



Република Србија

Министарство пољопривреде и заштите животне средине

Агенција за заштиту животне средине

# ВОДЕ СРБИЈЕ

## У ВРЕМЕНУ ПРИЛАГОЂАВАЊА НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ



## ВОДЕ СРБИЈЕ – У времену прилагођавања на климатске промене

### Издавач:

Министарство пољопривреде и заштите животне средине  
АГЕНЦИЈА ЗА ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

### За издавача:

Филип Радовић, директор  
Агенција за заштиту животне средине

### Рецензенти:

др Дејан Љубисављевић, ред.проф.  
др Владимир Ђурђевић, доцент

### Уредник:

др Небојша Вељковић, дипл. инж.грађ, Агенција за заштиту животне средине

### Аутори:

#### Први део

Тихомир Поповић, дипл.мет.  
др Небојша Вељковић, дипл.инж.грађ.  
Лидија Марић, дипл.мет.  
Биљана Јовић, дипл.мет.

#### Други део

др Небојша Вељковић, дипл.инж.грађ.  
Милорад Јовичић, дипл.инж.грађ.

#### Трећи део

др Небојша Вељковић, дипл.инж.грађ.  
Милорад Јовичић, дипл.инж.грађ.

#### Четврти део

др Небојша Вељковић, дипл. инж.грађ.  
Љубиша Денић, дипл. хем.  
Татјана Допуђа Глишић, дипл.инж.грађ.  
Милица Надеждић, дипл.инж.техн.  
Милорад Јовичић, дипл. инж. грађ.  
Зоран Стојановић, дипл. хем.  
Мирјана Балаћ, дипл. хем.  
Александар Милетић, дипл. хем.  
Ана Вујовић, Спец. физ.- хем.  
Снежана Чађо, дипл. биол.  
Александра Ђурковић, дипл. биол.  
Борис Новаковић, дипл. биол.

#### Пети део

др Небојша Вељковић, дипл. инж. грађ.

**Прелом и дизајн корица:** Агенција за заштиту животне средине

**Фотографија на корицама:** горе: Колубарски угљенокоп 24. августа 2014.

(екипа Агенције за заштиту животне средине на узорковању),  
доле: поглед са истог места 27. фебруара 2015.

**Штампа:** Енергодата, 2015, Београд

**CD-ROM копија:** 200

**ISBN 978-86-87159-13-6**

## Садржај

ПРЕДГОВОР .....	5
УВОД .....	7
Први део .....	14
ЗАШТО ПРИЛАГОЂАВАЊЕ НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ? .....	14
Научни доказ антропогеног утицаја на промену климе .....	15
Климатске промене у регионима Европе .....	16
Показатељи промене и процена будуће климе .....	16
Утицаји климатских промена и степен угрожености .....	23
Политика и климатске промене .....	29
Други део .....	32
РАСПОЛОЖИВОСТ И КОРИШЋЕЊЕ ВОДНИХ РЕСУРСА СРБИЈЕ .....	32
Криза воде и принципи одрживог развоја .....	33
Узрочно-последичне везе и односи у водном екосистему .....	35
Основе водопривредног биланса Србије .....	37
Индекс експлоатације воде (WEI) .....	40
Индикатор ефикасности ресурса водоводних система .....	43
Специфична потрошња воде у системима јавног водоснабдевања .....	46
Процент становника обухваћен водоснабдевањем .....	48
Квантитативни статус подземних вода .....	50
Трећи део .....	54
КВАЛИТЕТ ВОДНИХ РЕСУРСА СРБИЈЕ .....	54
Квалитет водотокова сливних подручја .....	55
Нутријенти и материје које троше кисеоник .....	56
Serbian Water Quality Index .....	62
ROPs хемикалије и друге хазардне супстанце .....	72
Квалитет подземних вода у приобаљу великих река .....	80

Четврти део .....	84
ПОПЛАВЕ У СРБИЈИ У МАЈУ 2014: УТИЦАЈ НА КВАЛИТЕТ ВОДОТОКОВА.....	84
Хидрометеоролошки аспекти на сливу реке Саве у време поплаве.....	85
Приказ потапања Тамнавских угљенокопова.....	91
Утицај препумпавања воде из Тамнавских угљенокопова на квалитет реке Колубаре и Саве .....	92
Резултати мониторинга квалитета површинске воде Тамнавских угљенокопова и река у сливу Колубаре.....	97
Општи хемијски показатељи и поједине специфичне загађујуће супстанце	98
Органски полутанти.....	107
Биолошки елементи квалитета .....	108
Serbian Water Quality Index.....	114
Пети део .....	128
КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И УПРАВЉАЊЕ ВОДНИМ РЕСУРСИМА: ПРЕПОРУКЕ, ЗАКЉУЧЦИ И СМЕРНИЦЕ .....	128
Препоруке .....	129
Закључци .....	130
Смернице .....	131
Шести део .....	132
ПРИЛОЗИ ЗА ПРЕПОРУКЕ, ЗАКЉУЧКЕ И СМЕРНИЦЕ .....	132
Управљање ризицима у локалним водоводним системима .....	133
Рурални системи за прикупљање и третман отпадних вода .....	160
Индикатори ефикасности водних ресурса: Европа и Србија .....	166
РЕФЕРЕНЦЕ.....	174
Списак акронима, слика и табела .....	177
Акроними.....	177
Слике .....	179
Графикони.....	183
Табеле .....	183



## ПРЕДГОВОР

Да ли нам је потребна публикација о водама Србије? Свакодневно јавност интересује, на пример, какав је квалитет вода које протичу нашим рекама и да ли ће воде бити у довољним количинама у будућности. Ова и друга питања постају теме новинарима који траже одговоре од надлежних у локалној самоуправи и државним органима. Свакако нам недостаје једна синтеза многобројних анализа показатеља квантитета и квалитета водних ресурса Србије тако да буде разумљива јавности и новинарима, прихватљива критеријуму стручњака и намењена потребама извештавања према доносиоцима одлука.

Умеће за сваког трговца некретнинама је кад успе да прода исти тип куће корисницима различитих потреба и укуса. Изазов је понудити публикацију о водама као што је ова, за заједничку кућу, корисницима који имају не само различите приоритете већ и супротстављене потребе. Супротстављене потребе у сектору вода се јављају јер се вода слободно креће у времену и простору без обзира на административне и границе власништва, што доводи до спорења између различитих корисника, загађивача вода и других заинтересованих група. Конфликти су стално присутни, будући да појединци и групе имају различито поимање вредности воде, различити су им приоритети, интереси и очекивања у будућности. Корисници и заинтересоване стране у погледу управљања водним ресурсима на неком сливном подручју су: локалне самоуправе, државни органи и државне институције надлежне за доношење и спровођење регулативе, праћење коришћења, заштите вода и других активности управљања водама; јавна комунална предузећа за производњу и дистрибуцију воде за пиће и индустријски потрошачи који добијају или експлоатишу воду за своје технолошке потребе; становништво које представља најбројнију заинтересовану групу што се тиче квантитета, квалитета и цене воде; и невладине организације чији ставови често не одражавају у потпуности ставове већег дела јавности о појединим питањима управљања водама. Ова публикација нуди поглед за све заинтересоване стране, на заједничку кућу, интеграцијом показатеља квантитета и квалитета водних ресурса Србије путем одговарајућих индикатора.

У Првом делу је дат одговор на питање зашто је важно прилагођавање на климатске промене. Презентовани су резултати анализа климатских услова и пројекције климатских промена који ће, извесно је, имати негативне ефекте на запремину годишњег водног биланса на територији Србије. У Другом делу је дата анализа појединих елемената водoprивредног биланса са информацијама потребним за постављање циљева и остварење политике управљања водама. У Трећем делу је дата анализа вишегодишњих резултата мониторинга квалитета површинских и подземних вода. Презентована је оцена дугорочног тренда основних физичко-хемијских показатеља и концентрација хазардних супстанци у води и седименту. У Четвртом делу су, после прегледа хидрометеоролошког аспекта у сливу Саве у време поплаве у мају 2014, презентоване анализе резултата мониторинга квалитета вода из Тамнавских угљенокопова у циљу утврђивања

утицаја испумпавања воде на квалитет Колубаре и Саве. Пети део садржи препоруке, закључке и смернице које се односе на повећање отпорности на климатске промене. У Шестом делу су дата три примера као смернице за повећање отпорности на климатске промене у сектору снабдевања водом за пиће, одвођење и пречишћавање отпадних вода.

Ова публикација представља врхунац напора Агенције за заштиту животне средине у претходних десет година да се одговори законској обавези извештавања на националном нивоу у области вода. У истом периоду, учествујући у извештавању према Европској агенцији за животну средину (ЕЕА) из године у годину Агенција за заштиту животне средине је повећавала скор достављених података у свим областима животне средине. Сарадња са Европском агенцијом за животну средину је резултирала и унапређењу методологије извештавања коришћењем индикатора као најбољег алата за презентовање промена које настају због различитих утицаја на водне ресурсе. За публикацију су заслужне и институције са којима Агенција за заштиту животне средине сарађује и које се налазе у списку литературе или извора података. Захвалан сам свим саговорницима са којима сам претходних година, током професионалног рада и академског ангажовања, долазио у контакт и размењивао ставове о многим питањима из области заштите животне средине. Том приликом су њихова супротстављена гледишта, више него сагласности, у много чему мени била инспиративнија и од веће користи. Велику захвалност дугујем проф. Слободану П. Симоновићу из Канаде који се одазвао мојој молби и упркос великим обавезама написао уводни део, чиме је значајно унапређен квалитет публикације.

Пресудни утицај на објављивање ове публикације и уобличавање њеног садржаја имао је један догађај из прошле године. То су мајске поплаве и потапање Колубарских угљенокопова након чега је уследио ванредни мониторинг површинских вода који је спровела Агенција за заштиту животне средине. Периодични извештаји о резултатима квалитета воде из угљенокопова и утицаја препумпавања на квалитет реке Колубаре и Саве које сам реферисао Стручно-оперативном тиму, чији је задатак био да прати и координира све активности на препумпавању воде, су временом прерасли ниво стандардних извештаја и постали основ за Четврти део ове публикације. Оперативни рад, мултидисциплинарни и међусекторски састав Стручно-оперативног тима показао се је као добар модел организовања који треба следити у сличним ванредним и редовним ситуацијама. Учешће у томе је за мене имао јак подстицајни моменат. После читавог процеса просто се наметнуо изазов да се систематизује и интерпретира обимна база знања, показатеља и индикатора која се сада налази пред вама.

Мај 2015.

Небојша  
Велковић

## УВОД

Управљање водним ресурсима: Нови приступ условљен климатским променама

Слободан П. Симоновић<sup>1</sup>

### Пролог

Управљање системима водних ресурса постоји колико и људска цивилизација и доста је условљено развојем друштва. Крајњи циљ управљања водним ресурсима је обезбеђење воде у довољној количини и одговарајућег квалитета за све кориснике. Овај циљ у себи садржи заштиту водних ресурса и заштиту од катастрофа повезаних са водама као што су поплаве и суше. Остварење овог циља неће бити лако. Које су тешкоће за остварење овог циља? Укратко, управљање водним ресурсима наилази на изузетно комплексне проблеме, од којих је најважнији превазилажење тежње за доминацијом знања међу научним дисциплинама. Будуће управљање водним ресурсима са циљем “вода за све” захтева развој и примену једног правог интердисциплинарног приступа. Решења ових комплексних проблема налазе се у преклапању унутар граничних подручја различитих научних дисциплина (Симоновић, 2009).

Свет се мења. Пораст становништва условљава пораст потребе за водом и виши ниво заштите од штетног дејства вода. Глобална миграција из руралних у урбане средине се наставља. Промена климе утиче на просторне и временске обрасце падавина. Мења се учесталост и величина како падавина тако и суша. Овај скуп физичких трендова се дешава у оквиру економских промена у друштву повезаних са потребама за водом. Могућност српске Владе да управља постојећим комплексом ресурса водних система и да настави будући развој је условљена пре свега финансијским ограничењима и стога би требало размотрити нова партнерства са приватним сектором. Расте схватање тржишне неумитности воде као робног добра. Истовремено становништво постаје све више свесно озбиљности проблема везаних за воду и тражи могућности да буде релевантнији фактор у доношењу одлука о управљању водним ресурсима.

---

<sup>1</sup> Slobodan P. Simonovic, Ph.D., P.Eng, Member of CAE, Fellow of CSCE, ASCE and IWRA Professor, Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Western Ontario, Canada.  
Honorary member Milutin Milankovic Society, Belgrade, Serbia. <http://www.slobodansimonovic.com/>

## Климатске промене

Најновије одлуке IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) експертске групе нагласиле су утицаје на слатководне ресурсе који настају услед климатских промена (IPCC, 2014). Промене у водном режиму условљене климатским променама и друге компоненте хидролошког циклуса су израженије од процењених. *Поплаве и суше постају озбиљније* у неким областима и вероватније је повећање ових манифестација. Добро је познато да су се карактеристике падавина промениле и да ће наставити да се мењају у правцу интензивнијих и наизменичних катастрофалних дешавања. Ово доводи до учесталијих и озбиљнијих екстрема везаних за појаву поплава и суша. На пример, поплаве у Србији у мају 2014. године имале су утицај на 2/3 земље, уништиле су више од 400 и оштетиле више од 30000 домова. Укупна економска штета премашила је 1,7 милијарди евра. Овај догађај је потврдио да штете од поплава и суша зависе од изложености становништва, економије и друштва и њиховог капацитета прилагођавања. Потреба за водом ће вероватно расти као резултат климатских промена. У неким областима, посебно оним са високим демографским растом, потреба у води за наводњавање ће се значајно повећати док би доступност водних ресурса могла да се смањи. Климатске промене условљавају да су потребе за водом високо зависне од прилагођавања у новим условима, а повећање конфликта између корисника воде (домаћинства, пољопривреда и индустрија) временом ће бити израженије. *Утицаји климатских промена на квалитет вода* ће вероватно бити озбиљнији. У принципу, квалитет воде је променљив услед виших спољашњих температура. Смањењем количина смањује се и квалитет воде. Али чак и уколико повећање протицаја у рекама узрокује повећање разблажења, поплаве утичу негативно на квалитет водопријемника, и то: спирањем загађеног земљишта, одношењем загађујућих материја различитог порекла, изливањем канализационог садржаја и плављењем објеката постројења за пречишћавање отпадних вода. Климатске промене представљају један од многих притисака на водне ресурсе заједно са антропогеним притисцима, као што је раст популације и економије и промена намене коришћења земљишта. Упркос томе што није одлучујући фактор који стоји иза нежељених промена код слатководних ресурса, климатске промене ће сложено ситуацију учинити још тежом. Квантитативне пројекције промена у хидролошким карактеристикама на нивоу сливова су веома неизвесне. Унос загађења у водне системе, инфилтрацијом у аквифере или емисијом у водне токове, као процес нису поуздано симулирани у постојећим климатским моделима. *Интегрално управљање водним ресурсима, неопходно за решавање растућих комплексних проблема у сектору вода, треба да узме у обзир климатске промене и размотри опције прилагодљивости.* Технологија је само један од алата који могу да помогну при праћењу утицаја климатских промена на квалитет и квантитет вода. У сваком случају, и други алати у економским и друштвеним доменима су неопходни, посебно за земље у развоју као што је Србија. Интегрално управљање водним ресурсима мора бити проширено тако да укључи ефекте климатских промена. Други извештај Уједињених нација о светској

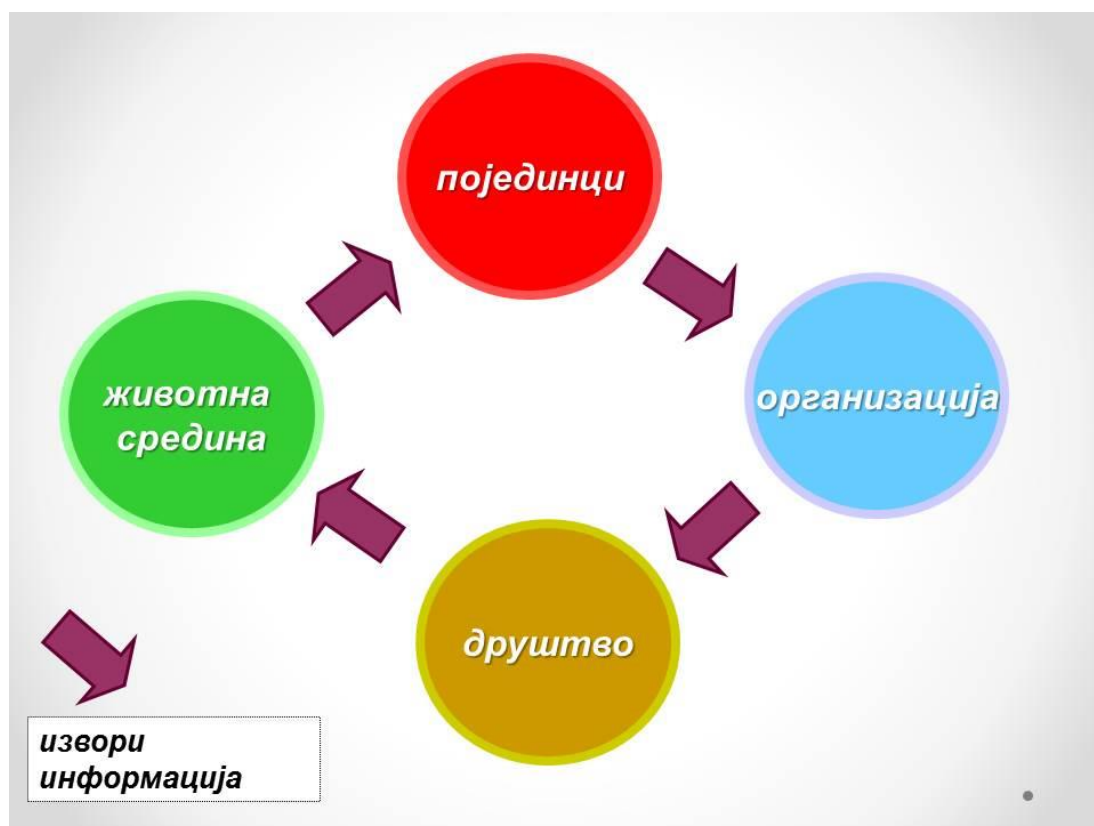
процени вода показује да је криза управљања водама првенствено узрокована начинима којима ми неправилно управљамо водом (*The United Nations World Water Development Report 2*, 2006). Прошлост не може више да буде кључ за будућност.

## **Управљање водним ресурсима у условима климатских промена - Нови приступ**

Примена системског приступа на комплексне проблеме управљања водама је дефинисана као један од најважнијих напредака у области управљања овим обновљивим ресурсом. Примарни акценат системске анализе у управљању водним ресурсима је на пружању побољшаних основа за доношење одлука. Велики број аналитичких компјутерски заснованих алата, од симулације и оптимизације до мулти-објективних анализа су доступне за формулисање, анализирање и решавање планирања водних ресурса, од пројектовања до решавања оперативних проблема (Симоновић, 2009). Идентификована су два угледна примера/пардигме који ће обликовати управљање водним системима у будућности. Прва парадигма се фокусира на комплексност домена водних ресурса и комплексност алата за моделовање под околностима сталног технолошког развоја. Друга парадигма се бави доступношћу података везаних за водне ресурсе и њиховом променљивошћу у времену и простору са утицајем на несигурност у доношењу одлука.

Главна порука овог увода је одговор на питање: У контексту новог приступа управљања водама, шта желимо да постигнемо? Ми стално покушавамо да управљамо животном средином, природним и вештачким окружењем (вода, земљиште, ваздух, флора, фауна, инфраструктура). Истовремено стално настојећи да управљамо и људима у том окружењу. Изгледа да сваки пут када *гурамо* на једну страну, дајући примат неком елементу животне средине то узрокује неочекиване промене негде другде – први фундаментални принцип сваког система. Свет се мења и захтева да добро размислимо. Чиме покушавамо да управљамо? Шта желимо да постигнемо?

Широко раширен и прихваћен појам управљање водним ресурсима (*water resources management*) се односи на управљање системима у ширем смислу. Ту не би требало да буде спора у теоријском погледу. Али сам концепт теорије система је једноставнији од комплексних социјалних и еколошких система у којима су интегрисани водни ресурси и људи који њима управљају у стварном животу (Симоновић, 2009а). Промене услова на глобалном нивоу, укључујући и климу, захтевају нови приступ. Предложени *нови приступ* нуди поглед на систем фокусиран на *социјални систем*, ([слика 1](#)) Овај приступ описује на који начин људи користе водне ресурсе.



Слика 1. Систем водних ресурса

Систем водних ресурса обухвата четири повезана подсистема: појединци, организације и друштво, који су уграђени у природно и вештачко окружење које често називамо једним именом, животна средина. Појединци су актери који покрећу организације и друштво да се понашају на начин који је прилагођен потребама друштва. Они су доносиоци одлука са директном улогом у коришћењу водних ресурса и управљању. Организације представљају механизам који појединци користе да би добили резултат који самостално не могу да остваре. Организације су осмишљене у циљу остваривања резултата. Структура дефинише изворе информација и одређује понашање организације. Концепт друштва се разликује у односу на концепт појединца и организације, будући да између њих не постоје јасне границе. У принципу, друштво је само по себи систем који чине појединци и организације. У оквиру ове две подгрупе постоје везе које појединци имају једни са другима, а ту су садржане и норме понашања и друштвени механизми који се користе за регулисање понашања. Ово обухвата и спектар идеја, укључујући концепт "будућност". Овај концепт је важан при разматрању управљања водним системима – ту спада извесност будућих несташица воде и свих будућих утицаја услед промене услова који покрећу забринутост за одрживо управљање водним ресурсима. Животна средина, као што је познато, укључује своје елементе као што су вода и ваздух, сировине, природни системи, итд. Претходни ставови су добра основа да размотримо принципе које можемо користити при развоју новог приступа управљања водним ресурсима условљених климатским променама.



**Принцип управљања 1: Остварити одрживо управљање водним ресурсима интеракцијом четири подсистема: појединац, организација, друштво и животна средина, који морају бити интегрисани на одговарајући начин.**

Интегрисаност извора информација, самих информација и система вредности повезују појединце, организације, друштво и животну средину у јединствен систем. Само ток извора информација и самих информација повезује појединце и организације. Системи вредности су под утицајем ова два тока, али функционишу на другачији начин. Системи вредности су настали историјским развојем друштва у оквиру односа појединаца или организације, али су били под непрестаним током информација из различитих извора информација.

**Принцип управљања 2: Два тока: токови извора и токови информација повезују појединца, организацију, друштво и подсистем животне средине. Системи вредности представљају заједничку нит на коју су различите вредности придодате токовима информација и њеним изворима.**

Сви отворени системи захтевају унос енергије – *изворе* – да би произвели резултат. Потреба за константним приступом изворима је главни механизам за функционисање подсистема. Сваки подсистем се ослања на друге подсистеме и окружење за потребе сопственог *извора*. У идеалном стању, циљеви сваког подсистема представљају подстицај за друге подсистеме да наставе да се снабдевају из својих *извора*. Животна средина пасивно врши притисак на подсистеме да обезбеде усклађеност. Додатно, животна средина може да ограничи дејство смањењем *извора* или мењањем услова који чине *извор* вреднијим/богатијим – пример тога је како климатске промене утичу на водне ресурсе.

**Принцип управљања 3: Стална потреба подсистема за изворима, истовремено међусобно независних од другог подсистема поставља ограничења и одређује понашање у оквиру система као целине.**

Информације се користе од сваког подсистема да би се донеле одлуке потребне да се осигура усклађеност са другим подсистемима и животном средином. Без тока информација из спољњег система – или подсистема – систем мора да се ослања на своје унутрашње информације/знање да би донео одлуке. Овакве околности повећавају ризик да ће подсистем скренути ван усклађених оквира сопствене целине. Без обзира на све околности, сваки подсистем константно прима сигнале из спољашњег света и сам истовремено шаље сигнале другим подсистемима. Системи који добро функционишу имају своје уграђене структуре које задржавају релевантне информације и користе те информације да би повећали шансе да употребе релевантне *изворе* за остварење својих циљева.

**Принцип управљања 4: Информација се користи од стране подсистема да би се донеле одлуке намењене за осигурање усклађености са потребама других подсистема и животном средином.**

Системи вредности дефинишу шта појединци, организације и друштва сматрају значајним: (а) врсте *извора* које ће тражити; и (б) интерпретацију *информације* која је примљена и користи се. Системи вредности су уграђени у културу друштва и организације и зависе од тих вредности прихваћених од стране појединаца који одређују како се подсистеми понашају. Коришћење система вредности може да буде активирано информацијом и поспешивано њеним током из *извора*.

**Принцип управљања 5: Вредности обезбеђују важност тока информација које су после коришћене за изворе од стране подсистема.**

Овај принцип указује да је доступност *извора* у великој мери условљена могућношћу избора. Информација о доступности даје сигнал доносиоцу одлуке (појединцу, организацији или друштву) да ли је у питању примена одговарајуће стратегије управљања или не. Зато је оптимизација приступа *извору* знања/*информација* веома важна. Најделотворније стратегије управљања директно упућују на приступ *извору*.

**Принцип управљања 6: Најделотворније стратегије одрживог управљања водним ресурсима су оне које условљавају приступ *изворима*.**

Сваки подсистем користи различите механизме за повећавање приступа *изворима*. У оквиру сваког подсистема има доста различитих интеракција и много различитих опција за оптимизацију коришћења *извора*. Новим приступом управљања водним ресурсима се управља процесом понашања. Не постоји стратегија која ће бити оптимална за сваку ситуацију. Законска регулатива сама за себе, или мере економских подстицаја, као и образовање или промена власништва, није "права" стратегија управљања. Који су доминантни утицаји на промену управљања друштвеним системом и системом вредности? Изазов у управљању водним ресурсима је управљање *системом*, кроз појединце, организације и друштво у оквиру животне средине, тако да се достигне најбољи могући резултат.

**Принцип управљања 7: Интензивнији нагласак на приступ систему управљања водним ресурсима који ће убрзати разумевање како стратегије управљања „раде“ и шта би могле да „раде“.**

На пример, када један програм управљања водним ресурсима даје нагласак економским подстицајима, други унапређењу тока информација, а трећи је усредсређен на редовне активности, веома је лако поверовати да они имају различита гледишта о приоритетима и слабе међусобне везе. Зато је потребан модел *система* који даје смисао узајамном дејству и динамици управљања. Такав *систем* омогућава усавршавање знања о ономе шта тренутно радимо, тако да можемо то радити још боље.

Сврха описивања *система* је у бољем разумевању и дефинисању најбољих места интервенције у повезаном подсистему: појединци, организације, друштво и животна средина. Управљање водним ресурсима је процес са сталним прилагођавањем и сталним напредовањем. Зато је неопходно да се има на уму – *систем* – и његове компоненте којима се управља са сталним преиспитивањем. Чиме покушавамо да управљамо? Шта желимо да постигнемо? Без новог приступа није могуће видети где се друштвена енергија или *извори* губе, а то може значајно поправити или погоршати резултате. До сада није предложен такав општи модел за управљање водним ресурсима у Србији као основа за предвиђање резултата из различитих компоненти управљачких *подсистема* и њихових комбинација у оквиру *система*.

## ЗАШТО ПРИЛАГОЂАВАЊЕ НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ?

## Научни доказ антропогеног утицаја на промену климе

Људски утицај на климатски систем је очигледан и све је већи и његове последице се опажају на свим континентима. Уколико се не спрече, климатске промене ће повећати вероватноћу озбиљног, знатног и неповратног учинка на људе и екосистеме. Постоје, међутим, могућности за прилагођавање климатским променама. Спровођење строгих мера ублажавања последица може осигурати да утицај климатских промена остане под надзором и да нам будућност буде извеснија. То су неки од кључних налаза које је објавио Међувладин панел о климатским променама (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) и саопштио их за медије 5. новембра 2014. [1]

Међувладин панел о климатским променама (IPCC) је светско тело за процену научних чињеница о климатским променама које су 1988. основали Светска метеоролошка организација (WMO) и Програм Уједињених нација за животну средину (UNEP), а одобриле су га Уједињене нације. Сврха IPCC -а је да доносиоцима одлука упућује редовне процене о климатским променама засноване на научној основи, њиховог утицаја и будућних ризика, као и могућности прилагођавања и ублажавања. Ово саопштење за медије је сажетак интегралног приказа налаза IPCC-овог Петог извештаја о процени у коме је цитирано 9200 научних радова, а резултат је рада 830 стручњака и научника из више од 30 земаља. [2] Ово је најопсежнија процена климатских промена икад урађена. Интегрални извештај потврђује да се климатске промене опажају широм света и да је загревање климатског система неоспорно. Многе од промена које опажамо од 1950-их година без преседана су у претходним деценијама, па и хиљадама година. Закључак процене је да је дошло до загревања атмосфере и океана, да се смањила количина снега и леда, да је порастао ниво океана и да се концентрација угљен диоксида повећала до нивоа какав није био у најмање последњих 800.000 година. С већом сигурношћу него у претходној процени, са чак 95-99 посто у односу на последњи извештај из 2007. године где је сигурност била 90 посто, извештај констатује да емисије гасова стаклене баште и други антропогени фактори представљају главни узрок загревања опаженог још средином 20. века.

Утицаји климатских промена се последњих деценија опажају на свим континентима и океанима. Што више људске активности нарушавају климу, то су већи ризици и представљају нарочите изазове за слабије развијене земље и угрожене заједнице, поготову због њихових ограничених могућности за суочавање с њима. Климатским су променама посебно угрожени људи који су маргинализовани у друштвеном, привредном, културном, политичком, институционалном или неком другом смислу.

"Прилагођавање на климатске промене може играти важну улогу у смањивању ризика од истих и утолико је важно јер се може интегрисати у развој и може нам помоћи да се припремимо за ризике, нешто на чему смо већ почели радити због досадашњих емисија гасова стаклене баште због којих смо и почели изграђивати

одговарајућу инфраструктуру", рекао је Вићенте Бароз, подпредседник IPCC-ове 2. радне групе – Утицаји, прилагођавање и рањивост (*Impact, Adaptation and Vulnerability*). Али прилагођавање само по себи није довољно. За ограничавање ризика од климатских промена најважније је знатно и одрживо смањивање емисија гасова стаклене баште. Како мере ублажавања последица уједно смањују стопу и опсег загревања, истовремено пружају и више времена за прилагођавање конкретном нивоу климатских промена, могуће и у трајању од више деценија. Постоји више различитих мера ублажавања којима би се у идућих неколико деценија могло постићи знатно смањење емисија и, уз вероватноћу већу од 66 посто, ограничити загревање на 2°C, што је циљ који су поставиле владе. Али одлагање додатних мера ублажавања за 2030. годину знатно ће повећати технолошке, привредне, друштвене и институционалне изазове везане за ограничавање загревања на испод 2°C током 21. века у односу на преиндустријски ниво, каже се у Петом извештају о процени IPCC -а. "Прелаз на привреду засновану на ниским емисијама угљен диоксида технички је изводљиво. Оно што нам недостаје су одговарајуће политике и институције. Што дуже одлажемо деловање, то ће нас прилагођавање и ублажавање климатских промена више коштати", рекао је Јуба Сокона, подпредседник IPCC -ове 3. радне групе - Ублажавање последица климатских промена (*Mitigation of Climate Change*). У Интегралном извештају наводи се да трошкови мера ублажавања варирају, али да неће значајније утицати на глобални привредни раст. Амбициозне мере ублажавања смањиле би тај раст за око 0,06 постотних поена. У поређењу са неминовним ризиком неповратних учинака климатских промена ризици мера ублажавања су прихватљиви. У завршном говору Петог међувладиног панела о климатским променама директор IPCC -а Рајендра Пачаури је нагласио: "Научни аргументи за проглашавање борбе против климатских промена приоритетом, јаснији су него икад. Прилика за ограничавање загревања на испод 2°C трајаће врло кратко. Да бисмо имали добре изгледе за остајање испод 2°C уз прихватљиве трошкове, глобалне емисије гасова стаклене баште требале би се смањити за 40 до 70 процената између 2010. и 2050. године и пасти на нулу или испод ње до 2100. године. Ту прилику имамо, а избор је у нашим рукама".

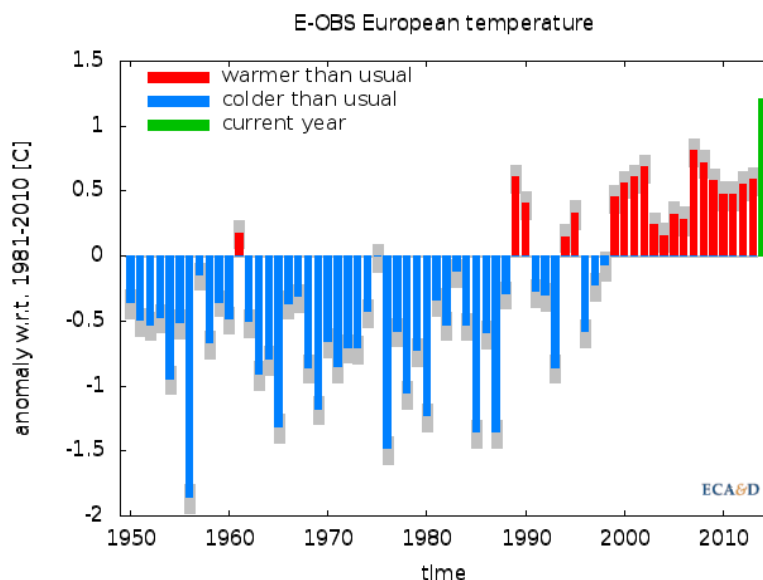
## Климатске промене у регионима Европе

### Показатељи промене и процена будуће климе

Реалност је да у Европи климатске промене доводе до виших температура, мање падавина и пораста нивоа мора. Претходни ставови су поткрепљени вишедеценијским глобалним подацима који су добијени систематским метеоролошким мерењима и пружају могућност валидног оцењивања садашњег стања и његовог поређења са претходним периодима. Иако је клима у свету била прилично стабилна у последњих 10.000 година и представљала погодно окружење за развој људске цивилизације, сада постоје јасни знаци да се клима мења. Опште је прихваћено да је ово један од најочигледнијих изазова са којим се човечанство



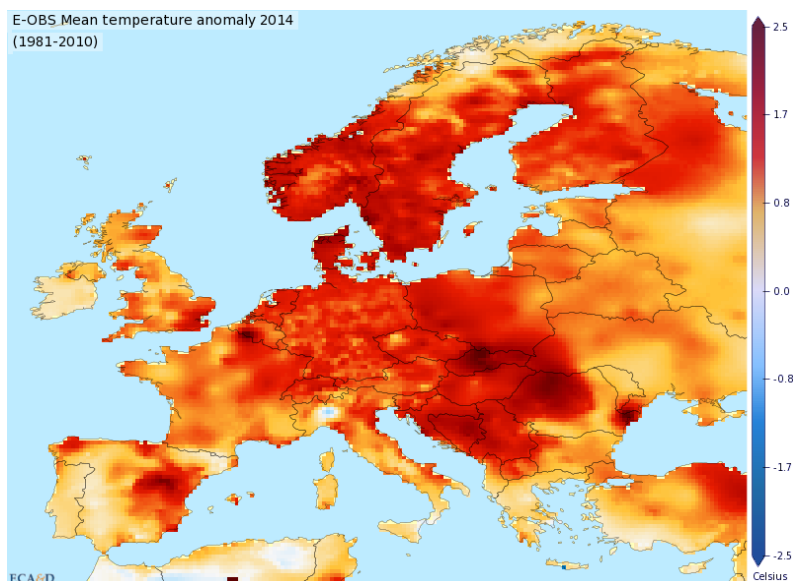
суочава. Мерења глобалних атмосферских концентрација гасова са ефектом стаклене баште (GHG) показују знатно повећање концентрација гасова од времена пре индустријске револуције, а нивои угљен диоксида (CO<sub>2</sub>) далеко премашују природне количине у последњих 650.000 година. Концентрација атмосферског CO<sub>2</sub> повећала се у периоду индустријске епохе од око 280 ppm на више од 400 ppm у 2015. години (пре десет година 380 ppm, пре годину дана 398 ppm, а 401 ppm у фебруару 2015). [3]



Слика 2. Просечне средње годишње температуре у Европи у односу на 30-годишњи просек 1981 - 2010. година. Температуре испод нормале су означене плаво, оне изнад нормале црвеном, а прелиминарна вредност за 2014. зеленом бојом.

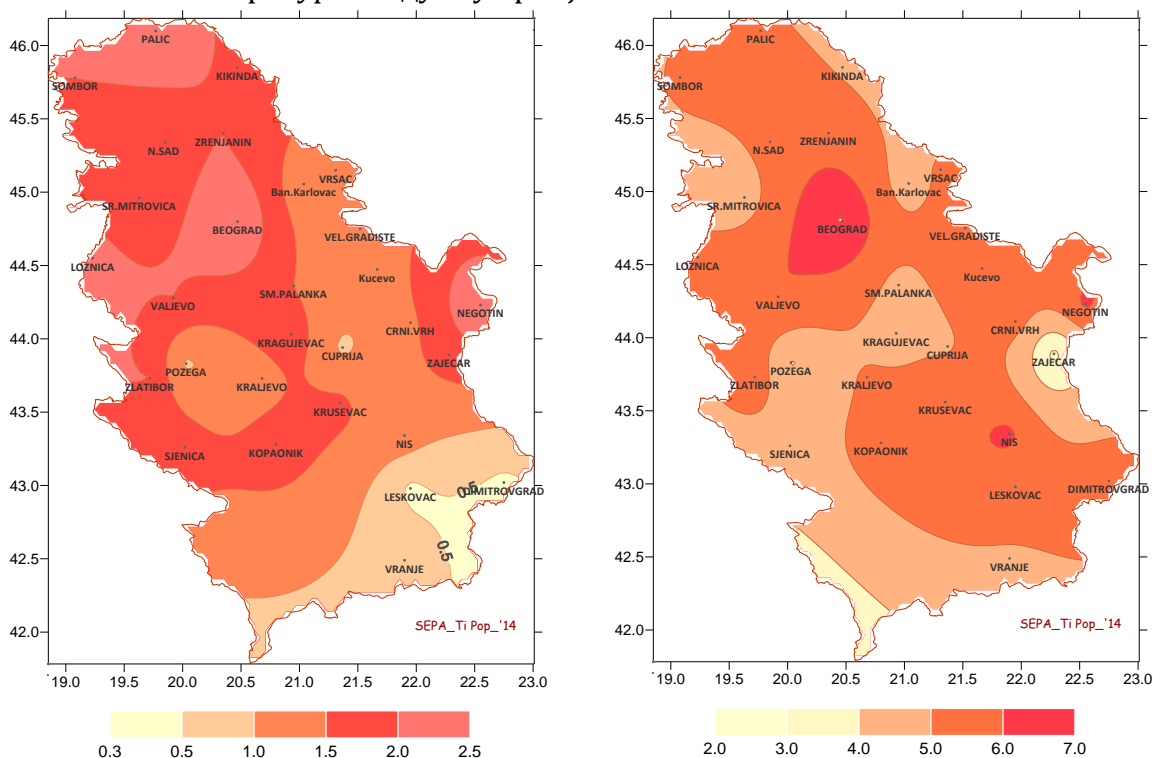
И остали кључни климатски индикатори већ превазилазе обрасце природне варијабилности у оквиру које су се развила и напредовала савремена друштва и економије. Тако се просечна глобална температура ваздуха у 2009. години повећала за 0,7 до 0,8°C у поређењу са периодом пре индустријске револуције. [4] Опажени утицаји климатских промена у свим деловима наше планете се потврђују и у Европи. (слика 2 и 3)

Изражен тренд раста температуре ваздуха присутан је и на целом подручју Србије. Географска расподела знака и интензитета тренда годишњих температура ваздуха у Србији, по подацима из периода 1951 – 2009, презентована је на слици 4 (лево). На подручју Србије доминира позитиван тренд. Благи негативан тренд карактерисе само југоисток земље. Најинтензивнији позитиван тренд температуре ваздуха је присутан на северу, подручју Лознице, ширем подручју Београда и подручју Неготинске крајине. По подацима после 1991. у целој Србији је присутан рапидан пораст температуре, слика 4 (десно). Интензитет тренда у овом периоду је вишеструко већи него у претходном. [6]



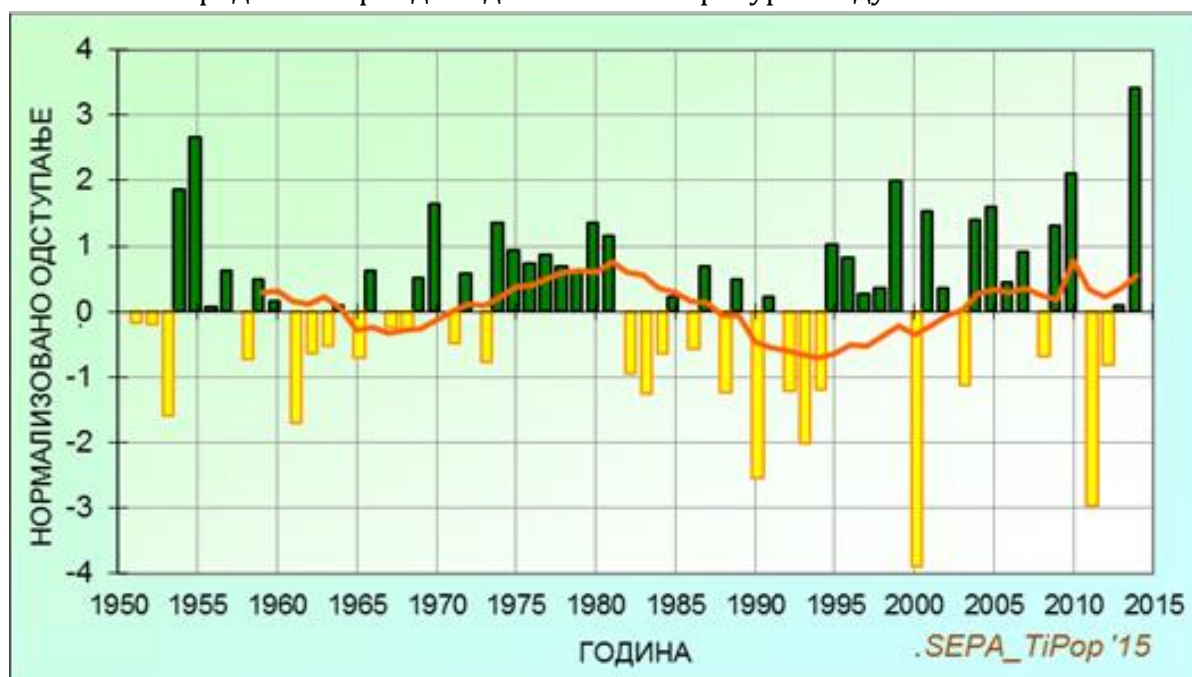
Слика 3. Карта аномалија средње годишње температуре ваздуха за 2014. у односу на климатолошки просек за период 1981 - 2010. [5]

Тренд летњих (ЈЈ) температура ваздуха, такође, има изражен позитиван тренд; анализа температурних услова у Србији, указује да смо крајем деведесетих година прошлог века изашли из опсега "нормално" и ушли у опсег "топло". Летњи период има сличне одлике. За просечне летње температуре у Србији је карактеристично да је лето 2007. било 18. узастопно лето са температуром већом од просека. На главној метеоролошкој станици Смедеревска Паланка је 24. јула 2007. године измерена температура ваздуха од чак 44.9°C, то је нови апсолутни рекорд максималне температуре ваздуха у Србији.



Слика 4. Географска расподела тренда годишње температуре ваздуха на подручју Србије

Регистровање нових температурних рекорда је настављено и у 2008. години. Током фебруара, маја и септембра, на више метеоролошких станица, забележени су нови месечни максимуми температуре; у фебруару  $25.6^{\circ}\text{C}$  – Лозница, у мају  $35.7^{\circ}\text{C}$  – Зајечар а септембру  $38.3^{\circ}\text{C}$  – Бечеј. [7] Падавине, као други основни климатски елемент, одликује већа варијабилност од температуре. И поред тога уочљиво је да, почев од осамдесетих година прошлога века, доминирају године са дефицитом падавина на подручју Србије. Од 1982. године до, закључно, 2000. године интензитет негативних одступања годишњих количина падавина за Србију, другим речима интензитет суша, се повећавао. По интензитету се издваја 2000. са екстремно јаком сушом. Сличан ход имају и вредности летњих количина падавина. У периоду после 1984. преовлађују лета која се одликују дефицитом падавина различитог интензитета. Најинтензивније летње суше биле су 2000. и 2003. године. Вреди запазити да постоји поклапање периода преовлађујућих негативних вредности тренда годишњих падавина са периодом преовлађујућих позитивних вредности тренда годишњих температура ваздуха.

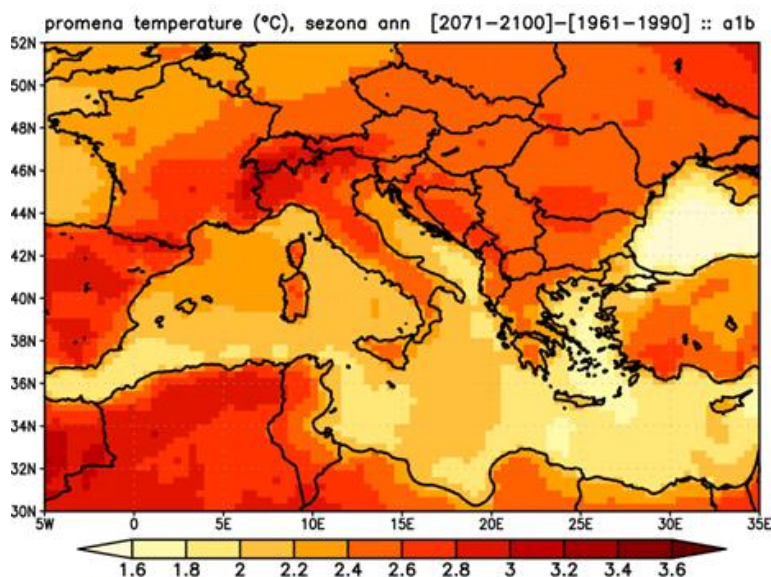


Слика 5. Нормализована одступања годишњих количина падавина у Србији, период 1951 – 2014 (Извор података: РХМЗ )

Практично је, у средњем, у Србији почетак периода раста температуре ваздуха праћен периодом редуције годишњих сума падавина. Овај тренд ће се наставити нарочито на југоистоку и истоку Србије. Промене у режиму падавина и суше имаће директног утицаја на отицај (-10% РР повлачи до -40% отицаја).

Према резултатима модела (*SINTA*, 2008) повећање средње годишње температуре у Европи на крају двадесет првог века (период 2071-2100) у односу на климатску нормалу 1961-1990, кретаће се у осегу од 2 до  $3^{\circ}\text{C}$ , уколико повећање концентрације гасова стаклене баште буде пратило сценаријо А1б. (слика 6) Иначе А1б сценарио спада у групу умерених сценарија, који предвиђа да концентрација  $\text{CO}_2$  на крају века буде око 700ppm. Уколико се век заврши са већом

концентрацијом коју предвиђају неки “агресивнији” сценарији, повећање температуре према резултатима других регионалних модела може бити душло веће у односу на ове вредности. За подручје Србије промена средње годишње температуре креће се око  $+2.5^{\circ}\text{C}$ , при чему је највећа промена средње температуре летњих месеци и износи око  $+3.5^{\circ}\text{C}$ . Промена режима падавина је нешто сложенија и за територију Србије огледа се у смањењу количине и то у осегу од  $-10$  до  $-3$  милиметара месечно, док у поједним деловима Европе може доћи и до повећања средње месечне количине падавина. Према овим резултатима нарочито изражено смањење падавина имали би у области обале Јадранског мора и деловима Алпа.

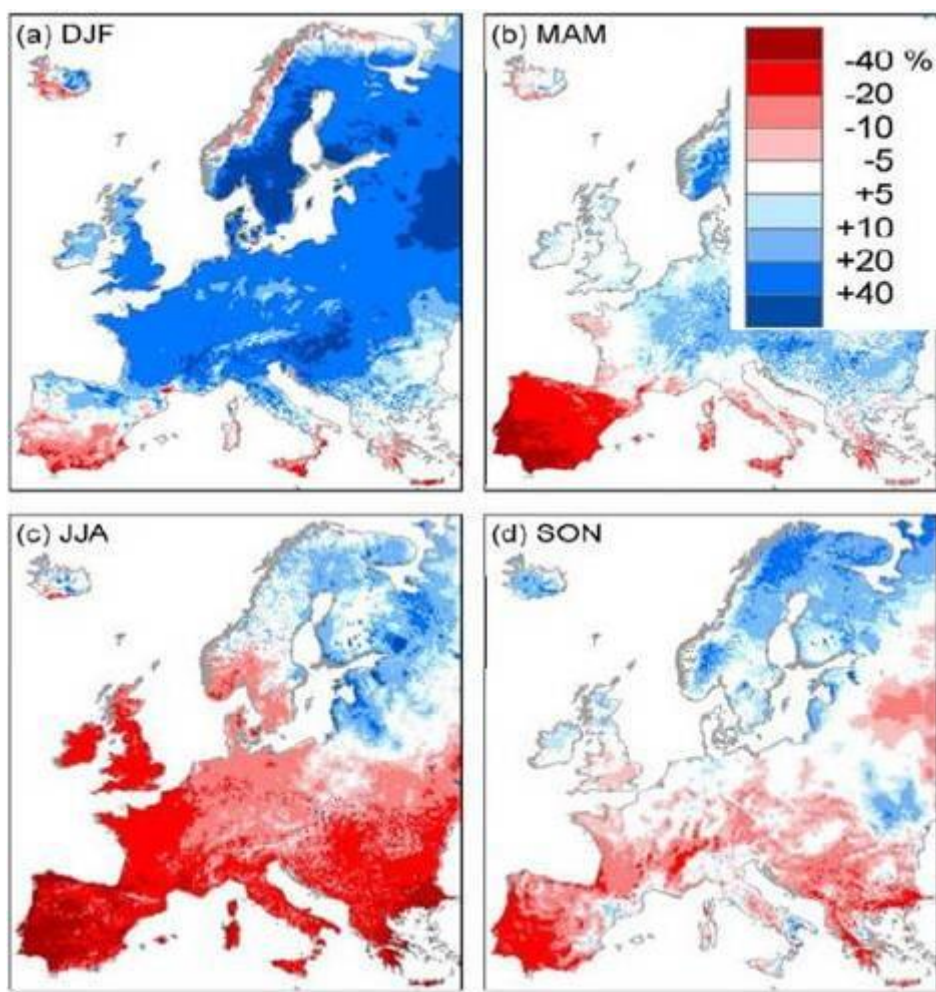


Слика 6 Повећање средње летње (ЈЈА) температуре, у  $^{\circ}\text{C}$  у Европи и Србији за период 2071-2100. у односу на климатску нормалу 1961-1990, уколико повећање концентрације GHG прати сценаријо А1б (Извор: Пројекат “SINTA”- 2008) [8]

Општа оцена је, да уколико се обистине предикције о даљем повећању присуства гасова стаклене баште у атмосфери, према резултатима модела можемо очекивати знатно топлију климу, нарочито током летњих месеци, и мању количину падавина, посебно у Медитеранском делу Европског континента. Када се говори о учешћу домаћих стручњака у регионалном моделирању климе, треба рећи да се у будућности очекује више домаћих резултата. Првенствено због тога јер се у оквиру РХМЗ-а успоставља Регионални виртуелни центар југоисточне Европе за праћење климатских промена. На основу моделирања климе и климатских елемената и параметара на европском нивоу могу се прецизније оценити и будући климатски услови у Србији. За илустрацију може послужити приказ сезонске промене количина падавина на подручју Републике Србије, (слика 7) по резултатима. [9]<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Vladimir Djurdjevic, \_Overview on climate change adaptations initiatives in the region,\_ South East European Virtual Climate Change Centre  
[http://www.sepa.gov.rs/download/strano/djurdjevic-ccaforum\\_presentation.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/strano/djurdjevic-ccaforum_presentation.pdf)



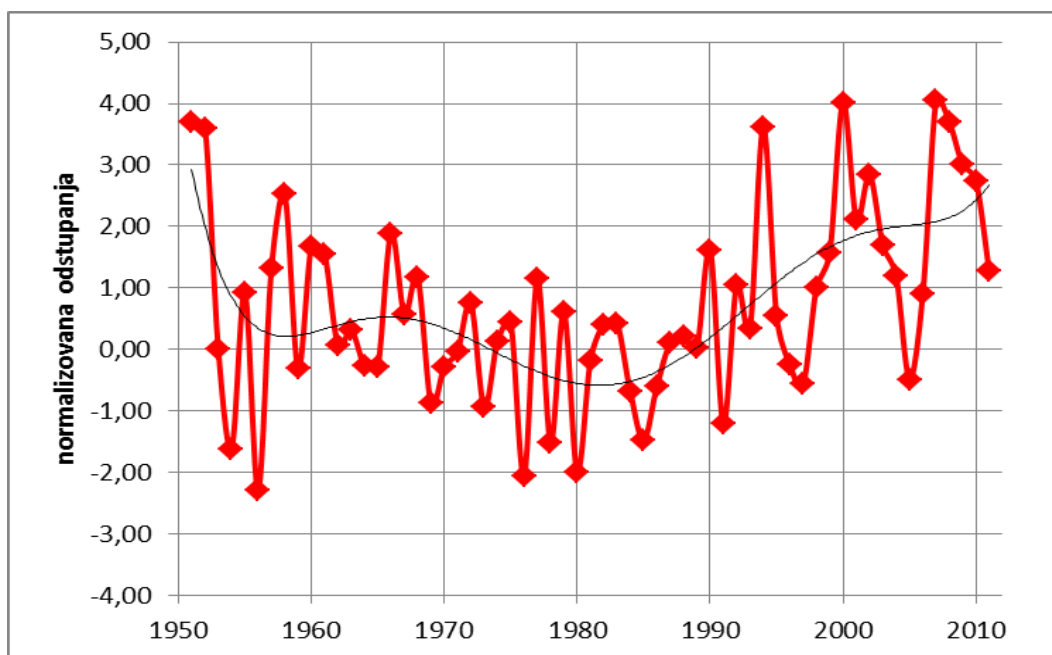


Слика 7. Релативна промена, у % нормале 1961- 1990, сезонских количина падавина у Европи до краја века (а) зима; (б) пролеће; (ц) лето; (д) јесен

Током зиме се очекује пораст падавина, у средњем за цео континент пораст за 21 %. Међутим, у деловима Медитерана се и током зиме може очекивати смањење просечних падавина. Током лета се процењује смањење падавина у преовлађујућем делу Европе, свуда осим на североистоку континента. Пројектовано смањење за целу Европу износи 11%. У Србији се, и по овим резултатима, очекује изразито смањење падавина током лета. Мање смањење просечних падавина се очекује током јесени. Промене током зиме и пролећа имају други знак, очекује се повећање. Обзиром на процене да су смањења током лета и јесени изразитија од пораста током зиме и пролећа, а имајући у виду и годишњи ход падавина, може се закључити да се на годишњем нивоу у Србији очекује смањење количина падавина. Приказ и анализа климатских фактора који утичу на водни биланс сливова Поморавља могу илустровати последице оваквих пројекција.

Резултати систематских метеоролошких мерења реализованих на Главним (синоптичким) метеоролошким станицама Смедеревска Паланка, Крагујевац, Ђуприја, Пожега, Краљево, Крушевац, Ниш, Димитровград, Лесковац и Врање систематизоване су за показатеље просечних годишњих температура ваздуха и падавина. [10] Просечне годишње температуре ваздуха за регион Поморавља,

представљене нормализованим одступањем од стандардне климатолошке нормале Н61-90, дате су за период 1951–2011. година. ([Графикон 1.](#))



Графикон 1. Температурни услови за регион Поморавља: период 1951–2011.

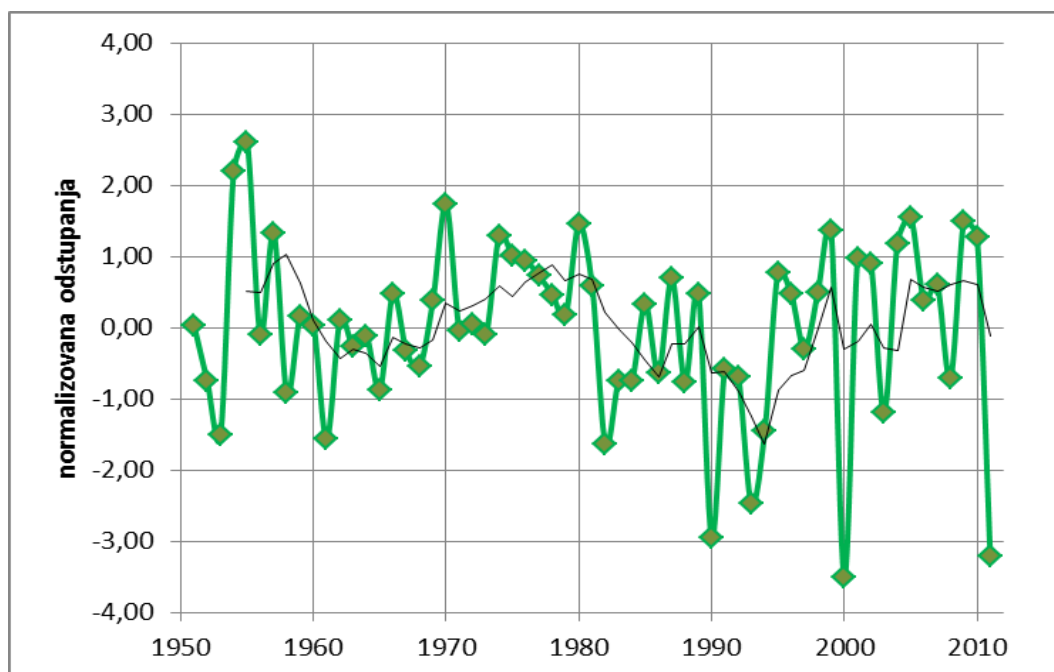
Са [графикана](#) је уочиљиво да од почетка обрађеног низа података до 1983. године температуре ваздуха имају опадајући тренд. Од 1983. године почиње пораст годишње температуре ваздуха који и данас траје. Унутар овог истраживања, у периоду од 2001 до 2010. године вредности температуре ваздуха су доминантно више од просека. Анализа показује да су 2007, 2008 и 2009. година екстремно топле године ([Графикон1](#), нормализована одступања већа од +3), а 2001, 2002 и 2010. година веома топле ([Графикон1](#), нормализована одступања између +2 и +3), док су топлије од нормале биле 2003, 2004 и 2011. година ([Графикон1](#), нормализована одступања између +1 и +2). Значи да су у границама нормале биле 2005 и 2006. година ([Графикон1](#), нормализована одступања између -1 и +1).

Падавине су једна од најважнијих климатских карактеристика и с обзиром на карактеристике рељефа региона Поморавља нису најправилније распоређене у простору и времену. Ход сума годишњих количина падавина за регион Поморавља, представљених нормализованим одступањем од стандардне климатолошке нормале Н61-90, дат је за период 1951–2011. година. ([Графикон 2.](#))

Уз изражене осцилације, просечне годишње суме падавина до 1980. године имају растући тренд, а потом до 1994. године опадајући тренд, а након тога, опет генерално доминира тенденција растући тренд. При томе треба имати у виду да су падавине, у поређењу са температуром ваздуха, климатски елемент са много изражајнијим осцилацијама. То добро илуструје 2000. година са екстремно јаком сушом која се јавила у периоду са тенденцијом пораста годишњих вредности падавина. У периоду 2001-2010. година доминирају вредности годишњих сума



падавина веће од просека, али најчешће у границама нормале, док су кишније од нормале биле 2004, 2005, 2009 и 2010. година.

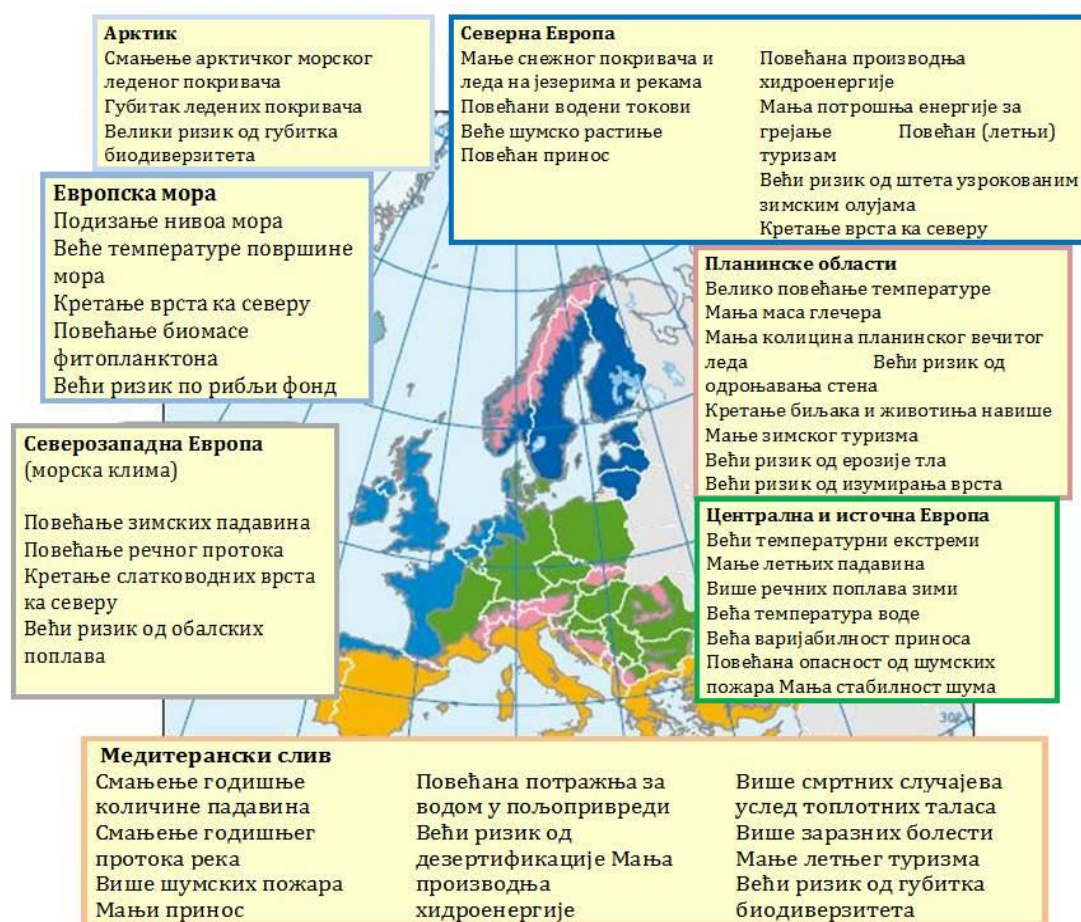


Графикон 2. Оцена количина падавина за регион Поморавља: период 1951–2011.

Ови резултати анализа климатских услова у региону Поморавља потврђују исправност изреченог става да ће пројекције климатских промена имати негативне ефекте на запремину годишњег водног биланса на територији Србије. (Детаљније видети у *Други део: Расположивост и коришћење водних ресурса Србије*)

### Утицаји климатских промена и степен угрожености

Основне последице климатских промена које се очекују у Европи су већи ризик од морских и речних поплава, суша, губитка биодиверзитета, као и угрожавање људског здравља и наношење штете економским секторима као што су енергетика, шумарство, пољопривреда и туризам. У појединим регионима створиће се нове могућности, као на пример побољшана пољопривредна производња и шумарство у северној Европи. Пројекције климатских промена указују на то да ће се погодност неких региона за туризам – нарочито у области Средоземног мора – умањити током летњих месеци, иако се клима може побољшати у току других годишњих доба. На сличан начин, може доћи до стварања нових прилика за ширење туризма у северној Европи. Међутим, дугорочно гледано са све већим екстремима, у многим деловима Европе вероватно ће преовлађивати неповољнији временски утицаји. [11]



Слика 8. Утицаји и дејство климатских промена за основне биогеографске регионе Европе [12]

Климатске промене и њени утицаји неће се појављивати равномерно у Европи. Различити региони ће искусити различит интензитет промене. У табеларном прегледу презентована су пет европских региона и Србија груписани према пројектованим климатским променама.

Пројектоване климатске промене се заснивају на анализи осам климатских промена које су процењене на основу поређења 1961-1990. и 2071-2100. климатских пројекција из IPCC сценарија А1Б. Анализа показује да различити региони могу имати сличне карактеристике климатских промена, с тим што треба узети у обзир да поједине државе које припадају одређеном региону могу имати веома различите климатске карактеристике различите од груписања према пројектованим климатским карактеристикама.

Последице климатских промена у Европи ће знатно варирати, најизраженији утицаји се очекују у басену Медитерана, северозападној Европи, на Арктику и у планинским пределима. У случају Медитеранског слива, очекује се да ће све веће просечне температуре и смањена расположивост воде још више погоршати тренутну осетљивост на суше, шумске пожаре и топлотне таласе. Истовремено, у северозападној Европи, ниске приобалне области суочаваће се са изазовом подизања нивоа мора и већим ризиком од налета олуја.

