког нивоа подземних вода 0,64 m, будући да вредности статичког нивоа подземних вода варирају од 26,12 m колико је био минимум, до 25,48 m колико је износио максимум. Са друге стране, веће флукуације динамичког нивоа подземних вода у наведеном периоду биле су у бунару Б-4 и то 2,0 m, тако да је максимални ниво износио 23,2 m а минимални 25,2 m.

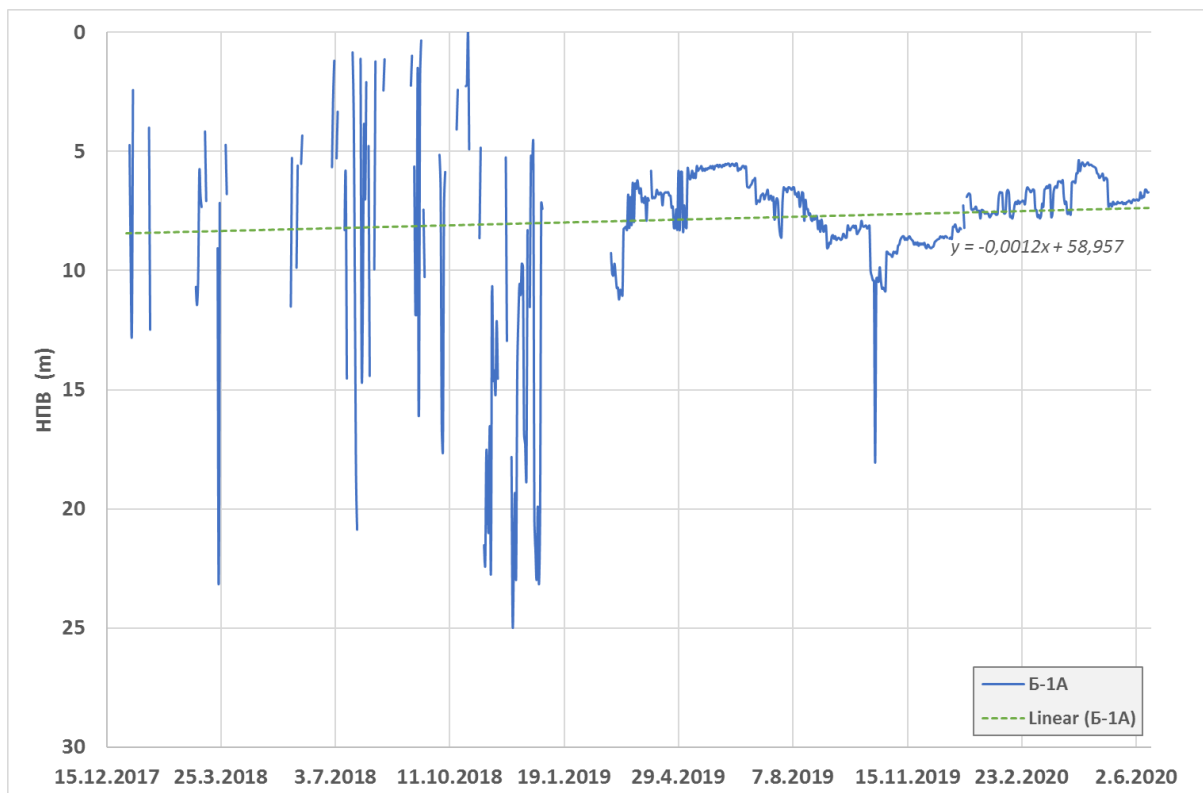
Са слике 12.33. види се благи тренд пораста статичких и динамичких нивоа подземних вода измерених у пијезометрима и бунару на изворишту „Самош“.



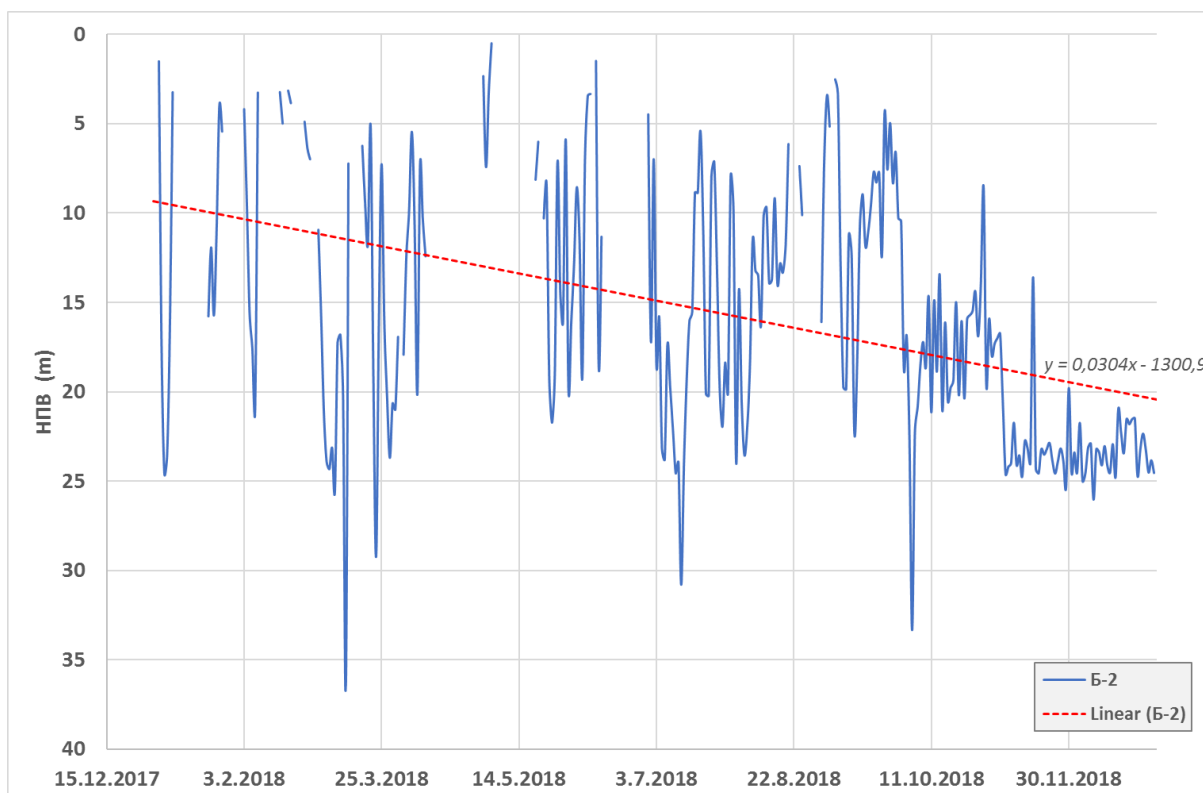
Слика 12.33. Упоредни дијаграм нивоа подземних вода у бунару Б-4 и околним пијезометрима Б-1 и Б-2, изворишта „Самош“ током 2013. и 2014. год.

На сликама 12.34. до 12.36 представљени су дијаграми динамичких нивоа подземних вода мерени на бунарима Б-1А, Б-2 и Б-3 на изворишту Стрелиште у Ћуприји. Мерења су вршена нередовно током 2018. године на сва три активна бунара, док су марта 2019. отпочела свакодневна мерења у бунару Б-1А и Б-3. Подаци су анализирани закључно са 13. јуном 2020. године, уз напомену да ауторима извештаја нису били доступни подаци о НПВ за јануар и фебруар 2019. године. Флуктуација нивоа подземних вода износила је 24,83 m у бунару Б-1А, док је флуктуација НПВ у бунару Б-3 износила 24,93 m. Минимални ниво у бунару Б-1А био је 24,85 m, док је максимални 0,02 m. Минимални ниво у бунару Б-3 био је 25,13 m, док је максимални био 0,2 m. Екстремне вредности нивоа подземних вода у бунару Б-2 биле су 36,51 m (минимални ниво), односно 0,37 m (максимални ниво), што наводи да је амплитуда осцилације НПВ 36,14 m. Треба напоменути да је овај бунар осматран само у 2018. години, док је у 2019. искључен из система мониторинга. Овако велике осцилације нивоа подземних вода вероватно су последица мерења нивоа, не водећи рачуна да ли је бунар у раду или није. С обзиром на то да није наведено да ли се током сваког читавања ради о статичком НПВ (када бунар није у раду) или динамичком (када бунар ради), податке о амплитуди и тренду треба узети са резервом.

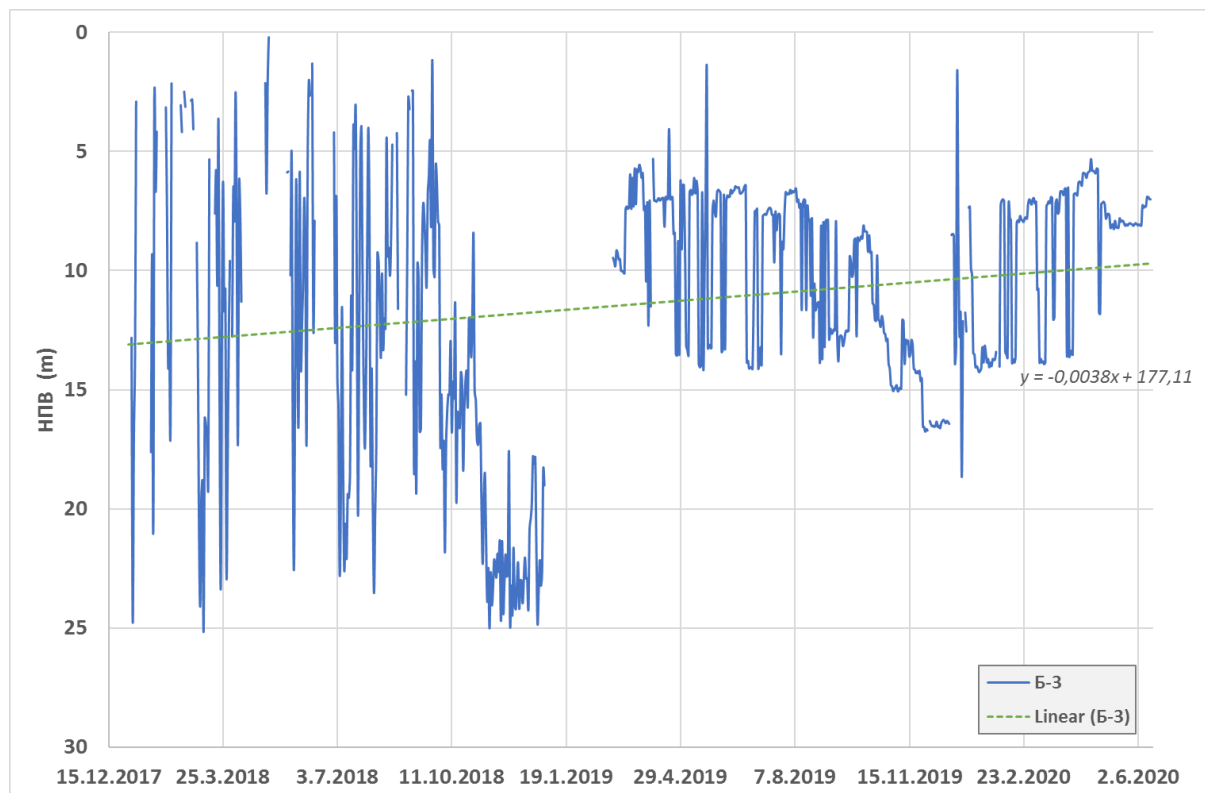
Са слика 12.34. – 12.36. види да се да бунари Б-1А и Б-3 имају благи тренд пораста нивоа, док бунар Б-2 има тренд опадања нивоа подземних вода, али су сви подаци због изражених амплитуда нерепрезентативни.



Слика 12.34. Дијаграм осцилација и тренда нивоа подземних вода у бунару Б-1А изворишта „Стрелиште“ у Ћуприји у периоду 2018 – 2020

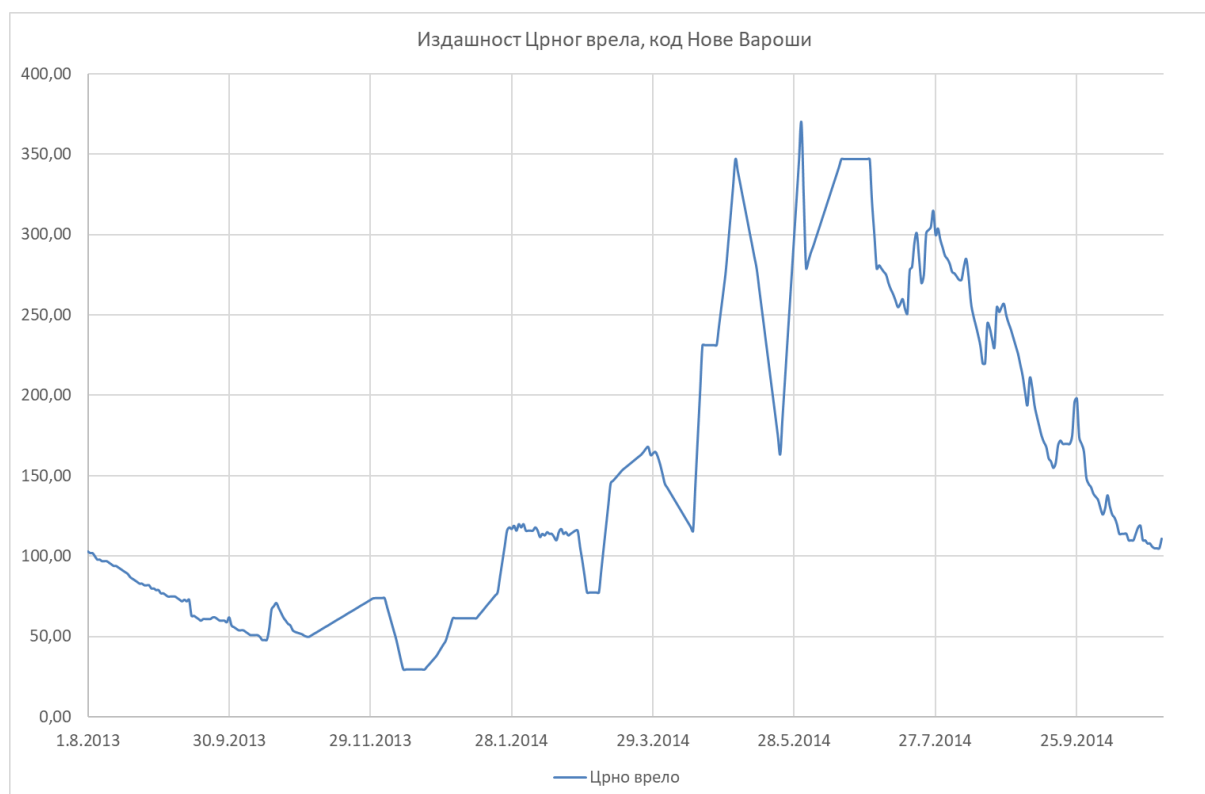


Слика 12.35. Дијаграм осцилација и тренда нивоа подземних вода у бунару Б-2 изворишта „Стрелиште“ у Ћуприји у периоду 2018 - 2019



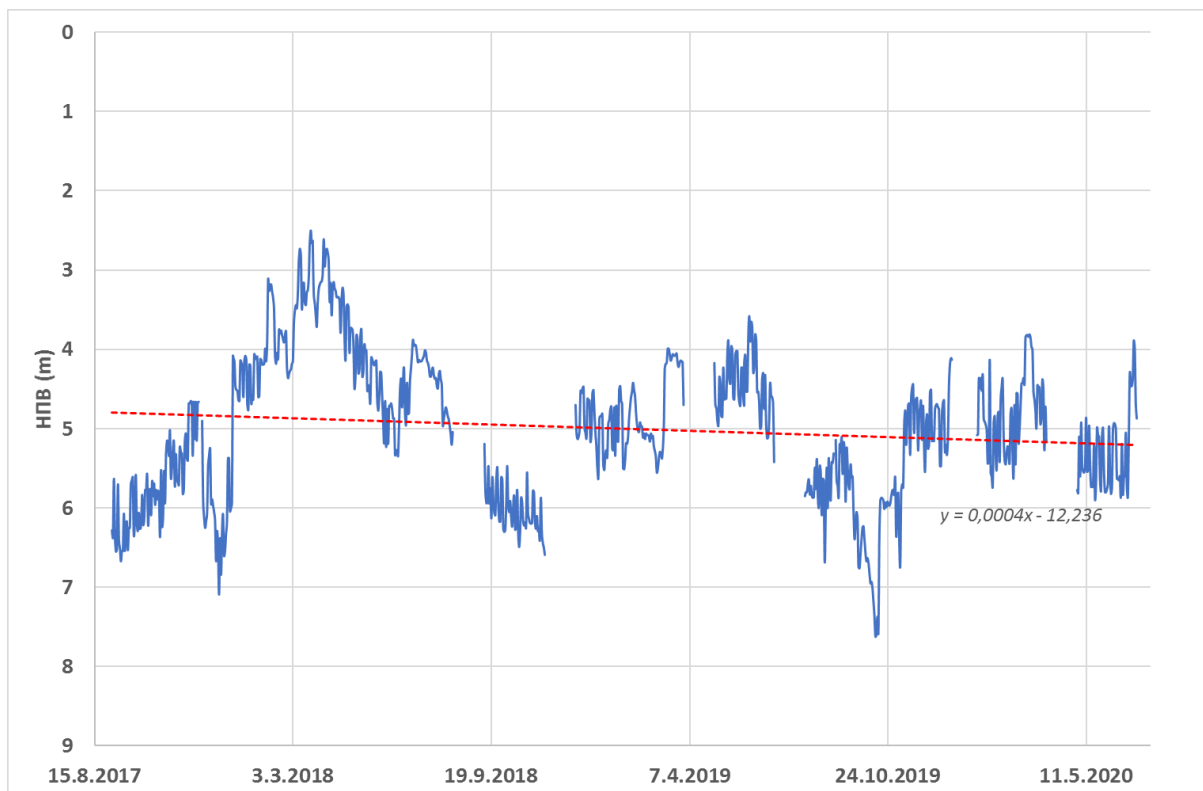
Слика 12.36. Дијаграм осцилација и тренда нивоа подземних вода у бунару Б-3 изворишта „Стрелиште“ у Ћуприји у периоду 2018 – 2020

Карстни извор Црно врело које је каптирано за потребе водоснабдевања становништва Нове Вароши, такође је планирано за надзорни квантитативни мониторинг, међутим, иако је врело захваћено за водоснабдевање, а каптажа недавно реконструисана, оно се не користи за водоснабдевање. Самим тим и комунално предузеће не врши надзор над истеклим количинама воде. Стога ће овде бити приказане вредности из *Студије о могућностима водоснабдевања Општине Нова Варош* из периода август 2013 – октобар 2014. године (Слика 12.37.). Највеће вредности се јављају на крају пролећа, након отапања снега и појачаних кишних падавина (изузетно кишна 2014. година), док су најниже биле забележене у периоду краја јесени. С обзиром на то да је врело осматрано само током једне хидролошке године, дефинисање тренда не би дало реалне резултате.



Слика 12.37. Дијаграм издашности Црног врела, период 2013-2014. година (према подацима Студије о могућностима водоснабдевања Општине Нова Варош)

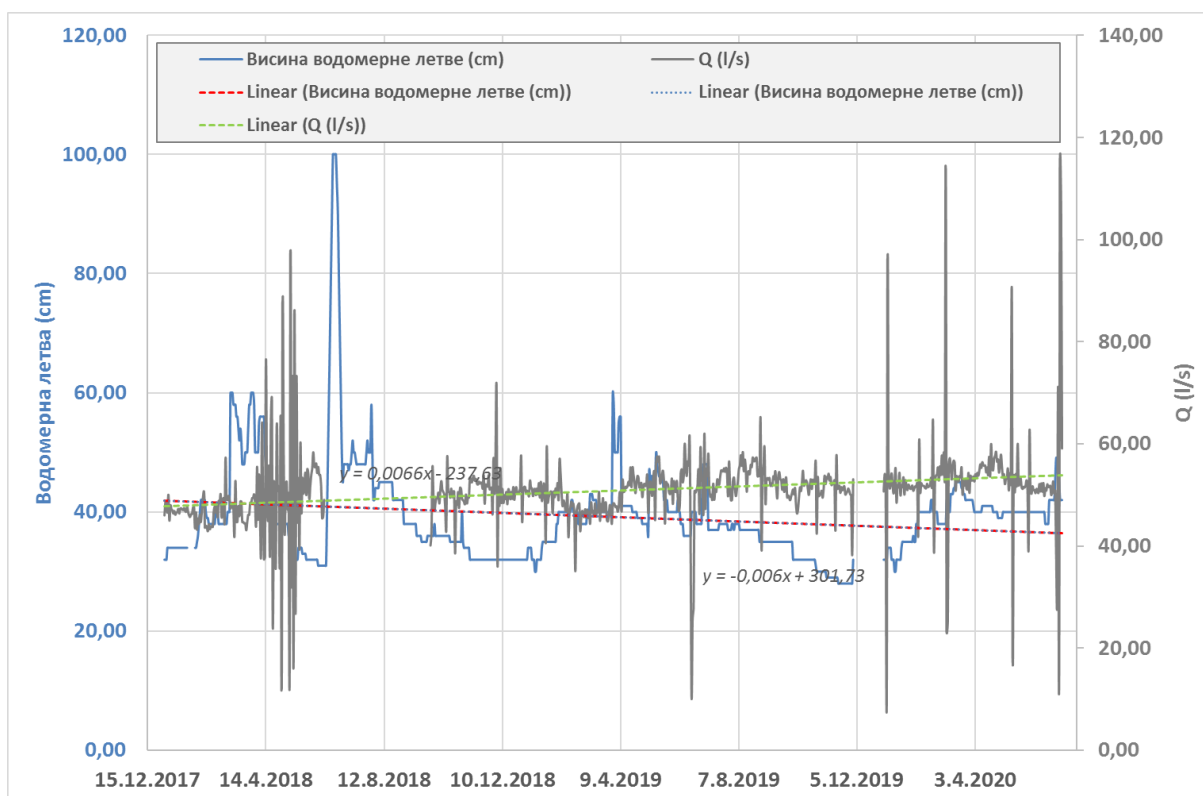
Квантитет подземних вода осматран је и у бунару Б-1 на изворишту „Зеленица“ које се користи за водоснабдевање Лознице. Мерења су вршена континуирано на сваких 5 минута дајвером, који је инсталиран од стране надлежног водовода. Након обраде података, на слици 12.38. приказан је статички ниво подземних вода измерен у бунару Б-1, на изворишту „Зеленица“ у Лозници. Приказане су дневне вредности у периоду осматрања 1. септембар 2017 – 1. јул 2020. године. Вредности динамичког нивоа подземних вода су варирале од 2,5 m (максимални НПВ) до 7,62 m (минимални НПВ), тако да амплитуда осцилација динамичког нивоа подземних вода износи 5,12 m. Такође, на слици 12.38 приказан је и тренд промене динамичких нивоа подземних вода у бунару Б-1, који је у благом опадању. Ред величине остварене локалне депресијације је на нивоу од око 0,12 m/god.



