

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Дејана М. Јаковљевић

**ГЕОЕКОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ  
ЗАШТИТЕ И РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ  
ТЕКУЋИХ ВОДА У ФУНКЦИЈИ  
ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА АП ВОЈВОДИНЕ**

докторска дисертација

Београд, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF GEOGRAPHY

Dejana M. Jakovljević

**GEOECOLOGICAL DETERMINANTS OF  
THE PROTECTION AND  
REVITALIZATION OF WATER COURSES  
IN THE TERMS OF THE SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF AP VOJVODINA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

Ментор:

Др Мирољуб Милинчић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Географски Факултет

Чланови комисије:

Датум одбране докторске дисертације

---

# Геоколошке детерминанте заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине

## Резиме

Основни циљ рада је утврђивање међузависности геоколошких детерминанти, као и могућности примене одговарајућих мера заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине. Примењена је специфична методологија, на основу које је анализиран квалитет воде са више аспеката и за различиту употребу. Предложен је геоколошки модел као резултат анализе геоколошких детерминанти, који се може даље разрађивати и користити за процену постојећег стања одрживог развоја АП Војводине.

Геоколошке детерминанте су анализирани са аспекта климе, хидрологије, рељефа, земљишта, живог света и социо-економске компоненте. Потврђен је њихов позитиван и негативан утицај на одрживи развој испитиваног подручја, као и њихова комплексност и међузависност. Повезаност геоколошких детерминанти огледа се у честој смени суша и поплава (поред водећих климатских, на ове појаве утичу геолошке, геоморфолошке и педолошке детерминанте), деградацији земљишта (утицај геолошких и геоморфолошких карактеристика), као и загађењу вода (осим доминантног антропогеног фактора, присутни су и климатски, геоморфолошки и педолошки утицаји). Предложени геоколошки модел, који је састављен на основу ових детерминанти и њиховог утицаја на одрживи развој се састоји из следећих компоненти: степен суше (на основу Индекса аномалија падавина, енг. Rainfall Anomaly Index – RAI), пољопривредно земљиште угрожено поплавама, укупан квалитет воде (на основу Српског индекса квалитета воде – SWQI и Canadian Water Quality Index – CWQI), квалитет воде за потребе пољопривреде (на основу Agri-food Water Quality Index – AFWQI), квалитет земљишта (на основу Soil Quality Index – SoQI), индекс биодиверзитета (на основу

Shannon–Weaver indexa) и степен развијености региона и јединица локалне самоуправе.

У циљу ублажавања, контроле и делимичног или потпуног решавања проблема негативних последица геоеколошких детерминанти, потребно је предузети читав низ мера које се могу поделити у две основне категорије: редовне и интервентне мере. У редовне спадају: техничке, правно–организационе, планско–урбанистичке мере, инструменти политике и стварање информационе основе. У интервентне се убрајају: мере за спречавање инцидентних загађења, утврђивање узрока, врсте, обима и степена угрожености, контрола ширења загађења, обавештавање корисника и забрана коришћења вода. Осим ових мера, посебну пажњу треба посветити ревитализацији водотока, односно очувању и обнављању водених екосистема. У том смислу, конкретне мере подразумевају успостављање форланда, обезбеђење аерације и ревитализацију обала.

Да би се ове мере могле применити и да би резултати геоеколошког модела били поузданији, потребан је континуиран мониторинг, као и спровођење интердисциплинарних и мултидисциплинарних истраживања и пројеката.

**Кључне речи:** геоеколошке детерминанте, загађење, мере заштите и ревитализације водотока, одрживи развој, АП Војводина

Научна област: Географија

Ужа научна област: Животна средина

УДК: 911.2:551.482(497.11)

# **Geocological determinants of the protection and revitalization of water courses in the terms of the sustainable development of AP Vojvodina**

## **Abstract**

The main aim of the study is to define the geocological determinants interdependence as well as possibility of relevant measures implementation for protection and revitalization of water courses in the terms of sustainable development of AP Vojvodina. Specific methodology, applied in the study was used for water quality analyses from many aspects and for different purposes. Geocological model was recommended as the result of geocological determinants analyses, which could be further elaborated and used for assessment of current sustainable development state of AP Vojvodina.

Geocological determinants were analyzed from the aspects of climate, hydrology, relief, soil, living organisms and social–economic components. It was confirmed their positive and negative impact on sustainable development of studied area, as well as their complexity and interdependence. Correlation of geocological determinants reflects in the frequent exchanges of droughts and floods (besides leading climate, these events are impacted by geological, geomorphological and pedological determinants), soil degradation (impact of geological and geomorphological characteristics), as well as water pollution (besides dominant anthropogenic factor, climate, geomorphology and pedology also have influence). Recommended geocological model, which is constructed on the basis of these determinants and their influence on the sustainable development consists from the following components: drought grade (based on Rainfall Anomaly Index – RAI), agricultural land threatened by floods, overall water quality (based on Serbian Water Quality Index – SWQI and Canadian Water Quality Index – CWQI), water quality for agricultural use (based on

Agri-food Water Quality Index), index of biodiversity (based on Shannon – Weaver Index) and grade of region and municipality development.

In order to mitigate, control and solve (partially or completely) problem of negative influence of geocological determinants on the sustainable development, series of measures should be undertaken. These measures could be grouped in two main categories: regular and intervention measures. Regular measures include technical, legal–organizational, urban–planning measures, policy instruments and database creation. Intervention measures include measures for inhibition of accident pollution, measures for defining cause, kind, extent and scale of engangerment, measures for control pollution dispersion, informing of users and prohibition of water use. Besides these measures it shold be pay attention to water courses revitalization, i.e. conservation and rehabilitation of aquatic ecosystems. In this regard concrete measures involve buffer establishment, aeration providing and bank revitalization.

In order to apply these measures and to gain relevant results of geocological model, continuous monitoring should be provided, as well as interdisciplinary and multidisciplinary research and project should be conducted.

**Key words:** geocological determinants, pollution, measures for protection and revitaliazation of water courses, sustainable development, AP Vojvodina.

Scientific Field: Geography

Field of Academic Expertise: Environment

UDC: 911.2:551.482(497.11)

## САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. Предмет истраживања.....	2
1.2. Проблеми истраживања.....	4
1.3. Преглед досадашњих истраживања.....	5
1.4. Циљеви и задаци.....	7
2. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА.....	8
2.1. Специфичне методе.....	9
2.1.1. Српски индекс квалитета воде (SWQI).....	9
2.1.2. Канадски индекс квалитета воде (CWQI).....	12
2.1.3. Пољопривредни индекс квалитета воде (AFWQI).....	15
2.1.4. Индекс квалитета земљишта (SoQI).....	18
2.1.5. Индекс биодиверзитета.....	21
2.1.6. Индекс аномалије падавина (RAI).....	22
3. ОСНОВНЕ ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОЈВОДИНЕ.....	23
3.1. Природни водотоци.....	23
3.1.1. Дунав.....	24
3.1.2. Тиса.....	27
3.1.3. Сава.....	29
3.1.4. Бегеј.....	37
3.1.5. Златица.....	40
3.1.6. Тамиш.....	42
3.1.7. Нера.....	45
3.1.8. Фрушкогорски потоци .....	47
3.1.9. Потоци Вршачких планина.....	51
3.1.10. Водотоци у Бачкој.....	53
3.2. Водостај.....	57
3.2.1. Дунав.....	58
3.2.2. Тиса.....	63
3.2.3. Сава.....	67
3.2.4. Бегеј.....	70



3.2.5. Златица.....	71
3.2.6. Тамиш.....	71
3.2.7. Нера.....	72
3.2.8. Фрушкогорски потоци.....	72
3.2.9. Потоци Вршачких планина.....	73
3.2.10. Криваја.....	73
3.3. Протицај.....	74
3.3.1. Дунав.....	74
3.3.2. Тиса.....	75
3.3.3. Сава.....	76
3.3.4. Тамиш и Бегеј.....	77
3.3.5. Златица.....	77
3.3.6. Фрушкогорски потоци.....	78
3.3.7. Потоци Вршачких планина.....	78
3.4. Расположиве површинске воде.....	79
3.5. Водопривредни системи.....	80
3.5.1. Сремски регионални систем.....	80
3.5.2. Новосадски регионални систем.....	81
3.5.3. Бачки регионални систем.....	81
3.5.4. Регионални систем горње Тисе.....	82
3.5.5. Јужнобанатски регионални систем.....	82
4. ГЕОЕКОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ.....	83
4.1. Климатске детерминанте.....	84
4.1.1. Температура ваздуха.....	84
4.1.2. Плувиометријски режим.....	85
4.1.3. Утицај климатских детерминанти на одрживи развој.....	87
4.2. Педолошке детерминанте.....	91
4.2.1. Утицај педолошких детерминанти на одрживи развој.....	98
4.3. Орографске детерминанте.....	100
4.3.1. Утицај орографских детерминанти на одрживи развој.....	104
4.4. Биотичке детерминанте.....	107

4.4.1. Утицај биотичких детерминанти на одрживи развој.....	108
4.5. Социо-економске детерминанте.....	109
4.5.1. Степен развијености региона и јединица локалне самоуправе.....	111
5. ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДА.....	112
5.1. Извори загађења из индустрије.....	113
5.2. Загађивање вода из насеља.....	116
5.3. Загађивање вода из саобраћаја.....	118
5.4. Загађивање воде из пољопривреде.....	118
5.5. Могућности коришћења отпадних вода у пољопривреди.....	120
6. РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ЗАГАЂИВАЊА ВОДА.....	127
6.1. Системи за пречишћавање отпадних вода.....	127
6.2. Мере за побољшање квалитета вода.....	132
6.2.1. Техничке мере.....	133
6.2.2. Правно-организационе мере.....	149
6.2.3. Планско-урбанистичке мере.....	170
6.2.4. Математички модели.....	189
6.2.5. Инструменти политике.....	194
6.2.6. Стварање информационе основе.....	197
6.2.7. Мере за спречавање акцидентних загађења.....	198
7. РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ВОДОТОКА.....	201
7.1. Установљење форланда.....	205
7.2. Обезбеђење природне аерације.....	209
7.3. Очување водених екосистема.....	212
7.4. Ревитализација обала.....	221
8. ГЕОЕКОЛОШКИ МОДЕЛ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА АП ВОЈВОДИНЕ.....	230
8.1. Индекс аномалије падавина (RAI).....	233
8.2. Пољопривредно земљиште угрожено поплавама.....	233
8.3. Укупан квалитет воде.....	234
8.4. Квалитет воде за потребе пољопривреде.....	236
8.5. Квалитет земљишта.....	237
8.6. Индекс биодиверзитета.....	239

8.7. Степен развијености региона и јединица локалне самоуправе.....	239
8.8. Геоеколошки индекс одрживог развоја.....	240
9. ЗАКЉУЧАК.....	241
СПИСАК ТАБЕЛА.....	246
СПИСАК СЛИКА.....	249
ЛИТЕРАТУРА.....	252
БИОГРАФИЈА.....	284

## 1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Проблематика заштите вода од загађивања и ревитализација водотока све више добија на значају од како је настала „водна криза“ односно све више вода бива загађено и неискористиво за водоснабдевање становништва, наводњавање и друге намене. Концепт одрживог развоја условљен је све већим притиском на природне ресурсе, при чему се посебно истичу проблеми вода<sup>1</sup>, обрадивог земљишта, хране, енергије и других аспеката животне средине. Проблем воде се може издвојити као најозбиљнији, јер је појединачно и кумулативно присутан и у осталим кризним комплексима: од воде директно зависи еколошки капацитет простора, производња хране и енергије. Заштита квалитета вода и заштита од штетног деловања вода такође постају кључни проблеми заштите животне средине. Људско друштво се у области вода налази у конфликту два супротна процеса. С једне стране, развој технологије, брзи демографски развој и урбанизација доводе до велике потрошње воде, са све строжим захтевима у погледу њеног квалитета. С друге стране, долази до све већег загађења површинских и подземних вода, па се смањује количина употребљивих вода смањује. Ови процеси су и изазвали поменути „водну кризу“. Може се рећи да је човечанство доста нагло и неприпремљено прешло из фазе водног изобиља, када се вода сматрала јавним добром у фазу када је вода постала роба која има све већу цену (Милинчић, 2009).

Такође је сагледана чињеница да је регулација водотока довела до нежељених последица по питању квалитета и квантитета водних ресурса, па се све више намеће потреба њихове ренатурализације и ревитализације. То је

<sup>1</sup> По дуготрајности деловања и степену интензивности спрега, односно зависности од услова средине и утицаја на њу, валоризацији водних потенцијала припада посебно место. Савремени услови антропопресије и еколошке осетљивости све више условљавају потребу уважавања комплексних геоеколошких аспеката, тј. међусобних односа и интеракција природне основе, водних ресурса и људског друштва. Зависност друштвених система од водних потенцијала је константна. Квантитативно и квалитативно обезбеђење довољних водних ресурса је хронолошки најтрајнија и хоролошки све присутнија, а вероватно и најзначајнија детерминанта формирања базе свекупних геоеколошких процеса.

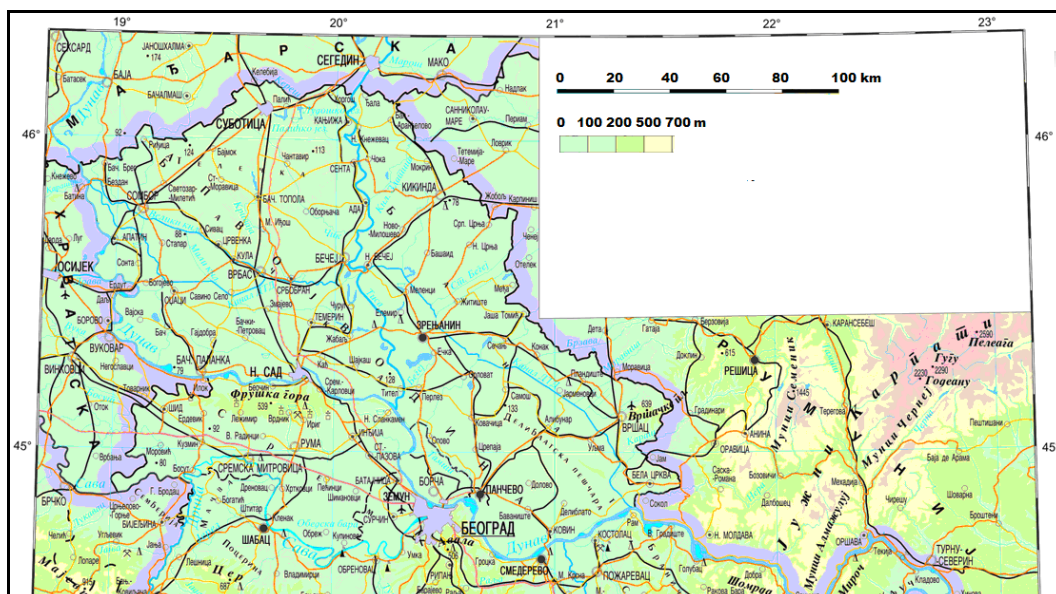
резултирало низом публикација, пројеката и решења за оба проблема, при чему је ревитализација и ренатурализација водотока у Србији тек у повоју.

## 1.1. Предмет истраживања

Предмет истраживања ове дисертације је анализа међусобних односа и веза геоеколошких детерминанти заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја<sup>2</sup> АП Војводине. На основу многобројних „научних” поставки често се наглашава да је водни потенцијал АП Војводине „неискоришћена шанса” и „компаративна предност” са „неограниченим могућностима” и слично. Међутим, инвентаризација и вредновање основних геоеколошких елемената и фактора животне средине упућују на опрез. Заправо, ради се о све напрегнутијем систему (појединачно и кумулативно) геоеколошких детерминанти, на једној страни, и стања и могућности валоризације овог ресурса, на другој страни. Зато се проблем уважавања геоеколошког комплекса у функцији трајне одрживе валоризације водног потенцијала, посебно оног везаног за текуће воде, намеће као императив. (Милинчић, 2009; Милинчић и др, 2013)

Просторни оквир (Слика 1) истраживања детерминисан је административним границама АП Војводине (АПВ), површине 21.506 km<sup>2</sup>, у границама од 20.07.1955. године. Обједињује делове четири регије: Банат (најпространији), Бачка (најнасељенија), Срем (најшумовитији) и 120 km<sup>2</sup> крајњег северног дела Мачве. Захвата северни део Србије, односно југоисточни (најнижи) и најплоднији део Панонске низије, простор сустицања великих река - Дунав, Сава, Тиса и Тамиш (хидрографски чвор Европе) и обиља транзитних вода (173 km<sup>3</sup>/год) (Микић, 2009).

<sup>2</sup> Иако су проблеми ове природе врло стари сам појам је скован тек 1987. године – извештај “Брутланд комисије” - “*Our Common Future*” (“Наша заједничка будућност”). И поред тога за само две деценије овај појам је дубоко изменио теорију и праксу најразличитијих друштвених, природних и хуманистичких дисциплина. Међутим, и поред тога он још увек није добио општеприхваћено тумачење, а редефиниције и реинтерпретације су честа појава.



Слика 1. АП Војводина (на основу Карте Србије 1:2 000 000)

У раду ће бити дате основне хидролошке карактеристике АП Војводине (природни водотоци, водни режим, водни биланс, регулисање водотока и водoprивредни системи) и анализирани геоеколошки фактори који утичу на водне екосистеме (климатски, педолошки, орографски, биотички, социо–економски и др). Такође, биће анализирано стање квалитета вода на основу општих физичко–хемијских показатеља (условљених геолошким и хидрографским карактеристикама терена, параметри који указују на трофичност стања, параметри ацидитета), специфичних неорганских полутаната (бакар, кадмијум, хром, жива, олово, цинк и никал), специфичних органских полутаната (полициклични ароматични угљоводоници, пестициди, волатилни полутанти (органохлорне компоненте, бензен, толуол, етилбензен и ксилени), биолошких карактеристика (акватични организми као индикатори загађења вода); категоризација квалитета вода на основу Уредбе о категоризацији водотока. Биће анализиран утицај загађивача (насеља, индустрије, пољопривреде, саобраћаја), перманентна и хаваријска загађења, као и могућности коришћења отпадних вода у пољопривреди.

Анализираће се мере које се свде на пречишћавање отпадних вода (примарно, секундарно и терцијарно пречишћавање), рецикулацију и поновно коришћење вода, измене у технолошком процесу производње и структури

производа, разблаживање, задржавање и дислокацију отпадних вода, чишћење водотока, техничке, правно – организационе и планско урбанистичке мере, као и економија решавања проблема загађења. Анализе ће обухватити проблеме који се односе на ревитализацију водотока (установљење форланда, обезбеђење природне аерације и ревитализација обала). Сви анализирани елементи биће у складу са Оквирном директивом о води, званичним документом ЕУ, чији је основни задатак постизање доброг еколошког статуса.

## 1.2. Проблеми истраживања

У Војводини је уочљив проблем временске и просторне неравномерности у расподели вода и формираних потреба. Током поводња отекне већи део укупних годишњих вода, а затим наступе дуги, понекад и вишегодишњи, периоди маловођа. Водом су најсиромашнија управо најнасељенија подручја, са агро–еколошки најквалитетнијим земљишним ресурсима, у којима се специфични отицаји смањују на само око  $2 \text{ l/s km}^2$ , па и мање од тога (у северној Бачкој мање од  $1 \text{ l/s km}^2$ ) (Ђорђевић, 1996; Ђорђевић, 1997). Недостатак домицилних вода може довести до проблема у реализацији функције водопривредних система. Транзитне воде које долазе у Србију су значајне и морају се користити, али се јављају следећи проблеми: 1) проблем квалитета, на који се не може утицати, нити се могу самопречишћавати и усклађивати са захтеваним стањем квалитета, тако да су неке транзитне воде (из Мађарске и Румуније) у појединим периодима године практично неупотребљиве за било какво коришћење (банатски водотоци, Тиса); 2) на тим рекама су веома изражена маловођа тако да воде нема управо онда када је најпотребнија; 3) због изграђених хидротехничких система у узводним земљама, водни режими транзитних река постају све неповољанији: велике воде расту, због градње насипа и искључивања инундација, па се и даље јављају поплаве које су чак и увећане на територији Бачке и Баната, док се мале воде све више смањују, због све већег захватања за узводне мелиорационе системе. Из тога се може закључити да ситуација ни са транзитним водама није охрабрујућа, када се сагледају дугорочније потребе за водом које се морају подмиривати из међународних река. Типичан пример је Тиса, у којој протоци у маловођу спадају на само око  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ситуација ни са Дунавом није

охрабрујућа, јер се протоци код Бездана спуштају на само око 800 m<sup>3</sup>/s, са тенденцијом даљег смањивања (Ђорђевић, 1996; Ђорђевић, 1997).

### 1.3. Преглед досадашњих истраживања

Постоји велики број студија и пројеката који се баве заштитом и коришћењем вода. Међутим, тек почетком 90-их година XX века ови проблеми се доводе у везу са одрживим развојем. Ову проблематику посебно третира „Оквирна директива о води” (2000) ЕУ, са низом поддиректива и анекса, којима је основни задатак „постизање доброг еколошког статуса”. С обзиром да се документ односи на земље чланице ЕУ, као и остале државе у сливу Дунава, то је и Србија укључена у овај значајни међународни пројекат. Други важан документ, који је усаглашен са Оквирном директивом о води, је The Danube River Basin District (2009), ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), који даје низ мера и препорука за постизање основног циља директиве, које се могу применити на сваку земљу појединачно.

Проблемом заштите и коришћења вода са становишта одрживог развоја у Србији бави се већи број аутора:

- Бранислав Ђорђевић у радовима *Коришћење и заштита вода као обновљивог ресурса* (1996) и *Стање вода и водопривредне инфраструктуре Србије као компоненте одрживог развоја* (1997), у којима се осим анализе постојећег стања наводе решења која су се користила или ће се користити да би се задовољиле потребе за водом, а то су грађење сложених водопривредних система и повећање протока малих вода, искључиво ради заштите угрожених водних екосистема.

- Драгољуб Продановић у монографији *Екологија и заштита воде од загађења* (1998) даје основна знања из екологије воде и заштите воде од загађења, истичући и улогу есенцијалних микроелемената значајних за развој и опстанак живих бића, као и решавање проблема пречишћавања загађених вода.

- Мирољуб Милинчић, у монографији *Изворишта површинских вода Србије – еколошка ограничења и ревитализација насеља* (2009) истиче проблем водних ресурса као незаобилазне компоненте биолошког, еколошког и социјалног развоја, њихово обезбеђење кроз хидротехничке радове и акумулационе басене, бројне позитивне и негативне факторе који прате овакве интервенције, као и



значај ревитализације насеобинских и свеукупних економско–географских структура у циљу адекватније прерасподеле богатства и моћи.

- Небојша Вељковић, у монографији *Индикатори одрживог развоја и управљање водним ресурсима* (2006) анализира следеће индикаторе: узрок (пораст броја становника прикључен на водоводне и канализационе системе, индустријска и пољопривредна производња), притисак (коришћење воде у индустрији, пољопривреди, домаћимству), стање (квалитет и количина водних ресурса), утицај (несташица и лош квалитет воде за пиће, проценат становништва прикључен на канализацију и постројења за пречишћавање отпадних вода) и реакцију (мере, инвестиције и друге реакције на промене стања животне средине).

Проблемима водоснабдевања АП Војводине бавили су се и следећи аутори: Павле Томић у докторској дисертацији *Водоснабдевање индустрије и насеља у САП Војводини* (1977), Павле Божић и Душан Стејин у монографији *Регионално снабдевање водом Фрушке Горе* (1976), Милан Кошћал и Љубомир Менковић у чланку *Природно стање Делиблатске пешчаре и могућност коришћења изворишта за водоснабдевање* (1994), Васа Поповић у књизи *Развој водопривреде на подручју Новог Бечеја: у периоду од 1845. до 1995. године*, Саша Вукоје у књизи *Водоснабдевање Зрењанина: (јуче, данас, сутра)* (2001), Никита Андрејев и др. у монографији *Воде Дунава и развој водопривреде у апатинском и сомборском Подунављу* (2004), Бојан Хајдин у докторској дисертацији *Управљање ресурсима подземне воде северне Бачке* (2013)

Планови за водоснабдевање АП Војводине могу се целовито сагледати кроз два стратешка документа: *Просторни план Републике Србије* и *Водопривредна основа Републике Србије*. Проблемима водоснабдевања Војводине баве се различити пројекти:

*Претходна студија изводљивости регионалног водоводног система Дубовац – Зрењанин – Кикинда*, Студија изводљивости *Одржива решења на унапређењу квалитета вода за пиће са повишеним садржајем у три војвођанска региона*, Студија *Алтернативна решења водоснабдевања становништва и индустрије у Војводини – Књига 1: Резултати теренских и лабораторијских истраживања на сектору Месарске ливаде – Апатин –Буџак; Књига 2: Потенцијална изворишта на сектору Месарске ливаде – Апатин – Буџак*, Студија *Алтернативна решења*

*водоснабдевања становништва и индустрије у Војводини - Истраживања потенцијалних изворишта подземних вода на сектору Ковин – Дубовац и Дубовац – Банатска Паланка (Институт за водопривреду „Јарослав Черни”)*

#### **1.4. Циљеви и задаци**

Основни циљ истраживања је постављање научно релевантних, теоријско-методолошко исправних и апликативно прихватљивих основа вредновања геоеколошких детерминанти заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја. У даљем поступку циљ се фокусира на конкретизацију и проверу модела на примеру АП Војводине. Пре свега, треба изнаћи најрелевантније геоеколошке везе и односе, а затим конципирати модел који омогућава тестирање геоеколошких детерминанти у функцији одрживог развоја АП Војводине. Низ поступака, од инвентаризације и систематизације према анализи и просторној синтези, треба да омогући детерминацију оних фактора геоеколошког система са реално најзначајнијим функционалним везама и утицајем на одрживи развој АП Војводине. Да би се ово постигло потребно је да се схвате везе између многобројних чинилаца елемената животне средине који утичу на свеобухватно стање природних токова и канала; да се утврди затечено стање сходно Оквирној директиви о води ЕУ, да се предложи методе за елиминацију или смањење загађења у природним токовима и каналима и на тај начин испунио основни циљ Оквирне директиве о води, „постизање доброг статуса“.

Задаци истраживања проистичу из унапред утврђеног предметног и просторног оквира проучавања и строго научно проверених чињеница из литературе, затим статистичких и катастарских извора као и међународних препорука и искустава (УН, ЕУ) и увида у стање на територији АП Војводине. На основу анализе постојећег стања, са еколошког и економског аспекта, намеће се као основни задатак заштита токова и канала од загађивања. То ће се постићи престанком или контролисаним испуштањем загађених отпадних вода у природне токове и канале (најзначајнији загађивачи морају да изграде системе за примарно пречишћавање отпадних вода). После отклањања узрока потребно је приступити санацији и чишћењу свега онога што се у последњих педесетак година испуштало у природне токове и канале.