Табела 1. Европски региони груписани према пројектованим климатским променама [13]

	Северна и централна Европа	Северна и западна Европа	Северна Европа	Јужна и централна Европа	Европска област Медитерана	Србија
<b>Промена ср. год. темп.</b>	+	+	++	++	++	++
<b>Смањење бр. мразних дана</b>	--	-	--	--	-	--
<b>Промена у ср. год. бр. летњих дана</b>	+	+	0	++	++	++
<b>Релативна промена у ср. год. падавинама у зимским месецима</b>	+	+	++	0	-	0
<b>Релативна промена у ср. год. падавинама у летњим месецима</b>	-	-	0	--	--	-
<b>Промена ср. годишњег бр. дана са јакам кишама</b>	0	+	+	0	-	+
<b>Релативна промена ср. годишњег испаривања</b>	+	0	+	0	-	0
<b>Промена ср. год. бр. дана са снежним покривачем</b>	-	0	--	0	0	-

Напомена: ++ снажно повећање; + повећање; 0 незнатан подстицај за карактеризацију промена; смањење; -- снажно смањење.

На Арктику се предвиђају повећања температуре изнад просека, што врши посебан притисак на арктичке веома осетљиве екосистеме. Додатни притисак на животну средину може да омогући лакши приступ резервама нафте и гаса, јер ће се ледени покривач смањивати. У планинским областима доћи ће до знатних проблема као што је смањење снежног покривача, што ће имати за последицу потенцијални негативни утицаји на зимски туризам и губитак врста. Уочава се већ сада повлачење европских глечера, што може негативно утицати на

управљање водним ресурсима у низводним подручјима. Алпски глечери су смањили око две трећине своје запремине од педесетих година 19. века, а од осамедесетих година 20. века се овај процес приметно убрзава. [11]

Управљање водним ресурсима разликује се од управљања другим ресурсима јер се вода креће у хидролошком циклусу, зависи од климатских утицаја, а расположивост воде се мења у простору и времену и она повезује различите регионе и друге медијуме животне средине. Предвиђа се да ће климатске промене у свим регионима Европе угрозити акватичке екосистеме, јер загревање површине воде може на више начина утицати на квалитет воде и њену употребу. Велика је вероватноћа да ће доћи до поспешивања развоја алги, кретања слатководних врста према северу и до промена у фенологији. У морским екосистемима климатске промене ће угрозити географску дистрибуцију планктона и риба и утицати на промену времена пролећног цветања фитопланктона, што ће извршити додатни притисак на рибљи фонд и одговарајуће економске активности. Велики потенцијални утицај климатских промена је на хидролошки циклус услед промена у температури, падавинама, глечерима и снежном покривачу. Средњи годишњи речни проток ће се сигурно повећавати на северу и смањивати на југу и тај тренд ће се још појачати са будућим глобалним загревањем. Извесне су и велике промене у сезонским догађајима, са малим водама лети и великим водама зими, што ће имати за последицу веће суше и „водни стрес“ нарочито лети у јужној Европи. Биће учесталије поплаве у већини речних сливова, нарочито зими и у пролеће. Вода која се користи у пољопривреди, индустрији, комуналном снабдевању и туризму знатно оптерећује постојеће резерве тако да потражња често превазилази локалну расположивост. У многим подручјима Европе овај сукоб природних потреба и вештачког утицаја биће појачан климатским променама.

Предвиђа се такође да климатске промене донесу повећан ризик од топлотних таласа и њихов утицај на здравље људи. Осим тога, један број болести које преносе инсекти, као и епидемије болести које се добијају од заражене воде и хране вероватно ће се чешће догађати са све већим температурама и учесталијим екстремним временским појавама. У одређеним деловима Европе то је предност, јер ће бити мање смртних исхода насталих смрзавањем. Очекује се, међутим, да ће негативне последице високих температура однети превагу над овим предностима.

Најдраматичнији утицај топлотних таласа је повећање стопе морталитета и зависи од способности тела да одржи унутрашњу температуру на око 37°C. Географска локација и просечна температура уско су повезани са морталитетом као последицом утицаја топлотних таласа. Стопа смртности зависи и од броја старијих становника, густине насељености, културних навика, али и од друштвеног стандарда. У табеларном прегледу дате су граничне вредности температуре више европских градова које описују релативну нелагодност условљену топлотом и високом влажношћу које изазивају здравствене проблеме становништва. ([табела2](#))

Табела 2. Температуре (°C) у градовима Европе - праг осећаја нелагодности [13]

Атина	32.7	Љубљана	21.5	Рим	30.3
Барселона	22.4	Лондон	23.9	Стокхолм	21.7
Будимпешта	22.8	Милано	31.8	Турин	27.0
Даблин	23.9	Париз	24.1	Валенсија	28.2
Хелсинки	23.6	Праг	22.0	Цирих	21.8

Анализа топлотних таласа помоћу климатског индекса (*HWDI*) урађена за градове Београд и Ниш за зимску и летњу сезону је показала да највећу частину имају најкраћи таласи (они који су трајали 6 дана), док је више топлотних таласа забележено у зимској сезони у односу на летњу сезону. У Нишу је забележен већи број топлотних таласа (зими и лети) и дуже су трајали и достигали су већу јачину у односу на топлотне таласе у Београду из разлога израженије континенталности. Од средине 80-тих година прошлог века топлотни таласи имају већу частину и јављају се у просеку сваке године (или се чак годишње јави и више од једног топлотног таласа). Пре 80-тих просек је био да се топлотни талас јавља једном у две године (Ниш лети) или чак једном у три године (Београд лети). [14]

За стварање отпорности на климатске утицаје неопходно је да земље Европе учине напоре усмерене на прилагођавање. „Прилагођавање“ се дефинише као прилагођавање природних или људских система на реалне или очекиване климатске промене или последице тих промена у циљу ублажавања штете или искоришћавања позитивних страна тих промена. У мере прилагођавања спадају:

- технолошка решења („сиве“ мере);
- прилагођавање засновано на екосистему („зелене“ мере); и
- политички приступи („мекане“ мере).

У практичне примере мера прилагођавања спадају системи раног упозоравања на топлотне таласе, суше и управљање ризицима од несташице воде, управљање потражњом за водом, диверзификација усева, одбрана од обалских поплава, управљање ризицима од катастрофа, економска диверзификација, осигурање и управљање начинима коришћења земљишта. Очигледно је да ће предвиђене климатске промене вршити притисак на животну средину на све сложеније и разноврсније начине.

Данашњи главни изазови у области животне средине системског су карактера и не могу се решавати изоловано. Резултати процена четири приоритетне области – климатске промене, природа и биодиверзитет, коришћење природних ресурса и отпада, животна средина и здравље – указују на постојање низа директних и индиректних веза између изазова у области животне средине. ([табела 3](#))



Табела 3. Повезаност изазова у области животне средине [11]

Како вертикално утиче на хоризонтално	Климатске промене	Природа и биодиверзитет	Коришћење природних ресурса и отпада	Животна средина и здравље
<b>Климатске промене</b>		<b>Директне везе:</b> Промене фенологије, инвазивне врсте, промене количине воде коју земља не може да упије	<b>Директне везе:</b> Промене у условима раста биомасе	<b>Директне везе:</b> Пораст топлотних таласа, промене у болестима, квалитет ваздуха
<b>Природа и биодиверзитет</b>	<b>Директне везе:</b> Испуштање гасова са ефектом стаклене баште (пољопривреда, шумарство, количина угљендиоксида) <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености		<b>Директне везе:</b> Услуге екосистема, безбедност хране и воде <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености земљишта Преко поплава и суша	<b>Директне везе:</b> Зоне за рекреацију, регулисање квалитета ваздуха, лекови <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености земљишта Преко поплава и суша
<b>Коришћење природних ресурса и отпада</b>	<b>Директне везе:</b> Испуштање гасова са ефектом стаклене баште (производња, издвајање, управљање отпадом) <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености земљишта Преко поплава и суша	<b>Директне везе:</b> Осиромашење залиха, загађење воде, загађење и квалитет ваздуха <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености земљишта Преко поплава и суша Преко потрошње		<b>Директне везе:</b> Опасан отпад и емисије; загађење ваздуха и воде <b>Индириктне везе:</b> Преко промена у покривености земљишта Преко поплава и суша Преко потрошње



Неке везе утицаја климатских промена и степена угрожености описане у овом прегледном поглављу су директне, јер промене везане за један проблем у области животне средине могу директно да узрокују притисак другог. Такође, када промене у једном проблему изазову повратну реакцију у другом, и обратно, јављају се и бројне индиректне везе.

## Политика и климатске промене

Могуће последице глобалног загревања ће бити разорне, а могући штетни утицаји огромни. Ово су два кључна става који су се из научних кругова пренели у медије, политичари их све више уважавају и компаније промовишу кроз своје стратегије друштвене одговорности.<sup>3</sup> Питање глобалног загревања је тако постало најозбиљнији еколошки изазов нашег времена које се изучава и ван матичних научних дисциплина.<sup>4</sup> Све је више књига које мање говоре о климатским променама и метеоролошким феноменима, а више о политици у вези са климатским променама. У једној од њих, која је социолошка студија, анализирају се последице глобалног загревања и наводе пет могућих штетних утицаја. [15]

*Први* од штетних утицаја се односи на подизање нивоа мора. Глобално загревање ће довести до отапања поларних ледника и загревања и ширења океана. Ниво океана и мора би се подигао, а градови у близини обала би били поплавлени. Ако би се ниво мора подигао за један метар, Бангладеш би изгубио седамнаест процената, Египат дванаест процената, а Холандија шест процената својих територија.

*Други* могући штетни утицај је претварање плодног тла у пустињско.

*Трећи* штетни утицај је ширење заразних болести. Глобално загревање би омогућило неким организмима, комарцима посебно, да преносе и шире заразне болести (маларија, жута грозница) и у земљама које их нису имале. Ако би температура порасла за 3 до 5°C, тада би се број оболелих од маларије повећао и до 80 милиона случајева годишње.

*Четврти* могући штетни утицај су лоше жетве, при чему ће глобално загревање довести и до пада пољопривредних приноса и егзистенцијалне угрожености у већини најсиромашнијих земаља југоистоцне Азије, Африке и Латинске Америке.

---

<sup>3</sup> Једна од највећих мултинационалних компанија је у годишњем обраћању (2010) под насловом „Политика о климатским променама“ обавестила јавност да „тежи да ограничи свој утицај на климатске промене и да се у обављању свих својих пословних активности руководи принципом одрживости“. Порука ове компаније говори да сматрају како индустрија игра кључну улогу у проналажењу одрживих решења за климатске промене данашњице.

<sup>4</sup> О феномену глобалног загревања и климатским променама, као и њиховим могућим последицама, видети: Гиденс, Е, *Социологија*, Економски факултет, Београд, 2005, стр. 636-641.

Пети могући штетни утицај су промене климатских образаца. Иако релативно стабилни хиљадама година, под утицајем глобалног загревања климатски обрасци би се могли пореметити под утицајем суша, олуја, урагана, поплава.<sup>5</sup>

Говорећи о проблемима који собом носе сценарији о климатским променама Е. Гиденс истиче да постоје два правца или приступа: скептички и оптимистички. У мањински правац спадају *скептици* који сматрају да глобално загревање не представља последицу антропогеног деловања људских активности и да пораст температуре и није ништа ново. Геолози, који припадају овом правцу, тврде да су у последњих 1500 година климатске промене резултат утицаја мењања положаја сунчаних пега, и да се управо сада налазимо у фази загревања. Али, већ након ове фазе следи фаза леденог доба, односно након релативно благе климе у којој сада живимо наступа ледено доба, и то је оно што би, према мишљењу скептика, требало да нас забрињава. Скептици сматрају да се тренутно климатским променама као *ризик* погрешно придаје већи значај у односу на значајније проблеме који представљају веће ризике, као што су: сиромаштво, сида и нуклеарно наоружање. Говорећи о ризицима и одбацујући причу о глобалном загревању, скептици истичу да живимо у „добу страховања“ међу којима се наводе и ти ризици климатских промена. По њима, ми живимо у „новом добу предрасуда“ које снажно подсећа на „масовне панике у прошлости“ као што су некада биле оне у вези са ловом на вештице. Страхови и страховања су део нашег свакодневног живота у оквиру којег нас плаше „тајанственим и смртоносним“ вирусима и бактеријама којима смо окружени, отровним супстанцама које се налазе у нашим кућама, на радним местима и у природи, а врхунац таквих страховања се односи на страх од глобалног загревања.

Другом правцу размишљања припадају *оптимисти*. Укратко, они одбацују „причу“ о „судњем дану“ сматрајући да смо превише обузети безбедношћу и да зато у свему видимо претње што нас доводи до брига и страхова, стрепњи и у крајњем до осећаја немоћи. Наводећи ова два приступа о климатским променама аутор читаоца води кроз широки тематски оквир, додирујући питања технологије, тржишта, цивилног друштва, обновљивих извора енергија, односа развијених и неразвијених земаља, богатих и сиромашних, тако да он постаје склонији да прихвати став оптимиста. Књига *Климатске промене и политика* је зато подстицајна јер у многим стихијским процесима глобализације који угрожавају живот на Земљи нуди нека рационална решења еколошких проблема. У том смислу аутор и завршава текст књиге на следећи начин: „Много тога се може урадити на смањивању емисија штетних гасова без додатних трошкова. Али област технологије је најзначајнија област у којој важи начело да нам нагли квантитативни пораст моћи који је проузроковао опасности којима смо изложени може помоћи да се суочимо с њима. Ново мрачно доба, ново доба просвећености, или можда збуњујућа мешавина оба та доба – шта нам предстоји? Та трећа

---

<sup>5</sup> Дванаестоминутно предавање: Гевин Шмит (Gavin Schmidt) - Нови обрасци климатских промена. <http://www.universalsubtitles.org/it/videos/63VYbBPsy2N/sr/797898/>

могућност је, по свој прилици, највероватнија. У тој ситуацији морамо гајити наду да ће на тој ваги превагнути страна доба просвећености“.

Екстремни догађаји којих смо били сведоци у нашој земљи, поготову поплаве у мају 2014. године указују на велики распон осетљивости простора и потребу за повећањем његове отпорности у процесу просторног планирања у домену прилагођавања климатским променама. У сектору вода кључне области и мере су *управљање природним катастрофама* – применом одговарајућих мера заштите од поплава и мапирањем плавних подручја, успостављањем јасних правила коришћења земљишта и услова грађења у угроженим зонама; и *управљање водама* – изградом и спровођењем планова који обухватају различите аспекте заштите од поплава, заштите вода од загађивања и планирање и изградња инфраструктуре за снабдевање водом и каналисање. Планирање и спровођење мера у претходно наведеним областима зависи и од унапређења *базе знања* и њене доступности и пријемчивости доносиоцима одлука од нивоа државних органа до локалне самоуправе. Циљ објављивања ове публикације је у њеном доприносу да „превагне страна доба просвећености“.

## РАСПОЛОЖИВОСТ И КОРИШЋЕЊЕ ВОДНИХ РЕСУРСА СРБИЈЕ

## Криза воде и принципи одрживог развоја

Изазов у остварењу концепта одрживог развоја условљен је пресијом људских активности на природне ресурсе, обновљиве и необновљиве, при чему се издвајају три кризне области: обезбеђење хране, снабдевање енергијом и заштита животне средине. Заштита и коришћење вода као обновљивог ресурса је проблем присутан у свим овим областима. Вода је у процесу производње хране и енергије сировина и средство за рад, а у заштити животне средине је очување квалитета и заштита од штетног деловања вода најважнији проблем. Развој технологије, демографски раст и убрзана урбанизација доводе до повећања потрошње воде, истовремено увећавајући степен загађења што условљава све строжије захтеве у погледу квалитета. Ови аспекти нас упућују на дефиницију која је дата у Националној стратегији одрживог развоја Републике Србије где се одрживи развој дефинише као *„дугорочни концепт ...који... подразумева стални економски раст који, осим економске ефикасности, технолошког напретка, више чистијих технологија, иновативности целог друштва и друштвено одговорног пословања, обезбеђује смањење сиромаштва, дугорочно боље коришћење ресурса, унапређење здравствених услова и квалитета живота и смањење загађења на ниво који могу да издрже чиниоци животне средине, спречавање нових загађења и очување биодиверзитета“*. [16]

Ова дефиниција је једна од многобројних проширења оригиналне мисли која се налази у извештају Уједињених нација - Светске комисије за животну средину и развој из 1987. године, где стоји: *„одрживи развој је развој који излази у сусрет потребама садашњице, а да не угрожава способност будућих генерација да задовоље своје сопствене потребе“*. [17] Када се ови принципи примене на водне ресурсе онда се може рећи да одрживи системи водних ресурса треба да буду пројектовани према принципима одрживог развоја тако да у потпуности испуњавају циљеве друштва данас и у будућности, тако да се њима управља одржавањем еколошког и хидролошког недирнутог стања. Довољно је јасно да је потпуна одрживост система водних ресурса, према овој дефиницији, мало вероватна као што и сами принципи одрживог развоја и данас изазивају доста контраверзи.

Принципи одрживог развоја се могу упростити на примеру водних ресурса увођењем појма криза воде. Криза воде се сматра присутном ако није задовољен било који од следећих *фактора кризе*:

1. ако водни ресурси нису довољни по количини и квалитету за планиране намене коришћења,
2. ако водни ресурс није дистрибуиран на дату локацију у одговарајуће време, и
3. ако су трошкови изградње и експлоатације неприхватљиви по економским критеријумима.

Криза воде се може избећи или се могу умањити њене последице по укупни развој, дугорочним стратешким опредељењем, концептом одрживог планирања водних ресурса поштовањем следећих *принципа одрживости*:

1. Смањење специфичне потрошње воде, нарочито у индустрији поступним преласком на технологије са обавезном рецикулацијом и виšekратним коришћењем воде.
2. Планирање урбаног и индустријског развоја према расположивим водним ресурсима у складу са водопривредним могућностима и проблемима заштите вода.
3. Заштита постојећих и потенцијалних изворишта воде за пиће мерама просторног планирања и политиком заштите.
4. Пречишћавање индустријских и комуналних отпадних вода пре њиховог упуштања у водотоке као најважнијом мером заштите и унапређења животне средине.
5. Антиерозиона заштита сливова и регулација река уређењем обала као предуслов за урбанизацију насеља.

Ако индикатор схватимо као степен испуњења утврђених критеријума онда се могу размотрити следећи приступи за дефинисање еколошке одрживости урбаних система за водоснабдевање и одвођење отпадних вода:

1. Еколошка одрживост дефинисана као сагласност са политички утврђеним критеријумима квалитета животне средине.
2. Еколошка одрживост дефинисана уз помоћ научно утврђених нивоа критичног оптерећења и капацитета носивости.
3. Еколошка одрживост дефинисана уз поштовање *критеријума одрживости*.

Први приступ значи да се за неку активност може рећи да је одржива уколико је у складу са политички утврђеним критеријумима заштите животне средине.<sup>6</sup>

Други приступ се заснива на концепту критичног оптерећења и капацитета носивости у погледу максималног загађења или експлоатабилних могућности које неки екосистем може да поднесе, а да *оптерећење/притисак* не проузрокује штетне или негативне ефекте.<sup>7</sup> Трећи приступ се може формулисати преко *критеријума одрживости* који дефинишу оцену одрживости извесне активности или система као целине коришћењем одговарајућих индикатора. Методолошки приступ креирања и пример израчунавања индикатора одрживог управљања

---

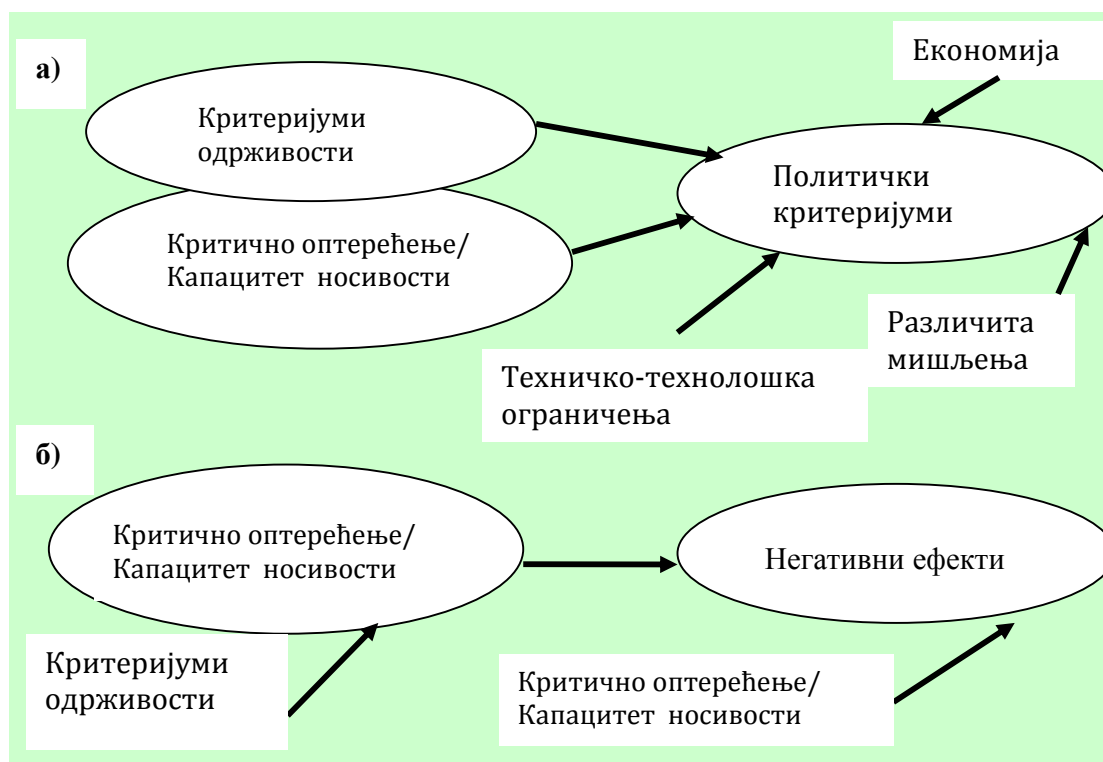
<sup>6</sup> Миленијумски циљеви развоја Србије (2006), Национални програм заштите животне средине (2007), Национална стратегија одрживог развоја Србије (2008).

<sup>7</sup> (1) Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода, „Сл. Гласник РС“, бр. 74/2011; (2) *Водопривредна основа Републике Србије* (2001) је базни документ којим је утврђена основна стратегија коришћења вода, заштите вода и заштите од вода на јединственом водопривредном простору.



системима за водоснабдевање и одвођење отпадних вода представљен је у наредном делу овог поглавља.

У стварности је тешко ове приступе одвојити један од другог. Често су политички утврђени критеријуми резултат *критеријума одрживости* и емпиријски утврђених нивоа капацитета носивости и критичног оптерећења, као што је приказано на [слици 9](#). Док се приступ капацитета носивости и критичног оптерећења заснива на научним резултатима, дотле на политички утврђене критеријуме више утичу економија, техничко-технолошка ограничења и различита мишљења.



Слика 9. Однос између три приступа за дефинисање еколошке одрживости управљања водним ресурсима

На [слици 9](#) приказан је однос између *критеријума одрживости* и критичног оптерећења. *Критеријуми одрживости* се више односе на активности које се одвијају у функционисању урбаних система за водоснабдевање и одвођење отпадних вода, док се капацитет носивости и критична оптерећења односе на ефекте одређених активности.

### Узрочно-последичне везе и односи у водном екосистему

Одређивање индикатора одрживог развоја је суштински предуслов за унапређење одрживог друштва, тако да су се током деведесетих година прошлог века појавили бројни програми који су имали за циљ израду индикатора као квалитативних и

квантитативних показатеља одрживог развоја. Већина земаља, преко својих научних институција и у оквиру билатералне сарадње, чини напоре да испуни обавезе из Декларације у Рио де Жанеиру 1992. године, који се односе се на израду и усвајање сета индикатора одрживог развоја.

Почетну иницијативу у овој области је дала Комисија Уједињених нација за одрживи развој (UN CSD) предложивши индикаторе одрживог развоја који се базирају на концепту међусобне повезаности. Релевантни индикатори за питања одрживог развоја систематизовани су тако у оквиру шеме *DSR* (*покретачки фактор – стање - реакција*). Индикатори *покретачких снага* (*D*) представљају људске активности, процесе и узроке који имају утицаја на одрживи развој, индикатори *стања* (*S*) указују на постојеће стање одрживог развоја (последике), а индикатори *реакција* (*R*) на мере политике и друге одговоре на промене у стању одрживог развоја. Наставак овог концепта је део документа ЕУ *Оквирна директива о води* (WFD) који се односи на анализу индикатора притиска и утицаја на акватичне екосистеме као главне узрочнике загађења вода. Европска агенција за животну средину (ЕЕА) за потребе извештавања о проблемима животне средине користи оквир који се заснива на односу између природног и вештачког екосистема (животне средине и људских активности).



Слика 10. Узрочно-последичне везе између природног и вештачког екосистема у сектору вода

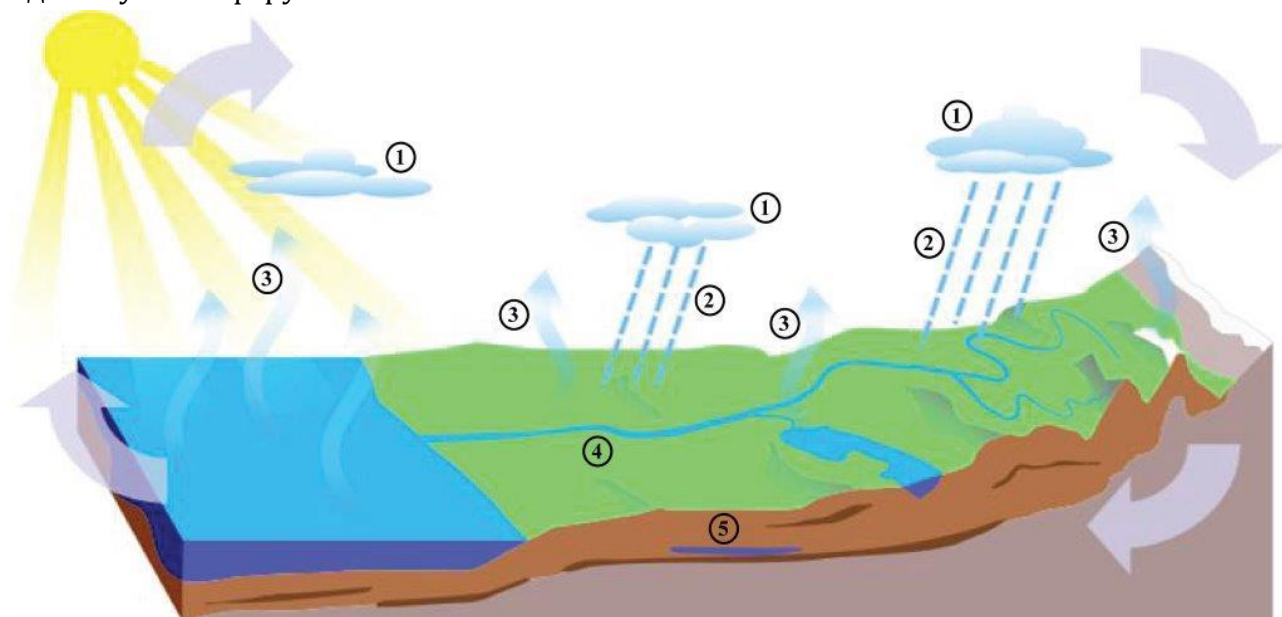
Ови односи су представљени оквиром *DPSIR* (Покретач – Притисак – Стање – Утицај – Реакција), а еколошки показатељи унутар овог система одсликавају све

узрочно-последичне везе. Тако је *покретачка снага (Driving Force)* антропогена активност која има утицај на животну средину (нпр. пораст броја становника), а *притисак (Pressure)* директна последица активности (нпр. количине изливених отпадних вода из канализационих система). Са друге стране индикатори *стања (State)* указују на постојеће стање животне средине (нпр. квалитет водопријемника као последица изливања отпадних вода, физичко-хемијски показатељи), док је *утицај (Impact)* последица притиска на животну средину (нпр. угинуле рибе). Индикатори *реакције/одговора (Response)* описују мере или инвестиције и друге реакције на промене стања животне средине (нпр. количине пречишћених или рециклираних отпадних вода у односу на укупне).

Овим приступом се може разрадити сет индикатора у оквиру међусобне повезаности индикатора узрока, стања, последица и одговора са примером узрочно-последичних веза. Неспорно је да незаобилазне међусобне повезаности социјалних, економских, институционалних, других појава у животној средини постоје код индикатора према оквиру *DPSIR*. Зато концепт одрживог управљања водним ресурсима захтева вишедимензионалне индикаторе који показују везу између економије, екологије и друштва дате заједнице.

## Основе водопривредног биланса Србије

Водопривредни биланс на националној територији је у директној вези са хидролошким циклусом као глобалним геофизичким процесом и природним феноменом преко кога се остварује глобална трансформација вода између атмосфере, биосфере и хидросфере. Водена пара која се налази у атмосфери кондензује се и враћа на површину земље у облику падавина (киша, снег, слана, лед). Након доласка на површину земље вода се делимично акумулира у земљишту, површински или подземно отиче у језера и мора, а затим испарава са водених површина или земљишта или кроз биљни и животињски свет и поново одлази у атмосферу.

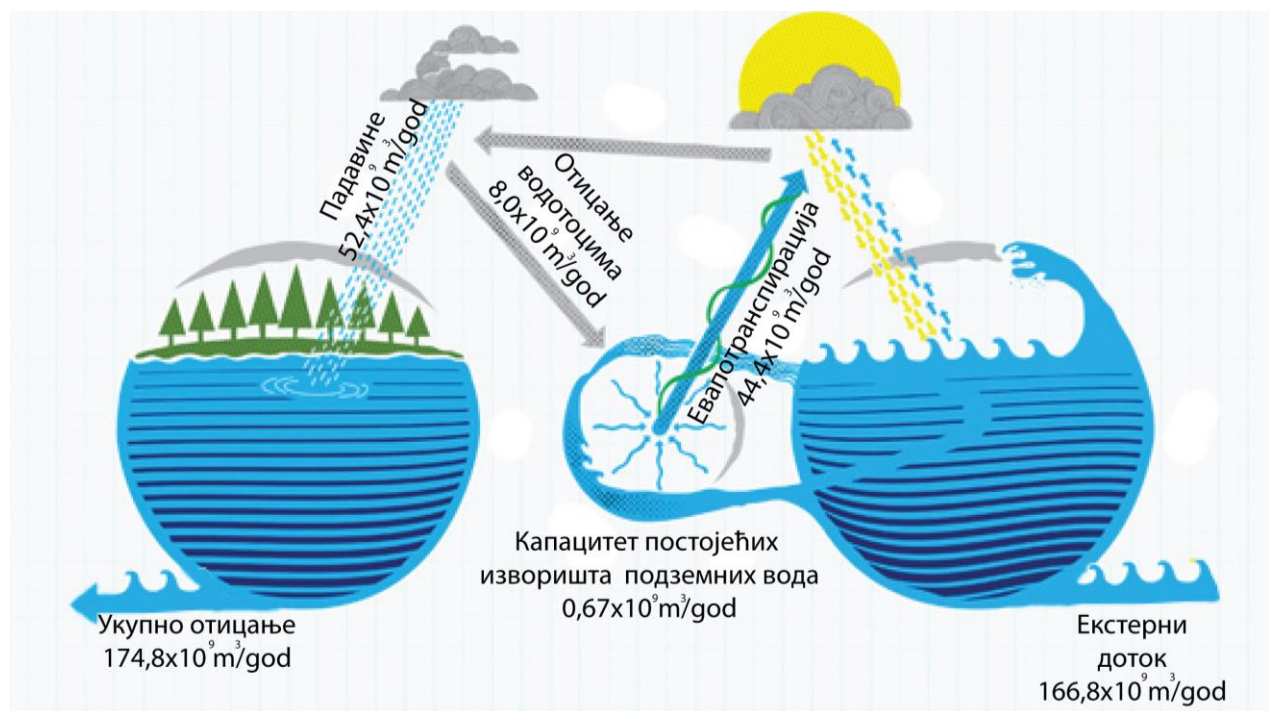


Слика 11. Основне компоненте водног биланса

Природно кружење воде представља основу обновљивих слатких вода на Земљи и основу водног биланса расположивих вода за коришћење у свим људским активностима и одржавање екосистема. Основне компоненте тог биланса су: (1) количина водене паре у атмосфери, (2) падавине, (3) евапорација/евапотранспирација, (4) површински отицај, и (5) отицај подземних вода кроз земљиште, све у одређеном временском интервалу. (слика 11)

Наведене компоненте водног биланса су хидролошке величине које се могу срачунати на бази метеоролошких и хидролошких мерења за неку површину (речни слив, државну територију, континент или целу Земљину површину) и запремински обухватају обновљиве залихе најзначајнијег ресурса на планети. Осим обновљивих залиха, други део чини она запремина вода која се користи у свим доменима људске делатности, као и испуштене воде из свих видова коришћења. Заједно ове две запреминске целине по квантитету и квалитету обухватају тзв. водопривредни биланс за националну територију.

Анализом података прикупљених и сређених за дефинисање водопривредног биланса у Водопривредној основи Републике Србије (2001) и за период 2000-2011. година<sup>8</sup>, може се сагледати тренд укупног унутрашњег (интерног) биланса површинских вода. [18]



Слика 12. Биланс вода Републике Србије (2000-2011)

Интерни доток, унутрашње воде које су се формирале на националној територији су са просечних  $16 \times 10^9 m^3/year$  за период 1946-1991. година мање за 52% у првој деценији 21. века. (слика 12) Падавине су сада такође мање, у периоду 1946-1991. година су износиле  $65 \times 10^9 m^3/year$ , а евапотранспирација је била  $49 \times 10^9 m^3/year$ ,

<sup>8</sup> Извор: Eurostat, Working Group "Statistics of the Environment", Sub-Group "Water Statistics" (2012) у сарадњи са Републичким заводом за статистику, на основу података Републичког хидрометеоролошког завода Србије.



што је имало директни утицај на величину тадашњег укупног унутрашњег (интерног) биланса површинских вода. Са друге стране, екстерни доток је за период 1946-1991. година био  $162,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{год}$  и укупни отицај  $178,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{год}$ . На основу ових елемената јасно је да је неопходно адекватније сагледавање великог броја фактора који дефинишу водни режим на територији Републике Србије и предузимање мера за очување његовог квантитативног и квалитативног статуса.

Пројекције климатских промена имаће негативне ефекте на запремину годишњег водног биланса, јер су ранија истраживања показала да се са територије Републике Србије просечно изгуби путем евапотранспирације око 75% падавина, односно да отиче само 25% падавина. За сливове региона Поморавља најмање отицање од бруто падавина је у сливу Велике Мораве и износи свега 17%, следи слив Јужне Мораве са 29%, и највеће отицање је 33% са слива Западне Мораве. [19]

Водност као карактеристику одређеног сливног подручја најбоље презентује показатељ просечни протицај. На бази осматрања и мерења на хидролошкој станици Љубичевски мост, у периоду 1951-2010. година, срачунати су месечни протицаји и урађен хистограм за изабране периоде. (слика 13) [20]



Слика 13. Вишегодишњи средњи месечни протицаји реке Велике Мораве на профилу Љубичевски мост

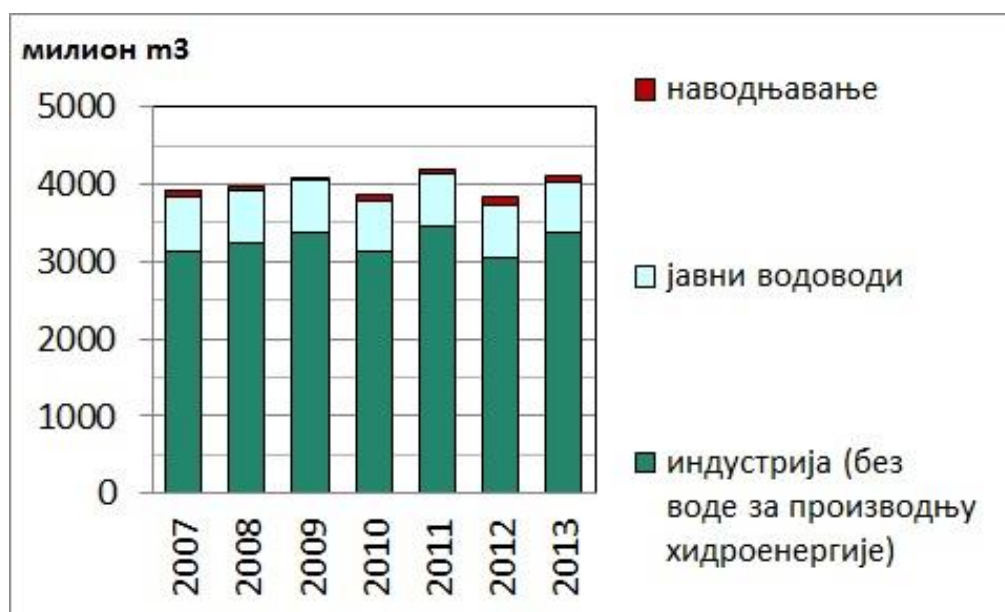
Анализа просечног протицаја је урађена за два вишегодишња низа, период 1951-1981. и период 1981-2010, да би се уочила веза водног режима и климатских карактеристика у истом периоду. Хистограм вишегодишњих месечних протицаја реке Велике Мораве на профилу Љубичевски мост јасно показује да су у периоду 1981-2010. мањи средњи месечни протицаји у односу на период 1951-1981. Анализа показује да је вишегодишњи просечни протицај Велике Мораве на профилу Љубичевски мост у периоду 1981-2010 мањи за 18% у односу на период 1951-1981. Резултати ове анализе указују на знатно смањење водности река

Поморавља, али и карактеристику режима са израженим сезонама богатијим и сиромашнијим водом.

Просторна и временска неравномерност водног режима на територији Републике Србије и презентовани елементи неповољног водног биланса указују на сву сложеност статуса водопривредног биланса. Статус водопривредног биланса са аспекта одрживог развоја Србије може се презентовати елементима процене. Процена се заснива на анализи појединих елемената квантитивног статуса водних ресурса, дефинисаних следећим индикаторима: захваћене и обновљиве количине (*Water Exploitation Index, WEI*), ефикасност управљања водоводних система (*Resource Efficiency Indicators*), специфична потрошња у јавним водоводним система и проценат прикључености становника на водоводне системе. Ови елементи процене су према *DPSIR* оквиру индикатори притиска и реакције/одговора политике и дају информације за постављање циљева и остварење политике управљања водама.

### Индекс експлоатације воде (WEI)

Индекс експлоатације воде (*Water Exploitation Index, WEI*) је индикатор притиска на водне ресурсе и представљен је односом укупне годишње количине захваћених водних ресурса и обновљивих водних ресурса срачунат на нивоу сливног подручја или на националном нивоу. [21] Први чинилац овог односа су захваћени водни ресурси који обухватају укупну годишњу запремину захваћене површинске и подземне воде од стране индустрије, пољопривреде, домаћинства и других корисника. Као елемент за израчунавање индекса експлоатације воде (*WEI*), представљене су укупне количине захваћених површинских и подземних вода по секторима (слика 14). [22]

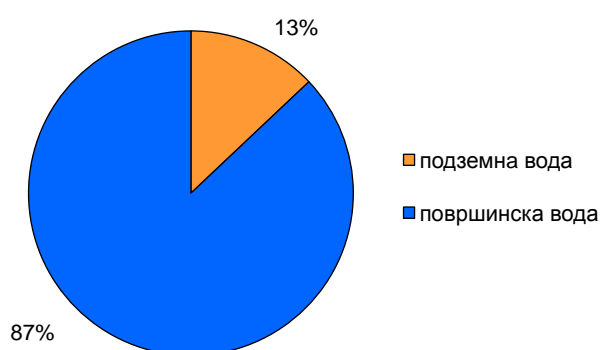


Слика 14. Захваћене воде (површинске и подземне) по секторима у Републици Србији

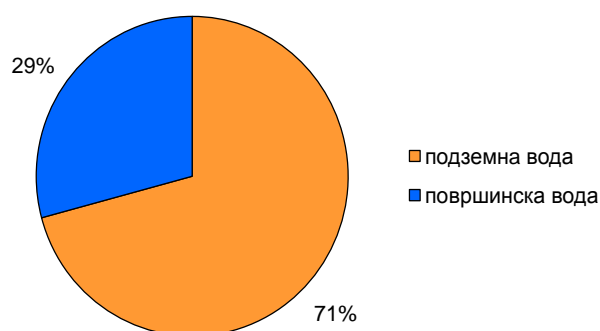


Захваћене количине воде за потребе индустријске производње су у 2012. години биле мање за 8,6% у односу на 2011. годину и најмање од 2007. године. Као грана привреде савремена индустријска производња је углавном материјално-интензивног карактера са великим утрошком сировина, енергије, воде и истовремено најчешће прекомерне неконтролисане емисије загађујућих материја у ваздух, површинске и подземне воде. У нашем случају смањење захватања воде за потребе индустријске производње у 2012. години је вероватније последица престанка рада или смањења обима индустријске производње у једном или више сектора, а не структуралних или технолошких промена на уштеди потрошње воде у овим секторима. Будућа студија о планској рационализацији потрошње воде и увођењу чистије производње у индустрију Републике Србије би требало да пружи одговор на ове изазове.

Порекло укупно захваћене воде (без воде за производњу хидроенергије) за период 2007 - 2012. година показује да преовлађује експлоатација површинских вода. Када би тој количини додали и захваћену воду за производњу хидроенергије учешће површинских вода у укупном захватању би било још израженије (слика 15). Међутим код јавног водоснабдевања тај однос је супротан јер се захвата два и по пута више воде из подземних извора (слика 16).



Слика 15. Порекло укупно захваћене воде (без воде за производњу хидроенергије) за период 2007-2012.

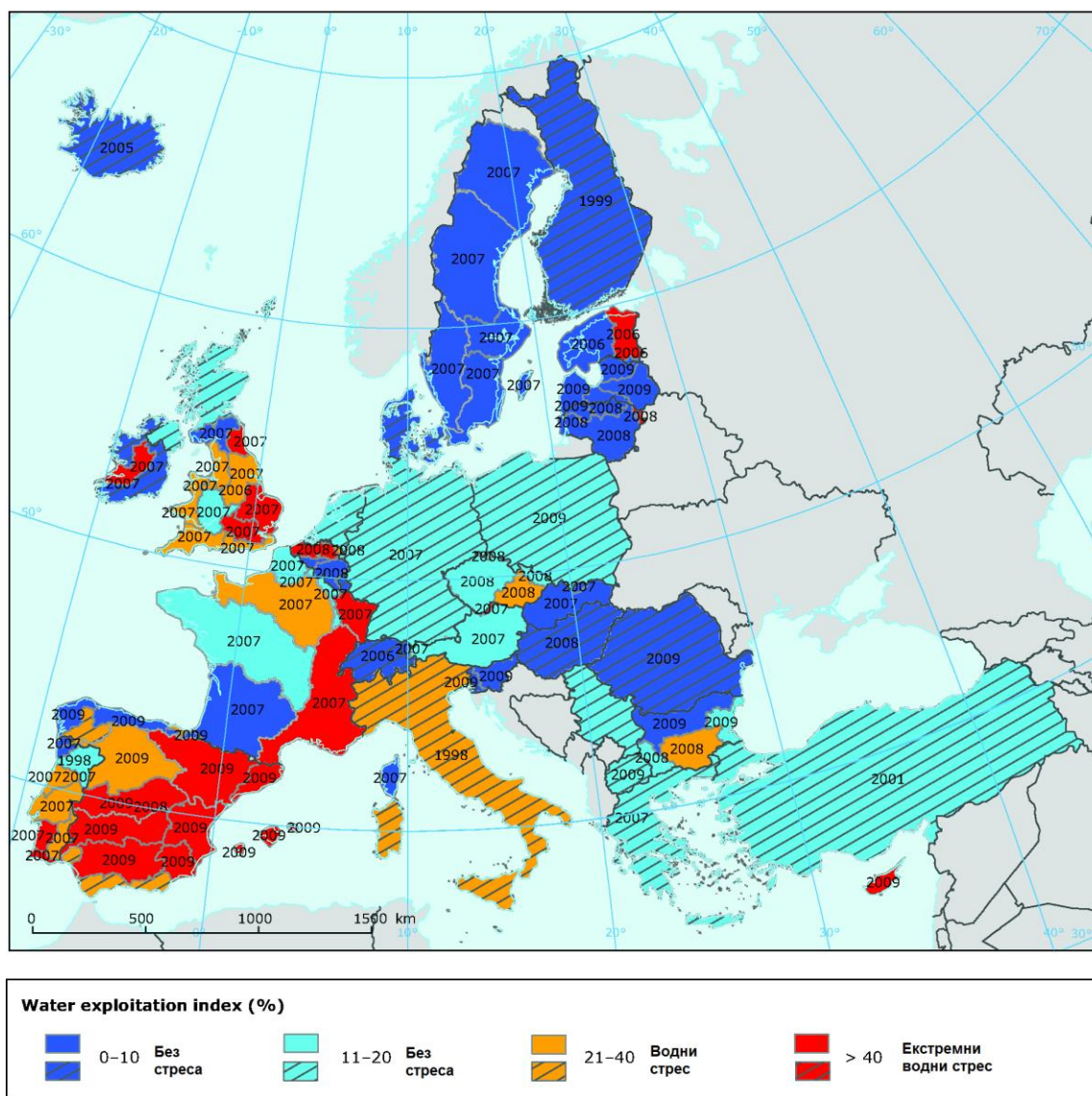


Слика 16. захваћене воде за јавно водоснабдевање за период 2007-2012.

Други чинилац *WEI* су обновљиви водни ресурси који се израчунавају као вишегодишњи просек за најмање 20 узастопних година. Они обухватају запремину речног отицаја (падавине умањене за стварну евапотранспирацију) и промену запремине подземних вода, генерисаних у природним условима

искључиво падавинама на националној територији (интерни доток), као и запремину стварног дотока површинских и подземних вода из суседних земаља (екстерни доток). Биланс површинских вода Републике Србије, падавине, стварна евапотранспирација, интерни и екстерни доток и укупни отицај су представљени су на илустрацији „водни бицикл“ за период 2000 - 2011. година. (слика 12). [23]

Индекс експлоатације воде (*WEI*) својом вредношћу указује да озбиљни проблеми/*водни стрес* наступа ако индекс прелази 20%, а сматра се да је граница изнад 40% зона са екстремним водним стресом.



Слика 17. Индекс експлоатације воде - Water Exploitation Index (WEI) за земље чланице и сараднице Европске агенције за животну средину

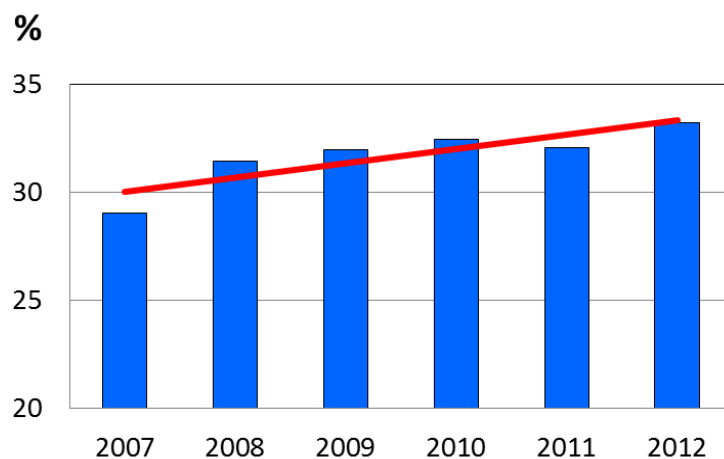
Значајно је приметити да су поједине европске земље овај индикатор срачунале и на нивоу водног подручја (*без шрафуре - River Basin District*) што јасно показује како на националном нивоу постоје области са израженим „водним стресом“, као на пример у Великој Британији, Републици Ирској, Француској, Шпанији и Португалији На европској карти „водног стреса“ Република Србија се налази у

„безбедној зони“ са вредношћу *WEI* на националном нивоу (*шрафуром*) између 11-20%. ([слика 17](#)).

### Индикатор ефикасности ресурса водоводних система

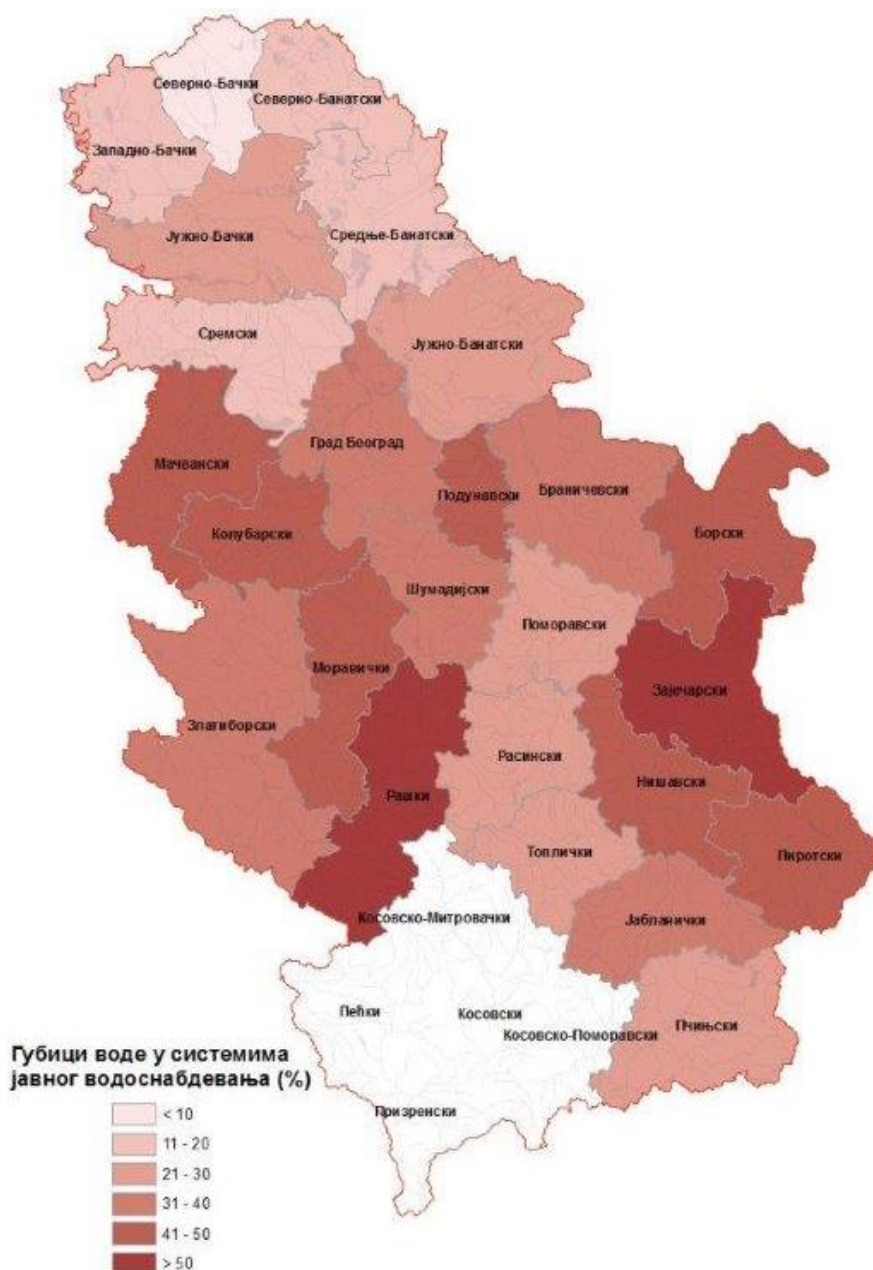
Употреба мање улазних сировина и материјала за производњу исте количине економског учинка, односно вредности производа или услуга, описује се индикаторима *ефикасности ресурса* (*Resource Efficiency Indicators*). [24] Коришћење мање ресурса по јединици економске производње укључује и коришћење људских ресурса, односно оптималан број запослених у функцији смањења оперативних трошкова производње. Општинска водоводна предузећа у Републици Србији обично запошљавају више људи него што је потребно за функционисање предузећа, што доводи до снижавања радне продуктивности и повећања трошкова рада. Заједничка карактеристика ових јавних комуналних предузећа су већи физички губици у водоводном систему и истовремено ограничени расположиви ресурси воде и дефицит у водоснабдевању. Један од најважнијих изазова у повећању оперативне ефикасности водоводних предузећа и подизању стандарда услуга је смањење губитака воде.

Губици воде су један од највећих проблема у свим системима за водоснабдевање и као такви се не могу потпуно искључити. Међутим, може се радити на њиховом смањењу јер што су губици воде у систему већи то је и мања реализација наплате воде, а трошкови одржавања остају исти или се повећавају (нпр. расте цена електричне енергије). Разликују се два начина откривања губитака: индиректан начин који се састоји у упоређивању произведене воде и обрачунате потрошње воде у одређеном периоду и директан начин који подразумева испитивање мреже и објеката детектовањем кварова. Индиректни начин је једноставан јер се креира индикатор *губици воде* који се изражава као проценат, а израчунава као однос количине воде која се изгубила приликом транспорта у дистрибутивном систему због цурења између места захватања и места испоруке. Овај индикатор одражава реакцију друштва јер даје меру одговора на ефикасност управљања системима за водоснабдевање укључујући и техничке услове који утичу на стање цевовода, цену воде и свест популације у држави. Карактеристика садашњег јавног водоснабдевања у Србији су високи губици који просечно износе 33% и имају тренд пораста ([слика 18](#)). [25]



Слика 18. Губици воде у дистрибутивној мрежи за јавно водоснабдевање

Наши губици у јавном водоснабдевању су већи него код већине развијених земаља Европске Уније. Тако на пример, губици код јавног водоснабдевања у Немачкој износе 6,8%, у Данској 10%, Шведској 17%, Шпанији и Великој Британији 22%. [26] Губици су према истим изворима у Словачкој 27%, Румунији 31%, Мађарској 35%, Словенији 40% и Бугарској чак 50%.



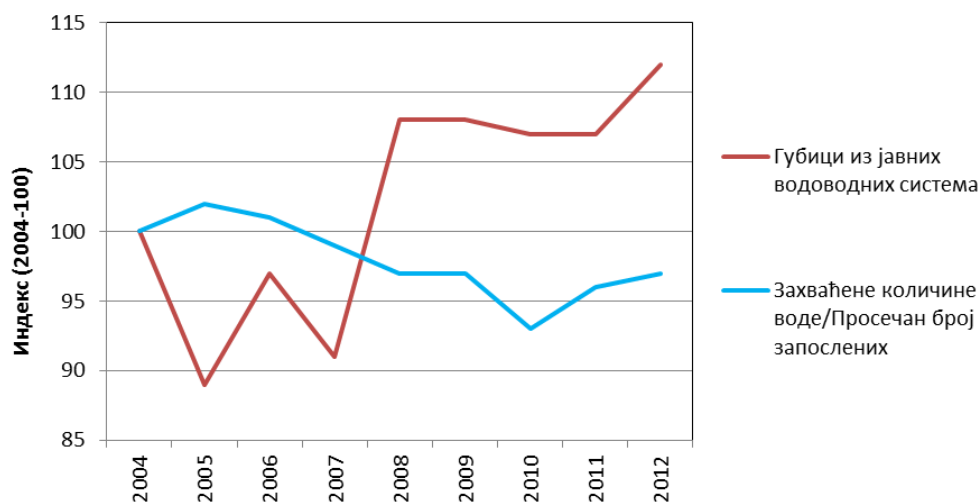
Слика 19. Губици воде у системима јавног водоснабдевања на нивоу округа/области

Две области се истичу са губицима већим од 50%, Рашка (53%) и Зајечарска (54%) јер су у њиховим општинским водоводним системима, Бољевац (66%), Соко Бања (57%), Нови Пазар (65%), Рашка (60%), Врњачка Бања (53%) екстремни губици. Веома високе губитке имају поједини системи и то на пример: Обреновац 60% и Голубац чак 72%, док њихове области (Београдска и Браничевска) припадају зони губитака 31-40%, (слика 19). [25]

Приказ концепта *ефикасност ресурса* који између осталог описује удео људских ресурса за производњу исте количине производа је пример показатеља учинка јавних водоводних предузећа у Републици Србији. Статистички подаци показују повећање губитака воде услед процуривања у водоводним системима и



истовремено смањење количине захваћених вода у односу на број запослених. (слика 20).[27]



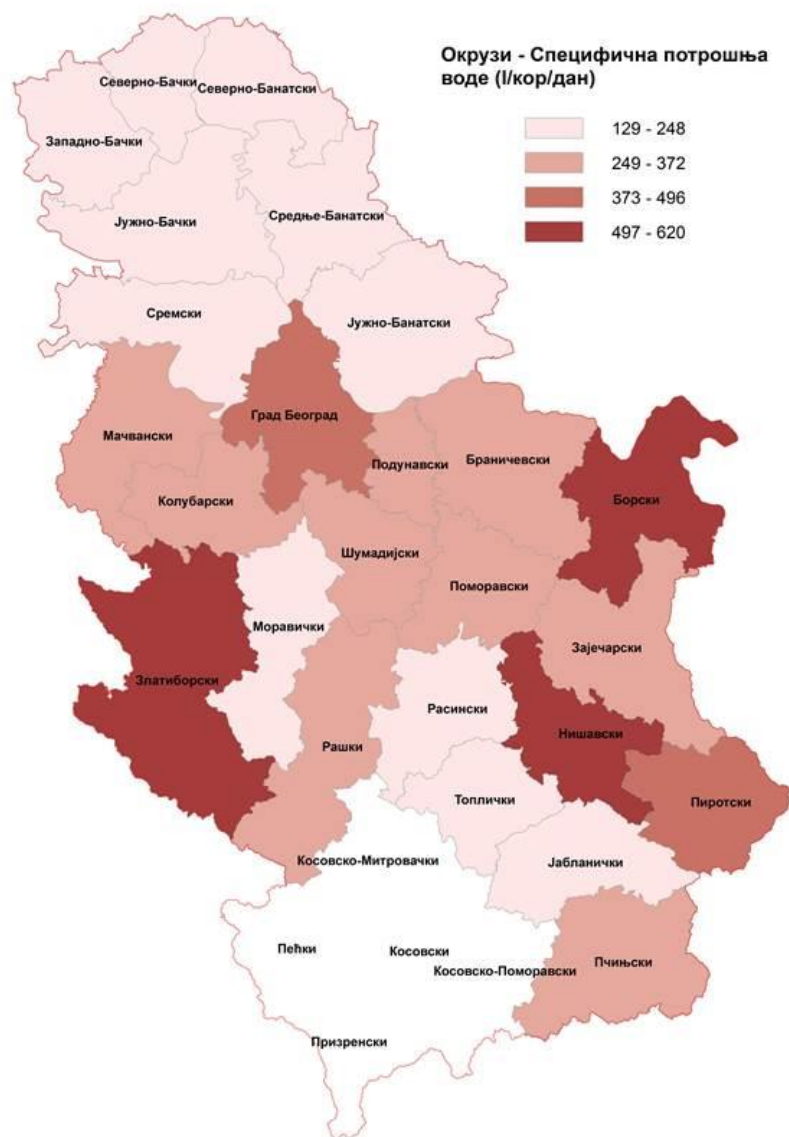
Слика 20. Индикатор ефикасности ресурса - Јавни водоводни системи у Републици Србији

Када се овај *индикатор ефикасности ресурса* за Републику Србију упореди са истим за водоводно предузеће *Stadwerke München* града Минхена у Савезној Републици Немачкој добија се следећи компаративни показатељ. Индикатор захваћене воде подељен са просечним бројем запослених у Минхену износи  $96.154\text{m}^3$  по запосленом, а за водоводна предузећа у Републици Србији овај индикатор износи  $35.940\text{m}^3$  захваћене воде по запосленом. Компаративна анализа *индикатора ефикасности ресурса* показује да је минхенско водоводно предузеће 2,7 пута ефикасније од водоводних предузећа Републике Србије.

### Специфична потрошња воде у системима јавног водоснабдевања

У Републици Србији без Косова и Метохије годишње се за системе јавног водоснабдевања захвата просечно око  $23\text{m}^3/\text{s}$  воде (око 730 милиона  $\text{m}^3$ ). Ова количина била је нешто мања почев од друге половине 2009. године, највероватније због мање привредне активности и консеквентно мање потрошње. Ово је илустровано показатељем просечна специфична потрошња воде за 2011. годину. (слика 21.) [28]



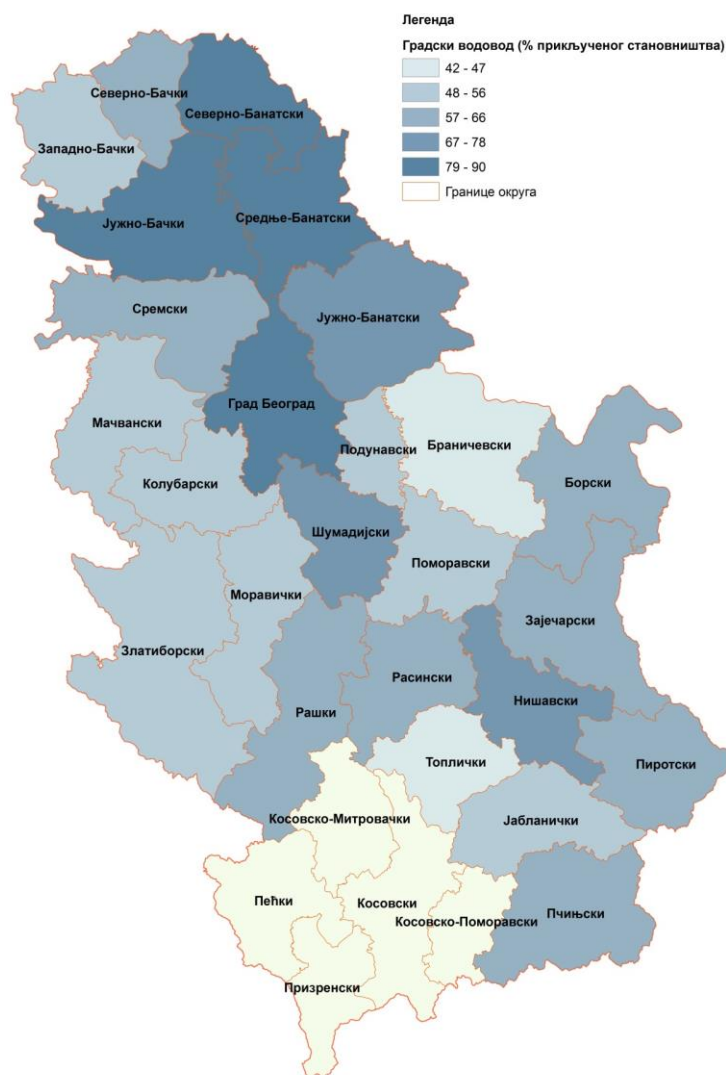


Слика 21. Специфична потрошња воде у системима јавног водоснабдевања

Гледано по окрузима, распон специфичне потрошње је веома велики, али то укључује и нефактурисану количину воде (губитке, сопствену потрошњу система), а у неким системима је и последица начина обрачуна овог параметра (захваћена количина дели се са бројем становника у региону), иако део захваћене воде одлази у општине изван тог региона. Зато се као релевантни показатељи могу узети они који се односе на веће просторне целине: Аутономну покрајину Војводину, са најмањом просечном потрошњом, централну Србију, у којој је овај показатељ најближи просеку за целу Републику Србију и град Београд, где овај показатељ има највећу вредност.