Слика 12.38. Дијаграм осцилација и тренда динамичких нивоа подземних вода у бунару Б-1, извориште „Зеленица“ у Лозници у периоду септембар 2017 – јул 2020. год.

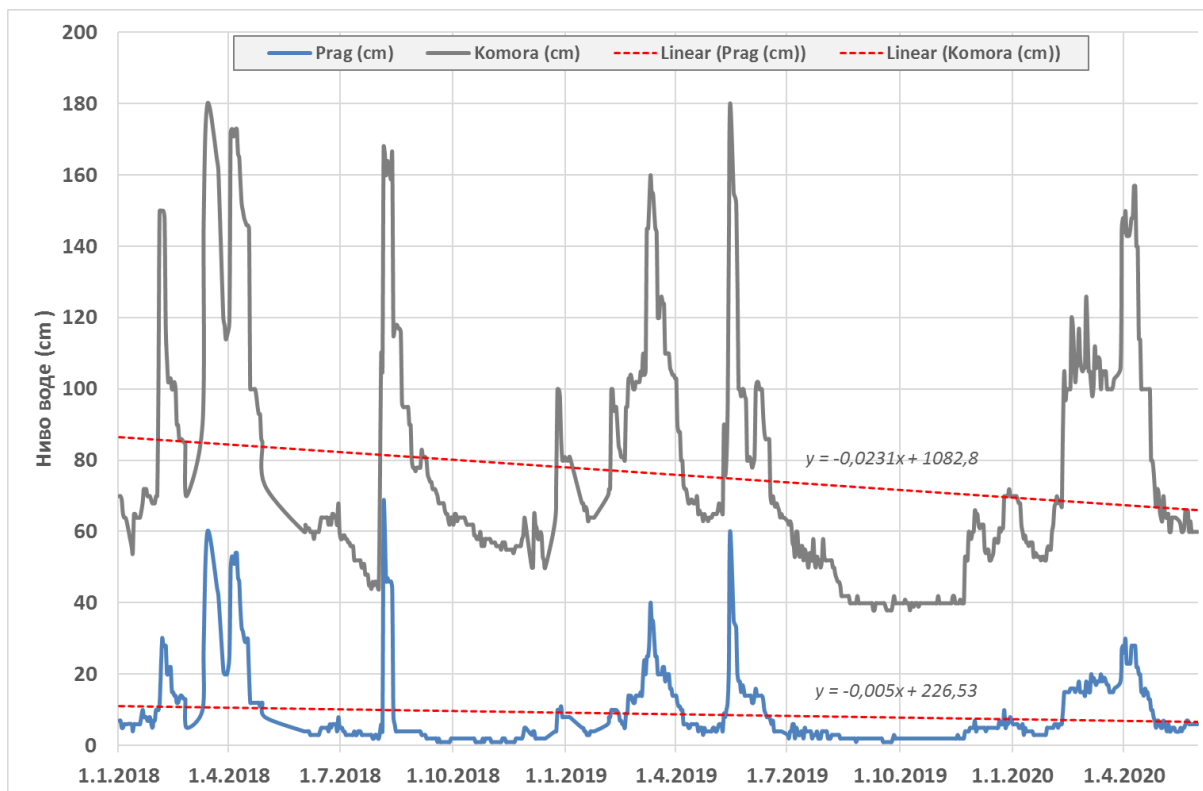
За оперативни мониторинг квантитета предвиђена је била и локација одабраног бунара/пијезометра у Брезјаку, околина Лознице. Контакти са власницима одабраног бунара су успостављени, али нажалост исти нису изашли у сусрет пројектном тиму, тако да до датума закључења завршног извештаја, подаци о нивоима подземних вода нису уступљени ауторима извештаја. Из тог разлога се не располаже подацима о нивоима подземних вода у оквиру водног тела „Јадар“.

На слици 12.39. приказан је упоредни дијаграм захваћене количине воде на Шетоњском врелу и мерне летве на преливу. Подаци су мерени свакодневно у периоду јануар 2018 – јул 2020. године од стране надлежне службе изворишта. Међутим, услед квара на водомеру, захваћене количине воде нису мерене у периоду 13.6.2018 – 26.9.2018. године, док подаци нису приказани за децембар 2019. године такође услед нетачног мерења водомера. Просечна вредност захваћене количине воде у истом периоду износила је око 4 400,11 m³/dan, односно 50,93 l/s. Тренд висине прелива и захваћених количина воде показује благи пораст количина захваћених количина, односно благи пад нивоа воде на преливу.



Слика 12.39. Упоредни дијаграм дневних количина захваћене воде и висине водомерне летве и њихових трендова на преливу Шетоњског врела у периоду јануар 2018 – јул 2020. год.

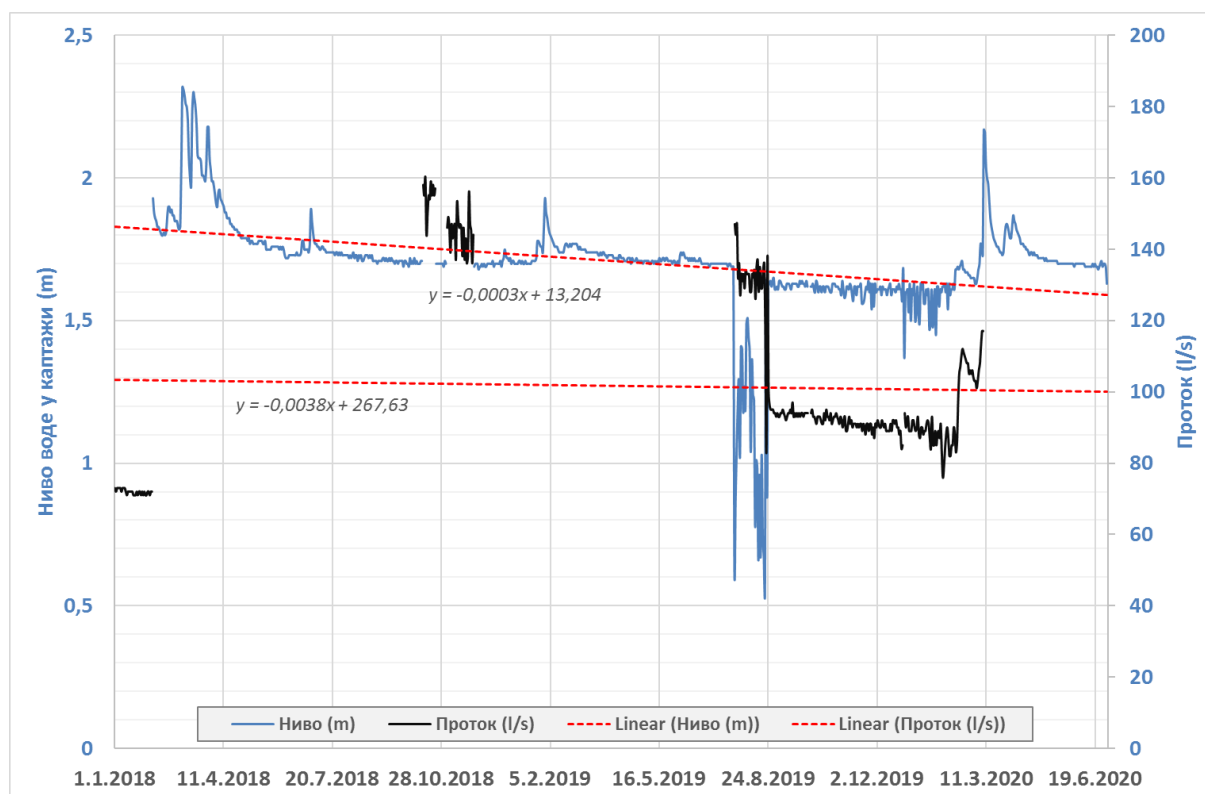
На слици 12.40. приказан је упоредни дијаграм нивоа воде у комори и преливном прагу на каптираном врелу Гаура Маре Злотског изворишта за период јануар 2018. – јул 2020. година, као и њихови трендови. Максимална вредност нивоа воде на преливу на врелу Гаура Маре у оквиру Злотског изворишта износила је 68 cm, док је минимална вредност износила 1 cm. Просечна вредност нивоа воде на преливу износила је 8,69 cm. Са друге стране, максимална вредност нивоа воде у комори била је 180 cm, док је минимална износила 38 cm. Просечна вредност нивоа воде у комори износила је 75,68 cm. Такође, слика 12.40. приказује благи тренд опадања нивоа воде у комори и преливном прагу. Овде треба напоменути да се са Злотског врела снабдева само село Злот у близини Бора, док Злотско извориште снабдева град Бор, пијаћом водом са карстних врела Гаура Мика, Гаура Маре, Мејлановић и Рнић, и са два бушена бунара (који су повремено у функцији).



Слика 12.40. Упоредни дијаграм нивоа воде у комори и преливном праву на каптираном врелу Гаура Маре, Злотско извориште у периоду јануар 2018 – јул 2020. године

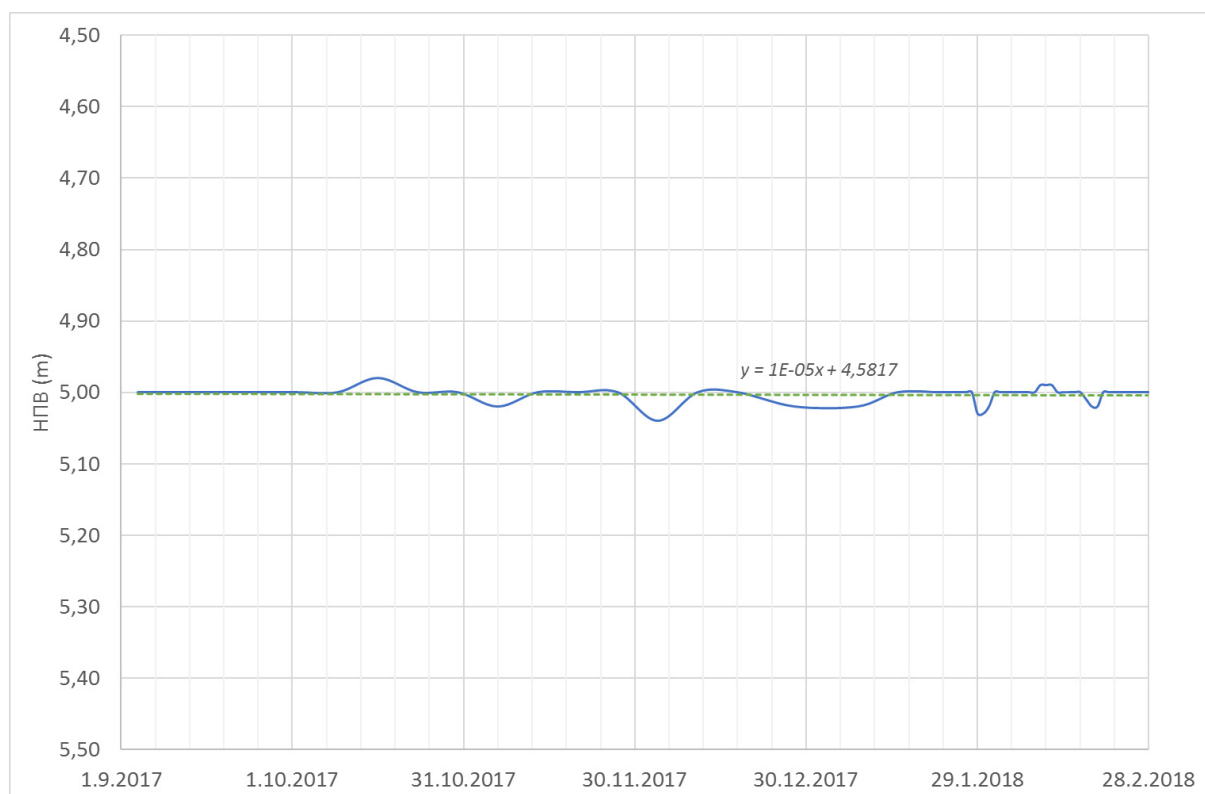
Када је реч о осматрању квантитета врела Градиште код Пирота, треба нагласити да се ово врело не користи целе године (иако је каптирано и повезано на градски систем водоснабдевања), већ се воде са овог врела употребљавају једино када се покаже недостатак воде са свих других градских изворишта. У периоду 1. јануар 2018. – 1.јул 2020. године максимално захваћена количина воде била је 160 l/s (Слика 12.41.), док је минимална количина воде која је ишла у систем била 71 l/s (у просеку 101,3 l/s). Са друге стране можемо видети да је ниво воде у каптажи у складу са годишњим добима, највиши почетком пролећа, а најнижи средином лета. Минимални ниво воде у каптажи износио је 0,52 m, а максимални 2,32 m.

Са слике 12.41. може се уочити благи тренд опадања нивоа воде у каптажи, односно количина захваћене воде, међутим, да би ови подаци били релевантнији, морала би се пратити укупна издашност врела.



Слика 12.41. Упоредни дијаграм нивоа воде у каптажи и захваћене воде и њихових трендова на врелу Градиште, каптираном за водоснабдевање Пирота, у периоду 2018 – 2020

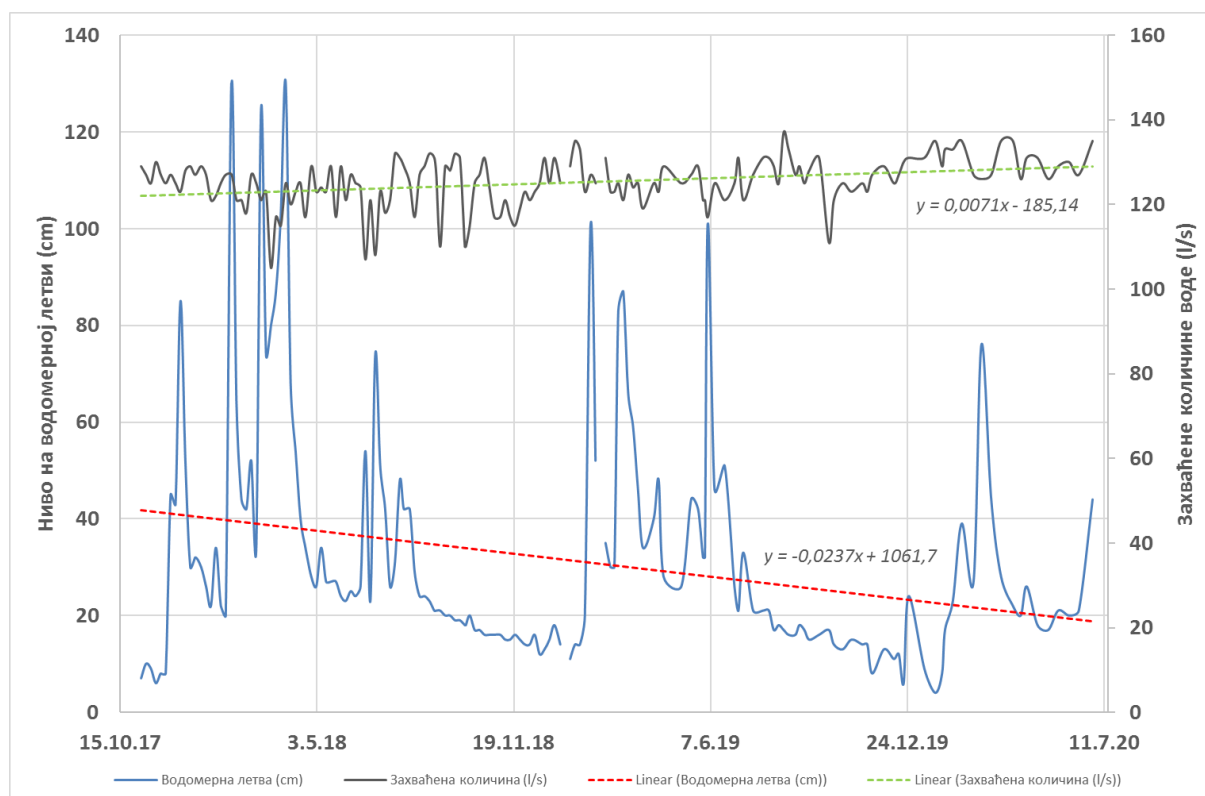
Извориште „Грчки млин“ у Прокупљу које се користи за водоснабдевање Прокупља, такође је планирано за квантитативни мониторинг. Аутори извештаја располажу само са подацима о осцилацијама нивоа подземних вода у периоду 1. септембар 2017. – 1. март 2018. године. Пројектни тим не располаже подацима након тог периода, с обзиром на то да надлежни у изворишту нису уступили податке у предвиђеном временском року. Посета изворишту извршена је септембра 2019. године, али услед неажурности запослених на изворишту, а касније и због ситуације за пандемијом корона вируса, пројектном тиму нису били доступни подаци о нивоима воде у бунарима у Прокупљу након 1. марта 2018. године. Слика 12.42. показује осцилације и тренд нивоа подземних вода у бунару у Прокупљу, са кога се виде да је амплитуда свега 0,06 m, односно да је минимални ниво 5,04 m, а максимални ниво 4,98 m. Самим тим и тренд динамичких нивоа подземних вода је у веома благом порасту.



Слика 12.42. Дијаграм осцилација и тренда динамичких нивоа подземних вода на изворишту „Грчки млин“ у Прокупљу у периоду септембар 2017 – март 2018. год.

Када је реч о осматрању квантитета Вучковог врела, треба навести да је на преливу овог карстног врела инсталирана водомерна летва уз помоћ које се мери ниво воде, како би се утврдила зависност водостаја и формирала једначина за прорачун издашности. Издашност врела је збир вредности прорачунате вредности прелива и вредности која се захвата за потребе водоснабдевања Сјенице. Тако, слика 12.43. приказује вредности нивоа воде на преливу Вучковог врела измереног на водомерној летви као и количине воде која иде у град (новембар 2017 – јул 2020. године). Са поменуте слике се уочава да је максимална вредност прелива износила 130 cm, док је минимална износила свега 4 cm. Просечна вредност очитана са водомерне летве износила је 31,8 cm. Са друге стране, максималне вредности протока у град износиле су 137 l/s, док је минимална вредност била 105 l/s. Средња вредност захваћене воде износила је 125,12 l/s. Такође, требало би напоменути да формирање једначине криве није било могуће на основу само једног хидрометријског мерења, тако да се у наредном периоду очекују додатни теренски радови и мерења који ће дати довољно података за формирање једначине и прорачун издашности.

Такође, слика 12.43. приказује трендове захваћених количина и висина прелива. Тренд захваћених количина воде на врелу је у благом порасту, док висина воде на преливу има благи тренд опадања.



Слика 12.43. Упоредни дијаграм количине захваћене воде и нивоа прелива, као и њихових трендова на Вучковом врелу, извориште Зарудине у Сјеници за период новембар 2017 – јул 2020. године

13 ОЦЕНА СТАЊА И ПРИТИСАКА НА ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

13.1 Обухват репрезентативних водних тела и група водних тела

Основни критеријум за одабир репрезентативних водних тела и група водних тела подземних вода при пројектовању мреже мониторинга подземних вода у овом пројекту, заснивао се на степену ризика подземних вода од загађења. Другим речима, водна тела која су директно у категорији „Потенцијално под притиском“ или „Под притиском“ према подацима добијеним из „Пројекта проширења мреже станица подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015) ушла су у програм оперативног мониторинга подземних вода.

Укупан број (група) водних тела која су укључена у програм мониторинга подземних вода у току реализације пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ (2017-2020. године) је 50 и на њима се осматрао квалитет и/или квантитет подземних вода. Од укупно 50 одабраних водна тела (Слика 13.1.), мониторинг **само квалитета** подземних вода је вршен у оквиру 19 водних тела, мониторинг **само квантитета** је вршен на 9 водних тела, док је 22 водна тела обухваћено и **квантитативним и квалитативним мониторингом подземних вода**. Уколико посматрамо Табелу 13.1 која приказује број објеката или појава на којима се вршио мониторинг подземних вода, уочава се да је он већи од укупног броја водних тела. Такође, иста табела показује број објеката који су постепено укључивани током трогодишњег периода имплементације пројекта.

Табела 13.1. Број осматрачких објеката који су укључивани током сваке године имплементације пројекта

	2017	2018	2019
Квалитет	8	15	5
Квантитет	7	4	0
Квалитет и квантитет	13	10	1
$\Sigma = 63$			

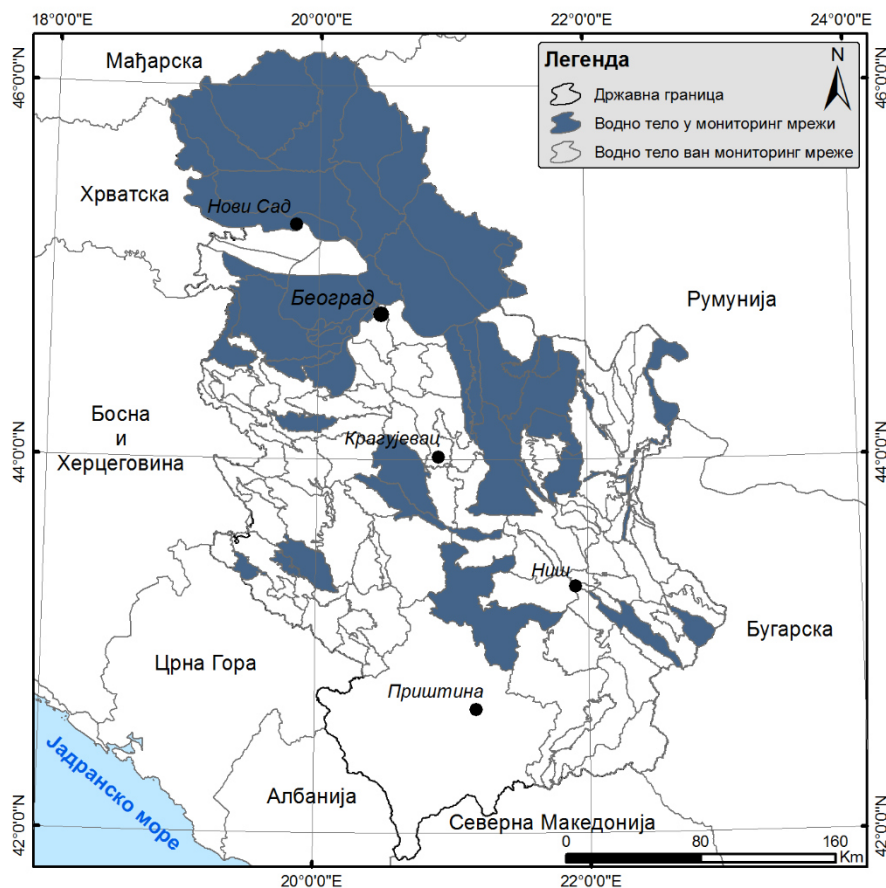
Како је већ наведено у претходном тексту, установе задужене за мониторинг подземних вода су Агенција за животну средину (АЖС) и Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗ). Реализацијом овог пројекта, нека водна тела су осматрана истовремено са осматрањима наведених агенција (Табеле 13.2. и 13.3.), уз одабир различитих мониторинг пунктова. Слика 13.2 приказује упоредни број водних тела која су осматрана у овом пројекту са бројем водних тела у надлежност АЖС и РХМЗ.