## 2. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА

Ширина и дубина назначених мултидисциплинарних категорија и њихова научна обрада захтева интегрисање и трансфер знања и поступака просторних, еколошких, природних и хуманистичких дисциплина. Методологија рада је у сагласности са предметом, задацима и циљевима истраживања.

Главна хипотеза од које се полази у раду је да под антропогеним утицајима долази до убрзане деградације свих елемената животне средине, посебно водних ресурса. С друге стране, процеси на заштити, ревитализацији и ренатурализацији одвијају се знатно спорије или су још увек само у сфери академских елаборација. Управо је због тога створена ситуација да се у кратком временском периоду мора убрзано приступити овом проблему чије решење је нужно по цену великих материјалних, просторних, еколошких, организационих и других губитака и ограничења.

У раду ће се користити различите методе истраживања, како теренске, тако и кабинетске. Методе које ће се примењивати на терену су: метод анализе елемената животне средине, методе за воду и акватичне биљке, метод опажања. Од кабинетских метода рада могу се издвојити: анализа и синтеза елемената животне средине, проучавање постојеће литературе, дескриптивна метода, математичко–статистичка обрада података и ГИС као технологија обраде просторних података. Мултидисциплинарност теме обрадиће се уз коришћење општих гносеолошких метода, затим општих и посебних научних метода, геоеколошких, еколошко-географских, физичко-географских, еколошких, статистичких, картографских, хемијских и биолошких метода.

Осим ових метода које се користе и у другим наукама, геоекологија користи и сопствене методе као што су теледетекционе методе, методе оцене и валоризације животне средине и геоеколошке прогнозе (Црногорац и Спахић, 2012). У садашње време, за комплексну студију утицаја природних и антропогених фактора на компоненте животне средине, већа ефикасност се постиже коришћењем синтезе метода еколошких и геолошких дисциплина (Kuz'mina, 2010).

На темељу анализе, дедукције, конкретизације и спецификације рашчланиће се све релевантне чињенице, а затим синтезом, генерализацијом, индукцијом и апстракцијом исте објединити у јединствену целину.

Емпиријска фаза је почетна фаза истраживања значајна приликом прикупљања података на терену, статистичким базама и у лабораторијама. Извор података су објављени радови, елаборати, студије, пројекти и остала релевантна литература у овој области. Класификацијом података и обрадом материјала, који укључује и картографску, графичку и фотографску подлогу, подразумева и њихову шематско-картографску презентацију. Методом генерализације у завршној фази рада, потребно је путем судова, аналогije, компарације и закључака, потврдити или одбацити постављену хипотезу.

## **2.1. Специфичне методе**

У раду су коришћене специфичне методе: Индекси квалитета воде (Serbian Water Quality Index – SWQI, Canadian Water Quality Index – CWQI и Agri-Food Water Quality Index – AFWQI), Индекс квалитета земљишта (Soil Quality Index – SoQI), Индекс биодиверзитета (Shannon–Weaver Index) и Индекс аномалије падавина (Rainfall Anomaly Index – RAI). Ове методе су коришћене за одређивање геоеколошког модела, као показатеља одрживог развоја АП Војводине.

### **2.1.1. Српски индекс квалитета воде (SWQI)**

Српски индекс квалитета воде (SWQI) је индикатор животне средине, развијен од стране Агенције за животну средину Републике Србије, заснован на методи Water Quality Index (Development of a Water Quality Index, Scottish Development Department, Engineering Division, 1976). SWQI методологија користи десет параметара квалитета: засићеност кисеоником, Биолошка потрошња кисеоника (БПК<sub>5</sub>), амонијум јон, рН, укупни оксиди азота, ортофосфати, суспендоване материје, температура, електропроводљивост и највероватнији број колиформних бактерија (E. Coli/MPN). Сваки од ових параметара има вредност  $q_i$  и тежинску јединицу  $w_i$  (Живковић и др., 2011). SWQI се рачуна као сума  $q_i \times w_i$

(Табела 1 и Табела 2). За сваки SWQI опсег одређен је дескриптивни индикатор квалитета у распону од: врло лош (0–38), лош (39–71), добар (72–83), врло добар (84–89) и одличан (90–100).

*Табела 1. SWQI параметри и  $q_i \times w_i$  максималне вредности*

<b>Параметар (јединица)</b>	<b>Максимална вредност <math>q_i \times w_i</math></b>
Засићеност кисеоником (%)	18
БПК <sub>5</sub> (mg/l)	15
Амонијум јон (mg/l)	12
pH	9
Укупни оксиди азота (mg/l)	8
Ортофосфати (mg/l)	8
Суспендоване материје (mg/l)	7
Температура (°C)	5
Електропроводљивост (μS/cm)	6
E. Coli (MNP/100 ml)	12
$\sum q_i \times w_i = SWQI$	100

Извор података: Вељковић и др., 2008

Као што се може приметити већина ових параметара је изражена у различитим јединицама. Предност овог индекса је у могућности поређења великог броја параметара без обзира на различите мерне јединице, као и свођење њихових вредности на један број. SWQI је примењиван самостално и у комбинацији са другим методама за процену квалитета воде у Србији: (Дунава, Саве, Дрине, Колубаре, Хидросистема Дунав–Тиса–Дунав, десних притока Дунава низводно од ушћа Велике Мораве) у периоду 2001–2006. (Veljković et al., 2008), акумулације Гружа у периоду 2003–2010. (Stefanović et al., 2012), акумулације Барје у периоду 2005–2009, (Takić et al., 2011), Саве у периоду 2004 – 2011 (Bjelajac et al., 2013), Тимока и његових притока у периоду 1990 – 2009 (Милијашевић, 2014), Дунава за 2010. годину (Walker et al., 2015).

Табела 2. Одређивање вредности  $q_i$  и  $w_i$  на основу одабраних параметара

Квалитет воде ( $q_i$ и $w_i$ )	Засићеност кисеоником (% сатурације)		БПК <sub>5</sub> (mg/l)		Амонијак (mg/l, N)		Бактерије E.coli (coli/100ml)		Сусп. матер. (mg/l)
18	93-109								
17	88-92	110-119							
16	85-87	120-129							
15	81-84	130-134	0	0,9					
14	78-80	135-139	1,0	1,9					
13	75-77	140-144	2,0	2,4					
12	72-74	145-154	2,5	2,9	0	0,09	0	249	
11	69-71	155-164	3,0	3,4	0,10	0,14	250	999	
10	66-68	165-179	3,5	3,9	0,15	0,19	1000	3999	
9	63-65	180 +	4,0	4,4	0,20	0,24	4000	7999	
8	59-62		4,5	4,9	0,25	0,29	8000	14999	
7	55-58		5,0	5,4	0,30	0,39	15000	24999	0-9
6	50-54		5,5	6,1	0,40	0,49	25000	44999	10-14
5	45-49		6,2	6,9	0,50	0,59	45000	79999	15-19
4	40-44		7,0	7,9	0,60	0,99	80000	139999	20-29
3	35-39		8,0	8,9	1,00	1,99	140000	249999	30-44
2	25-34		9,0	9,9	2,00	3,99	250000	429999	45-64
1	10-24		10,0	14,9	4,00	9,99	430000	749999	65-119
0	0-9		15,0+		10,00+		750000+		120+
Квалитет воде ( $q_i$ и $w_i$ )	pH		Укупни оксиди азота (mg/l, N)		Фосфат (Ортофосфат) (mg/l, P)		Електро- проводљивост T ( $\mu$ S/cm)		Темпера- тура (°C)
9	6,5-7,9								
8	6,0-6,4	8,0-8,4	0	0,49	0	0,029			
7	5,8-5,9	8,5-8,7	0,5	1,49	0,03	0,059			
6	5,6-5,7	8,8-8,9	1,5	2,49	1,06	0,099	0-49	50-188	
5	5,4-5,5	9,0-9,1	2,5	3,49	0,10	0,129	189	190-239	0-17,4
4	5,2-5,3	9,2-9,4	3,5	4,49	0,13	0,179	240	289	17,5-19,4
3	5,0-5,1	9,5-9,9	4,5	5,49	0,18	0,219	290	379	19,5-21,4
2	4,5-4,9	10,0-10,4	5,5	6,99	0,22	0,279	380	539	21,5-22,9
1	3,5-4,4	10,5-11,4	7,0	9,99	0,28	0,369	540	839	23,0-24,9
0	0-3,4	11,5-14	10,00+		0,370+		810+		25+

Извор: Scottish Development Department, 1976

Главно ограничење за SWQI је релативно мали број параметара. Изабрани параметри дају информацију о органском оптерећењу, али не и о загађењу тешким металима. Такође, SWQI се може израчунати чак и у случају да недостају неки параметри. То практично значи да се SWQI може израчунати на основу само једног параметра, што умањује поузданост добијених резултата (Јаковљевић, 2012).

### 2.1.2. Канадски индекс квалитета воде (CWQI)

Канадски индекс квалитета воде (CWQI) је развијен од стране Canadian Council of Ministers of the Environment и заснован је на Water quality index методологији (British Columbia, 1995). CWQI методологија користи следеће параметре: температура, електропроводљивост, боја, мутноћа, растворени кисеоник, pH, алкалитет (укупан алкалитет), калцијум (Ca), натријум (Na), магнезијум (Mg), калијум (K), сулфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), хлориди (Cl), флуориди (F), растворени органски угљеник, фосфор (P), нитрати, нитрити ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ), азот (N), силицијум диоксид ( $\text{SiO}_2$ ), алуминијум (Al), арсен (As), баријум (Ba), берилијум (Be), кадмијум (Cd), кобалт (Co), хром (Cr), бакар (Cu), гвожђе (Fe), жива (Hg), литијум (Li), манган (Mn), молибден (Mo), никал (Ni), олово (Pb), селен (Se), стронцијум (Sr), ванадијум (V), цинк (Z). За већину ових параметара дефинисане су доње и/или горње границе, односно циљеви (Табела 3) и њихове вредности треба да буду у оквиру ових граница.

Табела 3. CWQI параметри

Параметри	Јединице	Укупан		За пиће		Водени организми		Рекреација		Наводњавање		Домаће животиње	
		Доња	Горња	Доња	Горња	Доња	Горња	Доња	Горња	Доња	Горња	Доња	Горња
Боја	TCU		15		15								15
Мутноћа	NTU		1		1								
DO	mg/l	9,5				9,5							
pH		6,5	8,5	6,5	8,5	6,5	9	5	9				
Ca	mg/l		1000										1000
Na	mg/l		200		200								
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l		500		500								1000
Cl <sup>-</sup>	mg/l		110		250					110			
F <sup>-</sup>	mg/l		1		1,5		1,2			1			1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l		100										100
Al	mg/l		0,005				0,005			5			5
As	mg/l		0,005		0,025		0,005			0,1			0,025
Ba	mg/l		1		1								
Cd	mg/l		0,005		0,005					0,0051			0,08
Cr	mg/l		0,001		0,05		0,001			0,0049			0,05
Cu	mg/l		0,002		1		0,002			0,2			0,5
Fe	mg/l		0,3		0,3		0,3			5			
Hg	µg/l		0,003		1		0,1						0,003
Mn	mg/l		0,05		0,05					0,2			
Mo	mg/l		0,073				0,073						
Ni	mg/l		0,025				0,025			0,2			1
Pb	mg/l		0,001		0,01		0,001			0,02			0,05
Zn	mg/l		0,03		5		0,03			1			50

Извор: <http://www.env.gov.nl.ca/env/waterres/quality/background/cwqi.html#1>



CWQI је заснован на три атрибута квалитета воде који се односе на циљеве квалитета воде:

Опсег ( $F_1$ ): Колики број? – Број променљивих које не испуњавају циљеве у најмање једном узорку током посматрања у односу на укупан број мерених променљивих („погрешне променљиве“):

$$F_1 = \left( \frac{\text{Број погрешних променљивих}}{\text{Укупан број променљивих}} \right) \times 100$$

Фреквенција ( $F_2$ ): Колико често? – Број појединачних мерења која не испуњавају циљеве у односу на укупан број мерења у свим узорцима, за време посматраног периода („погрешни тестови“):

$$F_2 = \left( \frac{\text{Број погрешних тестова}}{\text{Укупан број тестова}} \right) \times 100$$

Амплитуда ( $F_3$ ): Која количина? – Укупна сума код које вредности погрешних тестова не испуњавају циљеве.  $F_3$  се рачуна у три корака:

Број пута код којих је појединачна концентрација већа (или мања кад је циљ минимум), циљ се назива „одступање“ (“excursion”). Кад вредност теста не сме прећи циљ:

$$excursion_i = \left( \frac{\text{Погрешна вредност теста }_i}{\text{Циљ }_j} \right) - 1$$

За случајеве у којима вредност теста не сме бити испод циља:

$$excursion_i = \left( \frac{\text{Циљ }_i}{\text{Погрешна вредност теста }_j} \right) - 1$$

Укупна сума код које су појединачни тестови ван сагласности се рачуна сабирањем одступања појединачних тестова од циљева и дељењем укупним бројем тестова (и оних који испуњавају и оних који не испуњавају циљеве). Ова променљива, означена као нормална сума одступања, или *nse* се рачуна као:

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n excursion_i}{број\ местова}$$

$F_3$  се затим рачуна као асимптотска функција која мери нормалну суму одступања од циљева  $nse$  да би се добио опсег између 1 и 100.

$$F_3 = \left( \frac{nse}{0,01nse + 0,01} \right)$$

Када се добију ова три фактора, индекс се рачуна по следећој формули:

$$CWQI = 100 - \left( \frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1,732} \right)$$

За сваки CWQI опсег одређен је индикатор квалитета у распону од: лош (0–44), маргиналан (45–64), просечан (65–79), добар (80–94) и одличан (95–100). Поред укупног квалитета воде, CWQI даје информације о квалитету воде за различите сврхе: станиште за водене организме, пијаћа вода, рекреација, наводњавање и вода за домаће животиње (Cash et al, 2005).

### 2.1.3. Пољопривредни индекс квалитета воде (AFWQI)

Пољопривредни индекс квалитета воде (AFWQI), као и CWQI је развијен од стране Canadian Council of Ministers of the Environment и заснован је на Water quality index методологији (British Columbia, 1995). AFWQI методологија користи следеће параметре: алдикарб, алдрин и диелдрин, алуминијум (Al), арсен (As), атразин, азинофос–метил, бендиокарб, берилијум (Be), бор (B), бромацил, бромоксинил, кадмијум (Cd), калцијум (Ca), каптан, карбарил, карбофуран, хлорат, хлордан, хлорид (Cl<sup>-</sup>), хлор (Cl), 1,2-дихлоретан, 1,1,2-трихлоретан (TCE), хлороталонил, хлорпирифос, хром (Cr), тровалентни хром (Cr(III)), хексавалентни хром (Cr(VI)), кобалт (Co), фекални колиформи (E.coli), укупни колиформи, боја, бакар (Cu), цијаназин, цијанобактерије (модро-зелене алге), ДДТ (1.1.1-трихлоретан, дихлоро-дифенил-трихлоретан), делтаметрин, диазинон, дибромохлорметан, дикамба, дихлоробромметан, дихлорометан (метилен-хлорид), диклофоп-метил, диизопропаноламин (ДИПА), диметоат, диносеб, дикват, диурон, ЕН<sub>(W10-19)</sub>, ендрин, етилбензен, флуориди (F), глифосат,

хептахлор (хептахлор-епоксид), хексахлорбензен, гвожђе (Fe), линдан (хексахлороциклохексан), линурон, литијум (Li), малатион, манган (Mn), МСРА (2 метил 4хлорофеноксиацетатна киселина), жива (Hg), метоксихлор, метил терцијарни бутил етер (МТВЕ), метолахлор, метрибузин, молибден (Mo), монохлорометан (метил-хлорид), никал (Ni), нитрати (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), нитрати+нитрити (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), нитрити (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), паракват (дихлорид), паратион, рН, феноли (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O), фенокси-хербициди, фонат, пиклорам, полихлоровани бифенили (PCB), селен (Se), симазин, специфична проводљивост, сулфолан, сулфати, тебутиурон, темефос, тербуфос, тетрахлорометан (угљеник тетрахлорид), толуен, укупне растворене соли (TDS), токсафен, триалат, трибромметан (бромформ), трибутилтин, трихлорметан (хлороформ), трициклохексилтин, трифлуралин, трифенилтин, уран (U), ванадијум (V), V<sub>H(W6-10)</sub>, цинк (Zn). Помоћу ових параметара одређује се квалитет воде за наводњавање и за домаће животиње. За већину параметара одређене су горње границе, односно циљеви, чије су вредности приказане у Табели 4.

Табела 4. AFWQI параметри

Параметар	Јединица	Граница за наводњавање	Граница за домаће животиње
Алдикарб	µg/l	54,9	11
Al	µg/l	5000	5000
As	µg/l	100	25
Атразин	µg/l	10	5
Be	µg/l	100	100
B	µg/l	6000	5000
Бромацил	µg/l	0,2	1100
Бромксинил	µg/l	0,33	11
Cd	µg/l	5,1	80
Ca	µg/l		1000000
Каптан	µg/l		13
Карбарил	µg/l		1100
Карбофуран	µg/l		45
Cl <sup>-</sup>	µg/l	700000	
1,2-Дихлоретан	µg/l		5
ТСЕ	µg/l		50
Хлороталонил	µg/l	5,8	170
Хлорпирифос	µg/l		24
Cr(III)	µg/l	4,9	50
Cr(VI)	µg/l	8	50
Co	µg/l	50	1000
E. coli	y 100 ml	100	
Укупни Колиформи	y 100 ml	1000	
Cu	µg/l	1000	5000

Цијаназин	µg/l	0,5	10
Делтаметрин	µg/l		2,5
Дибромохлорметан	µg/l		100
Дикамба	µg/l	0,006	122
Дихлоробромметан	µg/l		100
Дихлорометан	µg/l		50
Диклофоп-метил	µg/l	0,18	9
DIPA	µg/l	2000	
Диметоат	µg/l		3
Диносеб	µg/l	16	150
Етилбензен	µg/l		2,4
F	µg/l	1000	2000
Глифосат	µg/l		280
Хексахлоробензен	µg/l		0,52
Fe	µg/l	5000	
Линдан	µg/l		4
Линурон	µg/l	0,071	
Li	µg/l	2500	
Mn	µg/l	200	
МСПА	µg/l	0,025	25
Hg	µg/l		3
Метолахлор	µg/l	28	50
Метрибузин	µg/l	0,5	80
Mo	µg/l	50	500
Ni	µg/l	200	1000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	µg/l		100000
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	µg/l		10000
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	µg/l		2
Феноксид-хербициди	µg/l		100
Пиклорам	µg/l		190
Se	µg/l	50	50
Симазин	µg/l	0,5	10
Сулфолан	µg/l	500	
Сульфати	µg/l		1000000
Тебутиурон	µg/l	0,27	130
Тетрахлорометан	µg/l		5
Толуен	µg/l		24
TDS	µg/l	3500000	3000000
Триалат	µg/l		230
Трибромметан	µg/l		100
Трибутилтин	µg/l		250
Трихлорметан	µg/l		100
Трициклохексилтин	µg/l		250
Трифлуралин	µg/l		45
Трифенилтин	µg/l		820
U	µg/l	10	200
V	µg/l	100	100
Zn	µg/l	5000	50000

Извор: <http://www.env.gov.nl.ca/env/waterres/quality/background/afwqi.html>

AFWQI се израчунава на исти начин као CWQI, а границе рангирања квалитета воде се у мањој мери разликују: лош (0–44), маргиналан (45–64), просечан (65–79), добар (80–88), врло добар (89–94) и одличан (95–100) (Khan, 2008). Оба ова индекса имају и исти недостатак: за поједине параметре нису дефинисане границе у којима треба да буду, па се као такви не могу користити за оцењивање квалитета воде, без обзира што постоје подаци о њиховим вредностима.

#### **2.1.4. Индекс квалитета земљишта (SoQI)**

Индекс квалитета земљишта (SoQI) је као и претходна два описана индекса (CWQI и AFWQI) развијен од стране Canadian Council of Ministers of the Environment. Као индикатори квалитета односно контаминираности земљишта користе се следећи параметри: арсен-неоргански (As), баријум (Ba), бензен, бензо[а]пирен, кадмијум (Cd), укупни хром (Cr), хексавалентни хром (Cr(VI)), бакар (Cu), цијанид (слободан), ДДТ (укупан), диизопропаноламин, етилбензен, етилен гликол, олово (Pb), жива-неорганска (Hg), нафтаген, никал (Ni), нонилфенол и његови етоксилати, пентахлорфенол, нафтни угљоводоници F1 (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>), нафтни угљоводоници F2 (>C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub>), нафтни угљоводоници F3 (>C<sub>16</sub>-C<sub>34</sub>), нафтни угљоводоници F4 (>C<sub>34</sub>-C<sub>50+</sub>), феноли, полихлоровани бифенили (PCBs), полихлоровани дибензо-п-диоксини/дибензофуран (PCCD/Fs), селен (Se), сулфолан, тетрахлоретилен, талијум (Tl), толуен, трихлоретилен, ванадијум (V), ксилени, цинк (Zn), проводљивост, рН, коефицијент адсорпције натријума, антимон (Sb), берилијум (Be), бор растворен у врелој води (B), кобалт (Co), флуориди укупни (F), молибден (Mo), сребро (Ag), сумпор елементарни (S), калај (Sn), хлорбензен, 1,2 дихлорбензен, 1,3 дихлорбензен, 1,4 дихлорбензен, стирен, хлорофеноли, нехлоровани феноли, бензо[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, дибензо[а,h]антрацен, индено[1,2,3-с,d]пирен, фенантрен, пирен, хлоровани алифатици, хлорбензени, хексахлорбензен, хексахлорциклохексан, нехлоровани алифатици, фтални кисели естри, квинолин, тиофен. За већину ових параметара одређене су горње граничне вредности за пољопривредну, комерцијалну, индустријску и стамбену сврху (Табела 5).

Табела 5. SoQI параметри

Параметар	Јединица	Граница за			
		пољопривреду	комерцијалну употребу	индустрију	стамбену изградњу
As неоргански	mg/kg	12	12	12	12
Ba	mg/kg	750	2000	2000	500
Бензен	mg/kg	0,0095-0,01	0,03	0,03	0,0095-0,01
Бензо[а]пирен	mg/kg	0,1	0,7	0,7	0,7
Cd	mg/kg	1,4	22	22	10
Укупан Cr	mg/kg	64	87	87	64
Cr(VI)	mg/kg	0,4	1,4	1,4	0,4
Cu	mg/kg	63	91	91	63
Цијанид (слободан)	mg/kg	0,9	8	8	0,9
ДДТ (укупан)	mg/kg	0,7	12	12	0,7
Диизопропаноламин	mg/kg	180	180	180	180
Етилбензен	mg/kg	0,082	0,082	0,082	0,082
Етилен гликол	mg/kg	960	960	960	960
Pb	mg/kg	70	260	600	140
Hg (неорганска)	mg/kg	6,6	24	50	6,6
Нафтаген	mg/kg	0,1	22	22	0,6
Ni	mg/kg	50	50	50	50
Нонилфенол и његови етоксилати	mg/kg	5,7	14	14	5,7
Пентахлорфенол	mg/kg	7,6	7,6	7,6	7,6
Нафтни Угљоводоници F1 (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	mg/kg	130-200	230	230	30-40
Нафтни Угљоводоници F2 (>C <sub>10</sub> -C <sub>16</sub> )	mg/kg	150	150	150	150
Нафтни Угљоводоници F3 (>C <sub>16</sub> -C <sub>34</sub> )	mg/kg	400-2500	1700-3500	1700-3500	400-2500
Нафтни Угљоводоници F4 (>C <sub>34</sub> -C <sub>50+</sub> )	mg/kg	2800-10000	3300-10000	3300-10000	2800-10000
Феноли	mg/kg	3,8	3,8	3,8	3,8
PCBs	mg/kg	0,5	33	33	1,3
PCDD/Fs	ngTEQ/kg	4	4	4	4
Se	mg/kg	1	3,9	3,9	1
Сулфолан	mg/kg	0,8	0,8	0,8	0,8
Тетрахлоретилен	mg/kg	0,1	0,5	0,6	0,2
Tl	mg/kg	1	1	1	1
Толуен	mg/kg	0,37	0,37	0,37	0,37
Трихлоретилен	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
V	mg/kg	130	130	130	130
Ксилени	mg/kg	11	11	11	11
Zn	mg/kg	200	360	360	200
Проводљивост	dS/m	2	4	4	4
pH		6-8	6-8	6-8	6-8
Коефицијент Адсорпције Натријума	mg/kg	5	12	12	12
Sb	mg/kg	20	40	40	40

Be	mg/kg	4	8	8	8
B (растворен у врелој води)	mg/kg	2			
Co	mg/kg	40	300	300	300
F (укупни)	mg/kg	200	2000	2000	2000
Mo	mg/kg	5	40	40	40
Ag	mg/kg	20	40	40	40
S (елементарни)	mg/kg	500			
Sn	mg/kg	5	300	300	300
Хлорбензен	mg/kg	0,1	10	10	10
1,2 Дихлорбензен	mg/kg	0,1	10	10	10
1,3 Дихлорбензен	mg/kg	0,1	10	10	10
1,4 Дихлорбензен	mg/kg	0,1	10	10	10
Стирен	mg/kg	0,1	50	50	50
Хлорофеноли (сваки)	mg/kg	0,05	5	5	5
Нехлоровани феноли (сваки)	mg/kg	0,1	10	10	10
Бензо[а]антрацен	mg/kg	0,1	10	10	10
Бензо[б]флуорантен	mg/kg	0,1	10	10	10
Бензо[к]флуорантен	mg/kg	0,1	10	10	10
Дибензо[а,h]антрацен	mg/kg	0,1	10	10	10
Индено[1,2,3-с,d]пирен	mg/kg	0,1	10	10	10
Фенантрен	mg/kg	0,1	50	50	50
Пирен	mg/kg	0,1	100	100	100
Хлоровани Алифатици (сваки)	mg/kg	0,1	50	50	50
Хлорбензени (сваки)	mg/kg	0,05	10	10	10
Хексахлорбензен	mg/kg	0,05	10	10	10
Хексахлорциклохексан	mg/kg	0,1			
Нехлоровани Алифатици	mg/kg	0,3			
Фтални Кисели Естри (сваки)	mg/kg	30			
Квинолин	mg/kg	0,1			
Тиофен	mg/kg	0,1			

Извор: [http://www.ccme.ca/en/resources/canadian\\_environmental\\_quality\\_guidelines/calculators.html](http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/calculators.html)

Начин израчунавања SoQI је сличан као код CWQI и AFWQI уз једну значајну разлику. Уместо нормалне суме одступања (*nse*) користи се просечна сума одступања (*ase*). За разлику од CWQI код кога се *nse* рачуна сабирањем одступања појединачних тестова од циљева и дељењем укупним бројем тестова (и оних који испуњавају и оних који не испуњавају циљеве), *ase* се израчунава сабирањем одступања појединачних тестова од циљева и дељењем бројем погрешних тестова:

$$ase = \frac{\sum_{i=1}^m excursion_i}{\text{број погрешних тестова}}$$

Главни разлози за ову промену су следећи:

- Ако се квалитет контаминираних локалитета првенствено процењује сумом одступања различитих загађивача од њихових циљева, вредност  $F_3$  на одговарајући начин то одражава у поређењу са вредностима  $F_1$  и  $F_2$ .
- Ефекат контаминаната се ублажује дељењем одступања са укупним бројем тестова.
- Било који контаминант који није у дозвољеним границама може проузроковати тешка оштећења екосистема и јавног здравља. Због тога утицај било ког контаминанта не би требало минимизирати у оцени контаминираних локалитета.