## Процент становника обухваћен водоснабдевањем

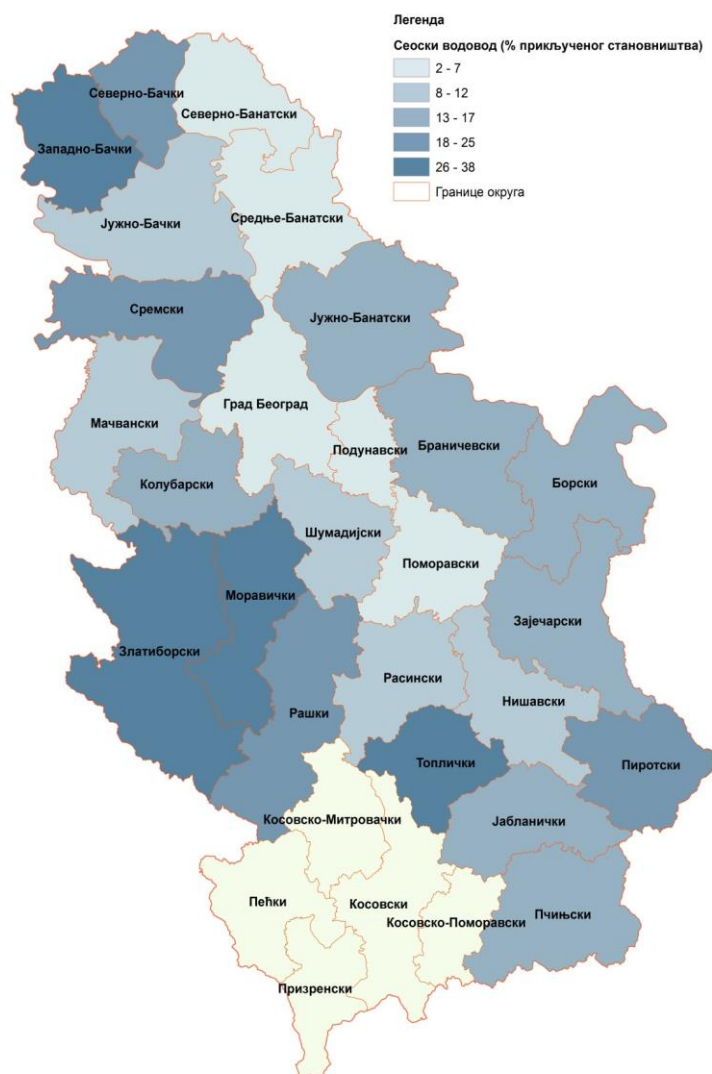
Индикатором „процент становника прикључен на јавни водовод“ прати се број становника прикључен на јавни водовод у односу на укупан број становника, и он даје меру одговора/реакције друштва у области снабдевања становништва хигијенски исправном водом за пиће. Индикатор се израчунава као количник броја становника прикључених на јавни водовод (као скуп узајамно повезаних техничко-санитарних објеката и опреме, намењених да становништву и привреди насеља обезбеде воду за пиће која испуњава услове у погледу здравствене исправности) и укупног броја становника помножен са 100.



Слика 22. Процент становника прикључен на системе јавног водоснабдевања

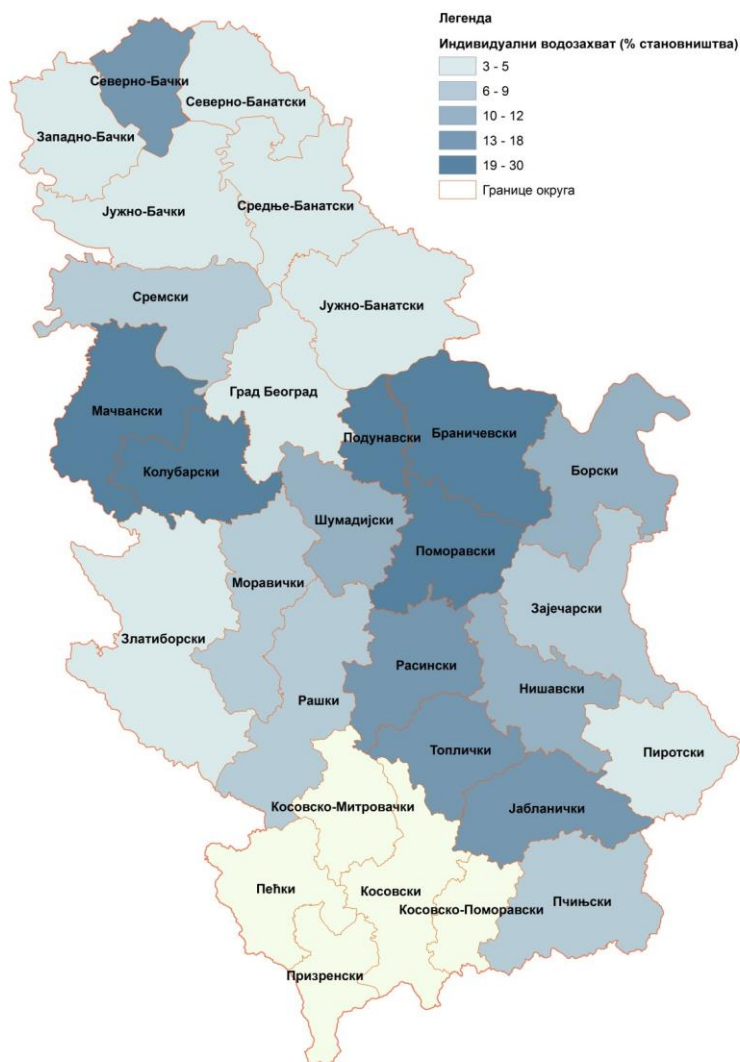
Процент прикључености становништва на јавне системе водоснабдевања у Републици Србији без Аутономне покрајине Косова и Метохије био је 2002. око 76%, данас је већи од 80%, уз присутан даљи тренд повећања (значајним делом као последица миграције из села у град). Највећи проценат (око 90%) је у Аутономној Покрајини Војводини и Београду, што говори у прилог доброј

изграђености водоводне инфраструктуре на овим, али и другим просторима. Међутим, чињеница је да у централној Србији постоје и општински центри који немају јавне системе водоснабдевања (слика 22- 24). [28]



Слика 23. Процент становника прикључен на сеоске водоводе

Имајући у виду да је водоснабдевање становништва најважнији сегмент сектора вода, јасно је да се морају приоритетно решити проблеми који прате водоснабдевање одређених подручја и система, као што су неодговарајући квалитет воде, висок проценат нефактурисаних количина воде, оскудица у критичним деловима дана или године, а у Аутономној Покрајини Војводини и опадање нивоа подземних вода. Проблем недостатка воде констатује се у Чачку, Пожеги, Горњем Милановцу, Бору, Пожаревцу, Великом Градишту, Лучанима, Лазаревцу, док је у Кикинди, Зрењанину, Тополи, Лајковцу, Краљеву, Туприји и још неким насељима оскудица у води праћена и неодговарајућим квалитетом воде. Проблем несташице воде у летњем периоду имају чак и неки велики градови, у периферним деловима.



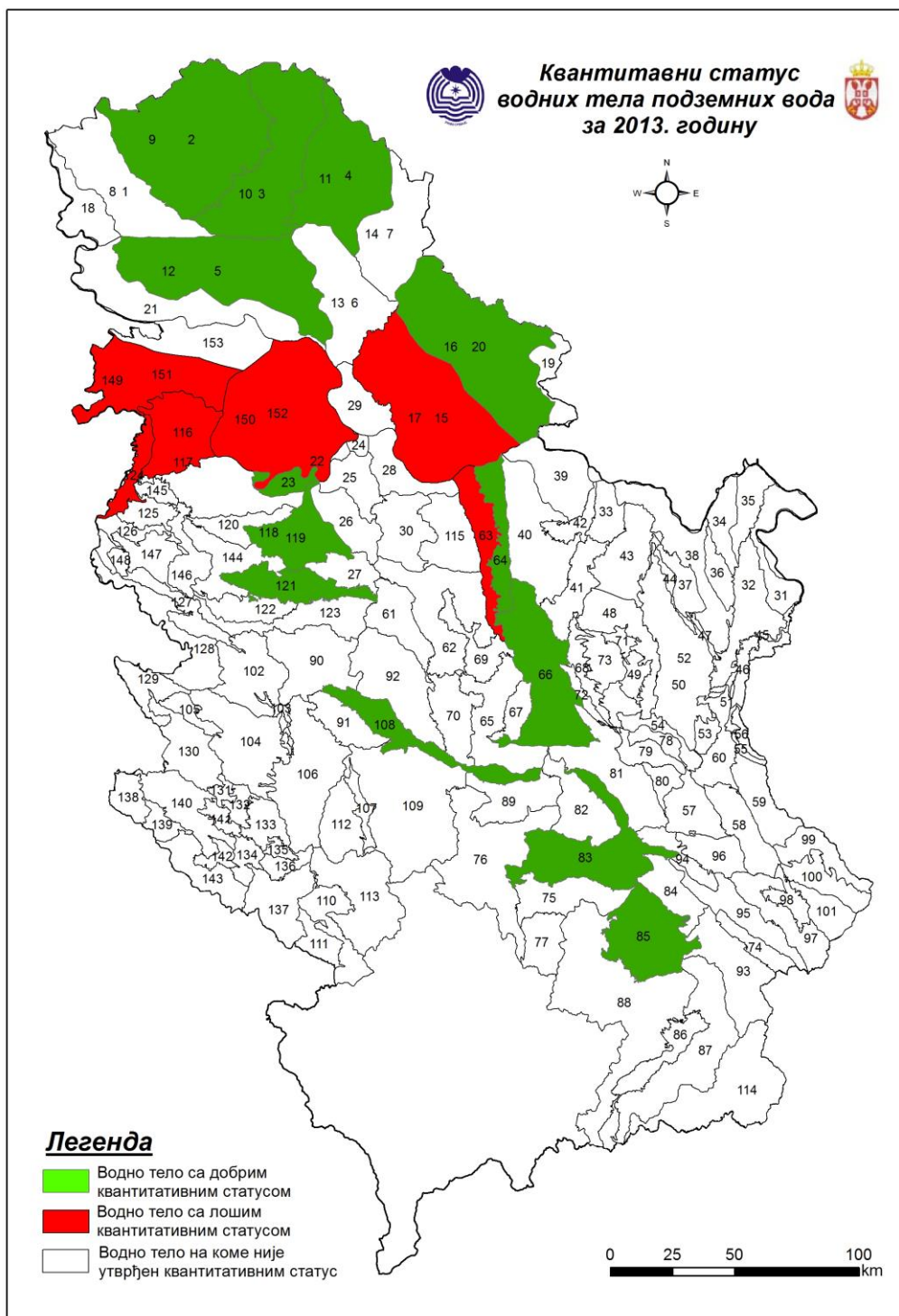
Слика 24. Процент становника прикључен на индивидуалне водозахвате

### Квантитативни статус подземних вода

Квантитативни статус водних тела подземних вода одређен је у складу са „Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода“ (Сл.гл.74/2014). Од 153 водна тела подземних вода, колико је извојено на подручју Србије, квантитативни статус је одређен само на мањем броју. 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 самих водних тела. Квантитативни статус водних тела подземних вода одређен је на основу нивоа подземних вода, док остали параметри које Правилник предвиђа, нису примењени због недостатка неопходних података, што се пре свега односи на податке о захватању подземних вода, као и издашност извора. Уочљиво је да је од укупног броја водних тела подземних вода (153) квантитаивни статус одређиван само на мањем броју (19). Одређивањем квантитативног статуса покривено је



само 12.5% од укупног броја водних тела. Основни узрок је недоступност неопходних информација, као и потпуно непостојање осматрачке мреже на чак 122 водна тела. На значајном броју водних тела не постоји довољан број осматрачких објеката, или пак њихов распоред није такав да омогућава извођење интерполације која би дала реалан резултат. Од анализираних 19 водних тела подземних вода, слаб квантитативни статус је констатован на шест тела. Распоред водних тела на којима су постојали услови за одређивање квантитативног статуса и њихов статус приказани су на [слици. 25.](#) [29]



Слика 25. Квантитативни статус водних тела подземних вода

Према расположивим статистичким подацима о експлоатацији подземних вода за потребе јавног водоснабдевања<sup>9</sup>, индустријске и комерцијалне потребе и процењених количина које се експлоатишу код индивидуалног водоснабдевања сеоског становништва, данас се у Републици Србији захвата укупно око 600 милиона m<sup>3</sup> годишње подземне воде. Укупни капацитети постојећих изворишта подземних вода у Републици Србији износе око 670 милиона m<sup>3</sup> годишње, а оцењене потенцијалне количине подземних вода до 2021. године износе 1.948 милиона m<sup>3</sup>, годишње.<sup>10</sup> У односу на постојеће укупне капацитете подземних вода данас се захвата 90% експлоатабилних могућности постојећих изворишта. Треба нагласити да постојеће базе података не садрже све подлоге и информације за процену утицаја садашње и будуће експлоатације на промену квалитета и квантитета подземних вода у Србији. Генерално се може рећи да програм мониторинга према обиму и садржају не одговара садашњем стању угрожености квалитета подземних вода, пре свега од утицаја загађених речних токова, урбано-индустријских агломерација и утицаја агротехничких мера у пољопривредним реонима. Постојећи *Програм мониторинга квалитета и квантитета подземних вода* који спроводи РХМЗ и Агенција за заштиту животне средине потребно је проширити и обухватити и изворишта за јавно водоснабдевање. Законска одредба о обавези контроле квалитета и квантитета воде (*Закон о водама „Сл. гласник РС“ 30/2010, чл. 74*) налаже јавном предузећу да постави уређаје и обезбеди стално и систематско регистровање количина воде и испитивање квалитета воде на водозахвату. Према једном пројекту издвојено је 50 изворишта подземних вода која експлоатишу јавна предузећа за потребе водоснабдевања и која испуњавају техничке и организационе услове на одговоре овом законском захтеву.<sup>11</sup> ([слика 26](#)) Из ових изворишта се експлоатише просечно 9,4m<sup>3</sup>/s, што износи око 63% укупно захваћене воде за потребе јавног водоснабдевања.

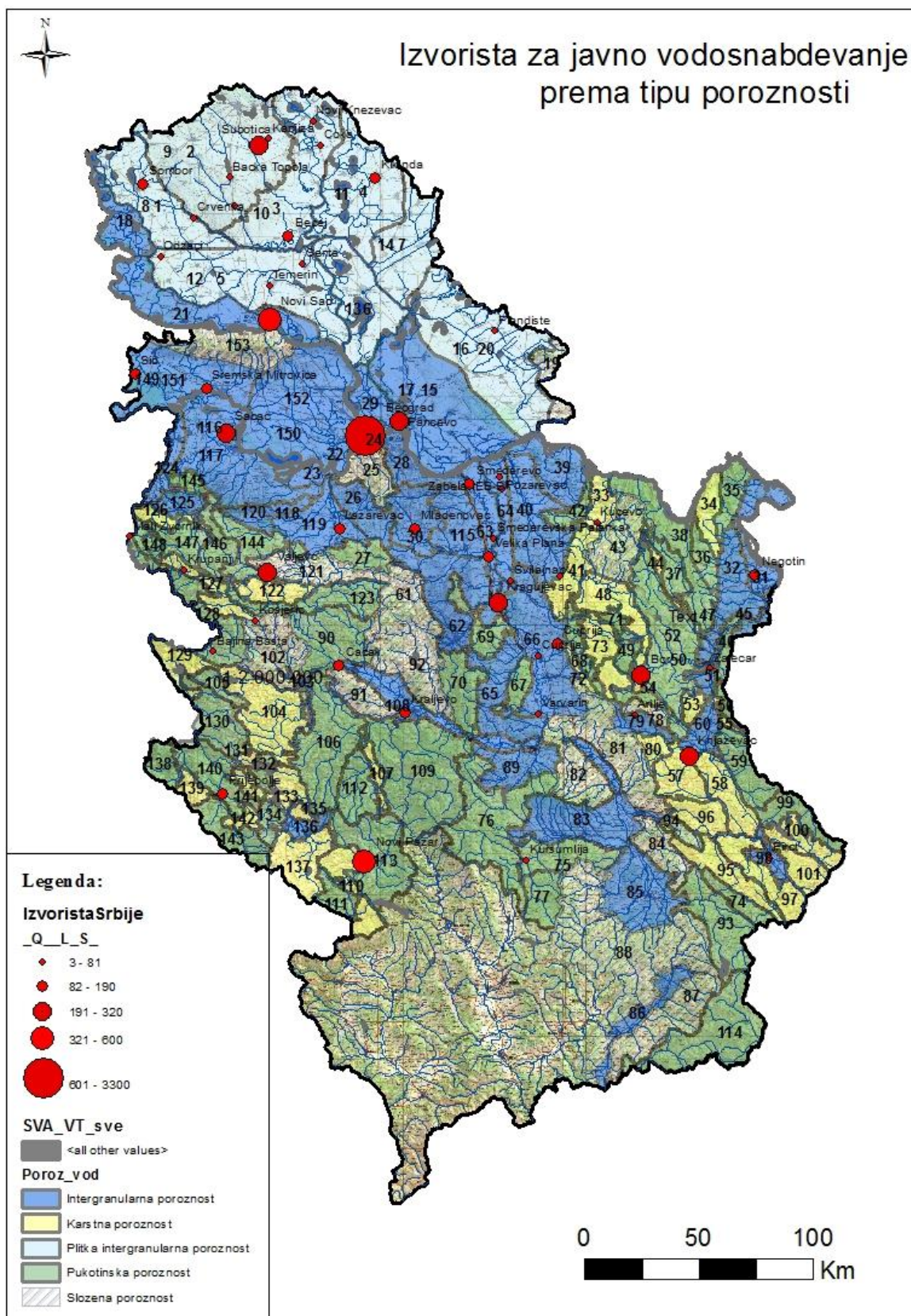
---

<sup>9</sup> Републички Завод за статистику, Животна средина – Захваћене свеже воде.

<sup>10</sup> (Водопривредна Основа Србије, Укупни капацитет постојећих изворишта подземних вода (Табела 2.3.4, стр. 43); Оцењене потенцијалне количине подземних вода у наредном периоду (Табела 2.3.5, стр. 47), 2001;

<sup>11</sup> Пројекат: *Мониторинг подземних водних ресурса Србије* (ред. бр 1-9 из Извештаја за 2009; ред. бр 10-37 из Извештаја за 2010; ред. бр 38-56 из Извештаја за 2011. Министарство животне средине, рударства и просторног планирања.





Слика 26. Изворишта за јавнио водоснабдевање

## **КВАЛИТЕТ ВОДНИХ РЕСУРСА СРБИЈЕ**

## Квалитет водотокова сливних подручја

Природне географске и хидролошке целине које чине речне басене или сливна подручја су основе за дефинисање система управљања водним ресурсима и имају предност у односу на систем управљања према административним или политичким границама. Савремена схватања о водопривреди и политици вода су преточена и кроз концепцију Оквирне директиве о водама ЕУ (*Water Framework Directive - WFD*) која промовише интеграције као кључ за управљање заштитом воде на нивоу речног слива. [30]

Површинске воде су данас све значајнији пријемници отпадних вода из канализационих система и загађених спираних површина, а тако настали физичко-хемијски услови и антропогени фактори увећавају промене у еволуцији акватичне средине. Без обзира на ове промене, у природи нема хемијски чистих вода и оне садрже мање или веће количине разних растворених или суспендованих супстанци и живе организме продукте распадања и минерализације у самој воденој средини. Са еколошког гледишта површинске воде су хранљиви раствори за акватичне становнике који из воде узимају хранљиве соли и угљену киселину и од њих изграђују органску материју. Тако је хемијски састав природних вода један од основних фактора живота у њима, а резултат је размене јонова између воде и колоидалне подлоге, јер у земљишту и води влада сличан однос између јонова. Већина слатких вода има сличан хемијски састав, чије се хемијске компоненте условно деле на пет група: основне јоне, растворене гасове, биогене материје, органске супстанце и микроелементе. Површинске воде су, дакле, сложени вишекомпонентни системи чије изучавање зависи од примене и усвајања чињеница, принципа и метода хемије, физике, геологије, хидрологије, метеорологије, математике и других наука, да би се решили проблеми који су у основи еколошке природе. Оваква особеност површинских вода наглашава, осим стандардних показатеља физичко-хемијског, биолошког и микробиолошког квалитета и њихове интерпретације, значај примене и индексних метода за оцењивање квалитета изналажењем заједничког фактора изразом композитног индикатора који обухвата више показатеља.<sup>12</sup>

---

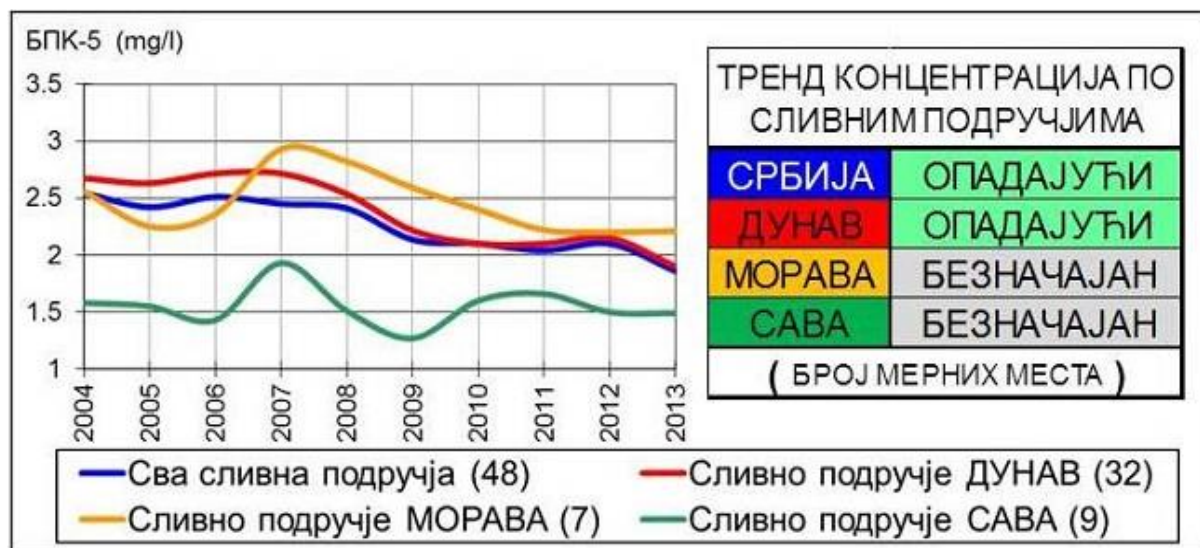
<sup>12</sup> Детаљније о индексним методама за процену квалитета видети: [1] *Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index*, Shweta Tyagi et al, American Journal of Water Resources, 2013, Vol. 1, No. 3, 34-38, <http://pubs.sciepub.com/ajwr/1/3/3/> (приступљено 06.04.2015); [2] *Primjena indeksa kvalitete vode u ocjeni kakvoće vode krških jezera*, Damir Tomas et al, Hrvatske vode, 21(2013), 86, p. 303-310. <http://www.voda.hr/hr/primjena-indeksa-kvalitete-vode-u-ocjeni-kakvoce-vode-jezera> (приступљено 06.04.2015); [3] *Water Quality Index Assessment under Climate Change*, Nassir El-Jabi, Daniel Caissie, Noyan Turkkan. <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=45422#VVbbufmqgko>

## Нутријенти и материје које троше кисеоник

Квалитет водотокова сливних подручја на садржај нутријената (нитрати и ортофосфати) и материја које троше кисеоник (БПК<sub>5</sub> и амонијум јон) анализиран је на основу података из мониторинга према програму РХМЗ Србије и Агенције за заштиту животне средине (од 2011. године). Анализа је урађена за сливна подручја која су подељена на<sup>13</sup>:

- 1) сливно подручје Дунав, које обухвата ток Дунава од станице Бездан до Радујевца, водотоке и канале ДТД на левој обали Дунава и десне притоке Дунава низводно од ушћа Велике Мораве;
- 2) сливно подручје Сава, које обухвата делове сливова Саве и Дрине и слив Колубаре; и
- 3) сливно подручје Морава, са сливовима Јужне и Западне Мораве.

На основу месечних вредности, на годишњем нивоу за свако мерно место срачуната је медијана уређеног низа података са мерних места и добијен индикатор квалитета за параметре БПК<sub>5</sub> (mg/l), амонијум јон (NH<sub>4</sub>-N, mg/l), нитрати (NO<sub>3</sub>-N, mg/l) и ортофосфати (PO<sub>4</sub>-P, mg/l). (слике 27-30) Усвојен методолошки поступак омогућава да се подаци агрегирају у одговарајуће индикаторе стања на нивоу сливова и на националном нивоу добије стање квалитета водотокова и успешност политике заштите вода.



Слика 27. Медијане концентрација БПК<sub>5</sub> у рекама сливних подручја Републике Србије

<sup>13</sup> *Напомена:* Оваква подела на сливна подручја је уважила потребу да се у овом извештају представи квалитет сливова великих водотокова, док Закон преко водних подручја даје територијално разграничење за потребе управљања водама. Према Закону о водама, члан 27 „Службени гласник Републике Србије“ бр.30/10, водна подручја на територији Републике Србије су: 1) водно подручје Сава; 2) водно подручје Београд; 3) водно подручје Морава; 4) водно подручје Доњи Дунав; 5) водно подручје Срем; 6) водно подручје Бачка и Банат; 7) водно подручје Косово и Метохија.

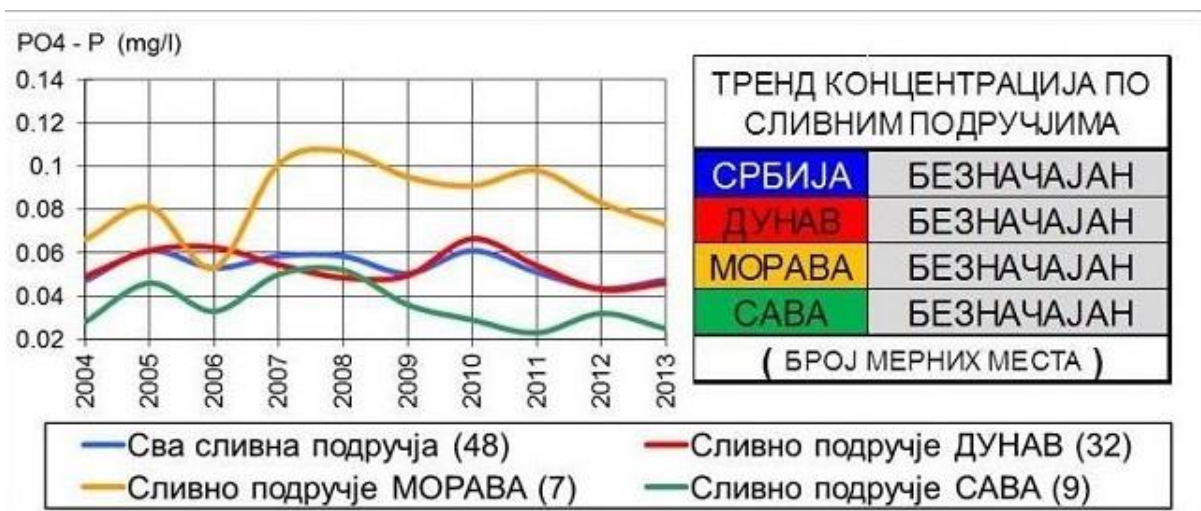




Слика 28. Медијане концентрација амонијум јона у рекама сливних подручја Републике Србије



Слика 29. Медијане концентрација нитрата у рекама сливних подручја Републике Србије



Слика 30. Медијане концентрација ортофосфата у рекама сливних подручја Републике Србије

Коришћени су подаци са мерних места сливних подручја која имају континуитет извештавања за посматрани период. Концентрације параметара БПК<sub>5</sub>, амонијум јон, нитрати и ортофосфати показују да се они крећу у оквиру граничних вредности прописаних за класу I и II, а оне одговарају *одличном* и *добром еколошком статусу* према Уредби.<sup>14</sup> ([слике 27-30](#))

### **Анализа тренда**

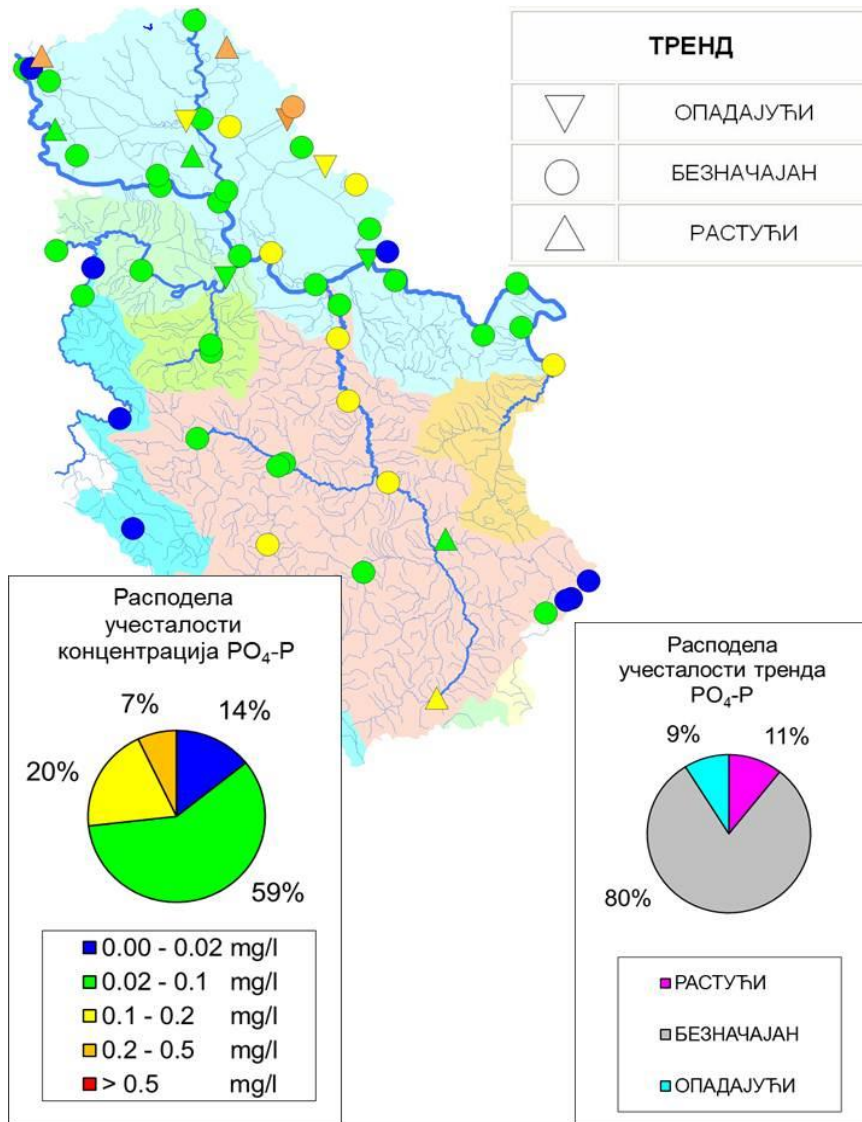
За приказ квалитета водотокова анализом тренда коришћени су подаци добијени узорковањем у просеку једном месечно. Обухваћене су мерне станице из програма систематског мониторинга квалитета површинских вода за период 2004-2013. година. Подаци о концентрацијама (ортофосфати, PO<sub>4</sub>-P mg/l; нитрати, NO<sub>3</sub>-N mg/l; амонијум јон, NH<sub>4</sub>-N mg/l; БПК<sub>5</sub> mg/l) за свако мерно место осредњени су аритметичком средином на годишњем нивоу. За прорачун тренда *Mann-Kendall* ( $\alpha=0,05$ ) непараметријским тестом за оцену тренда заједно са *Sen'S* методом за непараметријску оцену нагиба тренда коришћен је поступак која се односи на више узорака за сваки временски период (једна година) на једном месту узорковања. Анализом су обухваћена мерна места за које у истраживаном периоду постоје подаци у континуитету, број мерних места представљен је у заградама поред назива сливног подручја. ([слике 27-30](#))

Резултати анализе трендова концентрација приказани су на хидрографској карти Републике Србије са уцртаним границама сливних подручја водотокова. ([слике 31-32](#)) Осим симбола за опадајући, растући и безначајан тренд за анализирани параметре дата је и расподела учесталости концентрација рангирана у пет нивоа. Границе ових нивоа концентрација за расподелу учесталости одређене су слободним коришћењем критеријума о границама између класа истраживаних хемијских параметара за оцену еколошког статуса. [31] С обзиром да су, према овом Правилнику, границе између класа хемијских параметара за оцену еколошког статуса за свих шест типова водних тела површинских вода сличне, узета је јединствена граница између класа да би се мерна места могла поредити међусобно према нивоу концентрација, а не према хемијском еколошком статусу.

---

<sup>14</sup> Према Уредби о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама водама и седименту и роковима за њихово достизање, "Службени гласник РС", бр.50/12 (граничне вредности за класу III : БПК<sub>5</sub>= 7mgO<sub>2</sub>/l, нитрат = 6mgN/l, амонијум јон = 0,6 mgN/l, ортофосфат = 0,2 mgP/l, Прилог 1, Табела 1).

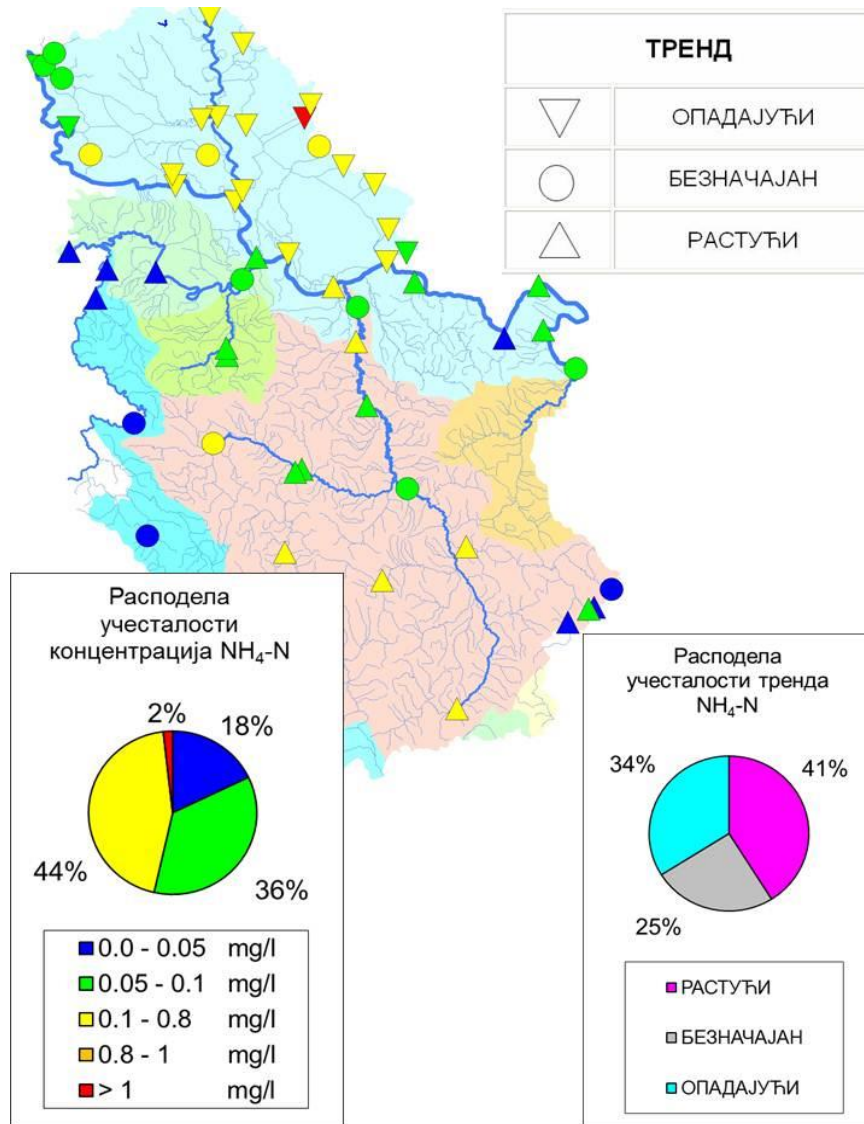




Слика 31. Тренд *Mann-Kendall* и концентрације ортофосфата у водотоцима за период 2004-2013.

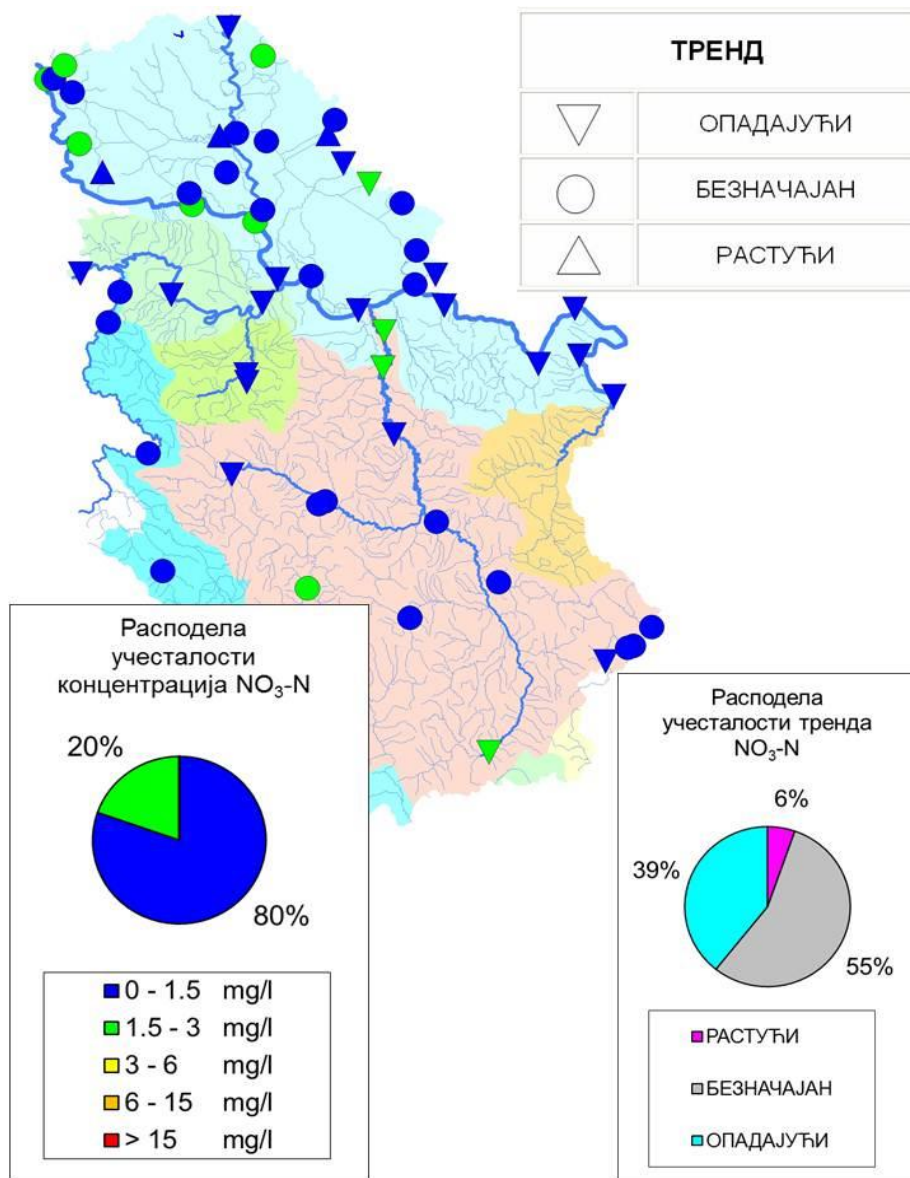
Анализа расподеле учесталости концентрација разврстана је у два ранга, *задовољава* са припадајућим концентрацијама параметара у *I* и *II* класи еколошког статуса, и рангу *не задовољава* са концентрацијама параметара у *III*, *IV* и *V* класи еколошког статуса. (слике 31-34), што указује да ли се квалитет водотокова побољшава или погоршава.

Тренд ортофосфата, осим како је представљено на [слици 31](#) за појединачне локације, урађен је и за вредности медијана на нивоу државе и за сливна подручја како је представљено на [слици 30](#).



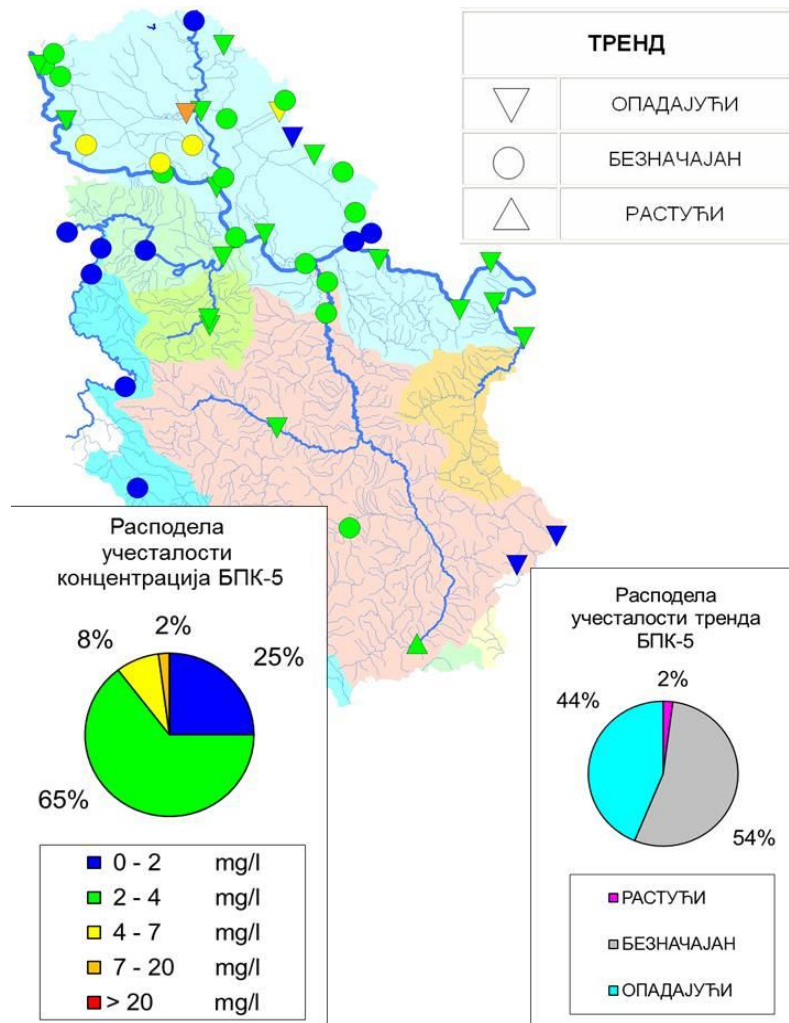
Слика 32. Тренд Mann-Kendall и концентрације амонијум јона у водотоцима Србије за период 2004-2013.

Тренд амонијум јона, осим како је представљено на [слици 32](#) за појединачне локације, урађен је и за вредности медијана на нивоу државе и за сливна подручја како је представљено на [слици 28](#).



Слика 33. Тренд Манн-Кендалл и концентрације нитрата у водотоцима Србије за период 2004-2013.

Тренд нитрата, осим како је представљено на [слици 33](#) за појединачне локације, урађен је и за вредности медијана на нивоу државе и за сливна подручја како је представљено на [слици 29](#). Тренд БПК<sub>5</sub>, осим како је представљено на [слици 34](#) за појединачне локације, урађен је и са вредностима медијана на нивоу државе и за сливна подручја како је представљено на [слици 27](#).



Слика 34. Тренд Манн-Кендалл и концентрације БПК5 у водотоцима Србије за период 2004-2013.

Презентована анализа указује да даља истраживања у нашој земљи треба усмерити на процену дифузног загађења у оквиру планова за управљање сливовима, с обзиром да пољопривреда представља један од основних извора загађења вода нутријентима.

### Serbian Water Quality Index

У Агенцији за заштиту животне средине је развијен индикатор животне средине *Serbian Water Quality Index* који је намењен извештавању јавности, стручњака и доносиоца политичких одлука (локална самоуправа, државни органи). Индикатор се заснива на методи према којој се десет параметара физичко-хемијског и микробиолошког квалитета (засићеност кисеоником, БПК<sub>5</sub>, амонијум јон, *pH* вредност, укупни оксиди азота (нитрати + нитрити), ортофосфати, суспендоване материје, температура воде, електропроводљивост и колиформне бактерије) агрегирају у композитни индикатор квалитета површинских вода. [32] Индикатор

квалитета површинских вода (*SWQI*) је представљен бојама на карти водотокова означавајући одговарајуће контролне профиле на следећи начин:

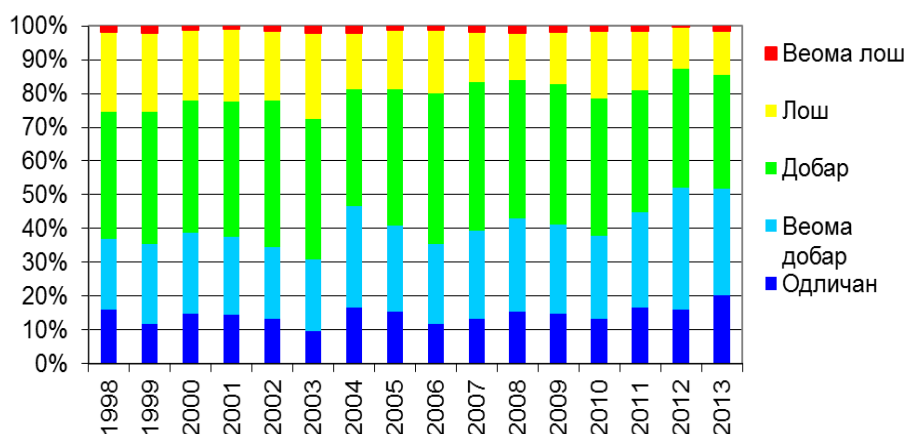
Табела 4. Индикатори квалитета површинских вода (*SWQI*)

	Нумерички индикатор	Описни индикатор	Боја
Србиан Water Quality Индекс	100 - 90	Одличан	●
	84 - 89	Веома добар	●
	72 - 83	Добар	●
	39 - 71	Лош	●
	0 - 38	Веома лош	●

Анализа квалитета воде применом описног индикатора *Serbian water Quality Index (SWQI)* је урађена за сливна подручја водотокова Републике Србије тако да су обухваћене:

- 1) Воде Војводине, водотоци и канали ДТД на левој обали Дунава;
- 2) Дунав, ток од станице Бездан до Радујевца;
- 3) Слив Саве, са сливовима Дрине и Колубаре;
- 4) Притоке Ђердапског језера, десне притоке Дунава низводно од ушћа Велике Мораве;
- 5) Слив Велике Мораве, са сливовима Јужне и Западне Мораве.

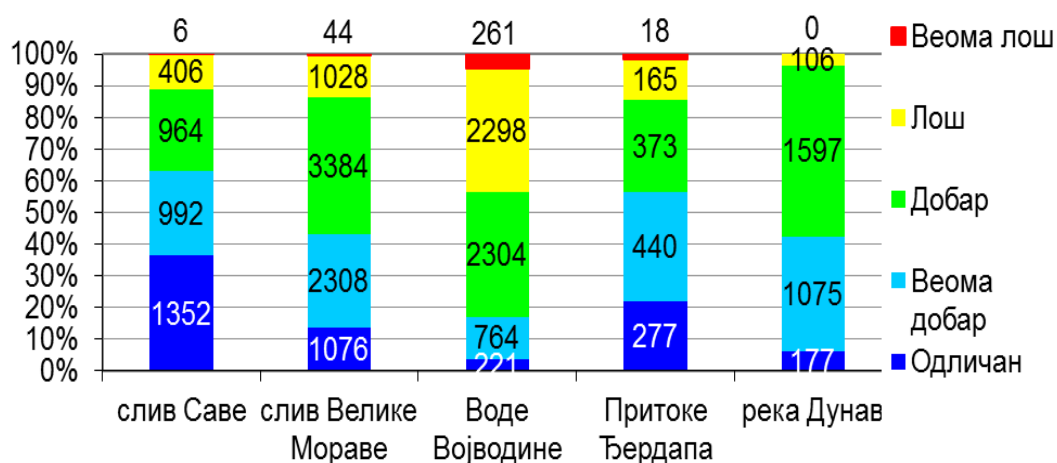
Анализа *SWQI* обухвата период 1998 - 2013. година са укупно 21819 узорака физичко-хемијских показатеља узоркованих у просеку једном месечно. Програм мониторинга за 2013. годину је обухватио 91 мерно место за контролу квалитета површинских вода са којих је узето за лабораторијску анализу 1056 узорака. (слика 35, слика 36)



Слика 35. Процент квалитета свих узорака воде одређених методом *SWQI*



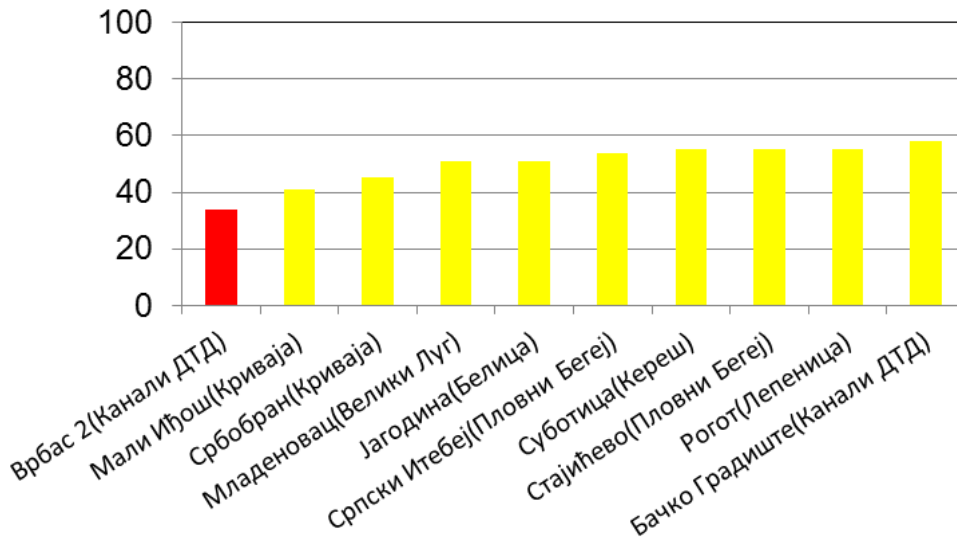
Анализа квалитета свих узорака воде одређених методом *SWQI* за 2013. годину у односу на претходну 2012. годину указује да је процентуално учешће узорака у категорији *веома лош* повећано, што може да буде индикатор утицаја загађивача. Међутим, провером резултата са мерних станица из Програма мониторинга за 2012. годину утврђено је да су у Програму мониторинга за 2013. годину уведене нове станице Слатина (Борска река) и Слатина (Кривељска река). На овим станицама је од укупно 22 узорака 15 било у категорији *веома лош* и 7 у категорији *лош*, што је изменило „слику“ квалитета воде по сливовима у вишегодишњем просеку и погоршало просечан квалитет притока Ђердапа. (слика 36)



Слика 36. Процент квалитета свих узорака воде по сливовима (са одговарајућим бројем узорака) за период 1998-2013. година одређених методом *SWQI*

Када се уради анализа у односу на укупан број узорака са свих сливних подручја, у категорији *веома лош* је чак 79% узорака са територије Аутономне Покрајине Војводине. Лоше стање квалитета воде канала и река Аутономне Покрајине Војводине допуњује податак да је чак 59% узорака на овом сливном подручју у категорији *веома лош* и *лош*. (слика 36)

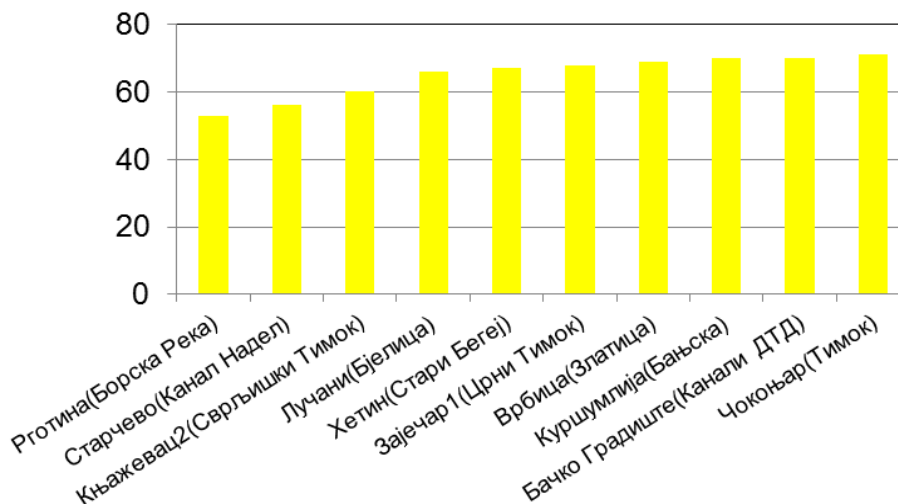
Промена Програма мониторинга површинских вода изостављањем или додавањем мерних места на профилима водотокова које својим квалитетом битно утичу на свеобухватан преглед стања је била предмет анализе и коментара у Извештају за 2012. годину. У Програму мониторинга за 2012. годину изостављено је пет мерних места са листе „најгорих десет“ за период 2002-2011. (слика 37)



Слика 37. Десет „најгорих“ водотокова - SWQI средње (2002-2011.)

То су биле мерне станице Врбас2 (Канали ДТД), Мали Иђош (река Криваја), Србобран (река Криваја), Младеновац (река Велики Луг) и Јагодина (река Белица) чијим изостављањем је добијена боља „слика“ стања квалитета која се одражава у мањем проценту учешћа категорије квалитета *веома лош* у 2012. години на хистограму процента квалитета свих узорака воде по годинама. (слика 37)

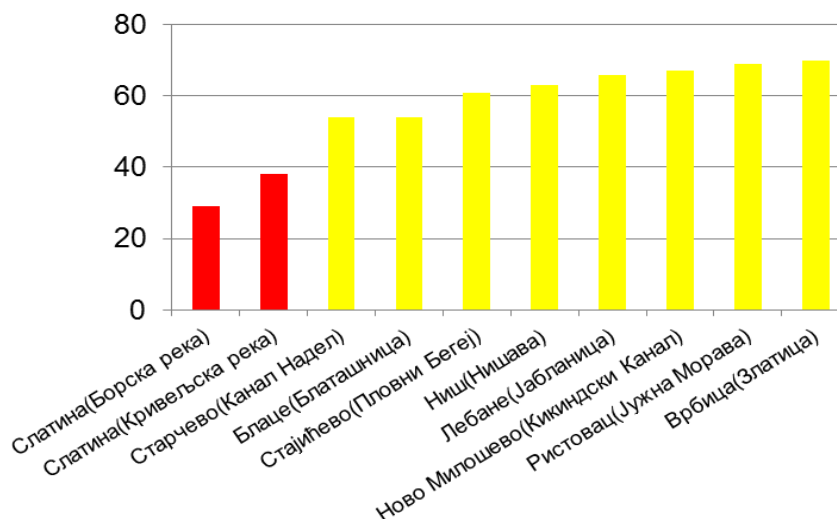
Изостављањем старих станица из Програма мониторинга за 2011. годину и увођењем нових у Програм за 2012. годину добио се битно другачији свеобухватни преглед стања квалитета по критеријуму „најгорих десет“. (слика 38)



Слика 38. Десет „најгорих“ водотокова - SWQI средње (2012)

Какав је значај избора станица у програму мониторинга површинских вода довољно говори општи компаративни показатељ квалитета средњих вредности по критеријуму „најгорих десет“ SWQI за период 2002-2011. и за 2012. годину. Свих десет „најгорих“ мерних места за период 2002-2011. година су са средњом

вредношћу *SWQI* испод 60 индексних поена, од тога са профилем Врбас 2, (Канали ДТД) са средњом вредношћу *SWQI* 34 индексних поена. (слика 38) Нових „најгорих десет” за 2012. годину презентују битно другачији свеобухватни преглед стања квалитета са чак осам мерних места на одговарајућим водотоцима које су имале средњу годишњу вредност *SWQI* 60 и више индексних поена. (слика 39)



Слика 39. Десет „најгорих” водотокова - *SWQI* средње (2013.)

Ова компаративна анализа добија пуни смисао увидом у десет „најгорих” водотока из Програма мониторинга за 2013. годину. (слика 39)

Најновијих „најгорих десет” за 2013. годину презентују измењен свеобухватни преглед стања квалитета где су два мерна места имала средњу годишњу вредност *SWQI* веома лош, Слатина (Борска река) *SWQI* 29 и Слатина (Кривељска река) *SWQI* 38 индексних поена. (слика 37) Ова компаративна анализа отвара питање како пројектовати рационални програм испитивања стања квалитета површинских вода и истовремено га усагласити са опредељењем Европске Уније како је дефинисано захтевима Оквирне директиве о водама (Directiva 2000/60/EC). Према основној дефиницији мониторинг је извршење дугорочних стандардизованих мерења и осматрања воде са циљем да се дефинише стање и промена квалитета. Мрежу за мониторинг површинских вода треба тако пројектовати да осигура целовит и свеобухватан преглед стања за сваки период на који се односи план управљања водама на водном подручју (Закон о водама, члан 33) успостављањем програма надзорног и оперативног мониторинга. [33]

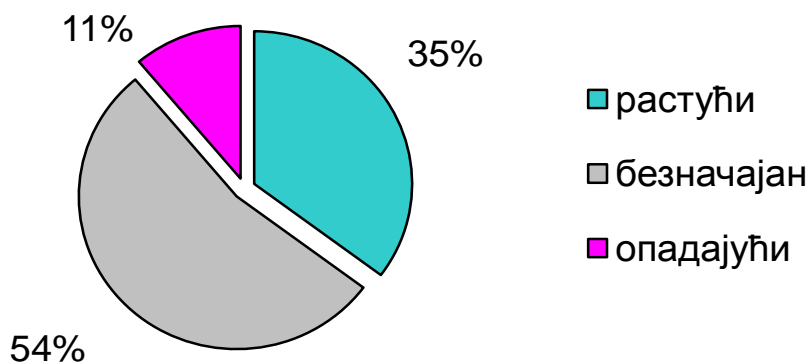
Надзорни мониторинг се спроводи на сваком мерном месту током важења плана управљања речним сливом осим ако раније спроведени надзорни мониторинг није показао да су се утицаји на водно тело променили. Истовремено, оперативни мониторинг се спроводи ради утврђивања ризика од неуспеха у задовољавању циљева животне средине и може се допуњавати у правцу смањења учесталости само ако се покаже да утицај није значајан или да је притисак отклоњен.

Захтеви пројектовања мониторинга површинских вода сходно одредбама Оквирне директиве о водама (Directiva 2000/60/EC) су потпуно у складу са

правилима струке да је мониторинг извршење дугорочних стандардизованих мерења и осматрања воде са циљем да се дефинише стање и промена квалитета. Почев од 2012. године програм мониторинга је редефинисан сврставањем мерних места делом у надзорни, делом у оперативни, а делом у надзорни и оперативни мониторинг. Истовремено се одређен број мерних места изоставља и додају се нова. Овако пројектованим планом мониторинга не могу се испоштовати елементи квалитета који се захтевају одредбама Оквирне директиве о водама (Directiva 2000/60/ЕС). Стално изостављање и допуна мерних места у мрежи мониторинга доводи до непоузданости анализе резултата дугорочних промена квалитета коришћењем било ког статистичког алата за оцену тренда.

### Оцена дугорочног тренда

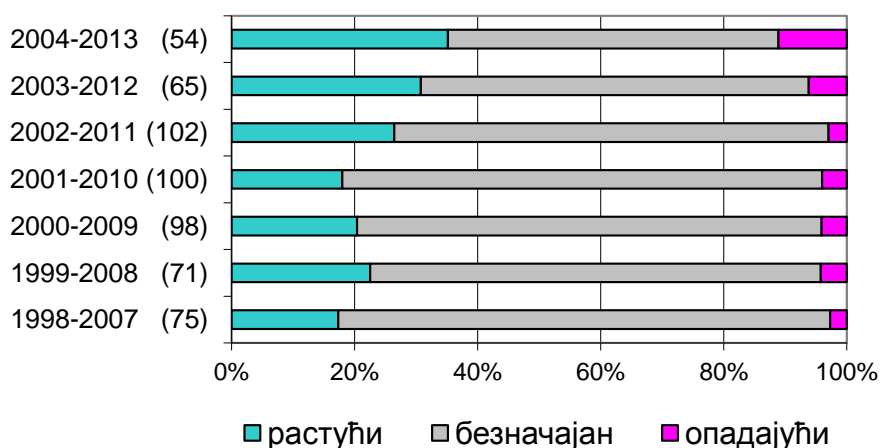
За прорачун тренда *Mann-Kendall* ( $\alpha=0,05$ ) непараметријским тестом заједно са *Sen'S* методом за непараметријску оцену нагиба тренда индикатора *SWQI* коришћен је поступак која се односи на више узорака за сваки временски период (једна година) на једном месту узорковања. Усвојен је критеријум од минимум пет годишњих узорковања (због репрезентативности индикатора) тако да је број мерних места за које постоје подаци у анализираним периоду (2004-2013), сведен на свега 54. Анализа је урађена оценом квалитета површинских вода методом *SWQI* коришћењем индексног распона 0-100 и одређивањем врсте тренда (растући, опадајући или безначајан). (слика 40)



Слика 40. Процентуална заступљеност тренда индикатора *SWQI* на мерним местима за период 2004-2013

Компаративна анализа процентуалне заступљености врсте тренда квалитета водотока Републике Србије изражена индикатором *SWQI* (средње) на мерним местима по декадама указује на две чињенице. (слика 41) Прва је да се од 2011. године смањује број мерних места из мреже мониторинга, која задовољавају критеријуме за прорачун тренда, и то: минимум пет годишњих узорковања од укупно дванаест, недостатак параметара квалитета како је захтевано Програмом мониторинга, и празнина у временској серији података за дату декаду (број мерних места која задовољавају критеријуме дат је у загради уз декаду). Друга чињеница проистиче из резултата процентуалне заступљености тренда где се види повећање процента растућег тренда по декадама од 2011, међутим овај показатељ је непоуздан због околности да у претходном периоду нису изграђени

значајни капацитети за пречишћавање отпадних вода и овај резултат је добијен пре свега сталним изостављањем и допуном мерних места у мрежи мониторинга.



Слика 41. Процентуална заступљеност врсте тренда SWQI на мерним местима по декадама

### Квалитет водотокова на територији Београда

Мониторинг квалитета површинских вода на територији Београда спроводи Градски завод за јавно здравље - Београд. [34] За интерпретацију добијених резултата и оцену квалитета водотокова према овим подацима коришћена је метода *SWQI*. Просечне годишње вредности *SWQI* су представљене на карти водотокова са мерних профила река које су притоке Саве, Дунава и Велике Мораве и на мерним профилима на Дунаву и Сави. (слика 42)

Најважнији мерни профил на Сави је Макиш код водозавхвата београдског водовода и на њему су испитивања најчешћа и најобимнија. Квалитет воде Дунава се мери на профилима Земун, Винча и Бела Стена. На територији Београда река Колубара је највећа и водом најбогатија десна притока Саве која се улива у зони заштите изворишта водовода Обреновац. Сливно подручје Колубаре обухвата Бранковину, Тамнаву и делове централне и западне Шумадије, а главне притоке су јој Љиг, Лукавица, Турија, Пештан, Бељаница и Тамнава. Од значајнијих насеља у њеном сливу су Ваљево, Мионица, Лајковац, Љиг, Лазаревац, Осечина, Коцељева, Уб и Обреновац. Санитарне и технолошке отпадне воде из ових насеља, посредно или непосредно доспевају у Колубару и утичу неповољно на њен квалитет. За Београд са гледишта заштите вода, велики утицај имају мали водопријемници, (канал и реке) непречишћених комуналних и индустријских отпадних вода из ободних градских општина. Најзначајнији је канал Галовица који својим доњим током пролази кроз ужу зону санитарне заштите изворишта београдског водовода. Сливно подручје канала Галовица обухвата практично највећи део југоисточног Срема, од падина Фрушке горе до Саве. Канал пролази кроз неколико општина и у сливу му се налазе бројна насеља, фарме, индустријски, занатски и складишни објекти и мањи дренажни канали који се уливају у њега, тако да у канал доспева велика количина непречишћених санитарних и технолошких отпадних вода, што значајно погоршава квалитет воде.



**Топчидерска река** је у Београду већ дуго година синоним за изразито загађен водоток, јер су се санитарне отпадне воде из бројних нелегалних стамбених објеката и сеоских домаћинстава, као и технолошке отпадне воде из индустрије раковичког басена непречишћене изливале у овај водоток. У доњем току Топчидерска река представља отворени бетонски колектор за пријем отпадних вода раковичког басена.



Слика 42. Мерна места водотокова на територији Београда са просечним вредностима индикатора *SWQI* за 2013. годину

**Железничка река** је десна притока Саве изразито локалног карактера због малог протицаја и ограниченог сливног подручја. Значај Железничке реке за Београд произлази из чињенице што она својим доњим током протиче кроз ширу и ужу зону санитарне заштите изворишта. Опасне материје, најчешће органског порекла су перманентна опасност за извориште у макишком пољу.

**Баричка река** је веома мали водоток без икаквог значаја по количини воде коју уноси у Саву, али значајан по количини загађујућих материја и нутријената. Река је изразито бујичног карактера и њено ушће се налази узводно од зоне заштите изворишта Београдског водовода. Непречишћене санитарне отпадне воде из насеља Барич су главни загађивачи водотока, али треба узети у обзир и технолошке отпадне воде из појединих погона предузећа "Прва Искра".