Табела 13.2. Број водних тела која су укључена у мониторинг квалитета подземних вода и институције које врше мониторинг

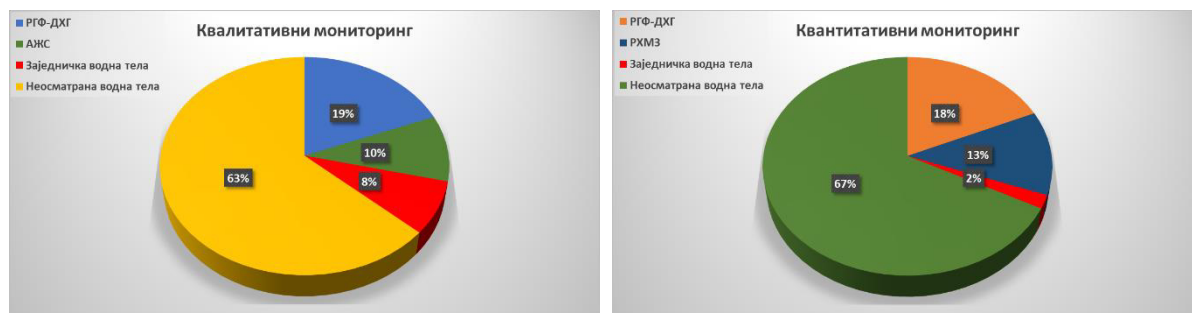
Институција	Број водних тела
РГФ-ДХГ	29
АЖС	15
Заједничка водна тела	12
Неосматрана водна тела	97

Табела 13.3. Број водних тела која су укључена у мониторинг квантитета подземних вода и институције које врше мониторинг

Институција	Број водних тела
РГФ-ДХГ	28
РХМЗ	19
Заједничка водна тела	3
Неосматрана водна тела	103



Слика 13.1. Приказ одабраних водних тела подземних вода која се налазе у програму Оперативног мониторинга подземних вода Републике Србије у периоду 2017 - 2020



Слика 13.2. Приказ одабраних водних тела подземних вода која се налазе у систему мониторинга подземних вода Републике Србије у надлежности РГФ, АЖС и РХМЗ

13.2 Методологија и оцена стања према резултатима оперативног мониторинга

13.2.1 Притисци на квалитет подземних вода

Оцена квалитативних притисака на подземне воде може се извршити на основу карата рањивости, хазарда и ризика подземних вода, односно на основу параметара хемијског састава који превазилазе дозвољене концентрације у водама за пиће, пошто у нашој земљи критичне концентрације још увек нису одређене. У оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“, методологија оцене притисака на квалитет подземних вода у оквиру водних тела која су била покривена мониторинг мрежом, заснива се дакле претежно на компарацији вредности квалитативних параметара у односу на максимално дозвољене концентрације (МДК) хемијских параметара у води за пиће. У недостатку правилника који дефинише критичне вредности (енгл. *threshold values*) сваког хемијског параметара, овакав приступ предлаже и Европска унија у пратећим документима и водичима који ближе одређују методологију оцене хемијског и квантитативног статуса подземних вода. На тај начин, битно је регистровати сваки хемијски параметар који је изнад максималне дозвољене концентрације, како би се могло утврдити да ли он утиче на квалитативни притисак, а да је резултат утицаја антропогеног фактора.

Веома је дакле важно овом месту исправно тумачити и разграничити повишену концентрацију одређених хемијских параметара који су последица генезе подземних вода и геолошке средине (тзв. геогенетских фактора), односно параметара чија је повишена концентрација рефлексија антропогеног утицаја на (хидро)геолошку средину. Тако, повишена концентрација нпр. гвожђа и мангана у интергрануларним изданима у оквиру алувијалних седимената, односно арсена у дубљим структурама Основног водоносног комплекса у Војводини директно указује на геогенетске факторе који узрокују овакав хемијски састав вода. Са друге стране, повишене вредности сулфата, гвожђа, мангана, калцијума и др. у подземним водама водног тела „Крш север“ (извори Ваља Фундата и Калуђерица), односно водног тела Велики Тимок алувион (село Вражогрнац), директно указују на антропогени утицај (рударство и металургија) на формирање хемијског састава ових вода.

Такође, методологија оцене квалитативних притисака на подземне воде укључила је и дефинисање и анализу трендова хемијских параметара у периоду реализације пројекта.

Оцена притиска на квалитет подземне воде (Табела 13.4) извршена је на основу резултата хемијских анализа и чињенице да концентрација (вредност) одређених параметара превазилази прописане вредности МДК у води за пиће (Сл. лист СРЈ, 42/98 и 44/99; Сл. гласник РС, 28/2019). Уколико је један или више параметара у више од 66% анализа (у већини случајева у свим анализама) превазишао МДК водно тело је сврстано у категорију „под притиском“, уколико је само један параметар превазишао МДК у више од 66% анализа или је у свим анализама вредност висока (али не прелази МДК) водно тело је сврстано у категорију „потенцијално под притиском“, док су сва остала водна тела сврстана у категорију „није под притиском“. У категорији „није под притиском“ су водна тела где су параметри у свим анализама у оквиру МДК, затим ако је неки параметар прешао МДК у једној од хемијских анализа (или се нашао јако близу МДК) и уколико је вредност неколико параметара јако близу МДК у различитим анализама. Једино је код водног тела **Београд лева обала Саве** оцена притиска на квалитет извршена на основу само једне хемијске анализе, која је извршена у периоду ниских вода, па се ипак може сматрати релевантном за доношење закључака.

Анализа притисака на квалитет водних тела подземних вода показује да су ВТ лоцирана у Војводини углавном оцењена „под притиском“ или „потенцијално под притиском“, док су водна тела која се налазе јужно од Дунава и Саве оцењена као „није под притиском“. Укупно 20 од 41 водног тела (ВТ) које је било укључено у пројекат „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ је окарактерисано као ВТ које „није под притиском“, 4 ВТ је окарактерисано као „потенцијално под притиском“, док је 17 ВТ оцењено као „под притиском“.

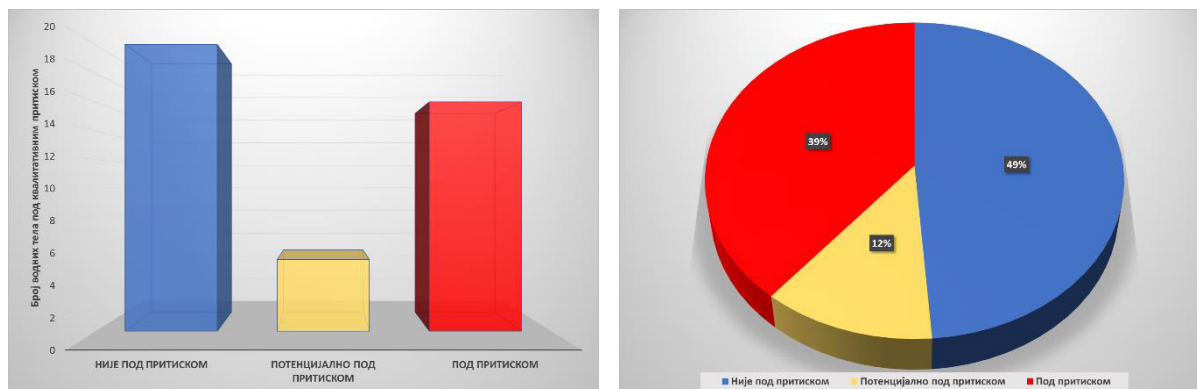
Табела 13.4. Оцена квалитативних притисака на подземне воде, на основу хемијских анализа 2017-2020. године (ИЗЈЗ Крагујевац и ЦХК-ДХГ-РГФ-УБ)

Водно тело	Насеље/извориште	Одабрани објекат	Оцена квалитативног притиска	Компонента притиска
Источни Срем – ОВК	Бановци/Бановци	бунар Б-3	није под притиском	/
Средња Бачка – ОВК	Темерин/Темерин;	бунар Б-8	под притиском	Ес, NH ₃ , Fe, Mn
	Оџаци/Оџаци	бунар Б-10		
Телечка - ОВК	Мали Иђош/Мали Иђош	бунар Б-2	под притиском	NH ₃ , Fe, Mn
	Суботица/Водозахват 1	бунар Б-28/4		
Југозападна Бачка	Апатин/Апатин	бунар Б-4	под притиском	NH ₃ , KMnO ₄
Северозападна Бачка - прва издан	Сомбор/Јарош	бунар Б-4А	под притиском	NH ₃ , Fe, KMnO ₄
Северозападна Бачка - ОВК	Сомбор/ИНПРО-2	бунар ИНПРО-2	потенцијално под притиском	Fe, KMnO ₄
Горња Тиса – ОВК	Бечеј/Бечеј	бунар Б-III/6-1	потенцијално под притиском	NH ₃ , Fe
Северни Банат – ОВК	Нови Бечеј/Нови Бечеј	бунар Б-8	под притиском	KMnO ₄ , В
Доња Тиса – ОВК	Зрењанин/Михајловачко	бунар ЗРБ 21/01	под притиском	Ес, NH ₃ , KMnO ₄ , В
	Чента/Чента	бунар ЧЕБ 01/01		
Средњи Банат – ОВК	Банатско Карађорђево/Банатско Карађорђево	бунар Б-1	под притиском	KMnO ₄ , В
	Житиште/Житиште	бунар Б-2		
Средњи Банат - прва издан	Банатско Карађорђево/„Гутеша“ б. станица	копани бунар „Гутеша“	под притиском	Fe, Mn
Јужна Бачка	Нови Сад/Петроварадинска Ада (Штрاند)	бунар са хоризонталним дренажима БХД-1	потенцијално под притиском	NH ₃
Панчевачки рит	Панчево/Сибница	бунар Б-8а/4	под притиском	NH ₃ , KMnO ₄
Југоисточни Банат – ОВК	Вршац/Павлиш	бунар Б-12	под притиском	NH ₃ , Mn
Вршачке планине	Месић/Месић	бунар Б-1	није под притиском	/
Југозападни Банат - ОВК	Ковачица/Ковачица	бунар Б-2	под притиском	NH ₃ , NO ₂ , Fe, Mn
В. Морава алувион – лева обала;	Крагујевац/Брзан	бунар РБ-9	није под притиском	/
Раваница	Иванковац/Немања	врело Немања II	није под притиском	/
	Поповац/Топлик	врело Топлик		
Кучај и Бељаница	Бор/Боговина	врело Мрљиш	није под притиском	/
Црни Тимок алувион	Оснић/	копани бунар, вл. Д. Златановић	под притиском	Ес, NH ₃ , NO ₃ , Са
	Звездан/	копани бунар, вл. Б. Ђорђевић		
Бели Тимок алувион	Зајечар/Бели Тимок	Бунар В"-1	није под притиском	/

Табела 13.4. (наставак) Оцена квалитативних притисака на подземне воде, на основу хемијских анализа 2017-2020. године (ИЗЈЗ Крагујевац и ЦХК-ДХГ-РГФ-УБ)

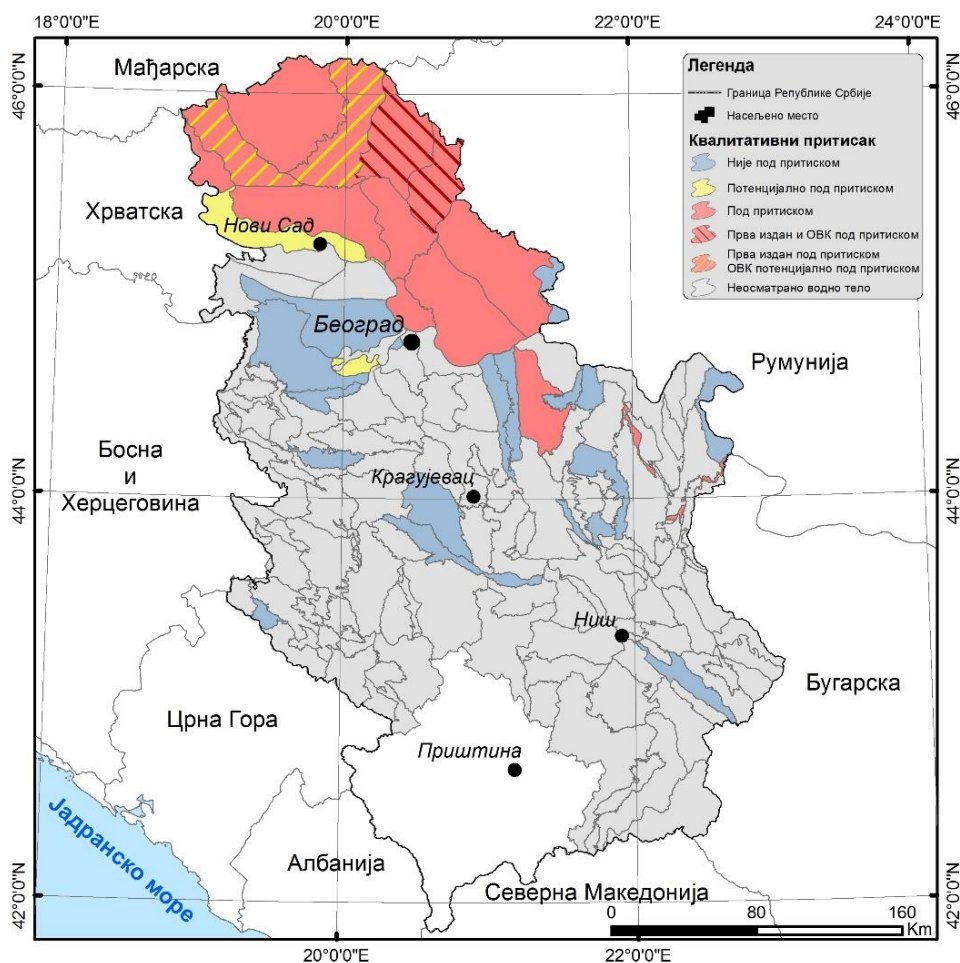
Водно тело	Насеље/извориште	Одабрани објект	Оцена квалитативног притиска	Компонента притиска
Велики Тимок алувион	Вражогрнац/	копани бунар, вл. Р. Пајкић	под притиском	Ес, NH ₃ , NO ₃ , SO ₄ , Са
	Рајац (2017-2019)/ и Брусник (2019-2020)/	копани бунар Рајац вл. С. Михаиловић копани бунар ж. станица Брусник		
Неготин Кладово	Неготин/Коначе	бунар Б-2	није под притиском	/
Голубац – карст	Кучево/Млака	бунар ЕБК-1Х	није под притиском	/
	Ракова бара/	врело Ракова бара		
Манастирица	Тумане/	Извор Св. оца Николаја	није под притиском	/
Велика Морава алувион – десна обала	Пожаревац/Кључ	бунар ЕБ-4	није под притиском	/
Горњи Милановац	Витановац/	копани бунар, вл. З. Живановић	није под притиском	/
Западна Морава алувион	Краљево/Жичко поље	бунар А-2	није под притиском	/
	Чачак/Бељина	Сабирни Бунар		
Бучје	Пријеполје/Сељашница	врело Сељашница	није под притиском	/
Мачва – ОВК (квартар)	Шабац/Мали Забран	бунар ЦБ-1	није под притиском	/
Тамнава	Коцељева/	копани бунар ЈКП „Прогрес“	није под притиском	/
Непричава – карст	Лазаревац/Непричава	бунар Б-3	није под притиском	/
Београд лева обала Саве	Нови Београд/Нови Београд	бунар са хоризонталним дренажима РБ-21	није под притиском	/
Сува планина	Бабушница (Ниш)/Љуберађа-Ниш	врело Љуберађа	није под притиском	/
	Бела Паланка (Ниш)/Љуберађа-Ниш	врело Дивљана		
Крш – север	Дебели Луг/	врело Ваља Фундата	под притиском	Ес, NH ₃ , NO ₂ , SO ₄ , Са, Fe, Mn
	Дебели Луг/	врело Калуђерица		
Горња Тиса – прва издан	Његошево/	побијени бунар, Салаш 28	под притиском	Ес, KMnO ₄ , NH ₃ , NO ₂ , NO ₃ , SO ₄ , As
	Падеј/	копани бунар, вл. М. Малетин		
Северни Банат – прва издан	Сајан/	побијени бунар, сеоски	под притиском	KMnO ₄ , NH ₃ , As
Београд – десна обала Саве	Скела/	копани бунар, вл. М. Васић	потенцијално под притиском	NO ₂ , NO ₃
Мачва – плиоцен	Вукићевица/	копани бунар, вл.	није под притиском	/
Костолац	село Костолац/	копани бунар, вл. Ж. Костић	под притиском	Ес, NO ₃ , SO ₄ , Са
Лелић – карст	Пакље/Пакље	врело Пакље	није под притиском	/

На слици 13.3. лево приказан је укупан број водних тела који припадају свакој категорији квалитативних притисака, док је на истој слици десно приказана процентуална заступљеност сваке категорије квалитативног притиска у односу на укупан број водних тела која су осматрана у оквиру квалитативног мониторинга подземних вода.



Слика 13.3. Број водних тела подземних вода која припадају свакој од категорија квалитативног притиска (лево); Процентуална заступљеност водних тела у свакој категорији квалитативног притиска у односу на укупан број водних тела која су била покривена квалитативном мониторинг мрежом (десно)

На слици 13.4. приказана је карта водних тела подземних вода Републике Србије према квалитативном притиску на подземне воде (Анекс 6).



Слика 13.4. Просторна дистрибуција водних тела подземних вода у Републици Србији према категорији квалитативних притисака на подземне воде

13.2.2 Притисци на квантитет подземних вода

Квантитативни притисак на подземне воде може бити оцењен на основу компарације захваћених количина вода са расположивим резервама подземних вода у оквиру истог водног тела подземних вода, односно на основу тренда статичких и/или динамичких нивоа подземних вода измерених у пијезометрима и бунарима и издашности карстних врела. С обзиром на то да је за оцену притиска на квантитет подземних вода на основу односа расположивих резерви и захваћених количина неопходно познавати укупну количину захваћених вода и биланс подземних вода за цело водно тело, оцена притиска на квантитет подземних вода у оквиру овог пројекта је оцењена на основу тренда нивоа подземних вода, тј. издашности врела.

У табели 13.5 биће дата оцена квантитативних притисака на основу трендова статичких и/или динамичких нивоа подземних вода, тј. на основу доступних података о издашности врела или вредностима очитаних са водомерне летве преливних количина вода и количина захваћених вода карстних врела. Из поменуте табеле може се уочити да већина водних тела подземних вода није под притиском са аспекта квантитета, док је укупно 7 водних тела под потенцијалним квантитативним притиском. Само 2 водна тела су у категорији под квантитативним притиском. На овом месту треба напоменути да негативан тренд нивоа подземних вода у оквиру конкретних водних тела није нужно значио и притисак на квантитет. Наиме, уколико је градијент негативног, опадајућег тренда подземних вода до, или око 1 метра, врло је вероватно да је реч о водном телу подземних вода које није под квантитативним притиском, с обзиром да се ради углавном о трогодишњим осматрањима и да су у питању локалне депресије нивоа у зони изворишта. Такође, у случајевима где се располагало подацима о статичким нивоима подземних вода, исти су разматрани као релевантнији од динамичких, будући да пројектни тим није располагао експлоатационим капацитетима бунара који директно диктирају депресију у бунару.