Начин класификације се такође разликује од CWQI и AFWQI. Тако високе вредности SoQI означавају висок квалитет и низак ниво приоритета за ремедијацију и обрнуто. Према приоритету за ремедијацију врши се класификација SoQI: веома низак (90–100), низак (70 –90), просечан (50–70), висок (30–50) и веома висок (0–30) (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007). Основни недостатак SoQI је немогућност израчунавања уколико су сви параметри у дозвољеним границама, односно уколико је број погрешних тестова раван нули.

### 2.1.5. Индекс биодиверзитета

За оцену биодиверзитета коришћен је Shannon–Weaver index. Овај индекс се користи за израчунавање разноврсности макроинвертебрата и израчунава се према формули:

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

где је:

$H'$  - диверзитет,

$n_i$  – број јединки таксона  $i$ ,

$N$  – укупан број јединки у узорку.

Већа вредност  $H'$  представља већи биодиверзитет, а самим тим и већи квалитет воде, тако да се на основу овог индекса може одредити и квалитет воде односно загађеност:  $> 3$ : чисте воде; 2–3: мало загађене воде; 1–2: умерено загађене воде и  $< 1$ : загађене воде (Тројич–Боровац и Шкријељ, 2001).



### 2.1.6. Индекс аномалије падавина (RAI)

Индекс аномалије падавина (RAI) је развио van Rooy (1965). Овај индекс се користи за процену одступања количине падавина за дату годину у односу на вишегодишњи просек за дату територију. Формула за израчунавање индекса гласи:

$$RAI = -3 \frac{P - \bar{P}}{\bar{M} - \bar{P}}$$

где је:

$RAI$  – индекс аномалије падавина,

$P$  – количина падавина за дату годину,

$\bar{P}$  – просечна количина падавина за дати вишегодишњи период,

$\bar{M}$  – просечна вредност десет највећих месечних количина падавина за дати период.

На основу индекса одређује се да ли је година била влажнија, сушнија или у границама за дати период. (Shen et al., 2003). Класификација индекса аномалије падавина приказана је у Табели 6.

Табела 6. Индекс аномалије падавина (RAI)

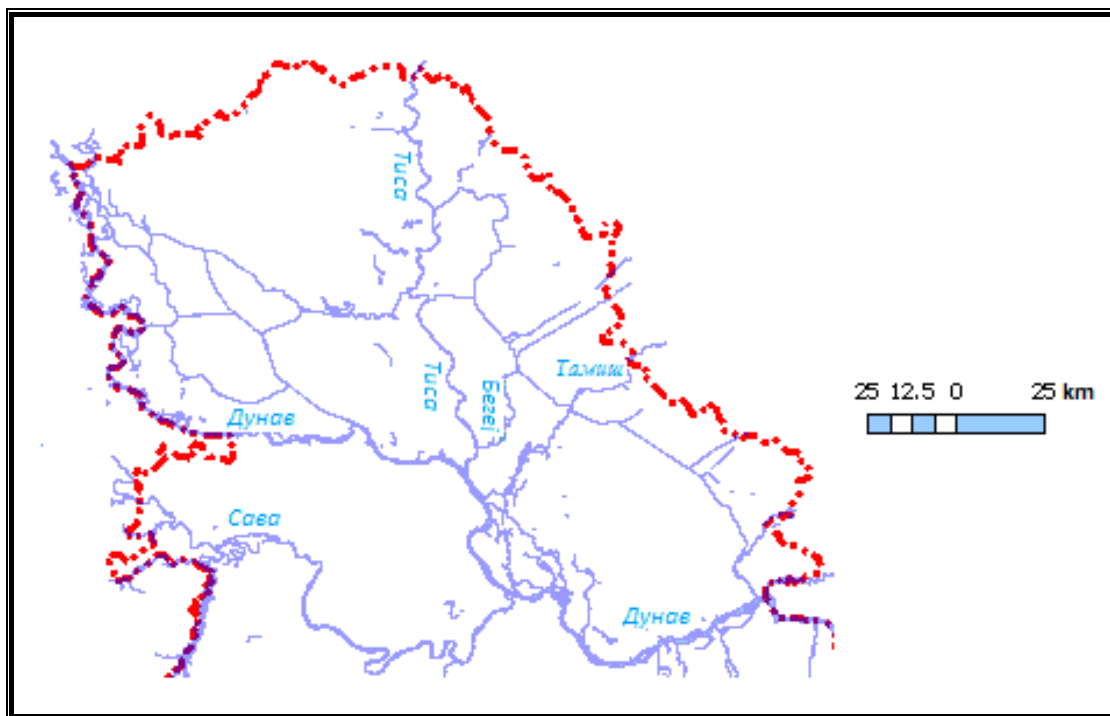
RAI	Класификација
$\geq 3$	Екстремно влажна
2 до 2,99	Веома влажна
1 до 1,99	Умерено влажна
0,5 до 0,99	Незнатно влажна
0,49 до – 0,49	Нормална
– 0,5 до – 0,99	Незнатно сушна
– 1 до – 1,99	Умерено сушна
– 2 до – 2,99	Веома сушна
$\leq 3$	Екстремно сушна

Извор: Shen et al., 2003.

### 3. ОСНОВНЕ ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОЈВОДИНЕ

#### 3.1. Природни водотоци

Сви водотоци са територије Војводине припадају сливу Црног мора. Ту су уједно и највеће реке које протичу кроз Србију: Дунав, Тиса и Сава (Слика 2). Пошто имају велике протицаје имају и највећи водопривредни значај. Воде ових река и њихових притока користе се за водоснабдевање насеља и индустрије, наводњавање, рибарство, туризам и рекреацију и пловидбу. Међутим, на деловима токова ових река су и највећи водопривредни проблеми, као што су поплаве и све већа загађеност воде, који се испољавају као ограничавајући фактори у њиховом рационалном искоришћавању (Гавриловић и Дукић, 2014). Од мањих транзитних река истичу се: Бегеј (Стари и Пловни), Златица, Тамиш, Нера и др. На подручју Војводине формира се већи број мањих аутохтоних водотока (потоци на Фрушкој гори и Вршачким планинама) (Кичи, 1985).



Слика 2. Водотоци АП Војводине (на основу Карте 1:2 500 000 Водопривредног информационог система Србије)

### 3.1.1. Дунав

Дунав је по дужини друга река у Европи. Од 2783,4 km, у Србији је 588,5 km, а у Војводини 362 km (Гавриловић и Дукић, 2014). Иако на први поглед изгледа да Дунав има уједначен ток на целој дужини кроз Војводину, ипак се он може поделити на неколико делова. У првом делу, од српско–мађарске границе до ушћа Драве, Дунав је усекао своје корито у песку и муљу. Овај материјал је слабо везан и мало отпоран, па се на њему Дунав широко разлива и гради мноштво рукаваца, меандара и упоредних токова.

На другом сектору, од ушћа Драве до Новог Сада (Слика 3), Дунав има сталније корито јер му је правац одређен раседном линијом и подножјем Фрушке горе. На овом делу Дунав спорије отиче, нема снаге да носи крупан и прилично тежак материјал који је примио од много брже Драве, па тај материјал таложи у свом кориту. Зато се на овом сектору јављају многобројне аде, спрудови и велика рачвања.



Слика 3. Дунав код Новог Сада

На трећем делу, од Новог Сада до ушћа Тисе, Дунав поново проширује своју долину. Растерећује се материјала који је примио од Драве, па гради изразитије меандре. У речном кориту носи сав материјал и зато нема ни спрудова, ни ада, ни речних наслага (Букуров, 1978).

Између границе са Хрватском и ушћа Тисе постоје два већа меандра. Први је између сремских села Нештина и Баноштора. Други почиње од ушћа Каменарског потока, а завршава се 4 km низводно од Сремских Карловаца. На његовој конвексној страни је Нови Сад, а на конкавној Сремска Каменица, Петроварадин и Сремски Карловци. (Бугарски, 1999).

У даљем току, Дунав прима знатно спорију Тису, која му осим велике количине воде предаје и врло fine честице које лебде у води и чине је непровидном. Пошто је Дунав бржи од Тисе, он сав прихваћени материјал носи до Саве. Зато је на сектору између ушћа Тисе и ушћа Саве Дунав усекао доста дубоко корито, слабо меандрира и нема острва и плићака (Букуров, 1978). Ипак се на овом делу тока правца север–југ налази један велики активни меандар. Почиње наспрам Белегиша, завршава се низводно од Нових Бановаца, а наспрам његовог темана су насеља Стари и Нови Бановци. (Бугарски, 1999).

Спајајући се са много бржом Савом која му осим велике количине воде предаје и знатно крупнији материјал, Дунав смањује брзину. Зато се око ушћа Саве и даље низводно стварају плићаци, спрудови, аде, рукавци и велика острва (Букуров, 1978). Карактеристичан меандар, у правцу севера налази се код Панчева. Даље низводно изразитих меандара нема. Од Панчева Дунав тече у правцу југа до Винче, постепено скреће у правцу југоистока до Гроцке, где постепено узима источни правац до Смедерева, где скреће у правцу североистока. Овај правац, са благим повијањима задржава све до ушћа Нере. На дужини од Сланкамена до ушћа Нере, Дунав је са леве, банатске стране, изградио широку алувијалну раван. Ту доминира пространи Панчевачки рит, просечне ширине 7–8 km (Богдановић и Марковић, 2005).

У кориту Дунава постоји већи број мањих и неколико већих ада и спрудова. Веће аде су: две наспрам Нештина, Велика ада, Шашићева ада, Черевећки пруд и Черевећка ада (срасле аде), Острво љубави, Мачков спруд, Крчединска ада, Велико Ратно острво (Бугарски, 1999), Смедеревска ада, ада узводно од Банатске Паланке, ада код Иванова (Богдановић и Марковић, 2005). Постоји и више некадашњих ада, сраслих са обалом, које се при високим водостајима поново привремено одвоје од обале (Бугарски, 1999).

Дунав се одликује неуједначеним ширинама, односно смењују се проширени са суженим деловима (Бугарски, 1999). На улазу у Србију, Дунав је широк 400 m (Гавриловић и Дукић, 2014). Низводно од Бачке Паланке и Илока, веће ширине Дунав има: наспрам Нештина (1000 m), североисточно од Сусека (875 m), наспрам Черевиха (625 m), Беочина (750–800 m) и ушћа Тисе (700 m), узводно од Сурдука (900–1300 m), наспрам Белегиша (1200 m), Нових Бановаца (1000 m) и Земуна (700 m), а пред ушћем Саве, на профилу преко Малог и Великог Ратног острва, Дунав је најшири (2500 m). Ужи делови тока најчешће имају ширине 400 m. Од Нештина до Петроварадина најужи делови Дунава су: низводно од Нештина (400 m), код Баноштора (400 m), Лединаца (350–400 m) и Сремске Каменице (400 m). Најмању ширину Дунав има између Новог Сада и Петроварадина (220 m). Низводно од Новог Сада већа сужења постоје: код Сремских Карловаца (400 m), Старог Сланкамена (500 m), Сурдука (400 m), Старих Бановаца (400 m) и пред Земунем (400 m). При средњој води просечна ширина ширих профила Дунава на подручју Срема износи око 1000 m, а ужих око 400 m (Бугарски, 1999). Ширина Дунава на сектору Баната осетно се повећава после ушћа Тисе, Саве и Велике Мораве. Између ушћа Тисе и Саве, просечне ширине износе између 600–700 m, између ушћа Саве и Велике Мораве 800–1000 m, а низводно 1000–1200 m. Најмању ширину на овом делу тока (390 m), Дунав има на улазу у меандар низводно од Белегиша. Ширине Дунава на овом делу тока су: код Сурдука (око 400 m), код Београда после ушћа Саве (око 400 m), између Панчева и Винче (око 550 m), код Иванова, на дужини од готово 4 km (600–650 m), узводно од Смедерева (600–650 m) и код Дубовца (600–650 m). Највећа ширина је испред Панчевачког острва (1450 m), око 10 km низводно од Ковина, између групе мањих острва (1400 m), код Гроцке, испред два паралелна острва (1300 m) итд (Богдановић и Марковић, 2005).

Дубине Дунава зависе од водостаја, брзине воде, ширине и облика речног корита. Највеће дубине су при високим водостајима, на меандарским сужењима, где се јављају антициклонски вртлози и где су и брзине највеће. На пловидбеној карти Дунава, узводно од ушћа Саве, забележена је највећа дубина пловног пута 15,1 m, управо где је ширина корита најмања, на улазу у меандар низводно од Белегиша (Богдановић и Марковић, 2005). Највећа дубина Дунава на сектору

Баната износи 19 m при средњем, а 25 m при високом водостају и налази се поред десне обале код Ритопека (Гавриловић и Дукић, 2014). При најнижим водостајима, на месту широких профила, појављују се плићаци са дубинама испод 2 m, тако да чине несигурном пловидбу бродова са највећим газом (Богдановић и Марковић, 2005).

Брзине воде зависе од водостаја и ширине овлаженог профила корита (Бугарски, 1999). Просечне брзине воде на нашем сектору Дунава износе при средњем водостају 0,9– 1,1 m/s. При високим водостајима и на местима смањених овлажених профила брзине воде су веће, износе до 1,7 m/s, а на широком профилима и при ниским водостајима брзина пада на 0,7 m/s (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.1.2. Тиса

Тиса (Слика 4) је највећа притока Дунава по дужини тока – 966 km, и по површини слива – 157 220 km<sup>2</sup>. На територију Србије улази из Мађарске, 6 km низводно од Сегедина. Дужина тока кроз Србију износи 164 km и представља границу између Баната и Бачке (на дужини од 160 km), док 4 km тече уз границу са Мађарском. Утиче у Дунав код Сланкамена на 72,4 m надморске висине и на 1214,5 gkm Дунава, уносећи у Дунав 870 m<sup>3</sup>/s воде (Гавриловић и Дукић, 2014).

У доњем току – од ушћа Мориша до ушћа Тисе у Дунав – на дужини од 175 km пад Тисе је само 6 m или просечно 0,034%. Врло мали пад узрок је појачаној бочној ерозији и настанку кривудавог речног корита, које се током векова премештало по пространој алувијалној равни, о чему сведоче многе мртваје. Због малог пада реке и спорог отицања воде, дешавале су се мање или веће поплаве у Потисју, а било је и мочвара и забареног земљишта. Становништво потиских насеља водило је вековну борбу са поплавама у којима су страдали усеви, стамбени објекти, а често је било и људских жртава. (Богдановић и Марковић, 2005). Средином XIX века предузети су обимни мелиоративни радови, чији је непосредан повод била катастрофална поплава 1830 године. Пал Вашархељи је 1845. године направио пројекат којим је требало да се изврши пресецање 121 меандра и на тај начин омогући брзо одводњавање великих вода из

гоњег у доњи ток реке и истовремено онемогући изливање воде из корита. Касније је првобитно решење у извесној мери измењено, тако да је у периоду 1850–1875. године начињено 112 просека (Капоч, 1973), након чега је дужина Тисе скраћена са 1429 на 977 km (Букуров, 1975). Међутим, ово скраћење је довело до повећања пада. Уз то, неки просеци нису добро димензионисани, па је вода и даље текла старим меандрима, што доводи до нове катастрофалне поплаве 1879, када је поплавлjen и Сегедин. Пројектом из 1949. године, предвиђена је савремена регулација Тисе, са 6 степеница, од којих је једна изграђена у нашој земљи, код Новог Бечеја. Овим проблеми нису у потпуности решени, јер је у лето 1970. године, дошло до нове поплаве која је била већа од оне из 1879, када је у Сегедину било и жртава (Богдановић и Марковић, 2005).

Пре изведене регулације Тиса је у нашој земљи имала дужину око 230 km, са коефицијентом развитка тока  $K=1,98$ . Међутим, и после регулације Тиса има изразито меандарски ток, јер је стварна дужина тока кроз Србију (164 km) већа од најмање могуће (116 km), за 48 km, односно коефицијент развитка тока износи 1,41 (Павић и др., 2006).

Осим повећања пада, регулација је довела и до повећања ширине речног корита. Пре него што су меандри одсечени, просечна ширина корита од ушћа до Новог Бечеја износила је 197 m, а од Новог Бечеја до Сегедина 166 m. После регулације, од ушћа до Новог Бечеја износила је 200–250 m, а узводно до Сегедина 180–200 m (Богдановић и Марковић, 2005). Корито је по правилу најшире на праволинијским деоницама, а најуже у оштрим меандрима (Павић и др., 2006). Дубина речног корита је повећана после обављених регулационих радова у XIX веку за 20–40 cm, али је већ у XX веку смањена око 30 cm, тако да се у просеку креће 3,8– 4 m (Букуров, 1978). Каснија истраживања указују на већу дубину тока. Павић и др. (2006) наводе да се средња дубина тока креће од 4,4 m до 9,1 m. Највеће дубине се налазе у оштрим меандрима (код Адорјана, Мола, Бачког Петровог села, Санада), али се могу јавити и у слабије наглашеним кривинама, као нпр. Жути брег на 111 gkm. Брзина тока Тисе при ниском водостају износи око 0,5 m/s, а при највишим до 1,23 m/s (Гавриловић и Дукић, 2014).



Слика 4. Тиса код Бачког Петровог села (<http://www.panoramio.com/>)

У Србији Тиса прима 6 притока: четири са десне стране – Кереш (76 km), Чик (97 km), Јегричку (65.4 km) и Буцак (25 km) и две са леве стране – Златицу (117 km) и Бегеј (168 km кроз Србију) (Гавриловић и Дукић, 2014).

### 3.1.3. Сава

Сава је десна и водом најбогатија притока Дунава, у који утиче код Београда на 70 m надморске висине. Дугачка је 945,5 km, а њен слив обухвата површину од 95 719 km<sup>2</sup>, од чега се на територији Србије налази 15 687 km<sup>2</sup>, или 16,4% слива Саве (Гавриловић и Дукић, 2014).

У свом доњем току, последњих 207 km, Сава представља јужну границу Срема (Богдановић, 1982). На једној страни јављају се снажна ерозија, успори воде изазвани водом и наносима притока, бројни меандри и друге природне или вештачке препреке у кориту, а на другој долази до акумулације. Ерозија и акумулација доводе до промена ширине и дубине корита (Плавша, 1999). Меандри су последица малих падова (на деоници Босут – Сремска Митровица



0,009‰) и слабе отпорности обала. Из тих разлога Сава кривуда по својој алувијалној равни, са једне стране напада, а са друге засипа своје обале, ствара и помера меандре и оставља мртваје (Богдановић, 1982; Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

Улазећи у Србију Сава тече у смеру запад–исток, скоро праволинијски, до сектора код насеља Јамена, где лагано мења смер и уз веома блага кривудања отиче према североистоку (до 193 km) где прави прву већу окуку у Србији. Након овог меандра, до ушћа Дрине, Сава два пута наизменично скреће ка североистоку, односно југоистоку, гради нешто блаже окуке, а задржава генерални смер отицања запад–исток. Дрина је утицала да Сава опет скрене према североистоку, све до насеља Лаћарак, западно од Сремске Митровице. Након ушћа Дрине, Сава је изградила неколико меандара, који спадају међу најизраженије на њеном току. То су Рачански, Парашница, Босутски и нешто слабије изражен Равњенски (Плавша, 1999).

Од Лаћарка и Сремске Митровице па до насеља Јарак, Сава генерално тече у смеру југоистока, градећи неколико благих окука. Код Јарка је изградила наглу окуку (око 110°), мењајући смер тока у југ–југозапад, а северно од насеља Кленак према југу, па поново према југоистоку до Купинског меандра. Градећи Купински меандар, Сава скреће најпре на југозапад, па поново на североисток, до насеља Прогар. Од Прогара до Умке генерални смер отицања је запад–исток и на том сектору гради три изражена меандра. То су: Прогарски, Забрешки и Бољевачки. Од Умке до Осртружнице Сава тече у смеру југ – север, а затим до ушћа према североистоку, без израженијих окука. Кривудава делови тока Саве у Србији имају дужину 67 km, што чини 32,4% њеног тока кроз Србију (Дукић, 1977).

Меандри у неким ситуацијама могу отежати отицање воде, кретање леда, пловидбу и др., па постоје планови о вештачком пресецању неких од њих. Међутим има и другачијих мишљења, који сматрају да би пресецањем могло доћи до повећања брзине воде на тим секторима, дотицања веће количине воде и појављивања израженијих великих вода. Пресецањем настају мртваје, од којих је већи број настао природним пресецањем. Једна од таквих мртваја је и Обедска бара, која представља најизраженији напуштени меандар Саве. Пружа се између Обрежа и Купинова, у облику потковице, чије је теме окренуто ка северу. Унутрашњост баре назива се Купинске греде, јер је представљена речним

гредицама између којих се пружају мање баре такође лучног облика. Обедска бара се налази на надморској висини 71–73 m, док се Купинске греде издижу до 76 m. Обедска бара постаје постепено све плића, има све мање воде и прети јој опасност да нестане. У алувијалној равни Саве западно, јужно и источно од Обедске баре је велики број мањих бара, напуштених меандара и гредица између њих.

Највећу ширину алувијална раван има уз границу са Хрватском (23,4 km), док се код Купинског меандра протеже на север око 12,5 km. На овом сектору (између насеља Грабовци, Никинци, Брестач, Доњи Товарник, Огар и Обреж), граница између лесне терасе и алувијалне равни Саве углавном није представљена одсеком већ је прелаз постепен и понегде тешко приметан. Код Обрежа ширина алувијалне равни је 3 km, код Купинова 1,5 km, између Прова и Бољевца 7,5 km, а код Београда 4,5 km (Плавша, 1999).

До изградње насипа и канала, Сава је готово сваке године плавила највећи део алувијалне равни. Сава се по алувијалној равни изливала углавном у хладнијем делу године, а поплаве су биле редовна појава скоро сваког пролећа. Разливајући се по алувијалној равни Сава је, својом ерозивном или акумулативном снагом, на земљишту формирала различите облике. Неки од ових облика, због каснијих антропогених промена, нису очувани или су знатно измењени. Током поплава вода је у земљишту издубљивала најчешће овална, односно елипсоидна удубљења, која су по дужијој оси достигала 30 m, а по краћој 15 m, са дужином до 5 m. (Дукић, 1977). Изливајући се, Сава је таложила различит материјал и стварала такозване обалске гредице. Свака нова поплава углавном је доводила до померања и делимичног преобликовања гредица, па се оне јављају као покретни облици микрорелефа. Пошто је Сава померала корито на југ, неке гредице су остале ван домашаја поплава вода, односно фосилизоване су. Генерално се може закључити да су удаљеније и северније гредице старије. Висина гредица креће се 1–2,5 m, а деловањем антропогених агенаса дошло је до њиховог снижавања, а на неким локалитетима и до потпуног уравнивања (Плавша 1999).

Регулациони радови везани за Саву и њену долину почети су релативно давно, али и данас су потребне различите интервенције. Римљани су уз Саву изводили мелиоративне радове, градили насипе, а за потребе пољопривреде

вршили и одводњавање појединих простора. Сматра се да су из римског периода и неки канали у Срему, на пример Прогарска Јарчина и Јарачка Јарчина (Писачић и Букл, 1919). Након пропасти римског царства и у турском периоду нема активности и радова око Саве (Дукић, 1957). Насипи су грађени крајем XVIII и током XIX века, а углавном су подигнути крајем XIX и почетком XX века . У другој половини XX века, побољшане су карактеристике постојећих насипа, а нови су грађени само на краћим деоницама, па је укупна дужина насипа од границе са Хрватском до ушћа у Дунав око 140 km Од границе са Хрватском до Сремске Митровице насип има континуитет, затим се јавља низводно од Хртковаца, низводно од Кленка и поново у континуитету од Купинова до ушћа (Плавша, 1999). Изградња насипа углавном штити околно обрадиво земљиште или насеља од високих вода. Међутим, да би се изливање Саве свело на најмању меру, смањила бочна ерозија и да би пловидба била безбедна потребно је стално регулисање корита. Текући преко ниске алувијалне равни Сава врши снажну бочну ерозију, ствара меандре, често их помера или чак угрожава насипе и насеља, па су због тога изграђене обалоутврде и слични објекти, први пут 1870. године на подручју Сремске Митровице и на ушћу Дрине (Радош, 1974). Чак и новији насипи имају недостатке, јер су на неким секторима сувише близу корита, свега 30 m, а оптимално је 150 m. Због тога, при високим водама река снажном бочном ерозијом напада и насипе, а ако је водени талас висок, може се десити да пређе и преко насипа. На неким секторима, насипи су од корита удаљени и 2500 m, па се Сава лако разлива по алувијалној равни (Богдановић, 1982).

Ниска и уравњена алувијална равна Саве утиче на њено изразито меандрирање. У меандрима се још више успорава отицање воде, што уз друге факторе – геолошку подлогу корита, вештачке препреке, наносе од притока, загате које прави Дунав и неке притоке, утиче на изражено таложење материјала и стварање спрудова, односно плићака, који отежавају пловидбу. Непосредно након ушћа десних притока у горњем и средњем делу тока, Сава носи велику количину материјала, па је у стању да заспе удубљења дубока и до 1 m. При померању на југ, Сава наилази на нешто виши терен и различите препреке па је поплавама и таложењем наноса постепено издизала своје корито. На брзо засипање и усецање у сопствене наносе указују и предмети пронађени у алувијалној равни на дубини

око 1 m, на основу чега се може закључити да је Сава издигла алувијалну раван за 1 m у временском интервалу од око 2000 година (Дукић, 1957; Плавша, 1999).