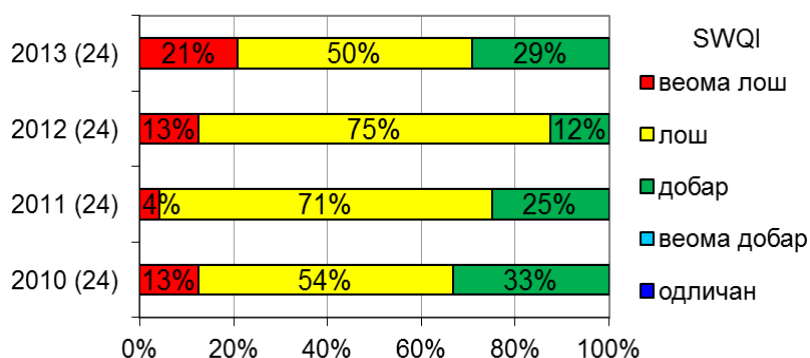
**Велики Луг** је једини водоток, поред Раље, који се формира на територији Града а припада сливу Велике Мораве. Велики Луг је само условно река, јер је до те мере

деградиран комуналним и индустријским отпадним водама Младеновца, Сопота и околних насеља, да представља отворени колектор отпадних вода из ових општина.

**Болечица** је један од мањих водотокова на подручју Београда који припада директном сливу Дунава, а протиче кроз неколико приградских насеља од којих су најзначајнија Лештане и Винча. Река је бујичног карактера широка свега пар метара, а у сливном подручју прикупља отпадне воде са пољопривредних површина, приградских насеља без канализационих система али са развијеном малом привредом, посебно на подручју Лештана. Велике површине под плантажним воћњацима представљају значај извор дифузног загађења.

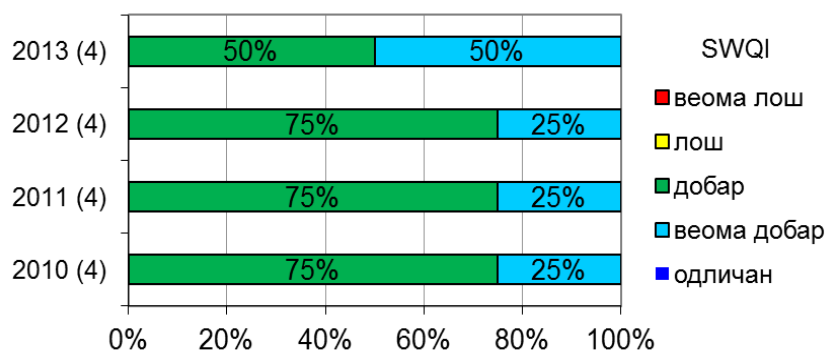
**Грочица** (Грочанска река) је мали водоток дужине свега пар километара у који се изливају отпадне воде из истоименог насеља, фабрике за прераду воћа и поврћа и других предузећа лоцираних у сливу, као и отицаји са пољопривредних површина, углавном плантажних воћњака. У летњем периоду при малим водама емисије отпадних вода и отицаји са спираних површина потпуно деградирају овај водоток.

**Панчевачки рит** испресецан је мрежом мелиорационих канала. У Дунав се изливају, односно, препумпавају воде Сибнице, Каловите и Визеља. Канал Каловита који пролази кроз Крњачу и индустријску зону поред аутопута за Панчево и канал Визељ уз који се налази део насеља Борча, осим отпадних вода из насеља, прикупљају отпадне воде са великих сточних фарми.



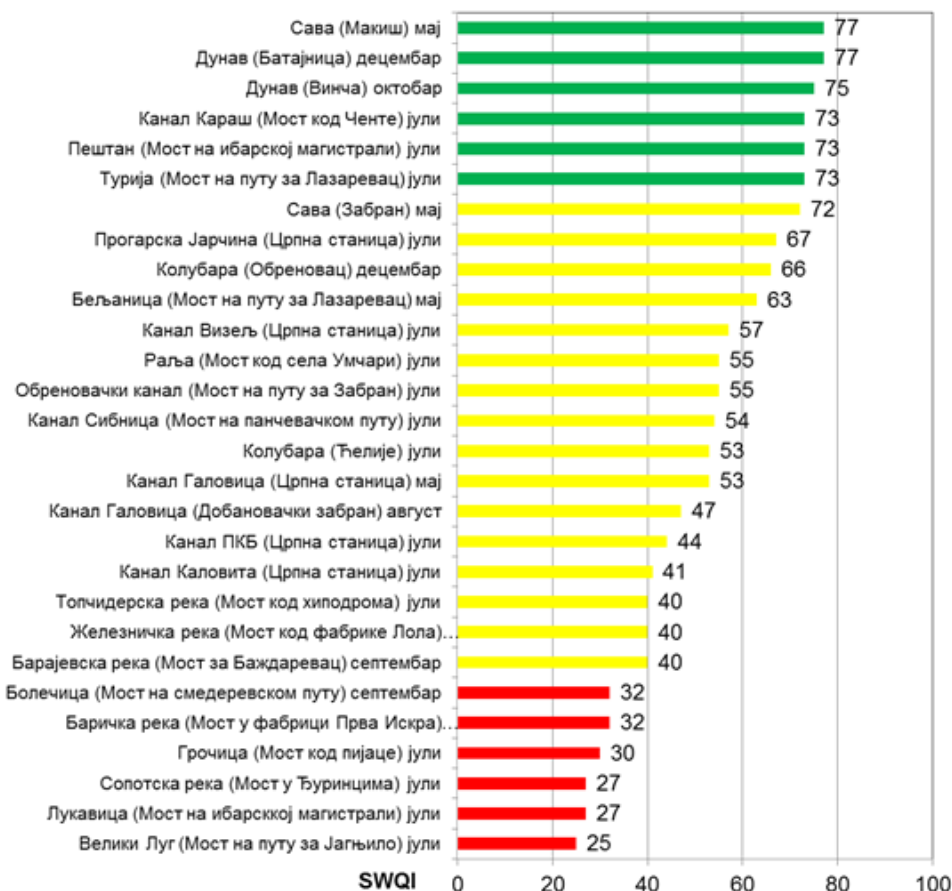
Слика 43. Расподела учесталости средњих вредности *SWQI* (2010-2013) река притока Саве, Дунава и Велике Мораве на територији Београда

Утицај на квалитет површинских вода је анализиран израчунавањем процента расподеле учесталости средњих вишегодишњих вредности *SWQI*. Анализа је урађена за период 2010-2013. година за мерне профиле на водотоцима који су притоке Саве и Дунава (слика 43) и посебно за мерне профиле на Дунаву и Сави. (слика 44) Водотоци са територије Београда који се уливају у Саву, Дунав и Велику Мораву у 2013. години су погоршали квалитет јер је процентуално учешће узорака у категорији **веома лош** (*SWQI* 0-38) повећано са 13% на 21%. (слика 44)



Слика 44. Расподела учесталости средњих вредности *SWQI* (2010-2013) на мерним местима Дунава и Саве на територији Београда

Реке Дунав и Сава на профилима кроз територију Београда показују знатно побољшање квалитета у односу на учешће узорака у категорији **веома добар** (*SWQI* 83-89) у односу на 2010, 2011 и 2012. годину, тако да се квалитет ових водотока може оценити као веома задовољавајући. (слика 44) Значајно је нагласити да квалитет водотокова који се на територији Београда уливају у Саву, Дунав и Велику Мораву имају знатно лошији квалитет од самих водопријемника. Првенствени разлог је да су то мали водотоци и да ка њима гравитирају урбани и полуурбани канализациони системи и индустријска постројења из којих се без пречишћавања изливају отпадне воде.



Слика 45. Минималне вредности индикатора *SWQI* у 2013. години на мерним профилима река на територији Београда

Потпунију анализу квалитета водотокова на територији Београда даје приказ минималне вредности *SWQI* која је забележена на свим профилима. Графички приказ даје податке о водотоку, мерном месту и месецу у коме се минимална вредност *SWQI* појавила. (слика 45)

С обзиром на значај мерног профила Макиш на Сави код водозавода београдског водовода, може се рећи да овако висока минимална вредност индикатора *SWQI* од 77 индексних поена говори о високом нивоу квалитета воде намењене за водоснабдевање Београда. Са друге стране минимална вредност 75 индексних поена *SWQI* (*добар*) на профилу Винча указује да је Дунав у стању због свог огромног пријемног капацитета да се „носи“ са садржајем излива из београдског канализационог система. Веома лош квалитет је забележен на каналима и малим водотоцима који су сви у „минимуму“ у *SWQI* категорији *лош* и *веома лош*, као и река Колубара на профилу Обреновац (*SWQI* 66 *лош*) и Ћелије (*SWQI* 53 *лош*).

### POPs хемикалије и друге хазардне супстанце

Као последица високог степена непречишћавања отпадних вода доспелих из комуналних и индустријских канализационих система, у водотоцима Србије је присутан недопустиво висок садржај опасних материја које због свог састава, количине, степена токсичности и других особина могу довести у опасност живот и здравље људи, риба и животиња. Непознавање извора загађења, квантитета и квалитета отпадних вода, утицаја на реципијенте и веома низак степен пречишћавања урбаних и индустријских отпадних вода у Републици Србији у односу на Европу представља најозбиљнији проблем у области заштите животне средине. Анализа садржаја опасних материја се заснива на листи 17 приоритетних супстанци и 16 приоритетних хазардних супстанци према *Уредби* која проистиче из Directive 76/464/ЕЕС и више „ћерки“ Директива и Одлука, која садржи листу супстанци које су изабране као приоритетне супстанце које изазивају повећан ризик по животну средину и здравље. [35] Ту спадају и дуготрајне органске загађујуће супстанце (POPs хемикалије, eng: Persistent Organic Pollutants) чији су резултати мониторинга у површинским водама Србије презентовани су у оквиру мера на идентификовању потенцијално контаминираних подручја у складу са *Националним имплементационим планом за спровођење Стокхолмске конвенције* (2010). [36] Основни циљ Стокхолмске конвенције је да забрани, или ограничи производњу, употребу, емисију, увоз и извоз веома токсичних супстанци, које припадају групи дуготрајних органских загађујућих супстанци ради заштите здравља људи и животне средине. Усвајањем Закона о ратификацији Стокхолмске конвенције Република Србија се обавезала да испуњава све у њој садржане одредбе. [37]

**Концентрације POPs хемикалија у води и седименту**

Резултати мониторинга POPs хемикалија у површинским водама Србије анализирани су са оних профила из програма мониторинга Агенције за заштиту животне средине чији се подаци достављају у оквиру редовног извештавања према Европској агенцији за животну средину (ЕЕА), и програму мониторинга који спроводи Градски завод за јавно Здравље Београд. Анализа резултата се заснива на вредностима прописаним Уредбом за приоритетне и приоритетне хазардне хазардне супстанце, које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање.

Табела 5. Резултати мониторинга POPs хемикалија у површинским водама из програма Агенције за заштиту животне средине

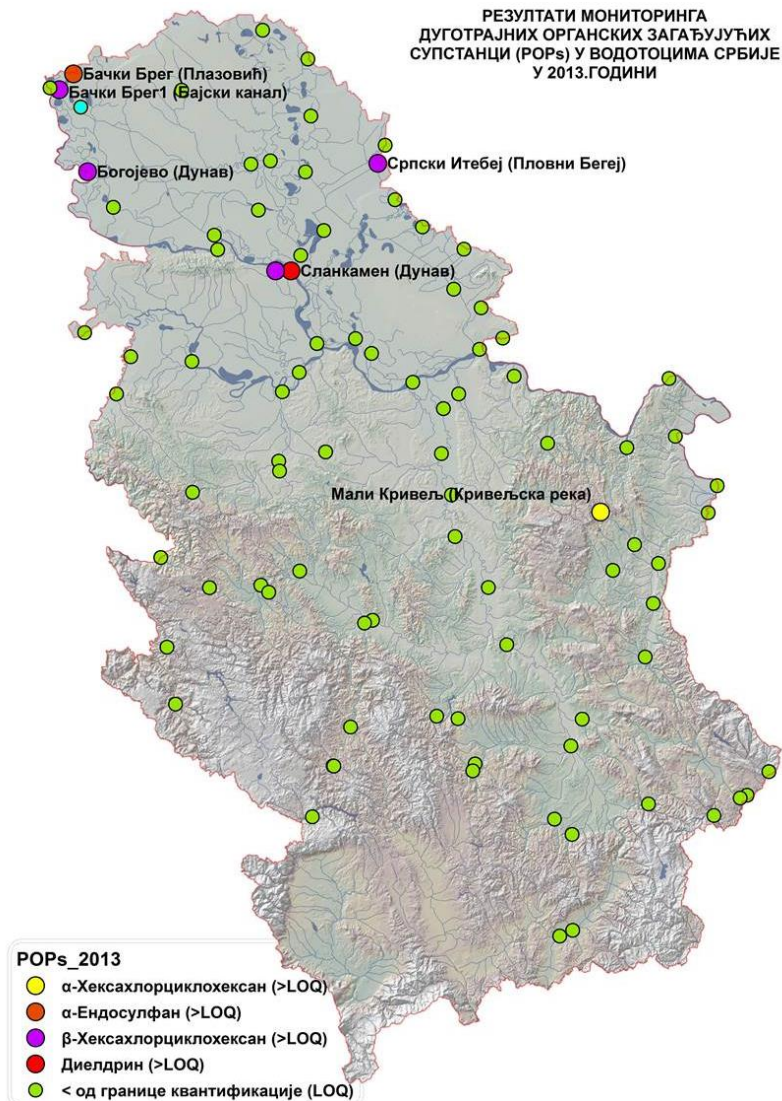
Име станице (водоток)	број мерења >LOQ/укупан број мерења	POP-s	CAS No	Измерена вредност (µg/l)	LOQ
Сланкамен (Дунав)	1 од 1	Dieldrin	60-57-1	0,002	<0,002
Бачки Брег (Плазовић)	1 од 11	α-endosulfan	959-98-8	0,008	<0,005
Мали Кривељ (Кривељска река)	1 од 6	α-HCH	319-84-6	0,01	<0,001
Сланкамен (Дунав)	1 од 1	β-HCH	319-85-7	0,001	<0,001
Богојево (Дунав)	1 од 2	β-HCH	319-85-7	0,017	<0,001
Српски Итебеј (Пловни Бегеј)	1 од 2	β-HCH	319-85-7	0,016	<0,001
Бачки Брег (Бајски Канал)	1 од 11	β-HCH	319-85-7	0,006	<0,001

Мониторинг POPs хемикалије у површинским водама из програма мониторинга Агенције за заштиту животне средине обављен је на 89 мерних места и обухвата три групе параметара: пестициде, индустријске хемикалије и нуспроизводе индустријских процеса. Анализа резултата садржаја POPs хемикалија у речној води презентована је табеларно за оне POPs хемикалије чије су концентрације изнад границе квантификације (LOQ). (табела 5) Све максимално измерене концентрације (МИК) су биле испод прописаних вредности за параметре који имају дефинисану максималну дозвољену концентрацију (МДК) према нашим прописима.

Посебна карактеристика POPs хемикалија је да су отпорне на фотолитичку, биолошку и хемијску деградацију, због чега се путем ваздуха и воде, процесима испаравања и кондензације преносе у непромењеном облику у регије у којима

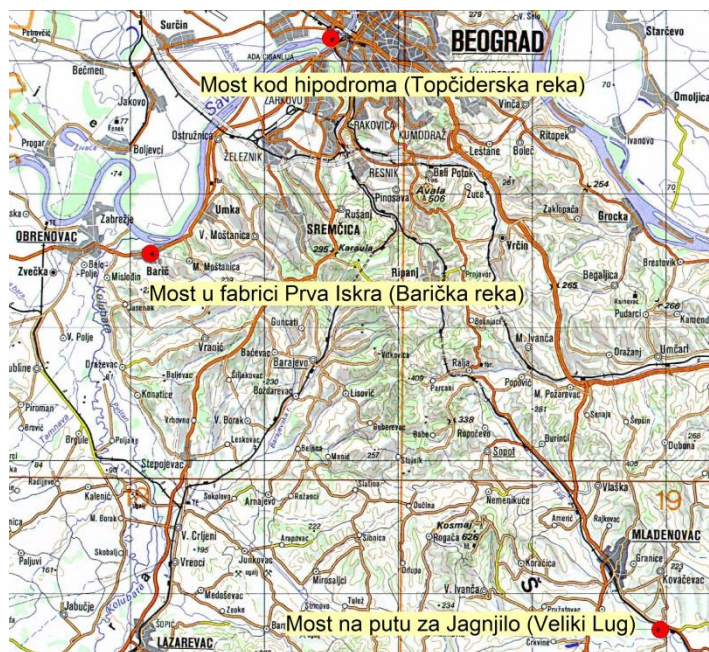


нису употребљаване, на шта указују анализе концентрација и места детектована у овом извештају. Без обзира што су у нашим условима вредности појединих POPs хемикалија у површинским водама изнад границе квантификације (LOQ) и истовремено испод прописаних вредности максимално дозвољене концентрације (МДК), њихове посебне карактеристике указују на значај примене законских одредби која регулишу питања управљања хемикалијама, средствима за заштиту биља, квалитетом хране, отпада, ваздуха и воде за пиће.



Слика 46. Резултати мониторинга POPs хемикалија у површинским водама са концентрацијама изнад границе квантификације (LOQ)

Анализа резултата садржаја POPs хемикалија према програму који спроводи Градски завод за јавно здравље Београд показала је да су концентрације полихлорованих бифенила (PCBsum) у седименту више локација: реке Велики Луг (профил мост на путу за Јагњило), Топчидерска река (мост изнад Цареве ћуприје) и Баричка река (мост у фабрици „Прва Искра“), прекорачене према критеријуму за оцену квалитета седимента како је дефинисано Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање. (слика 47), (табела 6)



Слика 47. Мерна места у седименту водотока у којима су детектоване РСВ хемикалије у 2013. години на територији Београда

Табела 6. Резултати мониторинга POPs хемикалија у седименту из програма Градског завода за заштиту здравља Београд

Водоток	Топчидерска река	Баричка река	Река Велики Луг
Мерно место	мост изнад Цареве ћуприје	мост у фабрици "Прва Искра"	мост на путу за Јагњило
Датум узорковања	17.09.2013.	10.09.2013.	11.09.2013.
PCB sum (mg/kg) измерена вредност	0,4020	0,1800	1,2460
PCB sum (mg/kg) коригована циљна вредност	0,0371	0,0124	0,0189
PCB sum (mg/kg) коригована <sup>15</sup> МДК вредност	0,3706	0,1240	0,1890
PCB sum (mg/kg) коригована ремедиациона вредност	1,8530	0,6200	0,9450

Ови резултати указују да у ширем подручју ових мерних места сигурно постоји контаминирана локација као извор загађења РСВ хемикалијом. Значајно је напоменути да у Србији не постоје трајне локације за складиштење или деконтаминацију опреме или отпада контаминираниог РСВ, као ни постројења за деградацију флуида на бази РСВ.

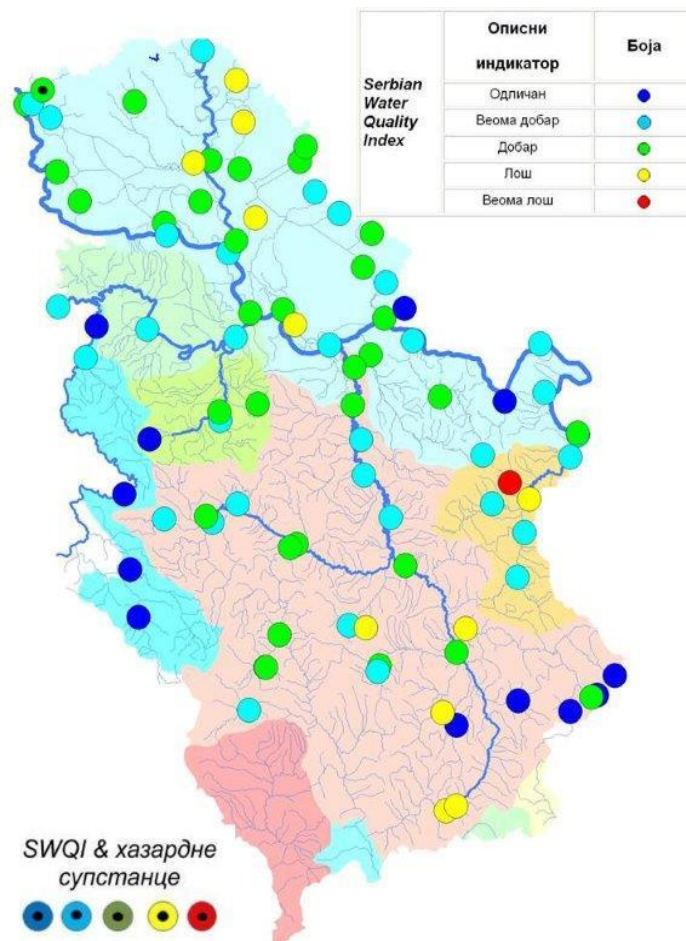
Презентована анализа резултата мониторинга POPs хемикалија у површинским водама Србије потврђује значај доношења допуњених прописа за мерење POPs

<sup>15</sup> Код дефинисања граничних вредности за оцену квалитета седимента узета је у обзир „Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, Службени гласник РС, бр. 50/2012“, где се дефинише корекција граничних вредности за садржај метала и органских супстанци у зависности од садржаја глине и органских материја у седименту.

хемикалија у медијумима животне средине, храни и биолошким матриксама, као и истраживачки мониторинг POPs хемикалија у медијумима животне средине и биолошким узорцима (узорцима анималног и хуманог порекла).

### Хазардне супстанце

На основу података из систематског мониторинга Агенције за заштиту животне средине (2013) на карти водотокова симболом "црна тачка", унутар симбола индикатора *Serbian water Quality Index*, представљене су мерне станице на којима је измерена вредност приоритетних супстанци (тешких метала) премашила максимално дозвољена концентрација (МДК). Анализе показују да је МДК живе (Hg) прекорачена на водотоку Плазовић на мерном месту (Бачки Брег) водотока и износи 0,1 mg/l (МДК 0,07 mg/l). (слика 48)



Слика 48. Мерна места водотокова Србије (2013.) – „црне тачке“ и *Serbian Water Quality Index*

Овакав обједињен приказ квалитета водотокова са концентрацијама приоритетних хазардних супстанци и одговарајућом средњом вредношћу *SWQI* на годишњем нивоу као индикатором општег квалитета, поставља нове стандарде у методологији креирања индикатора за потребе израде одговарајућих информација неопходних у политици заштите вода и у обавештавању јавности.



На основу података из мониторинга Градског завода за јавно здравље Београд (2013) у табеларном прегледу представљене су измерене вредности приоритетних супстанци (тешких метала) за мерне станице према граничним вредностима за оцену квалитета седимента. (табела 7.) У табеларном прегледу дат је индикатор који показује какав је статус седимента на датој локацији представљен бојом којој одговара циљна вредност, максимално дозвољена концентрација и ремедијациона вредност према концентрацији приоритетне супстанце (тешки метал).<sup>16</sup>

≤ циљна вредност	≤ МДК	≤ ремедијациона вредност	> ремедијациона вредност
------------------	-------	--------------------------	--------------------------

Табела 7. Статус седимента у водотоцима на територији Београда-први део

Водоток	Место узорковања	Арсен (As)	Кадмијум (Cd)	Хром (Cr)	Бакар (Cu)	Жива (Hg)	Олово (Pb)	Никл (Ni)	Цинк (Zn)
Сава	Забран								
Сава	Макиш								
Дунав	Батајница								
Дунав	Винча								
Колубара	Мост на путу за Обреновац								
Колубара	Мост у селу Ћелије								
Канал Галовица	Добановацки забран								
Канал Галовица	Црпна станица								
Топчидерска река	Мост код хипдрома								
Железничка река	Мост код фабрике Лола								
Баричка река	Мост у фабрици Прва Искра								
Пештан	Мост на Ибарској магистрали								
Турија	Мост на путу за Лазаревац								
Бељаница	Мост на путу за Лазаревац								
Лукавица	Мост на Ибарској магистрали								

<sup>16</sup> Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, "Службени гласник РС", бр. 50/2012. ((Прилог 3. СЕДИМЕНТ, I. Граничне вредности за оцену квалитета седимента)

други део

Водоток	Место узорковања	Арсен (As)	Кадмијум (Cd)	Хром (Cr)	Бакар (Cu)	Жива (Hg)	Олово (Pb)	Никл (Ni)	Цинк (Zn)
Болечица	Мост на смедеревском путу								
Грочица	Мост на Грочици код пијаце								
Велики Луг	Мост на путу за Јагњило								
Раља	Мост код села Умчари								
Канал Каловита	Црпна станица								
Канал Сибница	Мост на панчевачком путу								
Канал Визељ	Црпна станица								
Барајевска река	Мост за Баждаревац								
Сопотска река	Мост у Ђуринцима								
Канал Караш	Мост код Ченте								
Канал ПКБ	Црпна станица								

Потенцијално токсични елементи у високим концентрацијама акутно су токсични за људе, али и ниже концентрације које су детектоване у акумулацијама намењеним водоснабдевању, током дугог периода хроничног излагања могу имати притајене ефекте. (табела 8)

Табела 8. Преглед ефеката по здравље потенцијално токсичних елемената – тешких метала [38]-први део

Елемент	Акутни здравствени ефекти	Хронични здравствени ефекти	Канцерогеност
<b>Cd</b>	Иритација дигестивног тракта, колитис, повраћање, дијареја, смрт.	Полувек = 10-40 год. Оштећење плућа, бубрега и хематопатског система, крте кости, анемија, оштећење нерава или мозга код животиња.	Чврсти докази код животиња, слаби докази код људи.
<b>Cu</b>	Надражење уста и грла, главобоља, вртоглавица, мучнина, дијареја, стомачни чиреви, жутица, оштећење бубрега, смрт	Оштећење јетре и бубрега, „љубичаста болест“ (акродинија) цироза.	Нема доказа
<b>Zn</b>	Проблеми у стомаку и пробави, дехидрација, лошија координација мишића	Оштећење имуног система. Утиче на способност организма да узима и користи друге кључне елементе као бакар и гвожђе.	Нема доказа



други део

Елемент	Акутни здравствени ефекти	Хронични здравствени ефекти	Канцерогеност
<b>Cr</b>	Алергијске реакције на кожи, иритације носа, плућа, стомака и црева хромом, конвулзије, смрт	Оштећења носа и плућа, већи ризик од неканцерогених болести плућа, чиреви, оштећења бубрега и јетре. Деформитети и репродуктивни проблеми код мишева.	Докази код људи и мишева
<b>Hg</b>	Мучнина, повраћање, дијареја, повишен крвни притисак, црвенило коже, иритација ока, отказивање бубрега.	Оштећења мозга, плућа, бубрега и фетуса у развоју, неуролошки поремећаји, депресија, вертиго и дрхтавица.	Докази на мишевима.
<b>Ni</b>	Алергијске реакције, оштећење плућа	Хронични бронхитис и ослабљена функција плућа, обољење плућа. Утиче на крв, јетру, бубреге, имуни систем, размножавање и развој мишева и пацова.	Докази о раку плућа и носних синуса код људи
<b>Pb</b>	Анемија, затвор, грчеви, пад зглобова и стопала, оштећење бубрега. Симптоми код деце су раздражљивост, губитак апетита, повраћање и затвор.	Неспецифични: оштећење нервног система, бубрега и имуног система Код деце може умањити менталне способности и смањити раст. Код одраслих, смањено време реакције и меморије, побачај, прерано рођење и оштећење репродуктивног система код мушкараца.	Докази на животињама
<b>As</b>	Мучнина, повраћање, дијареја, оштећење ткива, укључујући нерве, стомак, црева и кожу.	Кератоза коже, смањена производња крвних зрнаца, гушење мождане сржи, абнормална функција срца, лошија функција нерава, оштећење фетуса код животиња	Докази код људи, већи ризик од рака јетре, бешике, бубрега и плућа

Осим индикатора *SWQI* са приказом прекорачених вредности приоритетних хазардних супстанци за оцену квалитета површинских вода, могу се користити и биоиндикатори у праћењу утицаја разних токсичних и генотоксичних агенаса на организме у акватичној средини. У загађеној воденој средини организми су континуирано изложени ендогеним и егзогеним агенсима који могу имати негативан утицај и интераговати са виталним ћелијским компонентама. Егзогени агенси који доводе до оштећења ДНК могу бити хемијски агенси природног порекла или новосинтетисана хемијска једињења пореклом из отпадних вода које се изливају у водотокове. Истраживања у оквиру екогенотоксикологије су

фокусирана на биолошки мониторинг мутагена спољашње средине (*environmental mutagens*) у одређеним екосистемима и на директне последице оштећења ДНК. Промене на ДНК водених организама детектују се генотоксичним тестовима применом биомаркера којима се прати утицај хемијских агенаса на различите акватичне организме, пре свега на шкољке и рибе.

У Србији је урађено више истраживања која су обухватила тест генотоксичног потенцијала појединих река са анализом оштећења ДНК молекула у различитим ткивима риба и шкољки. Према резултатима анализа на рибама (*Squalius cephalus*) узоркованих месечно са река Пештан и Бељаница (слив реке Колубаре), са локалитета који су под различитим антропогеним утицајем (отпадне воде рударских копова, пепелишта и насеља надомак река), током свих месеци је примећен повишен ниво оштећења ДНК молекула. Истовремено на шкољкама (*Sinanodonta woodiana*, *Unio* sp.), узоркованих месечно на локалитетима на реци Велика Морава и сезонски на рекама Тиса, Сава и Дунав са локалитета под утицајем отпадних вода индустрије, пољопривреде као и канализационих вода околних насеља, примећен је такође повишен ниво оштећења ДНК молекула.<sup>17</sup>

Узимајући у обзир досадашња истраживања генотоксичности код акватичних организама, потребно је на основу вишегодишњих резултата анализа квалитета река на хазардне и потенцијално хазардне супстанце, урадити програм биомониторинга на рекама Републике Србије којим би биле обухваћене агломерације са испустима у водотоке непречишћених индустријских и комуналних отпадних вода ( $\geq 100\ 000\text{EC}$ ). Узорковање би се требало вршити сезонски. Када су у питању рибе, узорковање је довољно вршити на једном локалитету по реци, док би за шкољке узорковање требало вршити на неколико локалитета по реци због сесилног начина живота ових организама. Презентовани резултати концентрација детектованих приоритетних хазардних супстанци у површинским водама Републике Србије указују на неопходност предузимања законских мера, а досадашња истраживања генотоксичности код акватичних организама јасно указује на значај успостављања одговарајућег програма биомониторинга.

## **Квалитет подземних вода у приобаљу великих река**

Испитивање квалитета подземних вода на територији Републике Србије спроводи се по Програму систематског испитивања Агенције за заштиту животне средине.<sup>18</sup> Узорковање се обавља једанпут годишње у пијезометрима у приобаљу великих река. Мрежа плитких пијезометара се налази у пољопривредном реону и зони

---

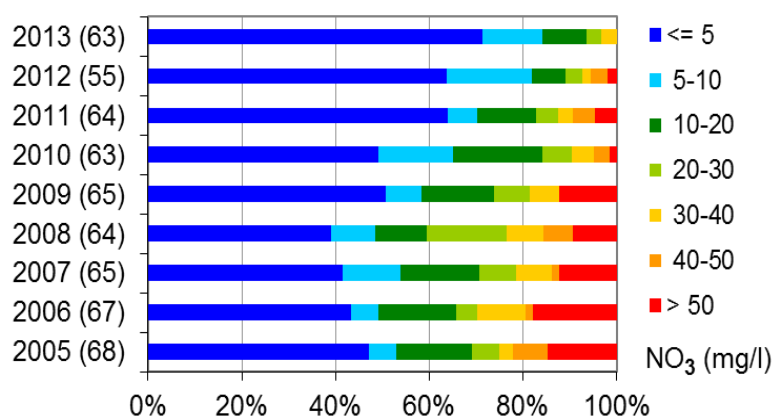
<sup>17</sup> *Извор:* Биолошки факултет - Катедра за микробиологију Универзитета у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду и Институт за биолошка истраживања Универзитета у Београду: (1) Пројекат Министарства просвете и науке Републике Србије бр. 173045; (2) Пројекат Европске уније (Седми оквирни програм, ФП7/2007-2013бр. 265264).

<sup>18</sup> Уредба о утврђивању годишњег програма мониторинга статуса вода за 2013. годину.

утицаја водотокова тако да је подземна вода прве издани подложна загађењу са спираних површина, бочних дотока из водотокова, али и утицаја из септичких јама и излива из сеоских дворишта. Просечна дубина уграђених цеви, за приобаље Мораве и Колубаре и подручје Мачве износи 6-15m, а за Аутономну Покрајину Војводину 7-44m.

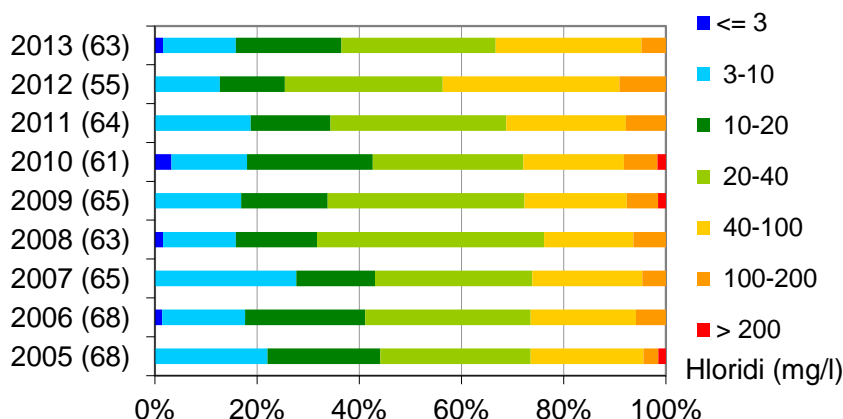
За анализу квалитета подземних вода у приобаљу великих река за период 2005 - 2013. година коришћена су четири параметра, нитрати, хлориди, амонијум јон и нитрити као хемијски индикатори органског загађења. Нитрати представљају хемијске индикаторе коришћења азотних ђубрива и отпада који настаје на фармама или је индустријског порекла, а амонијум јон и хлориди су директни индикатори фекалног хуманог загађења и загађења од стајског ђубрива.

Анализом узорака подземне воде из приобаља великих река може се закључити да у 2013. години није детектована концентрација нитрата са вредношћу >50 mg/l, а то је максимално допуштена концентрација неорганских материја у води за пиће. (слика 49)



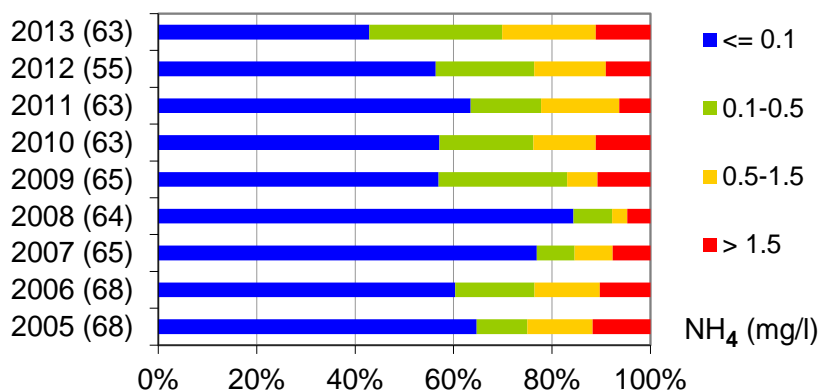
Слика 49. Расподела учесталости концентрација нитрата (2005-2013)

Концентрације хлорида нису прекорачене изнад вредности 200 mg/l колико је дозвољено у води за пиће (Правилник о хигијенској исправности воде за пиће, „Сл. лист СРЈ“ 42/98 и 44/99) (слика 50). Као директни индикатори фекалног загађења и загађења од стајског ђубрива, презентоване концентрације хлорида у подземној води приобаља наших река указују да не постоје утицаји потенцијалног органског загађења на дубље водоносне слојеве.

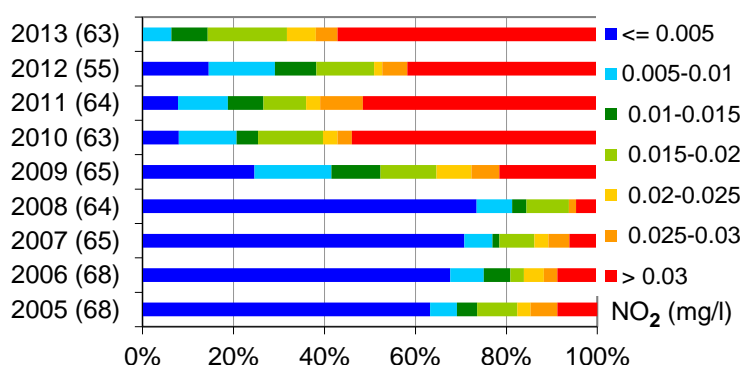


Слика 50. Расподела учесталости концентрација хлорида (2005-2013)

Анализа садржаја амонијум јона урађена је у односу на три граничне вредности концентрација према нашем Правилнику, Директиви ЕУ и препорукама Светске здравствене организације.<sup>19</sup> Према расподели учесталости концентрација амонијум јона мањих од 0,1 mg/l NH<sub>4</sub> и >1,5 mg/l NH<sub>4</sub> стање квалитета у 2013. години је погоршано у односу на 2012. годину [слика 51](#).



Слика 51. Расподела учесталости концентрација амонијума јона(2005-2013)



Слика 52. Расподела учесталости концентрација нитрита (2005-2013)

<sup>19</sup> У Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће прописана је гранична вредност од 0,1 mg/l NH<sub>3</sub>, а за водоводе до 5000 ЕС од 1 mg/l NH<sub>3</sub> (Сл. лист СРЈ 42/98). Према Директиви ЕУ гранична вредност за амонијум-јон износи 0,5 mg/l NH<sub>4</sub> (Directive 98/83/EC). Према Светској здравственој организацији препоручена је вредност од 1,5 mg/l NH<sub>4</sub>, као праг концентрације мириса у води (Guidelines for Drinking-water Quality, WHO, 2008)

Анализа садржаја нитрита урађена је у односу на максимално допуштenu концентрацију према Правилнику.<sup>20</sup> Према расподели учесталости концентрација нитрита већих од 0,03 mg/l NO<sub>2</sub> стање квалитета се погоршава константно од 2009. године [слика 52](#). Посебно је потребно нагласити да је у једном узорку у 2013. из пијезометра Обреж-Ратаре у водном подручју Велике Мораве детектован садржај супстанце *ацетохлора* која се користи као хербицид за уништавање биљака. Детектована је концентрација од 0,23 mg/l чиме је прекорачен стандард квалитета за подземне воде.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> У Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ 42/98) прописана је максимална допуштена концентрација за нитрите од 0,03 mg/l NO<sub>2</sub>, Табела IIIа Максималнио допуштене концентрације неорганских мматерија у води за пиће (mg/l).

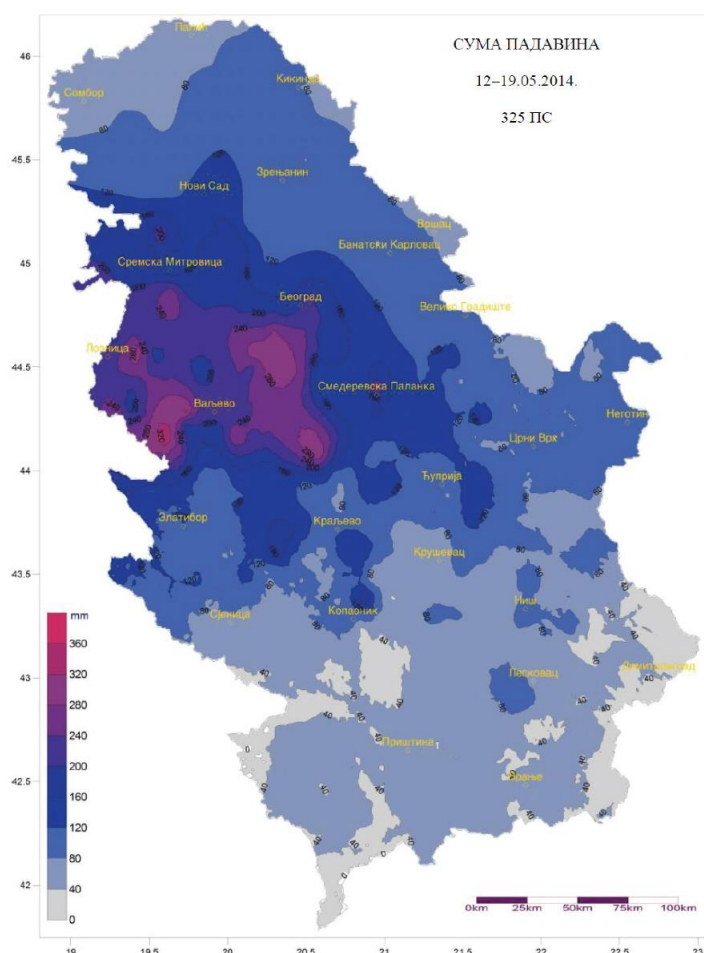
<sup>21</sup> Гранична вредност загађујућих материја у подземним водама, за активне супстанце у пестицидима износи 0,1 mg/l (*Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама водама и седименту и роковима за њихово достизање*, "Службени гласник РС", бр.50/12, Прилог 2. Подземне воде, Табела 1).



## ПОПЛАВЕ У СРБИЈИ У МАЈУ 2014: УТИЦАЈ НА КВАЛИТЕТ ВОДОТОВОКА

## Хидрометеоролошки аспекти на сливу реке Саве у време поплаве

Катастрофалне поплаве које су погодиле делове Босне и Херцеговине, Хрватске и Србије средином маја 2014. године су без преседана у хидролошким записима у региону. Овај догађај је започео 13. маја 2014. изазван циклонским облачним системом, који се задржао неколико дана над југоисточном Европом и донео обилне падавине у распону од 100 до преко 300mm у највише погођеним областима за мање од 72 сата. Брз хидролошки одговор на великој захваћеној површини који је уследио био је последица и несвакидашње количине претходних падавина почевши од средине априла које су довеле до високог степена засићења тла. На већини хидролошких станица забележени су рекордни водостаји и протоци, како на мањим бујичним водотоковима тако и дуж великих река. Подручја погођена овим догађајем у Босни и Херцеговини и Хрватској припадају сливу реке Саве, док је и део Србије изван слива Саве такође био под значајним утицајем временских прилика које су пратиле нагле бујичне поплаве и клизишта великих размера. [39]



Слика 53. Сума падавина 325 ПС, 12-19.05.2014. (Прохаска *et al.* 2014)

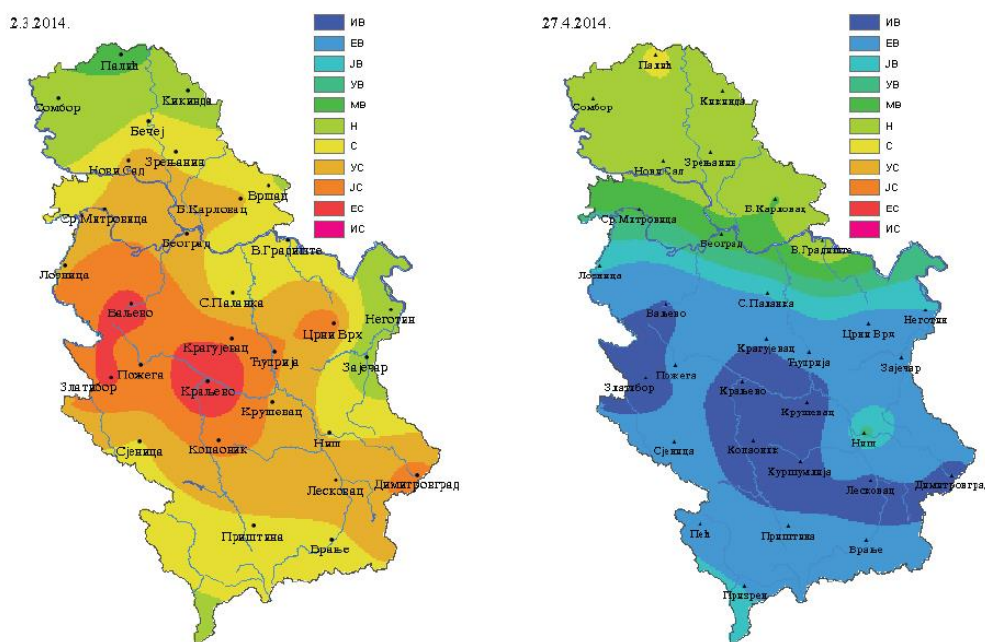
На већем делу територије Србије пале кише превазишле су границу од 150mm. Падавине веће од 100mm, које су веће од априлског вишегодишњег просека веће на свим главним метеоролошким станицама, захватиле су скоро целу територију, са изузетком северне Бачке и северног Баната. Укупна сума падавина за период од 12. до 19. маја 2014. године приказана је на [слици 53](#) у виду изохијета. Види се да су сливова Јадра и Колубаре захватиле најинтензивније кише. Највеће висине падавина у периоду регистроване су на главним метеоролошким станицама Лозница (188,3mm), Београд (179,1mm), Ваљево (179,0mm), Римски Шанчеви (133,8mm), Смедеревска Паланка (130,8mm), итд. Положај изохијета указује да су највеће количине падавина излучене у центру слива Трешњице (притоке Дрине) – око 320mm, затим у зони Крупња и у сливу Љига око 280mm. Падавине више од 200mm захватиле су већи део Шумадије и непосредан слив реке Дрине од Рогачице до ушћа. [40]

Осим екстремних падавина на ширем подручју у сливу реке Саве, поплавама је претходио изузетно влажан период који је довео до неубичајено високог степена засићења земљишта у широком подручју, а нарочито на узводним деловима сливова савских притока.

На дан 11. маја, у већем делу Босне и Херцеговине влажност тла је била између 60% и 100%, што је последица веома кишовитог априла и почетка маја (DНМZ, 2014б). Висока влажност тла у том периоду је евидентна и на основу промене стандардизованог индекса падавина за Србију од марта до маја ([слика 54](#)) као и на основу сателитског осматрања земљишне влаге при површини терена у региону ([слика 55](#)).

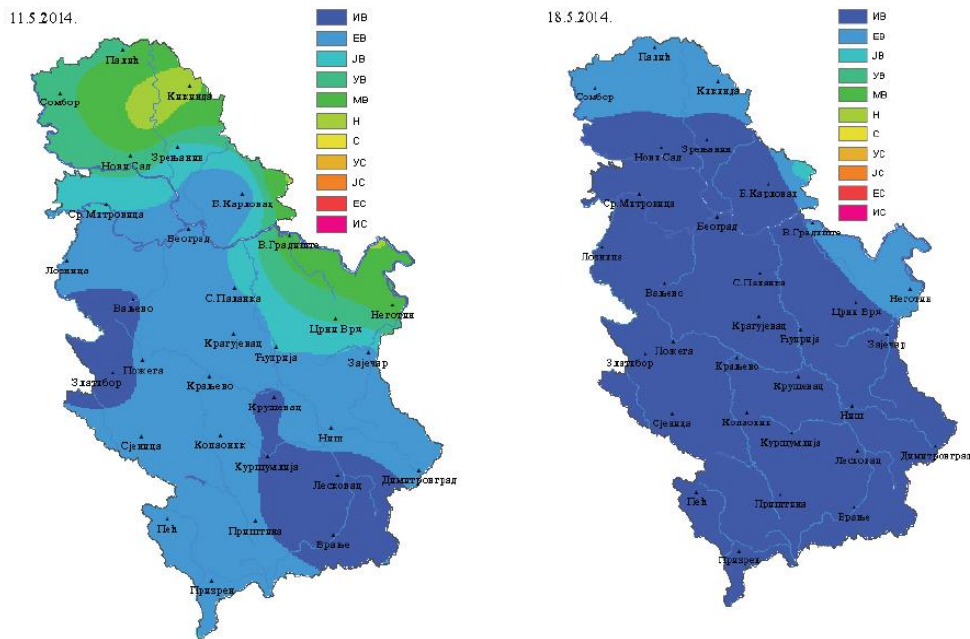
2. mart 2014.

27. april 2014.

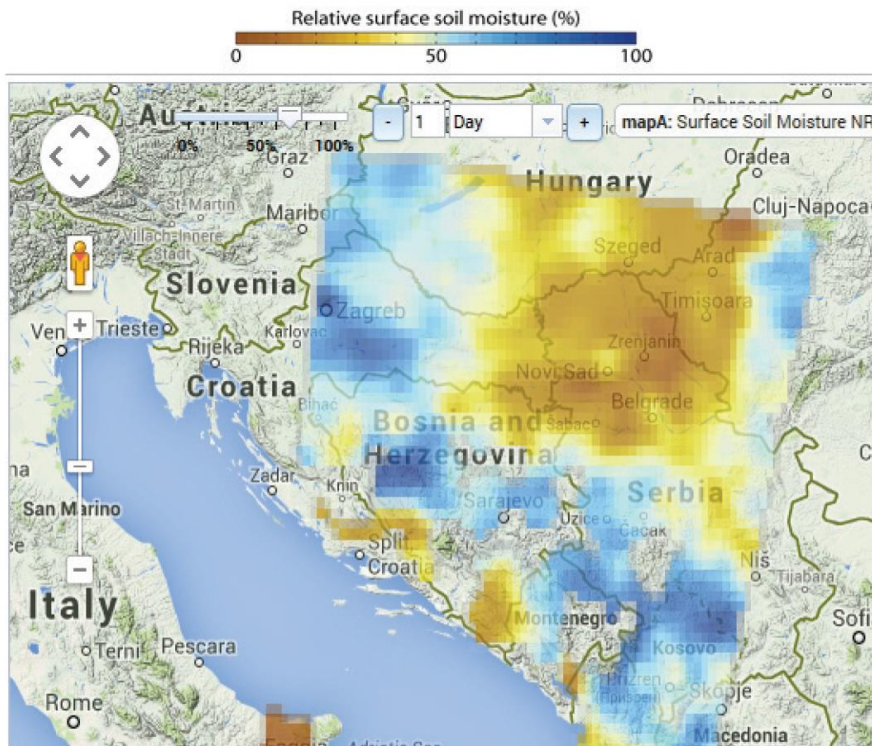


11. мај 2014.

18. мај 2014.



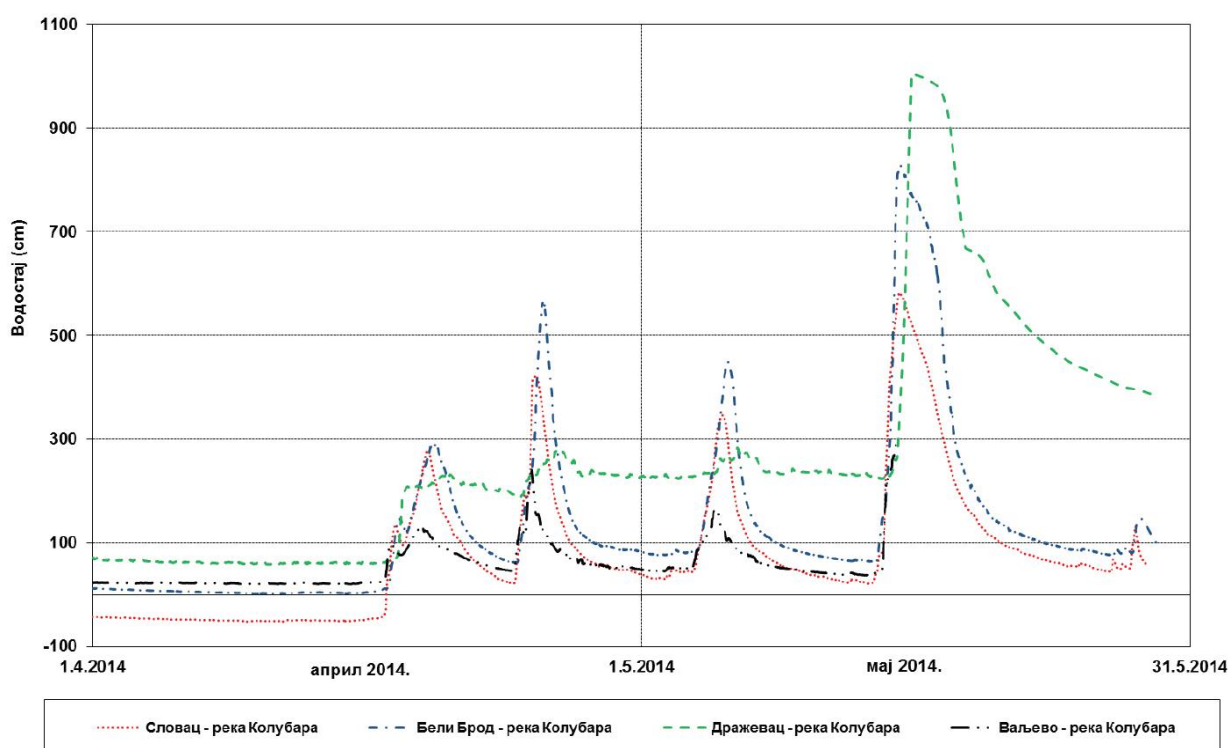
Слика 54. Стандардизовани падавински индекс (*SPI*) у Србији пре и непосредно после мајског догађаја (извор: Владиковић, 2014)



Слика 55. Релативна zasiћеност тла водом на основу сателитских осматрања земљишне влаге 14. маја 2014. (извор: TU Wien, 2014, Плавшић *et al.* 2014)

До средине маја река Сава је била висока, али у опадању. Хидролошки одговор притока Саве на велике падавине средином маја био је веома брз због високог степена zasiћења тла. Најбрже су реаговали планински и бујични водотоци (већ

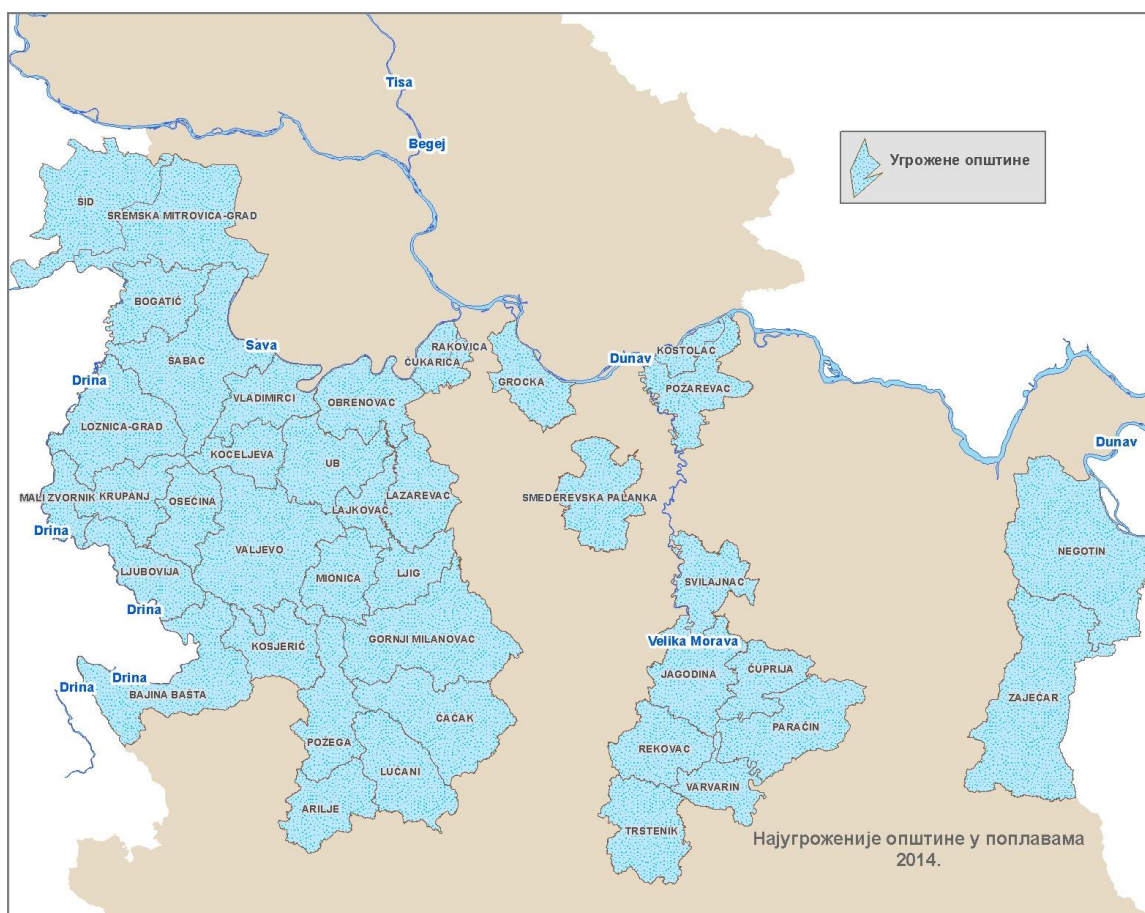
15. маја), док је Сава имала спорији пораст и достигла је максималне водостаје између 17. и 20. маја (ISRBC, 2014). Поплава је била изузетно нагла. Водостај реке Босне у Добоју порастао је за 6m током 24 сата, док је Врбас порастао за 7m током два дана (РХМЗ РС, 2014б). Дуж реке Саве у Хрватској регистрован је пораст водостаја од 2.6m током 24 сата у Славонском Броду и од 4m код Жупање (Кратофил, 2014). Највећи допринос протоцима на Сави дале су десне притоке Уна, Врбас, Укрина и Босна. Допринос реке Дрине је такође био значајан 15. и 16. маја с обзиром да је њен процењени проток био скоро исти као проток Саве узводно од ушћа Дрине. Колубара је такође дала значајан отицај који је коинцидирао са високим нивоима на Сави и утицајем успора Ђердапа, што је резултирало у укупном порасту водостаја од преко 8m на станици Дражевац близу ушћа Колубаре у Саву (слика 56).



Слика 56. Водостаји на Колубари током априла и маја 2014. (Плавшић *et al.* 2014)

Највећи водостаји у Србији су забележени на Сави, Колубари, Тамнави, Јадру и другим притокама у доњем току Дрине, горњем току Западне Мораве са притокама, Млави и Пеку. Водостаји на овим рекама кретали су се изнад граница ванредне одбране од поплава, забележени су нови историјски максимуми и дошло је до изливања и плавлјења великих површина. Од деведесетдевет значајних поплавних подручја у Србији, овом поплавом су погођена 42, у сливовима Саве и Дрине, Западне и Велике Мораве, и Млаве. [41]

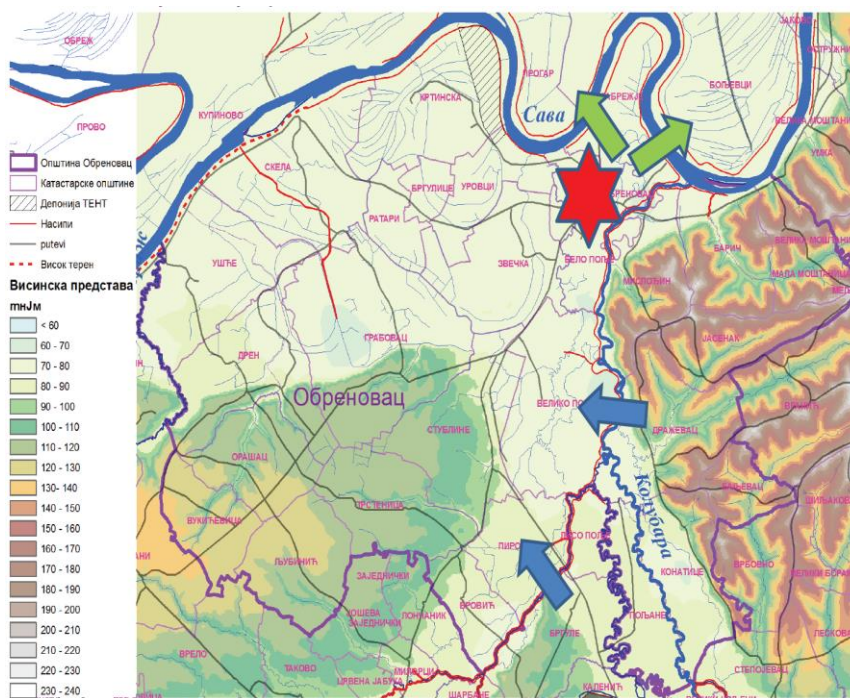




Слика 57. Најугроженије општине у поплавама маја 2014. у Републици Србији (Извештај, 2014) <sup>22</sup>

Слив Колубаре је у мају 2014. године претрпео највеће штете. Изузетно велике воде су се јавиле на притокама Колубаре, наносећи штете насељеним местима, инфраструктурним објектима и пољопривредном земљишту. На самој Колубари је изузетно оштећена регулација кроз Ваљево (уз мање изливање у центру града), оштећени су и порушени мостови и потопљен је отворени угљенокоп Тамнава.

<sup>22</sup> У извештају су наведени и поједини прелиминарни подаци о последицама поплавног таласа од 14. до 20. маја. На категорисаним путевима срушено око 30, а оштећено око 50 мостова, док је на општинским и некатегорисаним путевима срушено и оштећено око 200 мостова. Услед одрона или клизишта, оштећено је око 20 категорисаних и више стотина локалних путева, а бујица је однела око 10 километара пруге у Тамнави на подручју Уба. Срушено је око 200 стамбених објеката, више стотина кућа је оштећено, док је неколико хиљада кућа неупотребљиво за становање. Поплавни талас умањио је поузданост великих система за пренос електричне енергије, посебно виталних објеката за пренос из термоелектране Колубара и ТЕПТ-а у Обреновцу. На територији Србије евакуисано је укупно 31.879 грађана са угрожених подручја. Евакуисани су смештени у 136 прихватних центара, док је један део смештен код породице и пријатеља. Укупни ефекат катастрофе у 24 општине је 1,525 милиона €, од чега 885 милиона € (57% од укупне суме) представља вредност физички уништене имовине, 640 милиона € (43% од укупне суме) односи се на губитке у производњи. Рачунајући и остале општине, укупна вредност последица катастрофе достиже 1,7 милијарде €.



Обреновац кога окружују Тамнава, Колубара и Сава је био потпуно под водом јер су пустили насипи на Трстеници (притока Тамнаве) и Колубари који се налазе десетак километара узводно од града. Вода је у неким деловима поплављеног подручја у кратком року достигла висину од неколико метара. (слика 59)



Слика 59. Подручје Обреновца под водом, 15. мај 2014

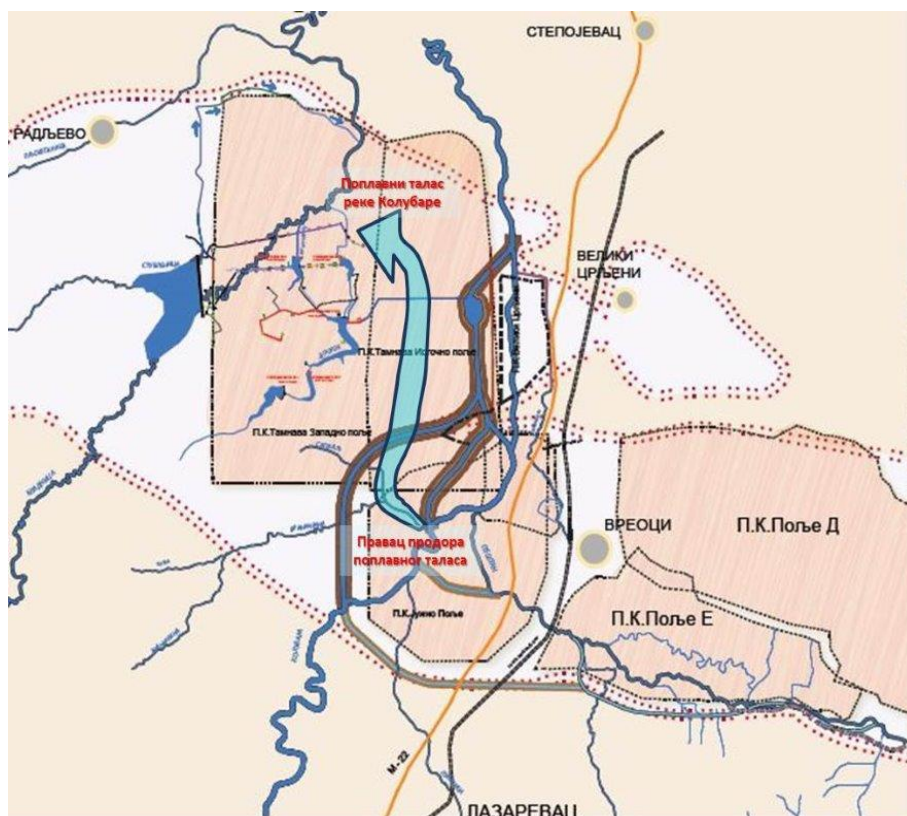
Општи закључак који произилази из катастрофалних мајских поплава 2014. у Србији је да садашње стање заштите од поплава није задовољавајуће, поготову што потенцијални ризици постоје и тамо где су изграђени заштитни системи. Хидрографска особеност Србије је да најзначајније реке Дунав и Сава имају велике



сливове и простиру се на територијама више суседних држава, тако да се у екстремним хидрометеоролошким условима поплавни таласи претежно формирају на суседним територијама. Зато је најозбиљнија претња равничарским приобаљима Дунава, Тисе, Саве, Мораве, Дрине, Колубаре, Тимока истовремена појава великих вода формираних и ван наших граница. Као што смо се уверили прошлог маја то може довести до катастрофалних последица

## Приказ потапања Тамнавских угљенокопова

У Колубарском басену 15. маја 2014. излила се вода из постојећих корита река Колубаре, Пештана и Враничине и поплавлени су површински копови „Тамнава Западно Поље“ и „Велики Црљени“. <sup>23</sup> (слика 60)



Слика 60. Ситуациони приказ потапања Колубарских копова<sup>24</sup>

Потапање угљенокопа се одиграло тако што је дошло до промене тока корита реке Колубаре кроз постојеће корито реке Враничине и тим правцем кроз затворени коп "Тамнава источно поље" бујични ток се улио у активни површински коп „Тамнава Западно Поље“ (на слици „правац продора поплавног таласа“). Ширина новог корита је била од 80m - 200m (на слици „поплавни талас

<sup>23</sup> РБ Колубара – поплава угљенокопа „Западно поље“ 15. мај. 2014.