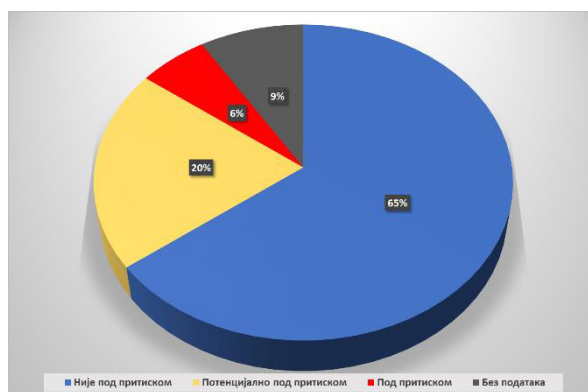
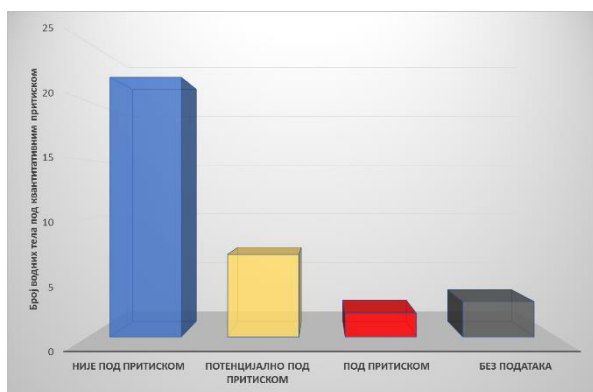
Табела 13.5. Оцена квантитативних притисака на подземне воде

Водно тело	Насеље/Извориште	Одабрани објекат	Оцена квантитативног притиска
Северозападна Бачка - прва издан	Сомбор/Јарош	Б-4А	Потенцијално под притиском
Северозападна Бачка - ОВК	Сомбор/ИНПРО-2	ИНПРО-2	Није под притиском
Телечка - ОВК	Суботица/Водозахват 1	Б-28/4	Под притиском
Горња Тиса – ОВК	Бечеј	Б-III/6-1	Потенцијално под притиском
Северни Банат - ОВК	Нови Бечеј	Б-8	Н/А
Доња Тиса - ОВК	Зрењанин/Михајловачко	ЗРБ-06/06	Није под притиском
Јужна Бачка	Нови Сад/Петроварадинска Ада	БХД-1	Није под притиском
Панчевачки рит	Панчево/Сибница	Б-8а/4	Под притиском
Југоисточни Банат - ОВК	Вршац/Павлиш	Б-12	Потенцијално под притиском
Вршачке планине	Месић	Б-1	Није под притиском
Велика Морава алувијон – лева обала	Крагујевац/Брзан	РБ-9	Потенцијално под притиском
Раваница	Иванковац/Немања	Немања II	Није под притиском
Раваница	Поповац/Топлик	Топлик	Није под притиском
Кучај и Бељаница	Бор/Боговина (Мрљиш)	Мрљиш	Није под притиском
Бели Тимок – алувион	Зајечар/Бели Тимок	В"-1	Није под притиском
Голубац - карст	Кучево/Млака	ЕБК-1Х	Није под притиском

Табела 13.5. (наставак) Оцена квантитативних притисака на подземне воде

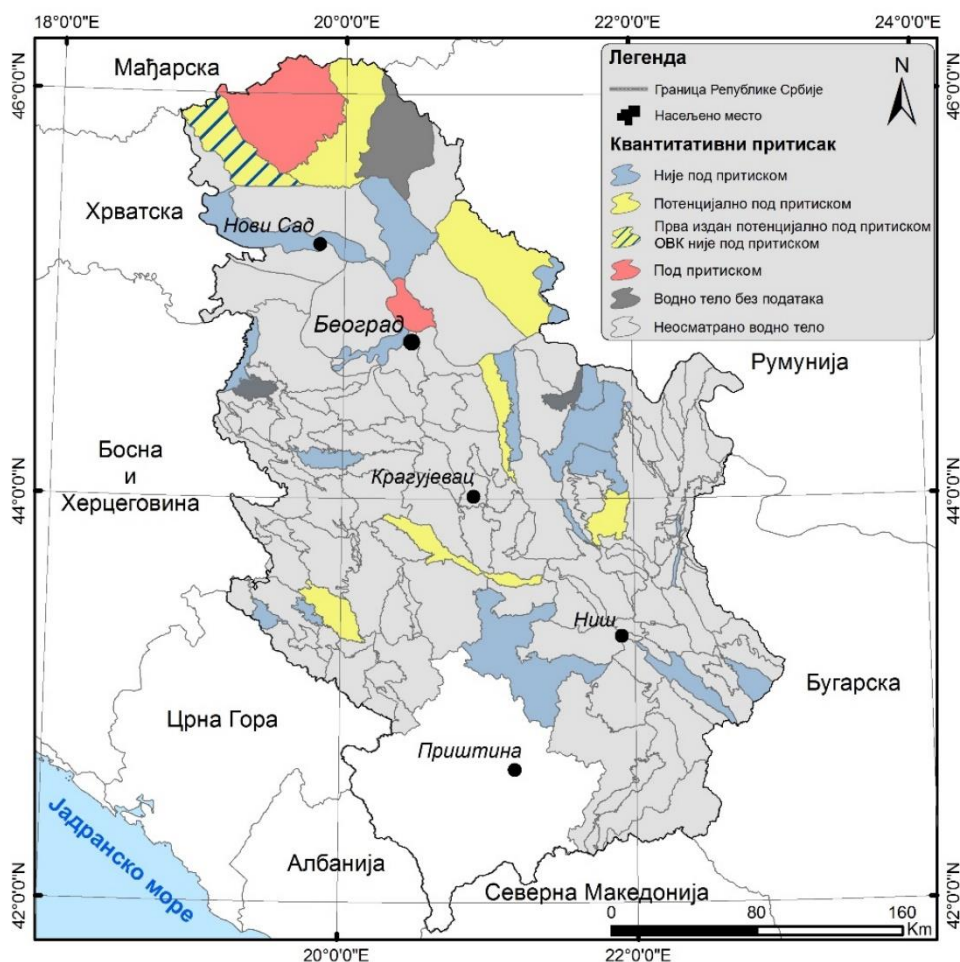
Водно тело	Насеље/Извориште	Одабрани објекат	Оцена квантитативног притиска
Манастирица	Тумане	Извор Св. оца Николаја	Н/А
Велика Морава алувион – десна обала	Пожаревац/Кључ	ЕБ-4	Није под притиском
Западна Морава - алувијон	Краљево/Жичко поље	А-2	Потенцијално под притиском
Западна Морава - алувијон	Чачак/Бељина	СБ	Није под притиском
Бучје	Пријеполје/Сељашница	Сељашница	Није под притиском
Сува планина	Бела Паланка/Дивљана	Дивљана	Није под притиском
Лелић – карст	Пакље	врело Пакље	Није под притиском
Југоисточни Банат - ОВК	Самош	Б-4	Није под притиском
Група Велика Морава југ-Јухор	Ђуприја/Стрелиште	Б-1	Није под притиском
Златар	Нова Варош/Црно врело	Црно врело	Није под притиском
Група Лозница	Лозница/Зеленица	Б-1	Није под притиском
Јадар	Лозница		Н/А
Београд – лева обала Саве	Београд	П-7, Зсур-8д, Пдус-12, ПБ-4, Змак-1	Није под притиском
Група Горњак-Хомоље	Петровац на Млави/Шетоње	Шетоњско врело	Није под притиском
Група Кучај	Злот	Гаура Маре	Потенцијално под притиском
Видлич	Пирот/Градиште	Градиште	Није под притиском
Група Видојевица- Соколовица	Прокупље/Грчки млин	Б-5	Није под притиском
Група Јавор – Нова Варош	Сјеница/Зарудине	Вучково врело	Потенцијално под притиском

На слици 13.5 лево приказан је укупан број водних тела који припадају свакој категорији квантитативних притисака, док је на истој слици десно приказана процентуална заступљеност сваке категорије квантитативног притиска у односу на укупан број водних тела која су осматрана у оквиру квантитативног мониторинга подземних вода.



Слика 13.5. Број водних тела подземних вода која припадају свакој од категорија квантитативног притиска (лево); Процентуална заступљеност водних тела у свакој категорији квантитативног притиска у односу на укупан број водних тела која су била покривена квантитативном мониторинг мрежом (десно)

На слици 13.6 приказана је карта водних тела подземних вода Републике Србије према квантитативном притиску на подземне воде (Анекс 6).



Слика 13.6. Просторна дистрибуција (група) водних тела подземних вода у Републици Србији према категорији квантитативних притисака на подземне воде

13.3 Оцена стања свих издвојених водних тела узимајући у обзир и резултате других организација укључених у мониторинг и експертске оцене

Квалитет и квантитет подземних вода у оквиру водних тела подземних вода осматра се према *Годишњој уредби о утврђивању годишњег програма мониторинга статуса вода за текућу годину*, имајући у виду одредбе *Правилника о утврђивању водних тела површинских и подземних вода* (Сл. гласник РС, број 96/2010). Осматрања квалитета врши Агенција за животну средину, а квантитета подземних вода Републички хидрометеоролошки завод Србије. Извештаји РХМЗ Србије који показују актуелно стање подземних вода са аспекта квантитативног статуса представљени су у поглављу 10.1, закључно са 2017. годином, с обзиром да пројектни тим није располагао извештајем за 2018. годину.

Са друге стране, осим подземних вода, Агенција осматра и квалитет површинских вода и акумулација, а врши и испитивање квалитета седимената на одабраним тачкама. Осим Уредбе, Агенција реализује свој програм мониторинга подземних и површинских вода на основу *Правилника о референтним условима за типове површинских вода* (Сл. гласник РС, број 67/2011), *Правилника о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода* (Сл. гласник РС, број 74/2011), *Уредбе о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање* (Сл. гласник РС, број 50/2012), *Уредбе о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних*

супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање (Сл. гласник РС, број 24/2014) и препорука Оквирне директиве о водама Европске уније (ОДВ).

Анализе подземних вода се врше два пута током године на одабраним објектима који су дефинисани Уредбом, а резултати се прилажу у виду извештаја који је доступан јавности на сајту Агенције. Поменути извештаји о резултатима испитивања квалитета површинских и подземних вода садрже систематизоване податке прикупљене током спроведених испитивања биолошких елемената за оцену еколошког статуса/потенцијала, као и физичко-хемијских, хемијских и микробиолошких показатеља квалитета вода водотока, акумулација и подземних вода на територији Републике Србије. Сви ови резултати су систематизовани у табелама, а обухватају физичко-хемијске и хемијске параметре квалитета вода, специфичне загађујуће супстанце-приоритетне супстанце, загађујуће супстанце, микробиолошке параметре: укупни колиформи, фекални колиформи, фекалне ентерококе, однос олиготрофних и хетеротрофних бактерија и број аеробних хетеротрофа. У табелама су такође приказани: датум и време узорковања, протицај, вредности показатеља органолептичких особина, киселости, алкалности, кисеоничног режима, минерализације, биогених садржаја, присуство специфичних загађујућих-приоритетних супстанци и загађујућих супстанци (фенола, анјон-активних детерџената, минералних уља, тешких метала, органохлорних пестицида и хербицида) и β-радиоактивност. Такође, важно је напоменути да иако се Агенција ослања на законску регулативу Републике Србије и препоруке ОДВ, део хемијских параметара обухваћених мониторингом није у пуном складу са препорукама ОДВ. Разлог повећаног обима испитивања је да се сагледа присуство загађујућих материја у води, као и њихов утицај на квалитет површинских и подземних вода.

Будући да се број мониторинг тачака мења из године у годину, тј. неки пунктови се напуштају, док се нови укључују у мониторинг мрежу, важно је рећи да се не може успоставити генерални тренд за све тачке које су у систему праћења Агенције, због различитих временских низова осматрања. У табели 13.6 дат је приказ броја осматрачких пунктова на којима се осматрају квалитативне карактеристике подземних вода за сваку годину мониторинга у периоду 2015 – 2018, према подацима којима су аутори овог извештаја располагали, док је графички приказ просторне дистрибуције тачака за сваку од наведених година дат на слици 13.7. Из поменуте табеле се може видети да је приметан тренд опадања броја тачака на којима се врши осматрање квалитета подземних вода. Важно је напоменути да у 2015. години од 64 објекта на којима је вршено осматрање, чак 6 карстних врела је било осматрано током програма мониторинга подземних вода за ову годину (Крупајско врело, врело Млаве, Велико врело, Петничко врело, Повленско врело и врело Гвоздац).

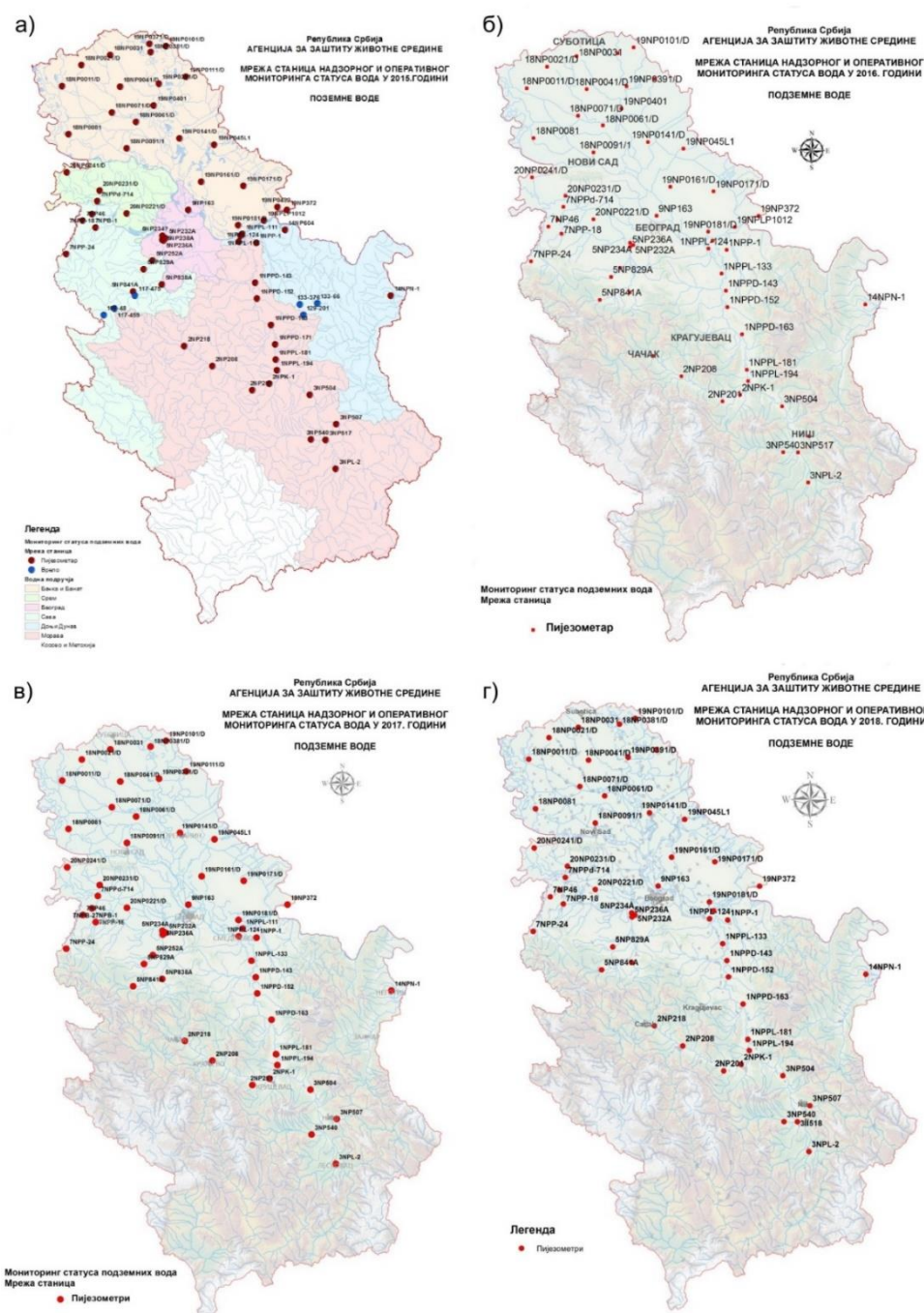
Табела 13.6. Број мониторинг тачака осматране у периоду 2015 – 2018 од стране Агенције за заштиту животне средине

Година	2015	2016	2017	2018
Број мониторинг тачака	64	56	53	53

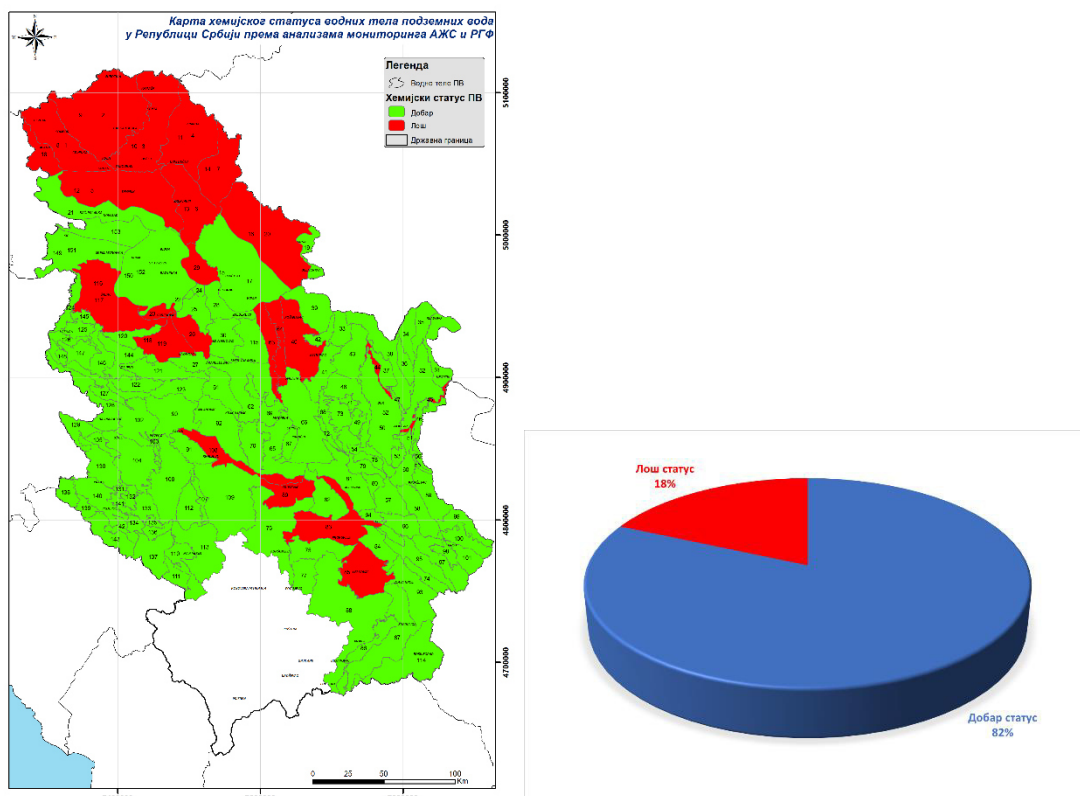
Као што слика 13.7 показује, пијезометри на којима се врши осматрање квалитета подземних вода лоцирани су у алувијонима великих река – Дунав, Сава, Тиса, Јужна, Западна и Велика Морава, Колубара, Дрина. Такође, најгушћа мрежа пијезометара је у Војводини, док остатак територије Србије није покривен мониторинг мрежом.

Агенција за животну средину у својим извештајима објављује резултате испитивања квалитета подземних вода, али без анализе квалитативног статуса водних тела подземних вода. Стога, за оцену квалитативног статуса водних тела подземних вода анализирани су резултати

испитивања квалитативних параметара у подземним водама Србије, који су представљени у извештају Агенције за животну средину за 2018. годину (Денић *et al.* 2019). Према наведеном концепту, анализирани су хемијски параметри у подземним водама који превазилазе максималне дозвољене концентрације, а које су анализирали стручњаци Агенције. Ови подаци су разматрани заједно са подацима квалитативног мониторинга који су добијени у оквиру овог пројекта. На основу овог концепта, креирана је карта хемијског статуса подземних вода према квалитативном мониторингу Агенције за животну средину и Рударско – геолошког факултета, представљена на слици 13.8. Према овим подацима, од укупног броја водних тела подземних вода (153), 125 водних тела је доброг хемијског статуса, што је 82%. Са друге стране, 28 водних тела је оцењено да је лошег хемијског статуса, што износи 18% свих водних тела подземних вода (Слика 13.8).



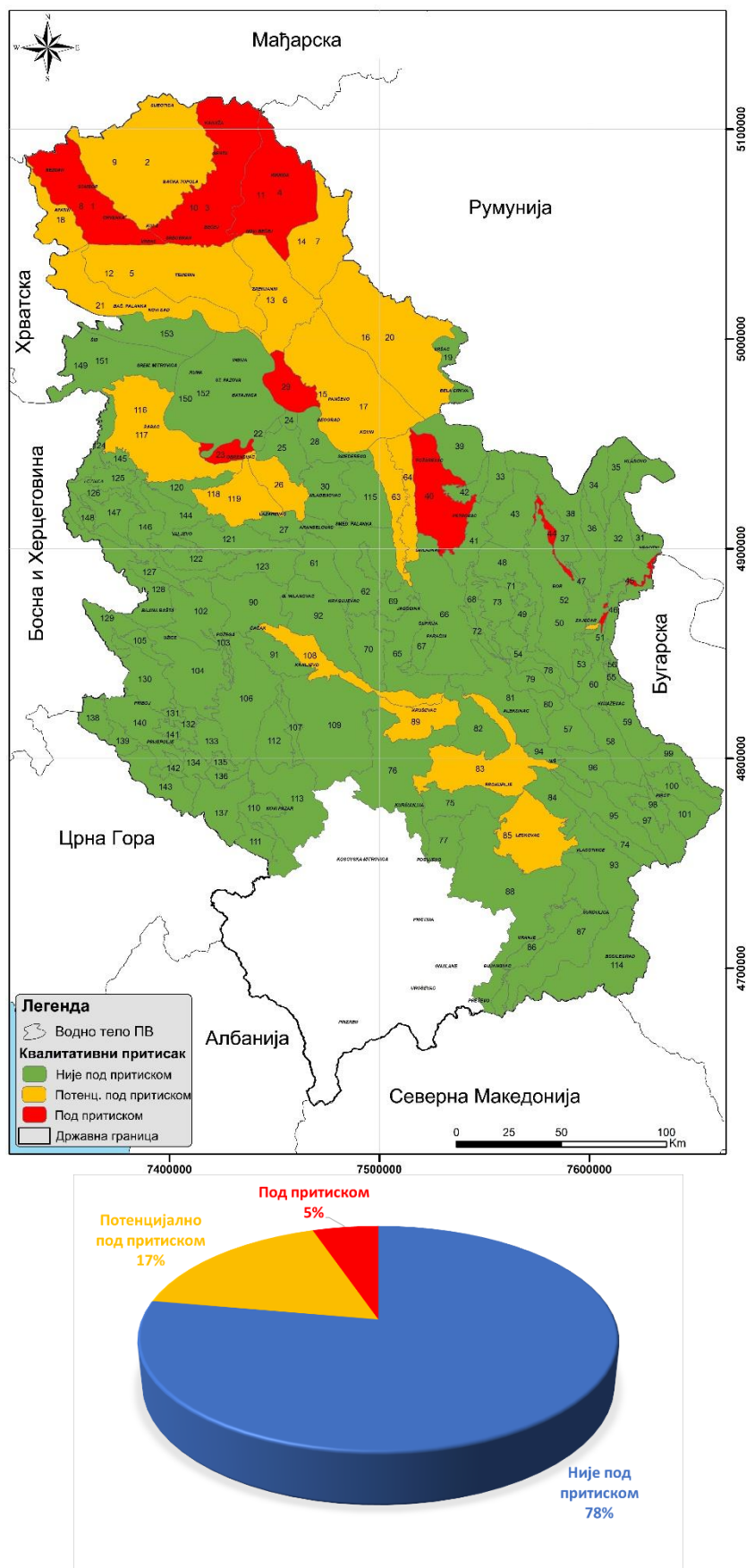
Слика 13.7. Графички приказ просторне дистрибуције мониторинг тачака у надлежности Агенције за животну средину за: а) 2015. год (Денић et al. 2017а); б) 2016. год. (Денић et al. 2017б); в) 2017. год. (Денић et al. 2018); г) 2018. годину (Денић et al. 2019)



Слика 13.8. Карта хемијског статуса водних тела подземних вода у Републици Србији према анализама мониторинга АЖС и РГФ (лево); Процентуална заступљеност броја водних тела доброг и лошег хемијског статуса (десно)

С обзиром на то да Србија као земља која није чланица ЕУ има могућност прилагођавања категорија хемијског и квантитативног статуса, највише због недостатка адекватних подлога и података, при оцени статуса подземних вода могуће је увести и категорију „Потенцијално под притиском“, која означава водно тело подземних вода за које постоје претпоставке да је лошег хемијског статуса, али да је неопходно спровести детаљнија истраживања која ће поменуто потврдити или демантовати. Овај концепт се чини нешто блажим од претходног, с обзиром да оставља простор да се одређена водна тела преведу у једну или другу категорију након детаљнијих истраживања која су неопходна, а за које у регулативи ЕУ није остављен простор као што је случај са површинским водама (истраживачки мониторинг).