Спрудови се најчешће појављују пре успора савске воде које стварају притоке, већ при средњим водостајима, а при ниским су 3–5 m изнад нивоа реке. На стварање спрудова велики утицај има Дрина, која носи велику количину разноврсног наноса, шљунка и облутака са пречником до 10 cm. Највећи број спрудова формира се на конвексним обалама, али се јављају и уз праволинијске обале Саве. Поред чињенице да се спрудови формирају сталним таложењем различитог речног материјала на речном дну, на њихов настанак могу утицати и различите вештачке препреке заостале у кориту (чамци, бродови, пањеви, дебла и др.), а на убрзано таложење и „нарастање“ спруда може утицати и антропогено деловање. На појединим секторима спрудови се веома брзо формирају, па је тако од 1945. до 1950. године, иза потонулог тегљача „Словенац“ низводно од Сремске Митровице, формиран спруд дугачак 500 m, који се чак спојио са десном обалом Саве. Након одређеног времена неки спрудови постепено прерастају у речне аде, а неки нестају природним путем или након људских захвата (Дукић, 1957; Плавша, 1999).

Осим спрудова у речном кориту се јављају и плићаци, најчешће на прелазима из једне кривине у другу. Плићаци на тим секторима спајају подводно спрудове на супротним конвексним странама. Међутим, има плићака и на правим широким секторима речног корита, као на пример код Купинова, где је Сава под утицајем успора Дунава, Прогарске аде, Орлаче, Босуца и др (Дукић, 1957; Плавша, 1999). Акумулативне облике у кориту Саве представљају и покретни пешчани таласи, тзв. мангуре. Мангуре најчешће имају висину 15–20 cm, до преко 30 cm, а дужине су 3–5 m. Представљају секундарни облик на плићацима и спрудовима, па се разликују од подводних пешчаних таласа, високих и преко 50 cm, а дугачких просечно 9,5 m. Релативно бројни плићаци утичу на транспорт Савом, па се он током јуна смањује за 25%, а до августа и до 65%. Да би се ови проблеми смањили на месту плићака багеровањем се копају канали широки 50–60 m и дубоки преко 1,8 m (при ниском водостају). На неким локалитетима засипање је веома интензивно (код Раче (Слика 5) и Купинова), па се багеровање мора вршити сваке године (Плавша, 1999).



Слика 5. Сава код Сремске Раче (<http://www.panoramio.com>)

Сава је формирала више ада, које су од средњег водостаја Саве више 1–3 m. На делу тока уз југозападни Срем острва су формирана на сектору око ушћа Дрине. Прва ада, на овом сектору, појављује се 3 km узводно од ушћа Дрине, између Сремске Раче и Раче у Републици Српској а настала је као последица успора отицања воде Саве, а с тим је повезано опадање њене транспортне моћи и таложење различитог материјала. Око 2,5 km низводно од ушћа Дрине формирана су три острва (група Млинских ада), са тенденцијом да се споје у једно веће. Јужно од насеља Босуца, ближе левој обали Саве, формирана је ада Ариповац, са средишњим делом повијеним према северу и двоструко широм источном половином. Прво речно острво у Сави, уз југоисточни Срем (уз сектор алувијалне равни Хртковци – Кленак), је Дреновачка ада, која припада атару мачванског села Дреновац. Низводно од Шапца је Мишарска ада. Наспрам ушћа канала Врањ, код Грабоваца, је Грабовачка ада. Око 1,8 km низводније је Мрђеновачка ада. Највеће острво на овом сектору је Подгоричка ада, испред Обедске баре. У Купиновском меандру су две мање аде. Наспрам Купинова је Скељанска ада, чији се

југозападни део постепено везује за обалу. До Београда најзначајнија су следећа речна острва: Прогарска ада, Спруд ада низводно од Бољевца, Остружничка ада и Ада Циганлија, која је вештачки спојена са десном обалом па се више не може сматрати за праву речну аду. Дунавске воде успоравају отицање Саве, па на појединим деловима она таложи материјал који носи и тако је створено неколико претходно наведених ада. На ушћу Саве у Дунав је Велико Ратно острво (дуго 2 km, широко до 1,1 km) (Плавша, 1999; Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

Ширина корита је веома променљива и креће се између 175 m и 780 m. Најуже је код Хртковаца (175 m), код Сремске Митровице је широко 200–250 m, код Јарка 210, на ушћу у Дунав 280 m, код Умке 430 m, код Остружнице око 530 m, а код Шапца 650–780 m (Плавша 1999, Гавриловић и Дукић, 2014; Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

Акумулативни облици доводе до смањења дубина, а ерозионим деловањем воде у кориту долази до стварања највећих дубина, па су зато дубине променљиве. Тако је код села Босута, 25.7.1958. године измерена дубина 28–30 m, али је касније услед засипања смањена за 10 m. Код насеља Поповача, 14 km узводно од Сремске Митровице, 1958. године измерена је дубина од 22 m, а при високом водостају 26 m, па чак и 28 m. Узводно од Раче (код Лисника) при ниском водостају дубина је 13,5 m, код Босута око 17 m, Равња 14,5 m, Лаћарка 15 m, код Сремске Митровице 18–18,7 m, низводно од Легета 16 m, код Хртковаца 15–18 m. Због сужавања корита и меандра, код Хртковаца је, при високом водостају измерено и 24 m. Поред уског корита и меандра, Дукић (1957) као разлог за толику дубину наводи да су обале и корито изграђени од слабо везаног материјала (чистог и барског леса, глина и ситнозрног песка. Код Умке, при ниском водостају дубина је 13 m, код Макиша 11 m, а при ушћу код Београда 17 m (Плавша 1999; Гавриловић и Дукић, 2014).

У Срему Сава прима мало притока, које су уз то кратког тока, са малом количином воде и углавном каналисане. У Србији су значајније десне притоке Саве. Најзначајнија лева притока Саве је Босут и по дужини и по димензијама корита, као и по количини воде. Његово ушће је 14,5 km низводно од ушћа Дрине, односно 160 km од ушћа Саве у Дунав. Сви остали сремски водотокови уливају се у Саву као каналисани, а понеки у топлијем делу године немају сталан притицај

воде. Већина их има извориште на Фрушкој гори, али на њеном контакту са сремском или фрушкогорском лесном заравни пониру, а вода се код неких поново појављује на лесној тераси или у алувијалној равни. Због бујичног карактера и штета које је наносила вода разливајући се по околном земљишту, ови водотоци су у средњем и доњем току каналисани. На 150 km, 10 km узводно од ушћа Босути (Слика 6), у Саву се улива поток Кузминска Шидина, код Лаћарка Манђелоски поток, низводно од Сремске Митровице поток Чикаш, а поред насеља Јарак поток Кудош. Због мелиоративних радова који су извршени у југоисточном Срему, не могу се пратити природни делови корита и долине потока чија су изворишта на југоисточним падинама Фрушке горе (Међеш, Шеловренац, Љуково, Инђијски, Старопазовачки) (Плавша, 1999).



Слика 6. Ушће Босути у Саву [www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs)

Најзначајнија десна притока Саве је Дрина, која битно утиче на режим Саве. После Дрине у Саву се улива неколико малих водотока, од којих су поједини у потпуности каналисани, а код других само доњи ток. У делу Мачве,

који административно припада Сремској Митровици, је каналисани водоток Засавица, као и низводнији Битва, код Шапца се у Саву улива Јерез са Мутником, а низводније Думача и Добрава и Вукодраж, низводније од Обреновца Колубара, а код Београда Топчидерска река (Плавша, 1999; Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

#### **3.1.4. Бегеј**

Бегеј је, осим Дунава и Тисе, најзначајнија река Баната. Извире у Румунији, код села Родошпеда. Од изворишта до ушћа дужина Бегеја износи 244 km, од чега Србији припада 168 km (Букуров, 1984).

Бегеј чине два крака: Стари Бегеј и Бегејски канал или Пловни Бегеј. Стари и Пловни Бегеј се спајају у српском делу Баната, код Клека, образујући Бегеј. Бегеј даље тече, дужином од 75 km, кроз Зрењанин (Слика 7), поред Ечке, Лукиног Села, Стајићева и Перлеза, до ушћа у Тису, које се налази на 10 речном km Тисе, око 3 km узводно од Книћанина, код Титела. Од Темишвара до ушћа дужина Бегејског канала износи 118 km, од чега се у Србији налази 88 km. Оба Бегеја имају површину слива 6565 km<sup>2</sup>. Слив Бегејског канала износи 3430 km<sup>2</sup>, од чега Србији припада 1200 km<sup>2</sup>, а слив Старог Бегеја 3135 km<sup>2</sup>, од чега Србији припада 895 km<sup>2</sup> (Марковић и Богдановић, 2005; Вујовић, 2014).





Слика 7. Бегеј између Зрењанина и Клека ([www.panoramio.com](http://www.panoramio.com))

У Србији Бегеј тече банатском депресијом, а затим низводно, кроз виши зрењанински лесни плато у коме је изградио три изразита меандра који опкољавају делове Зрењанина. Два меандра су претворена у мртваје, а трећи је остао јер је поред њега изграђено неколико индустријских постројења. Пошто напусти зрењанински лесни плато Бегеј се спушта у алувијалну равн Тисе. Овде улази у старо напуштено корито Тисе и њиме тече до ушћа у Тису. Овде нема више изразитих меандара, него су они ситнији, развијени у широкој речној долини. За овај сектор су карактеристична лиманска језера, природног порекла, а касније претворена у већи број рибњачких језера, која се водом снабдевају из Бегеја и Тисе.

Почетком XVIII века почињу обимни регулациони радови на Тамишу и Старом Бегеју, којим су нестале непроходне мочваре великих површина кроз које се пробијао Стари Бегеј, а паралелно са тим су остале без воде и бројне мање притоке које су се уливале у мочваре и Стари Бегеј. Овако је нестало и Турски Бегеј, највећа притока Бегеја на територији Србије, док је корито Старог Бегеја радовима 1718–1723. године, скраћено на 70 km. Још пре ове регулације на Бегеју

је извршена још једна, којом је Стари Бегеј праволинијски прокопаном каналом, источно од Темишвара код села Чена, спојен са његовим коритом код Банатског Двора, са циљем да се укроте бујичне воде. Пошто први канал није дао очекиване резултате, у другој половини XVIII века се приступа копању потпуно новог канала, Новог Бегеја (Бегејског канала, Пловног Бегеја), од Темишвара до Клека, који је био повољнији за пловидбу од Старог Бегеја, а којим је повезан Темишвар са Зрењанином и даље преко Тисе и Дунава са Бечом и Будимпештом. Касније су у циљу побољшања пловидбених могућности између Бегејског канала и Тамиша прокопана два канала у Румунији, али су се и поред тога поплаве наставиле. Ни насипи који су грађени поред корита нису спречили поплаве 1850. и 1870. године. Следе нове интервенције, продубљивање корита изградњом 6 устава (4 на територији Србије: на ушћу, код Ечке, Клека и Итебеја). Пловност је знатно побољшана, јер су Бегејским каналом могли пловити и дунавски бродови са газом до 2 m. Али и то није окончало поплаве, које се јављају 1932. и 1935. године. Због тога се корито Бегејског канала продубљује за 60 cm, повећава се могућност протицаја са 50 на 70 m<sup>3</sup>/s, а удаљеност унутар насипа се повећава на 250 m. И поред свега тога долази до нове поплаве 1940. године, па се Бегеј укључује у хидросистем ДТД и поприма дириговани режим. Ови радови обављани су етапно. Најобимнији радови обављени су у првој етапи када је Бегеј реконструисан дуж читавог тока у Србији. Извршено је повећање проточног профила, промењен висински пад, изграђене нове уставе и реконструисано ушће. Стара траса у Перлеском рити сасвим је напуштена. Ново корито је премештено ка левој високој ивици рита, а дуж десне је изграђен нови, сигурнији, одбрамбени насип. У извесној мери измештено је ушће у Тису. Ван употребе су остале две старе бране, две су реконструисане и изграђена је једна нова, која са преводницом код Стајићева, успешно регулише односе високих водостаја између Тисе и Бегеја, регулише пропуштање леда и пловидбу. Реконструисане бране и преводнице код Клека и Српског Итебеја омогућавају пловидбу бродова носивости до 650 t. Северно од Зрењанина главни канал Хидросистема ДТД, Нови Бечеј – Банатска Паланка пресеца Бегеј, тако да је Бегеј укључен у хидросистем и у потпуности контролисан на подручју Србије (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.1.5. Златица

Златица представља мањи речни ток северног Баната, који извире у Румунији. Правцем североисток–југозапада улази у Србију 3,6 km источно од Врбице, а 34 km низводније, код Падеја се улива у Тису (Слика 8), на 105 гkm Тисе. Површина слива Златице износи 455 km<sup>2</sup> (Богдановић и Марковић, 2005; Вујовић, 2014).



Слика 8. Ушће Златице у Тису код Падеја (<http://sr.wikipedia.org>)

Пространа алувијална равна Златице и бројни пресечени и напуштени меандри јасно показују да је током прошлости ова река често мењала своје корито. О томе сведочи и тзв. „мост са девет грла“, односно девет пропуста, који је саграђен 2,2 km источно од Црне Баре, а омогућавао је прелазак преко реке у време пролећних изливања (Богдановић и Марковић, 2005).

Регулисање тока Златице започето је већ у VI и VII веку, а прве регулационе радове обавили су Словени под Аварима. Значајни регулациони радови обављени су после 1881. године након оснивања, по савету грофа Нако Калмана, „Удружења за заштиту Златице од унутрашњих и површинских вода и за одводњавање“. У наредних 20 година ископани су многи канали и дограђени

насипи. Главни канал чини регулисано корито Златице, а према њему се сливају споредни. На ушћима већих канала уграђене су у насипе пропусне цеви и постављене црпне станице, како би се вода што лакше и брже евакуисала у канал, односно у Златицу, а из ње кроз двоструки отвор код Падеја у Тису. Тада су одсецани меандри, иако је остало и неколико активних. На ушћу Златице је 1895. завршена изградња устава. Највећи и најзначајнији радови су обављени крајем XIX и почетком XX века, мада су обављани и касније. И порег регулисања, активних меандара има и данас, нарочито између државне границе и Јазова, док их низводно у атару општине Падеј нема и ток је скоро праволинијски. Последњи радови у кориту Златице обављени су 1960–1971. године. Тада је у дужини од 10 km, узводно од ушћа, корито знатно продубљено и проширено, а Златица је преко Кикиндског канала повезана са главним каналом Хидросистема Дунав – Тиса – Дунав. На граници између Србије и Румуније 1961. године изграђена је и друга устава на Златици. Устава на ушћу код Падеја затвара се ако се водостај издигне до коте 77,6 m. У исто време делимично се затвара и устава на граници, тако да Златица тада служи као акумулација која прихвата  $7\,000\,000\text{ m}^3$  воде. Путем црпних станица у њу се тада убацују сувишне воде са српског дела слива. Након затварања обе устава у рад се укључује црпна станица код Падеја, која у Тису пребацује око  $4\text{ m}^3/\text{s}$ . Повезивањем Златице преко Кикиндског канала са Хидросистемом Дунав – Тиса – Дунав, решен је дефинитивно њен режим. У Кикиндском каналу, око 250 m даље од споја са Златицом, изграђена је устава „Златица“. Када Златица гравитационо отиче у Тису, ова устава је затворена, а када су устава на Златици затворене због високих вода Тисе, устава „Златица“ се отвара и прихвата воде Златице.

Ђукошинска речица је највећа притока Златице. Ова каналисана речица, током већег дела године је сува, а настаје од неколико суходолица на самој плавини Мориша у Румунији. Шира долина и сталан ток настаје низводно од Велике Теремије, под називом Ђукошински канал, који тече у правцу Мокрина, а затим у правцу Иђоша. Данас јој је корито пресечено Кикиндским каналом, а ушће јој се налази на Златичином сектору Кикиндског канала (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.1.6. Тамиш

Тамиш извире у Румунији, на планини Семеник, на 1135 m надморске висине, а улива се у Дунав код Панчева на 67 m надморске висине. Дужина реке износи 359 km, од чега је у Србији 118 km. Површина слива Тамиша, пре искључења Брзаве, износила је 10434 km<sup>2</sup>, а сада износи 7319 km<sup>2</sup>, од чега је у Србији 1529 km<sup>2</sup> (Гавриловић и Дукић, 2014).

Из Румуније Тамиш улази у Србију код Јаше Томића. У близини села Ботоша укључује се у канал Нови Бечеј – Банатска Паланка, а 1,5 km низводно од овог насеља напушта канал, тече у правцу југозапада до Опова где узима правац југоистока који задржава све до Панчева.

У српском делу тока Тамиш има ниску и широку алувијалну раван. Код Ботоша (Слика 9) његова долина, која истовремено представља и алувијалну раван, широка је око 3,5 km, док на неким местима низводно премашује 10 km (Богдановић и Марковић, 2005). Алувијална раван се према ушћу сужава и спаја са алувијалном равни Дунава (Гавриловић и Дукић, 2014).



Слика 9. Тамиш код Ботоша ([www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs))

Целом дужином, а нарочито у Банату, Тамиш има врло мали пад, који износи 0,062‰, а на појединим секторима свега 0,042‰. С. Ћурчић (1996) наводи да пад Тамиша између Томашевца и Глогоња при средњем водостају износи свега 2,2 cm/km. Због овако малог, готово безначајног пада, изградио је у средњем, а нарочито у доњем току многобројне меандре, по којима је Тамиш и препознатљив. Узводно од Фаркажина између 57. и 67. gkm, дужина природног тока износи 22 km, док је најмања могућа дужина свега 7 km, што значи да је коефицијент развитка речног тока 3,1 km. Још изразитији су меандри између Ченте и Сакула, где је ток пре регулације био 3,3 пута дужи од најмање могуће дужине (Букуров, 1984).

Због малог пада, честих меандара и високих вода бујичног карактера које Тамиш доноси са Карпата, његова долина је веома угрожена и често плављена. У циљу брже евакуације високих вода и спречавања честих и дуготрајних поплава, регулациони радови на Тамишу започети су, пресецањем меандара већ у првој половини XVIII века а већа пажња регулацији посвећена је у XIX веку. У Србији је првобитна дужина Тамиша од 197 km скраћена на 118 km прокопавањем 43 просека, од којих се 15 налази између српско–румунске границе и Ботоша, а 28 од Ботоша до ушћа у Дунав. Од границе до Ботоша изграђени су насипи да би штитили од поплава његову широку долину. Низводно од Ботоша, код Томашевца, изграђена је прва устава на Тамишу. Од Ченте до ушћа у Дунав, са десне стране је подигнут насип према Панчевачком рити, а са леве је фрагментиран због постојања лесне терасе на коју се наслања речни ток. Између Опова (Слика 10) и Ченте, на 43 речног km, Тамиш је спојен са Дунавом каналом Карашац 1934. године, како би се обе реке растеретиле високих вода. Низводно, између Карашца и ушћа, постоје још две везе са Дунавом: Визељ, са ушћем у Дунав јужно од Борче и Сибница у близини Панчева (Лазих, 1996; Богдановић и Марковић, 2005; Гавриловић и Дукић, 2014).



Слика 10. Тамиш код Опова (<http://www.panoramio.com>)

С обзиром да насипи нису изграђени у атарима неких насеља, нпр. Томашевца, Орловата, Фаркаждина и Сакула, високе воде наносе знатне штете у алувијалним равнинама ових насеља. У случајевима дужег задржавања воде у ритовима проблеми се јављају и на нижим деловима околне лесне терасе, јер воде у алувијалним равнинама стварају загат, због чега се подземне воде не одводњавају нормално према риту и Тамишу, већ се због успореног отицања издижу, угрожавајући на тераси пољопривредне културе. У исто време, али и ван вегетационог периода онемогућена је обрада земљишта, отежан саобраћај пољским путевима, а влаже се подови и зидови лошијих стамбених објеката у насељима са мањим надморским висинама (Богдановић и Марковић, 2005).

Тамиш је при високим водостајима широк код Јаше Томића 70 m, код Боке 50 m, а код Неузина 80 m. Дубина му износи 6–7 m код Јаше Томића, 10 m код Боке, а 5–6 m код Неузина. При високим водостајима, узводно од Опова, скоро свуда може да се прегаци (Гавриловић и Дукић, 2014).

На српском делу тока Тамиш је имао две притоке: Шозов, који га је спајао са Бегејом, а сада више не постоји и каналисану Брзаву, дугу 162 km која се код Ботоша уливала у Тамиш, а сада је укључена у Хидросистем ДТД. Низводно од

Ботоша, на дужини од око 85 km, Тамиш не прима ни једну притоку (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.1.7. Нера

Нера је гранична река према Румунији у крајњем југоисточном делу Баната. Извире на јужној подгорини Семеника на надморској висини од око 1400 m. Површина слива износи 1496 km<sup>2</sup>, од чега Србији припада само 5%. Просечна надморска висина читавог слива износи 550 m, док се у Србији висине крећу између 200 m и 67 m на ушћу у Дунав. Дужина Нере износи 125 km, од чега Србији припада 22 km.

На територију Србије Нера улази код села Кусића и тече као погранична река. На српском делу тока Нера прима само један поток (Миљановић и др., 2011). У доњем току падови су мали, па река врши акумулацију материјала, меандрира и пробија се кроз сопствене наносе. Низводно од Кусића усечена је у своје, а потом и дунавске алувијалне седименте.

Изразито проширење Нерине долине налази се између Локве на југу, Шевца, Мале и Велике дубраве на истоку, Голог брега, Крушичког брега и Виниградина на северу и Малог песка на западу. Правац проширења је исток – запад, дужине око 15 km и ширине 4–5 km. Проширење има заравњено дно са благим падом ка западу и југозападу. У северним деловима, према Белој Цркви (Слика 11), изражено је узвишење у облику степенице, нагнуто према кориту Нере. Оно је састављено, као и већи део проширења, од шљунка, који је Нера наталожила (Богдановић и Марковић, 2005).





Слика 11. Нера код Кусића ([mapcarta.com](http://mapcarta.com))

Поред таложења наноса, нерегулисано корито Нере са малим падом, проузрокује издизање корита и подземних и површинских вода, нарочито на сектору Врачев Гај – Кусић. Овакво стање је узрок честих меандара на овом сектору, нанос је створио потпуно неуређено корито обрасло густим воденим биљем, што све погодује изливању реке и честим поплавама. Веће поплаве забележене су 1910. и 1978. године. У пролеће 1978. године, поплављено је готово читаво село Кусић, а срушен је или оштећен и већи број кућа.

На заштити приобаља Нере, која спада у бујичне токове, до сада је мало урађено. На десној обали је изграђен насип од ушћа до Врачевог Гаја ради заштите приобалног подручја од високих вода изазваних успором ХЕ „Ђердап“. Идејно решење за комплетно уређење реке Нере начинио је Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ из Београда. Основна интервенција на реци Нери предвиђа побољшање услова отицања и повећање пропусне моћи корита за воду и нанос како би се смањила могућност изливања и плављења. Због тога се највећа пажња поклања интервенцијама на самом кориту. Уређењем Нере омогућава се и експлоатација шљунка, која се сада делимично обавља, док би изградња пловног канала до Врачевог Гаја омогућила најјефтинији масовни транспорт шљунка. Изградњом канала би се у знатној мери скратила природна траса водотока, што подразумева повећање пада. Тиме би се обезбедила евакуација високих вода од Врачевог Гаја до ушћа Нере у Дунав и обавило снижење нивоа подземне воде на

истом потесу. Узводно од Врачевог Гаја дошло би до повећања пада нивоа подземних вода, чиме би се евентуалне потребе за одводњавањем у знатној мери смањиле. Истовремено, пловним каналом се обезбеђује доток дунавске воде у сушном периоду до Врачевог Гаја, па се повећавају могућности наводњавања и интензивне пољопривредне производње (Богдановић и Марковић, 2005; Миљановић и др., 2011).

### **3.1.8. Фрушкогорски потоци**

Фрушка гора се одликује великим бројем површинских, сталних и периодских потока. Богата површинска хидрографија резултат је повољног геолошког састава: језгро Фрушке горе је углавном састављено од палеозојских шкриљаца, што је условило разбијену издан великог капацитета, а последица тога је преко 180 извора (Петровић и др., 1973) и релативно веће количине падавина (Иришки венац 782 mm, у највишим деловима изнад 800 mm, а у подножју планине: Рума 631 mm и Сремска Каменица 674 mm) (Давидовић, 1999).

Стални водотокови су кратки и неразвијени. У већем делу године хране се искључиво из извора који најчешће избијају у врховима дубоких долина, испод самог планинског била. Мали број периодских токова је резултат велике пошумљености главног планинског венца и погодне расподеле годишње суме падавина. Стални водотоци се током сушнијег дела године скраћују узводно, уместо да пресушују низводно, што указује на сложеност у храњењу фрушкогорских потока и промене у геолошком саставу идући од планинског била према суподини. (Петровић и др., 1973). Западни, а поготово источни делови, су са мањим бројем извора и сталних потока. Овакво стање је последица надморске висине, геолошког састава, годишње суме падавина и вегетације. На главном планинском венцу, централном делу Фрушке горе, јавља се обиље воде, док је источни гребен изразито безводан.

Положај и дужина фрушкогорских потока одређени су општим изгледом и положајем Фрушке горе. Планински гребен Фрушке горе пружа се правцем запад – исток, а потоци имају смер тока према северу и југу. На истоку, одступање се јавља код потока Патка баре (Будовара), а на западу код Шаркудина.

Сви потоци у сливном подручју Дунава имају изворишта и већи део сливног подручја на Фрушкој гори. Од 23 потока у сливном подручју Саве 14 има извориште у Фрушкој гори, тј. изнад 200 m надморске висине и то су: Шидски поток, Мохарач, Манђелоски, Врањеш, Санча, Рупчева, Мутаљ, Чикаш, Стејановачки, Велики, Борковац, Јеленце, Међеш и Шеловренац, док 9 потока има извориште ван фрушкогорске области, на надморским висинама од 95 m (Старопазовачки поток) до 180 m (Јарош поток) и ту спадају: Бруја, Баркут (Сиратуш), Пиштинац, Јарош, Кузминска Шидина, Љуково, Инђијски поток, Новокарловачки и Старопазовачки поток.

Потоци у сливу Саве имају веће дужине од потока у сливу Дунава. Ако се посматрају само потоци из планинског дела (укупно 14), они су краћи, јер јужна подгорина има мању ширину од северне подгорине Фрушке горе. Мали број потока се улива директно у Саву. Један број потпуно нестаје и губи се у лесу. Највећи број потока се мешају у читавом сплету канала, када у свом току напусте лесну зараван и дођу на лесну терасу. Прађење водотока могуће је поуздано само до места када улазе у систем канала у Срему. Канали прихватају воде потока најчешће на 95 m надморске висине (Давидовић, 1999).