<https://www.youtube.com/watch?v=OsBc8X0eFOg#t=37>

<sup>24</sup> Ситуациони приказ копова из документа: *Измештање и регулација реке Колубаре (у зони површинског копа „Тамнава - Источно поље“)* - I фаза, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ – Београд, 2004.

реке Колубаре“). Формирањем поплавног корита реке Колубаре уништено је постојеће ушће корита реке Враничине у Колубару и на тај начин се водоток директно уливао у површински коп. На свом путу ка копу, река је пресекла и уништила постојећи одбрамбени насип који је штитио Тамнавске копове од великих вода Колубаре, Враничине и потока Скобаљ. Траса овог насипа се пружала дуж јужне границе Тамнавских копова правцем запад-исток. Овај насип је био спојен са левообалним Колубарским насипом и насипом на путу Лајковац – Обреновац у насељу Скобаљ. Такође, поплавно корито реке Колубаре је пресекло постојећу саобраћајницу која повезује насеља Вреоци и Скобаљ. У периоду од 17. до 20. 05. 2014. године, када је поплазни талас био у проласку, интервентно је урађен привремени чеп, којим је затворено „поплавно“ корито реке Колубаре и спречен даљи дотицај у површински коп „Тамнава Западно Поље“. Вода је у површински коп „Тамнава Западно Поље“ дошла и услед пролома бране Кладница.<sup>25</sup> Брана је разрушена на свом северном делу, а између осталог дошло је и до оштећења објекта водозахвата. До пролома бране Кладница дошло је услед великог дотицаја са међуслива и преливања на брани Паљуви - Виш. Процењено је да је у површински коп Тамнава „Западно Поље“ ушло око 190 милиона метара кубних воде, а у површински коп „Велики Црљени“ преко 25 милиона метара кубних воде.<sup>26</sup> У копове је заједно са водом ушла и велика количина муља, који је настао као последица ерозије и рушилачког дејства поплавног таласа. [42]

## Утицај препумпавања воде из Тамнавских угљенокопова на квалитет реке Колубаре и Саве

### Законодавни и институционални оквир

*ПРОГРАМ МОНИТОРИНГА КВАЛИТЕТА ВОДА ИЗ ТАМНАВСКИХ КОПОВА* је реализован у циљу утврђивања могућих утицаја испумпавања воде из копова на реку Колубару и реку Саву. Мониторинг квалитета површинских вода је организован тако да се имао у виду географски положај копова, геоморфолошке карактеристике терена и могући путеви транспорта загађења.

У оквиру помоћи санацији од поплава Рударском басену „Колубара“ Министарство рударства и енергетике образовало је *Радну групу*<sup>27</sup> и *Оперативну радну групу (СОТ)*<sup>28</sup> чији је задатак био координација свих активности на испумпавању воде са површинског копа „Тамнава“ и „Велики Црљени“. У раду оба стручна тима учествовао је и представник Агенције за заштиту животне средине. На састанку проширеног састава стручног тима, у просторијама Министарства унутрашњих послова – Сектора за ванредне ситуације, одржаног 08. јула 2014. године задужена је „Агенција за заштиту животне средине да достави програм мониторинга

<sup>25</sup> Језеро Кладница, пробијање бране 17. маја. 2014: [https://www.youtube.com/watch?v=6\\_SNLZZ-Rv4](https://www.youtube.com/watch?v=6_SNLZZ-Rv4)

<sup>26</sup> Потапање угљенокопа Тамнава „Западно поље“: [https://www.youtube.com/watch?v=9tYpZc\\_Q2\\_k](https://www.youtube.com/watch?v=9tYpZc_Q2_k)

<sup>27</sup> РЕШЕЊЕ о образовању Радне групе за помоћ санацији од поплава Рударског басена „Колубара“ д.о.о. Лазаревац, Министарство рударства и енергетике, број: 021-01-1/41/2014-08, 06.06.2014.

<sup>28</sup> РЕШЕЊЕ о образовању оперативне радне групе, Министарство рударства и енергетике, број: 021-01-1/84/2014-08, 30.07.2014.

Колубаре и Саве и вода са Тамнавских копова, а нарочито са аспекта утицаја и могућег угрожавања изворишта за водоснабдевање у сливу водотокова Колубаре и Саве“.

Агенција за заштиту животне средине је у сарадњи са стручном службом ПД РБ „Колубара“ Лазаревац, користећи мишљење Института за водопривреду „Јарослав Черни“<sup>29</sup> као смернице за мониторинг, извршила избор локација за мерне профиле и урадила ПРОГРАМ МОНИТОРИНГА КВАЛИТЕТА ВОДА ИЗ ТАМНАВСКИХ КОПОВА<sup>30</sup>, за који је добијена одговарајућа сагласност<sup>31</sup>.

На основу захтева ПД РБ „КОЛУБАРА“ д.о.о. донети су водни услови којима се утврђују и одређују технички и други захтеви који морају да се испуне у поступку припреме и израде техничке документације за захватање акумулисане воде из површинског копа „Тамнава – Западно поље“ и испумпавања исте путем пумпи у реку Колубару и притоке.<sup>32</sup> Како је наведено у овом акту, водни услови се издају за извођење радова који могу имати утицаја на промене у водном режиму и између осталих услова који требају да буду усвојени техничко-технолошким решењима, мониторинг квалитета вода у копу и Колубари треба да спроведе Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине у складу са својом надлежношћу.

### Реализација и организација мониторинга

**Места узорковања.** узорковање површинских вода вршено је у оквиру три зоне, и то:

- Зона 1, која обухвата саме копове „Велико Црљане“ и Западно поље“ са узводним профилем реке Колубаре и низводним профилима на реци Колубари и Кладници (редни број 1-8, [табела 9](#), [слика 61](#): десно доле).
- Зона 2, која обухвата профиле на ушћу реке Уб у реку Тамнаву и Тамнаве у реку Колубару (редни број 9-12, [табела 9](#), [слика 61](#): десно средина).
- Зона 3, која обухвата профиле на ушћу реке Колубаре у реку Саву (редни број 13-15, [табела 9](#), [слика 61](#): десно горе).

**Динамика.** ванредни мониторинг је планиран да се спроводи најмање једном седмично у току периода испумпавања воде из Тамнавских копова, с тим да учесталост може бити и двоседмична уколико то хидролошки услови у водопријемницима условљавају и резултати анализа квалитета на то упућују.

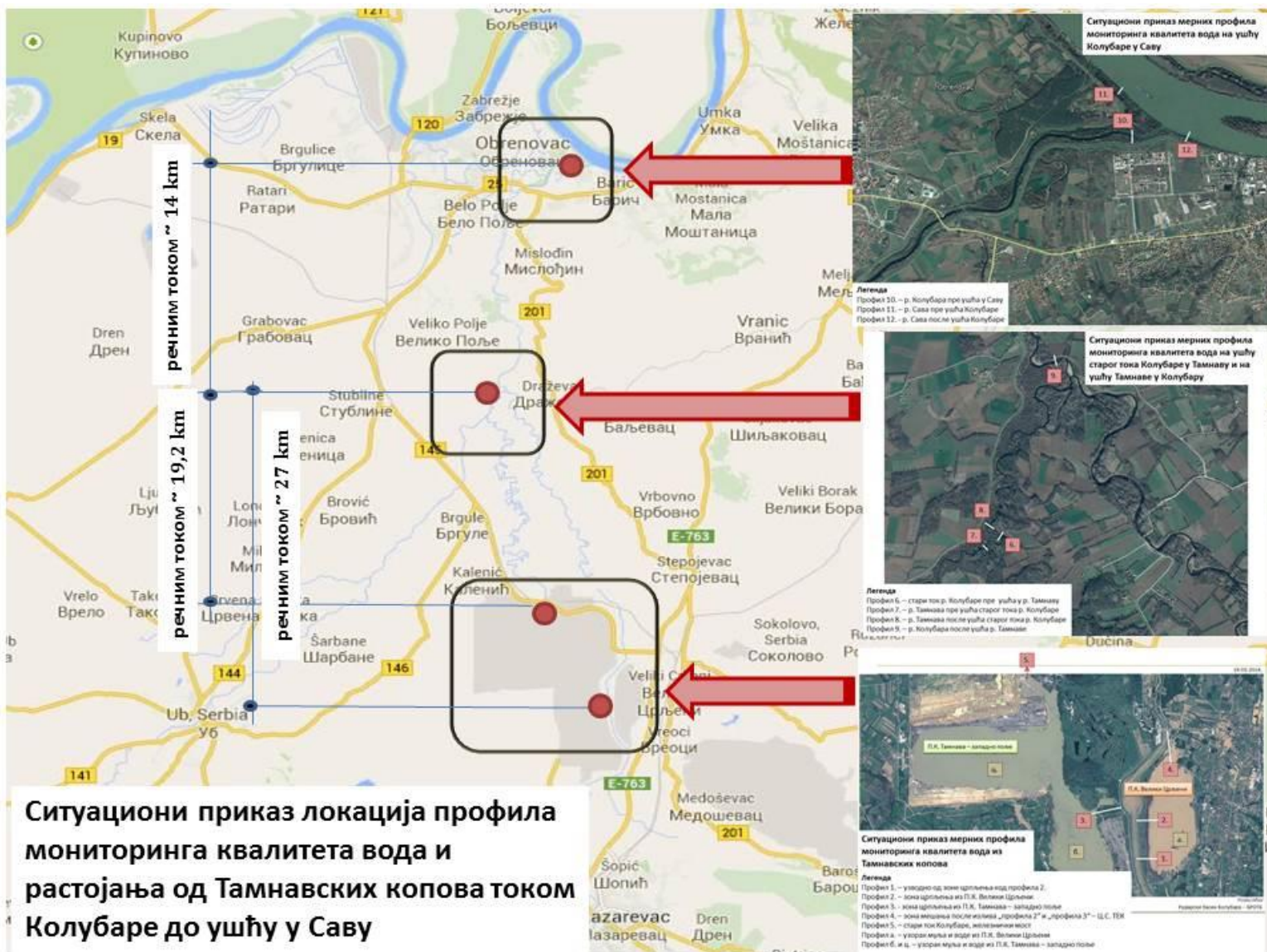
<sup>29</sup> МИШЉЕЊЕ ИНСТИТУТА у вези започињања поступка ревитализације „П.К. Тамнава – западно поље“ и П.К. Велики Црљени“ после велике поплаве из маја 2014, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, јун 2014.

<sup>30</sup> Програм ванредног мониторинга квалитета вода из Тамнавских копова – Праћење утицаја пумпања воде из копова на квалитет вода реке Колубаре после поплаве из маја 2014, Министарство пољопривреде и заштите животне средине – Агенција за заштиту животне средине, бр. 121/2014, 22.07.2014.

<sup>31</sup> Мишљење на достављени Програм ванредног мониторинга квалитета вода из Тамнавских копова, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, број: 325-01-00384/2014, 22.07.2014.

<sup>32</sup> Решење о издавању водних услова, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Републичка дирекција за воде, број: 325-05-0488/2014-07, 14.08.2014.





Слика 61. Приказ локација узорковања површинских вода

Табела 9. Организација мониторинга квалитета површинских вода

Редни број	Назив станице	Водоток	Шифра водног тела	Тип водотока	Опис локације узорковања	Географска дужина	Географска ширина
1	Тачка_1. П.К. Велики Црљани А	-	-	-	П.К.Велики Црљени, тачка А	7441758,7	4924545,9
2	Тачка_2. П.К.Тамнава Б	-	-	-	П.К.Тамнава-западно поље, тачка Б	7439873,0	4924385,5
3	Тачка_3. П.К. Тамнава Ц	-	-	-	П.К.Тамнава-западно поље, тачка Ц	7438685,3	4926222,0
4	Профил_1. Вреоци	Колубара	KOL_3	Тип 2	Узводно од зоне црпљења П.К. Велики Црљени	7441400,6	4923297,2
5	Профил_2. Вреоци	Колубара	KOL_3	Тип 2	Зона црпљења из П.К. Велики Црљени	7441251,5	4924754,3
6	Профил_3. Вреоци	Колубара	KOL_3	Тип 2	Зона црпљења из П.К. Тамнава-западно поље	7441066,5	4925454,5
7	Профил_4. Ц.С.ТЕК	Колубара	KOL_3	Тип 2	Зона мешања после излива низводно од Проф_2 и Проф_3	7441972,8	4926685,4
8	Профил_5. Каленић	Кладница	KLAD_1	Тип 2	Железнички и друмски мост	7438932,1	4928803,4
9	Профил_6. Уб	Уб	UB_2	Тип 3	Око 2км низводно од хидрометријског профила	7430370,3	4927514,3
10	Профил_7. Ђеманов мост	Тамнава	TAMN_2	Тип 3	У хидрометријском профилу	7429627,7	4929342,2
11	Профил_8. Бргуле	Тамнава	TAMN_1	Тип 3	Пре ушћа у Колубару	7435999,1	4933582,2
12	Профил_9. Дражевац	Колубара	KOL_1	Тип 2	После ушћа реке Тамнаве у Колубару	7438211,9	4939053
13	Профил_10. Мислођин	Колубара	KOL_1	Тип 2	Пре ушћа у Саву	7438306,8	4945569,7
14	Профил_11. Обреновац	Сава	SA_1	Тип 1	Плажа у Обреновцу, Сава пре ушћа Колубаре	7440050,5	4947439,0
15	Профил_12. Барич	Сава	SA_1	Тип 1	Низводно од ушћа Колубаре и Саву	7442277,5	4946254,1

**Метода узорковања.** Узорковање површинских вода вршено је у складу са серијом стандарда: *ISO 5667:2008*.

Узорковање воде копа „Велико Црљени“ вршено је у једној тачки на три дубине, док је узорковање воде на копу „Тамнава- западно поље“ вршено у две тачке на три дубине. Узорковање ободних водотокова у које се врши испумпавање воде из копова вршено је захватањем ("Граб"-узорак) у једној тачки у профилу, односно зарањањем боце у водно тело на 0.3-0.5m испод површине воденог огледала.

Стабилизација, транспорт и складиштење узетих узорака вршено је у складу са ЗП 06/ПЦ 16 *Упутство о количини и презервацији узорака*.

**Обим анализа** Сви узорци површинских вода анализирани су на параметре дефинисане програмом који је саставни део Уредбе о утврђивању Годишњег програма мониторинга статуса вода за 2014. ("Сл. гласник РС" 85/2014)

**Методe и начин испитивања** Физичко-хемијске и хемијске анализе узорака воде рађене су делом **in situ** и у националној лабораторији Агенције за заштиту животне средине према референцама аналитичких метода које су саставни део *Обима акредитације* <http://www.sepa.gov.rs/download/SertifikatIObim2013.pdf>

**Гаранција квалитета QC/QA** Многи фактори могу утицати на грешке у мониторингу квалитета вода. Због тога је веома значајно спроводити ригорозну контролу квалитета (QC) кроз спровођење програма провере квалитета података који се прикупљају. Обезбеђење квалитета (QC) је интегрални део система управљачких процедура и активности које се користе за процену квалитета података и верификацију да се QC програм спроводи у оквиру прихватљивих граница.

Неподесан протокол узорковања, лоша лабораторијска анализа, контаминација од неподесног управљања узорцима воде, непрецизна опрема, су основни фактори који могу да угрозе квалитет података.

**QC/QA** програм, спроведен током реализације мониторинга квалитета вода у оквиру овог Програма је обухватио:

- документовање свих операција и осматрања током процеса узорковања,
- анализу референтних материјала,
- редовну контролу и калибрацију опреме,
- редовну контролу реагенаса који се користе за анализу контаминаната,
- редовну контролу пратеће лабораторијске опреме,
- међулабораторијска поређења.

### **Подзаконска акта:**

- Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање, „Сл.гласник РС“ бр.24/14.
- Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода, "Сл. гласник РС", бр. 74/2011.
- Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, “Службени гласник РС”, бр. 50/2012.

Агенција за заштиту животне средине је приступила реализацији *ПРОГРАМА МОНИТОРИНГА КВАЛИТЕТА ВОДА ИЗ ТАМНАВСКИХ КОПОВА* чији су резултати достављани у форми периодичних извештаја и презентовани на састанцима СОТ-а. [46], [47], [48], [49], [50]

### **Резултати мониторинга квалитета површинске воде Тамнавских угљенокопова и река у сливу Колубаре**

За потребе утврђивања испумпаних количина вода из угљенокопова, резултати прорачуна су показали да због укупног доприноса хидрометеоролошких компоненти слива (падавине + међуслив + р. Кладница + р. Враничина), доприноса подземних вода и укупне количине воде која је испарила са копова, укупна количина испумпане воде из угљенокопова износи 191.282.642,65 m<sup>3</sup>.<sup>33</sup> Осим резултата квалитета вода из програма мониторинга који је презентован у овом поглављу, као елементи за праћење утицаја пумпања воде из угљенокопова на квалитет реке Колубаре су и карактеристичне количине из биланса током периода препумпавања. Минимални протицај узводно од локације препумпавања на профилу Бели Брод је забележен 30.11.2014. и износио је 6,88m<sup>3</sup>/s, а минимална количина препумпане воде у реку Колубару је била 22.12.2014. и износила је 0,8 m<sup>3</sup>/s. Максимални протицај узводно на профилу Бели Брод је забележен 29.03.2015. и износио је 390 m<sup>3</sup>/s, а максимална количина препумпане воде у Колубару је била 11.11.2014. и износила је 19,56 m<sup>3</sup>/s. Први резултати мониторинга квалитета обухватају узорковања од 24. 07. 2014. са два профила у копу „Западно поље“ и 25.07.2014. са једног профила у копу „Велико Црљане“. Узорковања на профилима река су започела 30.07, 05.08. и 07.08. 2014. и завршена 24.04.2015. два дана пре завршетка препумпавања, 26.04.2015. године.

---

<sup>33</sup> Извештај Института за водопривреду „Јарослав Черни“ о активностима везаним за испумпавање воде са површинског копа тамнава-западно поље рударског басена Колубара, „Извештај СОТ-у“, мај 2015.

### Општи хемијски показатељи и поједине специфичне загађујуће супстанце

Резултати извршених хемијских анализа узорака воде и седимента, за потребе презентовања и интерпретације, упоређени су са граничним вредностима загађујућих материја, односно МДК (максимално допуштеним концентрацијама) у површинским водама и седименту прописаним у подзаконским актима. Резултати анализа параметара код којих су регистрована прекорачења дозвољених концентрација приказани су у облику линијских дијаграма и хистограма. Граничне вредности загађујућих материја, за поједине класе квалитета приказане су линијама у боји (граница између I и II класе *зелено*, између II и III класе *жуто*, између III и IV класе *наранџасто* и граница између IV и V класе *црвено*) и вредностима у табели испод дијаграма. Граничне вредности загађујућих материја за типове површинских вода којима припадају водотоци обухваћени овим мониторингом (Тип 1, Тип 2 и Тип 3) су примењене према табеларном прегледу, [табела 9](#).

Код дефинисања граничних вредности за оцену квалитета седимента узета је у обзир препорука *Уредбе*<sup>34</sup> где се дефинише корекција граничних вредности за садржај метала и органских супстанци у зависности од садржаја глине и органских материја у седименту. Анализом узетих узорака утврђен је садржај органске материје и он се кретао у опсегу од 7.4-10.4 % суве масе. Садржај глине је срачунат на основу података о процентуалном саставу земљишта на простору слива Колубаре узводно од копова из литературе. Овај садржај је прихваћен као меродаван за узорке седимента и креће се око 25%.<sup>35</sup> Према овим процентима састава глине и органске материје у седименту не врши се кориговање граничних вредности и за оцену квалитета седимента користе се граничне вредности дате у Прилогу 3, Табела 1, *Уредбе*.

Прекорачене концентрације презентоване су за показатеље квалитета који обухватају нутријенте, материје које троше кисеоник, тешке метале и органске полутанте, као оцењивање квалитета композитним индикатором *Serbian Water Quality Index*.

---

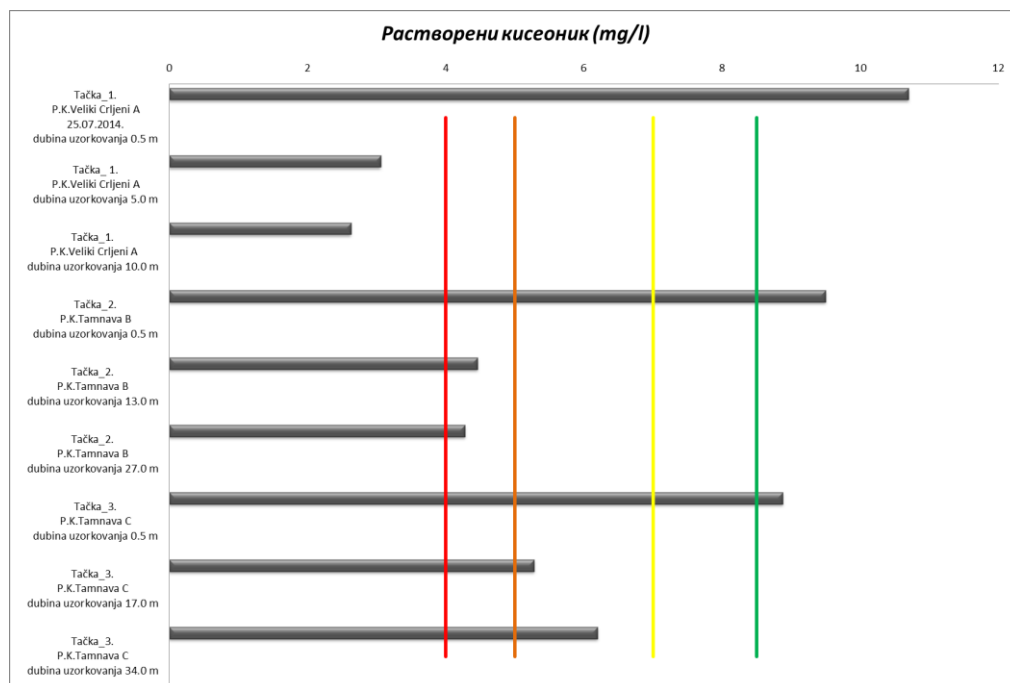
<sup>34</sup> Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, "Службени гласник РС", бр. 50/2012.

<sup>35</sup> Побољшање система за процену дифузног загађења вода у Србији – Студија случаја за слив Колубаре, Агенција за заштиту животне средине, 2013.

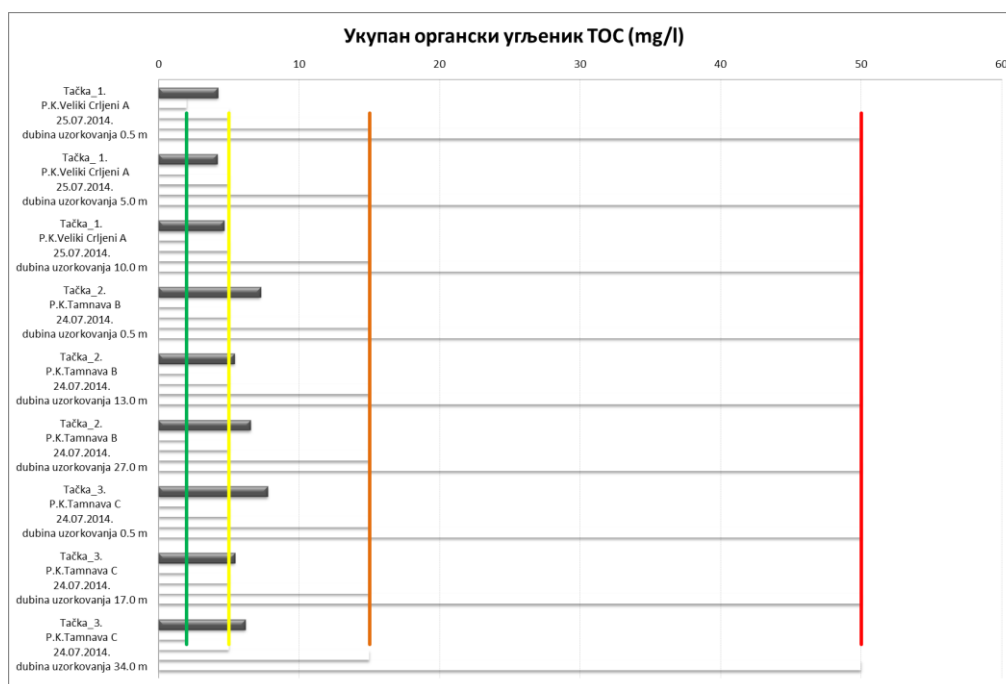


## Квалитет воде и седимента у копу Велики Црљени и копу Тамнава - западно поље

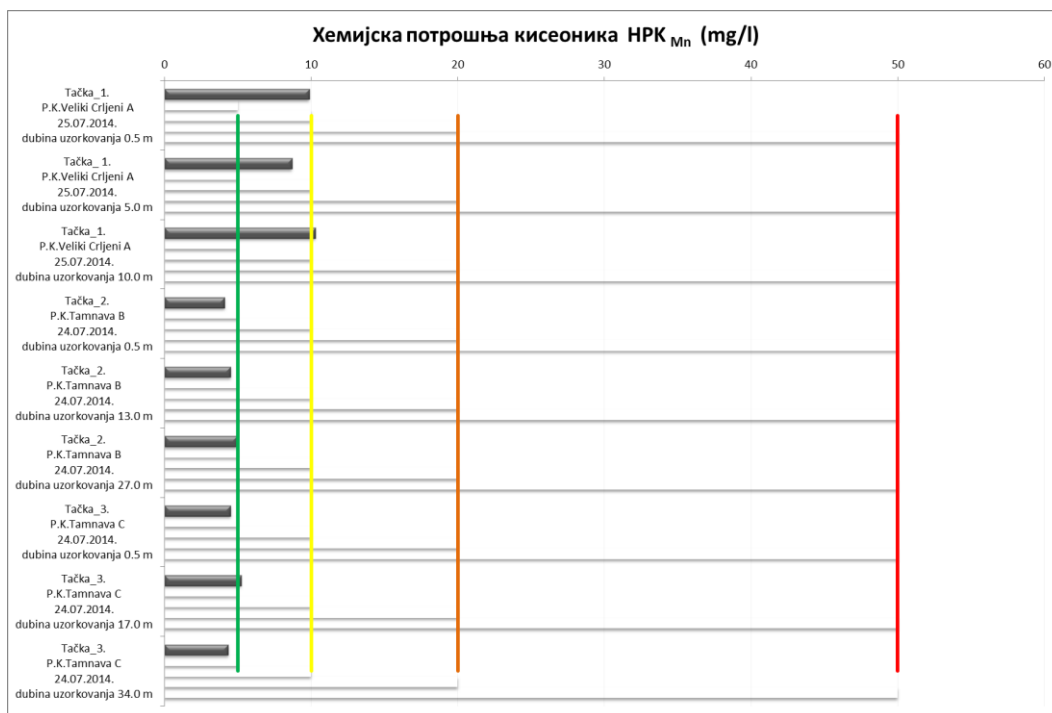
Зона 1 – Датум 24. и 25.07.2014: Копови „Велико Црљане“ и Западно поље“, (слика 62 - 65).



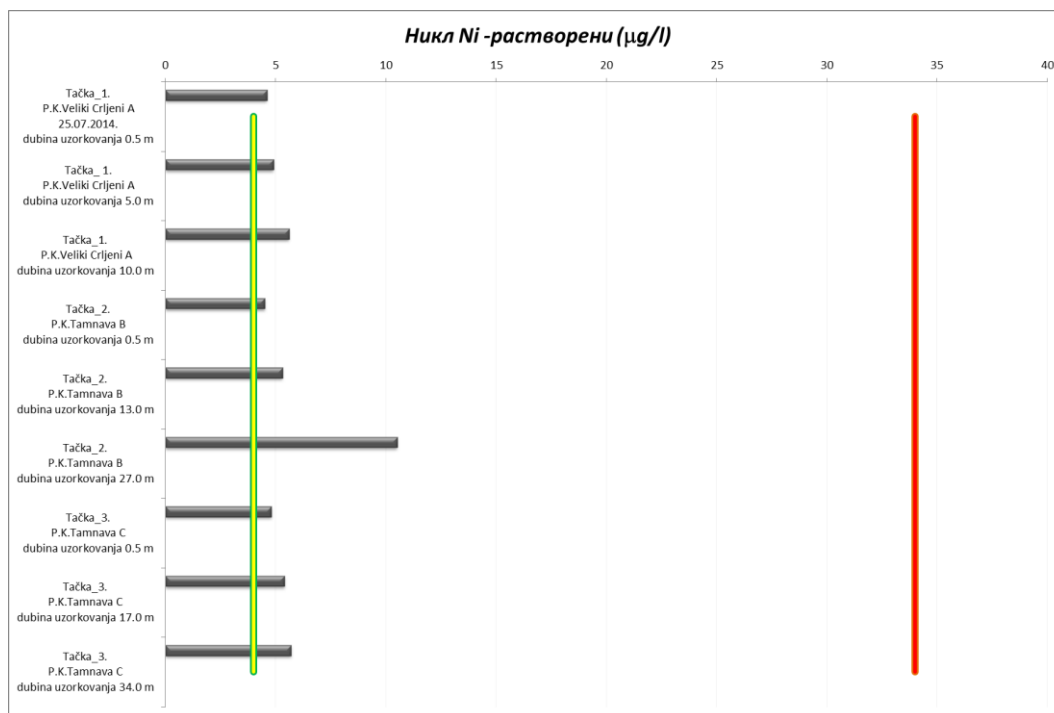
Слика 62. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава - западно поље (у три тачке на три дубине)



Слика 63. Измерене концентрације укупног органског угљеника (ТОС, mg/l) у узорцима воде из површински копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине)

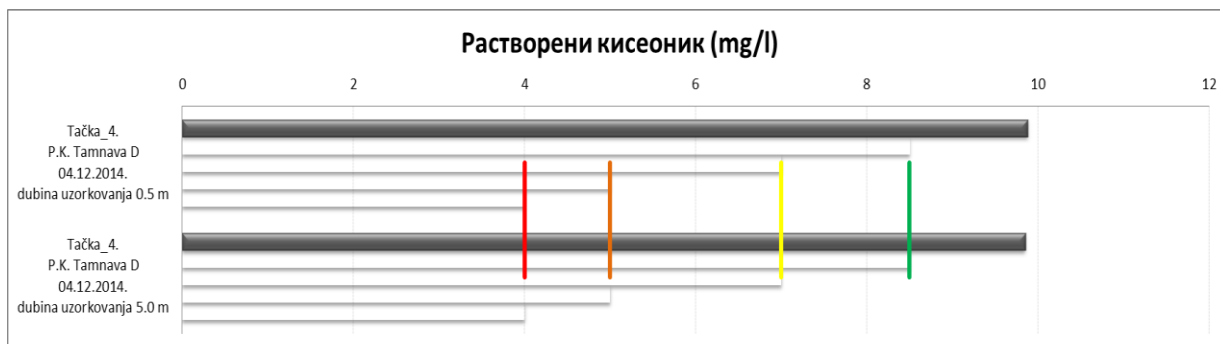


Слика 64. Измерене вредности хемијске потрошње кисеоника (HRK<sub>Mn</sub>) у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине)

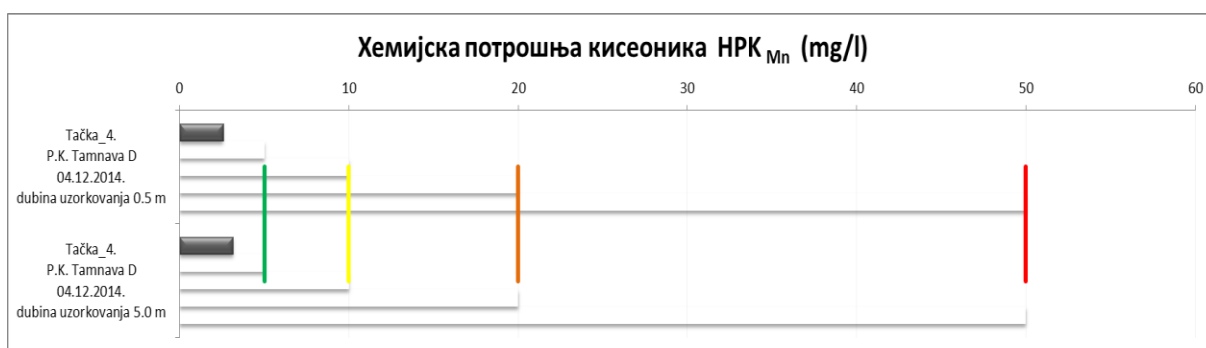


Слика 65. Измерене концентрације никла раствореног у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине)

Зона 1 – Датум 04.12.2015: Копови „Велико Црљане“ и Западно поље“, ([слика 66 - 68](#)).



Слика 66. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине)



Слика 67. Измерене вредности хемијске потрошње кисеоника (HRK<sub>Mn</sub>) у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине)



Слика 68. Измерене концентрације никла раствореног у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине)

Табела 10. Количине токсичних елемената – тешких метала у седименту угљенокопова (на почетку процеса препумпавања)

Место узорковања		П.К.Велики Црљени Тачка_А	П.К.Тамнава Тачка_В	П.К.Тамнава Тачка_С
Датум узорковања/ Параметар	Јед. мере	25.07.2014.	24.07.2014.	24.07.2014.
Гвожђе (Fe)	mg/kg	34675	44000	43000
Манган (Mn)	mg/kg	615	840	722
Цинк (Zn)	mg/kg	75	95	100
Бакар (Cu)	mg/kg	<25	32	35
Хром (Cr)- укупни	mg/kg	135	145	135
Олово (Pb)	mg/kg	20	32	35
Кадмијум (Cd)	mg/kg	0.5	0.8	0.8
Жива (Hg)	mg/kg	0.1	0.2	0.2
Никл (Ni)	mg/kg	180	202	192
Арсен (As)	mg/kg	<12	12	<12

Јед. мере	Циљна вредност	МДК
mg/kg		
mg/kg		
mg/kg	140	430
mg/kg	36	110
mg/kg	100	240
mg/kg	85	310
mg/kg	0,8	6,4
mg/kg	0,3	1,6
mg/kg	35	44
mg/kg	29	42

Табела 11. Количине токсичних елемената – тешких метала у седименту угљенокопова (при крају процеса препумпавања)

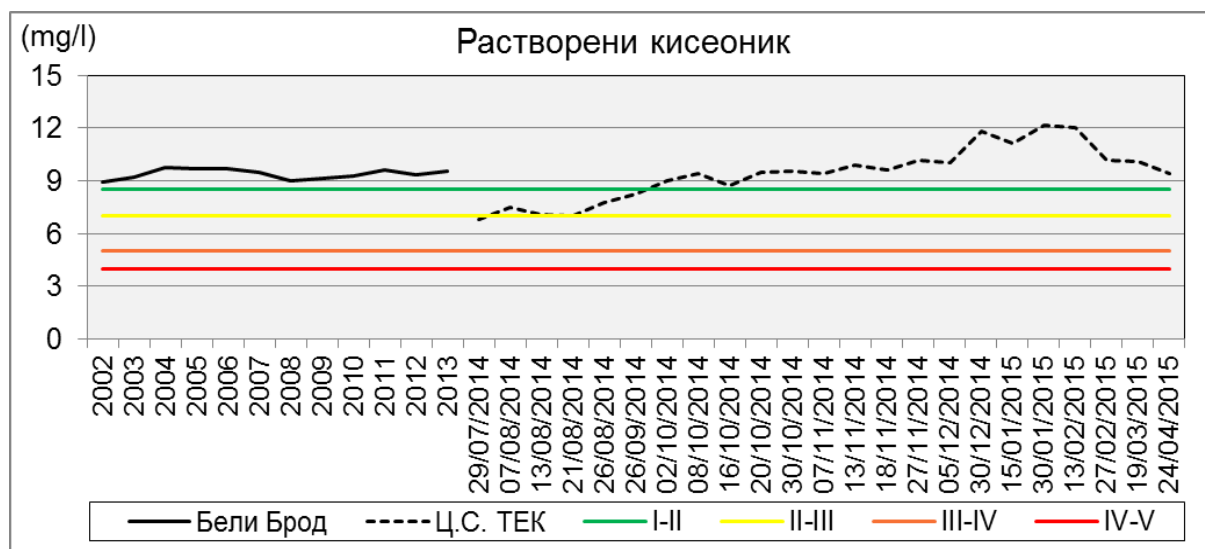
Место узорковања		П.К.Тамнава Тачка_Д	П.К.Тамнава Тачка_Е
Датум узорковања/ Параметар	Јед. мере	04.12.2014	04.12.2014
Гвожђе (Fe)	mg/kg	6860	1630
Манган (Mn)	mg/kg	420	125
Цинк (Zn)	mg/kg	36,8	35,5
Бакар (Cu)	mg/kg	43,7	22,8
Хром (Cr)- укупни	mg/kg	28,1	26,5
Олово (Pb)	mg/kg	19,2	11,6
Кадмијум (Cd)	mg/kg	0,2	0,24
Жива (Hg)	mg/kg	0,4	0,4
Никл (Ni)	mg/kg	80	72
Арсен (As)	mg/kg	9,4	6,1

Јединица	Циљна вредност	МДК	Ремедиациона вредност
mg/kg			
mg/kg			
mg/kg	140	430	720
mg/kg	36	110	190
mg/kg	100	240	380
mg/kg	85	310	530
mg/kg	0,8	6,4	12
mg/kg	0,3	1,6	10
mg/kg	35	44	210
mg/kg	29	42	55

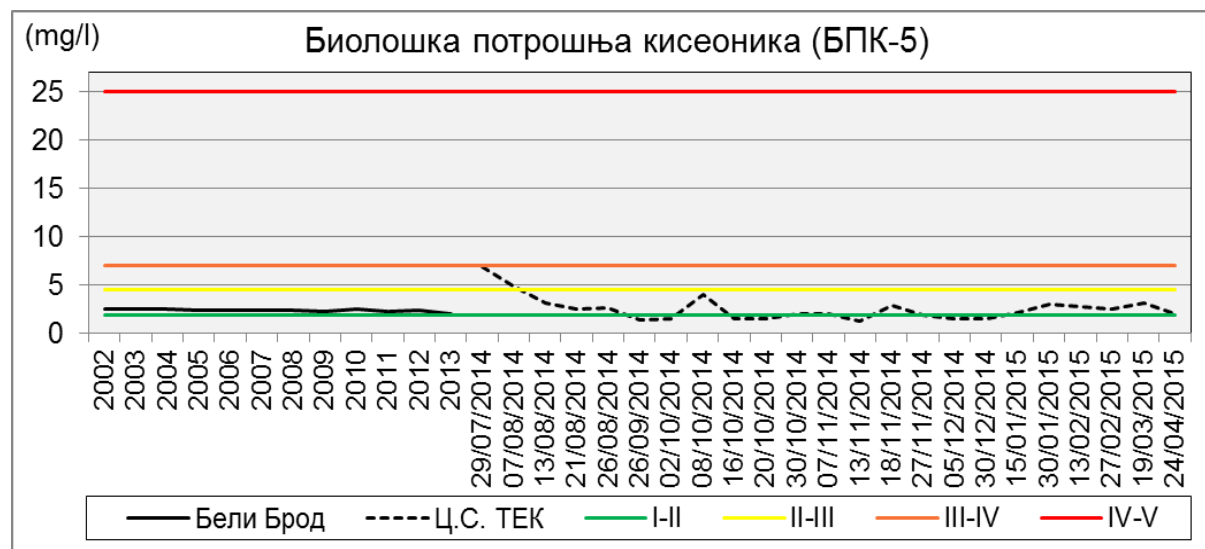


## Квалитет воде на профилима река слива Колубаре

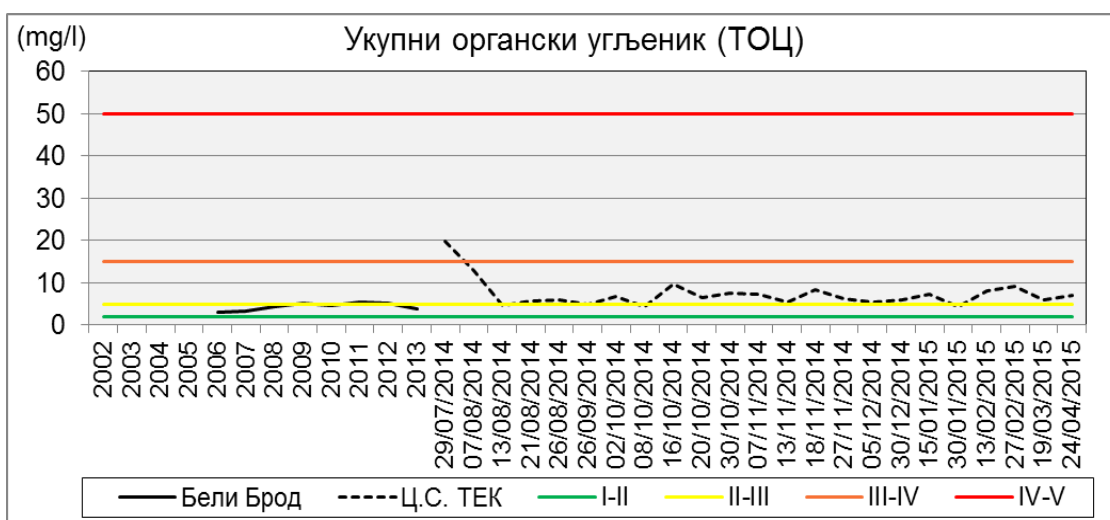
У циљу утврђивања могућих утицаја испумпавања воде из копова на реку Колубару, резултати мониторинга квалитета воде реке Колубаре у периоду препумпавања за профил Ц.С. ТЕК (низводно од зоне препумпавања око 1,5km) представљени су линијским дијаграмом заједно са резултатима мониторинга за узводну мерну станицу Бели Брод (узводно од зоне препумпавања око 16,6km) из националног програма мониторинга за период 2002-2013. година. (слика 69 - 76)



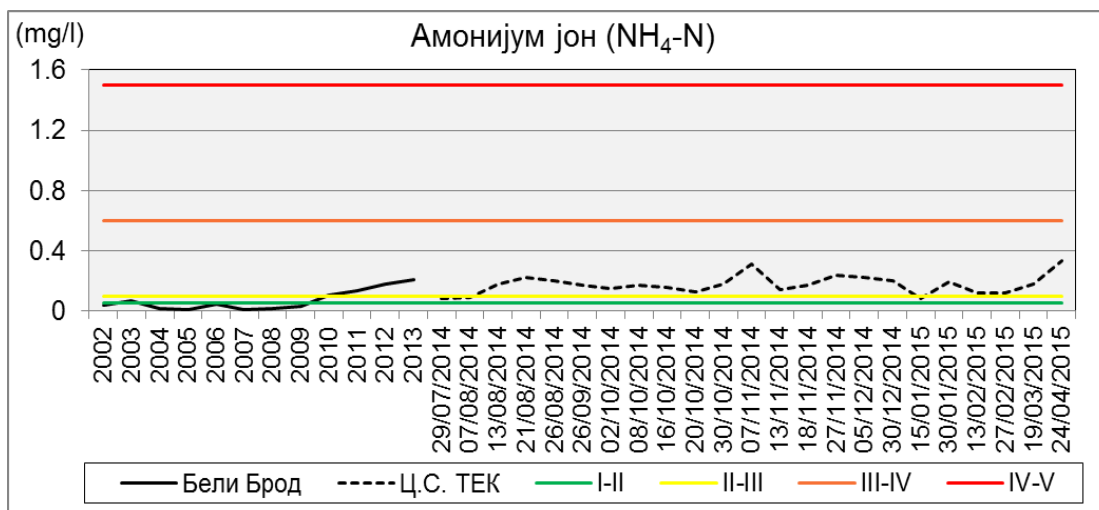
Слика 69. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде реке Колубаре – узводно(Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



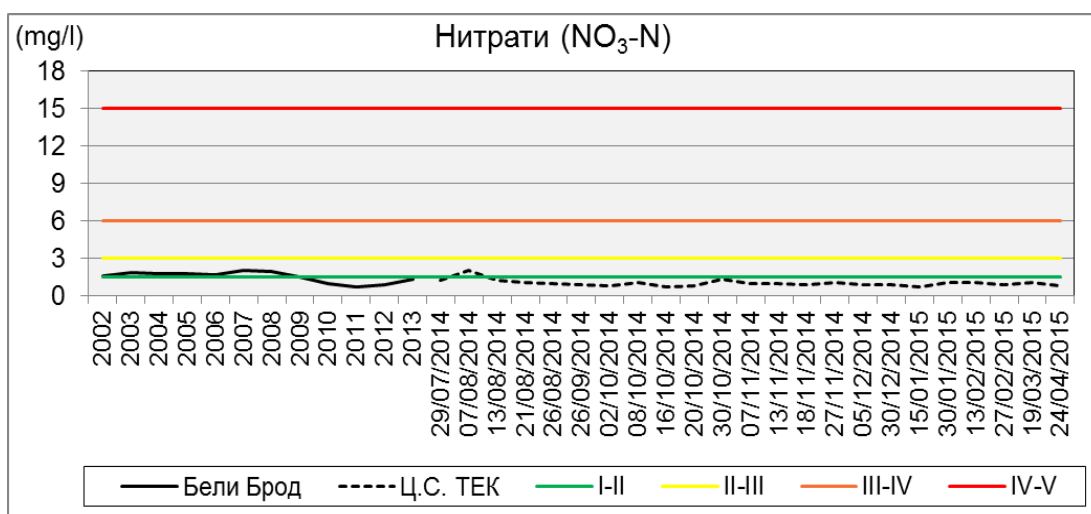
Слика 70. Измерене концентрације биолошке потрошње кисеоника (БПК<sub>5</sub>) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



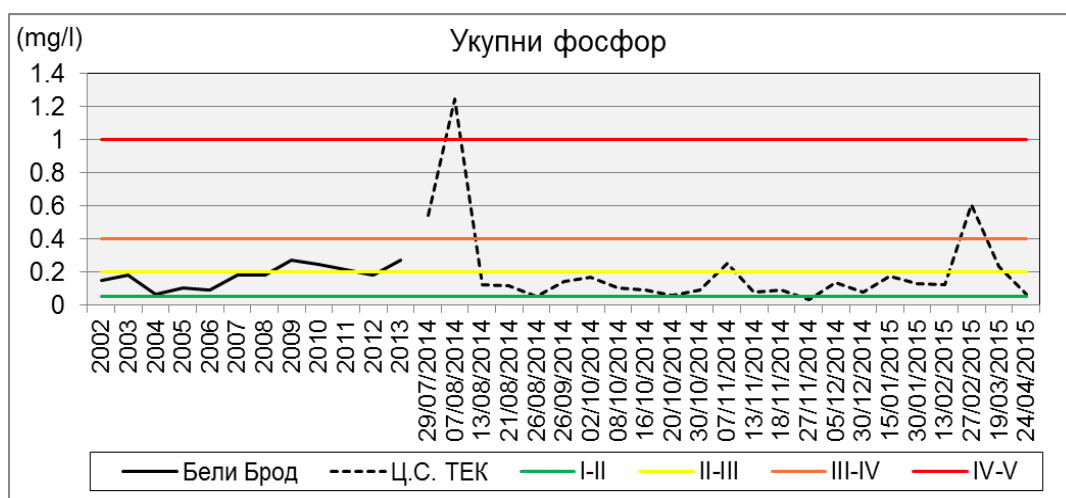
Слика 71. Измерене концентрације укупног органског угљеника (*Total Organic Carbon, TOC*) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



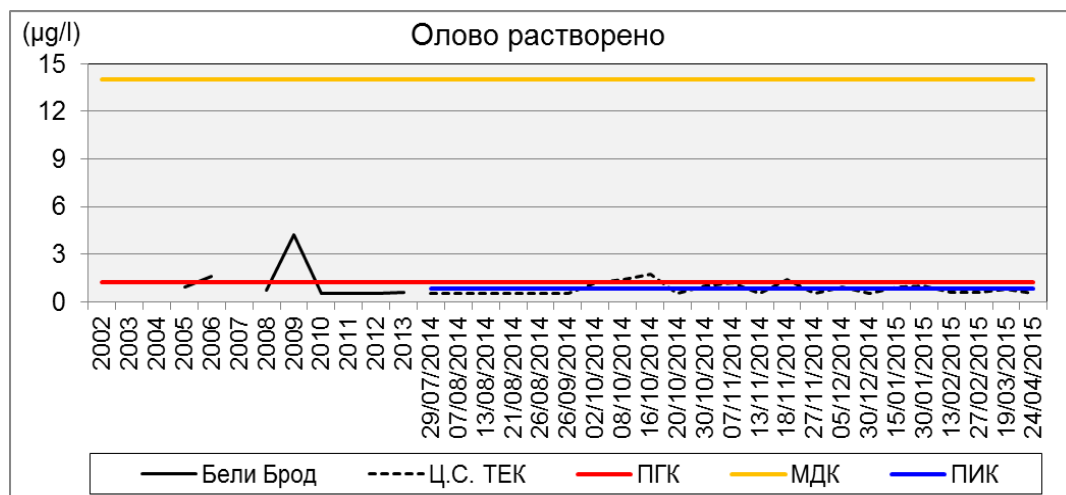
Слика 72. Измерене концентрације амонијум јона ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



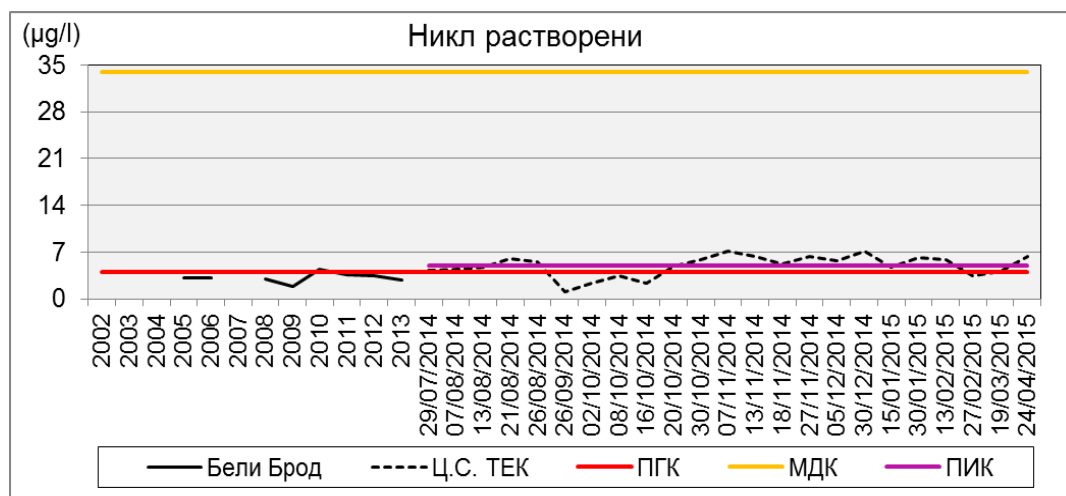
Слика 73. Измерене концентрације нитрата ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



Слика 74. Измерене концентрације укупног фосфора ( $P_{tot}$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



Слика 75. Измерене концентрације олова раствореног ( $P_b$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења



Слика 76. Измерене концентрације никла раствореног ( $N_i$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења

## Органски полутанти

Табела 12. Детектован садржај хербицида у површинској води копова и река слива Колубаре

Назив станице	Водоток	Број узорка	Средње вредности за период јул 2014.-април 2015.		
			Тербутилазин (ug/l)	Ацетохлор (ug/l)	Метолахлор (ug/l)
Тачка_1. П.К. Велики Црљени А	-	3	0,760	1,007	0,022
Тачка_2. П.К.Тамнава Б	-	3	0,412	0,614	0,012
Тачка_3. П.К. Тамнава Ц	-	3	0,263	0,487	0,007
Тачка_4. П.К. Тамнава Д	-	2	0,522	2,600	0,020
Профил_1. Вреоци	Колубара	23	0,062	0,107	0,005
Профил_2. Вреоци	Колубара	3	0,159	0,249	0,005
Профил_3. Вреоци	Колубара	6	0,330	1,218	0,014
Профил_4. Ц.С.ТЕК	Колубара	23	0,257	1,008	0,011
Профил_5. Каленић	Кладница	22	0,197	0,276	0,008
Профил_6. Уб	Уб	3	0,097	0,040	0,003
Профил_7. Ђеманов мост	Тамнава	3	0,252	0,083	0,003
Профил_8. Бргуле	Тамнава	23	0,055	0,086	0,004
Профил_9. Дражевац	Колубара	23	0,224	0,848	0,010
Профил_10. Мислођин	Колубара	23	0,208	0,767	0,010
Профил_11. Обреновац	Сава	24	0,016	0,027	0,012
Профил_12. Барич	Сава	24	0,033	0,106	0,013

У појединим узорцима воде детектовано је присуство хербицида (**тербутилазина, ацетохлора и матолахлора**) како је дато у табеларном прегледу, ([табела. 12](#))<sup>36</sup> Значајно је напоменути да се ове супстанце не налазе на списку приоритетних супстанци у нашој и европској регулативи из области вода.<sup>37</sup>

И поред тога у наредном периоду је потребно за ове специфичне загађујуће супстанце одредити EQS вредности (стандард квалитета животне средине). Са сигурношћу се може очекивати њихово присуство у води јер су према подацима Управе за заштиту биља Министарства за пољопривреду и заштите животне средине Србије регистровани за употребу у пољопривреди.

## Биолошки елементи квалитета

### Испитивања заједница макроинвертебрата и фитобентоса река Колубаре и Саве

У оквиру Програма мониторинга квалитета вода из Тамнавских копова, извршено је испитивање заједница макроинвертебрата и фитобентоса на два локалитета на реци Сави и једном локалитету на реци Колубари дана 21.10.2014. године. У односу на претходни теренски излазак, извршен 05.09.2014. године, констатован је нижи водостај на рекама. Иако су сада услови за узорковање били повољнији у односу на претходни период, заједнице фитобентоса и макроинвертебрата су биле сиромашне.

Биолошка испитивања спроведена су на следећим профилима на рекама Колубари и Сави:

Профил \_10. Мислођин

Профил \_11. Обреновац

Профил \_12. Барич

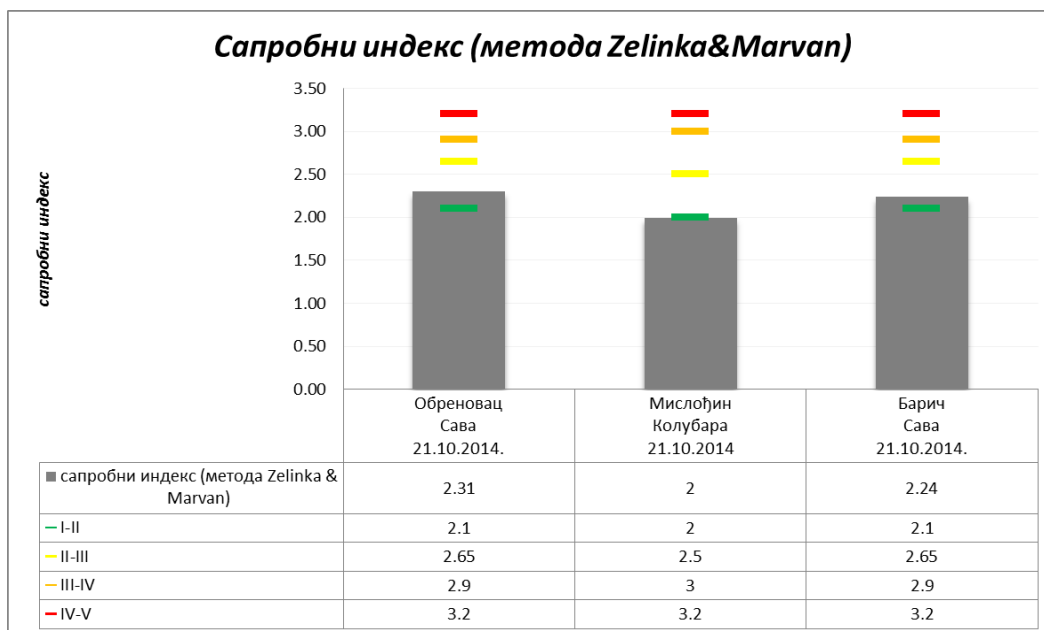
Тумачење добијених резултата извршено је у складу са Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Сл. гласник РС бр. 74/2011). Испитивањем заједнице макроинвертебрата (водених макробескичмењака) реке Колубаре, на профилу Мислођин, укупно је констатовано 7 таксона, што одговара IV класи еколошког потенцијала. Добијене вредности сапробног индекса *Zelinka-Marvan* и *Shannon-Weaver* индекса диверзитета одговарају II класи еколошког потенцијала ([слике 77](#) и [78](#)).

---

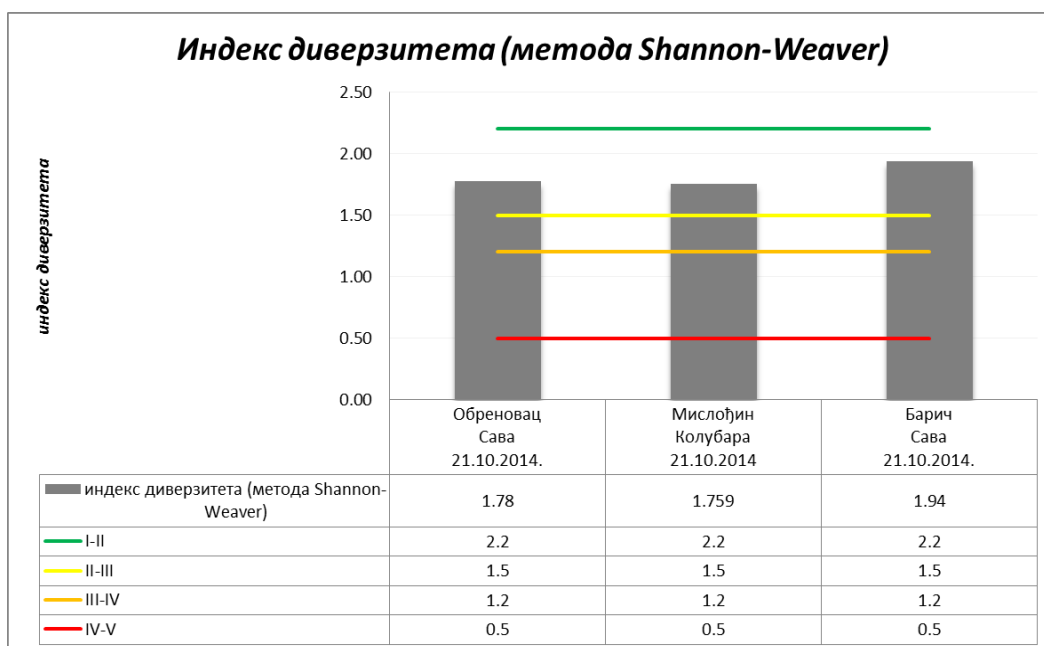
<sup>36</sup> Хербициди су одређени методом EPA 8270D:2007 - SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/ MASS SPECTROMETRY (GC/MS). Више видети: [Балаћ Мирјана](#), Стојановић Зоран, (2012.): Одређивање резидуа хербицида гасном хроматографијом / масеном спектрометријом у води реке Саве (Determination of herbicide residues by gass-chromatogrohy/mass spectrometry in water of river Cava), конференција "MEDITERRANEAN GROUP OF PESTICIDE RESEARCH, Meeting 2012, International Conference on Food and Health Safety : Mooving Towards a sustainable Agriculture, Београд.

<sup>37</sup> Уредба (Сл. Гласник РС бр. 24/2014); Directive 2013/39/EU





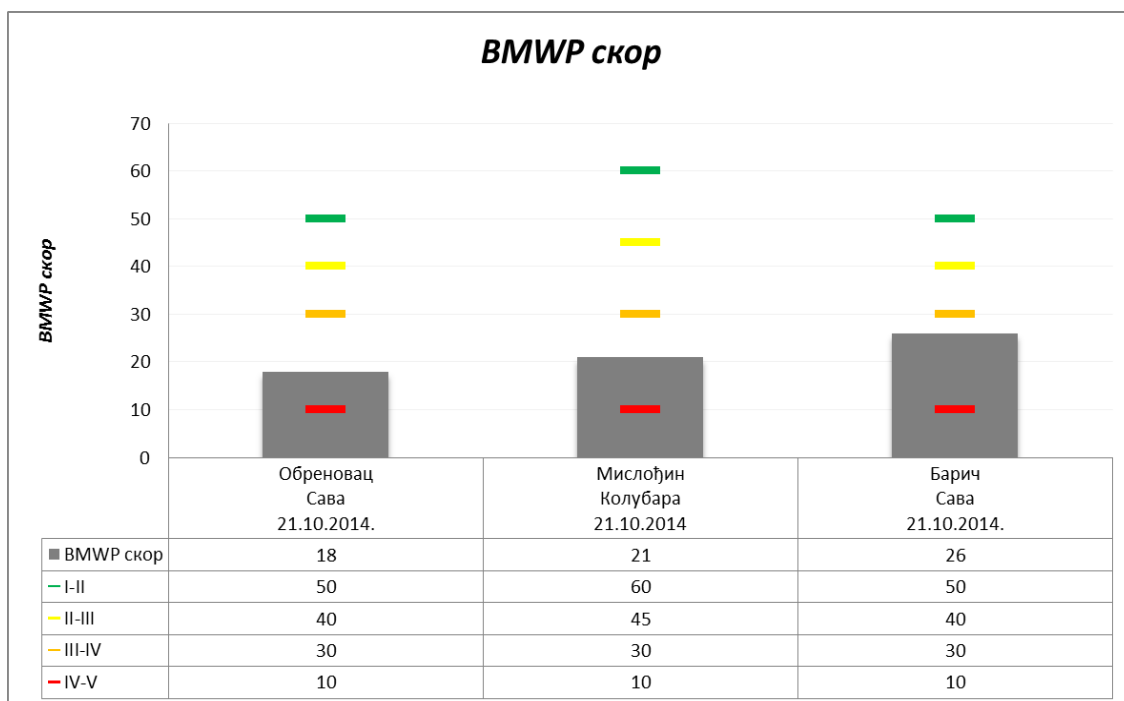
Слика 77. Добијене вредности сапробног индекса (метода *Zelinka-Marvan*) на профилима Обреновац, Мислођин и Барич



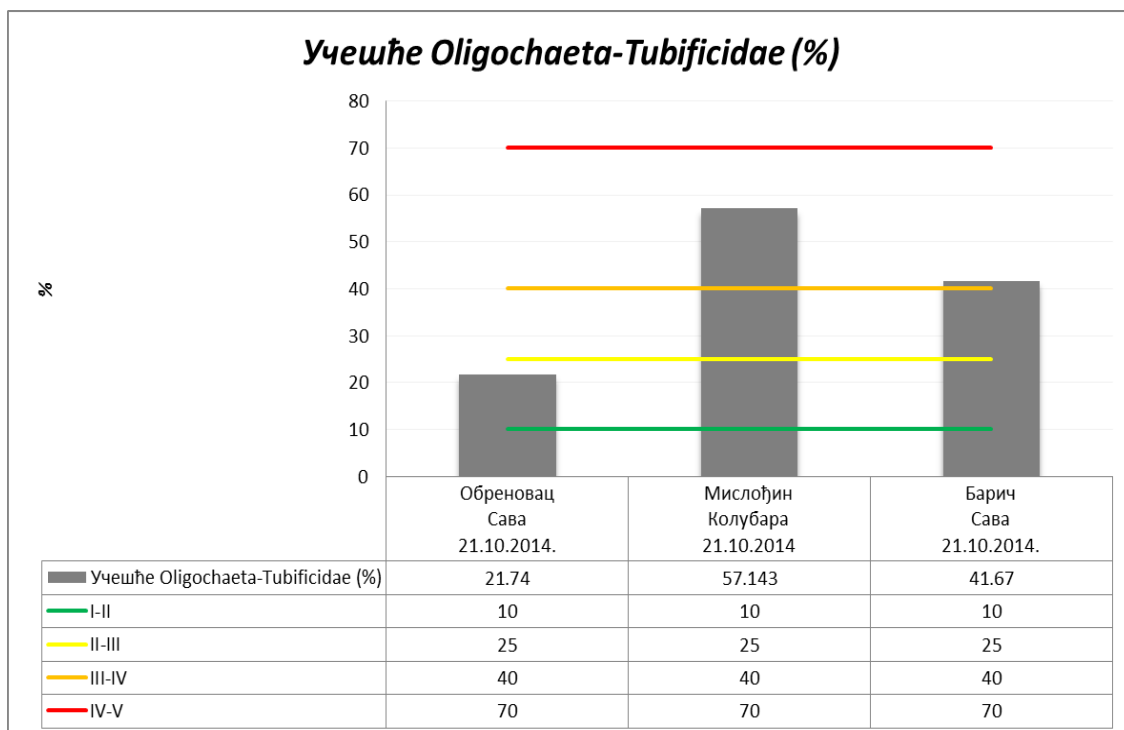
Слика 78. Добијене вредности индекса диверзитета (метода *Shannon-Weaver*) на профилима Обреновац, Мислођин и Барич

Представници инсекатских редова Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera одсуствовали су у узорку (V класа). Вредности BMWP скопа (Biological Monitoring Working Party Score) и процентуалне заступљености малочекињастих црва (Oligochaeta) припадају IV класи еколошког потенцијала (слике 79 и 80), са високим процентом Oligochaeta у узорку (57,14%). На основу свих параметара релевантних за заједницу водених макробескичмењака, еколошки потенцијал

реке Колубаре на профилу Мислођин могао би се окарактерисати као слаб (IV класа).