Концепт оцене хемијског статуса подземних вода који је подразумевао и категорију „Потенцијално под притиском“, поред хемијских анализа подземних вода АЖС и РГФ, укључио је и Карту ризика подземних вода према дифузним загађивачима, израђену од стране РГФ (Стевановић & Докмановић, 2015). Такође, овај концепт укључио је експертске процене које се односе поготово на она водна тела подземних вода, за која постоје спорадични подаци о квалитету подземних вода, или се осматрају само воде појединих изворишта од стране локалних водовода и завода за јавно здравље, а нису могли бити укључени у овај пројекат и систематски мониторинг. Методологија оцене притиска на квалитет базира дакле на подацима АЖС и овог пројекта (РГФ), затим спорадичних анализа, а само за она ВТ за које није било других података, на експертској процени на бази израђених карата ризика и хазарда за подземне воде (Анекс 5). Карта хемијског статуса према наведеном концепту приказана је на слици 13.9. Према наведеној методологији, 81%, тј. 124 водна тела од укупног броја водних тела није под притиском на квалитет подземних вода. Поред тога, 14% или 22 је оцењено да је потенцијално под притиском на квалитет подземних вода, док је 5%, односно 7 водних тела подземних вода оцењено да је под квалитативним притиском.



Слика 13.9. Карта хемијског статуса водних тела подземних вода у Републици Србији према анализама мониторинга АЖС и РГФ и Карти ризика подземних вода према дифузним загађивачима (горе); Процентуална заступљеност броја водних тела у зависности од припадајућег притиска на квалитет (доле)

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ је имплементирао пројекат „Одређивање осетљивих подручја и рањивих зона према Нитратној директиви Европске Уније и UWWT Директиви“. Циљ пројекта био је напредовање Србије у приступним преговорима, а уже гледано, специфични циљ био је примена Нитратне директиве (Европска комисија, 1991).

Наводи се да је основа за класификацију нитратима рањивих зона (НРЗ) била речна мрежа Србије подељена на 493 водна тела (Група аутора, 2016). Даље, методологија идентификовања ових нитратно рањивих зона у целини заснивала се на критеријумима, од којих је довољно један да буде задовољен како би се конкретна површина прогласила као нитратима рањива зона:

- Да ли се одређена област налази у оквиру слива одређеног површинског водног тела које се, по постојећим законима Србије, користи или које је намењено/резервисано да се користи за водоснабдевање (зоне заштите извора воде према Закону о заштити вода Србије, Сл. гласник, 50/2010);
- Процену ризика угрожености услед загађења које потиче од пољопривреде за различите типове издани;
- Просечне вредности индикатора квалитета воде (концентрација нитрата за подземне воде, концентрација нитрата и укупан фосфор за површинске воде);
- Густину сточног фонда по јединици пољопривредне површине на нивоу катастарског насеља/ и или општине;
- Притисак на квалитет воде као последица директних испуштања нетретираних општинских или индустријских отпадних вода у одређено водно тело (само у односу на загађење од нутријената).

Кораци за делинеацију НРЗ су проистекли из претходно наведених критеријума (Група аутора, 2016):

Корак 1. Извршити делинеацију, односно назначити као НРЗ све сливове језера/акумулације које се користе, који су намењени, и/или који су резервисани за водоснабдевање.

Корак 2. Одредити као НРЗ све издани који су карстног, пукотинског или интергрануларног типа (Слика 13.10).

Корак 3. Одредити као НРЗ све плитке издани где је просечна NO_3 концентрација (за период 2007 – 2013) у подземним водама већа од 40 mg/l и која се временом повећава (Слика 13.10)

Корак 4. Одредити као НРЗ сливове површинских вода које имају просечну концентрацију (за период 2007 – 2013) нитрата већу од 5 mg/l и који немају излив нетретиране отпадне воде у водно тело.

Корак 5. Одредити као НРЗ сливове површинских вода са просечном концентрацијом укупног фосфора која превазилази 0,4 mg/l (за период 2007 – 2013) и који не примају канализацију из домаћинства и индустрије.

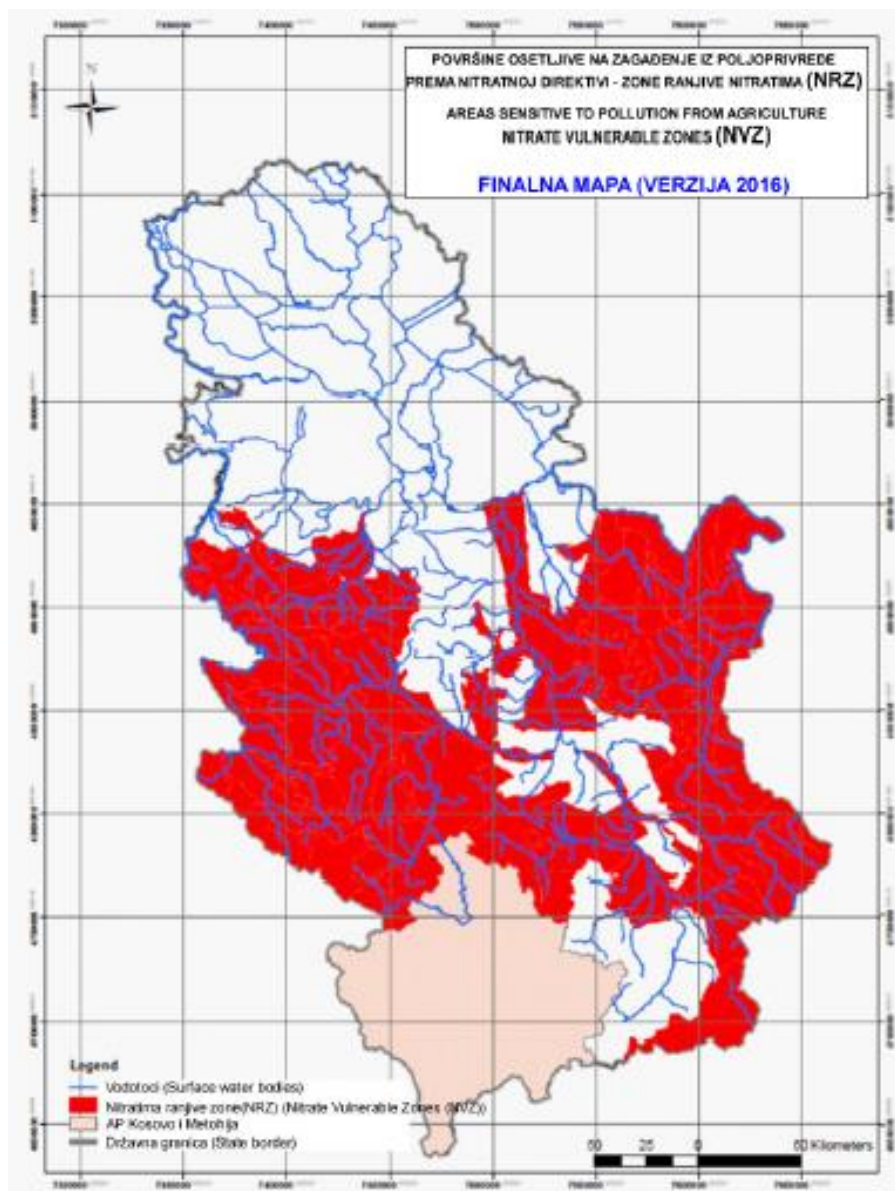
Корак 6. Одредити као НРЗ површине где је густина сточног фонда већа од 2 условна грла по хектару пољопривредног земљишта на нивоу катастарског насеља и већа од 2 условна грла по хектару пољопривредног земљишта на нивоу општине.

Корак 7. Повезати све суседне НРЗ у јединствену НРЗ.

Корак 8. Означити као НРЗ све површине које су потпуно окружене другим већ означеним НРЗ површинама и објавити финалну НРЗ карту.

Применом свих критеријума и корака наведених у претходном тексту, формирана је финална карта просторне дистрибуције нитратима рањивих зона која је дата на слици 13.11. Укупна површина свих нитратима рањивих зона, укључујући и нека мања затворена подручја, је око **37 980 km²** или **49%** укупне површине Србије, будући да делинеација није вршена на територији АП Косово и Метохија.

150



Слика 13.11. Просторна дистрибуција нитратима рањивих зона (НРЗ) на територији Републике Србије без АП КиМ (Група аутора ИЈЧ, 2016)

На крају, у пројекту је дат и предлог Кодекса добре пољопривредне праксе, обухвата 10 ставки, од којих је шест главних захтева (Анекс II Нитратне Директиве), који имају за циљ смањење степена загађења нитратима, узимајући у обзир услове који владају у нашем региону (Група аутора, 2016), а треба да садрже одредбе које на релевантан начин дефинишу:

1. Периоде када је примена ђубрива неодговарајућа, тј. ђубрење није адекватно;
2. Примену ђубрива на стрмим теренима и обронцима;
3. Примену ђубрива на водом засићеном, поплављеном, смрзнутом или снегом покривеном земљишту;
4. Услове за коришћење земљишта у близини водотокова;
5. Капацитет и начин изградње складишта за стајско ђубриво, укључујући и мере за спречавање загађења вода услед отицања и процеђивања са локације складишта и/или отпадних вода из складишта биљног материјала као што је силажа, у подземне воде и површинске токове;
6. процедуре за ђубрење земљишта, које ће задржати изливе нутријената у воде на прихватљивом нивоу.

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ израдио је 2017. године и студију „Анализа оптимизације мониторинг мреже квалитета површинских и подземних вода у складу са захтевима Оквирне директиве о водама и пратећим директивама“ (Марјановић, 2017) у циљу дефинисања оптималне мониторинг мреже квалитета вода, која треба да задовољи захтеве дефинисане у оквиру законске регулативе и реалне услове на терену. За такав концепт неопходно је било сагледати природне и антропогене чиниоце који могу имати утицаја на квалитет подземних вода. У циљу формирања оптималне мониторинг мреже, неопходно је било сагледати потенцијалну угроженост подземних вода на подручју Републике Србије, без АП Косово и Метохија, с обзиром да аутори студије нису располагали репрезентативним подацима за јужну покрајину.

Антропогени утицаји на квалитет подземних вода су исказани преко следећих подлога (Марјановић, 2017):

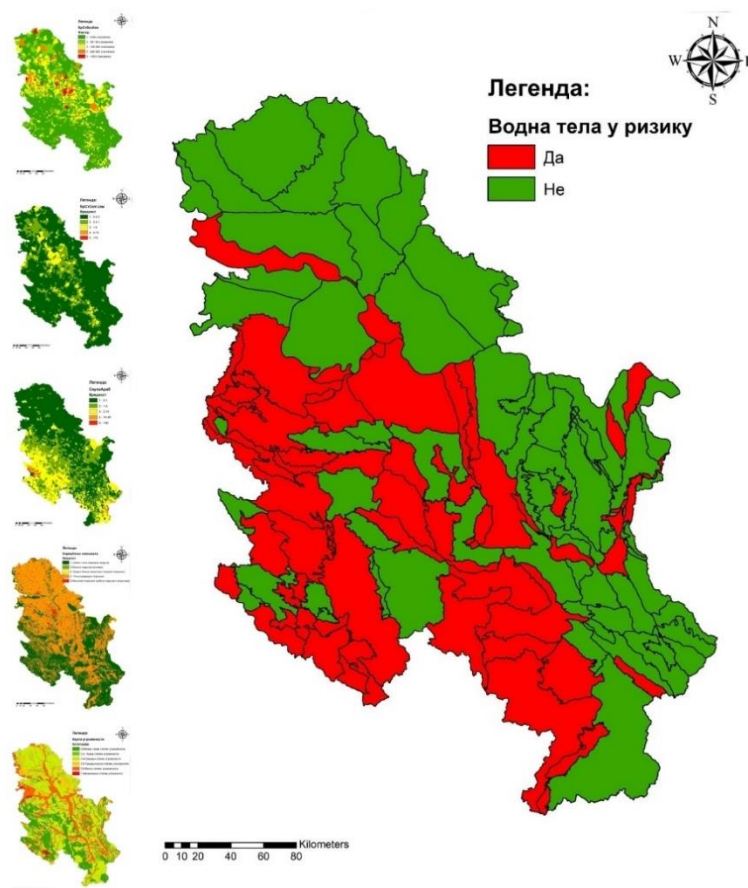
- Карта броја становника без канализације – *BrStBezKan*;
- Карта броја становника са септичким јамама – *BrStSeptJam*;
- Карта специфичног броја грла стоке по хектару обрадиве површине – *SauhaArab*;
- Карта коришћења земљишта – *Corine Land Cover – CLC*;
- Карта рањивост подземних вода Србије – *KU*.

Подлога која приказује број становника без канализације је укључивала тежинске факторе од 1 до 5, тако да 1 има најмањи утицај, а 5 највећи (Слика 13.12.). На овој подлози приказан је број становника који имају само тзв. „суве тоалете“. Друга подлога укључила је број становника који имају септичке јаме као колекторе фекалних и осталих отпадних вода, који су на карти приказани у 5 категорија, с тим да је број становника са септичким јамама дат по хектару (Слика 13.12.). Подлога која приказује специфични број грла стоке по хектару обрадиве површине садржи број условних грла по хектару обрадивог земљишта такође у 5 категорија са факторима од 1 до 5 (Слика 13.12.). Карта коришћења земљишта приказује намену земљишта према *CORINE* карти употребе земљишног слоја. Категорије *CORINE* карте су груписане у 5 подкатегија, док је последња подлога која приказује рањивост подземних вода такође регруписана тако да садржи 7 категорија (Слика 13.12.).

Алгоритам на основу кога је прорачунат индекс угрожености подземних вода услед природних и антропогенних чинилаца дат је једначином:

$$IPU=(BrStBezKan*0,01+BrStSeptJam+SauhaArab*0,5+CLC)*KU$$

Следећи корак подразумевао је дефинисање граничних вредности изнад које ће водно тело подземних вода бити дефинисано да је под ризиком. Детаљна анализа је показала да вредност индекса потенцијалне угрожености од 15 треба бити гранична, односно да испод ње подземне воде нису у ризику, а преко ње су у потенцијалном ризику (Марјановић, 2017). На основу ове граничне вредности је и формирана финална карта (Слика 13.12.) која садржи две категорије: *У ризику* и *Није у ризику*. Да би се установило да ли је водно тело у ризику или није, на финалну карту су нанесена водна тела подземних вода, која су за потребе овог пројекта груписана, па уместо 153 водна тела, евалуација ризика је рађена на 137 (група) водних тела. Приликом евалуације ризика подземних вода, коришћена је методологија садржана у пројекту *Tvining SR 2005/IB/EN/01* који дефинише да, уколико је више од 30% површине водног тела под ризиком онда се сматра да је цело водно тело под ризиком и у складу са тиме се врши дефинисање мониторинг мреже на датом водном телу подземних вода. Тако, процењено је да укупно 77 (група) водних тела подземних вода није под ризиком, док је 66 (група) водних тела подземних вода под ризиком (Марјановић, 2017).



Слика 13.12. Приказ категорија ризика по водним телима подземних вода у Републици Србији (без АП КиМ) (Марјановић, 2017)

13.4 Оцена стања водних тела и група водних тела према класификацији РГФ у пројекту „Проширења мреже за мониторинг подземних вода у Србији“

Пројекат проширења мреже станица подземних вода Републике Србије, реализован током 2015. године од стране стручњака Департмана за Хидрогеологију Рударско – геолошког факултета, имао је за циљ да дефинише концепт прелиминарне евалуације квантитативног и квалитативног притиска на подземне воде, и сходно томе да дâ предлоге за проширење националне мониторинг мреже.

Анализом доступних података, стручњаци РГФ дошли су до закључка да укупне процењене експлоатационе резерве подземних вода на територији Републике Србије (без АП Косово и Метохија) износе **72 800 l/s**, односно око **73 m³/s**, што генерално кореспондира са претходним оценама резерви подземних вода (одступања су реда око +10%). Евалуација квантитативног притиска подземних вода вршена је на основу тренутних експлоатационих количина подземних вода и резерви, с тим да треба имати у виду да пројектни тим није располагао свим релевантним подацима, као нпр. подацима о захваћеним количинама подземних вода са активних изворишта подземних вода за комунално водоснабдевање, затим са активних изворишта подземних вода за водоснабдевање индустријских постројења, захвата подземних вода у пољопривреди и у функцији одводњавања лежишта минералних сировина. Такође, подаци о великом броју тзв. „приватних“ нелегалних бунара, бушених претежно у руралним и субурбаним просторима за потребе водоснабдевања, наводњавање земљишта, загревања простора или пластеника посредством топлотних пумпи и др, били су недоступни. Са друге

стране, анализа квалитативних притисака подземних вода извршена је на основу карте ризика подземних вода према дифузним загађивачима.

Табела 13.7 и слика 13.13 приказују број група водних тела подземних вода која су у оквиру „Пројекта проширења мреже станица подземних вода Републике Србије“ оцењена као под притиском или под потенцијалним притиском.

Табела 13.7. Приказ броја група водних тела подземних вода према квантитативном и квалитативном статусу (Стевановић & Докмановић, 2015)

Категорија притиска	Број група водних тела подземних вода	
	Квантитет	Квалитет
Није под притиском	71	57
Потенцијално под притиском	12	31
Под притиском	8	3



Слика 13.13. Приказ броја група водних тела која су под квантитативним (десно) и квалитативним (лево) притиском (према подацима Стевановић & Докмановић, 2015)

Осим класификације група водних тела подземних вода, стручњаци РГФ су дали и предлог о броју осматрачких објеката које је неопходно увести у националну осматрачку мрежу. Проширење мреже је планирано постепено, у два наврата и то до 2020. године, и након 2020. године (Табела 13.8).

Табела 13.8. Број осматрачких објеката за проширење националне мониторинг мреже квалитета и квантитета подземних вода (Стевановић & Докмановић, 2015)

	Број осматрачких објеката	
	до 2020.	након 2020.
Квантитет	73	73 нових објеката + 213 изворишта ПВ, 359 укупно
Квалитет	19	21 објекат АЖС + 90 нових објеката, 119 укупно

13.5 Карте хазарда и ризика за достизање циљева ЕУ Директиве о водама

Оквирна директива о водама Европске уније има за циљ дефинисање квантитативног и хемијског статуса подземних вода. Док се квантитативни статус најчешће одређује на основу флукуација нивоа подземних вода у одређеном периоду, тј. односу експлоатационих и расположивих количина вода, хемијски или квалитативни статус подземних вода се дефинише на основу хемијских анализа воде, односно на основу карата рањивости, хазарда и ризика подземних вода од загађења.

Рањивост подземних вода подразумева природну склоност издани, тј. подземних вода да буду загађене. Са друге стране, термини **хазард** и **ризик** од загађења подземних вода актуелни су у хидрогеолошкој пракси последњих година, а ради се о два засебна аспекта, која заједно, ослањајући се на природну рањивост подземних вода, дају комплетну слику о угрожености (потенцијалној и актуелној) подземних вода од загађења. *Хазард подземних вода* подразумева процену потенцијалне опасности подземних вода од загађења, при чему се у обзир узима присуство (локација) и карактер потенцијалних загађивача. Процена хазарда подземних вода врши се на основу локације и особина загађивача који могу бити пунктуелни, дифузни и линеарни у зависности од начина емитовања штетних материја. У пунктуелне загађиваче убрајају се индустријска постројења, дивље и санитарне депоније и др., дифузни загађивачи подразумевају пољопривредне делатности, односно начин коришћења земљишта, док линеарни загађивачи подразумевају нпр. путну и железничку мрежу. *Ризик подземних вода* представља комбинацију хазарда и рањивости подземних вода, показујући реакцију издани на хипотетичко испуштање загађујуће материје која се налази на површини терена. На тај начин, високо рањиве подземне воде, изнад којих се налази велики хазард, тј. висока потенцијална опасност од загађивача, показате и велики ризик подземних вода. Супротно томе, висока рањивост подземних вода изнад којих се на површини терена не налази нити један загађивач, имаће мали ризик од загађења.

Хазард и ризик подземних вода приказује се на засебним картама. Карте хазарда подземних вода садрже пунктуелне, дифузне и линеарне загађиваче. С обзиром на то да се пунктуелни загађивачи обично приказују у векторском запису, а дифузни (и линеарни) у растерском запису, чест је случај да се израђују две засебне карте хазарда према пунктуелним и дифузним загађивачима, које су суштински комплементарне, али се морају засебно урадити услед немогућности извођења заједничких математичких калкулација векторских и растерских података у ГИС окружењу. Креирање јединствених карата хазарда и ризика је теоријски могуће уз одређивање ореола загађења и конвертовање такве векторске карте у растерски запис, чим се дозвољава даља манипулација и израда јединствене карте хазарда и ризика. Међутим, тиме се нарушава репрезентативност карте.