Просечна дужина токова у сливу Саве износи 14,4 km и они су више него дупло дужи од потока у сливу Дунава. Најдужи су Шидска Шидина 40 km, Међеш 25 km, Шеловренац 24,5 km и Јеленце 24,1 km. Најкраћи су Старопазовачки поток 4,3 km, Пиштинац 6,9 km и Јарош 7,2 km.

Просечна висина изворишта потока јужне подгорине Фрушке горе износи 250 m, 8,3 m нижа у односу на северну страну. Четири потока имају извориште на висини већој од 400 m, на висинама од 300 до 400 m извориште има 5 потока, на висинама 200 до 300 m извире 5 потока, а на висинама испод 200 m извориште има 8 потока.

Просечан пад на јужној подгорини износи 11,1 m/ km, а на северној 28,1 m/ km. Потоци централног дела Фрушке горе (Стејановачки гат, Чикаш и Мутаљ) имају највеће падове: од 25,7 m/ km (Мутаљ) до 62,1 m/ km (Стејановачки гат). Ако се посматрају само потоци из планинског дела (укупно 14), најуочљивије су разлике код просечног пада ових потока и осталих потока Срема. Вредност просечног пада за ову групу потока је 31,1 m/ km. Стејановачки гат, Чикаш и

Мутаљ имају просечне падове у планинском делу преко 50 m/km, а Рупчава поток 70 m/km. Као последица овако великих падова јавља се брзо површинско отицање, висок екстремни протицај, поплаве, снажна ерозија и низ других проблема. Када потоци дођу у пределе лесних површина знатно су им мањи просечни падови, па се због малих падова и порозне лесне површине вода споро креће и у великој мери инфилтрира у издан. Тада се фреатске издани подигну директно или капиларним водама угрожавају земљиште и усеве. Поједини потоци, нпр. Санча поток и Рупчава, пре регулације завршавали су се на лесним теренима стварајући веће мочварне површине.

Потоци у сливу Саве имају веће површине сливова од потока у сливу Дунава. Просечна површина сливова ових потока је 34,4 km<sup>2</sup>. Најмању површину имају Врањеш 11,4 km<sup>2</sup>, Јарош 12,2 km<sup>2</sup> и Старопазовачки поток 12,6 km<sup>2</sup>, а највећу Међеш 114,7 km<sup>2</sup>, Шидска Шидина 79 km<sup>2</sup> и Стејановачки гат 62,1 km<sup>2</sup>. Веће површине проузроковале су мању густину речне мреже, која у просеку износи 720,9 m/km<sup>2</sup>. Највећу густину имају Санча и Рупчева, преко 1200 m/km<sup>2</sup>, а најмању Старопазовачки поток 400 m/km<sup>2</sup>.

Од 28 фрушкогорских потока у сливу Дунава (Табаниште, Матеј, Липовац, Ешиковачки, Селиште, Роков, Новоселски, Каменички, Шандоровац, Каменарски, Раковачки, Думбово, Часорски, Козарски, Шакотинац (Слика 12.), Черевихки, Читлук, Текениш, Алмаш, Чедомир, Лишвар, Читлук – Илок, Ловка, Шаренград и Патка баре) сви имају извориште на северним падинама Фрушке горе изузев потока Патка баре (Будовара), који је притока Дунава и има извориште у јужној подгорини Фрушке горе. Осам потока има извориште на надморским висинама већим од 400 m, један (Читлук) на 380 m, осам потока између 200 и 300 m, једанаест на висини нижој од 200 m. Просечна висина изворишта потока у сливу Дунава је 258 m (Давидовић, 1999).



Слика 12. Шакотиначки водопад ([www.stazeibogaze.info](http://www.stazeibogaze.info))

Потоци северне подгорине Фрушке горе имају релативно мале дужине, чији је просек 6,8 km. Најкраћи је Матеј поток (1,9 km), између Чортановаца и Сремских Карловаца, а најдужи, изузимајући Патка бару (15,5 km), Поторањ (11,9 km). Извориште му је у централном делу Фрушке горе, западно од Црвеног чога. Било му се помера ка југу, а долина шири у северној подгорини. У том делу подгорине на простору Черевиха и Нештина, поред најдужег Поторња јавља се још седам потока (Читлук, Черевихки, Текениш, Алмаш, Чедимир, Лишвар и Нештински поток), дужих од 8 km.

Потоци краћи од 5 km (Табаниште, Матеј, Селиште, Каменички, Шандоровац, Часорски, Шакотинац, Божино бр., Читлук Илок и Ловка), немају притоке, док дужи потоци имају по неколико притока. Поједини потоци (нпр.

Роков, Новоселски, Ешиковачки) имају притоке дуже од главног тока. Нештински поток, иако доста дугачак (10,8 km) нема притока и тече преко лесне заравни.

Последица високог положаја извора и релативно кратких токова су велики укупни и просечни падови. Потоци са извориштима изнад 400 m, имају просечне падове од 32 m/km до 52 m/km (Новоселски). Четири потока имају просечан пад мањи од 10 m/km, а средња вредност просечних падова износи 28,1 m/km. Захваљујући великим падовима фрушкогорски потоци теку брзо, интензивно се усецају, долине су им дубоке, а долинске стране стрме.

Три потока (Патка бара, Нештински и Роков поток) имају површине слива преко 20 km<sup>2</sup>, 12 потока од 10 до 20 km<sup>2</sup>, а 13 потока мање од 10 km<sup>2</sup>. Потоци у сливу Дунава имају велику густину речне мреже. По Нојману 7 потока има густину између 1116 и 1370 m/km<sup>2</sup>. Сви ови потоци, изузев Матеј потока, извиру на већим висинама централног дела Фрушке горе и имају развијене изворишне челенке и већи број притока. Четири потока имају густину речне мреже мању од 400 m/km<sup>2</sup>, а просечна густина износи 975 m/km<sup>2</sup> (Давидовић, 1999).

### **3.1.9. Потоци Вршачких планина**

С обзиром да се Вршачке планине пружају правцем запад–исток, потоци са њихових падина теку у смеру севера и југа. Са северне стране Вршачких планина налазе се три потока: Марковачки, Малосредиштански и Шемица, а са јужне четири: Месићки, Сочица поток (Физеш), Гузајна и Куштиљски. Осим ових потока, чија изворишта леже на надморским висинама већим од 160 m, у околини Вршца се налази још осам мањих потока са извориштима нижим од 140 m. У сливовима наведених потока налази се и изванредан број периодских потока, који на свом почетку имају периодичне изворе. Они се појављују у влажном периоду године, за разлику од неколико повремених токова који се појављују само изузетно после снажних пљускова.

Најдужи потоци Вршачких планина су Гузајна поток (12,5 km), Месићки поток (11,4 km) и Марковачки поток (11 km), док су најкраћи Малосредиштански поток (3 km) и Шемица поток (3,2 km). Марковачки поток има дуже притоке од главног тока (13,2 km), док су дужине притока осталих потока изузетно мале од

0,5 до 2,8 km, а Малосредиштански поток нема притока (Богдановић и Марковић, 2005).

Највећи просечан пад има Малосредиштански поток (20,7 m/km) због изузетно кратког тока, док најмањи има Марковачки поток (6,9 m/km). Највећу површину слива има Марковачки поток (51,1 km<sup>2</sup>), а најмању Шемица поток (6,3 km<sup>2</sup>) на српској страни.

Густина речне мреже је на појединим деловима Вршачких планина различита, што је последица разноликог геолошког састава, неуједначеност броја извора, тектонских односа и сл. По Нојману највећу густину речне мреже има поток Шемица (920 m/km<sup>2</sup>) и Куштиљански поток (759 m/km<sup>2</sup>), а најмању Малосредиштански (319 m/km<sup>2</sup>) и Месићки поток (442 m/km<sup>2</sup>). Густина речне мреже на северној подгорини износи 494 m/km<sup>2</sup>, а на јужној 547 m/km<sup>2</sup>. Просечна густина речне мреже Вршачких планина износи 584 m/km<sup>2</sup>.

Поплаве у долинама потока дешавале су се често, нарочито у долинама Месићког, Малосредиштанског и Марковачког потока. Због недовољних регулација у средњим и доњим деловима долина плављена су плодна поља, рушени путеви, а највеће штете имала су насеља, нарочито Вршац, а потом Месић, Велико Средиште и друга. Корито месићког потока више пута је продубљивано и проширивано да би се спречиле велике штете које је овај поток наносио Вршцу, Месићу и атарима околних насеља. И поред тога, није постигнута потпуна безбедност, све до изградње акумулационог језера. Због уских грла у кориту потока, на местима изграђених мостова, вода се често изливала. Велике поплаве погодиле су Вршац 1941, 1942, 1946, 1956, 1957. и 1975. године. У Вршцу је 20.6.1956. године пало 69,7 mm кише, што је више од месечних падавина, изузев током маја, јуна и јула. Тада је више стотина кућа оштећено, а 60 је срушено. Због великих падавина током маја, јуна и јула 1975. године у атарима Вршца и Беле Цркве поплављено је 5000 ha ораница. Обустављен је саобраћај на путу Вршац – Месић због оштећења услед изливања Месићког потока. У Великом Средишту све куће у улици Мали сокак су биле поплављене и оштећене због изливања Марковачког потока, а велике штете су биле и у долинама других потока: 1.7.1975. године поплављено је Велико Средиште а 2. јула Вршац. Водостај Месићког потока тада је био виши од претходног апсолутног максимума

из 1969. године за 184 cm. Поплава је тада у Вршцу срушила 16 кућа, а велики број је оштећен. Бујичне воде Марковачког и Малосредиштанског потока на северној подгорини Вршачких планина својим доњим токовима данас теку прокопаним каналима. Воде Марковачког потока сливају се у Вршачки, а Малосредиштанског потока у Малоритски канал. Северозападно од Вршца ови канали се састају да би ширим каналом воде отицале у канал Дунав – Тиса – Дунав. Потоци јужне подгорине, као и северне, својим доњим токовима теку каналисаним коритима и новим каналима, да би на крају предали воду главном каналу хидросистема ДТД.

Основна одлика потока Вршачких планина је њихов бујични карактер. Продубљивање и проширивање њихових корита и други радови у горњим деловима сливова, као и каналисана корита у доњим токовима, нису у потпуности решили присутне проблеме. Да би се од поплава заштитили Вршац и друга угрожена насеља на поточима Вршачких планина предвиђена је изградња микроакумулација, које би истовремено спречиле и плављење обрадивих површина, док би се за време сушних периода воде ових језера би се могле користити и за наводњавање. Предвиђена је изградња пет хидроакумулација – две на Месићком потоку („Вршац I“ и Вршац II“), две на Марковачком („Велико Средиште“ и „Гудурица“) и „Јабланка“ на Гузајни. Изграђене бране у поточним долинама задржале би бујичне воде у акумулацијама испред њих, да би се вода преливима и пропустима одговарајућом динамиком испуштала. Од пројектованих пет до сада су изграђене две микроакумулације: „Вршац I“ и „Велико Средиште“ (Богдановић и Марковић, 2005).

### **3.1.10. Водотоци у Бачкој**

*Криваја* је највећи аутохтони водоток на средњој бачкој лесној заравни. Настаје од неколико мањих притока које заједно са Кривајом имају правац северозапад–југоисток. И Криваја и Кривајине притоке имају своје зачетке у поширој зони, где се песак меша са лесом. После 65 km дужине Криваја се спушта на јужну бачку лесну терасу и ту спаја с Црном баром. И Црна бара, као и Криваја, има правац према југоистоку све до Бачког Градишта, где се спаја с



Тисом. Црна бара је још крајем XVIII века каналисана и претворена у Велики канал.

У свом горњем делу Криваја има прилично велики пад, а даље, према ушћу, он се смањује. Долина реке је пространа удолина, широка 500–1000 m, с прилично стрмим странама. Усечена је у лесним наслагама. Дубина долине је 10–15 m и толико је и плића изданска вода до које се на Телечки теже долази. Криваја (Слика 13) има воде преко целе године, а добија је од издани која лежи на додиру песка и мање пропустљивог леса. У зони северне Бачке, где се ова речица и формира, има доста воде и на површини, па је зато било могуће да се формира сталнији водени ток. Криваја се снабдева и водом од атмосферских талога. Због тога је максимум воде у јесен, зиму и пролеће, а најмање током лета. Главну и највећу количину воде Криваја добија од многобројних и веома издашних артешких бунара, дубоких само 38–40 m (Букуров, 1978).



Слика 13. Криваја код Србобрана [www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs)

Пре регулације корита Криваја је била прекривена барама и мочварама, обрастим ситом, трском и другом ритском и барском вегетацијом. Било је доста риба, барских птица и дивљачи, поред пашњака и сенокоса, па је отуда њена долина била одувек привлачна за насељавање и ту, око ње, јављају се и најстарија насеља на Телечки, односно на средњој бачкој лесној заравни. Каналисањем Кривајиног корита долина је остала без барске вегетације и уместо ње сада се јављају културне биљке с пространим насељима и добрим саобраћајним путевима (Букуров, 1978).

*Јегричка* је највећи и најдужи водоток јужне Бачке (60 km). Настаје од неколико изворишних кракова у северозападном, југозападном и западном делу лесне терасе. Највећим делом тече јужном бачком лесном терасом, а само краћим делом тока, пре самог ушћа, је усекла своје корито у алувијалној равни Тисе (Букуров, 1978; Милошев и Радић, 1996; Вујовић, 2014).

Јегричка има правац запад–исток. Источно од Жабља улива се у Тису (Слика 14). Пре регулисања она је утицала у бару Белило, а при високим водостајима спајала се са баром Жабљиком и заједнички утицала у Тису. У свом горњем току Јегричка има ширу долину с блажим или стрмијим странама.. Ближе Тиси Јегричка добија све изразитији карактер и оштрије црте. Ту је већ изразито наглашена речна долина и њена доста уједначена ширина износи око 70 m, дно долине је равно и благо нагнуто према Тиси, стране су стрме и високе 2–3 m (Букуров, 1978).



Слика 14. Ушће Јегричке у Тису (<http://www.ravnica.info>)

Да би се ушће Јегричке оспособило за боље отицање сувишне воде у Тису, током друге половине XIX века извршена је мелиорација и регулација доњег тока Јегричке од Жабља до Тисе, а нешто касније регулација корита је извршена узводно до места где канал Мали Стапар – Нови Сад сече Јегричку. После регулације Јегричка има стално воде у кориту, али је њена равна само повремено плавлена када су изразито високе подземне воде. Регулацијама после другог светског рата, Јегричка је укључена у хидросистем Дунав – Тиса – Дунав и тако претворена у канал Јегричка. Канал Јегричка од Деспотова до ушћа у Тису има три уставе и црпну станицу на Тиси. Црпна станица (грађена 1961–1963) у стању је да, са површине од око 60 000 ha, преко три црпна агрегата, механичким путем пребаци у Тису  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ . Природном гравитацијом пребацује се у Тису још  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , при водостајима Тисе нижим од 75 m.

Велике окуке у којима је Јегричка усекла своју ширу долину и у којима је касније усечен каналисани ток, указују на могућност да је Јегричка наследила старе дунавске токове којима је Дунав отицао пре навејавања леса. За време навејавања леса у овим токовима су биле мочваре па је лес сабијене структуре и мале дебљине. Ту је увек постојало неко удубљење у којем се сталније задржавала вода. (Букуров 1978, Јовић и Милорадовић, 1996).

*Мостонга* је настала навејавањем леса и њен ток се састоји из два дела: Плазовића и Мостонге. Пре прокопавања Великог канала Плазовић је представљао горњи ток Мостонге и сливајући се из Мађарске доносио велику количину воде. Том водом је Мостонга вршила интензивну ерозију лесног материјала северно од Сомбора, што потврђују и геоморфолошке творевине, као и мочваре издуженог облика, које су све до прокопавања Великог канала, крајем XVIII века, имале воде, чак и живе токове. Северно од Сомбора постоје многи стари токови Плазовића који носе различита имена Мостонге: Сомборска, Гаковачка, Пиперешка и друге. Прокопавањем Великог канала и његовим пуштањем у саобраћај 1802. године, ови токови су исушени, Мостонга је обезглављена и то тако да је горњи део утицао у Велики канал, а доњи сакупљајући воду јужно од Великог канала у Дунав.

Мостонга је пре прокопавања канала имала прилично велику количину воде. То показују и историјски подаци који говоре о њеној пловности од Дунава

до Бача (услед доста брзог замуљивања морала се чешће багеровати). После прокопавања канала Мостонга није имала извора који би је снабдевао водом, па није имала стално воде. Током лета поједини делови би се исушили и Мостонга је представљала низ јаће или слабије повезаних бара. Сталније је имала воде само у средњем и доњем делу. После Другог светског рата Мостонга је укључена у хидросистем Дунав – Тиса – Дунав и водостај у њеном кориту се одржава вештачким путем према саобраћајним и другим потребама (Букуров, 1978; Лазић и др., 1998).

### 3.2. Водостај

Због различитих количина падавина, промена температуре ваздуха и тла, а услед тога и неједнаког испаравања, рељефа слива и његовог геолошког састава, вегетације, отицање падавина је у неким сливовима обилније, а у другим оскудније. Због тога водостаји на рекама мање или више осцилирају, високе воде се појављују раније или касније и задржавају на одређеним висинама дуже или краће време. На неким рекама је ниво воде највиши у пролеће услед отапања снежног покривача, када је и отицање у сливу највеће, а код других у јесен када се излучују обилније падавине (Гавриловић и Дукић, 2014).

У Војводини са надморском висином од 170 m лети се појављују температуре ваздуха и преко 41 °С, енергија рељефа је минимална, висина падавина се креће од 500 до 700 mm, а просек за целу територију износи 610 mm годишње. Потенцијална евапотранспирација у јулу је већа од просечне годишње суме падавина (Дукић и Гавриловић, 2008). Све ове карактеристике одређују водостаје у Војводини.

Примењујући класификацију Пардеа на услове у Војводини, према Илешичу разликују се следећи водни режими на рекама Војводине:

- Нивално–плувијални, карпатска варијанта на Бегеју, са највишом водом у мају, а потом у априлу, јуну и марту, а најнижом у октобру и септембру;
- Плувио–нивални, централно–европска варијанта на Тиси и Тамишу, са највишим водостајима у априлу (услед отапања снега са Карпата), а потом у марту и мају, а најнижом водом у октобру и септембру. Ниске

воде у овом периоду су последица великог испаравања и осиромашења издани током лета;

- Комбиновани режим имају Сава и Дунав на којима једноставни (плувијални или нивални) прелази у мешовити режим (прелазни нивални, нивално–плувијални и плувио–нивални), па се највише и најниже воде појављују у месецима карактеристичним за поједине варијанте. Ниске воде на Дунаву до Новог Сада јављају се током зиме, када падавине не отичу већ на високим планинама учествују у образовању снежног покривача. Високи водостаји на Дунаву до ушћа Тисе током маја и јуна последица су отапања снега на Алпима (Дукић и Гавриловић, 2008). На делу тока кроз Србију највећи утицај на режим Саве има Дрина. До ушћа Дрине Сава има плувио нивални режим умерено–медитеранске варијанте, а низводно од ушћа Дрине плувио–нивални режим централно– европске варијанте (Дукић, 1957).

### 3.2.1. Дунав

Режим Дунава је последица пре свега климатских и хидролошких, а потом геоморфолошких, фитогеографских и антропогених фактора. Током влажних година се на територију Војводине излучи и два пута више падавина него у сушним годинама. Током сушних периода јављају се ниски, а током влажних високи водостаји. Уколико се у току зиме у регионима Алпа, Карпата, Динарских и родопске масе излуче веће количине снега могу да наступе високи водостаји у пролеће, а ако се тада излучују и обилније кише водостаји на Дунаву могу да достигну велику висину. Високе пролећне воде из горњег тока Дунава допиру и до територије Војводине и када се споје са водама Драве, Тисе и Саве могу да изазову катастрофалне поплаве (1876. и 1924. година). Ове пролећне поплаве су ипак ређа појава, пошто се у горњем Подунављу кише излучују углавном лети. Летње кише у горњем Подунављу се подударују са отапањем снега и леда у високим планинским регионима као и са обилним кишама у Панонској низији, што све скупа може да изазове високе водостаје и катастрофалне поплаве (1965. година). У оскудици снега и кише, нарочито када су лета сушна, водостаји

дунавских притока знатно опадну, што се одражава и на самом Дунаву. Ако се на суво лето настави и сува јесен, водостаји у зиму могу да буду најнижи.

Водостаји на Дунаву у великој мери зависе и од водостаја на његовим главним притокама, нарочито оним које се сливају са Алпа, Карпата и других ободних планина око Панонске низије. Тиса и Сава у знатној мери утичу на режим воде Дунава.

На водостај Дунава утичу и подземне воде. Уколико је хидростатички ниво подземне воде виши ова вода ће се сливати према Дунаву, па ће доћи и до извесног пораста водостаја Дунава, а уколико је хидростатички ниво подземне воде нижи, Дунав ће предавати своју воду издани и тада ће се појавити и нижи водостај.

Ниво воде на Дунаву зависи и од геоморфолошких прилика у самом кориту реке. Код Новог Сада протицајни пут Дунава је сужен алувијалном терасом и с друге стране петроварадинском дијабазном пречагом. Низводно и узводно од овог сужења Дунав је широк око 750 m, док је на самом сужењу широк око 350 m. Због тако великог сужења на овом месту приликом сваког високог водостаја ниво воде узводно расте.

Регулациони и мелиорациони радови око Дунава и у кориту Дунава такође утичу на веће осцилације водостаја. Регулационим радовима Дунав је на неколико места добио нова корита која су у почетку била знатно ужа, па је њихова пропусна моћ била мања, због чега се Дунав узводно загађивао и издизао. То је плански урађено зато што је знатно већом протицајном брзином у каналима Дунав вршио ерозију и проширивао прокопане канале. Мелиорационим радовима највише се утицало на осцилације дунавског водостаја. Високе воде су се скоро сваке године изливале из речног корита и плавиле околна земљишта. Да би се тај проблем решио грађени су насипи. С једне или с обе стране подигнути су довољно високи насипи помоћу којих се протицајни пут високе дунавске воде местимично сузио и на 2,5 km. Услед овог сужења нивои високих вода су постајали све виши. После Првог светског рата изграђени су насипи на сектору Вајско–бођанског рита, услед чега је највиши водостај Дунава порастао за неколико центиметара. Загађивањем Панчевачког рита 1934. смањене су изливне површине високих дунавских вода па се Дунав издигао око 5 cm (Букуров, 1978).

На територији Војводине Дунав најпре има нивално-плувијални водни режим, као последица притока са Алпа, пре свега Ина, са највишим водостајима током летњих месеци, док најниже водостаје има током зимских месеци (Табела 7). Овакав режим Дунав задржава све до ушћа Тисе, када се режим постепено мења, да би након ушћа Саве, водом најбогатије притоке, Дунавом у потпуности овладао плувио–нивални режим, са највишим водостајима у априлу и мају, а најнижим у септембру и октобру (Богдановић и Марковић, 2005).

Табела 7. Минимални, средњи и максимални водостаји Дунава (у см) за период 1946–2013.

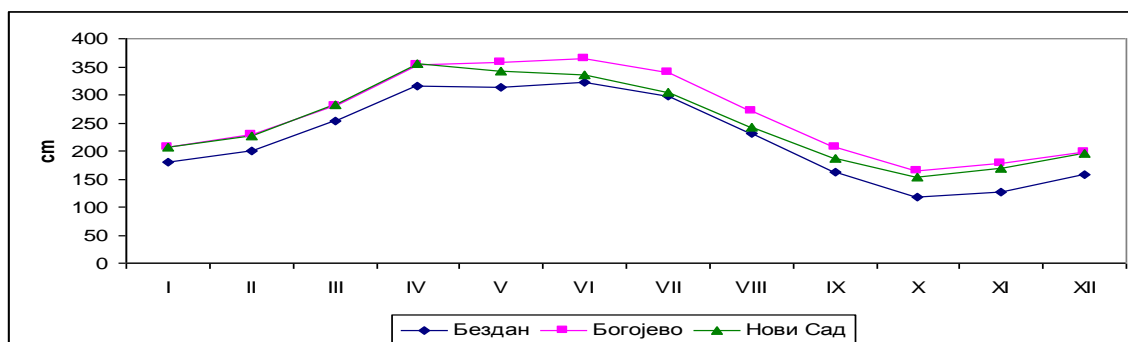
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<b>Бездан</b>													
Минимални	-63	-40	-14	-6	14	57	-20	-97	-86	-71	-77	-50	
Средњи	180	200	253	315	313	323	297	231	163	117	127	157	223
Максимални	573	586	672	736	699	776	753	714	648	515	563	600	
<b>Богојево</b>													
Минимални	-25	12	33	55	72	100	28	-36	-40	-29	-30	-66	
Средњи	207	228	280	353	357	364	341	272	207	165	177	198	262,4
Максимални	564	598	708	792	770	817	791	740	734	500	589	610	
<b>Нови Сад</b>													
Минимални	-68	-20	16	41	122	101	33	-5	-28	-63	-65	-60	
Средњи	207	226	283	355	342	336	305	243	186	153	170	196	250,2
Максимални	520	573	652	745	685	778	777	620	645	483	554	533	

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

На станицама Бездан и Богојево јављају се по два максимума и два минимума водостаја. Примарни максимум се јавља у јуну као резултат примарног максимума падавина, које се излучују у мају и јуну, и отапања снега и ледника у високим Алпима. Секундарни максимум се јавља у децембру и настаје због секундарног максимума падавина. Примарни минимум настаје у октобру и новембру услед мање количине падавина у другој половини лета и великог испаравања и дефицита кише у септембру и октобру. Секундарни минимум настаје у јануару, у време када снег најчешће пада, али се не отапа, нарочито на већим надморским висинама (Слика 15).

Код Новог Сада и низводно Дунав има један максималан и један минималан водостај. Максималан се најраније јавља на делу тока низводно од ушћа Тисе у априлу, а изазивају га високи водостаји на Тиси и Сави, што изазива

и делимично загађивање Дунава. Висока вода се задржава још у мају и јуну због киша и отапања снега у Алпима. Затим се водостаји нешто брже снижавају и најнижи су у октобру и новембру (Бугарски, 1999).



Слика 15. Средњи месечни водостаји Дунава на станицама Бездан, Богојево и Нови Сад за период 1946–2013.

Након изградње ХЕ „Ђердап“ и стварања Ђердапског језера водостаји су повишени на банатском сектору Дунава, што се може видети ако се упореде водостаји у Смедереву за период пре (1946–1970) и након изградње хидроелектране (1971–1990) (Табела 8).