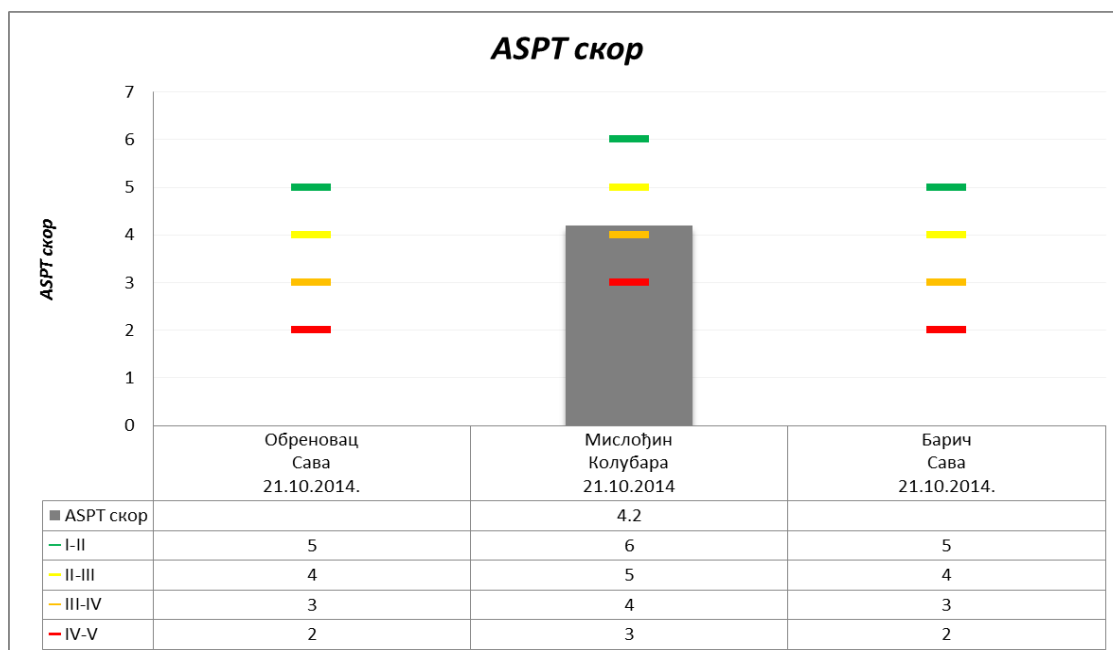


Слика 79. Добијене вредности BMWP скорa на профилима Обреновац, Мислођин и Барич



Слика 80. Процентуална заступљеност Oligochaeta-Tubificidae на профилима Обреновац, Мислођин и Барич

Вредности ASPT сора (Average Score Per Taxon) и броја осетљивих таксона одговарају умереном еколошком потенцијалу (слика 81).



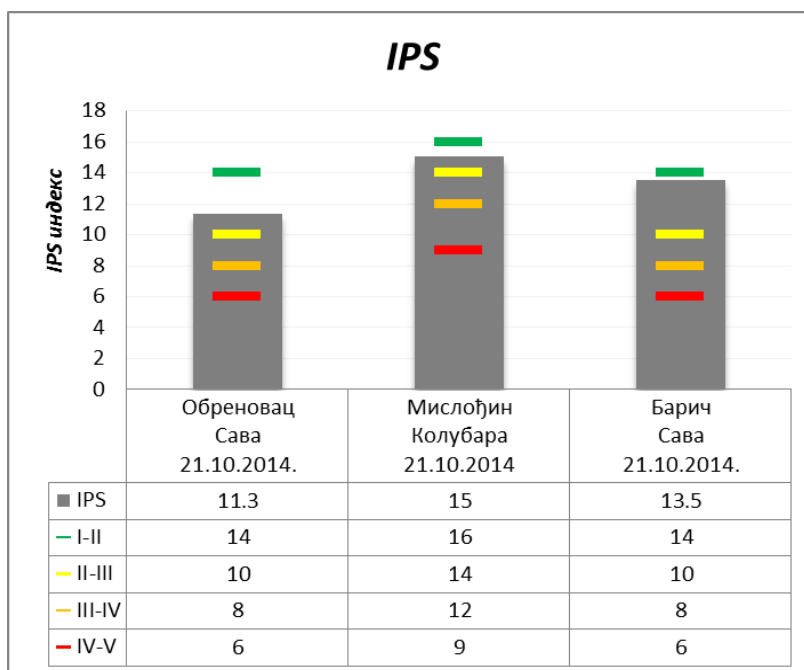
Слика 81. Добијене вредности ASPT сора на профилима Обреновац, Мислођин и Барич

Анализом заједнице макроинвертебрата реке Саве, на профилу Обреновац, укупно је констатовано 7 таксона, што одговара IV класи еколошког потенцијала. Установљене вредности сапробног индекса *Zelinka-Marvan*, *Shannon-Weaver* индекса диверзитета и процентуалне заступљености малочекињастих црва (*Oligochaeta*) одговарају II класи еколошког потенцијала (слике 77, 78 и 80). Добијена вредност BMWP сора одговара IV класи еколошког потенцијала (слика 79). Пужеви (*Gastropoda*) заступљени су са једном врстом *Lithoglyphus naticoides* (C.Pfeiffer,1828), а шкољке (*Bivalvia*) са две врсте: *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774) и *Sinanodonta woodiana* (Lea,1834), што одговара III класи еколошког потенцијала. На основу свих параметара релевантних за заједницу водених макробескичмењака, еколошки потенцијал реке Саве на профилу Обреновац могао би се окарактерисати као слаб (IV класа).

Испитивањем заједнице макроинвертебрата реке Саве, на профилу Барич, укупно је забележено 10 таксона, што одговара умереном еколошком потенцијалу (III класа). Добијене вредности сапробног индекса *Zelinka-Marvan* и *Shannon-Weaver* индекса диверзитета припадају II класи еколошког потенцијала (слике 77 и 78). Вредности BMWP сора и процентуалне заступљености малочекињастих црва (*Oligochaeta*) указују на слаб еколошки потенцијал (слике 91 и 92), висок проценат *Oligochaeta* присутан је у узорку (41,67%). Пужеви (*Gastropoda*) заступљени су са три врсте: *Pseudosuccinea columella* (Say,1817), *Microcolpia daubedartii acicularis* (A.Férussac,1823) и *Lithoglyphus naticoides* (C.Pfeiffer,1828), а шкољке (*Bivalvia*) са две врсте: *Corbicula fluminea* (O.F.Müller,1774) и *Unio tumidus* Philipson,1788, што одговара III класи еколошког потенцијала (умерен потенцијал). Коначно,

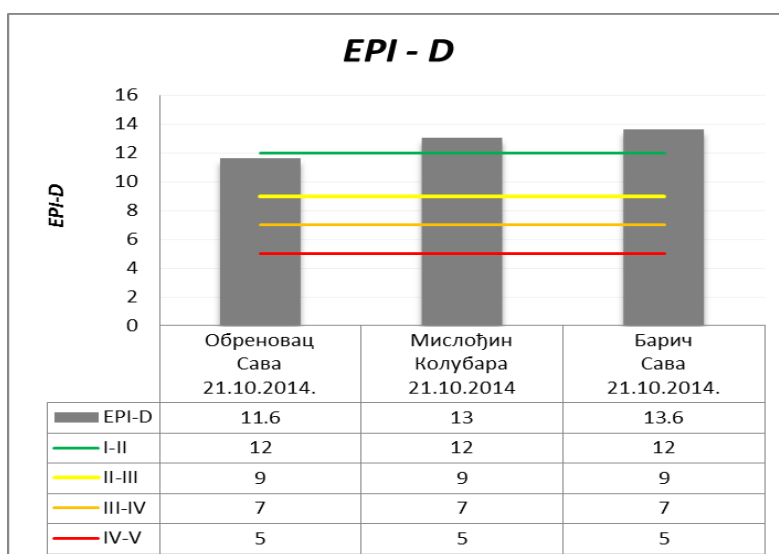
еколошки потенцијал реке Саве на профилу Барич, на основу заједнице водених макробескичмењака могао би се оценити као слаб (IV класа).

Анализом заједница фитобентоса река Колубаре и Саве утврђено је присуство малог броја јединки. Ниво поузданости добијених резултата је низак, с обзиром да нестабилне временске прилике нису дозволиле формирање репрезентативне заједнице фитобентоса.

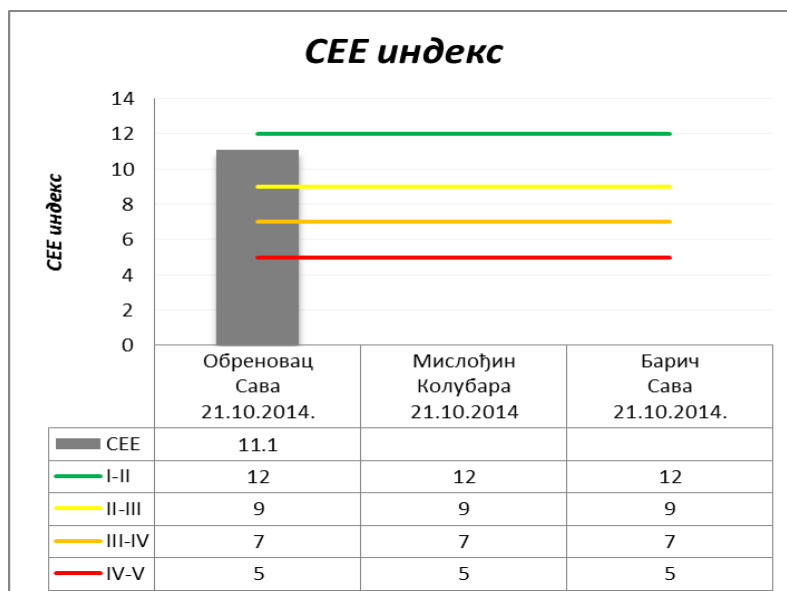


Слика 82. Добијене вредности IPS дијатомног индекса на профилима Обреновац, Мислођин и Барич

На профилу Мислођин, констатована је сиромашна заједница дијатома, са малим бројем јединки у узорку. Утврђено је присуство 17 таксона. Добијене вредности дијатомних индекса IPS (Indice de polluo-sensibilite) и EPI-D (Eutrophication/Pollution Index-Diatom Based) одговарале су II класи еколошког потенцијала (слике 82 и 83). Доминантна врста у оквиру испитиване заједнице је *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson var. *olivaceum*. Услед малог броја јединки у узорку, СЕЕ индекс (Commission for Economical Community index) није било могуће одредити.



Слика 83. Добијене вредности EPI-D дијатомног индекса на профилима Обреновац, Мислођин и Барич



Слика 84.. Добијена вредност CEE дијатомног индекса на профилима Обреновац Испитивањем заједнице фитобентоса, на профилима Обреновац, такође је констатована сиромашна заједница, али је број таксона и јединки био већи него на друга два испитивана локалитета, па је било могуће дати вредности сва три дијатомна индекса - IPS, EPI-D и CEE (слике 82, 83 и 84). Утврђено је присуство 24 таксона. Доминантна врста у заједници фитобентоса је *Fragilaria ulna* (Nitzsch.) Lange-Bertalot var. *ulna*. Добијене вредности одговарале су II класи еколошког потенцијала. На профилима Барич, утврђено је присуство 19 таксона. Добијене вредности дијатомних индекса IPS и EPI-D одговарале су II класи еколошког потенцијала (слике 82 и 83).

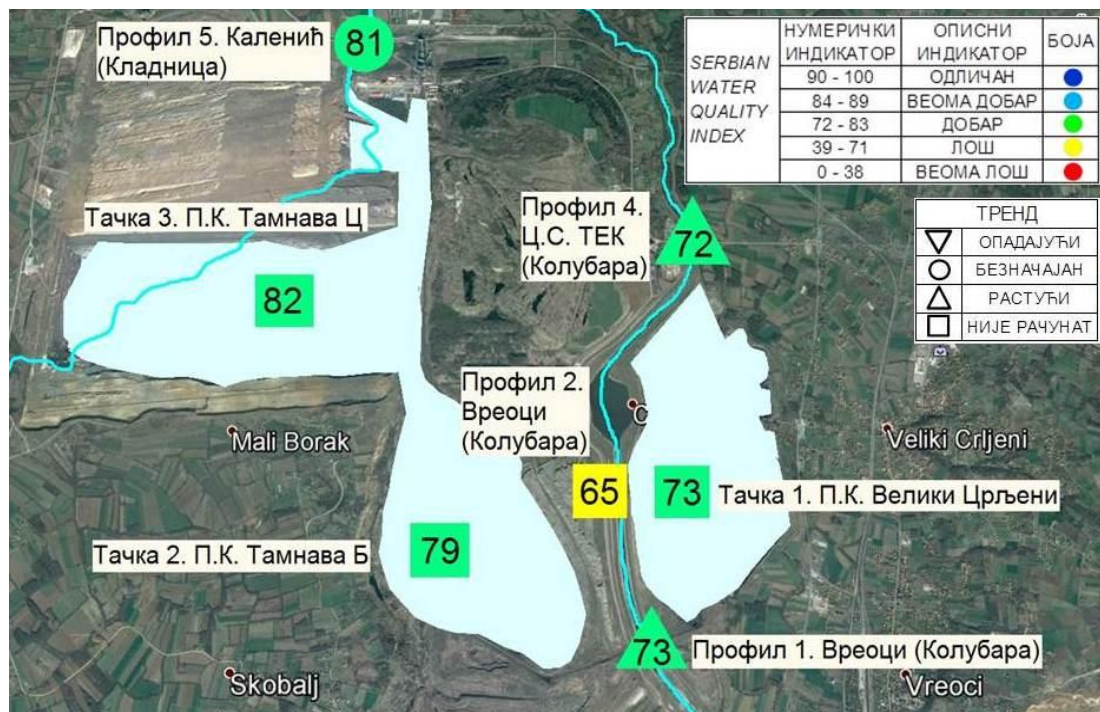
На основу свих параметара релевантних за заједницу фитобентоса, еколошки потенцијал река Саве и Колубаре могао би се окарактерисати као добар.



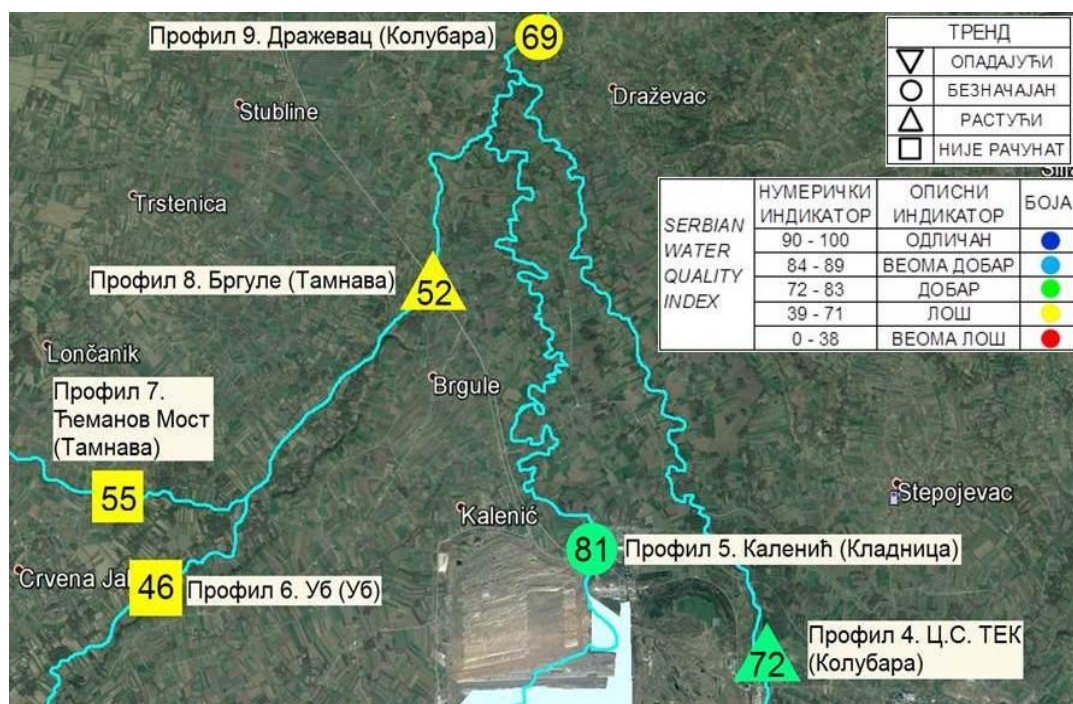
## Serbian Water Quality Index

Оцена квалитета површинских вода копова и слива Колубаре и реке Саве методом Serbian Water Quality Index (SWQI)

**ПРВИ ПЕРИОД: 29.07. – 05.09. 2014.**



Слика 85. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 1: период 29.07. – 05.09. 2014



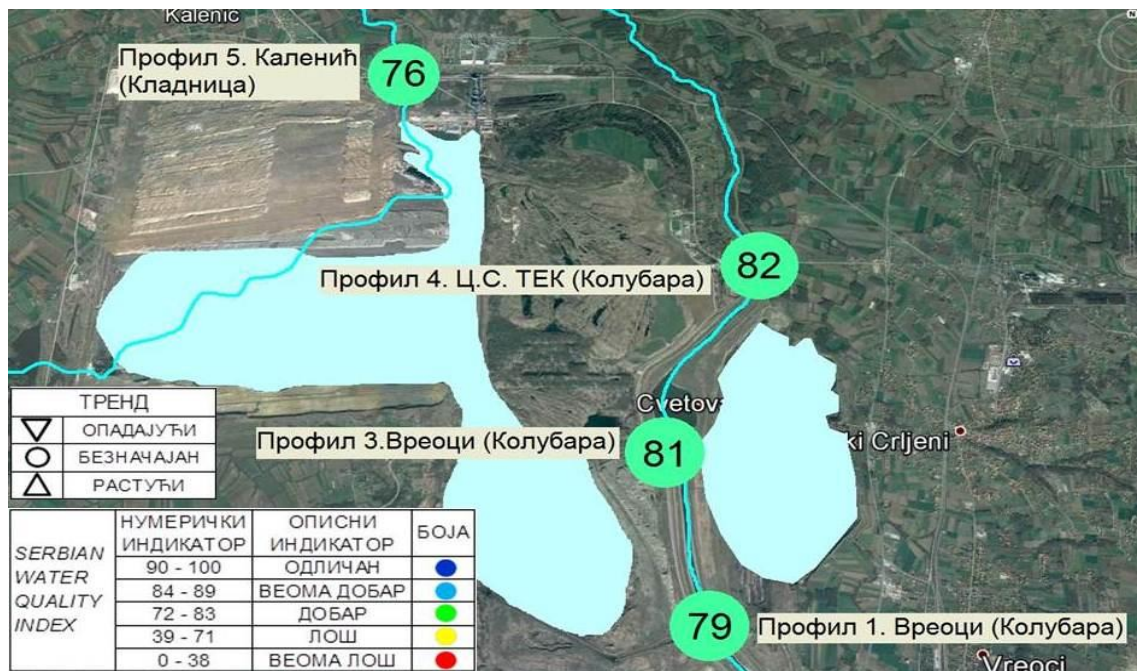
Слика 86. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 2: период 29.07. – 05.09. 2014.





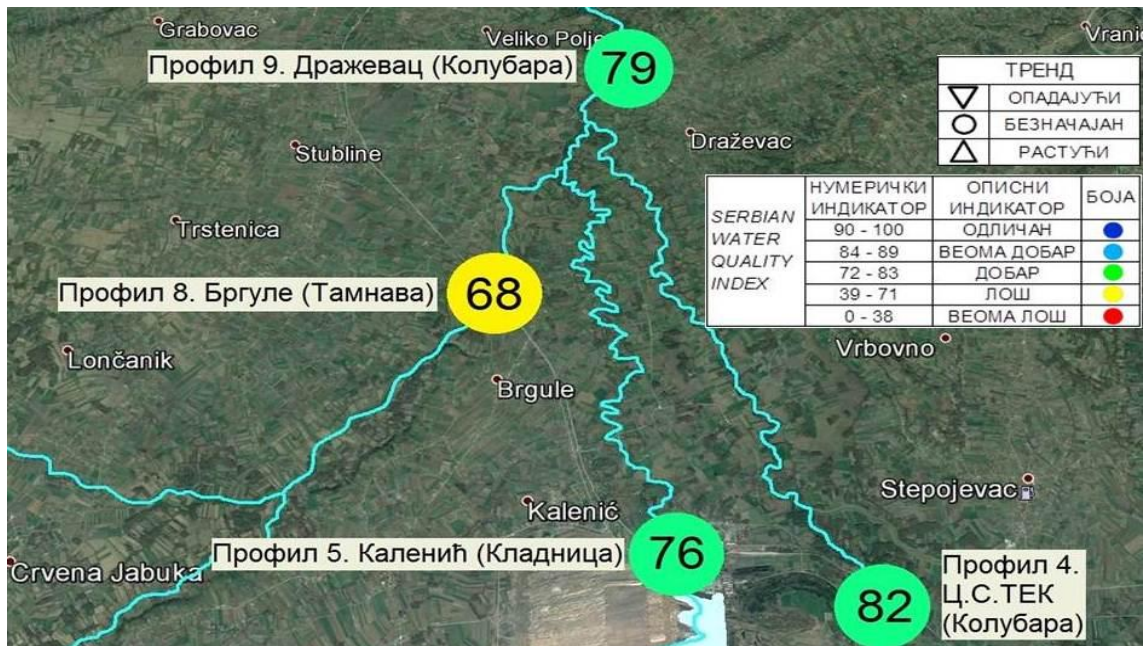
Слика 87. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 3; период 29.07. – 05.09. 2014.

**ДРУГИ ПЕРИОД: 25.09. – 21.10. 2014.**



Слика 88. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 1; период 25.09. – 21. 10.2014.





Слика 89. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 2: период 25.09. – 21. 10.2014.



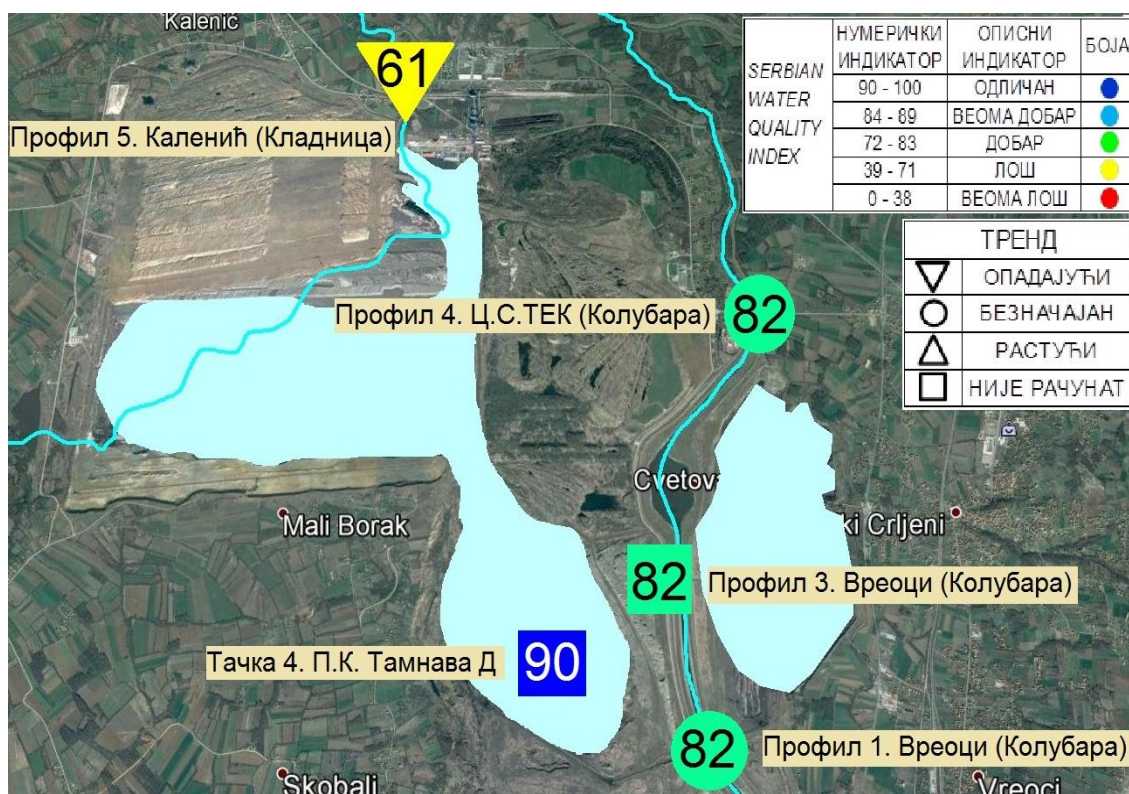
Слика 90. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 3: период 25.09. – 21. 10.2014.

Табела 13. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење у прва два периода индикатором Serbian Water Quality Index

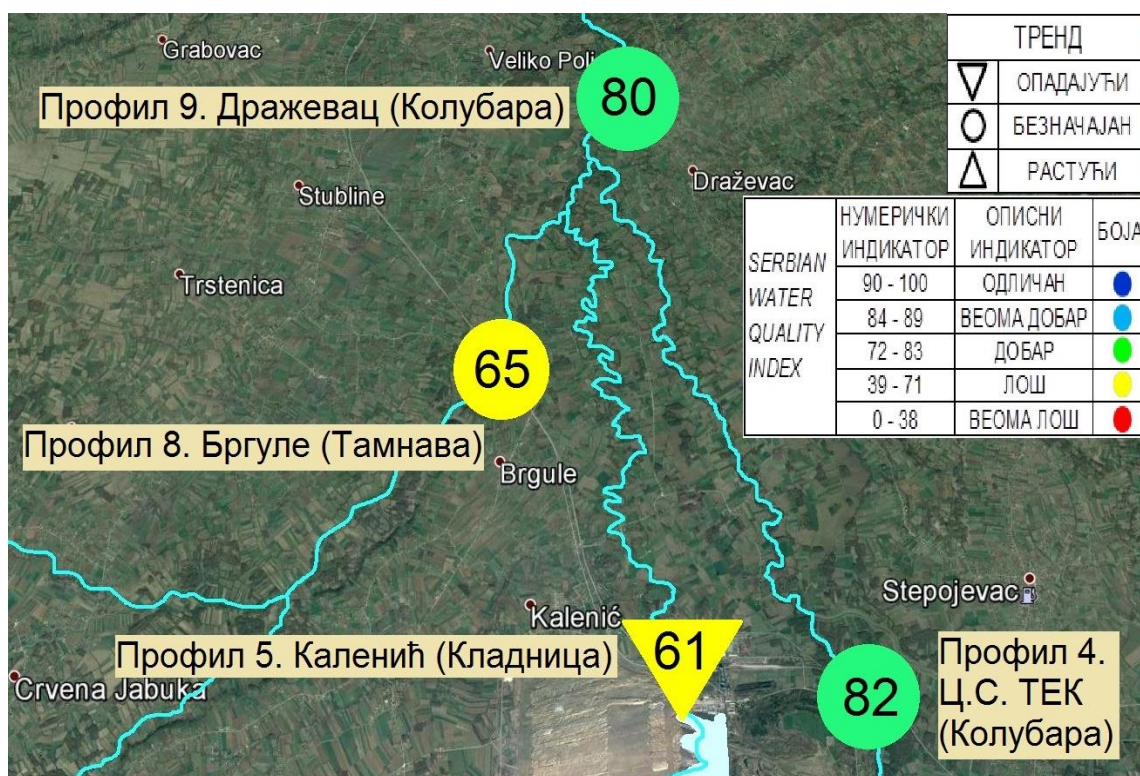
		I период (29.07.-05.09.)		II период (25.09.-21.10.)		Поређење I и II периода		Цео период (29.07.-21.10.)	
Станица	Водоток	SWQI	тренд	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI	SWQI	тренд
Профил_1. Вреоци (узводно од зона црпљења)	Колубара	73	Растући	79	Безначајан	боље	6	76	Растући
Профил_2. Вреоци (зона црпљења копа Црљени)	Колубара	65	Није рађен						
Профил_3. Вреоци (зона црпљења копа Тамнава)	Колубара			81	Безначајан				
Тачка_2. П.К.Велики Црљени А	П.К.Велики Црљени	73	Није рађен						
Тачка_2. П.К.Тамнава Б	П.К.Тамнава	79	Није рађен						
Тачка_3. П.К.Тамнава Ц	П.К.Тамнава	82	Није рађен						
Профил_4. Ц.С.ТЕК	Колубара	72	Растући	82	Безначајан	боље	10	77	Растући
Профил_5. Каленић	Кладница	81	Безначајан	76	Безначајан	лошије	-5	78	Опадајући
Профил_6. Уб	Уб	46	Није рађен						
Профил_7. Ђеманов Мост	Тамнава	55	Није рађен						
Профил_8. Бргуле	Тамнава	52	Растући	68	Безначајан	боље	16	60	Растући
Профил_9. Дражевац	Колубара	69	Безначајан	79	Безначајан	боље	10	74	Растући
Профил_10. Мислодин	Колубара	71	Растући	77	Безначајан	боље	6	74	Растући
Профил_11. Обреновац	Сава	76	Безначајан	79	Безначајан	боље	3	77	Безначајан
Профил_12. Барич	Сава	77	Безначајан	80	Безначајан	боље	3	78	Растући



**ТРЕЋИ ПЕРИОД: 28.10. – 30.12. 2014.**

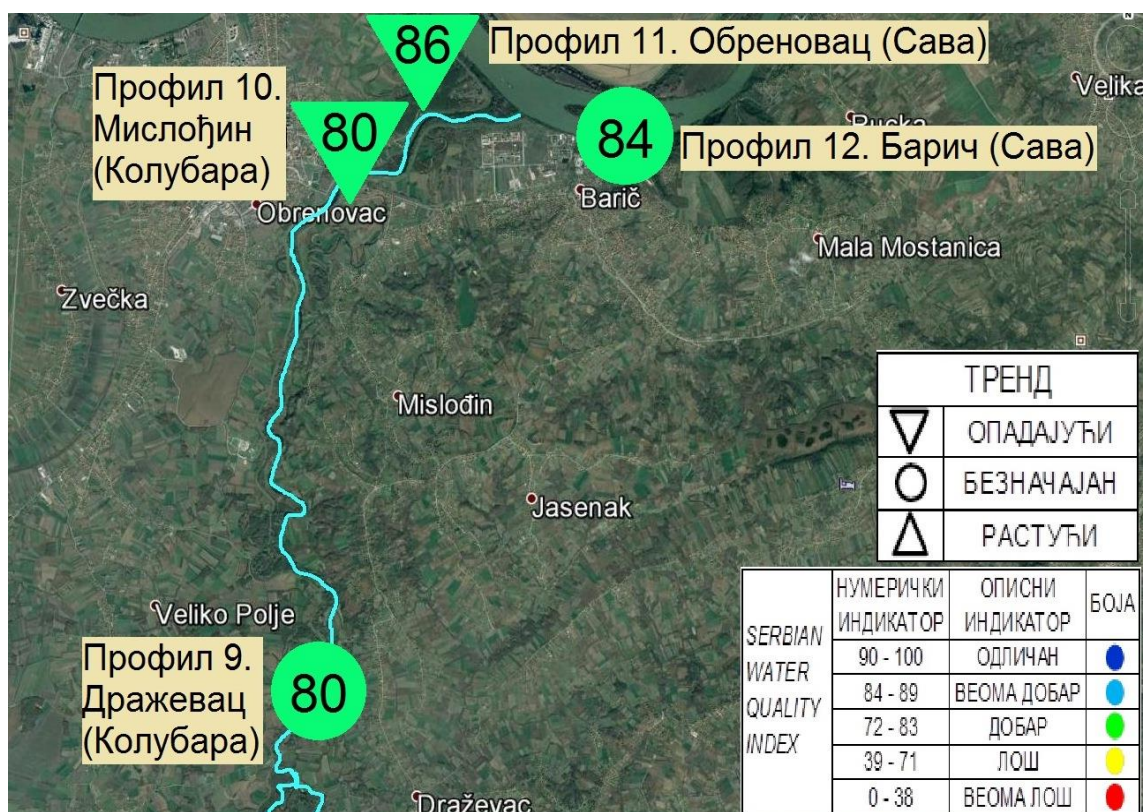


Слика 91. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 1: период 28.10. – 30. 12. 2014.



Слика 92. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 2: период 28.10. – 30. 12. 2014.





Слика 93. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 3: период 28.10. – 30. 12. 2014.

Табела 14. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење сва три периода индикатором Serbian Water Quality Index – Зона 1

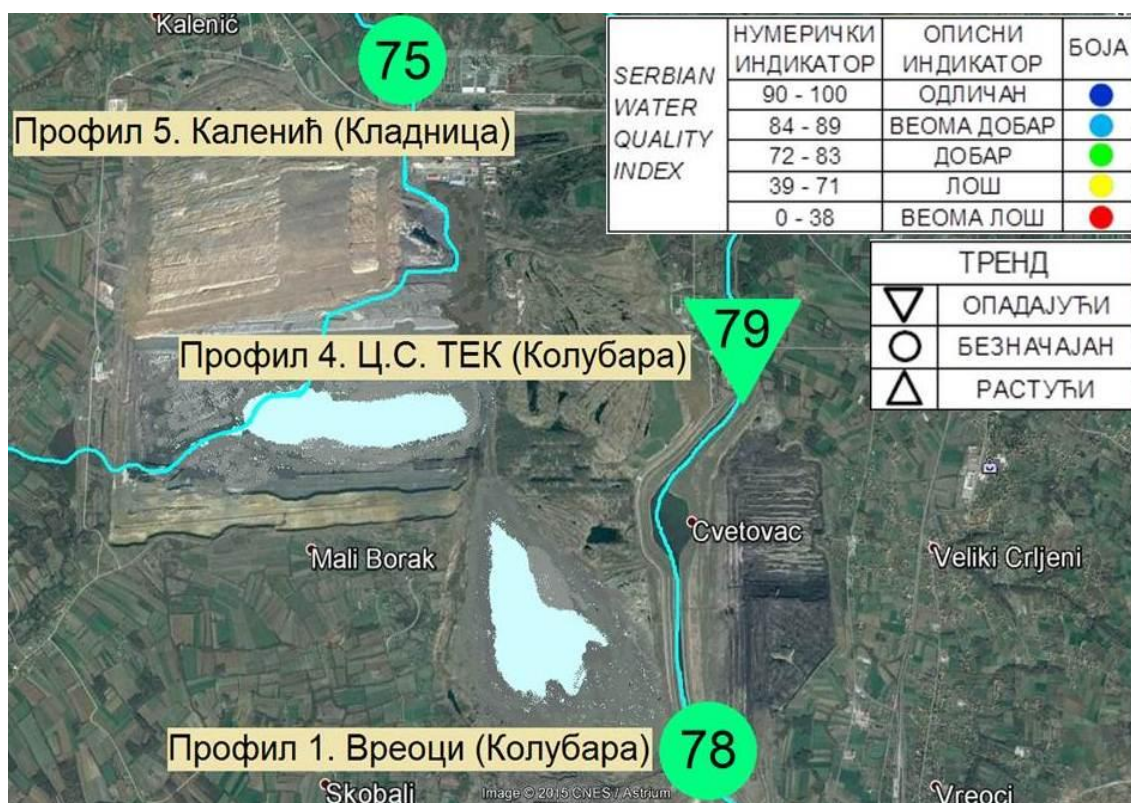
		I период (29.07 - 05.09)		II период (25.09 - 21.10)		Поређење I и II периода		III период (28.10 - 30.12)		Поређење II и III периода	
Станица	Водоток	SWQI	тренд	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI
Профил_1. Вреоци (узводно од зона црпљења)	Колубара	73	Растући	79	Безначајан	боље	6	82	Безначајан	Боље	3
Профил_2. Вреоци (зона црпљења копа Црљени)	Колубара	65	Није рађен								
Профил_3. Вреоци (зона црпљења копа Тамнава)	Колубара			81	Безначајан			82	Није рађен		
Тачка_1. П.К.Велики Црљени А	П.К.Велики Црљени	73	Није рађен								
Тачка_2. П.К.Тамнава Б	П.К.Тамнава	79	Није рађен								
Тачка_3. П.К.Тамнава Ц	П.К.Тамнава	82	Није рађен								
Тачка_4. П.К.Тамнава Д	П.К.Тамнава							90	Није рађен		
Профил_4. Ц.С.ТЕК	Колубара	72	Растући	82	Безначајан	боље	10	82	Безначајан	Исто	0
Профил_5. Калениц	Кладница	81	Безначајан	76	Безначајан	Лошије	-5	61	Опадајући	Лошије	-15
Профил_6. Уб	Уб	46	Није рађен								

Табела 15. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење сва три периода индикатором Serbian Water Quality Index – Зона 2 и 3

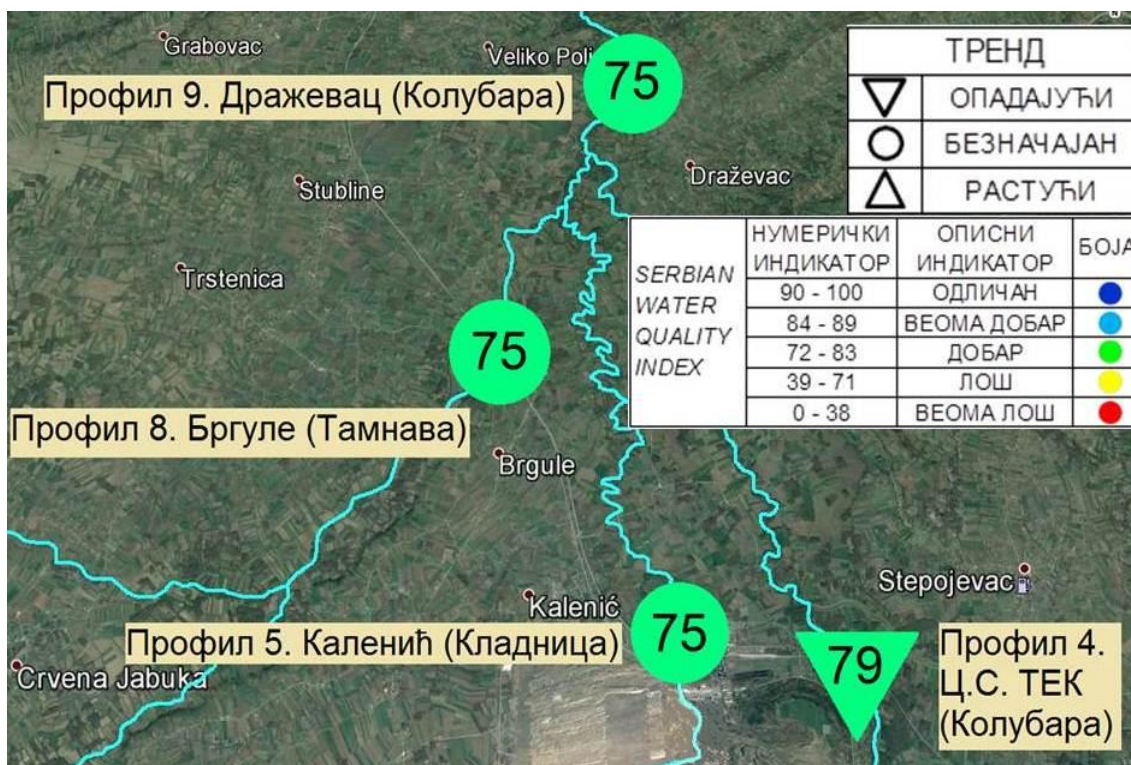
		I период (29.07 - 05.09)		II период (25.09 - 21.10)		Поређење I и II периода		III период (28.10 - 30.12)		Поређење II и III периода	
Станица	Водоток	SWQI	тренд	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI
Профил_6. Уб	Уб	46	Није рађен								
Профил_7. Цеманов Мост	Тамнава	55	Није рађен								
Профил_8. Бргуле	Тамнава	52	Растући	68	Безначајан	Боље	16	65	Безначајан	Лошије	-3
Профил_9. Дражевац	Колубара	69	Безначајан	79	Безначајан	Боље	10	80	Безначајан	боље	1
Профил_10. Мислодин	Колубара	71	Растући	77	Безначајан	боље	6	80	Опадајући	боље	3
Профил_11. Обреновац	Сава	76	Безначајан	79	Безначајан	боље	3	86	Опадајући	боље	7
Профил_12. Барич	Сава	77	Безначајан	80	Безначајан	боље	3	84	Безначајан	боље	4



**ЧЕТВРТИ ПЕРИОД: 12.01. – 24.04. 2015.**



Слика 94. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 1: период 12.01. – 24.04.2015.



Слика 95. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 2: период 12.01. – 24.04.2015.



Слика 96. Просечне вредности индикатора *SWQI* – Зона 3: период 12.01. – 24.04.2015.



Табела 16. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење трећег и **четвртог** периода индикатором *Serbian Water Quality Index – Зона 1*

		III период (28.10.2014. - 30.12.2014)		IV период (12.01.2015. - 20.03.2015)		Поређење III и IV периода	
Станица	Водоток	SWQI	тренд	SWQI	тренд	Поређење	Разлика SWQI
Профил_1. Вреоци (узводно од зона црпљења)	Колубара	82	Безначајан	78	Безначајан	лошије	-4
Профил_3. Вреоци (зона црпљења копа Тамнава)	Колубара	82	Није рађен				
Тачка_4. П.К.Тамнава Д	П.К.Тамнава	90	Није рађен				
Профил_4. Ц.С.ТЕК	Колубара	82	Безначајан	79	Опадајући	лошије	-3
Профил_5. Каленић	Кладница	61	Опадајући	75	Безначајан	боље	14
Профил_8. Бргуле	Тамнава	65	Безначајан	75	Безначајан	боље	10
Профил_9. Дражевац	Колубара	80	Безначајан	75	Безначајан	лошије	-5
Профил_10. Мислодин	Колубара	80	Опадајући	74	Безначајан	лошије	-6
Профил_11. Обреновац	Сава	86	Опадајући	85	Безначајан	лошије	-1
Профил_12. Барич	Сава	84	Безначајан	82	Безначајан	лошије	-2

## Закључна разматрања

Резултати анализа квалитета воде у сливу реке Колубаре, у периоду препумпавања, су показали да је на већини профила (15 профила ванредног мониторинга) прекорачена макар једна гранична вредност прописана Уредбом<sup>1</sup>, која дефинише *граничне вредности* за загађујуће материје у површинским водама, које не смеју да буду прекорачене у циљу заштите животне средине и здравља људи. На деоницама водотокова где је спроведен ванредни (истраживачки) мониторинг захтевани квалитет треба да се креће, за реке Колубару и Кладницу у граничним вредностима класе II за водоток Типа 2, за реке Уб и Тамнаву у граничним вредностима класе II за водоток Типа 3, и за реку Саву у граничним вредностима класе II за водоток Типа 1 ([слика 62-68](#))

За оцену утицаја препумпавања воде из копова на квалитет реке Колубаре коришћен је критеријум за стандарде квалитета животне средине према Уредби о приоритетним хазардним супстанцама<sup>38</sup>. Према овом подзаконском акту дефинисане су граничне вредности као *просечна годишња концентрација (ПГК)* и *максимално дозвољена концентрација (МДК)*. За овај случај, за период ванредног мониторинга прихваћена је као референтна вредност *ПГК* и упоређена са просечном измереном концентрацијом (*ПИК*). За параметре никл и олово није премашена (*МДК*). За параметар олово (*ПГК*) није прекорачена док је за параметар никл (*ПГК* = 4 mg/l) прекорачена и као просечна измерена концентрација (*ПИК*) износила је 4.93 mg/l. ([слика 75](#) и [76](#))

Како у сливном подручју реке Колубаре нису регистровани утицаји значајног антропогеног порекла, као што су индустријска постројења за прераду метала, повишени садржаји тешких метала олова и никла у површинској води су вероватније природног (геолошког) порекла. Познато је да у природи тешки метали доспевају у земљиште распадањем стена и минерала на којима се формира земљиште и процесом еродирања и спирања доспевају у површинске воде. Потврда ових ставова се може добити истраживањем садржаја тешких метала у земљишту у односу на њихове концентрације у стенама и минералима на којима је образовано земљиште.

Резултати анализа површинске воде оценом квалитета методом *Serbian Water Quality Index* показују да је квалитет воде у копу „Западно поље“ у категорији *добар* (*SWQI* 79 – 82) и *одличан* (*SWQI* 90) и у копу „Велики Црљени категорији *добар* (*SWQI* 73). Ово је имало за последицу да је квалитет водопријемника на профили Профилу 4. Ц.С. ТЕК (Колубара) *SWQI* био у категорији *добар* (*SWQI* 72-82). ([слике 85, 88, 91](#)) Оцена овом методом показују и какав утицај река Тамнава и локални загађивачи имају на квалитет воде реке Колубаре. Последица овога је да је на профилима Дражевац и Мислођин река Колубара имала променљиви квалитет, профил Дражевац у категорији *лош* (*SWQI* 69) и у категорији *добар* (*SWQI* 75-80) и профил Мислођин у категорији *лош* (*SWQI* 71) и у категорији *добар* (*SWQI* 74-80) ([слике 86, 89, 92](#)). Захваљујући пријемном капацитету и моћи самопречишћавања

<sup>38</sup> УРЕДБА О ГРАНИЧНИМ ВРЕДНОСТИМА ПРИОРИТЕТНИХ И ПРИОРИТЕТНИХ ХАЗАРДНИХ СУПСТАНЦИ КОЈЕ ЗАГАЂУЈУ ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ И РОКОВИМА ЗА ЊИХОВО ДОСТИЗАЊЕ, „Сл.гласник РС“ бр.24/14

квалитет реке Саве на низводном профилу Барич је увек био у категорији *добар* (SWQI 77-84). (слике 87, 90, 93)

Добар индикатор утицаја препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника, што се тиче утицаја органских и неорганских материја, је параметар суспендоване материје (mg/l). Суспендоване материје имају особину да се таложе у мирним водама и како се буде црпљењем снижавао ниво акумулиране воде њихова концентрација ће расти. Свака манипулација режимом или промена локације пумпи утицаће на промену вредности концентрације суспендованих материја у води. Са аспекта заштите водотока прекорачење граничне вредности суспендованих материја је значајно јер се на њима адсорбују јони и молекули других материја. Гранична вредност за параметар суспендоване материје за класу II којом је класификована Колубара у зони препумпавања износи 25 mg/l.<sup>39</sup> Концентрације суспендованих материја кроз време представљају прави индикатор промене квалитета акумулиране воде, јер се снижавањем нивоа воде црпљењем, усисне корпе црпки приближавају зони муља.

Резултати мониторинга за параметар укупне суспендоване материје (TSS) који је на дневном нивоу извршавала лабораторија РБ “КОЛУБАРА“ на профилу 1 и 4 дају додатну слику утицаја квалитета препумпавања воде из копа на реку Колубару. Резултат ових анализа показује да је у периоду од 1. октобра до 31. децембра средња вредност (медијана) концентрације на мерном месту низводно од зоне црпљења (Профил 4 Ц.С. ТЕК) била 28mg/l, а у наставку препумпавања од 1. јануара 2015. до 24. априла 2015 средња вредност (медијана) концентрације износила 50 mg/l<sup>40</sup>.(слика 97)

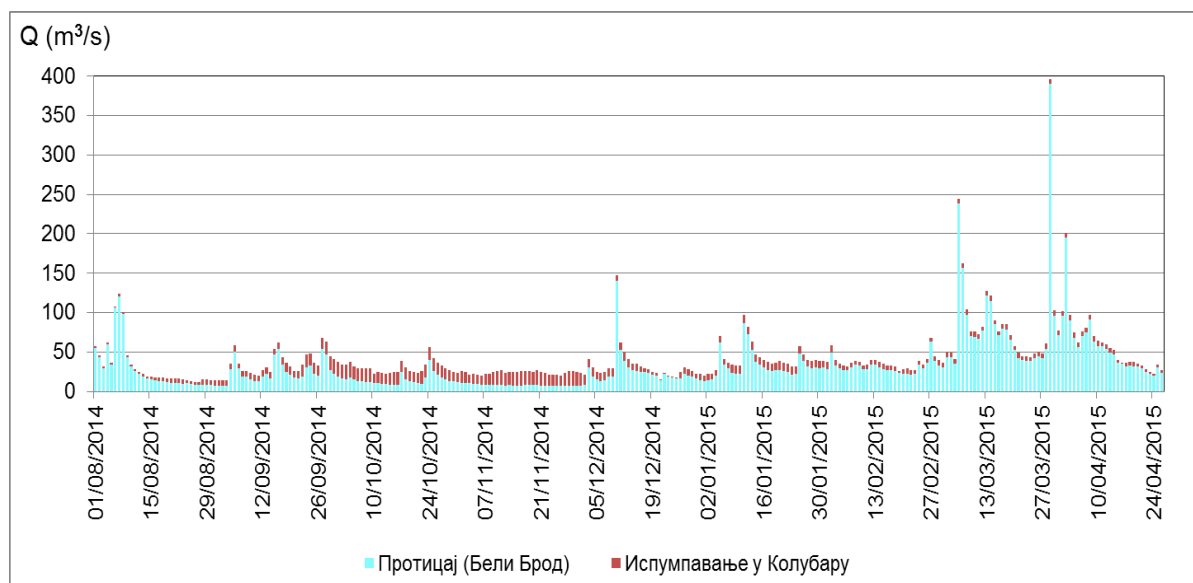


Слика 97. Тренд концентрација укупних суспендованих материја (TSS) на низводном профилу од зоне препумпавања.

Добру слику хидролошких услова који су били у периоду препумпавања у сливу Колубаре даје и обједињен хидрограм протицаја у реци Колубари на узводном профилу Бели Брод и хидрограм испумпавања воде из копова. (слика 98)

<sup>39</sup> Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, “Службени гласник РС”, бр. 50/2012.

<sup>40</sup> Ово значи да је 50% узорака било једнако или мање од 28mg/l, односно од 50mg/l



Слика 98. Хидрограм протицаја у реци Колубари на узводном профилу Бели Брод и испумпавања воде из копова

Повећање концентрација суспендованих материја током времена је више последица повећања мутноће у Колубари у периоду великих вода него утицаја препумпавања воде из угљенокопова. Општи закључак је да се утицај препумпавања воде из угљенокопова РБ Колубара на квалитет реке Колубаре, према свим вредностима прекорачених параметара квалитета, може сматрати уобичајеним узимајући у обзир квалитет реке Колубаре на узводном профилу пре препумпавања. Промене квалитета које су биле током периода праћења су више последица хидролошких услова, повећања или смањења протицаја реке Колубаре.

**КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И УПРАВЉАЊЕ ВОДНИМ РЕСУРСИМА: ПРЕПОРУКЕ,  
ЗАКЉУЧЦИ И СМЕРНИЦЕ**



## Препоруке

Вода је кључни елемент животне средине и основна сировина у најважнијим привредним гранама и зато климатске промене могу угрозити квалитет живота и негативно утицати на људски живот. Не рачунајући поплаве, које у зависности од размера имају одговарајући степен разорног дејства, климатске промене ће константно утицати и на пољопривредну производњу и сигурност снабдевања животним намирницама. Разорно дејство вода у виду катастрофалних поплава угрожава инфраструктурне системе и животно окружење изазивајући стално обнављање и одржавање све сложенијих одбрамбених система.<sup>41</sup> Процена је да су поплаве маја 2014. године Србији нанеле губитке и штету која износи 1,53 милијарде еура, од чега је две трећине овог износа у производним секторима. Поплаве у Колубарском угљенокопу су довеле до прекида у експлоатацији угља и производњи електричне енергије у термоелектрани. Размера ове штете се може квантификовати посредно, анализом податка да наше термоелектране троше 1,4 килограма лигнита за производњу једног киловатчаса електричне енергије. Ова чињеница говори да је застој у експлоатацији угља и производњи електричне енергије изазвао мањак од око 20 милиона kWh струје дневно. На регионалном тржишту ова количина електричне енергије, рачунајући према ценама у зимском периоду, вреди један милион еура дневно.<sup>42</sup>

У складу са значајем водних ресурса међународна заједница је још 1992. године на конференцији о води и животној средини (*International Conference on Water and Environmental*) одржаној у Даблину (Северна Ирска) усвојила тзв. *Даблинске принципе (Dublin Principles)*. Ови принципи садрже препоруке за акције на локалном, националном и међународном нивоу.

### **Даблински принципи у области управљања водама (извод препорука) [44]:**

- Гарантовано будуће водоснабдевање мора се заснивати на одговарајућим накнадама за воду и контролу испуста.
- Најпогоднији географски оквир за планирање и управљање водним ресурсима је речни слив, који обухвата површинске и подземне воде.
- Владе морају проценити своје могућности за опремање и подршку стручних и научних институција, односно специјалиста из сектора вода и животне средине, тако да они буду у пуној мери у стању применити интегрални приступ управљању водним ресурсима.

<sup>41</sup> Поплаве су постале тема којој посвећују пажњу штампани и електронски медији различитих садржаја и жанрова. Магазин *Rolling Stone* (број 15-16/2014 – 2015) је у годишњем избору „ТОП 5 најгорих догађаја“ под број 1 уврстио поплаве у региону уз коментар: “ Може ли горе? Катастрофалне поплаве у регији (Србија, БиХ, Хрватска) подсетице су нас да поред лоших ђуди људи постоје и лоше ђуди природе. Таман кад су се људи смирили, природа је полудјела.”

<sup>42</sup> У извештају Европске уније (*European Commission*), Светске банке и Уједињених нација који је објављен 16. јула на донааторској конференцији у Бриселу за поплављену Србију и Босну и Херцеговину стоји процена да ће производња угља у Србији бити мања за 45 одсто до краја 2014, а укупна штета електропривреди је процењена на 663 милиона долара рачунајући ту и изгубљену добит.  
*Regional Conference for Floods Prevention and Management in Western Balkans*  
[http://ec.europa.eu/enlargement/news\\_corner/floods/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enlargement/news_corner/floods/index_en.htm)

## Закључци

Две деценије касније студија Светске здравствене организације (WHO) нуди визију како повећање отпорности на климатске промене у сектору вода, поготову у делу снабдевања водом за пиће, одвођења и пречишћавања отпадних вода, може довести до побољшања санитарно-хигијенских услова становања и општег побољшања здравља становништва. Закључци ове студије мање наглашавају претње којима можемо бити изложени, а више истичу промену концепта развоја друштва кроз повећање отпорности на климатске промене. [45]

### **Пет кључних закључака који се односе на повећање отпорности на климатске промене:**

*Први закључак* наглашава значај примене савремених технологија које рационализују ресурсе у процесу захвата воде, пречишћавања воде за пиће и изградње инфраструктуре, од изворишта до точећег места потрошача.

*Други закључак* је наставак првог у домену рационализације потрошње воде, где се указује на значај смањења нерационалне употребе воде и бољег управљања потребама у систему снабдевања водом. Овде је наглашено да ће климатске промене погоршати санитарно-хигијенске услове код локалних система.

*Трећи закључак* истиче потребу за хитном проценом стварне способности прилагођавања на климатске промене свих водоводних и канализационих система на урбаном и руралном подручју.

*Четврти закључак* говори да без обзира на скепсу коју можемо имати о пројекцијама климатских трендова, ипак располажемо са довољно знања и информација на основу којих треба приступити адекватном планирању и одговарајућим мерама.<sup>43</sup>

*Пети закључак* указује на значај информација о квантитету и квалитету водних ресурса. Процена отпорности водоводних система укључује и поуздане информације о алтернативним извориштима. Код екстремних догађаја који угрожавају привремено или трајно функцију редовног водоснабдевања становништва ова изворишта постају поуздан ресурс.<sup>44</sup>

Поплаве су постале „нормална“ појава и вероватно ће бити учесталије са повећањем интензитета климатских промена и изазивати катастрофалне последице по инфраструктуру водовода и канализације чија поправка може трајати недељама и месецима. Поплаве често оштете јавну канализациону инфраструктуру и објекте постројења за пречишћавање отпадних вода и индивидуалне санитарне објекте и изазивају последице са пратећим хигијенским

<sup>43</sup> Примери у Србији које треба решавати су добра илустрација овог приступа. У Војводини се одредити избором ефикасне и економски оправдане технологије за пречишћавање воде за пиће или прећи на алтернативно извориште и хитно решавати проблем снабдевања становништва здравствено исправном водом за пиће. У Централној Србији на руралном подручју поплаве и смањење издашности локалних изворишта у летњем сушном периоду могу постати главни изазови код ових екстремних појава. Размере и последице на руралном подручју ће бити мање због веће покривености инфраструктуром и густине становања на урбаном подручју.

<sup>44</sup> Пример проблема водоснабдевања града Ужица из јануара 2014. показује да таква решења могу бити делотворна и на међуопштинском нивоу.

ризицима за цело насеље и низводне становнике. Продужење сушног периода ће вероватно постати интензивније са климатским променама и изазвати смањење отицаја у рекама и снижавање нивоа подземних вода. Појединачне мере као што је смањење губитака у водоводном систему има значајан потенцијал који доприноси ублажавању негативних ефеката и повећању отпорности на климатске промене. Повећање отпорности на климатске промене се мора разматрати у контексту постојећих секторских стратегија и програма на националном нивоу и докумената из којих ратификовањем проистичу међународне обавезе.<sup>45</sup>

Индивидуално водоснабдевање, најчешће на руралном подручју, је веома рањиво на климатске промене. Снабдевање становништва водом за пиће из ових система карактерише неадекватно функционисање и одржавање супротно начелима санитарне технике што повећава ризик од загађења воде. Са друге стране, јавни урбани водоводни системи поседују људски капитал у виду стручног кадра и финансијски капитал за улагање у технологију и модернизацију инфраструктуре, што их чини потенцијално веома отпорним на климатске промене. На ово указује и знатно већи проценат узорака воде за пиће у Србији који не одговара стандардима о хигијенској исправности код индивидуалних система у односу јавни тип водоснабдевања.<sup>46</sup>

## Смернице

Три примера презентована у целини у публикацији (*Шести део* – ПРИЛОЗИ) могу послужити као смернице за повећање отпорности на климатске промене у сектору снабдевања водом за пиће, одвођења и пречишћавања отпадних вода.

### Смернице:

Без обзира на тип водоснабдевања и величину система морају се поштовати постулати управљања ризицима у редовним и ванредним приликама, како би мере за санирање стања као последица екстремних ситуација биле мањег обима и тиме делотворније. (Прилог 1)

Повећана поновна употреба пречишћене отпадне воде за потребе пољопривреде је пример како се може повећати отпорност на климатске промене. (Прилог 2)

За вредновање напретка ка остваривању циљева, осим дефинисаних циљних индикатора у постојећим стратегијама и плановима, могу се користити и нови као што су *индикатори ефикасности ресурса*. (Прилог 3)

<sup>45</sup> (1) Србија испуњава циљеве из Миленијумске декларације Уједињених нација – Дачић на Форуму ECOSOC, <http://www.mfa.gov.rs/sr/index.php/o-ministarstvu/ministar/govori/13893--ecosoc?lang=lat>

(2) Закон о потврђивању протокола о води и здрављу уз конвенцију о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера и амандана на чл. 25. и 26. Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера (Усвојен 30. јануара 2013. године) <http://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/lat/pdf/zakoni/2013/4148-12Lat.pdf>

<sup>46</sup> *Спровођење протокола о води здрављу у Републици Србији - анализа стања*, Министарство здравља и Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Београд, 2014. [http://www.sepa.gov.rs/download/Protokol\\_o\\_vodi\\_i\\_zdravlju\\_Analiza\\_stanja.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/Protokol_o_vodi_i_zdravlju_Analiza_stanja.pdf)

**ПРИЛОЗИ ЗА ПРЕПОРУКЕ, ЗАКЉУЧКЕ И СМЕРНИЦЕ**

## Управљање ризицима у локалним водоводним системима <sup>47</sup>

### 1. Квалитет воде и ризици у водоводним системима

Хигијенски исправна вода за пиће има суштински значај за одржање живота. Зато се морају предузети све неопходне мере да се у водоводу, као систему за снабдевање водом који има уређено и заштићено извориште, резервоар воде, водоводну мрежу и развод до точећих места, осигура снабдевање потрошача хигијенски исправном водом за пиће. Постојеће студије о квалитету воде за пиће и условима водоснабдевања у Србији показују да, у новије време, нису регистроване хидричне епидемије услед микробиолошке неисправности воде за пиће из водоводних система којима управљају јавна комунална предузећа. Појава хидричних епидемија, у просеку четири пута годишње за период 1997-2007. година са укупно 2851 оболелим, последица је коришћења микробиолошки неисправне воде за пиће из локалних водовода и индивидуалних бунара.<sup>48</sup>

Иако претходна негативна искуства не упућују на то, вода за пиће не мора буди апсолутно чиста да би била здравствено исправна. Како је вода универзални растварач, скоро је немогуће добити у природи чисту воду која не садржи органске материје и микроелементе. Зато је потребно да вода за пиће не шкоди здрављу људи у већини фаза нормалног живота. Вода не треба да садржи штетне концентрације хемијских материја и патогене микроорганизме и треба да буде психохигијенски прихватљива што се тиче изгледа, укуса и мириса. Постојећи прописи о дозвољеном садржају непожељних супстанци су урађени тако да су узети у обзир услови да током просечног људског животног века ови агенси не изазову болест, укључујући ту и промене осетљивости које се могу десити у разним животним фазама. Лица која су изложена највећем ризику од болести изазване водом су бебе и мала деца, лица са ослабљеним имунитетом или она која живе у нездравим условима, као и старија лица.

У води се може наћи широк спектар мерљивих карактеристика, једињења или састојака који могу утицати на њен квалитет. Постоје шест категорија показатеља који могу контаминирати воду за пиће, то су: (1) микроорганизми, (2) дезинфицијенси, (3) нуспроизводи дезинфицијенаса, (4) аорганике хемикалије, (5) органске хемикалије, и (6) радиоактивни елементи. Изглед, мирис и укус су корисни индикатори квалитета зато што су они најчешће карактеристике по којима грађани доносе суд о квалитету воде. Вода која је мутна или обојена, или која има непријатан укус или мирис, највероватније није здрава за пиће. Насупрот томе, уколико је вода испунила претходне критеријуме није никаква гаранција да

<sup>47</sup> Интегрални текст из публикације групе аутора - *Унапређење квалитета воде код локалних водовода и канализације мањих места у Србији*, Поглавље: *Управљање ризицима у локалним водоводним системима* (Вељковић Небојша), Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд, 2010, стр. 38-58.

<sup>48</sup> *Здравље становника Србије - Аналитичка студија 1997-2007*, Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“, 2008. стр. 27 и 28.



је хигијенски исправна за пиће. Хигијенска исправност воде за пиће утврђује се према њеном микробиолошком, физичком, хемијском и радиолошком квалитету. Од свих ових, код локалних водовода и индивидуалног водоснабдевања, микробиолошки квалитет обично има највећи значај.

Потребно је нагласити да је опасност (хазард) микробиолошка и хемијска супстанца или радиолошки елемент који има потенцијал да проузрокује последице по здравље. Опасни догађај је акцидент или ситуација која може довести до присуства опасности (шта се може десити и како). Ризик је вероватноћа да идентификоване опасности проузрокују негативне последице по здравље код изложених људи у одређено време, укључујући ту и тежину последица.

Принципи управљања ризицима у водоводном систему, систематизовани у овом раду, дају оквир за добро управљање и као предуслов могу осигурати хигијенски исправну воду на месту коришћења, заштиту здравља корисника и очување животне средине. Презентовани принципи управљања ризицима су систематизовани на основу радног искуства аутора, најбољих расположивих научних и стручних знања и конципирани су да дају ауторитативне смернице за обезбеђење хигијенски исправне воде за пиће.