На тај начин, дифузни загађивачи, представљени на јединственој карти формирају *Карту хазарда подземних вода од загађења према дифузним загађивачима*, која показује све дифузне загађиваче од којих подземним водама прети опасност. Након тога, компилацијом карте хазарда и природне рањивости подземних вода, добија се јединствена *Карта ризика подземних вода од загађења према дифузним загађивачима*, која директно указује на степен ризика од загађења ПВ за свако (Г)ВТ. На исти начин креирају се и карте хазарда и ризика према пунктуелним загађивачима. Израда карата хазарда и ризика подземних вода је посебно важна са аспекта урбанизације и просторног планирања оних подручја који се налазе у деловима терена богатих подземним водама, будући да се при планирању и изградњи објеката морају узети у обзир фактори рањивости и ризика и предузети све мере којима ће се ефикасно заштитити овај ресурс.

Карте хазарда и ризика подземних вода која покривају мање територије (слив карстног врела или мањег речног тока) ређе се срећу него карте рањивости за исти простор. Са друге стране, регионалне карте рањивости се ређе срећу од регионалних карата хазарда и ризика подземних вода, највише из разлога што карте хазарда и ризика захтевају прецизно прикупљање података о свим пунктуелним и тачкастим загађивачима који утичу на потенцијално загађење издани.

Карте хазарда и ризика подземних вода према дифузним загађивачима за територију Републике Србије израђене су 2015. године у оквиру „Пројекта проширења мреже станице подземних вода Србије“ (Анекс 6). Карте су креиране само за дифузне загађиваче, будући да пројектни тим није располагао подацима о просторној дистрибуцији и еквивалентним оптерећењима пунктуелних загађивача.

Методологија израде Карте хазарда подземних вода од загађења према дифузним загађивачима подразумевала је трансформацију карте Европске Агенције за животну средину из 2006. године са подацима о употреби земљишног слоја (CORINE Land Use 2006)⁶. Сагласно легенди која је пратећи део ове карте, сваком пикселу на карти додељује се вредност у дијапазону од 1 до 255, која означава тип земљишног покривача. Будући да употреба земљишта може бити један од најважнијих индикатора осетљивости квалитета воде на загађења, сваком пикселу је додељен коефицијент оптерећења од 0 до 1 у зависности од потенцијалне опасности од загађења. Поменуће табеларне вредности су емпиријске, успостављене као референтни стандард, а у конкретном случају преузете из европског пројекта CCWARE - *Mitigating Vulnerability of Water Resources Under Climate Change* (Čenčur Curk et al. 2014) и као такве и приказане. Трансформацијом вредности пиксела CORINE мапе према датим тежинским коефицијентима, добија се карта хазарда према дифузним загађивачима, чије се вредности могу класификовати у неколико категорија, *Практично без хазарда*, *Мали хазард*, *Умерени хазард*, *Средњи хазард*, *Велики хазард* и *Веома велики хазард* (Табела 13.9).

Табела 13.9. Класификација вредности хазарда подземних вода од загађења према дифузним загађивачима у Републици Србији (Стевановић & Докмановић, 2015)

Хазард од загађења подземних вода	Индекс ризика
Практично без хазарда	< 0,1
Мали хазард	0,1 - 0,25
Умерени хазард	0,25 - 0,45
Средњи хазард	0,45 - 0,65
Велики хазард	0,65 - 0,85
Веома велики хазард	0,85 - 1

Након израде карте хазарда према дифузним загађивачима, као крајњи резултат комбиновањем ове карте са претходно формираном картом природне рањивости подземних вода, креирана је *Карта ризика подземних вода од загађења према дифузним загађивачима*. Наиме, карта хазарда подземних вода према дифузним потенцијалним загађивачима на основу употребе земљишта преклопљена са Картом природне рањивости подземних вода дефинише ризик подземних вода од загађења. Комбиновање карте рањивости и карте хазарда подземних вода према дифузним загађивачима извршено је тако што је сваки пиксел растера карте рањивости множен са њему одговарајућим пикселом растера хазарда подземних вода чије су вредности пиксела дате у односу на потенцијалност загађења. Табела 13.10. приказује категорије и припадајуће дијапазоне тако креиране карте ризика подземних вода, које укључују: *Практично без ризика*; *Мали ризик*; *Умерени ризик*; *Средњи ризик*; *Велики ризик* и *Веома велики ризик*.

⁹<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster>

Табела 13.10. Класе ризика од загађења подземних вода од дифузних загађивача (Стевановић & Докмановић, 2015)

Ризик од загађења подземних вода	Индекс ризика
Практично без ризика	0 до 1
Мали ризик	1 до 15
Умерени ризик	15 до 30
Средњи ризик	30 до 50
Велики ризик	50 до 65
Веома велики ризик	65 до 80

Значај карата хазарда и ризика подземних вода према загађењу је веома велики са аспекта адекватног управљања подземним водним ресурсима. Помоћу наведених карата врши се евалуација притисака на квалитет подземних вода, што је од суштинског значаја на достизање циљева које намеће Европска уније у својој Директиви, али и Поглављу 27 у оквиру приступних преговора о чланству.

14 ПОТРЕБА ЗА ДЕФИНИСАЊЕ ГРАНИЧНИХ ВРЕДНОСТИ И ГЕОГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ

Подземне воде представљају изузетно значајан ресурс за коришћење у различите сврхе, из разлога што су обновљиве, и делимично или потпуно заштићене од утицаја спољашњих фактора, самим тим и загађења. Након што се атмосферске падавине или површинске воде инфилтрирају у подземље, започиње процес хидрохемијске измене подземних вода, где приликом циркулације кроз подземље, она ступа у интеракцију са различитим стенама, и у већој или мањој мери мења своје физичко-хемијске карактеристике (Васић, 2017).

У зависности од геолошких карактеристика средине (врсте геолошке формације кроз које вода циркулише кроз подземље), дужине боравка вода у подземљу (времена које вода проведе у интеракцији са матичном стеном, уз одвијање оксидо-редукционих реакција, растварања и таложења минерала) (Kohfahl et al, 2007), и дубине залегања подземних вода, хемијски састав може постати „оптерећен“ одређеним супстанцама, које могу представљати притисак на квалитативне карактеристике вода за водоснабдевање и умањити употребну вредност подземне воде.

Вредности параметара квалитета подземне воде, који су измерени приликом мониторинга, играју кључну улогу у процени хемијског статуса подземне воде и процени значајних и/или непрекидних трендова пораста концентрације контаминанта, јер се, поред осталих обавезних елемената усклађености, процена хемијског статуса подземних вода заснива на поређењу измерене и стандардне нумеричке вредности (то могу бити стандарди квалитета подземне воде на нивоу ЕУ и/или национални стандарди квалитета подземне воде које су утврдиле државе чланице - називају се граничне вредности).

Директива о подземним водама⁷ (ДПВ) обезбедила је оквирне, али и прецизне стандарде квалитета подземне воде (нпр. за нитрате и пестициде), а које су у потпуности усклађене са ОДВ, и захтева од држава чланица ЕУ да успоставе комплементарне стандарде квалитета подземне воде (које се називају граничне вредности) узимајући у обзир идентификоване ризике. Анекс 2 ДПВ садржи индикативну листу контаминаната/индикатора које се приликом утврђивања граничних вредности морају узети у обзир као минималне. ДПВ, такође, даје смернице за утврђивање граничних вредности с обзиром на интеракцију између подземних вода и:

- 1) придружених водених и зависних копнених екосистема (представљених критеријумима заштите животне средине),
- 2) стварне или потенцијалне (законите) употребе подземних вода (представљено критеријумима употребе) и
- 3) велике природне варијабилности супстанци у подземним водама (у зависности од хидрогеолошких услова, природног садржаја супстанце у подземној средини, путева контаминанта и интеракције са различитим деловима животне средине).

Управо због сложености одређених геолошких система на одређеним локацијама, односно водним телима, природно се могу јавити повишене вредности неких од параметара квалитета подземних вода, изнад максимално дозвољених концентрација (МДК) према Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ, бр 42/98 и 44/99, Сл. гласник РС, бр. 28/2019), за које можемо рећи да су последица геогенетских, а не антропогених фактора.

⁷ Директива о заштити подземних вода од загађивања и нарушавања квалитета

С обзиром да се на природно смањење концентрација одређених параметара, чије порекло је геогенетско и чије су вредности у подземној води, скоро увек, изнад границе МДК, не може утицати, Европска Унија је за државе чланице предложила увођење граничних вредности (threshold value). Од држава чланица се очекује (захтева) да установе граничне вредности на нивоу Планова управљања речним басенима и да их презентују у виду једне вредности или одговарајућег опсега (обухвата, дијапазона) вредности.

Уопштено, државе чланице су успостављање граничних вредности засновале на захтевима ОДВ-а и ДПВ-а, а такође, су примениле поступке утврђене у документу Водич бр. 18, који за циљ има подршку државама чланицама у успостављању граничних вредности подземних вода и процене стања подземних вода. Међутим, ОДВ и ДПВ су оставиле значајну слободу државама чланицама у процени хемијског статуса подземних вода и дефинисања граничних вредности.

Квалитативним мониторингом подземних вода, спроведеним током реализације пројекта у периоду 2017-2020. година, у појединим узорцима утврђене су повишене вредности амонијака (NH_3), нитрата (NO_3^-), оксидабилности (уtroшак KMnO_4), гвожђа, мангана, арсена и бора, често и изнад МДК, а које су претежно, али не и увек последица геогенетских фактора, односно сложених хидрогеохемијских услова који владају у подземљу у срединама осматраних водних тела. Ово се пре свега односи на узорке вода из ОВК (Основног водоносног комплекса) на територији Панонског басена. Обзиром да су анализе потврдиле да у подземној води ОВК нема пестицида, али ни нитрита (осим у једном узорку из бунара у Ковачици), може се закључити да притисак на квалитет подземних вода када су у питању ови јони није изазван антропогеним фактором. Са друге стране, повишене концентрације нитрита, нитрата, сулфата, у неким узорцима узетим из бунара у алувијалним наслагама река (Велика Морава, Црни Тимок), али и повећане концентрације амонијака, нитрита, сулфата, гвожђа и мангана у подземној води карстних врела Ваља Фундата и Калуђерица указују на постојање директног антропогеног утицаја (рударство и металургија).

Управо због присуства геогенетских фактора (фактора подземне средине) који утичу на настанак подземних вода са лошим квалитативним статусом, потребно је увести „граничне вредности“, које су углавном повишене у односу на МДК у води за пиће, и које би део водних тела која су окарактерисана лошим статусом подземних вода, на тај начин сврстала у категорију водних тела са другачијим хемијским статусом подземних вода.

Са друге стране забележене вредности одређених параметара у „маловодном“ и периоду „високих вода“ знатно варирају, те је неопходно наставити осматрање параметара квалитета у дужем периоду и са можда и већом учесталосту, како би се граничне вредности прецизније дефинисале и усвојиле. Чињеница је свакако да је потребно што пре приступити дефинисању граничних вредности параметара квалитета подземних вода, не само за садржај гвожђа, мангана, амонијака, арсена и бора, већ и за параметре који до сада нису препознати као контаминанти у Србији, али су у оквиру држава чланица ЕУ граничне вредности тих параметара дефинисане (антрацен).

Садржај гвожђа и мангана се у подземним водама осматраних водних тела налази у повишеним концентрацијама углавном у Војводини, као и у подземним водама акумулираним у алувијалним наслагама речних токова. Садржај гвожђа и мангана на појединим локацијама јавља се у доста високим концентрацијама (Оџаци – $\text{Fe}=5,3 \text{ mg/l}$; Банатско Карађорђево (Гутеша б. с.) – $\text{Fe}=5,85 \text{ mg/l}$; врело Ваља Фундата – $\text{Fe}>53 \text{ mg/l}$; Рајац – $\text{Mn}=0,733 \text{ mg/l}$; врело Калуђерица – $\text{Mn}=4,175 \text{ mg/l}$), па је потребно увођење граничних

вредности за ове параметре. Такође, мора се нагласити да су третмани за уклањање гвожђа и мангана из подземних вода (деферизација и деманганизација путем аерације) релативно јефтини, што их чини доступним у преради воде за пиће.

Забележене повишене вредности амонијака, арсена, бора, гвожђа и мангана указују на евентуалну неопходност увођења граничних вредности за ове параметре. Многе чланице ЕУ (Анекс 3, Директиве о подземним водама ЕУ, 2006) су, услед притиска на квалитет подземних вода, увеле граничне вредности за ове параметре (табела 14.1.).

Табела 14.1. Граничне вредности за амонијак, арсен, бор, гвожђе и манган које су дефинисане у неким чланицама ЕУ (Анекс 3, Директиве о подземним водама ЕУ, 2006)

Параметар	АУС	БУГ	ИТА	МАЂ	НЕМ	РУМ	СВК	ФРА	ШПА
Амонијак (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,5-5	0,5-52	0,5-9,9	0,255-0,5	0,5	0,5
Арсен (µg/l)	10	10	10	-	10-12	10-40	5,25-10	10	7-189
Бор (mg/l)	1	-	1	-	-	-	-	-	0,7-1
Гвожђе (mg/l)		0,2	-	-	-		0,103-0,2	0,2	0,2-0,565
Манган (mg/l)		0,05	-	-	-		0,027-0,2	0,05	0,05

Амонијак се јавио у повишеним концентрацијама на већем броју осматраних појава (максимално забележено 2,45 mg/l у бунару у Апатину, 2,51 mg/l у бунару у Бечеју, до чак 12,2 mg/l у бунару у Ченти), па је увођење граничне вредности за овај параметар у наредном периоду значајно размотрити. МДК овог параметра у води за пиће је 0,5 mg/l (до 2019. године износио је 0,1 mg/l), а многе чланице ЕУ, с обзиром на природно повишене вредности у подземним водама, су такође увеле граничне вредности (табела 14.1.). Па, тако на пример суседне земље Србији, увеле су следеће граничне вредности за NH₃: Бугарска – 0,5 mg/l, Мађарска 0,5-5 mg/l и Румунија 0,5-9,9 mg/l.

Садржај арсена је повишен у односу на МДК на већем броју локација (9 водних тела – 11 локација/објеката), где је максимална забележена вредност износила чак 151 µg/l (Михајловачко извориште-Зрењанин). Вредности арсена су доста високе, па је увођење граничне вредности овог параметра оправдано и неопходно. Максималне граничне вредности за овај параметар увела је Шпанија, у односу на друге земље ЕУ које се држе препоруке од 10 µg/l, и дозвољава широк дијапазон вредности од 7 до 189 µg/l (Табела 14.1.). Увођење граничних вредности за бор би, такође, било оправдано, обзиром да се повишене вредности јављају у водним телима где бунари дренирају дубоке водоносне хоризонте, те указују на геогенетско порекло овог параметра у подземним водама. Повишене вредности досежу до 2250 µg/l (Михајловачко извориште-Зрењанин), што је изнад МДК од 1000 µg/l (до 2019. године МДК износила је 300 µg/l). Гранична вредност за бор усвојена је на пример у Аустрији, Италији и Шпанији, а износи 1000 µg/l.

Ипак, како би се поуздано утврдило граничне вредности амонијака, арсена и бора и других параметара, чије вредности су често изнад границе МДК, неопходно је током дужег временског периода вршити квалитативни мониторинг подземних вода у што фреквентнијим периодима.

15 ПРЕДЛОГ БУДУЋЕГ ОДРЖАВАЊА МРЕЖЕ ОБЈЕКТА ЗА ОПЕРАТИВНИ МОНИТОРИНГ И ДАЉЕГ РАЗВОЈА ОСМАТРАЧКЕ МРЕЖЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ - НАДЛЕЖНОСТ РХМЗ И АЖС

Према законској регулативи Републике Србије, национална мониторинг мрежа подземних вода је у надлежности Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ), који има обавезу осматрања квантитета подземних вода и Агенције за животну средину (АЖС), која има обавезу осматрања квалитета подземних вода, и то у складу са годишњом уредбом коју доноси Влада Републике Србије.

Мониторинг подземних вода у надлежности РХМЗ Србије одвија се највећим делом у долинама већих речних токова (Сава, Дунав, Колубара, Велика Морава, Јужна Морава, Западна Морава, Млава), односно на територији АП Војводине. Другим речима, мониторинг мрежом у надлежности РХМЗ-а су обухваћене искључиво издани интергрануларног типа са слободним или нивоом под притиском. Последњи хидролошки годишњак објављен од стране РХМЗ, за 2018. годину наводи да је на територији Србије у току 2018. године вршено осматрање квантитета подземних вода на укупно 343 пијезометра, од којих је на 170 мерен само ниво подземних вода, док је на 143 пијезометра мерена и температура подземних вода, поред нивоа ПВ. Такође, подаци са 30 пијезометара су оцењени као непоуздани, те стога нису приказани у хидролошком годишњаку за 2018. годину. Од укупног броја објекта, осматрање нивоа подземних вода вршено је следећом динамиком: свакодневно на 62 пијезометара, шест пута месечно на 41 пијезометру, три пута месечно на 208 пијезометара, а два пута месечно на 2 пијезометра. Са друге стране, на 143 пијезометра осматрана је, осим нивоа подземних вода и температура подземних вода, следећом фреквенцијом: на 66 пијезометара мерење температуре је вршено три пута месечно, на 21 пијезометру шест пута месечно, а на 56 пијезометара свакодневно.

У погледу квалитативних карактеристика подземних вода, мониторинг квалитативног статуса врши Агенција за животну средину. Према годишњој уредби и годишњем извештају доступном на сајту Агенције, АЖС је квалитет подземних вода у 2018. години осматрала на укупно 53 пијезометра. Као што је случај са мониторинг мрежом у надлежности РХМЗ-а, и мониторинг мрежа квалитативног статуса у надлежности АЖС је концентрисана на пијезометре у алувијонима већих речних токова, односно на територији Војводине.

Фокусирање квалитативног и квантитативног мониторинга подземних вода на интергрануларни тип издани у алувијонима већих река, генерално се може оправдати чињеницом да је квалитет вода интергрануларног типа чешће под притиском у односу на квалитет подземних вода из издани карстне или пукотинске порозности. Тако, концепт проширења мреже у склопу овог пројекта подразумевао је увођење нових мониторинг пунктова који се налазе у оквиру водних тела или група водних тела, а која су оцењена од стране РГФ (2015) као *Потенцијално под притиском* или *Под притиском*. То је значило да сва водна тела која су прелиминарно оцењена као најугроженија што се тиче квалитета (потенцијалног загађивања) или квантитета (опадања нивоа подземне воде), треба да уђу у програм оперативног мониторинга. Генерално, оцењено је да су у погледу квалитета најнеповољнијег квалитета водна тела у Војводини која припадају „Основном водоносном комплексу“ (мада се углавном ради о геогенетским факторима), односно водна тела формирана у алувијонима већих речних токова када је реч о централној Србији. Анализирајући добијене резултате истраживања у оквиру овог пројекта, претпостављено се испоставило као углавном тачно.

Имајући у виду тренд опадања броја осматрачких објеката који се налазе у оквиру мониторинг мреже подземних вода, проширење актуелне мреже у надлежности РХМЗ и АЖС је нужан корак којим би се испунио услов равномерног покривања територије Србије мониторинг мрежом. Такође, наша држава би била корак ближе испуњењу услова који проистичу из Поглавља 27 у оквиру приступних преговора Србије за чланство у ЕУ.

Проширење мреже требало би вршити у правцу покривања најугроженијих водних тела подземних вода мрежом оперативног мониторинга. Тако нешто би се могло постићи препуштањем надлежности над мониторинг тачкама означеним од стране стручњака РГФ као најугроженијим у оквиру пројекта „Оперативни мониторинг подземних вода“, институцијама РХМЗ и АЖС у зависности од тога да ли је реч о угрожености квалитативног (хемијског) или квантитативног статуса подземних вода конкретног мониторинг пункта. Другим речима, осматрање идентификованих критичних тачака са аспекта угрожености квалитета и/или квантитета подземних вода може прећи у надлежност националних агенција и завода који већ врше мониторинг подземних вода у Србији. Наравно, да би се то могло реализовати на прави начин, неопходно је повећати финансијска средства која се издвајају за осматрање режима подземних вода.

Што се тиче даљег развоја осматрачке мреже подземних вода Републике Србије, на основу претходно изнетог, намеће се неколико праваца за ширење националне мреже мониторинга подземних вода. Постојећа мрежа мониторинга подземних вода који врше РХМЗ и АЖС нема одговарајућу дистрибуцију објеката и покривеност водних тела на територији Републике Србије, што је уједно био један од разлога за имплементацију овог пројекта. С обзиром на то да је већина (група) водних тела у овом пројекту проширења мреже мониторинга подземних вода „изабрана“ за оперативни мониторинг, предлог за развој и одржавање мреже мора обухватити и преостала водна тела (самостална или у оквиру групе) за које је процењено да су под (потенцијалним) притиском или за које није било довољно информација које би одредиле категорију притиска. За таква водна тела неопходно је успоставити тзв. истраживачки мониторинг, без обзира што под овим термином није присутан у ОДВ када су подземне воде у питању, а њиме ће се дефинисати врста мониторинга у будућем периоду.

Такође, обавезно се мора узети у обзир и чињеница да је само једна осматрачка тачка за оперативни мониторинг по једном водном телу ипак недовољна да се донесу поузданији закључци о постојању притиска (квантитативног или квалитативног) у целом посматраном водном телу. Према томе, основни правац у развоју националне мреже мониторинга мора бити погушћавање тачака осматрања у оквиру групе водних тела или у оквиру самог водног тела на поједине саставне „компоненте“ (у овом случају издани или делови издани које га чине). То значи да је погушћавање мреже потребно и код водних тела, која се већ прате у оквиру мониторинг мреже неке од институција (РХМЗ, АЖС). Такође, мора се обратити пажња и на ширење мреже по дубини водног тела, нарочито код водних тела на територији Војводине, где сваки водоносни хоризонт који је захваћен има уочљиве разлике у квалитету (а често и квантитету) у односу на повлатне/подинске слојеве. Препорука је да се у будућем развоју мреже мониторинга „провери“ статус појединих водних тела за која је иницијално процењено да нису под притиском, а за која ипак постоје одређене индикације о угрожености квантитета и/или квалитета.

Међу водним телима која су осматрана са аспекта квалитативног мониторинга подземних вода, резултати су показали да је у већини водних тела квалитет вода генерално добар. Тако, нпр. подземне воде у водним телима *Источни Срем – ОБК, Бели Тимок – а1, Неготин-Кладово, В. Морава алувијон – десна обала, Голубац – карст, Раваница, Непричава и Сува планина*

одликују се добрим квалитетом, уз повремено појављивање повишене мутноће, повећаног утрошка KMnO_4 или повишене концентрације гвожђа или мангана што у тренутним условима не представља значајан проблем за постизање оптималног квалитета воде за пиће уз примену одговарајућег третмана. Управо колебање ових параметара указује на евентуалне притиске на квалитет подземних вода, па је и у случају ових водних тела неопходно наставити оперативни (надзорни) мониторинг подземних вода.