Табела 8. Ниски, средњи и високи водостаји (у ст) у Смедереву за периоде 1946–1970. и 1971–1990. и њихове разлике

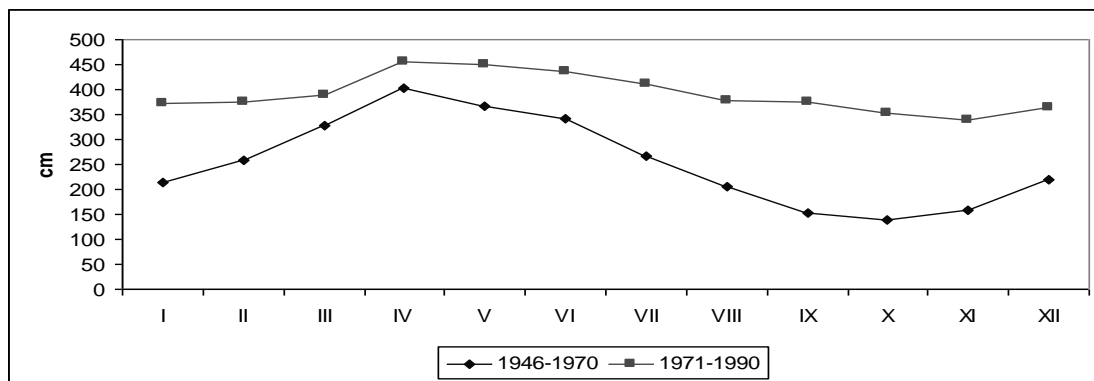
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
<b>1946-1970</b>													
Ниски	213	257	328	404	368	342	267	205	152	140	158	219	254,4
Средњи	318	358	426	478	437	395	344	269	212	177	245	299	329,8
Високи	407	460	522	532	515	463	415	344	286	249	342	387	410,2
<b>1971-1990</b>													
Ниски	371	376	389	455	450	436	410	377	374	354	340	364	391,3
Средњи	424	350	462	507	468	474	451	417	407	402	403	439	433,7
Високи	477	493	530	556	547	511	494	458	439	448	469	497	493,25
<b>Разлике</b>													
Ниски	158	119	61	51	82	94	143	172	222	214	182	145	136,9
Средњи	106	85	36	29	31	79	107	148	192	225	158	140	103,9
Високи	70	33	8	24	32	48	79	114	153	199	127	110	83,05

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

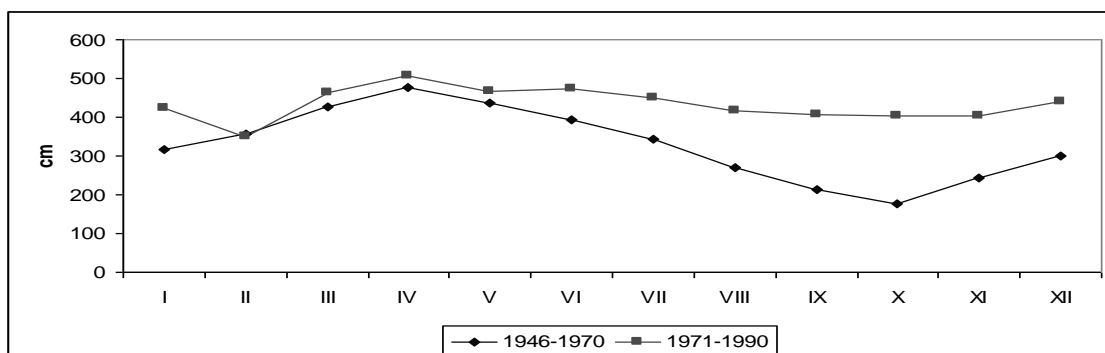
Након изградње Ђердапског језера повишени су и ниски и средњи и високи водостаји. Најмање су повишени високи и то највиши пролећни водостаји, а највише ниски и то у месецима кад су најнижи, у октобру и септембру (Слика



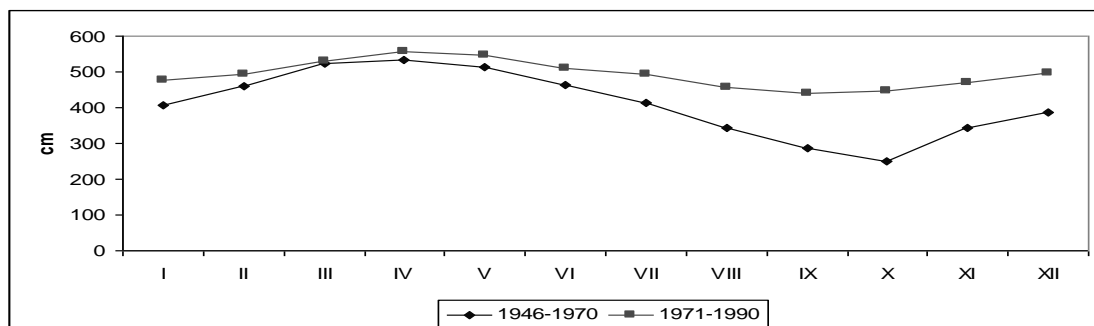
16а,б,в). Средње високи водостаји су повишени од 29 cm у априлу до 225 cm у октобру. Задржавање водостаја на овако високим kotaма довело је до издизања нивоа подземних вода у јужном Банату, што је имало за последицу смањење приноса пољопривредних култура и нарушавање квалитета земљишта (Богдановић и Марковић, 2005).



Слика 16а. Ниски водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.



Слика 16б. Средњи водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.



Слика 16в. Високи водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Табела 9. Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у м), амплитуде и коте високих водостаја Дунава

	Бездан	Богојево	Нови Сад	Земун	Смедерево
Кота „0“ водомера (m)	80,64	77,46	71,73	67,87	65,36
ННВ	-146 (7.1.1909.)	-86 (8.1.1909.)	-134 (9.1.1909.)	-8 (29.11.1983.)	166 (25.11.1986.)
ВВВ	776 (24.6.1965.)	817 (15.6.1965.)	778 (28.6.1965.)	783 (16.4.2006.)	845 (16.4.2006.)
Амплитуда	922	903	912	791	1011
Кота ВВВ (m)	88,4	85,63	79,51	75,7	73,81

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Екстремни водостаји показују амплитуде од 7,91 m у Земуну до 10,11 m у Смедереву (Табела 9). Нарочито су непожељни екстремно високи водостаји јер су њихови нивои знатно виши од висине приобаља. У Панчевачком рити, на подручју Падинске Скеле и Борче, доминантне надморске висине су 71–72 m, док је у Земуну кота апсолутно највишег водостаја износила 75,7 m. У рити између Панчева и Ковина надморске висине се крећу 69–71 m, док је у Смедереву кота апсолутно највишег водостаја износила 73,81 m. Према томе, при највишим водостајима ниво воде био је виши од нивоа јужнобанатских ритова за око 3–4 m. Уз то, средње високе воде после изградње Ђердапског језера у току пролећних месеци биле су више за 1–2 m од нивоа ритова, а током јесењих месеци око 1 m, што је довело до издизања подземних вода и плавлјења поља (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.2.2. Тиса

Режим Тисе разликује се од режима Дунава, што је последица висине слива. На режим Тисе утичу природни, пре свега климатски елементи (количина падавина и евапотранспирација), и антропогени фактор (брана код Новог Бечеја и успор на Дунаву) (Павић и др., 2006; Попов, 2012).

За разлику од виших Алпа који одређују режим Дунава, на Карпатима је мање падавина и неравномерније су. На Карпатима се годишње излучи 700–2000 mm падавина, а нема ни вечитог снега и леда. Највиши водостај, као и код Дунава, долази од отопљеног снега, потпомогнут је кишницом, али се на нижим

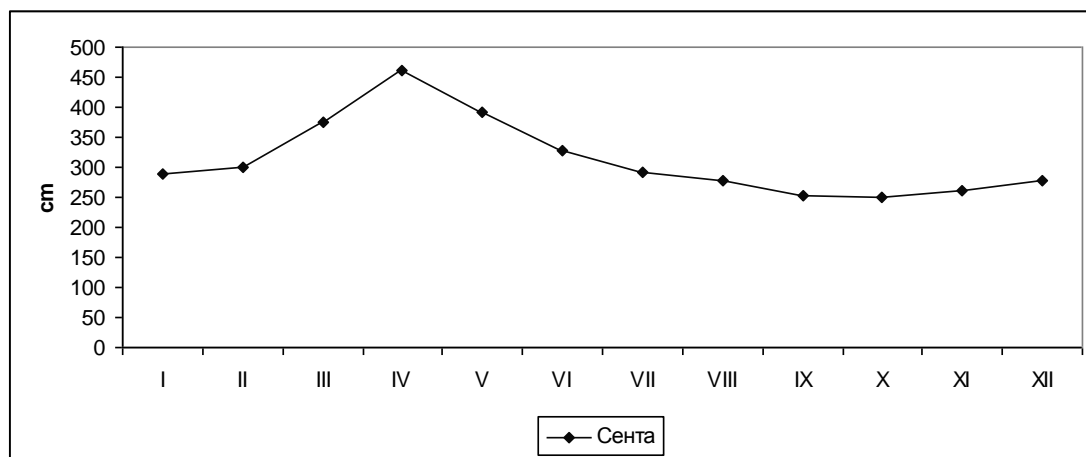
Карпатима снегови топе раније него на Алпима, па је највиши водостај Тисе у априлу, а потом следе мај и март (Табела 10). После маја вредности водостаја се перманентно снижавају све до октобра са најнижим водостајем (Слика 17). Од октобарског минимума водостаји поново расту све до априлског максимума (Богдановић и Марковић, 2005).

Табела 10. Минимални, средњи и максимални водостаји (у см) за период 1976–2013 на станици Сента

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Минимални	92	154	156	179	203	164	151	186	144	86	81	146	
Средњи	290	300	376	461	393	329	291	277	254	250	262	277	313,3
Максимални	672	764	831	926	884	787	774	714	492	507	663	668	

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Ниски водостаји током летњих месеци јављају се као последица мале количине падавина и повећане евапотранспирације. У овом периоду река се храни подземним водама, па се најнижи водостаји јављају у септембру и октобру, када дође до исцрпљивања резерви подземних вода (Попов, 2012).



Слика 17. Средњи месечни водостаји на Тиси на станици Сента за период 1976–2013.

Брана на Тиси изграђена 1977. године издигла је ниво воде узводно од Новог Бечеја (Слика 18а,б,в), што се може видети ако се упореде водостаји у Сенти за период 1960–1977 и 1977–2013 (Табела 10).

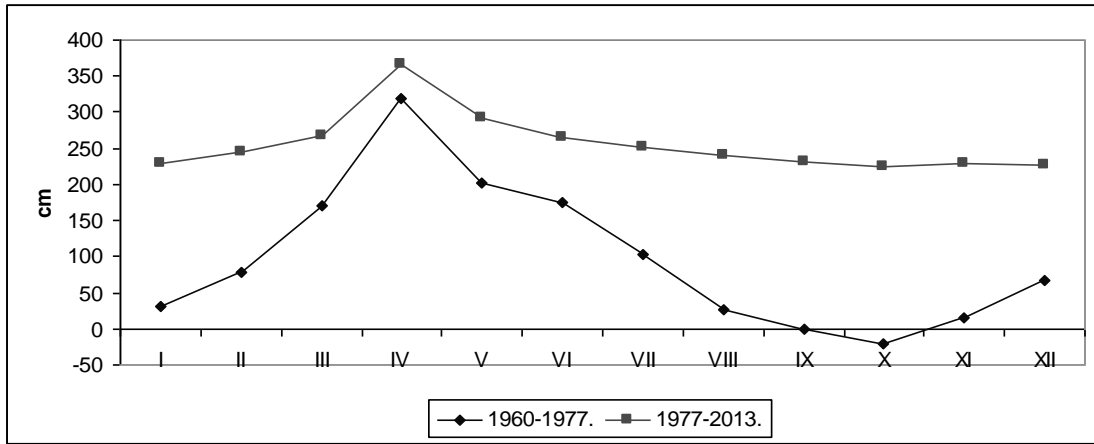
Табела 11. Ниски, средњи и високи водостаји (у см) у Сенти за периоде 1960–1977 и 1977–2013. године и њихове разлике

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
<b>Сента 1960-1977.</b>													
Ниски	31	78	170	320	203	176	104	26	-1	-21	15	66	97
Средњи	162	236	345	437	336	288	233	118	72	53	108	182	214
Високи	324	410	498	535	505	403	376	242	159	146	249	332	348
<b>Сента 1977-2013.</b>													
Ниски	229	244	268	367	292	266	251	241	231	224	230	226	237
Средњи	295	307	385	470	399	331	295	278	257	253	266	278	318
Високи	375	399	504	552	528	411	364	336	300	298	312	364	395
<b>Разлике</b>													
Ниски	198	166	98	47	89	90	147	225	232	245	215	160	140
Средњи	133	71	40	33	63	43	62	160	185	200	158	96	104
Високи	51	11	6	17	23	8	10	94	141	152	63	32	47

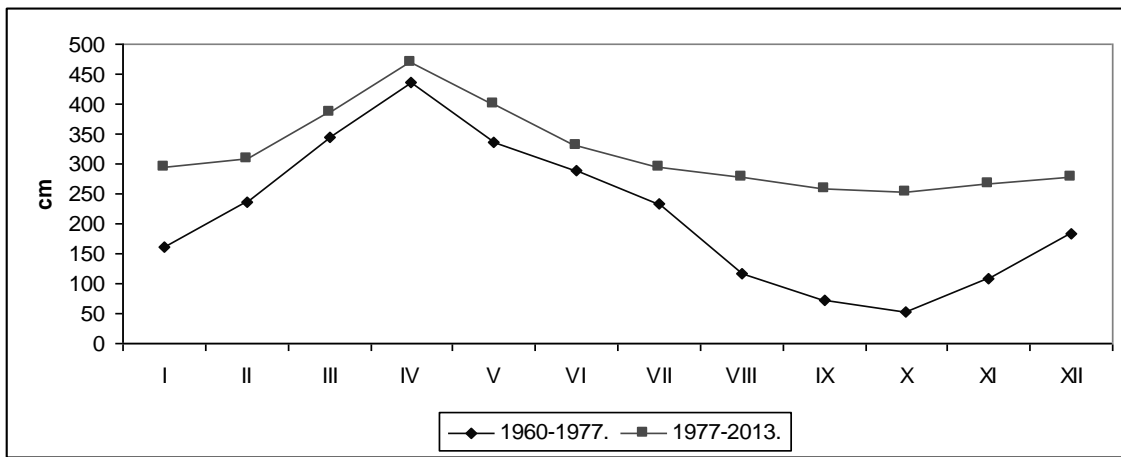
Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Просечан годишњи водостај средњих вода у периоду 1960–1977. износио је 214 см, а у периоду 1977–2013. његова просечна вредност је била 318 см, што значи да је у каснијем периоду виши за 104 см. Међутим, високи фебруарски и јулски водостаји су незнатно смањени након изградње бране, док су најнижи, октобарски водостаји, порасли скоро 2,5 м.

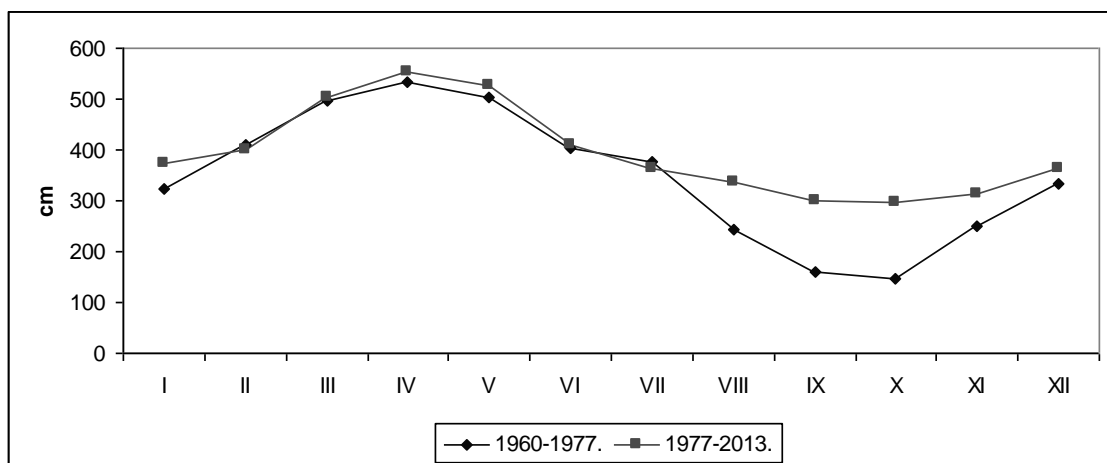
Утицај рада бране ХЕ "Ђердап I" на режим Тисе манифестује се кроз успоравање и издизање водостаја Тисе у вишегодишњем периоду, најчешће у периоду од септембра до фебруара. У овом делу године успор Дунава се често осећа до ушћа Тисе, а понекад и до бране код Новог Бечеја (Павић и др., 2006).



Слика 18.а Ниски водостаји на станици Сента у периоду 1960–1977 и 1977–2013.



Слика 18.б Средњи водостаји на станици Сента у периоду 1960–1977 и 1977–2013.



Слика 18.в Високи водостаји на станици Сента у периоду 1960–1977 и 1977–2013.

Табела 12. Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у см), амплитуде и коте високих водостаја Тисе

	Нови Кнежевац	Сента	Нови Бечеј	Тител
Кота „0“ водомера (m)	73,57	72,8	71,87	69,7
ННВ	-220 (20.2.10.1961)	-198 (11.12.10.1946)	-254 (19-22.10.1947)	-85 (24.25.10.1947)
ВВВ	912 (2.6.1970)	926 (21.4.2006)	785 (1.2.6.1970)	791 (26.6.1965)
Амплитуда	1132	1124	1039	879
Кота ВВВ (m)	82,69	82,06	80,72	77,61

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Екстремне вредности водостаја Тисе показују амплитуде од 11,32 m у Новом Кнежевцу, 11,24 m у Сенти и 10,39 m у Новом Бечеју (Табела 12), што значи да су веома велике, за око 1,5 m веће него на Дунаву. Амплитуда водостаја у Тителу од 8,79 m последица је режима Дунава, од кога је Тител удаљен само 10 km. Упоредјујући коте највишег водостаја Тисе и коте ниских приобаља поред Тисе може се констатовати да је водостај Тисе виши од надморске висине ритова у Потисју. У ритовима у околини Новог Кнежевца, Ђале и Руског Крстура доминирају надморске висине 80–82 m, што значи да су коте највиших водостаја Тисе више од околног земљишта и до преко 2 m. Ритске површине Чоке, Остојићева и Падеја ниже су од коте максималног водостаја у Сенти до преко 4 m (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.2.3. Сава

Режим Саве је последица количине и распореда падавина у читавом сливу, испаравања, геолошког састава, рељефних и вегетационих карактеристика, коефицијента пошумљености, густине речне мреже, отицања и антропогеног фактора. Падавине које се излуче на подручју Срема мало утичу на режим Саве, јер се у Срему излучи најмања количина падавина (у односу на читав слив), а знатан део испари или се упије у земљиште. У Срему се излучи око 5 пута мање падавина него у изворишном делу и око два пута мање у односу на просек за цео слив (Плавша, 1999). Уз то, према ушћу Саве повећава се и испаравање. Падавине су различито распоређене у Срему и осталом делу слива током године. У изворишном делу и око Загреба минимум је у фебруару, а максимум у октобру, док је код Шида и Сремске Митровице минимум у августу, а максимум у априлу.

У сливу Саве се излучи 16,5% падавина у облику снега. Под утицајем снежних падавина у сливовима Босне и Дрине укупан део снега у односу на узводно подручје повећава се за око 3%, па се у режиму Саве повећава удео снежнице, посебно од ушћа Дрине. То условљава измену режима (Плавша, 1999), па Сава стиче одлике плувио–нивалног режима централно–европске варијанте (Гавриловић и Дукић, 2014).

Утицај левих притока које се уливају у Саву на подручју Срема је веома мали, а уз то ради се о каналисаним токовима. Босут, као најзначајнија лева притока у Срему, највећи део воде доноси са подручја Хрватске и са осталим каналисаним потоцима и каналима симболично делује на режим Саве. С друге стране, десне притоке, пре свега Дрина, а у мањој мери и Колубара, значајно утичу на режим Саве. Релативно простран слив и његова природна разноликост омогућавају Дрини да у Саву на сремском сектору унесе значајну количину воде и на тај начин утиче на њен режим. Уз то, релативно велики просечан пад Дрине (1,03‰), као и изражена бочна ерозија, представљају значајне елементе њеног режима, а то значи у мањој мери и режима Саве. Високе воде Дрине се јављају у свим годишњим добима, али су најчешће у пролеће. Мада је учесталост високих вода у јесен и зиму нешто мања, оне и тада могу да достигну висок ниво. Ово потврђује изразито нестабилан режим, што значајно утиче и на режим Саве. Колубара се улива у Саву на 24 gkm и мада доноси релативно мало воде на њој су забележене велике амплитуде водостаја. Код Дражевца, око 10 km од ушћа у Саву, екстремне амплитуде водостаја прелазиле су 8 m. Највише воде на Колубари су у марту, фебруару и априлу, а најниже у септембру и октобру. Иако се не ради о великим количинама воде, оне ипак утичу на појаву екстремних водостаја Саве (Плавша, 1999).

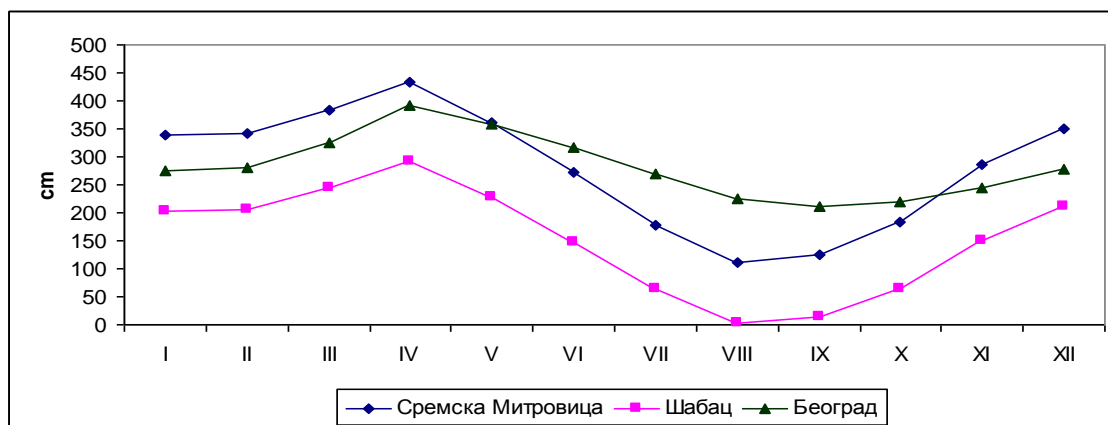
Изградња насипа дуж реке, чиме је спречено великим водама да се разливају у инундационе равни, као и повећана сеча шума у сливу имали су утицај на водостај Саве. Уз повећање количине падавина и погоршања структуре земљишта у сливу Саве, што је изазвало смањење капацитета упијања воденог талога и повећања отицања, антропогени утицаји су довели до пораста највиших водостаја у периоду 1931–1938. године (Дукић, 1957).

Табела 13. Минимални, средњи и максимални водостаји (у ст) за период 1946–2013. (станице Сремска Митровица и Шабац) и 1972–2013. (станица Београд)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
<b>Сремска Митровица</b>													
Минимални	48	23	67	120	86	50	0	-19	-18	-7	2	-2	
Средњи	338	341	384	432	360	271	179	112	125	184	285	349	280
Максимални	778	698	777	780	748	650	588	570	503	800	754	758	
<b>Шабац</b>													
Минимални	-60	-78	-45	24	-18	-48	-99	-116	-116	-106	-96	-103	
Средњи	202	205	245	292	227	147	64	4	13	63	151	210	151,9
Максимални	564	514	590	576	545	507	485	404	362	589	566	573	
<b>Београд</b>													
Минимални	3	25	61	55	123	143	58	51	26	21	-61	-42	
Средњи	276	281	326	391	357	317	270	225	210	219	244	278	282,8
Максимални	512	562	718	738	654	651	648	441	456	575	594	513	

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

За анализу водостаја (Табела 13) коришћени су подаци са три водомерне станице: Сремска Митровица и Шабац (за период 1946–2013) и Београд (за период 1972–2013). На све три станице највиши средњи месечни водостај је у априлу. Након априлског максимума следе март па мај код Сремске Митровице и Шапца, а код Београда мај па март, што је последица утицаја Дунава. Високи пролећни водостаји су последица истовременог отапања снега и пролећних киша. Новембарски секундарни максимум је нижи од водостаја у марту и мају. Децембарски водостај је виши од новембарског и јануарског (Слика 19).



Слика 19. Средњи месечни водостаји на Сави код Сремске Митровице и Шапца за период 1946–2013. и Београд 1972–2013.

Најнижи средњи водостај код Сремске Митровице и Шапца Сава има у августу, а код Београда у септембру. Ниски летњи водостаји су последица мале



количине падавина, повећаног испаравања и исушивања земљишта. Режим водостаја код Сремске Митровице и Шапца има исте тенденције, док је код Београда под утицајем Дунава, који на том сектору има око 2,5 пута више воде од Саве.

Водостај Саве код Сремске Митровице и Шапца расте од августа, а код Београда од септембра, до децембра, затим бележи мали пад у јануару, опет расте до априла, а затим до августа опада. Највећи пораст средњег водостаја код Сремске Митровице и Шапца је између октобра и новембра, а код Београда између марта и априла. Најизраженије опадање водостаја Саве је између маја и јуна на све три станице.

Табела 14. Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у см), амплитуде и коте високих водостаја Саве

	Сремска Митровица	Шабац	Београд
Кота „0“ водомера (m)	72,22	72,61	68,28
ННВ	- 19 (19.8.2003.)	- 116 (19.8.2003.)	- 166 (20.10.1947.)
ВВВ	800 (26.10.1974.)	590 (25.3.1981.)	738 (16.4.2006.)
Амплитуда	819	706	904
Кота ВВВ (m)	80,22	79,67	77,32

Извор: Хидрометеоролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Екстремне вредности водостаја Саве показују амплитуде 9,04 m у Београду, 8,19 m у Сремској Митровици и 7,06 m у Шапцу (Табела 14). Највећа амплитуда је код Београда услед утицаја Дунава. Најмања амплитуда је код Шапца, што је последица веће удаљености од ушћа Дрине, али и веће ширине корита Саве (Плавша, 1999).