## 2. Матрица управљања ризицима

### 2.1. Структура матрице управљања ризицима

Најефикасније средство за осигурање квалитета воде за пиће и заштиту здравља грађана, у свим водоводима без обзира величину, је усвајање превентивног приступа управљања који обухвата све кораке од изворишта, резервоара, дистрибутивног система до потрошача. У развијеним земљама су у примени системи управљања на бази *ISO 9001* (управљање квалитетом), *ISO 14001* (управљање животном средином) и у скорије време анализа опасности и система критичне контролне тачке (*Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP*) које је прехранбена индустрија усвојила на међународном нивоу. У овом раду је предложена матрица управљања поштовањем структурног и системског приступа управљања квалитетом воде за пиће од изворишта до потрошача.<sup>49</sup>

Матрица садржи превентивни приступ управљања ризицима, обухватајући и елементе *HACCP*, *ISO 9001* и може се применити на све водоводне системе без обзира на величину и обрађује четири опште области:

- **Обавеза управљања квалитетом воде за пиће.** Ово обухвата развој обавезе управљања квалитетом воде за пиће у оквиру одговорних у

<sup>49</sup> (1) *AUSTRALIAN DRINKING WATER GUIDELINES*, Australian Government, National Health and Medical Research Council, 2004; (2) *Microbial Risk Assessment (MRA) Tool*, Urban Water, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Gothenburg, Sweden, 2005, Report 2005:7.

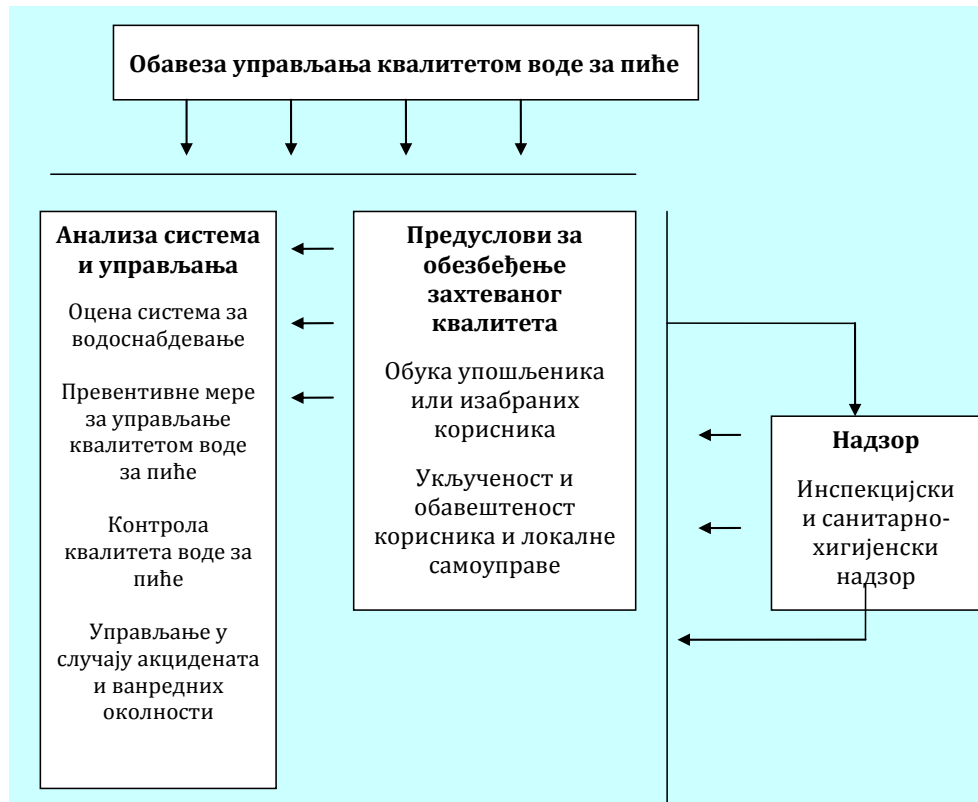
водоводу, локалној самоуправи или самих корисника. Успешна примена захтева активно учешће локалне службе за јавно здравље и инспекције у складу са законским овлашћењем.

- **Анализа система и управљања.** Ово обухвата разумевање целокупног водоводног система, опасности и догађаје који могу угрозити квалитет воде за пиће и превентивне мере и оперативну контролу неопходну да се осигура хигијенски исправна вода за пиће.
- **Предуслови за захтевани квалитет воде за пиће.** Ово обухвата основне елементе добре праксе, као што су обука упошљеника или изабраних корисника на одржавању, укључење локалне самоуправе кроз периодичну оцену функционисања система успостављањем документације и извештавања.
- **Надзор.** Ово обухвата контролу водовода од стране надлежних инспекцијских служби и локалног санитарно-хигијенског надзора здравствене службе. Ове компоненте обезбеђују основу за континуирано побољшавање услова водоснабдевања.

Овако конципирана матрица управљање квалитетом воде од изворишта до потрошача представља јединствени систем управљања ризицима у јавним водоводним системима и биће детаљније изложена у наредним поглављима. (слика 99) Концепцијски она није замена за постојеће стандардне системе за управљање, већ је компатибилна и комплементарна са њима.

Систем *НАССР* је развијен за прехранбену индустрију и постао је међународно признати систем управљања ризицима за спречавање или смањивање здравствених ризика који постоје у производњи хране. Он је планиран првенствено као превентивни систем контроле безбедности производа у циљу смањења ослањања на тестирање коначног производа. Примена система *НАССР* у снабдевању водом за пиће наишла је на све веће признање због многих паралелних питања у производњи хране и снабдевању воде за пиће. Систем *НАССР* обухвата седам принципа и нуди систематски приступ за откривање опасности и њихово спречавање, уз нарочити нагласак на контролу процеса осигурања ефикасних превентивних мера. Није предвиђено да *НАССР* буде у потпуности свеобухватан систем управљања већ је планирано да он буде додат постојећим системима доброг управљања. Према томе, његов делокруг и примена ограничени су на неколико важних области матрице управљања ризиком као што су обавеза укључења заинтересованих страна, реакција у ванредним околностима, обука упошљеника, консултације са заједницом и истраживање и развој. Осим тога, иако се *НАССР* сасвим уклапа у процес пречишћавања воде за пиће његова примена се не може тако лако пренети у важне области система самог водозавода и дистрибутивне мреже. Са друге стране, *ISO 9001* обезбеђује општи оквир који одређује захтеве за системе управљања квалитетом да би се испунили захтеви потрошача роба широке потрошње осигурањем поузданог финалног производа. Стандард даје нагласак на континуираном побољшању усвајањем приступа

процесног модела који излаже одговорности процесе и ресурсе који су потребни да се остваре посебни циљеви у погледу квалитета. Најзначајније ограничење *ISO 9001* је што он не може да реши превентивне захтеве анализе водоводног система, откривања и контроле опасности, оцену ризика и случајеве ванредних околности.



Слика 99. Матрица управљања ризицима

Предложена матрица управљања ризицима (слика99) уважава структуру *HACCP* и *ISO 9001* система и прилагођава их тако да обухвати све неопходне елементе за управљање квалитетом код јавног снабдевања становништва водом за пиће.

### 3. Управљање ризицима од изворишта до корисника

#### 3.1. Обавеза управљања квалитетом воде за пиће

Организациона подршка и дугорочна обавеза одговорних у водоводу и локалне самоуправе представља основ за примену делотворног система управљања квалитетом воде за пиће. Успешна примена политике квалитета воде за пиће захтева:

- Ширење свести и разумевање код одговорних лица у водоводу и корисника на значај управљања квалитетом воде за пиће и њен утицај на здравље;

Најуже руководство водовода треба да осигура да његове акције и политика утичу делотворно на управљање квалитетом воде за пиће (што обухвата: упошљавање стручних људи, обука упошљеника, обезбеђење адекватних финансијских извора, активно учешће и извештавање руководећих органа и локалне самоуправе као оснивача). Резиме ових активности обухвата:

- Формулисање политике квалитета воде за пиће коју треба усвојити и примењивати.
- Обезбеђење да политика буде јавна и да је упошљеници саопштавају, разумеју и примењују. Политика обезбеђује основу на којој се могу процењивати све будуће акције. Она треба да дефинише обавезе и приоритете водовода као предузећа, али и локалних система о којима се старају сами грађани везано за квалитет воде за пиће.

Политика квалитета воде за пиће треба да обезбеди основу од које се могу развити детаљније политичке акције и стратегије и обухвата питања као што су:

- Обавеза управљања квалитетом воде за пиће,
- Ниво пружених услуга,
- Укљученост особља,
- Поштовање прописа који се односе на квалитет воде за пиће,
- Повезаност и сарадња са службама за јавно здравље и републичким инспекцијама,
- Комуникација са јавношћу,
- Континуирано побољшање управљања квалитетом воде за пиће.

Приликом развоја политике квалитета воде за пиће, потребно је узети у обзир мишљења и захтеве потрошача и других заинтересованих страна. Руководство треба да осигура да политика буде сасвим јавна, да се стално извештава о њој, да је разумеју и примењују сви упошљеници.

## **3.2. Анализа система и управљање**

### **3.2.1. Оцена система за водоснабдевање**

Квалитет воде може бити угрожен у сваком од делова система (извориште, доводни цевовод, сабирни резервоар, систем за пречишћавање, потисни цевовод, дистрибутивни систем, дистрибутивни резервоар, дистрибутивна мрежа, кућни прикључци) и пошто су сви они узајамно повезани интегрисано управљање има суштински значај. По правилу водоводно предузеће је одговорно само за довод воде до водомера потрошача. Међутим, иако није могуће да се контролишу активности потрошача, треба размотрити како се на квалитет воде може утицати у приватним водоводним системима и у вези с тим пружити информације потрошачима. Анализа система за довод воде обухвата следеће активности:

- Окупити тим са одговарајућим знањем и искуством;
- Прочити план система довода воде од изворишта до потрошача;

- Прикупити битне информације и документовати кључне карактеристике предметног система за довод воде;
- Периодично проверавати стање система за довод воде.

Свака деоница система довода воде треба да испуњава услов поузданости са гледишта транспорта воде за пиће тако да елиминише факторе ризика. Ова карактеризација унапређује разумевање система довода воде и помаже при утврђивању опасности и оцени ризика по квалитет воде. За обављање анализе стања треба ангажовати тим са одговарајућим знањем и искуством. У овом тиму треба да су укључени руководство и стручњаци из водовода као и спољњи експерти. У већини случајева, биће потребне консултације са пројектантима и потенцијалним извођачима радова. Водопривредна, санитарна и инспекција заштите животне средине и стручна служба јавног здравља такође треба да буду укључене.

Потребно је да се направи дијаграм тока где је нацртан систем довода воде од изворишта до потрошача, који садржи:

- Све системе цевовода, без обзира на то да ли су или нису под контролом предметног водоводног предузећа, ово је важно због двојних јавних водоводних система;
- Основне техничке карактеристике сваког дела водоводног система;

Анализа система довода воде треба да се врши периодично и да се евидентирају све промене које се могу десити, на пример приликом загађења земљишта кроз које пролази цевовод и током процеса пречишћавања.

Оцена података о квалитету воде садржи следеће активности:

- Прикупити податке о изворима воде, технологији за пречишћавање и квалитету пречишћене воде у временској серији најмање једне хидролошке године.
- Посебно навести и испитати прекорачене границе квалитета.
- Оценити податке анализом трендова како би се утврдили потенцијални проблеми.

Преглед историјских података квалитета воде указује на карактеристике изворишта воде и учинка система како током времена тако и после посебних догађаја, као што су обилне падавине. Ово може помоћи при утврђивању опасности код деоница водоводног система који захтева поправку. Потребно је располагати и обезбедити податке о квалитету воде са изворишта, у сваком сегменту процеса пречишћавање воде за пиће, из дистрибутивног система и точећих места потрошача. Анализе трендова и ситуациони прикази водоводног система могу бити драгоцене алати за распознавање потенцијалних проблема или опасности било каквих поступних промена или кумулативних ефеката.



Делотворно управљање ризицима захтева идентификацију свих потенцијалних ризика, њихових извора и опасних догађаја, и оцену нивоа ризика који је присутан у свакоме од њих. Структурни приступ је битан како се не би пропустила крупна питања и идентификовале области већег ризика. Разлика између опасности и ризика мора се разумети тако да се пажња и ресурси могу усмерити на акције које су првенствено базирани на нивоу ризика, а не само на постојање опасности. На пример, паразити повезани с контаминацијом воде за пиће су *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* и *Entamoeba histiolytica*, а симптоми који се јављају приликом инфекције тим микроорганизмима су пролив, повраћање и болови у стомаку. Паразит цревне протозое *Cryptosporidium parvum* је **опасност**.<sup>50</sup> Квар на постројењу за пречишћавање воде доводи до тога да *Cryptosporidium parvum* доспе у дистрибуциони систем је **опасни догађај**. Вероватноћа да микроорганизам буде присутан у извору воде и да прође кроз процес за пречишћавање воде у довољном броју да проузрокује болест је **ризик**.

Реалистична очекивања за идентификацију опасног догађаја и оцену ризика су битни. Редак је случај да ће довољно знања бити на располагању да се обави детаљна квантитативна оцена ризика. Укупан критеријум за оцену микробиолошког ризика са гледишта људског здравља се заснива на постулату да инфекција не треба да премаше минимални основни ниво. Проблем је што се прихватљиви основни ниво разликује у разним регионима света и мења се током годишњег доба. Оценом микробиолошког ризика дефинише се критеријум обезбеђења прихватљиво ниског нивоа инфекције и он износи <1 на 10.000 људи годишње према предлогу US-EPA и Холандске уредбе за микробиолошке ризике од воде за пиће (Regl et al., 1991). Критеријум подразумева да се инфекција становништва може предвидети, квантитативно измерити и резултати могу квалитативно описати. Пример оваквог методолошког приступа за саопштавање ризика представљен је у [табели 17](#).

Табела 17. Последице од опасности на бази пораста ендемских болести у заједници (Westrell et al., 2004)

Став	Дефиниција
Катастрофа	Велики пораст болести дијареје: >25 % или > 50 % пораста тешких случајева или епидемија у великој заједници (100 случајева) или смртни исходи
Велики	Пораст тешких обољења* (0.1 – 5 %) или велики пораст болести дијареје (5- < 25 %)
Умерени	Пораст болести дијареје (1-<5%)
Мали	Незнатан пораст болести дијареје (0.1 -<1%)
Незнатан	Без пораста појаве болести ( <0.1 %)

\* enterhemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC)

<sup>50</sup> Протозоа *Cryptosporidium parvum* је 1993. године продрла у водоводни систем града Милвокија у Сједињеним Америчким Државама и изазвала болест код више од 400.000 људи.

Идентификација опасности и оцена ризика су предвидљиве активности које често подразумевају субјективне оцене. Зато до данас није установљена опште прихваћена методологија како за утврђивање опасности тако и за оцену ризика. Ово се пре свега односи на микробиолошки аспект квалитета воде јер конзумирање загађене воде не проузрокује увек болест. Разблажење водом заражене материје која је доспела у водоводни систем омета развој неопходног броја патогених микроорганизама. У случају да патогени микроорганизми, који су продрли са зараженом материјом у водоводни систем, не буду одмах унешени у организам човека, њихов боравак ће бити краткотрајан. Наиме, у води за пиће на патогене микроорганизме утичу неповољно биолошки фактори као што су апатогени микроорганизама који их уништавају и физички фактори као што су температура, сунчева светлост, растворене соли. Узрочници цревних заразних болести могу под повољним условима живети у води и неколико месеци иако у већини случајева масовно изумиру у току прве две недеље.<sup>51</sup>

### ***Идентификација опасности***

Опасне материје обухватају микробиолошке, хемијске и физичке агенсе и радиолошке елементе. Све потенцијалне опасности, извори и догађаји који могу да доведу до присуства ових опасних материја (шта и како се може десити) треба да се идентификују и документују за сваку деоницу система за довод воде, без обзира на то да ли је или није нека деоница (ако је део двојног система) под директном контролом водоводног предузећа. Ово обухвата тачке извора загађења (нпр. испуштање људског и индустријског отпада), као и изворе ширења који настају од пољопривредне или сточарске делатности. Такође, треба узети у обзир континуиране, повремене и сезонске токове загађења, као и екстремне и ретке догађаје као што су суше и поплаве. Идентификација опасности и оцена ризика треба периодично да се проверавају и ажурирају због тога што промењени услови могу да доведу до нових опасности или да модификују ризике који имају везе са идентификованим опасностима.

### ***Оцена ризика***

Када потенцијалне опасности буду идентификоване потребно је да се оцени ниво ризика сваке опасности или опасног догађаја тако да се могу утврдити и документовати приоритети за управљање ризицима. Иако постоје многобројни загађивачи који могу да угрозе квалитет воде за пиће, неће бити потребно да се иста пажња посвети свакој потенцијалној опасности. Ниво ризика за сваку опасност или опасни догађај могу се оценити утврђивањем вероватноће дешавања (нпр. извесно, могуће, ретко) и оцењивањем тежине последица ако би се опасност догодила (нпр. незнатне, знатне, катастрофалне). Циљ овога треба да

---

<sup>51</sup> Рамзин С. *et al*, *Приручник за комуналну хигијену*, Медицинска књига, Београд, 1966.

буде да се направи разлика између веома великих и веома малих ризика. Пример приступа за оцену нивоа ризика наведен је у [табелама 18-19](#)

Табела 18. Квалитативне мере вероватноће

Ниво	Опис	Пример описа
А	Скоро извесно	Очекује се да се деси у већини околности
Б	Вероватно	Вероватно ће се догодити у већини околности
Ц	Могуће	Може или треба да се догоди у одређено време
Д	Мало вероватно	Могло би се догодити у одређено време
Е	Ретко	Може се догодити само у изузетним околностима

Табела 19. Квалитативне мере последица или утицаја

Ниво	Опис	Пример описа
1	Незнатно	Незнатан утицај, мали прекид нормалног рада, мало повећање нормалних оперативних трошкова
2	Мало	Мали утицај на мали број становника, мали прекид рада који се може решити, одређено повећање оперативних трошкова
3	Умерено	Мањи утицај на већи број становника, знатна измена нормалног рада али под контролом, оперативни трошкови повећани, надзор повећан
4	Знатно	Знатан утицај на мали број становника, системи су знатно угрожени и могућ рад у ванредним условима, потребан висок ниво надзора
5	Катастрофално	Велики утицај на велики број становника, потпун испад система

### **Неизвесност**

Увек ће постојати неизвесност која је повезана са утврђивањем опасности и оценом ризика. Несигурност може да проузрокује незнање или променљивост параметара. Док се променљивост може само боље разумети (бољом карактеризацијом опасности), дотле се недостатак знања може умањити бољим мерењем и истраживањем. На пример, несигурност у нашој способности да утврдимо извор, инфективност људи или инфективну дозу протозое *Cryptosporidium parvum* може се решити већим истраживањем. Карактеризација главних извора и врста несигурности може да обезбеди боље разумевање ограничења при утврђивању опасности и оцењивању ризика и како се ова ограничења могу смањити. Резултати истраживачких студија и даље истраживања може се искористити за прикупљање додатних информација које ће се унети у процес оцене ризика и смањити несигурности.

### *Превентивне мере за управљање квалитетом воде за пиће*

Превенција је суштинска карактеристика делотворног управљања квалитетом воде за пиће. Превентивне мере су оне акције, активности и процеси који се користе да се спрече опасности од дешавања или да се оне смање на прихватљиви ниво. Опасности (хазарди) се могу десити било где у водоводном систему и зато превентивне мере треба да буду свеобухватне од изворишта до потрошача. Многе превентивне мере могу да контролишу више од једне опасности, док је за неке опасности потребно применити више од једне превентивне мере да би оне биле успешне. Превентивне мере по њиховом карактеру треба да се примењују што ближе изворишту, са нагласком на превенцију на самом изворишту. Утврђивање и планирање превентивних мера треба увек да се базира на утврђивању опасности и оцени ризика који су специфични за дати водоводни систем. Ниво заштите за контролу опасности треба да је пропорционалан датом ризику. Уколико су потребне додатне мере потребно је узети у обзир факторе као што су ниво ризика, користи, ефективност, трошкови, очекивања и воља заједнице (локална самоуправа или сами корисници) да плати услуге. За превентивне мере често су потребни знатни трошкови и одлуке у вези побољшања квалитета воде не могу се донети изоловано од других аспеката снабдевања водом који имају утицаја на ограничене финансијске изворе. Морају се утврдити приоритети и многа побољшања ће морати да се ураде током времена. Све превентивне мере су битне и потребно је да им се стално посвећује пажња. Међутим, неке могу знатно да спрече или умање опасности и подлежу већој оперативној контроли од других.

Идентификација и примена превентивних мера захтева разматрање важног принципа приступа вишеструких баријера. Снага овог приступа је у томе што се испад једне баријере може надокнадити делотворним радом преосталих баријера и тиме минимизирати вероватноћа да загађивачи прођу кроз целокупни систем пречишћавања и да они буду у довољној мери присутни да проузрокују штете за потрошаче. Традиционалне превентивне мере уграђене су у одређени број баријера, укључујући ту:

- Управљање извориштем и заштита извора воде;
- Физичка и санитарно-хигијенска заштита резервоара воде;
- Пречишћавање;
- Дезинфекција;
- Заштита и одржавање дистрибутивног система.

Врста потребних баријера и опсег примењених превентивних мера разликују се за сваки водоводни систем и на њих обично утичу карактеристике сирове воде и тип изворишта. На избор одговарајућих баријера и превентивних мера утицаће идентификација опасности и оцена ризика. Потрошачи имају примедбе на квалитет воде који се манифестује најчешће после последњих двеју баријера, дезинфекције (вишак резидуалног хлора) и промене квалитета у дистрибутивном

систему. Примена превентивних мера укључује критичне контролне тачке које треба да се идентификују за оне опасности које представљају знатан ризик и захтевају елиминацију или смањење да се осигура довод здравствено исправне воде за пиће. Критична контролна тачка дефинише се као активност, поступак или процес у коме се контрола може применити и који је суштински за спречавање опасности или за смањење на прихватљиви ниво.

Нису све превентивне мере погодне да се изаберу као критичне контролне тачке. Критична контролна тачка има неколико оперативних захтева, као што су:

- Оперативни параметри који се могу мерити и за које се могу утврдити критичне границе да се дефинише оперативна ефективност активности (нпр. мутноћа сирове воде, резидуални хлор);
- Оперативни параметри који се могу надгледати довољно често да се благовремено открију сви кварови (континуирано надгледање или периодично надгледање);
- Поступци за корективне акције који се могу спровести као одговор на одступања од критичних граница.

Критичне границе су критеријуми учинка који одвајају прихватљивост од неприхватљивости у смислу контроле опасности и безбедности воде. Критичне границе могу да садрже и нумеричку вредност и временски однос (нпр. неуспех да се за одређени период обезбеди минимална вредност резидуалног хлора). Одступање од критичних граница указује на губитак контроле процеса или активности и треба да се сматра да представља потенцијално неприхватљиви ризик за здравље. Овакви догађаји треба да доведу до тренутног обавештавања надлежних инспекцијских служби.

### 3.2.3. Контрола квалитета воде за пиће

Контрола квалитета воде за пиће даје оцену укупног учинка система и коначног квалитета воде за пиће која се испоручује потрошачима. Ово подразумева мониторинг квалитета воде за пиће као и крајњу оцену мишљења потрошача.

Мониторинг квалитета воде за пиће обухвата следећи преглед активности:<sup>52</sup>

- Утврђивање броја основних и периодичних прегледа воде из изворишта, резервоара воде за пиће и водоводне мреже зависно од броја еквивалентних становника.
- Утврђивање плана узорковања за свако тачеће место на мрежи и учесталост узорковања.

<sup>52</sup> Правилник о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. лист СРЈ“, 42/98 и 44/99)



- У сарадњи са санитарном инспекцијом и стручном службом завода за јавно здравље осигурати да подаци о контроли квалитета буду репрезентативни и поуздани.

Мониторинг квалитета воде треба сматрати коначном провером да баријере и превентивне мере које су примењене успешно функционишу. Код локалних водовода често није организацијски и финансијски изводљиво да се испоштују сви законски захтеви обима контроле параметара квалитета воде за пиће. У том случају је потребно сходно принципима из поглавља 3.1. (Обавеза управљања квалитетом воде за пиће), обухватити кључне параметре квалитета.

Кључни параметри квалитета са здравственог аспекта обухватају:

- Индикаторе микробиолошких особина воде;
- Заостала дезинфекциона средства и било које споредне производе дезинфекције;
- Све кључне параметре квалитета за које се рационално може очекивати да ће премашити прописану вредност, чак и ако се то дешава повремено, а значајни су за здравље;
- Потенцијалне загађујуће материје идентификоване у анализи водоводног система (Поглавље 3.2.1 и 3.2.2).

Места узимања узорака зависиће од карактеристика квалитета воде која се испитује. Узимање узорака на излазу из постројења за пречишћавање воде или на улазу у дистрибуциони систем одредити на оним местима где се концентрације кључних параметара квалитета не мењају током времена. Међутим, у случају кад ови параметри одступају од прописаних вредности дуж дистрибутивног система, узимање узорака се мора вршити дуж целог система, укључујући и течећа места потрошача. Узимање узорака и анализе најчешће су потребни за микробиолошке показатеље, а не тако често за органска и неорганска, у случајевима када су концентрације ових показатеља квалитета стабилног нивоа кроз време. Ово је због тога што чак и кратке епизоде микробиолошког загађења могу довести до непосредне болести потрошача, док су, ако не постоје посебни догађаји (нпр. промена физичко-хемијских показатеља квалитета на извору), епизоде хемијског загађења које би изазвале акутне здравствене проблеме доста ретке. Када се утврде параметри и места за узимање узорака, они треба да се документују у непрекидној временској серији и да одговарају санитарно-техничким условима водоводног система. Подаци о мониторингу треба да буду репрезентативни, поуздани и потпуно валидни.

Мониторинг је само онолико добар колико и прикупљени подаци, тако да је потребно да се уложе максимални напори да се осигура да подаци буду репрезентативни, поуздани и потпуно валидни. О овоме треба да брину одговорни у водоводима и локална самоуправа и јавна здравствена служба у

локалним водоводима који нису под непосредним управљачим надзором, а испуњавају критеријум јавног снабдевања становништва водом за пиће. Промене које одступају од стандарда квалитета воде за пиће потрошачи посебно запажају и најчешће тумаче као естетске проблеме, али они могу указати на здравствене ризике. Потребно је установити програм за притужбе и реакцију потрошача који ће водити одговарајућа служба водовода или јавна здравствена служба. Притужбе и реакције потребно је евидентирати и дугорочно треба да постоји оцена броја примљених притужби.

Потребно је да се утврде процедуре и одговорности за интерно саопштавање резултата квалитета воде за пиће вишем руководству, али, где је то потребно и екстерно, санитарној инспекцији. Непредузимање хитних или ефикасних мера може довести до настанка још сложеније ситуације, која може захтевати предузимање мера које одговарају случају акцидента или ванредне ситуације. Примену корективних мера, у редовним и ванредним приликама, је потребно разрадити у консултацији са инспекцијским службама, јавном здравственом службом и стручним службама локалне самоуправе.

Примери обухватају:

- Дезинфекција резервоара;
- Хиперхлорисање и испирање деоница дистрибуционог система;
- Привремено заустављање процеса пречишћавања (нпр. појаве екстремне мутноће у речној води на водозахвату), уз претходно обезбеђење минимума резерве у дистрибуционом резервоару;
- Појачан санитарни надзор инспекција у случају идентификације опасности.

У случају већих кварова у систему који могу да проузрокују ризик по здравље или да негативно утичу на квалитет воде дуже време потребно је хитно предузети адекватне мере и то пријавити надлежној санитарној инспекцији. (Поглавље 3.3)

#### **3.2.4. Управљање акцидентима и ванредним околностима**

Акциденти или ванредне околности могу угрозити квалитет воде за пиће и имају суштински значај за заштиту здравља људи. Иако су неке превентивне мере планиране да спрече да дође до акцидента и ванредних ситуација, ипак се неки догађаји не могу предвидети или контролисати, или имају тако ниску вероватноћу догађања да би обезбеђивање превентивних мера за њих било превише скупо. Потребно је утврдити сценарио за ванредне околности, потребно је испланирати и документовати протоколе за акциденте и ванредне околности, укључујући ту и поступке за комуникацију на релацији корисници-локална самоуправа-санитарна инспекција. Развој одговарајућих протокола подразумева контролу опасности и догађаја који могу довести до ванредних ситуација као што су:

- Прекорачење концентрација опасних и штетних материја у води од прописаних вредности и других захтева
- Догађаји који повећавају ниво загађења (нпр. загађење у зони санитарне заштите изворишта);
- Хаварија на хидро-машинској опреми или прскање дистрибутивних ценовода;
- Дужи нестанак струје;
- Екстремне временске промене (тј. поплаве)
- Природне катастрофе (тј. пожари, земљотреси, оштећења електричних водова од грома)
- Људске грешке (нпр. озбиљни пропусти у руковању)

Потребно је унапред установити јасно дефинисане протоколе за унутрашње и спољне комуникације, уз укључење локалне самоуправе, укључујући и републичке инспекције за водопривреду, здравље и заштиту животне средине. Ови протоколи треба да садрже листу контаката кључних људи, органа и предузећа, детаљне формуларе за обавештавање, поступке за унутрашње и спољне извештавање и дефинисане одговорности и овлашћења. Процедуре за комуникацију са јавношћу и медијима треба разрадити пре него што се уопште деси неки акцидент или ванредна ситуација. Потребно је да се унапред припреми саопштење за обраћање јавности и медијима и одредити одговарајуће обучено ауторитативно лице које ће водити све комуникације у случају инцидента или ванредне ситуације. Потрошачима је потребно саопштити када се завршио неки акцидент и обавестити их о узроку и мерама које су предузете да се дешавање таквих ствари у будућности сведе на минимум. Оваква врста комуникација помоћи ће да се поврати поверење у квалитет воде за пиће. Протоколи за акциденте и ванредне ситуације треба да се сматрају приоритетном ствари и обухватају следећи преглед активности:

- Дефинисати потенцијалне акциденте и ванредне ситуације и документовати поступке и планове реакција уз укључење одговарајућих органа.
- Обучити упошљенике и редовно тестирати планове реакција на ванредне околности
- Истражити све претходне акциденте или ванредне околности и по потреби ревидирати протоколе.

Дефинисати потенцијалне акциденте и ванредне ситуације са унапред припремљеним и документованим плановима реакција. Планове је потребно припремити у консултацији са релевантним органима локалне самоуправе и другим службама за ванредне ситуације. Ови планови треба да буду усаглашени са постојећим процедурама за реаговање у ванредним околностима на државном

нивоу. Кључне области које треба решавати у плановима за случајеве акцидентата или ванредних ситуација јасно обухватају следеће:

- Планови за снабдевање воде у ванредним ситуацијама;
- Протоколи и стратегије комуникација, укључујући ту и поступке извештавања (водовод-локална самоуправа, инспекцијски органи, медији и јавност)
- Појачан санитарно-хигијенски надзор.

Водовод и локална самоуправа треба што више да науче из акцидента да би побољшали своју спремност и планирање за будуће могуће догађаје. Преиспитивање акцидента може да укаже на неопходне измене постојећих протокола.

### **3.3. Предуслови за обезбеђење захтеваног квалитета воде за пиће**

#### **3.3.1. Обавештеност и обука упосленика**

Знање, вештине, мотивација и приврженост упошљеника и извођача радова у крајњој линији одређују способност водоводног предузећа да успешно управља водоводним системом. Од виталне је важности да се у оквиру предузећа развија и одржава обавештеност, разумевање и посвећеност оптимизацији рада и континуираног побољшања. Разумевање о процедурама управљања квалитетом воде за пиће има суштински значај за оспособљавање и мотивисање упошљеника да доносе ефикасне одлуке. Упошљеници водовода који раде на пословима управљања и одржавања система морају да знају следеће:

- Основе о квалитету воде за пиће;
- Техничке карактеристике водоводног система;
- Законске захтеве у погледу квалитета воде за пиће;
- Међусобне одговорности упошљеника;

Потребно је развијати механизме и процедуре комуникација да би се осигурала обавештеност и посвећеност управљању квалитетом воде за пиће. Методе за повећање обавештености упошљеника обухватају програме обуке и образовања, смернице, приручнике, семинаре, радне и друге састанке. Учешће и укљученост упошљеника у доношење одлука представља важан део установљења посвећености која је неопходна за континуирано побољшање управљања квалитетом воде за пиће. Упошљенике треба подстицати да учествују у доношењу одлука које утичу на делокруг послова и област одговорности. Овакво учешће даје осећај власништва над донетим одлукама и проистеклим последицама. Отворене и позитивне комуникације представљају темељ за стварање партиципативне

културе и упошљеници треба да се подстичу да заједно са руководством разматрају проблеме и акције.

### 3.3.2. Укљученост и обавештеност заједнице

Консултације са заједницом, укљученост и обавештеност могу да имају велики утицај на поверење јавности у водоводни систем и углед предузећа водовода и локалне самоуправе. Програм комуникација је дугорочна обавеза, укључујући ту и консултације и обуку, и треба да буде тако планиран да обезбеди активну и двосмерну размену информација. Дискусије треба да обухвате утврђење нивоа услуга, трошкова, постојећих проблема са квалитетом воде и опције за заштиту и побољшање квалитета воде за пиће. Потрошачи треба да се консултују у погледу потреба за надзором над водоводним системом, поготову код система којима управљају сами корисници.

Одлуке и договорени нивои услуге треба да се базирају првенствено на оценама ризика и трошкова, познавање изворишта, примењене процесе пречишћавања, карактеристике дистрибуционог система и управљање квалитетом воде. Потребне и очекивања потрошача утицаће на степен у коме ће свака заједница прихватити прописане вредности квалитета воде за пиће. На пример, једна заједница може одлучити да толерише психо-хигијенске проблеме квалитета (нпр. повремена појава боје или мутноће), док ће нека друга одлучити да учествује у трошковима за изградњу постројења за пречишћавање. Приоритети ће зависити од утицаја побољшања квалитета воде на здравље становништва и од естетских критеријума (укус, боја, мирис). Здравственом аспекту треба увек дати приоритет у односу на естетске критеријуме квалитета воде за пиће.

## 3.4. Надзор

### 3.4.1. Инспекцијска и санитарно-хигијенска контрола

Хигијенска исправност воде из водовода за јавно снабдевање становништва водом за пиће утврђује се систематским вршењем основних и периодичних прегледа у једнаким размацама у току месеца, односно године зависно од броја еквивалентних становника. Према важећем *Правилнику* о хигијенској исправности воде за пиће за водоводне системе до 5000 еквивалентних становника (еквивалентни становник је потрошња воде од 150 литара на дан) где спадају углавном сви локални водоводни системи, прописан је један основни преглед месечно и један периодични преглед годишње. Преглед обухвата по један узорак из изворишта, резервоара и два узорка из мреже. Хигијенска исправност воде за пиће се испитује на следеће микробиолошке и физичке и физичко-хемијске показатеље и ([табела 20](#) и [21](#)):



Табела 20. Микробиолошки показатељи по врстама лабораторијског прегледа

Основни (А)		Периодични (Б)	
1.	Укупне колиформне бактерије	1.	Укупне колиформне бактерије
2.	Коли. бак. фекал. порек.	2.	Колиф. бакт. фекал. порек.
3.	Укуп. број аеробних мезофилних бактерија	3.	Укуп. број аеробних мезофилних бактерија
4.	Стрептококе фекалног порекла	4.	Стрептококе фекалног порекла
5.	Сулфиторедукујуће клостридије	5.	Сулфиторедукујуће клостридије
6.	Протеус-врсте	6.	Протеус-врсте
7.	Псеудомонас аеругиноса	7.	Псеудомонас аеругиноса
		8.	Ентеровируси
		9.	Бактериофаги
		10.	Цревне протозое и хелминти и њихови развојни облици

Табела 21. Физички и физичко хемијски показатељи по врстама лабораторијског прегледа

Основни (А)				Периодични (Б)			
1.	Температура	13.	Флуориди	1.	Температура	13.	Нитрати
2.	Боја	14.	Остатке испарарења	2.	Боја	14.	Детерџенти (анјонски и катјонски)
3.	Мирис	15.	Електро проводљивост	3.	Мирис	15.	Нитрити
4.	Укус	16.	Гвожђе	4.	Укус	16.	Гвожђе
5.	Мутноћа	17.	Манган	5.	Мутноћа	17.	Манган
6.	рН	18.	Специфичне материје које се очекују	6.	рН	18.	Феноли
7.	Утрошак $KMnO_4$			7.	Утрошак $KMnO_4$	19.	Флуориди
8.	Амонијак			8.	Остатак испарења	20.	Средства за коагулацију и флокулацију
9.	Резидуал дезинфекционог средства (слободни хлор)			9.	Електро проводљивост	21.	Дезинфекциона средства и споредни производи дезинфекције
10.	Хлориди			10.	Амонијак	22.	Минерална уља
11.	Нитрити			11.	Резидуа дез. средства	23.	Специфичне материје које се очекују
12.	Нитрати			12.	Хлориди		

Област јавног снабдевања становништва водом за пиће подлеже санитарном надзору који обухвата инспекцијски надзор над применом закона, других прописа и општих аката о испуњености прописаних санитарно-техничких и хигијенских услова које мора да испуни водоводни систем у циљу заштите здравља становништва.<sup>53</sup> Дугорочна оцена резултата квалитета воде за пиће и инспекцијски надзор над квалитетом воде за пиће потребни су да се утврди да ли су превентивне мере ефикасне и да ли су на прави начин примењене. Овакве провере омогућавају да се учинак измери у односу на циљеве и помажу да се открију могућности за побољшања. Систематска контрола резултата хигијенске исправности воде за пиће током дужег периода (минимум претходних 12 месеци или дуже) потребна је да би се:

<sup>53</sup> Закон о санитарном надзору ("Службени гласник РС", број 125/04)

- Оценила квалитативна одступања од прописаних вредности квалитета воде за пиће;
- Утврдили проблеми и трендови;
- Утврдили приоритети за побољшање квалитета воде за пиће.

У вршењу санитарног надзора у објектима водоводног система санитарни инспектор, у прописаном поступку, може узети и ванредне узорке воде за пиће према епидемиолошким индикацијама ради лабораторијског испитивања њихове хигијенске исправности. Лабораторијска испитивања врше заводи за јавно здравље који испуњавају прописане услове за вршење лабораторијских испитивања у области хемије и микробиологије. Методологија извештавања о условима снабдевања водом из локалних система у Србији се може унапредити коришћењем **регистра локалног водовода** који је прилагођен статистичкој обради за израду информација доносиоцима одлука на локалном и државном нивоу. (Упитник ВОД)

#### Упитник ВОД

#### РЕГИСТАР ЛОКАЛНОГ ВОДОВОДА<sup>54</sup>

1. ОПШТИ ПОДАЦИ		
1.1.	Општина	
1.2.	Место	
1.3.	Власник водовода	Приватно предузеће <input type="text"/>
		Корисници (грађани) <input type="text"/>
1.4.	Број становника прикључених на водовод	
1.5.	Потрошња воде из водовода	а) за становнике: $m^3/год$
		б) за привреду и/или образовно-здравствене установе: $m^3/год$

<sup>54</sup> Локални водовод је систем за јавно снабдевање водом за пиће више од пет домаћинства или више од 20 становника који нису обухваћени водоводним системом јавног комуналног предузећа

2. ИЗВОРИШТЕ			
2.1.	Врста изворишта	а) подземна вода (каптажа, бунар)	<input type="checkbox"/>
		б) површинска вода (захват у реци, потоку)	<input type="checkbox"/>
2.2.	Капацитет изворишта	а) подземна вода (каптажа, бунар) (l/s)	
		б) површинска вода (захват у реци, потоку) (l/s)	
2.3.	Начин захватања и транспорта воде	а) потисни	
		б) гравитациони	
		ц) комбиновани	
2.4.	Да ли постоје зоне санитарне заштите изворишта	а) непосредна	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
		б) ужа	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
		ц) шира	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
2.5.	Да ли је непосредна зона санитарне заштите изворишта ограђена		<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не

## 3. ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ВОДЕ

3.1.	Деферизација	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.2.	Деманганизација	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.3.	Коагулација	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.4.	Филтрирање	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.5.	Дезинфекција	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.6.	Да ли постоји резервни уређај (хлоринатор)	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
3.7.	Годишња потрошња хлора у kg	

## 4. ДОВОД И РЕЗЕРВОАР ВОДЕ

4.1.	Главни довод (од изворишта до резервоара)	1) Дужина _____ 2) Пречник _____ mm 3) Врста цеви _____
4.2.	Број резервоара	
4.3.	Укупна запремина резервоара	_____ m <sup>3</sup>
4.4.	Да ли се резервоар редовно чисти (дезинфикује)	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
4.5.	Да ли је резервоар ограђен	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не

## 5. РАЗВОДНА МРЕЖА

5.1.	Укупна дужина разводне мреже	_____ km
5.2.	Пречник	_____ mm
5.3.	Врста цеви	

6. КВАЛИТЕТ ВОДЕ		
6.1.	Да ли се контролише квалитет воде	<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не
6.2.	Број извршених анализа годишње (физичко-хемијских + микробиолошких)	а) из изворишта _____ б) из мреже _____
6.3.	Број неисправних физичко-хемијских узорака годишње	а) из изворишта _____ б) из мреже _____
6.4.	Број неисправних микробиолошких узорака годишње	а) из изворишта _____ б) из мреже _____
6.5.	Узрок неисправности (најчешћи) Физичко-хемијски показатељи	
6.6.	Узрок неисправности (најчешћи) Микробиолошке особине	
Институција <sup>55</sup> :		Регистар попунио: Име и презиме
Датум:		

#### 4. Индикатори ризика квалитета воде за пиће

Уобичајени начин да се избегне мноштво података је да се употребе индекси и индикатори као алат за добијање информација. На тај начин су индекси и индикатори средства предвиђена да смање велику количину података на разумљиву меру, задржавајући суштинско значење о питањима која карактеришу дате податке. Индикатори ризика квалитета воде за пиће треба да одговарају нормама микробиолошких особина и максимално допуштеним концентрацијама неорганских, органских супстанција и пестицида у води. Методолошки приступ за израду **индикатора ризика квалитета воде за пиће** заснива се на критеријуму инфективног ризика од микробиолошких агенаса и токсичности опасних и штетних материја, тако да никада не премаше минимални основни ниво. За израду квалитативних показатеља утицаја микробиолошких и хемијских агенаса на здравље коришћени су критеријуми из табеларног прегледа, [табела 18](#) и [19](#). Процењивање разлике између утицаја на здравље одговарајућег индикатора квалитета и његовог одговарајућег процента неисправности приказан је табеларно. ([табела 22](#) и [23](#))

<sup>55</sup> Завод за јавно здравље и/или стручна служба локалне самоуправе



Табела 22. Квалитативни показатељи утицаја на здравље у односу на индикатор квалитета воде за пиће

Ниво	Индикатор квалитета: микробиологија/хемија	Утицај
1	Незнатно/ Прихватљиво	Незнатан утицај
2	Мали/Делимично прихватљиво	Мали утицај на мали број становника
3	Умерено/ Лоше	Мањи утицај на већи број становника
4	Велики/ Веома лоше	Знатан утицај на мали број становника
5	Огроман/ Алармантно	Велики утицај на велики број становника

Табела 23. Индикатор квалитета воде за пиће у погледу микробиолошке неисправности

Ниво	Процент неисправности	Опис
1	< 5	Незнатан
2	5,1 – 10	Мали
3	10,1 – 25	Умерен
4	25,1 – 50	Велики
5	> 50	Огроман

Табела 24. Индикатор квалитета воде за пиће у погледу физичко-хемијске неисправности

Ниво	Процент неисправности	Опис
1	< 10	Прихватљив
2	10,1 – 20	Делимично прихватљив
3	20,1 – 50	Лош
4	50,1 – 80	Веома лош
5	> 80,1	Алармантан

**Индикатор ризика квалитета воде за пиће** Србије срачунат је на основу годишњих извештаја регионалних Завода за јавно здравље о квалитету вода намењених водоснабдевању. Извештаји обухватају систематску контролу о физичко-хемијским и микробиолошким показатељима квалитета из градских и сеоских водоводних система, школских и јавних водних објеката (бунара, каптираних извора и врела). Узорци воде из градских водовода који се снабдевају из изворишта подземних вода су непрерађене воде (сирове воде које се за потребе водоснабдевања подвргавају, у неким случајевима пречишћавању и обавезно

дезинфекцији), код узорака из школских и водних објеката за јавно водоснабдевање најчешће је изостала дезинфекција. Ово значи да се подземне воде, као доминантан водни ресурс, у локалним водоводним системима за јавно снабдевање користе за пиће без дезинфекције. Познавајући овакво стање водоснабдевања, за потребе једног ранијег извештаја, индикатор квалитета је срачунат према претходној методологији под именом индикатор квалитета изворишта подземних вода и такви резултати су објављени.<sup>56</sup> У овој анализи је кориштен појам **индикатор квалитета изворишта подземних вода**, али каснија истраживања и објављени резултати о регистрованим хидричним епидемијама услед микробиолошке неисправности воде за пиће намењене јавном водоснабдевању у Србији, оправдавају став да се овај индикатор назове **Индикатор ризика квалитета воде за пиће**<sup>57</sup>.

Укупан број узорака подземне воде који је обухваћен овом анализом (*Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2006. годину*, Агенција за заштиту животне средине) за 2006. годину за територију Србије износио је 51.578 на микробиолошке показатеље и 42.427 на физичко-хемијске показатеље. У табеларном прегледу дат је проценат микробиолошке и физичко-хемијске неисправности узорака са узроком неисправности воде из изворишта подземних вода и одговарајући индикатор квалитета дефинисан описом ризика за сваки тип индикатора и карактеристична вредност за изабрани регион. ([табела 25](#) – [26](#))

---

<sup>56</sup> (1) Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2006. годину, Агенција за заштиту животне средине, 2007.

(2) Вељковић Н, Јовичић М., *Индикатори одрживог коришћења изворишта подземних вода Србије*, Вода и санитарна техника, новембар-децембар бр.6, 2007.

<sup>57</sup> *Индикатор ризика квалитета воде за пиће* је уврштен у „Националну листу индикатора заштите животне средине Србије – Нацрт“ (Агенција за заштиту животне средине, јануар 2011). У оквиру процедуре усаглашавања листе са *референтним центрима* за извештавање, Агенција за заштиту животне средине и Институт за заштиту здравља Србије „Милан Јовановић – Батут“ су кориговали проценат *минималног основног нивоа неисправности* из табеле 4.2 и 4.3, уважавајући претходне извештаје, тако да су критеријуми за индикатор сада нижи/строжији.

Табела 25. Процент микробиолошке неисправности узорака из изворишта подземних вода и одговарајући индикатор квалитета

Округ	% неиспр. <i>Микроб.</i>	Узрок неисправности (најчешћи)	Индикатор
Нишавски	0,5	Е.Сoli, Е.Сoli f., Citrobacter, АМВ, Стрептокок фек. порекла	<b>незнатан</b>
Подунавски	5,8	-	<b>мали</b>
Топлички	10,5	Е.Сoli, Enterobacter	<b>умерен</b>
Северно-банатски	25,2	Колиформне бактерије, Аеробне мезофилне бактерије	<b>велики</b>
Средње-банатски	60	Е. Сoli, Стрептококе фекалног порекла, Сульфиторед. клостридије	<b>огроман</b>

Табела 26. Процент физичко-хемијске неисправности узорака из изворишта подземних вода и одговарајући индикатор квалитета

Округ	% неиспр. Физ.-хем.	Узрок неисправности (најчешћи)	Индикатор
Нишавски	2,9	Мутноћа, Fe, Mn, NH <sub>3</sub> ,, Нитрите, Нитрати	<b>прихватљиво</b>
Поморавски	13,1	Мутноћа, Нитрати	<b>делимично прихватљиво</b>
Јабланички	20,8	Боја, KMnO <sub>4</sub> , Fe, Mn, NH <sub>3</sub>	<b>лоше</b>
Северно-бачки	77,1	KMnO <sub>4</sub> , Fe, NO <sub>2</sub> , Mn, NH <sub>3</sub> , Арсен	<b>врло лоше</b>
Средње- банатски	100	Fe, Mn, NH <sub>3</sub> , Арсен	<b>алармантно</b>

**Индикатори ризика квалитета воде за пиће** Србије указују на разлике у квалитету код административних региона, при чему се могу генерално издвојити две зоне квалитета подземне воде, које се донекле поклапају са хидрогеолошким реонима. Воде Војводине са 29,1% неисправних узорака на микробиолошке показатеље и 63,4% на физичко-хемијске показатеље и воде централне Србије где су резултати „бољи“ и износе 9,6% неисправних узорака на микробиолошке

показатеље и 20,1% на физичко-хемијске показатеље. Општа оцена квалитета показује да се стандардним методама пречишћавања и дезинфекције, осим у Војводини због арсена, могу испунити услови за обезбеђење хигијенски исправне воде за пиће из изворишта подземних вода Србије.

### **Закључак**

Обимна база знања је допринела да овај рад садржи бројне информације о управљању системима за водоснабдевање, надзору и околностима под којима може доћи до загађења воде за пиће. Довољно је јасно да се велики број информација заснованих на научним принципима, добре инжењерске праксе и законске регулативе морају узети у обзир да би се обезбедила хигијенски исправна вода за пиће. Као закључни ставови, ови основни принципи који следе, требају се увек имати у виду:

**А) Највећу опасност за потрошаче воде за пиће представљају патогени микроорганизми. Заштита изворишта, пречишћавање и дезинфекција воде имају највећи значај.**

Патогене бактерије у води за пиће могу да изазову епидемије болести које угрожавају велики део заједнице и у екстремним случајевима проузрокују смрт. Који обим пречишћавања је неопходан зависи од нивоа заштите изворишта воде. Код потпуно заштићене подземне воде индивидуалних водних објеката и у мањим локалним водоводним системима у ретким случајевима није потребна дезинфекција, али у водоводу као систему за јавно водоснабдевање неопходна је континуирана дезинфекција воде за пиће.

Дезинфекција је јединствен процес који је, историјски, имао највећи значај за обезбеђење хигијенски исправне воде за пиће. Постоје јасни докази да је опште усвајање хлорисања воде за пиће кроз 20. век довело до знатног смањења заразних болести. У комбинацији са физичком заштитом изворишта водоснабдевања од људског и животињског отпада и одговарајућим пречишћавањем, дезинфекцијом се може обезбедити хигијенски исправна вода за пиће. Микроорганизмима вода за пиће није природно боравиште, они ту доспевају „захваљујући“ недовољном пречишћавању или дезинфекцији, необезбеђеним зонама санитарне заштите, техничким грешкама у изградњи, блиским попречним везама водоводне мреже и канализације и двојним системима са снабдевање водом. Микробиолошка контаминација воде за пиће је последица неправилног управљања над водоводним системом, супротно основним принципима санитарне технике.

Као потенцијални ризици за здравље често се наводе и хемијски споредни производи дезинфекције. Међутим, могућност оваквих ризика по здравље је у другом плану у поређењу са већ утврђеним ризицима од неадекватне дезинфекције и загађења воде изазваних патогеним клицама. Истраживања су показала да вода за пиће која одговара у погледу садржаја органских хемијских

супстанција уз ефикасну дезинфекцију са садржајем слободног активног хлора од 0,00564 до 0,0141 mmol/l (0,2 до 0,5 mg/l) не садржи споредне производе дезинфекције хлором.

**Б) Свака изненадна или екстремна промена квалитета воде и протицаја или хидролошких и метеоролошких услова (нпр. екстремне падавине или поплаве) треба да укажу на сумњу да је вода за пиће вероватно загађена.**

Епидемије болести изазване водом за пиће скоро увек су повезане са променама мерљивих параметара квалитета воде или са немогућношћу да процеси пречишћавање воде одговоре на екстремне услове као што су велике падавине или акцидентна загађења. Процеси за пречишћавање воде обично најбоље функционишу у стабилним условима, али учинак ових система може бити озбиљно угрожен када постоје велике промене у квалитету или протицају. Од виталне је важности да се квалитет воде после пречишћавања не мења, без обзира на то колико квалитет воде на извору варира. Одговорни морају да познају нормалне радне захтеве, мерљивих критеријума који дефинишу стандардни рад и огромне ризике који могу бити повезани са радом изван уобичајених граница. Зато ништа не може да замени добро познавање водоводног система од изворишта до потрошача, како он функционише и које су му слабе стране. На крају, поуздан водоводни систем мора да има механизме који ће осигурати да упркос неизбежним људским грешкама не дође до већих кварова.

**В) Одговорни у водоводном систему и корисници морају бити способни да брзо и ефикасно реагују на упозоравајуће контролне сигнале.**

Изненадне промене у квалитету или протицају воде вероватно су знак предстојећих проблема, што мора да резултира одговарајућом реакцијом. Без обзира да ли је водоводни систем са сталним или повременим надзором, кључне деонице и процеси од изворишта до водоводне мреже треба да буду надгледани. Одговорни руковооци или оспособљени корисници код система који није под сталним управљањем морају да имају одговарајуће знање и одговорности да на прави начин реагују. Ови захвати се крећу од измене режима процеса пречишћавања, затварања деоница у систему услед кварова или хаварија, до у екстремним случајевима, обавештавања локалне самоуправе и инспекцијских органа и давања упутства становништву о предузимању мера. Одговорни руковооци или оспособљени корисници треба да знају односе између радних индикатора у систему и утицаје на погоршање квалитета воде. Чак и наизглед мале грешке треба да се решавају јер се оне могу акумулирати и довести до озбиљних хаварија и акцидената. Многе хидричне епидемије изазване водом за пиће настале су услед комбинације грешака.



**Г) Одговорни у водоводним системима морају да имају лични осећај одговорности и да су посвећени обезбеђивању хигијенски исправне воде за пиће и никада не смеју да игноришу жалбе потрошача на квалитет воде.**

Потрошачи су крајњи оцењивачи квалитета воде за пиће. Потрошачи нису у стању да открију концентрације појединих загађујућих материја, али не сме се занемарити њихова способност да распознају промене. У неким случајевима, жалбе потрошача могу бити драгоцен извор информација о потенцијалним проблемима који нису откривени лабораторијским тестовима квалитета воде или праћењем процеса пречишћавања. Периодично и чак систематско праћење квалитета воде има своја ограничења и постоје многе могућности за секундарно загађење воде у дистрибутивном систему после пречишћавања и у дистрибутивном резервоару. Све притужбе потрошача треба схватити озбиљно јер је то најчешће путоказ за неоткривене проблеме који би могли угрозити квалитет воде за пиће.

**Д) Осигурање квалитета воде за пиће захтева примену приступа управљања рационалним ризицима.**

Управљање ризицима је процес одржавања воде за пиће хигијенски исправном. Ово захтева управљање осетљивим током између екстрема, односно, предузимања мера само када је то потребно. Непредузимање мера може озбиљно да угрози здравље грађана, док претерана обазривост може да има знатне друштвене и економске последице. Мере поправљања или усавршавања водоводног система треба предузмати на рационалан и одмерен начин уз консултације пројектаната и надзор санитарне инспекције. Непредузимање мера када је то потребно (нпр. незатварање система када дезинфекција не функционише ефикасно) може да доведе до хидричне епидемије. Предузимање мера када то није потребно (нпр. издавање објава да се вода не користи за пиће када то није потребно), обично је мање штетна краткорочно, али ако се више пута дешава може довести до тога да се не реагује када је то стварно неопходно. Управљање ризицима значи предузимање добро промишљених потеза. Пошто је обавеза да се осигура хигијенски исправна вода за пиће и да се заштити здравље грађана, уравнотежени процес мора да иде на страну предузимања превентивних мера.

**Рурални системи за прикупљање и третман отпадних вода**<sup>58</sup>***Интегрално управљање отпадним водама***

Да би се достигли Миленијумски циљеви развоја и остварила одрживост у сфери управљања системима за прикупљање и пречишћавање отпадних вода потребна је нова парадигма. Ово је био једногласни закључак групе експерата из разних међународних организација који су се окупили фебруара 2000. године у Белађу у Италији и предложили радикалан став у вези конвенционалне политике и праксе управљања отпадним водама. На овој конференцији су формулисани тзв. “Белађо принципи” који представљају основу за нови приступ у области санитарног инжењерства. Ови принципи представљају основ за интегрално управљање отпадним водама применом следећа два постулата (трећи и четврти од 4):

(1) Отпад би требало сматрати ресурсом и управљање њиме треба да буде интегрално (водни ресурс, проток нутрјиената и каналисање).

- Смањити инпуте да би се унапредио квалитет вода и животне средине;
- Стварање отпада треба свести на минимум да би се унапредило ефикасно управљање њиме и умањило ширење загађења;
- Отпадну воду треба рециклирати и поново вратити у водне ресурсе.

(2) Пројектна решења и управљање отпадним водама решавати принципом *минималне практичне величине* (домаћинство, град, округ, заједница, извориште), тако да се смање међусобни токови воде и отпада.

- Отпадом треба да се управља што ближе извору настајања;
- Вода би требало минимално да се користи за транспорт отпада;
- Потребно је развити додатне технологије каналисања и поновно коришћење отпада.

Ови постулати су применљиви и код руралних система за прикупљање и третман отпадних вода. Нови концепт каналисања треба заснивати на екосистемским приступима и на затварању циклуса протока отпадних материја, а не на континуалном „низводном“ току мешавине воде и отпадних материја. Ово је основна разлика између руралних и урбаних канализационих система, где се код ових других у мрежи разгранатих колектора решење тражи „на крају цеви“

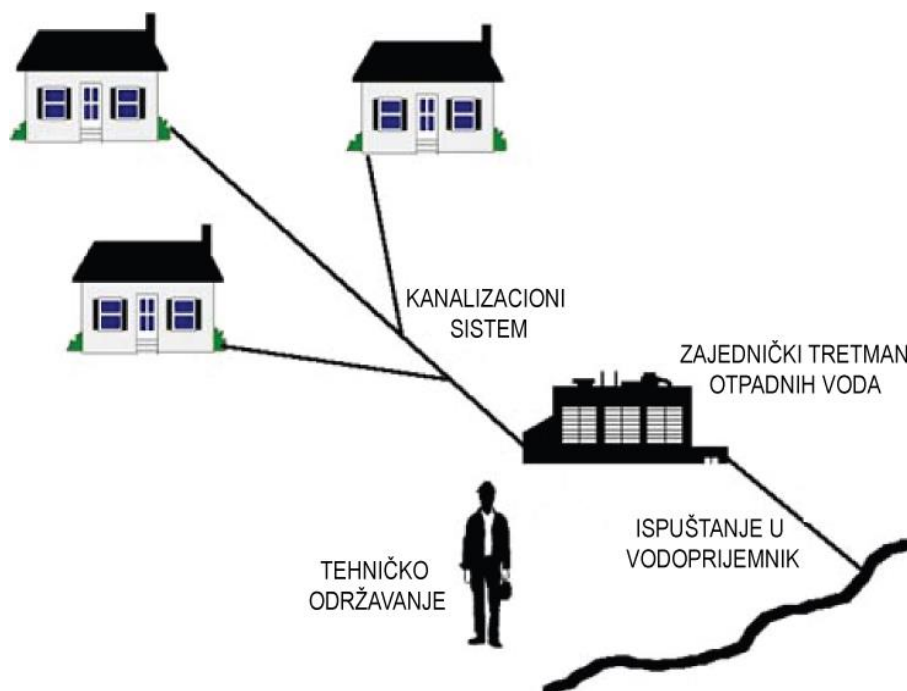
<sup>58</sup> Интегрални текст из публикација групе аутора - *Унапређење квалитета воде код локалних водовода и каналисање мањих места у Србији*, Поглавље: *Рурални системи за прикупљање и третман отпадних вода* (Небојша Вељковић), Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд, 2010. стр. 80-84.

### **Техничко-технолошки концепт прикупљања и третман отпадних вода на руралном подручју**

Урбани канализациони систем карактерише широко разграната канализациона мрежа и постројење за третман отпадних вода великих димензија (просторно и према броју еквивалентних становника) са заједничким пречишћавањем комуналних (најчешће и атмосферских са спираних градских површина, ако систем није сепаратни) и индустријских отпадних вода после предтретмана. Рурални канализациони систем, са друге стране, треба да буде прилагођен потреба корисника и посебним локалним условима у слабо насељеним областима са специфичном конфигурацијом терена. Зато су у овом поглављу презентовани неки примери концепта прикупљања и третмана отпадних вода на руралном подручју.

Код руралних канализационих система са испустом у водопријемник, за насеља преко 500 еквивалентних становника, концепт се не разликује од урбаног канализационог система. За ова насеља на руралном подручју концепт канализације са процесом пречишћавања отпадних вода такође обухвата поступке:

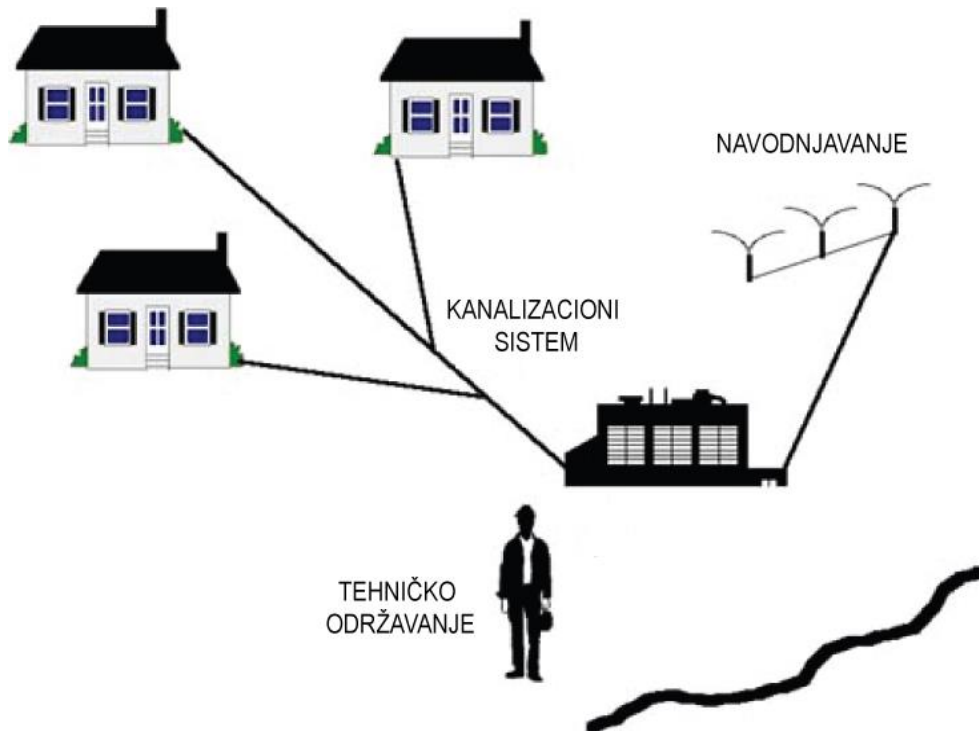
- (1) **претходне обраде** (уклањање грубог инертног материјала),
- (2) **примарног пречишћавања** (уклањање суспендованих честица у гравитационом таложнику), и
- (3) **секундарног пречишћавања** (уклањање биоразградљивих органских материја аеробним биолошким процесом са активним муљем).