Међу осталим водним телима, генерално су потврђене претпоставке о проблемима који узрокују слабији природни квалитет воде, те се предлаже обавезни наставак мониторинга подземних вода и након завршетка овог пројекта. Такође, предлаже се и повећање броја осматрачких објеката у оквиру водних тела под притиском код којих је мониторингом потврђен слабији квалитативни статус подземних вода. Осматрачке пунктове у том случају треба усмерити на неосматране делове појединих „компоненти“ водног тела како се предвиђа и у одговарајућим Водичима за примену ОДВ. Уз континуирано праћење режима квалитета подземних вода, могу се уочити одређене закономерности у колебању квалитативних карактеристика, на основу чега се боље може дефинисати третман подземних вода, којим се њихов ослабљени квалитет може довести на потребни квалитет воде за пиће.

Такође, континуирано праћење режима квантитета подземних вода, указало је на одређене закономерности у колебању нивоа подземних вода или количина истекле воде на врелима, на основу чега се боље могу дефинисати количине вода које су акумулиране у оквиру издани тј. водног тела. Стога се предлаже наставак мониторинга на свим водним телима која су до сада укључена у оперативни мониторинг, уз увођење осматрања нових водних тела, посебно која су издвојена у оквиру карстног или пукотинског типа издани.

Како је праћење квалитативних и квантитативних карактеристика подземних вода до сада дало резултате који су од великог значаја за потребе коришћења ових вода у различите сврхе, од велике је важности одржавати овако „формирану“ мониторинг мрежу и наставити постепено проширивање националне мониторинг мреже, којом би се обухватио већи број водних тела која се већ користе или имају тенденцију да се користе у сврху водоснабдевања.

16 НОВА ДЕЛИНЕАЦИЈА ВОДНИХ ТЕЛА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Према Водичу ОДВ о идентификацији водних тела, подземно водно тело подразумева одређену запремину подземне воде која се налази у једној или више издани. У Водичу се такође наводи да не постоји експлицитна “схема” по којој се издвајају водна тела, будући да њихова делинеација зависи од бројних фактора који се умногоме разликују од случаја до случаја. Тако, Водич ОДВ о идентификацији водних тела даје препоруке за делинеацију водних тела подземних вода у различитим случајевима, као што је пример у коме се посматра квантитет издани. У том случају, Водич препоручује издвајање сваког водног тела из кога се може захватити просечно 10 m^3 воде дневно, што је довољно за водоснабдевање више од 50 особа. Ако би се та препорука применила на сваку државу потписницу ОДВ, број издвојених водних тела у неким државама би превазилазио и више хиљада (Стевановић, 2011), што је практично немогуће пратити. Такође, ОДВ подразумева простирање водних тела подземних вода у плану и профилу, док сам поступак делинеације дефинише као итеративан процес који би требало вршити у више фаза.

Како је већ разматрано, процес делинеације водних тела подземних вода у Републици Србији вршен је у више итерација. Број од 153 водних тела подземних вода ушао је и у *Правилник о утврђивању водних тела површинских и подземних вода* који је донет на основу подлога које је израдио Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ и објављен је у „Сл. гласнику РС“ (бр. 96/2010). Водна тела подземних вода су приказана у прилогу 3. поменутог Правилника, са називом, кодом, површином терена коју обухватају, тип издани који је доминантан (*интергрануларна - I, карстна - K, пукотинска - P, сложена - S*) и припадајућем речном сливу.

Током 2015. године, стручњаци Департмана за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета у склопу „Пројекта проширења мреже станица подземних вода у Републици Србији“, извршили су груписање водних тела подземних вода, чиме је број група и појединачних водних тела износио 91. Груписање је извршено према принципима просторне и функционалне повезаности (нпт. припадања истом речном сливу или истом типу порозности).

Цео досадашњи итеративни поступак делинеације водних тела подземних вода је урађен коректно и у складу са предлозима и захтевима Директиве о водама ЕУ. Међутим, током детаљне анализе издвојених водних тела подземних вода уочене су одређене грешке које се најчешће огледају у погрешном додељивању подземних вода једног речног слива другом сливу (као нпр. додељивање подземних вода слива реке Млаве сливу реке Тимок, или додељивања подземних вода слива реке Власине сливу Нишаве), непостојању водног тела које обухвата само прву (плитку) издан (нпр. на територији Мачве где постоје 2 водна тела али оба третирају, барем према називу дубље издани – Мачва-ОВК и Мачва-плиоцен).

Самим тим, намеће се потреба за новим итеративним кораком делинеације водних тела подземних вода, којим би се извршила додатна евалуација већ издвојених (група) водних тела подземних вода, отклониле све евентуалне грешке при прерасподели подземних вода у речним сливовима чиме би се формирале нове границе претходно поменутих водних тела подземних вода и прецизније дефинисао просторни (пре свега у профилу) распоред водних тела. То је уједно и обавеза иновирања која се предвиђа Директивом.

17 ОБАВЕЗЕ КОРИСНИКА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Према актуелним проценама које су произашле из Стратешког пројекта (2006-2011), у Србији постоји више од 700 изворишта, међу којима су и корисници подземних вода за јавно водоснабдевање, за потребе мелиорација пољопривредног земљишта, флаширање вода, рекреативни и балнео-туризам, топлификацију и др. Тренутна ситуација је да поменути непосредни корисници подземних вода немају прецизно дефинисану обавезу праћења и извештавања о квантитативном и квалитативном статусу изворишта подземних вода, односно, ресурса који користе. Штавише, у великом броју случајева, подаци о квантитету се уопште не прате, већ се само бележи количина захваћене воде, односно количина воде која улази у систем дистрибуције воде ка крајњим потрошачима. Из претходног проистиче да велики број изворишта подземних вода нема податке о укупној расположивој количини подземних вода (Елаборат о резервама), што ограничава и саму законску обавезу извештавања ресорног министарства о расположивим и експлоатисаним количина подземног водног ресурса.

Са друге стране, праћење квалитета подземних вода на поменутим извориштима се одвија у већини случајева, будући да је мониторинг квалитета законска обавеза коју врше локални и/или регионални заводи (институти) за јавно здравље и акредитоване лабораторије. Међутим, често изворишта не поседују документ којим се дефинишу услови заштите издани (Елаборат о Зонама санитарне заштите), самим тим не постоји потврда одржања доброг квалитативног статуса подземног водног ресурса који користе.

Недостатке треба исправити у најскорије време, с обзиром да се адекватним интегрисањем података са изворишта подземних вода у систем националне мониторинг мреже, може остварити значајна рационализација трошкова мониторинга и добра покривеност територије Републике Србије. Тиме би се превазишли и органишавајући фактори успешне националне мониторинг мреже подземних вода Републике Србије у виду испуњења услова интегративности и покривености територије државе.

Поменуто је могуће испунити уколико се прикупљање података врши синхронно од стране свих субјеката који користе/управљају/надзиру/штите подземни водни ресурс на различитим мониторинг пунктовима који репрезентативно покривају територију целе земље. Стога је неопходно да сви субјекти буду укључени у пројекцију развоја мониторинг мреже како не би долазило до преклапања, тј. понављања локација за мониторинг, већ до ширења мреже.

18 ПОТРЕБА ЗА ИНОВАЦИЈОМ ОЦЕНЕ РЕСУРСА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ЗА ВТ У СРБИЈИ

Република Србија се може сматрати земљом релативно богатом подземним водама, иако је њихова просторна дистрибуција неједнака. Подземне воде представљају важан чинилац свакодневног живота становника Србије, будући да се велики део становништва снабдева пијаћом водом управо преко бушених бунара у водоносним срединама са интергрануларном порозношћу или преко каптираних карстних врела. Осим експлоатације за потребе водоснабдевања и још увек мањим делом наводњавања (Dimkić *et al.* 2007), подземне воде се, зависно од типа и карактеристика, користе и за флаширање или као минералне и термалне воде за балнеолошке потребе, односно геотермалне потребе као природни извор топлотне енергије. Стога се намеће потреба за адекватном евалуацијом подземних водних ресурса, како би се њихово коришћење могло рационално планирати у складу са концептом одрживог развоја (Стевановић, 2011).

Претходних деценија, неколико пројеката је имплементирано у циљу оцене ресурса подземних вода. У пројекту израђеном 1995. године од стране стручњака Института за водопривреду „Јарослав Черни“ под називом *„Информације о снабдевању водом становништва Србије – стање и непосредни задаци“*, наводи се да укупне количине вода које се користе за водоснабдевање у Србији износе годишње око $750 \times 10^6 \text{ m}^3$, од чега су подземне воде око $580 \times 10^6 \text{ m}^3$. Од тог броја, око $430 \times 10^6 \text{ m}^3$ су подземне воде из различитих водоносних средина (најчешће алувијалне) које се захватају помоћу водозахватних објеката - углавном бунара, док се око $145 \times 10^6 \text{ m}^3$ захвата са каптажа извора (Стевановић & Докмановић, 2015). Поменути пројекат и подаци коришћени су као основна подлога за израду *Водопривредне основе Србије* из 2001. године која је садржала податке о потенцијалним резервама подземних водних ресурса у износу од $108 \text{ m}^3/\text{s}$ са вештачким прихрањивањем, односно $67,5 \text{ m}^3/\text{s}$ без вештачког прихрањивања, од чега две трећине су воде из алувијона, тј. збијеног типа издани, преко 20% су подземне карстне воде, нешто испод 10% из основног водоносног комплекса Војводине, док остатак од 5% чине подземне воде неогених комплекса и пукотинских система (0,3%). Прилог билансу карстних издани и потенцијалности експлоатације даје Стевановић (1995) у монографији *„Водни минерални ресурси литосфере Србије“*.

Даљи рад на оцени биланса подземних водних ресурса Републике Србије настављен је у периоду 2007 – 2011 кроз групу стратешких пројеката, међу којима је био и пројекат *„Оцена резерви регионалних изворишта подземних вода за водоснабдевање – регулација издани и повећање капацитета“*, који су за потребе Министарства рударства и енергетике и Дирекције за воде (Министарства за пољопривреду, трговину, шумарство и водопривреду Републике Србије) заједнички имплементирали стручњаци Департмана за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета, Института за водопривреду „Јарослав Черни“ и Геолошког института Србије. Главни циљ овог пројекта био је адекватна оцена ресурса и стања експлоатације изворишта водоснабдевања, дефинисање ресурса потенцијалних изворишта, затим оцена квалитета подземних вода и евидентирање постојећих и потенцијалних загађивача, као и њихов могући утицај на подземне воде. Главни резултат пројекта је требао да омогући свеукупно познавање статуса подземних водних ресурса на територији Србије. Пројекат је извођен фазно уз анкетирање и теренске обиласке изворишта подземних вода, формирање базе података, евалуације европске регулативе и хармонизације и усаглашавање домаћих правних прописа у области вода са европским правом и конципирања методологије прорачуна биланса подземних вода, што је био циљ пројекта. Концепт је подразумевао делинеацију билансних јединица подземних вода према унапред одређеним критеријумима. Нажалост, имплементација пројекта није доведена до краја, будући да је пројекат прекинут у

завршној фази имплементације, те на тај начин није заокружен прорачун биланса свих билансних јединица на територији Србије. Ипак, према прелиминарним подацима и резултатима пројекта, процена је да 31 билансна јединица колико их је укупно издвојено, акумулира $470 - 570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$ што је само онај природно обновљиви део ресурса подземних вода док је количина вода коју је могуће захватати из алувијона значајно већа (Група аутора, 2011). Усвојена *Стратегија управљања водама на територији Републике Србије* коју је за потребе Министарства пољопривреде и заштите животне средине израдио Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ током 2015. године, такође користи податке стратешких пројеката када је реч о билансу подземних вода.

Висок степен познавања реалних количина подземних вода којима се располаже условљен је адекватним мониторингом подземних вода, који нажалост у нашој земљи није на високом нивоу. Мониторинг квантитета подземних вода обавеза је *Републичког хидрометеоролошког завода* (РХМЗ), који на око 20% издвојених водних тела подземних вода (Правилник, 2010) врши мерења нивоа подземних вода и одређује њихов квантитативни статус. Међутим, сва водна тела подземних вода чији је мониторинг у надлежности РХМЗ су збијеног или сложеног типа тј. реч је о осматрањима нивоа подземних вода у бунарима, док се осматра свега неколико карстних врела. Праћење квалитета вода у надлежности је *Агенције за животну средину* (око 50 објеката у интергрануларним водоносним срединама) као и регионалних Завода за јавно здравље када су у питању водоводи.

Помак у броју осматрачких објеката/појава квалитативног статуса подземних вода учињен је у оквиру овог пројекта где је у програм мониторинга квалитета и квантитета подземних вода укључено и неколико карстних врела, али која се због ограничених материјалних средстава и временских оквира ипак не осматрају адекватном фреквенцијом какву захтева карстна издан. Ипак, препорука је да постојеће мониторинг тачке (тј. оне које осматрају АЖС и РХМЗ, као и РГФ у током реализације овог пројекта) треба укључити у националну мониторинг мрежу, која ће се даље проширивати у складу са расположивим финансијским средствима и потребама на терену.

Са аспекта квантитативног мониторинга, треба навести и улогу локалних изворишта у прикупљању података о количинама захваћених подземних вода, односно о количини вода које се не користе за потребе водоснабдевања. Наиме, сви водоводи су у обавези да прецизно воде евиденцију о захваћеним количинама подземних вода и водама које у виду прелива остају низводно од места захватања (уколико је случај о каптираном карстном врелу) и ажурно достављају податке ресорном министарству и Дирекцији за воде, то међутим није увек ситуација у пракси. Највећи број изворишта подземних вода које су каптиране за потребе водоснабдевања врши дневно осматрања укупних количина захваћених вода на водомеру, међутим мали је број оних који воде евиденцију о свим објектима и достављају ове податке надлежнима. Такође, још је мањи број изворишта који нпр. каптирају карстна врела и осматрају количине подземних вода које одлазе низводно од каптаже, што би био драгоцен податак при оцени биланса тих издани. У случају ажурног праћења и достављања података о количинама захваћених подземних вода, тј. нивоима и преливним количинама подземних вода, програм мониторинга би се могао рационалисати.

База података која би похрањивала податке била би од суштинског значаја при реалном прорачуну билансних параметара одређене издани. Такође, функција јединственог водног информационог система (ВИС) који би објединио квалитативне и квантитативне карактеристике подземних вода које се експлоатишу, као и ажурирао податке о експлоатацији, би била круцијална при издавању дозвола за коришћење подземних вода

новим корисницима. Наиме, у пракси се водне дозволе или решења о експлоатационом праву издају често без увида да ли се у истом водном телу налазе и користе и друга изворишта, и какве су последице истовремене експлоатације. Ради се заправо о избегавању преклапања експлоатационих простора суседних изворишта, али не и о ефектима које интерференција радијуса дејства изазива. То значи да може доћи до преклапања радијуса дејства бунара уколико се ради о изворишту подземних вода у оквиру збијеног типа издани, односно снижавању нивоа подземних вода нпр. израдом бунара у залеђу врела или применом одређених регулационих мера карстних издани без процене утицаја на већ постојећа изворишта. То може довести и до нарушавања функционисања зависних екосистема, чије одржавање често директно зависи од подземних вода.

Адекватна валоризација ресурса подземних вода је такође веома важна приликом оцене квантитативног статуса подземних вода. Оцена хемијског и квантитативног статуса подземних вода дефинише правац и стратегију хидрогеолошких фундаменталних истраживања на националном нивоу, чији је циљ побољшање тренутног статуса и будуће рационално коришћење подземних вода у складу са концептом одрживог развоја, на чему инсистира ЕУ. С обзиром на чињеницу да је Србија у процесу преговора о чланству у ЕУ и тренутно тежи испуњењу критеријума за приступ Унији, национална правна регулатива такође тежи хармонизацији и усклађивању са правном регулативом Европске уније на свим пољима, па тако и у погледу водног права. Самим тим, Србија је у обавези да примењује упутства и стандарде Европске уније за оцену статуса подземних вода. Поменути документи имају за циљ да ближе дефинишу концепт који је потребно употребити за оцену биланса подземних вода, што је круцијални корак при оцени квантитативног статуса. Другим речима, методологија дефинисања квантитативног статуса подземних вода заснива се на односу тренутно захваћених количина вода и процењених билансних (расположивих) резерви подземних вода у оквиру једног водног тела. Предложене методологије и анализе обично се приказују у националним плановима управљања водним ресурсима, који се тренутно израђује и у Србији. Стога, имајући у виду наведене обавезе према ЕУ у циљу испуњавања критеријума за чланство, намеће се потреба за новом евалуацијом билансних елемената и оценом резерви подземних водних ресурса, а према упутствима и стандардима које садрже пратећи документи и водичи за примену ОДВ, који узимају у обзир категорију расположивих резерви и потреба у води зависних екосистема.

Брига о подземним водним ресурсима намеће се као обавеза у будућем периоду, не само због опредељења светске заједнице садржаног у концепту одрживог развоја животне средине, већ и због очигледног неповољног тренда расположивости водних ресурса. Прогнозе су да ће утицај климатских промена, демографске миграције и други геополитички и еколошки фактори негативно утицати на процесе прихрањивања издани, самим тим и на количине акумулираних подземних вода, док ће са друге стране потреба за водом бити у порасту. Ове реципрочне величине могу се амортизовати рационалном експлоатацијом само оне количине вода која је неопходна да би се подмириле реалне потребе, а имајући у виду и будуће кориснике. Ипак, да би то уопште било могуће, неопходно је прецизно утврдити количине подземних вода којима се располаже, затим дефинисати идејна решења алтернативних изворишта подземних вода за водоснабдевање и разрадити могућности регионалног водоснабдевања становништва Србије подземним водама. Први корак у овим анализама и решењима, свакако је дефинисање биланса подземних вода на регионалном нивоу што је већ започето током протекле деценије. Како тај пројекат није окончан, досадашњи резултати би се морали ревидовати и допунити недостајућим подацима, како би се извршила нова евалуација билансних параметара и оцена резерви подземних вода.

Иако се може констатовати да у последњих двадесетак година није дошло до значајнијих промена са аспекта коришћења вода, највише услед стагнирајућег привредног развоја и депопулације одређених делова Србије, то не сме заварати научну јавност и становништво да водних ресурса има у изобиљу и да им не треба придавати посебну пажњу. *Стратегија управљања водама на територији Републике Србије* процењује да тренутна експлоатација подземних вода износи око 30% процењених билансних резерви подземних вода. Самим тим, даља експлоатација подземних вода може бити значајно повећана, што мора бити праћено и верификовано неопходним детаљним хидрогеолошким истраживањима, а истовремено и планским сталним мониторингом подземних вода уз праћење њиховог квалитета и ефеката експлоатације на животну средину. Такође, равномерни распоред мониторинг објеката којима ће се осматрати сви типови издани су круцијални при дефинисању биланса подземних вода и оцени њихових резерви. У наредном периоду потребно је довршити активности на стратешким пројектима за потребе билансирања подземних вода, у циљу добијања поузданих вредности укупно расположивих количина за потребе јавног водоснабдевања, као и других видова експлоатације вода. Ово ће помоћи и у будућем додељивању експлоатационих права и водних дозвола за постојећа и нова изворишта. Такође, израда биланса и оцена расположивих ресурса подземних вода на нивоу државе, био би значајан корак ка истицању потенцијала и одрживом управљању подземним водним ресурсима у Србији, и учвршћивању позиције у предстојећим преговорима са ЕУ везаним за **Поглавље 27 - Животна средина и климатске промене.**

19 ПОТРЕБА ДЕФИНИСАЊА МЕРА ПРЕВЕНТИВНЕ ЗАШТИТЕ ВОДНИХ ТЕЛА И ГРУПА ВОДНИХ ТЕЛА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Основни циљ заштите вода је очување квалитета површинских и подземних вода у циљу заштите здравља људи, заштите животне средине и стварања услова за коришћење вода за различите намене, а првенствено за потребе снабдевања становништва пијаћом водом. Основу националне регулативе за спровођење заштите (подземних) вода од загађивања представљају Закон о водама и Закон о заштити животне средине ("Службени гласник РС", бр. 135/04, 36/09, 36/09 - др. закон, 72/09 - др. закон, 43/11 - УС и 14/16), којима је прописана израда одговарајућих планова за заштиту вода од загађивања. За разлику од претходне регулативе у области заштите вода од загађивања, где је могућност коришћења вода била основни критеријум, доношењем Закона о водама у складу са директивама ЕУ, акценат у овој области стављен је на аспект заштите животне средине, односно, остваривање циљева заштите целокупне животне средине. Усвојен је комбиновани приступ, који обухвата контролу загађивања на самом месту настанка, путем успостављања емисионих граничних вредности и стандарда квалитета животне средине. Уведен је и принцип "загађивач плаћа", који треба да омогући, поред боље заштите квалитета вода, и већи степен финансирања сектора вода. Са друге стране чињеница је да је постојеће стање у области заштите (подземних) вода од загађивања првенствено последица недостатка новчаних средстава, пре свега за изградњу и одржавање постројења за пречишћавање отпадних вода, како насеља, тако и индустријских и других потрошача, а не одсуства адекватне регулативе.

Оцена и израда одређених карата рањивости (подземних вода) издани, представља неопходну основу за планирање и управљање подземним водним ресурсима у погледу њихове заштите, процене ризика од загађења, као и предузимање превентивних мера у погледу очувања квалитета подземних вода. Карта угрожености (природне рањивости) подземних вода Републике Србије, креирана је приликом реализације пројекта „Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије“ (2006-2011), као један од важних резултата пројекта. Карта рањивости подземних вода Србије израђена је уз употребу параметарске-компилационе методе - ИЗДАН (Милановић С. et al, 2010), а уз употребу параметара: Инклинација (нагиб терена) – инфилтрација; Земљиште односно педолошки слој – горњи покривач, Дебљина повлатног слоја – геолошка средина која се налази изнад водоносног слоја, Аквифер – хидрогеолошке карактеристике терена, Ниво подземне воде – односно дубина до нивоа подземне воде од површине терена.