### 3.2.4. Бегеј

Режим водостаја Бегеја последица је количине и распореда падавина, снежних падавина и топлеења снега у горњем току слива, који је сличан режиму у српском делу, с тим што је количина падавина у горњем току већа као и просечан број дана са снегом (Томић, 1981). Највише падавина се излучи током лета (32%) са максимумом у јуну, а најмање у јесен (20%), са минимумом у октобру. Током пролећа се излучи нешто више падавина (25%) него у зиму (23%) (Богдановић и Марковић, 2005). На режим Бегеја утиче и режим Тамиша, с обзиром да су ова два

водотока повезана преко два канала, који су изграђени у Румунији током XVIII века. Преко ових канала за време ниског водостаја Бегеј добија воду из Тамиша, док се за време високих водостаја вода из Бегеја испушта у Тамиш (Вујовић, 2014).

Највиши водостаји су током пролећа, у априлу, након чега следе мај или јун, што је последица велике количине падавина током априла, маја и јуна, као и пролећног топљења снега на Карпатима. Због тога у овом периоду многе притоке добијају особине бујичних токова, изливају се из својих корита и плаве приобаља. Најнижи водостаји су током зиме, јануара и фебруара, што је последица излучивања падавина у облику снега који се током зиме нагомилава због негативних температура, а топи у пролеће и пуни речна корита. (Богдановић и Марковић, 2005).

### **3.2.5. Златица**

Максимални водостаји обично се јављају у другој половини марта и трају до средине априла. Режим Златице зависан је од режима Тисе и реке Мориш са којим је спојена каналском мрежом (Миљановић и др., 2011). При ниском водостају Тисе воде Златице нормално теку према ушћу и уливају се гравитационо у Тису. Тако се одводњава око 100 000 ha са румунског и око 50 000 ha са српског сливног подручја. У другом периоду када је водостај Тисе висок, дешава се да водостаји достигну исти ниво па да Тиса и даље расте (Богдановић и Марковић, 2005). Услед обимних хидротехничких радова у сливу Златица, овај водоток више нема природан режим, односно водостај је диригован од стране човека (Вујовић, 2014).

### **3.2.6. Тамиш**

Режим Тамиша последица је режима падавина и температура у горњем току, односно у области западних Карпата, одакле Тамиш преко својих притока добија највећу количину воде, док количина и режим падавина у Банату имају секундарни значај за режим Тамиша.

Максимални водостаји се јављају у пролећним месецима, са кулминацијом у априлу, након чега следе март па мај, а најнижи водостаји су током јесени у

октобру и септембру, па у новембру. Кота високог водостаја износи 76,84 m и већа је од висине алувијалне равни која износи 75 m код Томашевца, а 74–75 m код Орловата. Сличне висине су између Сефкерина и Идвора, а западно од Сакула најнижи делови имају висину 72 m, што значи да је вода у ритовима ових насеља била дубока 2–3 m, а код Сакула око 4 m, с обзиром да је пад реке до Сакула 1 m. Низводно на сектору Тамишко–панчевачког рита висине поред Тамиша су мање, али Карашац и друге везе са Дунавом врше растерећење високих водостаја (Богдановић и Марковић, 2005).

### **3.2.7. Нера**

Режим реке показује највише водостаје у другој половини пролећа, у априлу и мају. Високе водостаје имају и јун и март, а најнижи су у септембру и августу (Богдановић и Марковић, 2005).

### **3.2.8. Фрушкогорски потоци**

Режими фрушкогорских потока последица су: режима падавина и испаравања, режима издашности извора, геолошког састава, енергије рељефа (вертикалне и хоризонталне рашчлањености), величине и облика сливног подручја и коефицијента пошумљености слива.

На поточима Фрушке горе нема осматрачких станица, па самим тим ни континуираних мерења, те се подаци добијају на основу повремених осматрања и информација од локалног становништва. Главни максимум водостаја јавља се у марту, као последица, пре свега, падавина које се излучују у овом месецу и топљења снега у вишим деловима Фрушке горе. Осим тога присутне су и ретенционе воде које на планинском билу износе и до 20% годишње суме падавина. Други максимум, у новембру, последица је споредног максимума падавина. Минималан водостај у септембру поклапа се са споредним минимумом падавина. Високе температуре током лета су један од главних разлога ниског водостаја свих фрушкогорских потока, од којих многи у доњим деловима тока пресуше. Споредни минимум је у фебруару, када се потоци готово искључиво хране од извора, а у доњим деловима и од снежнице, јер се снег на нижим планинама не одржава дуго (Давидовић, 1999).

### 3.2.9. Потоци Вршачких планина

Водни режими потока Вршачких планина у највећој мери су последица количине и распореда падавина и температурних прилика, односно испаравања. Потоци бележе два максимума и два минимума водостаја и протицаја.

Примарни максимум се јавља у другој половини пролећа и почетком лета као последица велике количине падавина и још увек релативно ниских температура ваздуха и смањеног испаравања, нарочито у вишим деловима слива. Примарни минимум јавља се у првој половини јесени и другој половини лета. У јесен је последица малих количина падавина, а још увек доста високих температура, а током лета великог испаравања услед високих температура, као и облика излучивања падавина. Падавине се тада излучују у виду снажних пљускова, који обично трају сат, два или краће. За тако кратко време излуче се количине падавина које су приближне средњим месечним вредностима. Истог дана јављају се екстремно високи водостаји, а често и бујице са катастрофалним поплавама, да би, дан, два после тога водостаји опали, јер вода брзо отиче, испарава, а делом се упија у суво земљиште. Споредни максимум јавља се у новембру и децембру као последица секундарног максимума падавина, док је секундарни минимум присутан током фебруара и марта (Богдановић и Марковић, 2005).

### 3.2.10. Криваја

Водостај Криваје прати се само на водомерној станици у Фекетићу, па се о њеном режиму не може говорити са великом поузданошћу. И поред тога, може се закључити да Криваја има два максимума и два минимума. Примарни високи водостај јавља се мају. Секундарни високи водостај траје од новембра до фебруара са кулминацијом у фебруару. Примарни минимум јавља се у септембру и октобру, а секундарни у марту.

Летњи максимални водостај је последица летњих киша, а секундарни последица јесењих киша и раног отапања снега. Минимум у септембру и октобру је резултат сувог времена и интензивног испаравања, а у марту нешто смањених количина падавина. (Букуров, 1978).

### 3.3. Протицај

Протицај је најважнији елемент водног режима реке. Зависи од водостаја, па се одређивање протицаја врши при различитим водостајима.

#### 3.3.1. Дунав

Протицај Дунава (Табела 15) зависи од количине воде коју прими од Драве, Саве и Тисе. Драва просечно предаје Дунаву  $653 \text{ m}^3/\text{s}$  воде и повећава му протицај око 29%. Тиса просечно уноси  $870\text{--}995 \text{ m}^3/\text{s}$  и повећава му протицај око 45%, а Сава му предаје  $1685\text{--}1800 \text{ m}^3/\text{s}$  и повећава протицај Дунава око 80% (Букуров, 1975; Гавриловић и Дукић, 2014).

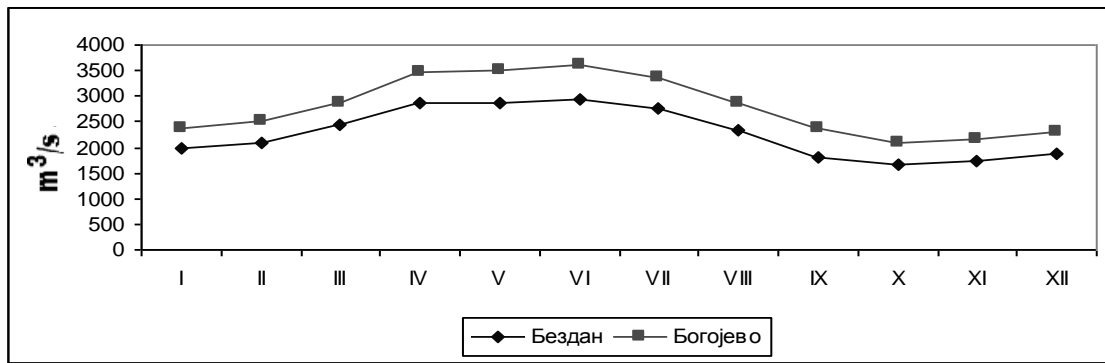
Табела 15. Минимални, средњи и максимални протицаји Дунава ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) код Бездана и Богојева у за период 1950–2013.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
<b>Бездан</b>													
Минимални	895	810	960	960	1170	1320	929	784	791	742	790	854	
Средњи	1980	2100	2430	2860	2850	2950	2760	2340	1810	1670	1720	1890	2280
Максимални	5210	5210	6220	7960	6940	8410	7890	7180	6150	4370	4840	5450	
<b>Богојево</b>													
Минимални	1140	1150	1220	1360	1450	1600	1180	929	915	1000	1070	870	
Средњи	2360	2510	2880	3460	3500	3610	3360	2860	2370	2090	2170	2310	2790
Максимални	5740	6000	6470	8630	8450	9290	8790	7940	7840	4540	5670	6110	

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

При средњем водостају просечан годишњи протицај Дунава код Бездана износи  $2280 \text{ m}^3/\text{s}$ , а код Богојева  $2790 \text{ m}^3/\text{s}$  (Слика 20). Апсолутни минимум у посматраном периоду забележен је 3.10.1992. и износио је  $742 \text{ m}^3/\text{s}$  на станици Бездан, а на станици Богојево 26.12.1969. и износио је  $870 \text{ m}^3/\text{s}$ . Апсолутни максимум забележен је 15.6.1965. и износио је  $8410 \text{ m}^3/\text{s}$  на станици Бездан, а на станици Богојево 15.6.1965. и износио је  $9290 \text{ m}^3/\text{s}$ .

У периоду 1961–2010, забележен је пораст средњег годишњег протицаја на станици Бездан ( $1,7 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год.}$ ), а пад на станици Богојево ( $-2,7 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год.}$ ). На основу тих података, а према коефицијенту варијације, Дунав спада у реке малог колебања протицаја (Ковачевић-Мајкић и Урошев, 2014).



Слика 20. Средњи месечни протицаји Дунава код Бездана и Богојева (у  $m^3/s$ ) за период 1950– 2013.

### 3.3.2. Тиса

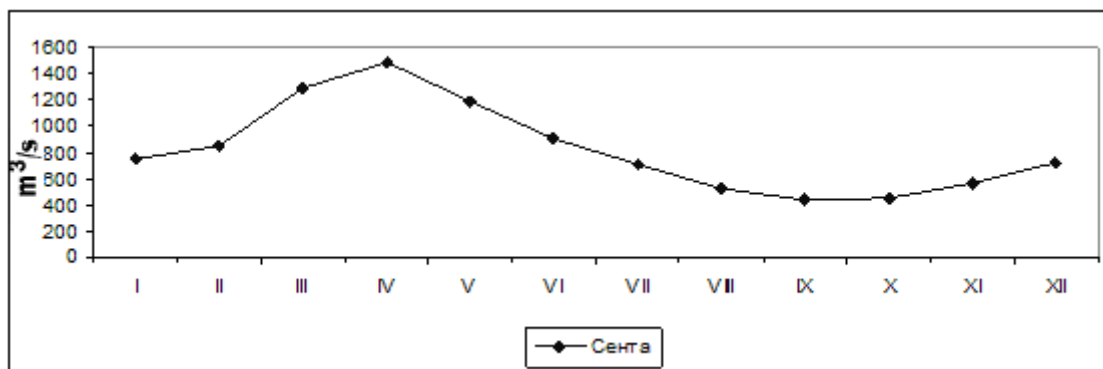
Највеће количине воде протичу Тисом у априлу. Најмањи протицаји јављају се у септембру (Табела 16) јер се тада исцрпљују изданске воде које гравитационо хране реку у периоду малих вода (Гавриловић и Дукић, 2014).

Табела 16. Минимални, средњи и максимални протицаји Тисе (у  $m^3/s$ ) код Сенте за период 1950– 2013.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Минимални	100	130	140	120	180	90	90	90	85	94	120	136	
Средњи	757	849	1290	1490	1190	902	707	527	434	451	571	716	824
Максимални	2490	2670	2080	3720	3450	3480	2900	2190	1600	2130	2620	2420	

Извор: Хидролошки годишњаџи, РХМЗ, Београд

Просечан годишњи протицај Тисе код Сенте износи  $824 m^3/s$  (Слика 21). Апсолутни минимум на Тиси забележен је 30.9.1979. и износио је  $85 m^3/s$ . Апсолутни максимум износио је  $3720 m^3/s$  и забележен је 22.4.2006, само дан после максималног водостаја. Протицај који се може јавити једном у 100 година износи  $4100 m^3/s$ , док се у 1000 година може јавити протицај од  $5200 m^3/s$ . Овакви протицаји изазвали би праву катастрофу у Потисју с обзиром да се Тиса излива већ при протицајима већим од  $1700 m^3/s$  (Гавриловић и Дукић, 2014). Према коефицијенту варијације Тиса спада у реке умереног колебања протицаја (Ковачевић – Мајкић и Урошев, 2014).



Слика 21. Средњи месечни протицаји Тисе код Сенте (у  $m^3/s$ ) за период 1950–2013.

### 3.3.3. Сава

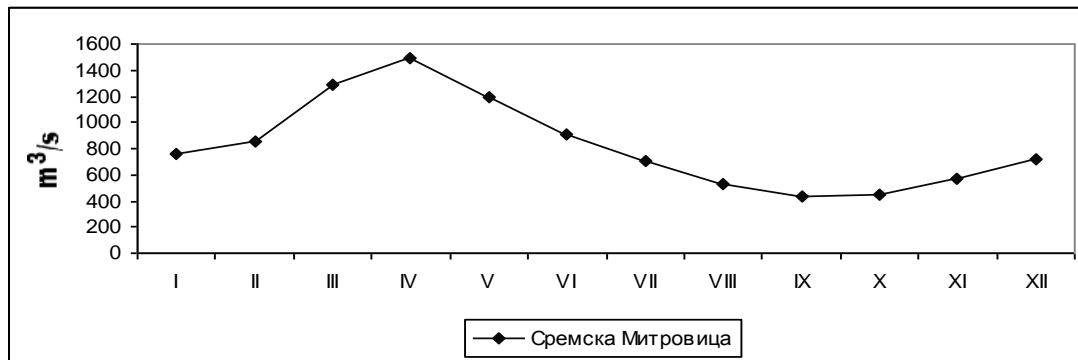
На протицај Саве највећи утицај има Дрина, њена водом најбогатија притока. Максимални протицај Саве се зато јавља у априлу (Табела 17), као и на Дрини. То се дешава због отапања снежног покривача на високим површима Пиве и Таре, које је најинтензивније у овом месецу. Најмањи средњи месечни протицај јавља се у августу (Слика 22).

Табела 17. Минимални, средњи и максимални протицаји Саве ( $m^3/s$ ) код Сремске Митровице за период 1950–2013.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Минимални	314	302	427	733	486	380	254	227	214	243	290	278	
Средњи	1850	1850	2120	2480	2010	1420	911	638	713	1040	1550	1940	1543,5
Максимални	5760	4580	5520	5850	5150	4220	3660	3200	3050	6280	5410	5530	

Извор: Хидролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

При средњем водостају просечан годишњи протицај Саве код Сремске Митровице износи  $1543,5 m^3/s$ . Апсолутни минимум у посматраном периоду забележен је 19.9.1950. и износио је  $214 m^3/s$ . Апсолутни максимум забележен је 26.10.1974, када и апсолутни максимални водостај, и износио је  $6280 m^3/s$ . Апсолутни максимум је преко 30 пута већи од апсолутног минимума. У периоду 1981–2010, на станици Сремска Митровица забележен је годишњи пад протицаја -  $4,5 m^3/s/год.$  (Ковачевић – Мајкић и Урошев, 2014).



Слика 22. Средњи месечни протицаји Саве код Сремске Митровице (у  $\text{m}^3/\text{s}$ ) за период 1950–2013.

### 3.3.4. Тамиш и Бегеј

Протицај Тамиша у периоду 1997–2013. код Јаше Томића износио је у просеку  $46,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Највећи је у априлу, када је највиши и водостај, и износи  $96,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , а потом у марту и мају. Најмањи је у октобру, када износи просечно  $20,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , а потом у септембру. Код Панчева Тамиш уноси око  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  воде у Дунав (Гавриловић и Дукић, 2014). За протицај Тамиша карактеристична је међусобна повезаност са протицајем Бегеја. Ове две реке су спојене преко два канала за време регулационих радова у XVIII веку. Каналисано корито Бегеја је пројектовано за максимални протицај  $85 \text{ m}^3/\text{s}$ , тако да се вишак воде који доспева из горњег тока ( $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ) пребацује каналом у Тамиш. С друге стране, за време сушних летњих месеци, када се протицај Бегеја смањи на свега  $1,5\text{--}2 \text{ m}^3/\text{s}$ , вода се другим каналом пребацује из Тамиша у Бегеј. На овај начин Бегеј утиче на режим Тамиша током пролећних месеци, а Тамиш на режим Бегеја током летњих месеци (Вујовић, 2014).

### 3.3.5. Златица

Највећи протицаји на Златици бележе се од средине марта до средине априла када су регистровани и највиши водостаји. У том периоду у доњем делу тока протицаји достижу  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ . За време изразито влажних периода коритом ове реке протекне и до  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  воде (Вујовић, 2014).



### **3.3.6. Фрушкогорски потоци**

Протицаји фрушкогорских потока се карактеришу малим и уједначеним вредностима током већег дела године. У појединим деловима године се јављају екстремно велики протицаји који кратко трају, тако да се код већине потока стабилизују већ средином априла, а касније се за време летњег минимума још више смање. Овакав режим ремете изненадне велике суме падавина, али се после њих за 1,5 до 2 дана протицаји, као и водостаји, стабилизују (Давидовић, 1999).

Већи број потока при нормалном протицају има већу количину воде у средњем, а негде чак и у горњем току него у доњем, што је последица геолошког састава терена у коме су корита усечена. Потоци северне подгорине Фрушке горе губе знатне количине воде, а понекад и сву у лапорцима, конгломератима или лесу. Они хране изданске воде, које се подземно изливају у издан алувијалне равни Дунава, а површински се јављају путем кишевина (код Сусека, Черевиха и др). Потоци јужне подгорине Фрушке горе (Санча поток, југоисточно од Манђелоса, Рупчева поток, југозападно од Великих Радинаца, Јеленце и Међеш на територији иришке општине и др.) губе воду у вишим деловима путем инфилтрације у плиоцене шљункове, пескове различитих гранулација и песковите глине, које касније тону према Сави (Милојевић, 1976). Ови потоци имају највеће количине воде док не дођу у лесне пределе. У лесним пределима (заравни и терасе) њихове воде се инфилтрирају у фреатску издан подижући јој ниво, што ствара проблеме на обрадивом земљишту, посебно на лесној тераси (Давидовић, 1999).

### **3.3.7. Потоци Вршачких планина**

Протицаји Вршачких потока имају, као и водостаји, два максимума и два минимума. Примарни максимум се јавља у другој половини пролећа и почетком лета. Тада потоци имају највише воде јер се током пролећа излучују доста велике суме падавина, а температуре ваздуха, нарочито у вишим деловима поточних сливова, су још увек релативно ниске, док се почетком лета излучи највећа количина падавина. Примарни минимум јавља се у првој половини јесени и другој половини лета. Током јула и августа потоци имају мало воде, због великог

испаривања, високих температура и излучивања падавина у виду краткотрајних снажних пљускова, а током јесени због мале количине падавина и још увек доста високих температура. Секундарни максимум се јавља у новембру и децембру као последица секундарног максимума падавина, а секундарни минимум се јавља у фебруару и марту (Богдановић и Марковић, 2005).

### **3.4. Расположиве површинске воде**

Израда водног биланса је значајна за рационално коришћење и употребу вода, заштиту квалитета вода и заштиту од штетног деловања вода. Као што је већ речено, највећа количина вода у Војводини потиче од транзитних (Табела 18), док домицилних практично и да нема, односно транзитне воде су око 100 пута веће од сопствених (процене се крећу од 5241,5 до 5540 m<sup>3</sup>/s транзитних вода у односу на 52–54,03 m<sup>3</sup>/s сопствених вода). Ситуација је још неповољнија када су у питању мале воде, јер су тада транзитне воде са 1506,9 m<sup>3</sup>/s практично једини расположиви извор воде (сопствених вода тада има само 2 m<sup>3</sup>/s). Просечно специфично отицање са сопствене површине износи 2,4–2,5 l/s/km<sup>2</sup>. Према расположивошћу властитих вода, 750 m<sup>3</sup> по становнику годишње, Војводина спада у сиромашнија подручја Србије и Европе (два пута мање у односу на целу Србију). Просечан коефицијент отицаја износи око 0,12, али се на Телечкој висоравни креће свега око 0,06 (Сремачки и др., 2011; Дукић и Гавриловић, 2008).

Табела 18. Расположиве површинске воде Војводине ( $m^3/s$ )

Водоток	Просечне воде		Мале воде	
	Транзитне	Сопствене	Транзитне	Сопствене
Дунав са Дравом	2864		1094,5	
Тиса	789	5,5	126,3	
Тамиш	37	9	0,3	
Пловни Бегеј	19,3		10,5	
Стари Бегеј	3,2		0,9	
Брзава, Моравица, Караш, Нера	35		3,8	
Бачка и Банат (потоци и канални)		24,5		1,3
Срем		13		0,5
Баја – Бездан и Плазовић	2			
Сава	1532		270,6	
<b>Укупно</b>	<b>5241,5</b>	<b>52</b>	<b>1506,9</b>	<b>1,8</b>

Извор: Сремачки и др., 2011.

Количина од  $750 m^3$  сопствене воде по становнику годишње, колико има Војводина, је 3,5 пута мања од доње границе од  $2500 m^3$  колико је потребно за потпуну и дугорочну самодовољност воде и несметан развој без угрожавања животне средине (Сремачки, 2011).

### 3.5. Водопривредни системи

На основу Водопривредне основе Републике Србије (11/02) на територији Војводине предвиђени су следећи регионални водопривредни системи: Сремски регионални систем, Новосадски регионални систем, Бачки регионални систем, Регионални систем горње Тисе и Јужнобанатски регионални систем.

#### 3.5.1. Сремски регионални систем

Овај регионални систем се може ослонити на четири алувијална изворишта: доња Дрина, Сава од Јамене до Сремске Митровице, Сава од Јарка до Шапца и речне воде доње Дрине. Воде високог квалитета са дринског изворишта упућују се преко Богатића и Сремске Митровице до Руме, где се спајају са водама из Савског изворишта и даље заједнички снабдевају водом насеља у општинама:

Ириг, Пећинци, Инђија и Стара Пазова. С обзиром на капацитете ових изворишта, овај систем пружа могућност снабдевања и других значајних потрошача: Београд се може повезати преко Старе Пазове, Нови Сад преко Инђије и Сремских Карловаца, Јужнобанатски систем преко Старе Пазове и Опова, а Зрењанин преко Старе Пазове и Сурдука. Локална изворишта остају у употреби до рационалних лимита. Предвиђа се, уз пречишћавање отпадних вода Сремске Митровице, њихово спровођење низводно од поменутог будућег савског изворишта, односно низводно од Шапца (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

### **3.5.2. Новосадски регионални систем**

Осим локалних изворишта, као изворишта воде високог квалитета, овај систем може користити алувијална изворишта: доња Дрина, Сава од Јамене до Сремске Митровице, Сава од Јарка до Шапца, извориште са леве и десне обале Дунава између Новог Сада и Сремских Карловаца, а део воде може се добијати и прерадом дунавске речне воде и речне воде доње Дрине. Овим системом снабдевају се насеља у општинама: Сремска Митровица, Шид, Бачка Паланка, Бачки Петровац, Беочин, Нови Сад, Сремски Карловци, Жабал, Темерин, Зрењанин и алтернативно Сечањ, Житиште и Тител. Осим могућих веза са Сремским системом, повољно је повезивање овог система са Бачким системом преко Темерина и Србобрана, као и Бачког Петровца и Бача. Уколико би квалитет воде Тисе био незадовољавајући, овај систем се може проширити и за обезбеђење потреба у води у насељима северног Баната (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

### **3.5.3. Бачки регионални систем**

Основно извориште овог система су алувијалне издани Дунава на сектору од Бездана до Богојева и коришћење основног водоносног комплекса. За задовољење потреба за водоснабдевање у Бачком систему могу се користити и речне воде Дунава (непосредно или упуштањем у подземље) уколико је квалитет тих вода задовољавајући. Овим системом снабдевала би се насеља у општинама: Апатин, Сомбор, Озаци, Бач, Кула, Мали Иђош, Бачка Топола, Врбас, Србобран, Бечеј и Нови Бечеј, а алтернативно и насеља у општини Суботица. Осим

повезивања са Новосадским системом, овај систем је повољно повезати са системом горње Тисе преко Бачке Тополе и Суботице, односно преко Бечеја и Аде (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

#### **3.5.4. Регионални систем горње Тисе**

За снабдевање овог региона предвиђене су, осим постојећих изворишта, и прерађене речне воде Тисе. С обзиром на квалитет вода ове реке, посебна пажња се мора посветити начину њиховог пречишћавања. Овом систему припадају насеља у општинама: Суботица, Кањижа, Нови Кнежевац, Сента, Чока, Ада, Кикинда и Нова Црња. Алтернативна решења везана су за довођење вода са веће удаљености. Подразумева се остварење међудржавне сарадње којом би се квалитет Тисе поправио или бар задржао на садашњем нивоу (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

#### **3.5.5. Јужнобанатски регионални систем**

Осим локалних изворишта и основног водоносног комплекса користило би се велико алувијално извориште поред Дунава Ковин – Дубовац. У перспективи може се остварити пребацивање одређене количине воде са „Годоминско–Шалиначког“ изворишта у овај систем, као и коришћење вода Дунава (непосредно или упуштањем у подземље) уколико имају одговарајући квалитет. Из овог система вршило би се водоснабдевање насеља у следећим општинама: Ковин, Панчево, Опово, Ковачица, Алибунар, Вршац, Пландиште и Бела Црква. Постоји могућност слања вода из овог система даље на север, у правцу Зрењанина и Сечња. Проблему очувања вода на делу изворишта „Ковин – Дубовац“ мора се посветити посебна пажња. Наиме, успоравање Дунава услед изградње ХЕ "Ђердап" изазива таложње материјала органског и неорганског порекла, са знатним количинама тешких метала и стварања услова за еутрофикацију језера са свим негативним последицама по коришћење ових вода. Такође, постоје проблеми могуће експлоатације угља у овом простору (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

#### 4. ГЕОЕКОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

Термин „геоекологија“ или „пејзажна екологија“ (енг. „landscape ecology“) увео је 1960 – их година Карл Трол да опише везу физичке географије и екологије. Геоекологија је холистичка дисциплина која подвлачи везу између биотичких и абиотичких компоненти у животној средини (Drdoš, 1993; Safford, 2002). У геоекологији се користе два основна приступа у истраживањима: „хоризонтални“ приступ који подразумева регионалну диференцијацију земљине површине, проучавајући просторну зависност природних феномена и „вертикални“ приступ који подразумева функционалну међузависност елемената на одређеном простору (екотопу), који чине еколошки систем. Хоризонтални приступ је географски, док је вертикални приступ биолошко – еколошки. (Troll, 1971).