Слика 100. Рурални канализациони систем са заједничким третманом отпадних вода и испустом у водопријемник

Због високих захтева квалитета водопријемника, након претходних поступака потребан је и поступак **терцијалног пречишћавања** за уклањање азота и фосфора, који су главни узрочници еутрофикације водотока. (слика 100)

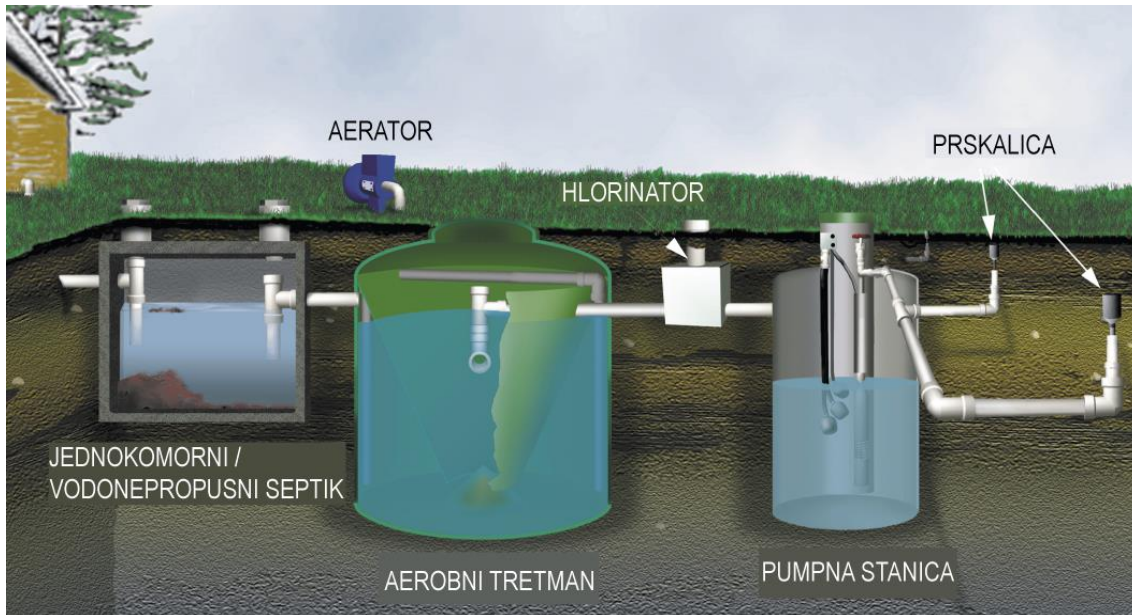
Примери који ће овде бити посебно представљени се односе на техничко-технолошки концепт за прикупљање, третман и одвођење употребљене воде („црна вода“) за део насеља. (слика 101)



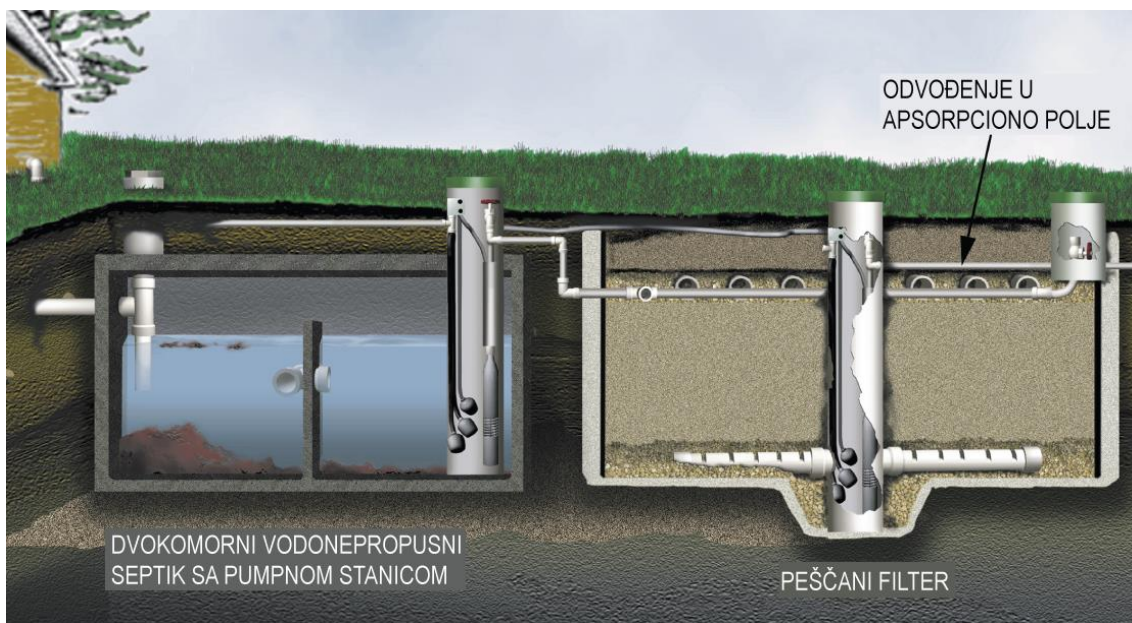
Слика 101. Рурални канализациони систем са групним третманом отпадних вода и њеном поновном употребом

Техно-економски најоптималније технолошко решење, код руралних разуђених насеља, је пречишћавање отпадних вода за групе стамбених објеката и објекте друштвеног стандарда применом система који обухвата: водонепропусни септички танк или *Imhoff* танк, комбинован са аеробним процесом пречишћавања и пречишћавањем ефлуента на интермитентном пешчано-шљунчаном филтеру. (слика 102 и 103)





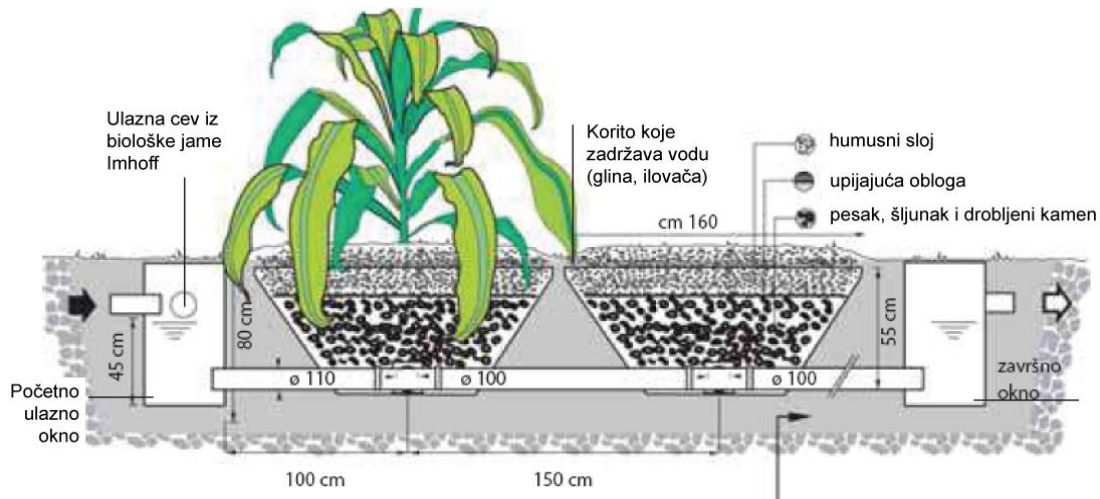
Слика 102. Концепт пречишћавања аеробним третманом са употребом воде за заливање распршивањем



Слика 103. Концепт пречишћавања на пешчаном филтру са употребом воде за наводњавање

Концепт каналисања на руралном подручју коришћењем пречишћене отпадне воде за заливање и наводњавање је идеално прилагођен локалним приликама и потребама. Овим системом се може наводњавати обрадиво земљиште на коме се гаје усеви и друге биљне културе чијом се продајом надокнађује део трошкова таквог система пречишћавања. (слика 104) Избор биљака које ће се гајити зависи од низа фактора: капацитета усвајања азота, количине воде коју прихватају биљке, толеранције према повећаној влажности земљишта и отпорности на концентрације загађујућих материја из отпадне воде. Овај концепт је погодан за разне врсте трава и у том погледу има примену и код хотелских комплекса за заливање парковских површина.





Слика 104. Коришћење пречишћене отпадне воде за наводњавање – апсорпционо поље

Презентовани концепт руралног система за прикупљање и третман отпадних вода има и еколошки и економски значај за локалну заједницу. Уводи се принцип заштите животне средине редуковањем загађења на месту настајања, а коришћењем пречишћене воде за заливање се смањује потрошња чисте воде. Пре избора адекватног система за пречишћавање неопходно је одредити физичке карактеристике земљишта, карактеристике терена, близину/дубину површинских и подземних вода и распоред постојећих објеката на плацу. Диспозиција система треба бити таква да елементи система не угрожавају остале објекте на плацу или суседној парцели.

### ***Потребна подзаконска регулатива***

Како се рурална подручја разликују од урбаних према развојним показатељима који обухватају: демографске (мање насељена), врсте привредне делатности (доминантно пољопривредна делатност), доходак (мањи приходи), комунална инфраструктура (слабије изграђена водоводна и канализациона мрежа), тако је потребно и одговарајућу подзаконску регулативу прилагодити таквим условима. Презентовани концепт руралног система за прикупљање и третман отпадних вода је прилагођен датом подручју и има за циљ заштиту вода од загађивања (пре свега изворишта воде за пиће локалних водоводних система), а самим тим и заштиту здравља људи. Да би се унапредили комунални услови на руралном подручју потребно је ближе прописати правила поступања физичких и правних лица и надлежних органа локалне самоуправе при планирању и изградњи система за прикупљање и третман отпадних вода.

Технички услови у том подзаконском акту би се односили на пројектовање, изградњу, надзор над изградњом, кориштење и одржавање инсталација и уређаја за прикупљање и третман отпадних вода на руралном подручју где техно-економски и организационо није адекватно изградити јавни канализациони систем. Услови би се односили на физичка и правна лица која као власници или корисници граде или имају већ изграђене објекте за становање, спортске,

образовно-васпитне и угоститељско-туристичке објекте. Органи локалне самоуправе би били дужани да донесу програм реализације за спровођење чији се нацрт на мишљење у погледу садржаја доставља Министарству надлежном за послове водопривреде и животне средине.

Осим подзаконског акта који има карактер планског акта у области планирања и изградње, неопходно је донети и посебне подзаконске акте за област заштите животне средине. Потребно је дефинисати граничне вредности концентрација и проценте смањења загађујућих материја у ефлуенту из комуналних постројења за пречишћавање отпадних вода према критеријуму коришћења за наводњавање. Посебним подзаконским актом треба прописати граничне вредности концентрација загађујућих материја у муљу из комуналних постројења за пречишћавање отпадних вода за коришћење у пољопривреди.

### **Закључак**

Код руралних разуђених насеља, техно-економски и еколошки најоптималније технолошко решење система за прикупљање и третман отпадних вода за групе стамбених објеката и објекте друштвеног стандарда је примена аеробног поступка са коришћењем пречишћене воде за заливање и наводњавање. Овакв систем је прилагођен месним приликама јер није потребна дугачка канализациона мрежа, једноставан је за извођење и не изискује дугорочне инвестиције. У случају прекида рада система штета је мала јер је ризик сведен на минимум због малог броја корисника. Систем је добро прилагодљив захтеваном степену третмана отпадне воде према критеријуму квалитета воде за наводњавање. Овај систем се просторно-плански може добро уклопити у окружење. За управљање и одржавање постоји проблем квалификованог особља. Код ограниченог простора постоји проблем лоцирања и неповољни утицај на животну средину. Неправилном манипулацијом може доћи до повећања ризика по здравље. Реална је могућност неприхватања концепта од стране корисника, што подразумева претходну кампању едукације. Предуслов за примену је израда пилот система у различитим срединама и успостављање подзаконске регулативе.

### **Литература**

- [1] *On-site Wastewater Treatment Systems Manual*, USAEPA, 1998.
- [2] *On-site Wastewater Treatment Systems*, The Texas A&M University System, Texas Agricultural Extension Service, USA, 2001.
- [3] H. Hiessl, D. Toussaint, *Options for Sustainable Urban Water Infrastructure Systems: Results of the AKWA 2100 Project*, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (ISI), Germany, 2003.
- [4] K. Mancl, *On-Site Wastewater Management*, Ohio State University Fact Sheet, Agricultural Engineering, USA, 2005.

## Индикатори ефикасности водних ресурса: Европа и Србија <sup>59</sup>

### Увод

Током двадесетог века поступали смо са животном средином као са бесплатном робом, прихватајући ваздух, енергију, воду и земљиште као нешто сасвим природно. Зато животна средина сада не може удовољавати потребама цивилизације без додатних економских трошкова или даљег нарушавања еколошке равнотеже. Данас многи природни ресурси постају ограничени, нису више експлоатабилно и економски лако доступни и све су загађенији. У оквиру домена одрживог развоја расправа осамдесетих година прошлог века започела је питањем дефиниције, а данас је актуелно одређивање индикатора квалитативних промена које доводе до деградације животне средине, а резултат су екстензивног привредног развоја и нерационалне употребе природних ресурса. Европска агенција за заштиту животне средине координира израду и размену индикатора животне средине у оквиру свог програма *EEA Core set of indicators (CSI)* и најновији концепт који описују ефикасност ресурса (*resource efficiency indicators*) који има за циљ креирање индикатора који вреднују утицај економског раста на употребу ресурса и деградацију животне средине. Креирање и објављивање резултата истраживања *индикатора ефикасности водних ресурса* доприносе делотворнијем спровођењу Оквирне директиве о водама (WFD), а у нашем случају, и домаћег законодавства хармонизованог са одговарајућом европском регулативом. Рад доприноси разумевању значаја доступности информација из *Планова управљања водама* (Закон о водама, члан 33) о „процени загађивања од концентрисаних загађивача и „процену притисака на квантитативни статус воде и њено захватање“ као основним улазним подацима за креирање *индикатора ефикасности водних ресурса*.

### Утицај економског раста на одрживо управљање водним ресурсима

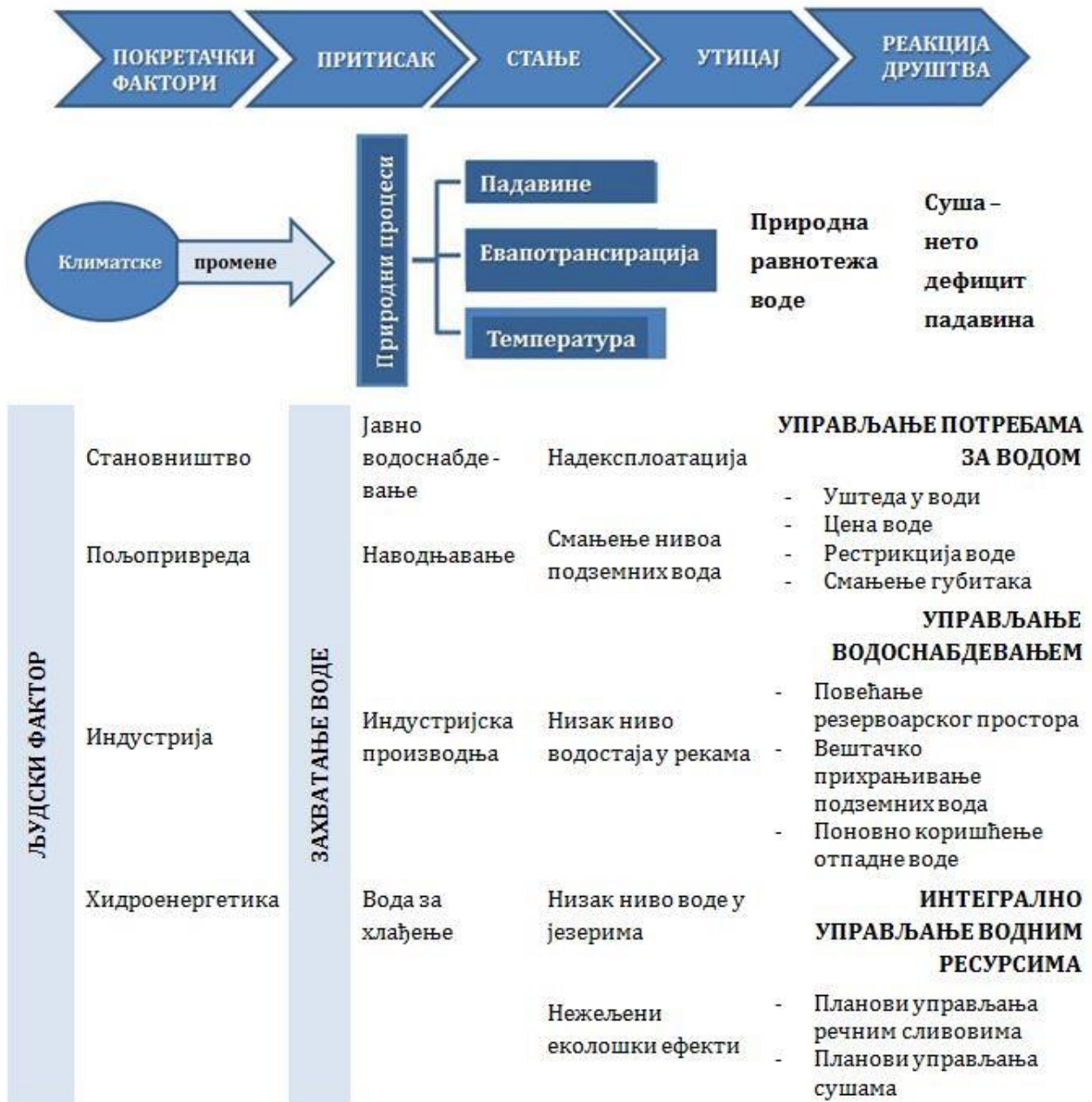
Део Оквирне директиве ЕУ о водама (WFD) односи се и на анализу индикатора притиска и утицаја на акватичне екосистеме као главних узрочника загађења вода. [1] Пример систематизовања ових индикатора приказом узајамног дејства људи и животне средине, којим се описује однос између узрока и последице проблема, развијен је од стране Европске агенције за животну средину (ЕЕА). Овај концепт је назван *DPSIR framework* (*D - Driving Forces, P - Pressures, S - State, I - Impact, R - Response*). Покретачка сила (*driving force*) је антропогена активност која може имати утицај на животну средину (нпр. пољопривреда и индустрија). *Притисак* (*pressure*) је директна последица активности (емисија отпадне воде),

<sup>59</sup> Интегрални текст: Вељковић Н, Јовичић М, *Индикатори ефикасности водних ресурса: Европа и Србија*, Вода и санитарна техника, (бр. 3-4), 2014. стр. 62-67

док је последица притиска *стање (state)* квалитета воде водопријемника. *Утицај (impact)* је такође последица притиска на животну средину (нпр. угинуле рибе). *Реакције друштва (response)* су мере на побољшању *стања* квалитета и смањењу *притисака* на животну средину, а постижу се ратификовањем међународних конвенција, доношењем и применом стратегија, законских и подзаконских аката, и коришћењем економских инструмената. ([слика 105](#))

Индустрија је основна привредна грана и најзначајнији извор угрожавања квалитета животне средине кроз процесе експлоатације природних ресурса, емисије загађујућих материја у спољашњу средину и стварања отпада у процесу опште потрошње. Досадашњи индустријски развој изазвао је на свим континентима, без обзира на степен развијености и културне и историјске разноликости, крупне промене у социо-економској структури становништва, привредној и територијалној структури и имао за последицу интензиван раст дохотка, запослености и подизања животног стандарда. У класичној економској теорији раста, индустрија се сматра водећом граном привређивања са доминантном улогом у формирању друштвеног производа и раста, учешћу у производним фондовима, запослености и инвестиционим улагањима. Једна земља може да има висок БДП који се базира на производњи и услугама које се не заснивају на прљавим технологијама и не продукују загађење, а са друге стране земља са нижим БДП може имати доминантну индустријску производњу са застарелом и „прљавом технологијом“. Општа искуства говоре да повећање коришћења ресурса доводи до повећања негативних утицаја на животну средину, осим ако се одговарајућим технолошким мерама не смање утицаји, односно смање узрочно-последичне везе између употребе ресурса и утицаја на животну средину.

Европска агенција за заштиту животне средине, која координира израду и размену индикатора животне средине између земаља чланица и земаља које добровољно учествују, је уврстила индикаторе ефикасности ресурса (*resource efficiency indicators*) у свој програм *EEA Core set of indicators (CSI)*. Више европских земаља је у сврху праћења економских учинака на трошење ресурса и утицаја на животну средину презентовало своје индикаторе ефикасности ресурса вода (*water resource efficiency indicators*). Креирање и објављивање резултата истраживања *индикатора ефикасности водних ресурса* доприносе делотворнијем спровођењу Оквирне директиве о водама (WFD), а у нашем случају, и домаћег законодавства хармонизованог са одговарајућом европском регулативом.

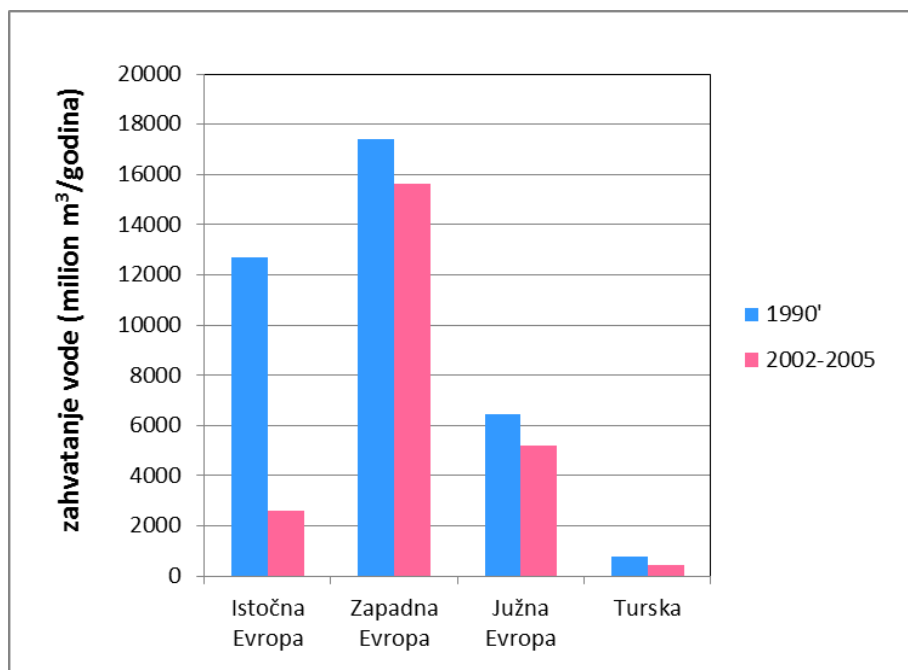
Слика 105. Шема управљања водним ресурсима у концепту *DPSIR framework*

### Европски индикатори ефикасности водних ресурса

Са становишта ширих просторних целина које се поклапају са водним подручјима/речним сливовима, основни проблем индустријализације је нерационално коришћење постојећих индустријских локација и објеката, и неправилан развој и смештај нових капацитета и производних програма у оквиру постојећих или нових индустријских зона. Савремена индустријска производња је углавном материјално-интензивног карактера са великим утрошком сировина, енергије, воде и истовремено најчешће прекомерне неконтролисане емисије загађујућих материја у ваздух, површинске и подземне воде. Због изражене тенденције раста опште производње и потрошње употреба воде се може смањивати само до извесних граница, јер је она сировина и средство за рад у



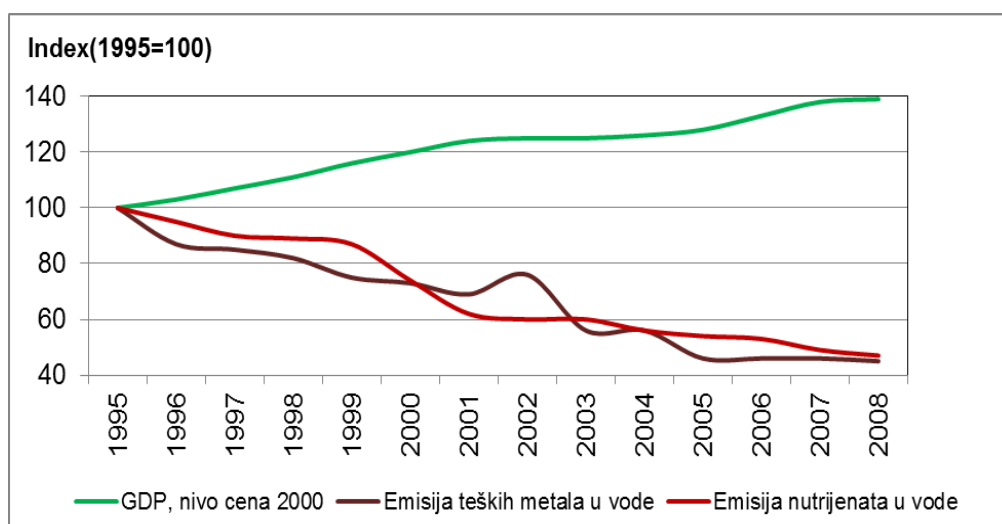
процесу производње. Обједињени подаци за Европу показују да се за потребе индустријске производње захвата око 11% укупних расположивих водних ресурса, од тога се половина користи директно у производњи а остатак за хлађење. Индустрија се снабдева водом углавном из јавних система водоснабдевања и из сопствених водозахвата, с тим што су главни извори водоснабдевања површинске воде. Након великог пораста потрошње између 1950. и 1980. године, захватање воде за потребе индустријске производње у Европи се током 1980. стабилизовало. Од средине 1990. година тај тренд је преокренут, тако да захватање опада упркос сталној експанзији индустријске производње (Графикон 3). [2]



Графикон 3. Захватање воде за потребе индустрије [2]

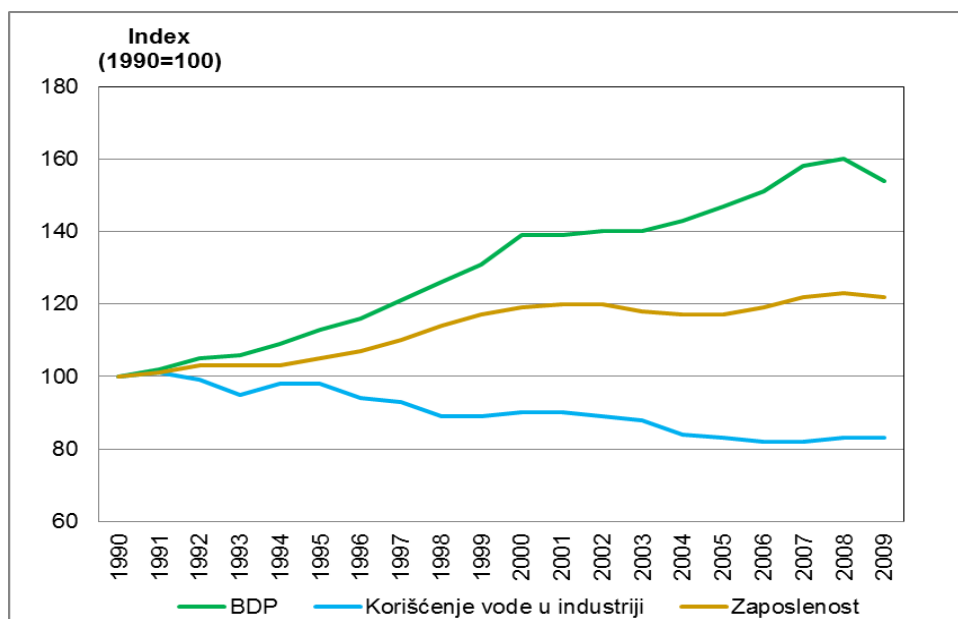
Ово смањење захватања воде је у највећем обиму било у Источној Европи (око 79%) и првенствено је повезано са значајним падом у индустријској производњи током процеса транзиције. У Западној Европи смањење се генерално може приписати деиндустријализацији, престанку производње и пресељењу тешке индустрије (нпр. рударства и производње челика) и увођењу ефикасније технологије са мањим утрошком воде у другим индустријским секторима уз истовремено смањење емисије штетних материја у воде. Употреба мање улазних сировина и материјала за производњу исте количине економског учинка, односно вредности производа или услуга, описује се *индикаторима ефикасности ресурса*. (ЕЕА, 2011)

Више европских земаља је уврстило *индикаторе ефикасности ресурса* у вид праћења економских учинака на трошење ресурса и утицаја на животну средину. На примеру Холандије се види у каквој узрочно/последичној вези су економски раст са загађењем вода и коришћењем воде у индустрији и запослености. И поред раста бруто друштвеног произво емисија тешких метала и нутријената у воде у Холандији се смањивала током времена. [3] (слика 106).



Слика 106. Економски раст (БДП) у Холандији - допринос емисији штетних материја у воде [3]

Пример са графика 2 за Холандију показује супротне тенденције, у односу на базну годину (1995) холандска економија је порасла за 43%, а емисије нутријената из тачкастих извора смањене за 52% и емисије тешких метала за 56%. Сличан пример је и општа слика која се добија презентовањем следећих индикатора на примеру Холандије представљених на [слици 107](#).



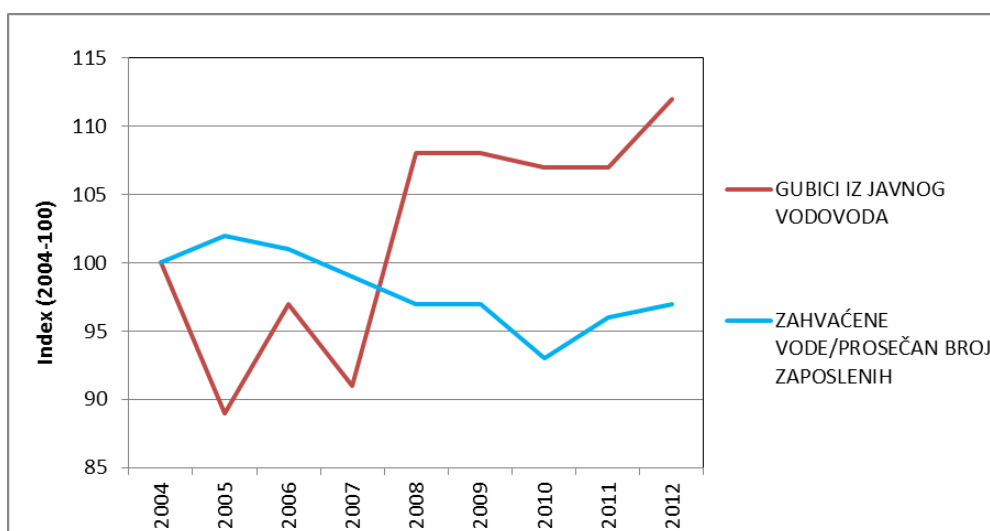
Слика 107. Економски раст (БДП) у Холандији - коришћење воде у индустрији и запосленост [3]

Презентовани трендови дају јасну слику растућег економског тренда и запослености уз истовремено смањење коришћења воде у индустрији. Ова тенденција се објашњава појмом деиндустријализације, која обухвата више системских мера које обухватају престанак производње и пресељење „прљавих“ технологија и истовремено увођење ефикасније технологије са мањим утрошком воде у другим индустријским секторима уз смањење емисије штетних материја у воде. Два презентована примера *индикатора ефикасности ресурса* описују

употребу мање улазних сировина и материјала за производњу исте количине економског учинка.

### **Индикатори ефикасности ресурса јавних водоводних система у Србији**

Коришћење мање ресурса по јединици економске производње значи и коришћење људских ресурса, односно оптималан број запослених у функцији смањења оперативних трошкова производње. Општинска водоводна предузећа у Србији обично запошљавају више људи него што је потребно за функционисање предузећа, што доводи до снижавања радне продуктивности и повећања трошкова рада. Заједничка карактеристика ових јавних комуналних предузећа су већи губици воде у водоводном систему и истовремено ограничени расположиви ресурси воде и дефицит у водоснабдевању. Један од најважнијих изазова у повећању оперативне ефикасности водоводних предузећа и подизању стандарда услуга је смањење губитака воде. Приказ концепта *ефикасност ресурса* који између осталог описује инпут људских ресурса за производњу исте количине производа је пример показатеља учинка јавних водоводних предузећа у Србији. Статистички подаци показују повећање губитака воде у водоводним системима и истовремено смањење количине захваћених вода у односу на број запослених. (слика 108)

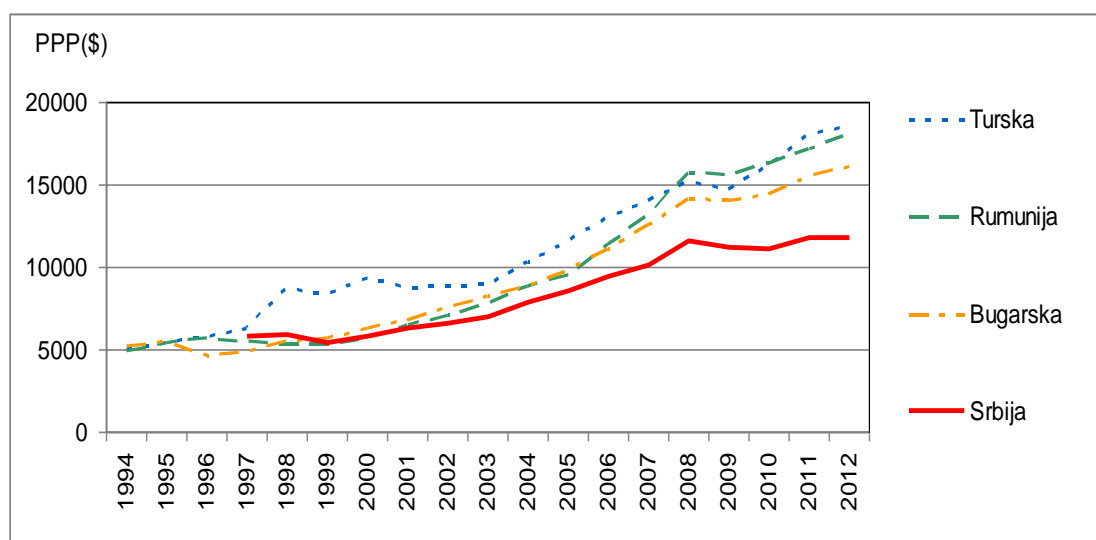


Слика 108. Индикатори ефикасности ресурса - Јавни водоводни системи у Србији [4]Извор података: Агенција за привредне регистре и Републички завод за статистику

Када се овај индикатор ефикасности ресурса за Србију упореди са истим за водоводно предузеће града Минхена у Немачкој добија се следећи компаративни показатељ, индикатор захваћене воде/просечан број запослених за Минхен износи  $96.154\text{m}^3$  а за Србију  $35.940\text{m}^3$  захваћене воде по запосленом. Овај индикатор ефикасности ресурса показује да је минхенско водоводно предузеће (Stadwerke München) 2,7 пута ефикасније.

Бруто домаћи производ (БДП) као најважнија текућа варијабила у економији осим што говори колико новца „тече кроз кружни ток“ привреде у току године, као

мера националног благостања представља и најбољи показатељ за поређење између земаља. [5] (слика 109) Процент утрошених средстава у току године за заштиту животне средине у односу на БДП је права мера односа који једна земља предузима у овој области. Процена се може дати и посредним путем поступком анализе БДП и нивоа изграђености постројења за пречишћавање отпадних вода пређењем између земаља. Подаци о проценту прикључених становника на канализационе системе са изграђеним постројењима за пречишћавање отпадних вода у односу на укупан број становника земаља са графичког приказа БДП дају следеће податке по годинама: Турска 2004 – 15%, Румунија 2005 – 28%, Бугарска 2005 – 40%, Србија 2009 – 12%. [6] Ова анализа показује да једна земља може да има виши БДП и мањи проценат становника прикључених на канализационе системе са пречишћавањем отпадних вода (Турска) и обратно. У поређењу са овим земљама Србија има и нижи БДП и мањи проценат становника прикључених на канализационе системе са пречишћавањем отпадних вода.



Слика 109. Бруто домаћи производ (БДП) по глави становника на основу паритета куповне моћи (PPP) [4]

Стратегију Републике Србије у сектору вода треба тако реализовати да са одреде приоритети, пре свега уважавајући доприносе секторских стратегија побољшању социо-економског благостања, затим да се настави са испуњавањем преузетих обавеза по основу међународних споразума и усклађивањем са правом Европске уније из области вода. Дугорочно гледано, кључни циљеви могу се сумирати на следећи начин: (1) потпуно усклађено и приступачно централизовано јавно водоснабдевање за најмање 93% становника Србије, и (2) обезбеђење приступачног сакупљања отпадних вода и одговарајући третман за све агломерације веће од 2.000 еквивалент становника. Остварење циљева стратегије подразумева потребе за капиталним инвестицијама које се према ценама за 2010. годину процењују на 1,3 милијарде евра за воду за пиће, 3,3 милијарде евра за отпадне воде, и 0,9 милијарди евра за смањење загађења воде од пољопривредних активности. [7]

## Закључак

Ова анализа индикатора ефикасности водних ресурса, који вреднују утицај економског раста на употребу ресурса и деградацију животне средине, показује велике могућности њиховог коришћења. Иако су несташице и загађивање воде најчешће локални проблеми животне средине, укључивањем економске компоненте код креирања *индикатора ефикасности водних ресурса* они добијају на значају у компаративној анализи између земаља. Подаци из *Планова управљања водама* (Закон о водама, члан 33) о „процени загађивања од концентрисаних загађивача и „притисака на квантитативни статус воде и њено захватање“ представљају основни улазни предуслов за креирање *индикатора ефикасности водних ресурса*. Садашњи ниво доступности ових података за Србију представљају главну препреку за креирање међународно компаративних *индикатора ефикасности водних ресурса*.

## Литература

- [1] *Directive of the European Parliament and the Council 2000/60/EC*, Env 221, Codex 513, Luxembourg, 2000.
- [2] *Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought*, EEA Report No. 2/2009, p. 25-26.
- [3] *Background report on resource efficiency indicators - Draft Report for EEA*, European Topic Centre – Inland, coastal, marine waters, Version: 3, 2011. p.10-20.
- [4] *World Bank, International Comparison Program database, GNI, PPP (current international \$)*, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.MKTP.PP.CD>
- [5] *Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2013, 8. Одрживо коришћење природних ресурса: обновљиви ресурси – 8.2 Губици воде*, Агенција за заштиту животне средине, 2014. стр. 155.
- [6] *Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2009, 6.3 Заштита вода – постројења за пречишћавање отпадних вода*, Агенција за заштиту животне средине, 2010. стр. 163.
- [7] *Стратегија апроксимације за сектор вода (Eptisa & PM Group)*, Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, 2012. стр.12-14.



## РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] CLIMATE CHANGE 2014 - Headline statements from the Summary for Policymakers, IPCC Secretariat, Geneva Switzerland.
- [2] CLIMATE CHANGE 2014 - Synthesis Report, IPCC Secretariat, Geneva Switzerland.
- [3] Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division (приступљено 01.05.2015) <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/weekly.html>
- [4] WMO, 2010. *WMO statement on the status of the global climate in 2009*, WMO-No 1 055, World Meteorological Organization, Geneva.
- [5] *Climate Indicator Bulletin* (приступљено 01.05.2015), [http://cib.knmi.nl/mediawiki/index.php/2014\\_warmest\\_year\\_in\\_Europe](http://cib.knmi.nl/mediawiki/index.php/2014_warmest_year_in_Europe)
- [6] Поповић, Т, *Тренд промена температуре ваздуха и количине падавина на подручју Републике Србије, Шуме и промена климе*, Шумарски факултет, Београд, 2007, стр. 81 -123.
- [7] РХМЗ Србије, *Значајни климатски догађаји на територији Србије у 2008. години*, <http://www.hidmet.gov.rs>, Београд, 2009.
- [8] S. Gualdi, B. Rajkovic, V. Djurdjevic, S. Castellari, E. Scoccimarro, A. Navarra and M. Dacic, *Simulations of climate change in the Mediterranean Area*, FINAL SCIENTIFIC REPORT, 2008.
- [9] Rutger Dankers, Roland Hiederer, *Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario*, JRC Scientific and Tech EC, 2008, pp. 44.
- [10] Вељковић Н, Поповић Т, Јовичић М, Допуђа-Глишић Т, *Утицај климатских фактора на квалитет водотокова Поморавља: анализа методом  $swq_{rb}$* , Вода и санитарна техника, број 5-6/2012, Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд.
- [11] *The European environment — state and outlook 2010: synthesis* ЕЕА, 2010.
- [12] *Adaptation in Europe – addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments*, ЕЕА Report, No 3/2013.
- [13] *Urban adaptation to climate change in Europe*, ЕЕА Report, No 2/2012.
- [14] Валентина Дрљача, Ивана Тошић, Мирослава Ункашевић, *Анализа топлотних таласа помоћу климатског индекса у Београду и Нишу*, Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA, No 59. Vol. 1, 2009 (стр. 46-69). (Приступљено 17.03.2015) [http://www.gi.sanu.ac.rs/en/publications/journals/pdf/059\\_1/gijc\\_zr\\_59\\_003\\_v\\_drljac\\_a\\_i\\_tosic\\_m\\_unkasevic\\_srp.pdf](http://www.gi.sanu.ac.rs/en/publications/journals/pdf/059_1/gijc_zr_59_003_v_drljac_a_i_tosic_m_unkasevic_srp.pdf)
- [15] Гиденс Е, *Климатске промене и политика*, Clío, Београд, 2010.
- [16] Национална стратегија одрживог развоја Републике Србије, Влада Републике Србије, 2008. стр. 1.
- [17] UN General Assembly Resolution 42/187. Report of the World Commission on Environment and Development, 96th plenary meeting 11 December 1987, <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>(приступљено 22.01.2015)
- [18] *Водопривредна основа Републике Србије* (2001), 2.4 Биланс вода, стр. 53.

- [19] Исиловић Д, Срна П, *Хидролошки биланс површинских вода Републике Србије и његове варијације*.
- [20] *Хидролошки годишњак-површинске воде*, Републички хидрометеоролошки завод, 1951-2010.
- [21] *Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине*, „Службени гласник“ Републике Србије бр. 37/2011.
- [22] Републички завод за статистику Републике Србије, *Еко-билтен* (2010), 2011. (Табела 1.1.2, Захваћене и преузете воде за пиће, стр. 27)
- [23] *Eurostat, Working Group "Statistics of the Environment", Sub-Group "Water Statistics" (2012)*. Напомена: у сарадњи са Републичким заводом за статистику, на основу података Републичког хидрометеоролошког завода Србије.
- [24] (1) Resource efficiency in Europe - Policies and approaches in 31 EEA member and cooperating countries, EEA Report No 5/2011; (2) Science for Environment Policy - Resource Efficiency Indicators, Issue 4, European Commission, 2013.
- [25] Републички завод за статистику Србије, *Еко-билтен 2012, Билтен 571* (2013), (Табела 1.1.1 Захваћене, испоручене воде за пиће и губици из јавног водовода, по општинама, стр. 28-31)
- [26] VEWA 2006 Survey (Italy, France, England & Wales); Federal Statistical Office 2004 (Germany); remainder: EU Commission 2007.
- [27] Републички завод за статистику и Агенција за привредне регистре Републике Србије.
- [28] Попис становништва, домаћинстава и станова у Републици Србији 2011, Републички завод за статистику, 2011.
- [29] *Извештај о квантитативном статусу водних тела подземних вода*, Републички хидрометеоролошки завод, 2014.
- [30] *The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe*, [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)
- [31] *Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода* ("Сл. гласник РС", бр. 74/2011)
- [32] *Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине*, („Службени гласник“ РС број 37/11), [http://www.sepa.gov.rs/download/NLI\\_web.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/NLI_web.pdf)
- [33] Директиве Европске уније о водама, Анекс V, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде – Републичка дирекција за воде, Београд, 2005, стр.67 - 69.
- [34] *Квалитет површинских вода на територији Београда у 2013. години* (књига 1.2.3.4), Градски завод за јавно здравље Београд, 2014.
- [35] *Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање*, "Службени гласник РС", бр. 50/2012.
- [36] *Национални имплементациони план за спровођење Стокхолмске конвенције*, Министарство животне средине и просторног планирања Републике Србије, 2010.

[37] Закон о потврђивању Стокхолмске конвенције о дуготрајним органским загађујућим супстанцама („Сл. Гласник РС – међународни уговори“, бр. 42/2009)

[38] (1) EU: EC drinking water directive (1998); (2) WHO: WHO (2000) and Guidelines for drinking water quality Vol.2 (1996); (3) USEPA: ATSDR (2000) and Standards for maximum permissible values in sewage sludge/soils. Estimating concern levels for concentration of chemical substances in the environment Washington DC (1984).

[39] Плавшић Ј, Владиковић Д, Деспотовић Ј, *Хидрометеоролошки аспекти поплава у мају 2014. на сливу реке Саве у Србији*, Вода и санитарна техника XLIV (5-6), 2014. стр. 21-34.

[40] Прохаска С, Ђукић Д, Бартош Дивац В, Тодоровић Н, *Временски услови пре и за време мајске поплаве 2014. године на територији Србије*, Вода и санитарна техника (5-6), 2014, стр. 7-20.

[41] Извештај о елементарној непогоди – поплави која је задесила Републику Србију и мерама које су предузете ради спасавања становништва и одбране угрожених места од поплава, Влада Републике Србије, Народна скупштина, Одбор за просторно планирање, саобраћај, инфраструктуру и телекомуникације, 13 број: 06-2/189-14, 11. јул 2014.

[http://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/cir/pdf/akta\\_procedura/2014/222\\_0-14.pdf](http://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/cir/pdf/akta_procedura/2014/222_0-14.pdf) (приступљено 23.02.2015)

[42] Бабић Младеновић М, Коларов В, *Поуке поплаве 2014. године*, Вода и санитарна техника XLIV (5-6), 2014, стр. 35-46.

[43] *Мишљење института у вези започињања поступка ревитализације „П.К. Тамнава – западно поље“ и П.К. Велики Црљени“ после велике поплаве из маја 2014*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ - Београд, јун 2014.

[44] *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development 1992*, <https://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html>

[45] *Vision 2030, Summary and Policy Implications, the Resilience of Water Supply and Sanitation in the Face of Climate Change*, WHO, 2009.

[46] *Резултати испитивања квалитета површинских вода Тамнавских копова и река слива Колубаре - први извештај*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине, Београд, август 2014.

[47] *Резултати испитивања квалитета површинских вода Тамнавских копова и река слива Колубаре - други извештај*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине, Београд, октобар 2014.

[48] *Резултати испитивања квалитета површинских вода Тамнавских копова и река слива Колубаре - трећи извештај*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине, Београд, децембар 2014.

[49] *Резултати испитивања квалитета површинских вода Тамнавских копова и река слива Колубаре - четврти извештај*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине, Београд, фебруар 2015.

[50] *Резултати испитивања квалитета површинских вода Тамнавских копова и река слива Колубаре - пети извештај*, Министарство пољопривреде и заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине, Београд, мај 2015.

## Списак акронима, слика и табела

### Акроними

- ЕЕА** Европска агенција за животну средину (European Environment Agency) је агенција Европске уније. Уредбу о оснивању ЕЕА донела је Европска унија 1990. године. На снагу је ступила крајем 1993. године, одмах након доношења одлуке о отварању уреда ЕЕА-е у Копенхагену. Рад у пуном капацитету започео је 1994. године. Задатак ЕЕА је помоћ Заједници и државама чланицама у доношењу информираних одлука о побољшању животне средине, обједињујући питања о животној средини у економске политике и усмјеравајући се према одрживости; и координација Европске информационе и осматрачке мреже за животну средину (Environment Information and Observation Network, EIONET). ЕЕА сада има 33 државе чланице и шест држава сарадница, међу којима је и Република Србија.
- IPCC** Међувладин панел за промену климе (Intergovernmental Panel on Climate Change) су 1988. године основали Светска метеоролошка организација (WMO) и Програм Уједињених нација за животну средину (UNEP). Седиште је у Женеви у Швајцарској. У Међувладином панелу за промену климе у својству чланица учествују све државе које су чланице Уједињених нација и Светске метеоролошке организације, међу којима је и Република Србија. У раду IPCC учествује преко 2500 наименованих научника и стручњака из читавог света, који у складу са усвојеним процедурама IPCC, учествују у припреми научно-техничких извештаја, методологија и упутстава који чине стручно-техничку основу за спровођење Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе и њеног Протокола из Кјота.
- UNCED** Конференција Уједињених нација о животној средини и развоју у Рио де Жанеиру 1992 (United Nations Conference on Environment and Development) је први међународни покушај да се развије стратегија одрживог развоја. Представници 178 земаља, укључујући више од 100 шефова држава и многих организација које су представљале цивилно друштво, присуствовали су конференцији. Резултат Самита је усвојена Агенда 21. Агенда 21 је Програм акције за одрживи развој која садржи Рио декларацију о животној средини и развоју, која признаје право сваке нације да следи социјални и економски напредак и додељује државама одговорност да усвоје модел одрживог развоја.
- UNEP** Програм уједињених нација за животну средину (United Nations Environment Programme) је основан 1972. године на Конференцији Уједињених нација о човековој средини у Стокхолму, као програм за очување животне средине у оквиру система Уједињених нација. Програм уједињених нација за животну средину је ентитет система Уједињених нација задужен за решавање питања заштите животне средине на глобалном и

регионалном нивоу. Његов мандат се односи на координацију развоја политике заштите животне средине и очувања глобалног окружења, идентификацију и анализу проблема, и подстицање влада и међународне заједнице на акцију.

- UN CSD      Комисија Уједињених Нација за одрживи развој (United Nations Commission on Sustainable Development) је формирана 1993. године од стране UNCED са задатком да прати спровођење Агенде 21.
- WFD          Оквирну директиву о водама (Water Frame Directive 2000/60/EC) је усвојио Парламент и Савет Европске уније 23. октобра 2000. године. Ова директива је највиши акт везан за воде у Европској унији. Директива је ступила на снагу 22. децембра 2000. године. Кључни циљеви политике Европске Уније садржани у Оквирној директиви о водама су: Свеобухватна заштита свих вода значи заштиту свих вода применом принципа интегралног управљања воденим ресурсима, и то површинским водама, мешовитим водама и приобалним водама; Добар статус свих вода у року од 15 година по усвајању директиве; Интегрално управљање речним сливом, чак и преко административни и међународних граница, укључује планове управљања сливом и координиране програме мониторинга; „Комбиновани приступ“ у вези са стандардима за граничне вредности дозвољених емисија и квалитета животне средине; Правило утврђивање цена применом принципа - корисник плаћа, принципа - загађивач плаћа и принципа - потпуна надокнада трошкова; Укључивање јавности представља: информисање, консултовање и транспарентност.
- WHO          Светска здравствена организација (World Health Organization) је посебна организација Уједињених нација која делује као координирајуће тело међународног јавног здравства. Основана је 1948. године и заседа у Женеви. Има за циљ да доведе све народе на највиши могући ниво физичког и менталног здравља и спокоја; да се бори против великих ендемских болести и епидемија, и да доприноси развоју хигијене; да координира међународну акцију у области здравства; да доприноси напретку научне и стручне сарадње у области медицине.
- WMO          Светска метеоролошка организација (World Meteorological Organization) је међународна организација и специјализирана агенција Уједињених народа основана 1950. године са циљем унапређивања међународне сарадње на подручју метеоролошке службе. Настала је из Међународне метеоролошке организације (ИМО) основане 1873. године. Седиште организације се налази у Женеви у Швајцарској.



## Слике

Слика 1. Систем водних ресурса	10
Слика 2. Просечне средње годишње температуре у Европи у односу на 30-годишњи просек 1981 - 2010. година. Температуре испод нормале су означене плаво, оне изнад нормале црвеном, а прелиминарна вредност за 2014. зеленом бојом.	17
Слика 3. Карта аномалија средње годишње температуре ваздуха за 2014. у односу на климатолошки просек за период 1981 - 2010. [5]	18
Слика 4. Географска расподела тренда годишње температуре ваздуха на подручју Србије	18
Слика 5. Нормализована одступања годишњих количина падавина у Србији, период 1951 – 2014 (Извор података: РХМЗ)	19
Слика 6. Повећање средње летње (ЈЈА) температуре, у °С у Европи и Србији за период 2071-2100. у односу на климатску нормалу 1961-1990, уколико повећање концентрације GHG прати сценаријо А16 (Извор: Пројекат “SINTA”- 2008) [8]	20
Слика 7. Релативна промена, у % нормале 1961- 1990, сезонских количина падавина у Европи до краја века (а) зима; (б) пролеће; (ц) лето; (д) јесен	21
Слика 8. Утицаји и дејство климатских промена за основне биогеографске регионе Европе [12]	24
Слика 9. Однос између три приступа за дефинисање еколошке одрживости управљања водним ресурсима	35
Слика 10. Узрочно-последичне везе између природног и вештачког екосистема у сектору вода	36
Слика 11. Основне компоненте водног биланса	37
Слика 12. Биланс вода Републике Србије (2000-2011)	38
Слика 13. Вишегодишњи средњи месечни протицаји реке Велике Мораве на профилу Љубичевски мост	39
Слика 14. Захваћене воде (површинске и подземне) по секторима у Републици Србији	40
Слика 15. Порекло укупно захваћене воде (без воде за производњу хидроенергије) за период 2007-2012.	41
Слика 16. захваћене воде за јавно водоснабдевање за период 2007-2012.	41
Слика 17. Индекс експлоатације воде - Water Exploitation Index (WEI) за земље чланице и сараднице Европске агенције за животну средину	42
Слика 18. Губици воде у дистрибутивној мрежи за јавно водоснабдевање	44
Слика 19. Губици воде у системима јавног водоснабдевања на нивоу округа/области	45
Слика 20. Индикатор ефикасности ресурса - Јавни водоводни системи у Републици Србији	46
Слика 21. Специфична потрошња воде у системима јавног водоснабдевања	47
Слика 22. Процент становника прикључен на системе јавног водоснабдевања	48
Слика 23. Процент становника прикључен на сеоске водоводе	49
Слика 24. Процент становника прикључен на индивидуалне водозахвате	50
Слика 25. Квантитативни статус водних тела подземних вода	51
Слика 26. Изворишта за јавнио водоснабдевање	53

Слика 27. Медијане концентрација БПК5 у рекама сливних подручја Републике Србије -----	56
Слика 28. Медијане концентрација амонијум јона у рекама сливних подручја Републике Србије -----	57
Слика 29. Медијане концентрација нитрата у рекама сливних подручја Републике Србије -----	57
Слика 30. Медијане концентрација ортофосфата у рекама сливних подручја Републике Србије -----	57
Слика 31. Тренд <i>Mann-Kendall</i> и концентрације ортофосфата у водотоцима за период 2004-2013. -----	59
Слика 32. Тренд <i>Mann-Kendall</i> и концентрације амонијум јона у водотоцима Србије за период 2004-2013. -----	60
Слика 33. Тренд Манн-Кендалл и концентрације нитрата у водотоцима Србије за период 2004-2013. -----	61
Слика 34. Тренд Манн-Кендалл и концентрације БПК5 у водотоцима Србије за период 2004-2013. -----	62
Слика 35. Процент квалитета свих узорака воде одређених методом <i>SWQI</i> -----	63
Слика 36. Процент квалитета свих узорака воде по сливовима (са одговарајућим бројем узорака) за период 1998-2013. година одређених методом <i>SWQI</i> -----	64
Слика 37. Десет „најгорих“ водотокова - <i>SWQI</i> средње (2002-2011.) -----	65
Слика 38. Десет „најгорих“ водотокова - <i>SWQI</i> средње (2012) -----	65
Слика 39. Десет „најгорих“ водотокова - <i>SWQI</i> средње (2013.) -----	66
Слика 40. Процентуална заступљеност тренда индикатора <i>SWQI</i> на мерним местима за период 2004-2013 -----	67
Слика 41. Процентуална заступљеност врсте тренда <i>SWQI</i> на мерним местима по декадама -----	68
Слика 42. Мерна места водотокова на територији Београда са просечним вредностима индикатора <i>SWQI</i> за 2013. годину -----	69
Слика 43. Расподела учесталости средњих вредности <i>SWQI</i> (2010-2013) река притока Саве, Дунава и Велике Мораве на територији Београда -----	70
Слика 44. Расподела учесталости средњих вредности <i>SWQI</i> (2010-2013) на мерним местима Дунава и Саве на територији Београда -----	71
Слика 45. Минималне вредности индикатора <i>SWQI</i> у 2013. години на мерним профилима река на територији Београда -----	71
Слика 46. Резултати мониторинга POPs хемикалија у површинским водама са концентрацијама изнад границе квантификације (LOQ) -----	74
Слика 47. Мерна места у седименту водотока у којима су детектоване РСВ хемикалије у 2013. години на територији Београда -----	75
Слика 48. Мерна места водотокова Србије (2013.) – „црне тачке“ и <i>Serbian Water Quality Index</i> -----	76
Слика 49. Расподела учесталости концентрација нитрата (2005-2013) -----	81
Слика 50. Расподела учесталости концентрација хлорида (2005-2013) -----	82
Слика 51. Расподела учесталости концентрација амонијума јона (2005-2013) -----	82
Слика 52. Расподела учесталости концентрација нитрита (2005-2013) -----	82
Слика 53. Сума падавина 325 ПС, 12–19.05.2014. (Прохаска <i>et al.</i> 2014) -----	85
Слика 54. Стандардизовани падавински индекс ( <i>SPI</i> ) у Србији пре и непосредно после мајског догађаја (извор: Владиковић, 2014) -----	87

Слика 55. Релативна засићеност тла водом на основу сателитских осматрања земљишне влаге 14. маја 2014. (извор: TU Wien, 2014, Плавшић <i>et al.</i> 2014) -----	87
Слика 56. Водостаји на Колубари током априла и маја 2014. (Плавшић <i>et al.</i> 2014) -----	88
Слика 57. Најугроженије општине у поплавама маја 2014. у Републици Србији (Извештај, 2014) -----	89
Слика 58. Правци кретања поплавне воде у Обреновцу[43] -----	90
Слика 59. Подручје Обреновца под водом, 15. мај 2014 -----	90
Слика 60. Ситуациони приказ потапања Колубарских копова -----	91
Слика 61. Приказ локација узорковања површинских вода -----	94
Слика 62. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава - западно поље (у три тачке на три дубине)-----	99
Слика 63. Измерене концентрације укупног органског угљеника (ТОС, mg/l) у узорцима воде из површински копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине) -----	99
Слика 64. Измерене вредности хемијске потрошње кисеоника (НРК <sub>Мп</sub> ) у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине) -----	100
Слика 65. Измерене концентрације никла раствореног у узорцима воде из површинских копова Велики Црљени и Тамнава- западно поље (у три тачке на три дубине) -----	100
Слика 66. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине) -----	101
Слика 67. Измерене вредности хемијске потрошње кисеоника (НРК <sub>Мп</sub> ) у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине) -----	101
Слика 68. Измерене концентрације никла раствореног у узорцима воде из површинског копа Тамнава - западно поље (у две тачке на две дубине) -----	101
Слика 69. Измерене концентрације раствореног кисеоника у узорцима воде реке Колубаре – узводно(Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	104
Слика 70. Измерене концентрације биолошке потрошње кисеоника (БПК <sub>5</sub> ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	104
Слика 71. Измерене концентрације укупног органског угљеника ( <i>Total Organic Carbon, TOC</i> ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	105
Слика 72. Измерене концентрације амонијум јона (NH <sub>4</sub> -N) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	105
Слика 73. Измерене концентрације нитрата (NO <sub>3</sub> -N) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	105
Слика 74. Измерене концентрације укупног фосфора (P <sub>tot</sub> ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења -----	106

Слика 75. Измерене концентрације олова раствореног ( $P_b$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења	106
Слика 76. Измерене концентрације никла раствореног ( $N_i$ ) у узорцима воде реке Колубаре – узводно (Бели Брод) и низводно (Ц.С.ТЕК) од зоне црпљења	106
Слика 77. Добијене вредности сапробног индекса (метода <i>Zelinka-Marvan</i> ) на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	109
Слика 78. Добијене вредности индекса диверзитета (метода <i>Shannon-Weaver</i> ) на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	109
Слика 79. Добијене вредности BMWP скорa на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	110
Слика 80. Процентуална заступљеност <i>Oligochaeta-Tubificidae</i> на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	110
Слика 81. Добијене вредности ASPT скорa на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	111
Слика 82. Добијене вредности IPS дијатомног индекса на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	112
Слика 83. Добијене вредности EPI-D дијатомног индекса на профилима Обреновац, Мислођин и Барич	113
Слика 84. Добијена вредност СЕЕ дијатомног индекса на профилима Обреновац	113
Слика 85. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 1: период 29.07. – 05.09. 2014.	114
Слика 86. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 2: период 29.07. – 05.09. 2014.	114
Слика 87. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 3; период 29.07. – 05.09. 2014.	115
Слика 88. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 1: период 25.09. – 21. 10.2014.	115
Слика 89. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 2: период 25.09. – 21. 10.2014.	116
Слика 90. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 3: период 25.09. – 21. 10.2014.	116
Слика 91. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 1: период 28.10. – 30. 12. 2014.	118
Слика 92. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 2: период 28.10. – 30. 12. 2014.	118
Слика 93. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 3: период 28.10. – 30. 12. 2014.	119
Слика 94. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 1: период 12.01. – 24.04.2015.	122
Слика 95. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 2: период 12.01. – 24.04.2015.	122
Слика 96. Просечне вредности индикатора SWQI – Зона 3: период 12.01. – 24.04.2015.	123
Слика 97. Тренд концентрација укупних суспендованих материја (TSS) на низводном профилима од зоне препумпавања.	126
Слика 98. Хидрограм протицаја у реци Колубари на узводном профилима Бели Брод и испумпавања воде из копова	127
Слика 99. Матрица управљања ризицима	136

Слика 100. Рурални канализациони систем са заједничким третманом отпадних вода и испустом у водопријемник -----	161
Слика 101. Рурални канализациони систем са групним третманом отпадних вода и њеном поновном употребом -----	162
Слика 102. Концепт пречишћавања аеробним третманом са употребом воде за заливање распршивањем -----	163
Слика 103. Концепт пречишћавања на пешчаном филтру са употребом воде за наводњавање -----	163
Слика 104. Коришћење пречишћене отпадне воде за наводњавање – апсорпционо поље -----	164
Слика 105. Шема управљања водним ресурсима у концепту <i>DPSIR framework</i> ----	168
Слика 106. Економски раст (БДП) у Холандији - допринос емисији штетних материја у воде [3] -----	170
Слика 107. Економски раст (БДП) у Холандији - коришћење воде у индустрији и запосленост [3] -----	170
Слика 108. <i>Индикатори ефикасности ресурса</i> - Јавни водоводни системи у Србији [4] <i>Извор података:</i> Агенција за привредне регистре и Републички завод за статистику -----	171
Слика 109. Бруто домаћи производ (БДП) по глави становника на основу паритета куповне моћи (PPP) [4] -----	172

## Графикони

Графикон 1. Температурни услови за регион Поморавља: период 1951–2011. ....	22
Графикон 2. Оцена количина падавина за регион Поморавља: период 1951–2011. ....	23
Графикон 3. Захватање воде за потребе индустрије [2] .....	169

## Табеле

Табела 1. Европски региони груписани према пројектованим климатским променама [13] -----	25
Табела 2. Температуре (°C) у градовима Европе - праг осећаја нелагодности [13]	27
Табела 3. Повезаност изазова у области животне средине [11] -----	28
Табела 4. Индикатори квалитета површинских вода ( <i>SWQI</i> ) -----	63
Табела 5. Резултати мониторинга POPs хемикалија у површинским водама из програма Агенције за заштиту животне средине -----	73
Табела 6. Резултати мониторинга POPs хемикалија у седименту из програма Градског завода за заштиту здравља Београд -----	75
Табела 7. Статус седимента у водотоцима на територији Београда- <i>први део</i> -----	77
Табела 8. Преглед ефеката по здравље потенцијално токсичних елемената – тешких метала [38]- <i>први део</i> -----	78
Табела 9. Организација мониторинга квалитета површинских вода -----	95
Табела 10. Количине токсичних елемената – тешких метала у седименту угљенокопова (на почетку процеса препумпавања) -----	102
Табела 11. Количине токсичних елемената – тешких метала у седименту угљенокопова (при крају процеса препумпавања) -----	103
Табела 12. Детектован садржај хербицида у површинској води копова и река слива Колубаре -----	107
Табела 13. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење у прва два периода индикатором <i>Serbian Water Quality Index</i> -----	117



Табела 14. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење сва три периода индикатором <i>Serbian Water Quality Index</i> – Зона 1 -----	120
Табела 15. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење сва три периода индикатором <i>Serbian Water Quality Index</i> – Зона 2 и 3-----	121
Табела 16. Утицај препумпавања воде из копова на квалитет водопријемника: Поређење трећег и четвртог периода индикатором <i>Serbian Water Quality Index</i> – Зона 1 -----	124
Табела 17. Последице од опасности на бази пораста ендемских болести у заједници (Westrell et al., 2004)-----	139
Табела 18. Квалитативне мере вероватноће -----	141
Табела 19. Квалитативне мере последица или утицаја -----	141
Табела 20. Микробиолошки показатељи по врстама лабораторијског прегледа-	149
Табела 21. Физички и физичко хемијски показатељи по врстама лабораторијског прегледа-----	150
Табела 22. Квалитативни показатељи утицаја на здравље у односу на индикатор квалитета воде за пиће -----	154
Табела 23. Индикатор квалитета воде за пиће у погледу микробиолошке неисправности -----	154
Табела 24. Индикатор квалитета воде за пиће у погледу физичко-хемијске неисправности -----	154
Табела 25. Процент микробиолошке неисправности узорака из изворишта подземних вода и одговарајући индикатор квалитета -----	156
Табела 26. Процент физичко-хемијске неисправности узорака из изворишта подземних вода и одговарајући индикатор квалитета -----	156

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

502.51:504.5(497.11)(0.034.2)

551.583(497.11)(0.034.2)

ВОДЕ Србије у времену прилагођавања на  
климатске промене [Електронски извор] /  
[аутори Тихомир Поповић ... и др.]. -  
Београд : Министарство пољопривреде и  
заштите животне средине, Агенција за  
заштиту животне средине, 2015 (Београд :  
Енергодата). - 1 електронски диск (CD-ROM)  
; 12 cm

Системски захтеви: нису наведени. - Насл.  
са насловног екрана.

ISBN 978-86-87159-13-6

1. Поповић, Тихомир [аутор]

а) Воде - Загађење - Србија б) Климатске  
промене - Србија

COBISS.SR-ID 215374092