Анализа резултата добијених израдом карте рањивости подземних вода „ИЗДАН“ показала је да је заступљеност терена са веома ниским степеном рањивости само 0,56%, а при чему су из анализе били изузети условно безводни делови терена (Милановић С. et al, 2010). Следећи издвојен индекс рањивости заузима 6,81% површине и односи се на терене са ниским степеном рањивости. Терени који су класификовани као терени са средњим односно средње-високим степеном рањивости имају највеће регионално распрострањење и заступљени су са 34,65% за средњи и 40,9% за средње висок степен рањивости. Ова два најраспрострањенија индекса рањивости у највећем делу припадају неогеним и пукотинским типовима издани као и карстном типу издани са изузетно дубоким нивоима подземних вода. Високом степену рањивости припада 15,3% терена РС и односи се углавном на алувијалне насlage великих река и карстне терене са израженом карстификацијом и брзом инфилтрацијом подземних вода односно теренима са веома брзим пропагационим таласом. Најугроженији терени заузимају свега 1,7% територије Србије и, такође, припадају неким деловима алувијалних и карстних издани, а који су по према истраживаним параметрима подложни лаком и брзом загађењу.

Свакако неопходно је извршити и иновирање карте рањивости за територију Републике Србије, с обзиром да је од креирања и презентовања претходне верзије протекло скоро 10 година. Она може да проистекне и из креирања регионалних карата рањивости, које би могле да се израде према (хидро)геолошким рејонима или (хидро)геолошким целинама (Слика 6.1.), а као што је наведено и у Стратегији (Сл. гласник, бр. 3/2017). Неколико пута је већ наведено да је геолошка грађа Србије изразито комплексна, како по питању литофацијалних, тако и по питању тектонских карактеристика. У грађи терена учествују магматске, седиментне и метаморфне стене, стваране у периоду од прекамбријума, па све до савремених холоценских наслага. Сложеност геолошке грађе и структурног склопа се одражава и на сложеност хидрогеолошких карактеристика, па је могуће издвојити хидрогеолошке целине (Стратегија, Сл. гласник, бр. 3/2017):

- 1) подручје Бачке и Баната;
- 2) подручје Срема, Мачве и Посаво-Тамнаве;
- 3) подручје југозападне Србије;
- 4) подручје западне Србије;
- 5) подручје средишње Србије;
- 6) подручје источне Србије.

У складу са издвојеним хидрогеолошким целинама треба креирати и карте рањивости, а затим и карте хазарда и ризика, које ће послужити за боље планирање превентивних мера заштите (група) водних тела подземних вода.

Како је већ претходно наведено брига о подземним водним ресурсима намеће се као обавеза у будућем периоду. Нарочито ако се у обзир узме и прогноза да утицај климатских промена, у комбинацији са демографским променама које се дешавају последњих година (пре свега у области Медитерана) и другим еколошким факторима могу негативно утицати на прихрањивање издани подземних вода и у квантитативном и квалитативном погледу. У том случају превентивне мере заштите подземних вода тј. водних тела подземних вода добијају на значају, а свакако је лакше планирати мере заштите на локалном нивоу, које би биле усклађене са Планом управљања водама слива реке Дунав. Такође, последњих година је већи број изворишта подземних вода која се користе за водоснабдевање, флаширање и балнеологију приступио изради Елаборат о зонама санитарне заштите, и на тај начин, иако само локално, извршио превентивну меру заштите издани подземних вода. Али ако узмемо у обзир да су зоне санитарне заштите морале бити уграђене и у просторне планове локалних административних јединица, можемо да претпоставимо да је и шири део заинтересоване заједнице упознат са прописаним превентивним мерама.

У складу са претходним мерама заштите подземних вода, које се спроводе на локалном нивоу, је и потреба формирања катастра пунктуелних (концентрисаних) и дифузних (расутих) загађивача. Иако постоје два оваква система вођења података: 1) катастар концентрисаних извора загађења у оквиру Водног информационог система (ВИС); 2) интегрални катастар загађивача у Агенцији за заштиту животне средине, услед неажурних података, без обзира на постојање законске обавезе о достављању података и вођењу катастара, у већој мери је отежано поуздано дефинисање стања у овој области (Група аутора, 2014). Питања неажурности поменутих катастара представља посебан проблем у домену планирања, а то се посебно односи на контролу квалитета података који се уносе у поменуте катастре. Такође, постоји и одређена неусаглашеност и преклапања података између два поменута катастра. На крају треба имати у виду и да постоји посебан катастар загађивача који се води за подручје Војводине, и да он није у сагласности са већ раније поменута два катастра. Катастар је потребно за почетак дефинисати локално, у оквиру мањих административних јединица, а онда синтезом креирати регионални и републички катастар. На основу катастра пунктуелних

и дифузних загађивача, као и основне подлоге, карте хазарда и ризика према дифузним загађивачима (Стевановић & Докмановић, 2015), могуће је креирати карте хазарда и ризика према пунктуелним и дифузним загађивачима. Ове нове карте ће, такође, поспешити превентивне мере заштите водних тела подземних вода. Неопходно је напоменути да катастар и карте хазарда и ризика морају да буду имплементирани у урбанистичке планове, како на локалном тако и на регионалном нивоу.

Основна мера превенције је спровођење квалитетног мониторинга квантитета и квалитета (подземних) вода, као и мера инспекцијског надзора. Приоритетне активности на превенцији обухватају и подизање свести локалног становништва, као и свести (али и капацитета) загађивача, као и стимулацију примене добре праксе у пољопривреди. Начело информисања и учешћа јавности је једно од основних начела превентивне заштите животне средине, према коме свако има право да буде обавештен о стању животне средине и да учествује у поступку доношења одлука чије би спровођење могло да утиче на животну средину. Благовремено и истинито информисање јавности представља и веома битан сегмент информалног образовања грађана и један од начина развијања јавне свести о стању животне средине. То доприноси подизању свести и нивоа знања грађана које је неопходно за њихово квалитетно и сврсисходно учешће у процесу доношења одлука

Неопходно је спречавати даље загађивање (посебно стварање дивљих депонија), и уклонити све последице ранијих загађења. У превентивне мере могу се сврстати и ремедијација историјског загађивања, а на одабраним локалитетима (првенствено у заштићеним областима) и успостављање система праћења и контроле употребе ђубрива и средстава за заштиту биља, ради квантификовања загађења од пољопривредне делатности. Превентивна заштита вода од загађивања, мора да укључи и заштиту водених екосистема и копнених екосистема који су директно повеази, па самим тим и зависни од површинских и подземних вода.

20 ЗАКЉУЧАК

Пројекат „Оперативни мониторинг подземних вода Републике Србије“ реализован је од стране Департмана за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета из Београда и Института за јавно здравље из Крагујевца у периоду од 2017. до 2020. године у три фазе, од којих је прва обухватала период август 2017. године – март 2018. године, друга новембар 2018 – април 2019. године, док је последња трећа фаза реализације пројекта обухватала период август 2019 – август 2020. године.

Циљ овог пројекта подразумевао је унапређење заштите вода Дунавског слива и имплементацију Оквирне директиве о водама проширењем постојеће мониторинг мреже подземних вода, а у складу са захтевима Оквирне директиве о водама, односно Директиве о заштити подземне воде од загађивања и погоршања квалитета.

У овом пројекту током трогодишње имплементације, осматрано је укупно 50 одабраних водних тела, од којих је мониторинг само квалитета подземних вода вршен у оквиру 19 водних тела, мониторинг само квантитета вршен на 9 водних тела, док су 22 водна тела била обухваћено и квантитативним и квалитативним мониторингом подземних вода. Мониторинг мрежа у оквиру трогодишњег пројекта је обухватала 63 мониторинг тачке, од којих је на 28 тачака осматран само квалитет подземних вода, на 11 тачака је осматран само квантитет, док је на 24 мониторинг тачке осматран истовремено и квалитет и квантитет подземних вода.

Одабир водних тела која су ушла у програм оперативног мониторинга подземних вода извршен је на основу претходних анализа садржаних у „Пројекту проширења мреже станице подземних вода“ (Стевановић & Докмановић, 2015). Другим речима, она водна тела подземних вода која су оцењена као потенцијално под притиском или под притиском, одабрана су да буду у мониторинг мрежи у овом пројекту, док су осматрана и нека водна тела подземних вода која нису окарактерисана као под (потенцијалним) притиском, али су осматрана ради провере статуса тих водних тела подземних вода и погушћавања осматрачке мреже.

На свим одабраним мониторинг тачкама утврђени су параметри хемијског и квантитативног статуса подземних вода у периоду имплементације пројекта. Због рационализације трошкова и ограничених финансијских средстава, али и реалног стања угрожености квалитета и квантитета подземних вода, на одређеном броју водних тела одређен је притисак на квантитет и квалитет подземних вода на бази вршења оперативног или надзорног мониторинга подземних вода.

Одређивање притисака на квалитет подземних вода извршено је на основу хемијских анализа и поређења резултата са максимално дозвољеним концентрацијама (МДК) које су стандард воде за пиће, будући да још увек нису одређене критичне вредности природног садржаја хемијских параметара у води (енгл. threshold values). Концепт оцене притисака на квалитет подземних вода подразумевао је да, уколико је један или више параметара у више од 66% анализа (у већини случајева у свим анализама) превазишао МДК, водно тело се сврстава у категорију „под притиском“. Са друге стране, уколико је само један параметар превазишао МДК у више од 66% анализа или је у свим анализама вредност висока (али не прелази МДК) водно тело је сврстано у категорију „потенцијално под притиском“, док су сва остала водна тела сврстана у категорију „није под притиском“. У категорију „није под притиском“ сврстана су водна тела подземних вода, где су параметри у свим анализама испод МДК, али и ако је

неки параметар прешао МДК у једној од хемијских анализа (или се нашао јако близу МДК), односно уколико је вредност неколико параметара јако близу МДК у различитим анализама. Примена оваквог концепта оцене квалитативних притисака на подземне воде показала је да од укупно 41 водног тела које је било укључено у квалитативни мониторинг у овом пројекту, 20 водних тела ПВ припада категорији „*није под притиском*“, 5 водних тела ПВ је окарактерисано као „*потенцијално под притиском*“, док је 16 водних тела ПВ оцењено као „*под притиском*“.

Оцена квантитативних притисака на подземне воде извршена је на основу трендова статичких и/или динамичких нивоа подземних вода, тј. на основу доступних података о издашности врела или вредности очитаних са водомерне летве преливних количина вода и количина захваћених вода карстних врела. Треба истаћи да негативан тренд нивоа подземних вода у оквиру конкретних водних тела није нужно значио и притисак на квантитет. Наиме, уколико је градијент негативног, опадајућег тренда подземних вода до или око 1 метра, врло је вероватно да је реч о локалном утицају експлоатације, и водном телу подземних вода које није под квантитативним притиском. Такође, у случајевима где се располагало подацима о статичким нивоима подземних вода, исти су разматрани као релевантнији од динамичких, будући да пројектни тим није располагао експлоатационим капацитетима бунара који директно диктирају депресију у бунару.

Примена оваквог концепта оцене квантитативних притисака на подземне воде показала је да од укупно 34 водна тела која су била укључена у квантитативни мониторинг у овом пројекту, 22 водна тела ПВ припадају категорији „*није под притиском*“, 7 водних тела ПВ је окарактерисано као „*потенцијално под притиском*“, док су 2 водна тела ПВ оцењена као „*под притиском*“. Три водна тела ПВ нису могла бити категорисана према квантитативним притисцима, из објективних разлога који подразумевају или недостављање података од стране надлежног водовода, постојању ризика за инсталацију аутоматских мерних уређаја или друго.

На основу претходно презентованих резултата пројекта, највећим делом су потврђене претходне претпоставке о угрожености подземних вода у погледу количина и квалитета. На овом месту мора се истаћи да се квантитет подземних вода не осматра у обиму који је потребан за одрживо и рационално коришћење. Да би се подземне воде одрживо користиле потребно је да корисници мере количине исцрпене (захваћене) воде, али и ниво подземне воде, односно количине преливних вода које су вишак и не улазе у систем, и о томе редовно извештавају надлежне институције. Са друге стране, квалитет подземних вода се осматра фреквентније и подаци ових анализа су доступнији стручној јавности. Израђене хемијске анализе указују на погоршан квалитет воде на појединим локалитетима, посебно на подручју Панонског басена (Војводина) али је због геогенетских фактора који на ово утичу потребно и одређивање природних максималних вредности (*threshold values* према Директиви). Такође, неопходно је израдити нови биланс подземних вода на нивоу целе Републике Србије, као и појединих водних тела подземних вода како би се могли релевантно и са већом сигурношћу одређивати и притисци на квантитет појединих водних тела.

Постојећа мрежа мониторинга који врше РХМЗ и АЖС нема одговарајућу дистрибуцију објеката и покривеност водних тела на територији Републике Србије. Недостатке треба исправити у најскорије време, с обзиром да се адекватним интегрисањем података са изворишта ПВ у систем националне мониторинг мреже, може остварити значајна рационализација трошкова мониторинга и добра покривеност територије Републике Србије. Томе доприноси и потенцијална интеграција осматрачких објеката који су установљени у овом

пројекту у систем АЖС и РХМЗ, чиме би се равномерније осматрали и остали типови издани, а не само интергрануларни у оквиру алувијона већих река.

Такође, у што скорије време треба извршити проверу граница водних тела подземних вода у складу са најновијим сазнањима и хидрогеолошким параметрима који их дефинишу.

Природне карактеристике Србије, просторни и временски размештај ресурса вода и корисника, као и међусобна интеракција коришћења, заштите вода и заштите од вода, условиле су да се подземне воде на читавој територији морају посматрати интегрално, јединствено, комплексно и рационално. Међутим, тренутно је у условима Републике Србије могуће дефинисати само одлике појединачних издани и/или изворишта услед непостојања довољних података за свеобухватну анализу стања ресурса. У оцени притиска на квантитет ресурса подземних вода и даље се користе подаци који су прикупљени и обрађени још пре четврт века (1995. године) за потребе израде Водопривредне основе Србије. Стога се намеће потреба за евалуацијом биланса и резерви подземних водних ресурса, прорачун биланса за водна тела која до сада нису узимана у разматрање, као и ажурирање улазних података којим би се заокружио процес билансирања водних тела подземних вода Републике Србије. Предложени фазни истраживачки поступак имао би следеће кораке:

- Нова делинеација водних тела подземних вода и њихово груписање ради ефикаснијег мониторинга;
- Израда биланса и оцена расположивих ресурса подземних вода по водним телима или групама водних тела;
- Одређивање граничних вредности појединих компоненти хемијског састава за водна тела;
- Израда Карте рањивости подземних вода у Србији у размери 1:200.000;
- Нова оцена притиска на квантитет и квалитет под којим егзистују водна тела подземних вода;
- Континуитет и проширивање Националне мреже за мониторинг подземних вода.

Реализацијом овог програма увелико би се помогло не само бољем управљању подземним водним ресурсима Србије, већ и ојачала позиција у предстојећем преговорима са ЕУ везаним за поглавље 27 - животна средина.

21 ОСНОВНА КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА И ПОДЛОГЕ

1. Васић Љ, 2017: *Генеза и услови циркулације подземних вода комплексних карстних система Кучајско-бељаничког масива*, Докторска дисертација, Департман за хидрогеологију, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд
2. Група аутора (Институт „Јарослав Черни“), 1995: *Информације о снабдевању водом становништва Србије – стање и непосредни задаци*; Институт „Јарослав Черни“, Београд
3. Група аутора (Рударско-геолошки факултет у Београду, Институт „Јарослав Черни“ и Геолошки институт Србије), 2011: *Годишњи извештаји по Пројекту Оцена резерви регионалних изворишта подземних вода за водоснабдевање – регулација издани и повећање капацитета (2006-2011)*, у оквиру Групе Стратешких пројеката Министарства за Рударство и Енергетику: Истраживање, оптимално коришћење и одрживо управљање подземним водним ресурсима Србије, Београд
4. Група аутора, 2002: *Водопривредна основа Република Србије*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд
5. Група аутора, 2014: *Нацрт плана управљања водама за слив реке Дунав*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд
6. Група аутора, 2015: *Стратегија управљања водама на територији Републике Србије*, Институт „Јарослав Черни“, Београд
7. Група аутора, 2016. *Нитратима рањива подручја и Правила добре пољопривредне праксе у Србији - Предлог за одређивање рањивих подручја према ЕУ Нитратној Директиви*. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Републичка Дирекција за Воде, Београд
8. Денић Љ., Стојановић З., Допуђа-Глишић Т., Чађо С., Ђурковић А., Новаковић Б., 2017а. *Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода за 2015. годину*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд
9. Денић Љ., Стојановић З., Допуђа-Глишић Т., Чађо С., Ђурковић А., Новаковић Б., 2017б. *Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода за 2016. годину*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд
10. Денић Љ., Стојановић З., Допуђа-Глишић Т., Чађо С., Ђурковић А., Новаковић Б., Домановић М., 2018. *Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода за 2017. годину*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд
11. Денић Љ., Стојановић З., Допуђа-Глишић Т., Чађо С., Ђурковић А., Новаковић Б., Домановић М. 2019. *Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода за 2018. годину*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд
12. Департман за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета, 2014: *Елаборат о резервама изворишта „Пакље“*
13. Департман за хидрогеологију Рударско – геолошког факултета, 2014: *Студија о могућностима водоснабдевања Општине Нова Варош*
14. Dimkić M., Stevanović Z., Đurić D., 2011: *Progress and Improvement of the Status of Groundwater in Serbia*, Proceedings of IWA Specialist Groundwater Conference, Belgrade, pp. 81-101
15. Dimkić, M, Stevanović Z, Đurić, D., 2007: *Utilization, protection and status of groundwater in Serbia*, Keynote paper, Proceedings of IWA conf. Groundwater management in Danube river basin and other large basins, pp. 83-102, Belgrade

16. Đurić D., Josipović J., Zogović D., Komatina M., Stevanović Z., Đokić I., Lukić V., 2004: *ICPDR Roof Report for 2004*; Institute WM “J. Černi”, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Serbia, Belgrade
17. Европска комисија, 2006: *Директива о заштити подземних вода од загађивања и нарушавања квалитета*, (Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration)
18. Европска комисија, 2000: *Директива Европског Парламента и Савета 2000/60/EC - Успостављање оквира за деловање заједнице у области политике вода „Оквирна директива о водама“* (Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a Framework For Community Action in the Field of Water Policy the European Parliament and the Council of the European Union)
19. Европска комисија, 1991. *Директива савета од 12. децембра 1991. о заштити вода од загађења узрокованог нитратима из пољопривредних извора (91/676 / ЕЕЗ)* (Енгл. Council directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. OJ L 375, 31.12.1991)
20. Kohfahl C., Massmann G., Pekdeger A., 2007: *Fossil and young groundwater as components of the hydrological cycle*. In: Lozán, J. L., H. Grassl, P. Hupfer, L.Menzel & C.-D. Schönwiese. *Global Change: Enough water for all? Wissenschaftliche Auswertungen*, Hamburg.
21. Институт за водопривреду “Јарослав Черни” 2006: *Карактеризација подземних вода у ЦС делу слива реке Дунав*, Београд
22. Крешић Н., 1984: *Хидрогеологија карстних терена у сливу Дрине узводно од Бајине Баште на територији СР Србије*, Магистарски рад, Фонд РГФ, Београд
23. Марјановић П., 2017: *Анализа оптимизације мониторинг мреже квалитета површинских и подземних вода у складу са захтевима Оквирне директиве о водама и пратећим директивама*; Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд
24. Милановић С., 2010: *Формирање физичког модела карстне издани на примеру Бељанице (источна Србија)*, Докт. дисерт., РГФ, Универзитет у Београду
25. Милановић С., Стевановић З., Ђурић Д., Петровић Т., Миловановић М., 2010: *Регионални приступ изради карте угрожености подземних вода Србије – нова метода ИЗДАН*, Зборник радова XV Конгреса геолога Србије, пп. 585-590, Београд
26. Поломчић Д., Стевановић З., Докмановић П., Папић П., Ристић Вакањац В., Хајдин Б., Милановић С., Бајић Д., 2011: *Водоснабдевање подземним водама у Србији – Стање и перспективе*, Монографија „Наших 40 година“, Пос. изд. Департмана за хидрогеологију РГФ, Београд
27. Републички хидрометеоролошки завод Србије (2013 – 2017): *Извештаји о квантитативном статусу водних тела подземних вода за периоде 2013 – 2017*
28. Ристић, В. 2007: *Развој симулационог модела за прорачун дневних истицања из карстних врела*, Докт. дисерт.. РГФ, Универзитет у Београду
29. Службени Гласник РС, 2019: *Правилник о хигијенској исправности воде за пиће*, бр. 28/2019
30. Службени гласник РС, 2017: *Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године*, бр. 3/2017
31. Службени Гласник РС, 2014: *Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода*, бр. 74/2014
32. Службени Гласник РС, 2011: *Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског статуса подземних вода*, бр.74/2011
33. Службени Гласник РС, 2010: *Закон о заштити вода Србије*, бр. 50/2010

34. Службени Гласник РС, 2010: *Правилник о утврђивању водних тела површинских и подземних вода*, бр. 96/2010
35. Службени Лист СРЈ, 1998: *Правилник о хигијенској исправности воде за пиће* бр. 42/98
36. Службени Лист СРЈ, 1999: *Правилник о хигијенској исправности воде за пиће* бр. 44/99
37. Стевановић З., 1991: *Хидрогеологија карста Карпато-балканида источне Србије и могућности водоснабдевања*, Монографија, Пос. изд. Р Г Ф , И Х Г, 1 - 245, Београд
38. Стевановић З., 1995: *Карстне изданске воде Србије - коришћење и потенцијалност за регионално водоснабдевање*, Монографија: Водни минерални ресурси литосфере Србије, Монограф. Пос.изд. РГФ (ед. З.Стевановић), стр.77-119, Београд
39. Стевановић З., 2011: *Менаџмент подземних водних ресурса*, Универзитет у Београду, РГФ, Департман за хидрогеологију, Београд, стр. 340
40. Stevanović Z., Ristić Vakanjac V, Milanović S., 2015: *Conception to set up a new groundwater monitoring network in Serbia*, Geološki anali Balkanskoga poluostrva, knjiga LXXVI, pp. 47–60
41. Стевановић З. & Докмановић П., 2015: *Пројекат проширења мреже станица подземних вода у Србији*, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију, фондовска документација
42. Технопроинг д.о.о, 2014: *Елаборат о резервама изворишта „Самош“*
43. Хајдин Б., 2014: *Управљање ресурсима подземних вода северне Бачке*, Докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет, Београд
44. Čenčur Curk, B. (Ed), 2014: *CC – WARE Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, WP3 – Vulnerability of Water Resources in SEE*, annual report