Комплексна геоеколошка анализа природних и друштвених услова подразумева анализу климатских карактеристика које утичу на живот становника; земљишних ресурса од којих зависи развој пољопривреде, а самим тим и исхране становништва; водних ресурса неопходних за живот и бројних производних процеса (пољопривредна производња, индустрија, саобраћај, рекреација, туризам); биогени ресурси и друштвени чиниоци (Љешевић, 2007). На основу овога геоеколошке детерминанте се могу поделити на климатске, хидролошке, педолошке, орографске, биотичке и социо–економске. Ове детерминанте имају кључну улогу за контролу водних ресурса, што је од фундаменталног значаја за заштиту и квалитета и квантитета воде (Jothityangkoon and Sivapalan, 2009), што даље утиче на одрживи развој одређеног подручја.

Три кључна фактора одрживог развоја су: социјални, животна средина и економски. Ако би се ови фактори у потпуности применили на сектор вода, може се приметити да је за водни систем да би био одржив и испунио циљеве одрживог развоја потребно задовољити све три компоненте које имају и покретаче и ограничења. У социјалном контексту кључни фактор би био равномерна дистрибуција воде, док би ограничење било недостатак воде. Очување еколошких резерви било би покретач за животну средину, а утицаји изазвани климатском варијабилношћу, поплавама или сушама и загађењем представљале би опасности.

Економски одрживо снабдевање водом уз одговарајућу политику цена би било покретач система ка одрживом путу, док би недостатак и низак ниво капитала нарушавали ове напоре (Mukheibir, 2010).

## 4.1. Климатске детерминанте

Због сложеног (појединачног и кумулативног) утицаја на абиотичка, биотичка и антропогена својства простора, клима се често представља као водећи геоеколошки фактор (Милинчић и Пецељ, 2008). Климатске детерминанте су значајне за предвиђање поплава и суша, као и за квалитет вода. У том погледу најважније климатске детерминанте за одрживи развој Војводине су температуре ваздуха и падавине.

### 4.1.1. Температура ваздуха

Средња годишња температура ваздуха у Војводини креће се 11,4–12,1°C, што одговара пролећу (Табела 19). Температуре су највише у јулу (средња месечна температура 21,8–22,7°C), а најниже у јануару (0,2–1,1°C). Температуре ваздуха приказане су за 8 станица у периоду 1991–2010. (Метеоролошки годишњаци, 1991–2010, РХМЗ).

Табела 19. Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха (°C) за период 1991–2010. године

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Б. Карловац	0,6	1,85	6,4	12	17,55	20,7	22,3	22	16,7	11,8	6,7	1,5	11,7
Бела Црква	0,65	2,2	6,7	12,15	17,5	20,8	22,6	22,4	17,2	12,3	7,1	1,7	12
Вршац	1,1	2,3	6,8	12,4	17,6	20,6	22,4	22,4	17,3	12,5	7,6	2,1	12,1
Зрењанин	0,5	2	6,6	12,1	17,6	20,9	22,5	22,2	16,9	11,9	6,6	1,2	11,8
Киkinда	0,2	1,8	6,4	12,1	17,5	20,9	22,7	22,2	16,7	11,6	6,3	0,9	11,6
Р. Шанчеви	0,4	2	6,6	12	17,4	20,5	22,1	21,9	16,6	11,7	6,5	1,2	11,6
Сомбор	0,3	1,8	6,3	11,8	17,3	20,7	22,3	21,7	16,3	11,3	6,1	0,9	11,4
С. Митровица	0,3	1,95	6,5	11,9	17,4	20,4	21,8	21,5	16,4	11,7	6,4	1,2	11,5

Извор: Метеоролошки годишњаци, РХМЗ, Београд

Карактеристичан је и велики распон између апсолутно минималних и апсолутно максималних температура, што је одлика континенталних предела. Екстремне минималне температуре се јављају у децембру, јануару и фебруару и

током појединих година, спуштају се до  $-20^{\circ}\text{C}$ , док екстремне максималне у јулу прелазе и  $40^{\circ}\text{C}$  (Метеоролошки годишњази 1991–2010, РХМЗ).

Овакви температурни односи, преко појаве суша и мраза, имају значајан утицај на одрживи развој овог подручја, о чему ће бити више речи у наставку рада.

#### 4.1.2. Плувиометријски режим

У погледу падавина Војводина је семиаридна област. Просечне годишње количине падавина (за период 1991–2010) износе 631,8 mm, за 8 станица (Табела 20). Континенталност Војводине се огледа и у неједнаком распореду падавина током година. У најсувљим годинама Војводина је примала три до четири пута мање талоба него за време најкишовитијих. На пример, Банатски Карловац је за време најсувље 2000. године примио 295,2 mm падавина, а за време најкишовитије 1999. године 1038,7 mm, Кикинда 223,1 mm према 1023,8 за време најкишовитије 2010, Римски Шанчеви 287,8 mm према 1041,9 mm, Сомбор 277,5 mm према 1035,6. Честе смене сушних и влажних периода представљене су помоћу Индекса аномалија падавина – RAI (Табела 21).

Табела 20. Средње месечне и годишње количине падавина (у mm) за период 1991–2010. године

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Б. Карловац	34,1	30,9	32,7	51,2	52,6	84,9	78,5	56,3	56,8	51,3	48,5	52	629,8
Бечеј	32,3	26,6	32,7	44,7	48,6	84	65,5	58,6	55	50,2	53,2	48,2	599,6
Вршац	37,1	36,6	32,6	57	57,3	84,9	76,6	69,8	61,9	48,3	49,2	54,3	665,8
Зрењанин	35,7	30,7	33,2	42	55,2	87,3	62,3	51,3	56,5	49,3	52,2	51,3	607
Кикинда	33	28,1	30,5	46,8	55	75,9	63,7	54,6	55,2	46,3	48,6	50,1	587,6
Р. Шанчеви	38,4	32,6	36,3	47,2	64,5	95,7	76,5	62,6	62,7	61,2	60,3	54,3	692,3
Сомбор	36,2	30,8	33,3	44,8	57,9	81	77,6	56,1	63	54,9	56,5	52,2	644,3
С. Митровица	37,8	30,4	37,5	43,3	55,4	81,2	60,2	56,4	57,6	60,9	57	50,5	628,2

Извор: Метеоролошки годишњази, РХМЗ, Београд

Распоред падавина по месецима је релативно уједначен. Најкишовитији месец је јун, услед продора влажних ваздушних маса са Атлантског океана, чије се депресије крећу долином Саве и Дунава. После јуна, најкишовитији је јул, док су најсушнији фебруар и март.



Табела 21. Индекс аномалија падавина (RAI) за период 1991 – 2010. године

Год.	Б. Карловац	Бечеј	Вршац	Зрењанин	Кикинда	Р. Шанчеви	Сомбор	С. Митровица
2010.	незнатно влажна (0,77)	умерено влажна (1,87)	незнатно влажна (0,87)	врло влажна (2,02)	врло влажна (2,96)	врло влажна (2,01)	врло влажна (2,46)	умерено влажна (1,3)
2009.	нормална (0,39)	незнатно сушна (-0,56)	нормална (0,48)	нормална (0,16)	нормална (-0,2)	нормална (-0,31)	незнатно сушна (-0,73)	нормална (-0,48)
2008.	незнатно сушна (-0,65)	незнатно сушна (-0,91)	умерено сушна (-1,02)	умерено сушна (-1,24)	незнатно сушна (-0,67)	незнатно сушна (-0,94)	нормална (-0,25)	незнатно сушна (-0,61)
2007.	нормална (0,41)	незнатно влажна (0,7)	нормална (0,23)	незнатно влажна (0,7)	незнатно влажна (0,83)	незнатно влажна (0,61)	нормална (0,4)	незнатно влажна (0,89)
2006.	незнатно сушна (-0,64)	нормална (-0,22)	нормална (-0,15)	нормална (-0,2)	незнатно сушна (-0,57)	нормална (-0,29)	нормална (-0,15)	нормална (-0,11)
2005.	незнатно влажна (0,72)	нормална (0,4)	умерено влажна (1,94)	незнатно влажна (0,52)	незнатно влажна (0,79)	нормална (0,25)	умерено влажна (1)	нормална (0,26)
2004.	незнатно влажна (0,56)	незнатно влажна (0,56)	нормална (0,3)	незнатно влажна (0,7)	нормална (0,41)	незнатно влажна (0,82)	умерено влажна (1,1)	умерено влажна (1,33)
2003.	незнатно сушна (-0,79)	незнатно сушна (-0,95)	умерено сушна (-1,01)	незнатно сушна (-0,74)	незнатно сушна (-0,5)	умерено сушна (-1,05)	умерено сушна (-1,23)	незнатно сушна (-0,9)
2002.	нормална (0,16)	незнатно сушна (-0,55)	незнатно сушна (-0,99)	умерено сушна (-1,31)	умерено сушна (-1,15)	умерено сушна (-1,21)	незнатно сушна (-0,76)	нормална (-0,49)
2001.	незнатно влажна (0,89)	умерено влажна (1,13)	незнатно влажна (0,8)	незнатно влажна (0,67)	незнатно влажна (0,69)	умерено влажна (1,76)	незнатно влажна (0,97)	умерено влажна (1,46)
2000.	врло сушна (-2,18)	врло сушна (-2,21)	врло сушна (-2,07)	врло сушна (-2,19)	врло сушна (-2,47)	врло сушна (-2,32)	врло сушна (-2,31)	врло сушна (-2,05)
1999.	врло влажна (2,66)	врло влажна (2,17)	умерено влажна (1,67)	умерено влажна (1,85)	умерено влажна (1,65)	умерено влажна (1,41)	незнатно влажна (0,97)	незнатно влажна (0,69)
1998.	незнатно сушна (-0,73)	незнатно сушна (-0,68)	незнатно сушна (-0,86)	нормална (-0,41)	нормална (0,05)	нормална (0,36)	нормална (0,06)	нормална (0,34)
1997.	незнатно влажна (0,56)	незнатно влажна (0,54)	нормална (0,29)	нормална (0,18)	нормална (-0,26)	нормална (0,41)	нормална (-0,43)	нормална (-0,34)
1996.	нормална (0,2)	нормална (0,36)	нормална (0,09)	незнатно влажна (0,91)	нормална (0,09)	незнатно влажна (0,7)	нормална (0)	нормална (0,37)
1995.	незнатно влажна (0,59)	незнатно влажна (0,57)	умерено влажна (1,64)	незнатно влажна (0,89)	нормална (0,43)	нормална (0,27)	нормална (0,35)	нормална (0,25)
1994.	незнатно сушна (-0,64)	незнатно сушна (-0,58)	незнатно сушна (-0,81)	незнатно сушна (-0,94)	нормална (-0,45)	незнатно сушна (-0,71)	нормална (-0,48)	незнатно сушна (-0,5)
1993.	умерено сушна (-1,16)	умерено сушна (-1,28)	незнатно сушна (-0,73)	умерено сушна (-1,48)	незнатно сушна (-0,91)	умерено сушна (-1,25)	незнатно сушна (-0,54)	незнатно сушна (-0,73)

1992.	незнатно сушна (-0,93)	незнатно сушна (-0,58)	незнатно сушна (-0,79)	незнатно сушна (-0,84)	умерено сушна (-1,12)	незнатно сушна (-0,91)	нормална (-0,22)	умерено сушна (-1,1)
1991.	нормална (-0,16)	нормална (0,18)	нормална (0,2)	незнатно влажна (0,72)	нормална (0,39)	нормална (0,4)	нормална (-0,03)	нормална (0,46)

На основу Индекса аномалије падавина (RAI) може се констатовати да је у периоду 1991–2010. године најсушнија била 2000. година. Ова година је била врло сушна, а најизразитији пример је станица Кикинда на којој је RAI износио -2,47. С друге стране, највлажнија је била 2010. година. Међутим, у овој години је запажена неравномерност у количини падавина између појединих станица, па се тако RAI кретао између 0,77 (незнатно влажна) у Банатском Карловцу до 2,96 (врло влажна) у Кикинди. Посебно изражене варијације у количини падавина биле су у периоду 1999–2001. године. Ова колебања су најизраженија на станици Бечеј где је 1999. година била врло влажна (2,17), 2000. година врло сушна (-2,21), а 2001. година умерено влажна (1,13).

#### 4.1.3. Утицај климатских детерминанти на одрживи развој

Приказани плувиометријски режим доводи до честе појаве поплава и суша, што се негативно одражава на одрживи развој подручја. Према предвиђањима (пројекција до 2050.) у Војводини ће се и у будућности јављати честе суше и топлотни таласи, што ће се негативно одражавати на усеве. (Olesen et al., 2011). Очекује се пораст температуре и смањење падавина, опадање приноса житарица, смањење површина погодних за гајење усева (Секулић и др., 2011).

Последице суше у Војводини зависе од: карактеристика земљишта, нивоа подземних вода, типа усева, недостатка падавина и њиховог распореда, као и температура ваздуха. Суша негативно утиче на пољопривреду, производњу енергије, саобраћај, индустрију, туризам, урбана подручја (зелене површине, здравствени систем, снабдевање водом за пиће), водне ресурсе, животну средину (Павловић, 2011). Суша из 2000. године је у Банату изазвала велике губитке у пољопривреди и имала је негативан утицај на здравље људи. У 2003. години суша

је такође негативно утицала на усеве у Војводини. Суша је током 2007. године изазвала велике губитке у пољопривреди у свим деловима Војводине, а највећи су били у Бачкој. Тако је град Бачка Топола имао финансијске губитке од око 2 милијарде динара, док су губици у пољопривредној производњи били већи од 50% (Žlebir et al., 2011).

Како би се ублажио негативан утицај суше на пољопривредну производњу Ørum et al. (2010) истичу значај нових технологија у наводњавању (кап по кап) и смањење заливног наводњавања која је примењена током две сезоне у Србији на огледним пољима. На тај начин се повећава продуктивност и постиже уштеда вода, па се ова технологија може применити и у другим сушним регионима. Проблем суше треба решавати мултидисциплинарно, односно различите научне дисциплине и организације треба да учествују у креирању делотворне аграрне политике. Један од предлога је да ниско профитабилне врсте као што су пшеница и кукуруз, у наводњавању значајан део површина уступе високо профитабилним врстама: поврћу, воћу, семенским културама (Секулић и др, 2011).

С друге стране, јављају се поплаве, које имају више узрока, а најчешће су поплаве изазване кишом и отапањем снежног покривача, ледене поплаве, поплаве услед коинциденције вода и бујичне поплаве.

Ледене поплаве настају после изразито хладних зима, почетком пролећа, када ледене санте крену реком. Приликом наилазак на неку препреку (мост, спруд), или у великим меандрима санте леда се гомилају и стварају ледену брану. Услед нагомилавања леда, ледена баријера се све више повећава, а река се узводно ујезерава и плави околне површине и насеља. Ледене поплаве су у прошлости биле честе у долини Тисе, а највеће су биле 1940. и 1966. године. Последњих деценија оне се успешно сузбијају регулацијом корита, одбрамбеним насипима, савременом техником разбијања леда и одржавањем пловног пута (бродови ледоломци). Највећи регулациони радови на пресецању меандара који представљају природне препреке несметаном отицању воде, тј. места где се ледене санте најчешће заустављају и задржавају воду, изведени су у долини Тисе и Тамиша.

Уколико падавине захвате цео слив високе воде могу да се јаве на свим токовима у сливу, што готово увек изазива поплаве мањих или већих размера. Уколико дође до коинциденције великих вода главне реке и притока дешавају се катастрофалне поплаве. Тако је до великих поплава у Војводини дошло 1907. године, приликом коинциденције високих вода Дунава и Драве, 1940. коинциденцијом Дунава, Тисе и Саве, а 1954. године Дунава и Ина у Аустрији.

У време настанка поплава веома је важно до које је мере земљиште засићено водом. Због велике засићености земљишта често долази до процуривања и одношења насипа као што је то било 1965. године дуж Дунава и 1970. године поред Тисе. Тако се догађа да насип издржи катастрофални поплазни талас, али касније пуца због прекомерно упијене воде и расквашености.

Поплаве се најчешће јављају у пролеће и почетком лета, што се поклапа са максималном количином падавина, док су најређе у јесен, на крају изразито сушног периода, када је ретенциона способност земљишта и вегетационог покривача највећа.

Поплаве у долини Дунава су ограничене на појас који у просеку износи око 7 km. Најшири је између Богојева и Бачког Новог Села и износи преко 20 km. Највеће поплавне површине у Војводини налазе се у долини Тисе. Разлог за то су геолошке и геоморфолошке карактеристике, јер је Тиса усекла своју долину у дну Панонског басена у неотпорним квартарним и терцијарним седиментима и због тога има пространу алувијалну раван и мали пад. Плављени појас је у просеку широк око 10 km. Подизањем насипа долина Тисе се штити од поплава. Они не постоје једино на местима где је обала висока. Долина Бегеја заштићена је насипом целом дужином. Паралелно са каналисаним Старим Бегејем, дугачким 97 km, ископан је у XIX веку и Бегејски канал (Гавриловић, 1981).

Највећа поплава у XX веку била је у мају и јуну 1965. године и изазвана је интензивним кишама и отапањем великих количина снега у сливовима притока Дунава у Словачкој – Мораве, Ваха и Ипела и обилним падавинама на територији Србије. Захватила је све велике токове Србије. Ванредно стање на Дунаву, Сави и Тиси трајало је преко два месеца. На многим хидрометријским станицама

забележени су до тада највиши водостаји. На више места пробијени су насипи дуж Дунава, Тисе, Бегеја и Тамиша. Од укупне штете на територији Србије (поплављено је 250 000 ha, око 16 000 кућа и 214 km путева) половина је била на територији Војводине, одакле је евакуисано 6 200 породица. Ова поплава нанела је велике губитке привреди Војводине (Гавриловић и Дукић, 2014). Велике поплаве забележене су у марту и априлу 2000. године, када су забележени високи водостаји Тисе и Тамиша, као последица наглог отапања снега на Карпатима и истовремених обилних падавина. Најтежа ситуација је била у општини Сечањ, а било је угрожено и насеље Јаша Томић. Тиса се излила на територији Србије. У овом периоду редовне одбрамбене мере на Тиси су трајале 61 дан на подручју Новог Кнежевца и 44 дана на подручју Сенте, а ванредне мере 28 дана у Новом Кнежевцу и 18 дана у Сенти. Редовне мере одбране од поплава трајале су на Тамишу краће, 26 дана на подручју Јаше Томића и Сечња, а ванредне мере само 1 дан. У априлу 2006. године поплаве су угрозиле општине Жабаљ, Тител, Сечањ и Зрењанин (Гачић и др., 2013).

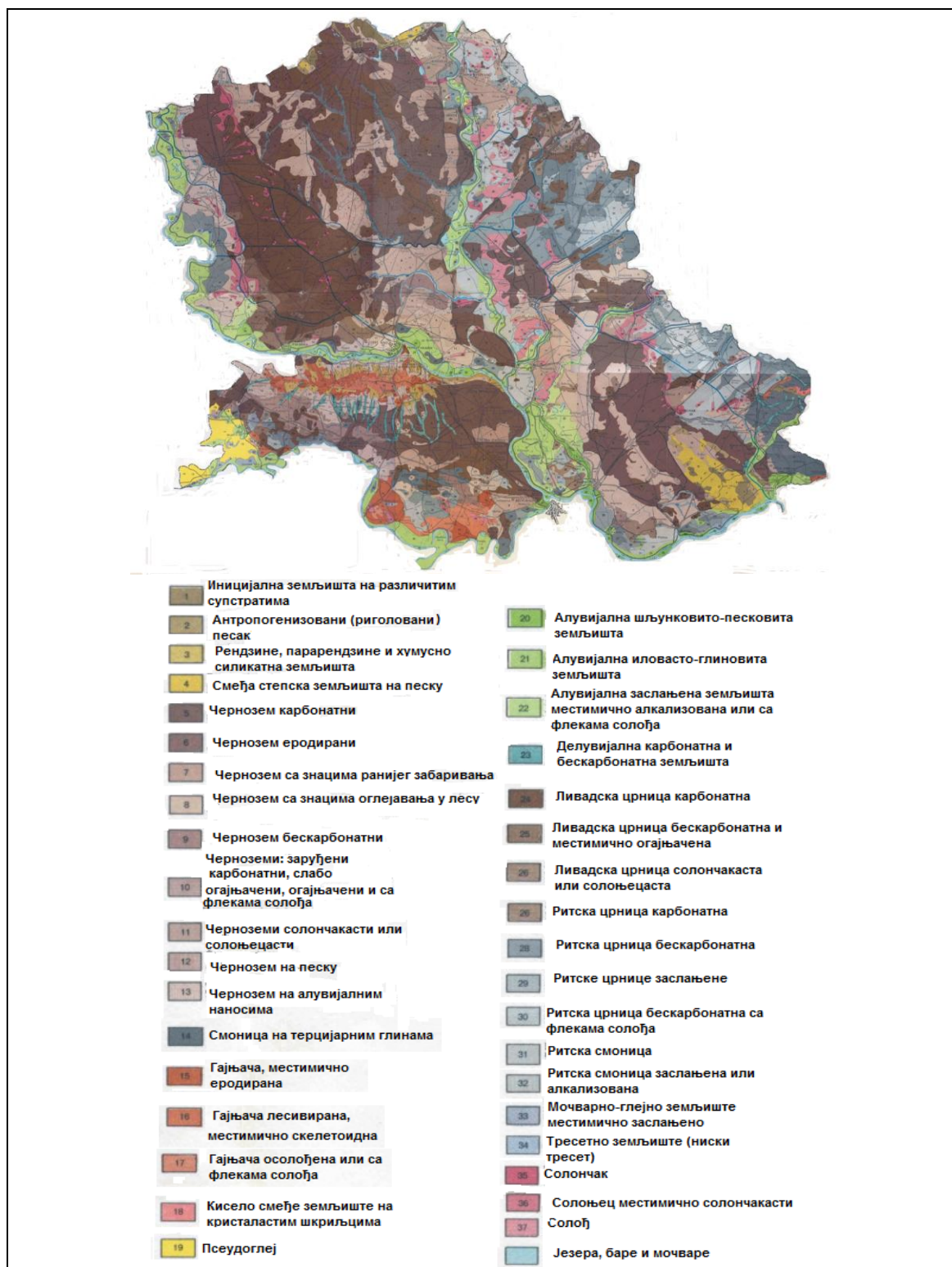
Поплаве, осим директних могу имати и индиректне последице. Тако је 30. јануара 2000. у северозападној Румунији услед обилних падавина и отапања снега дошло до изливања из Бозанта басена са јаловином из рудника злата у реке Лапу и Сому око 100 000 m<sup>3</sup> воде која је била контаминирана цијанидом и тешким металима. То је изазвало помор рибе у Румунији и низводно у Тиси и Дунаву у Мађарској, Србији и Бугарској све до Црног мора (Macklin et al., 2006).

Основна мера заштите од поплава је изградња насипа. Међутим, насипи често не могу да задовоље ни својом дужином ни заштитом коју пружају, јер су грађени од неадекватног материјала, са прекидима, па често служе само да ублаже штете од поплава. С друге стране, велике воде су све веће, па намећу потребу доградње, реконструкције и поправке и одржавање насипа и санирање околног тла. Инвестиције у заштиту од поплава су још увек недовољне, мада постоји тенденција пораста тих средстава (Гавриловић и Дукић, 2014).

## 4.2. Педолошке детерминанте

Земљиште представља природно добро и необновљив ресурс, с обзиром да се веома споро образује, а у процесу деструкције брзо уништава (Секулић и др., 2011). Од укупне површине, пољопривредно земљиште у Војводини чини око 81%, а обрадиво око 75%. Структура земљишног покривача Војводине је прилично хетерогена (Слика 23), а највећу површину, (око 60%) заузимају различити типови чернозема (Бесермењи, 2007; Секулић и др., 2011)

На основу карактера природног влажења профила земљишта све земљишне творевине се могу поделити на четири реда, као највише систематске јединице: аутоморфни, семихидроморфни, хидроморфни и халоморфни. У њихов састав улазе бројни типови, подтипови, варијетети и форме (Кичи, 1985).



Слика 23. Педолошка карта АП Војводине 1:400 000 (Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад, 1971)

**Аутоморфни ред** обухвата земљишта чији се профил карактерише нормалним влажењем, само под утицајем падавина, чија је перколација кроз пресек земљишта слободна. Ову велику групу сачињавају следеће подгрупе земљишта:

1. *Иницијална и слабо развијена земљишта (сироземи)* на различитим геолошким подлогама (претежно на еолском и алувијалном песку, ређе на лесу, а још ређе на шкриљцима, кречњаку, лапору и серпентиниту). Распрострањена су у Суботичко–Хоргошкој и Делиблатској пешчари, као и на Вршачким планинама (Миљковић, 1986). Карактеришу се плитким и мање продуктивним профилем. Лакшег (песковитог) су механичког састава (у просеку око 60% укупног песка) и хомогеног дуж њиховог пресека, стога су мањег капацитета ретенције воде али изражене водопроводљивости. На јачим нагибима, и поред подједнако изражене пропустљивости земљишта и матичног супстрата, могућа је појава површинског отицања воде, а с тим и ерозије. Ова су земљишта претежно под природном травом и шумском вегетацијом, а само се један део интензивно користи у пољопривреди (Кичи, 1985; Пивнички и др., 2005).
2. *Чернозем (степска црница)* са својим типовима и бројним варијететима заузима највеће пространство. Створен је претежно на типском лесу на лесним заравнима (Богдановић, 1982) и терасама, а незнатни део углавном песковити чернозем, на еолском и алувијалном наносу. С обзиром на идеалне карактеристике леса у физичко–механичком, минералошком и хемијском смислу, черноземи се карактеришу због тога интегрално оптималним својствима, као што су:
  - средње тежак, иловасти и /или глиновито–иловасти механички састав дуж целог профила, са 45–50 % укупног песка и 50–55 % укупне глине;
  - мрвичасто–зрнаста структура, чији су агрегати стабилни према води и механичкој обради;
  - ретенцију воде (пољски водни капацитет) око 34–35 вол.%;
  - капацитет за ваздух од око 20 вол.%;
  - водопроводљивост се креће у распону  $10^{-3}$ – $10^{-4}$  cm/s;
  - инфилтрација је веома изражена и у просеку износи у првом часу осматрања 13,5 cm;



- карбонатност већ од саме површине, са садржајем од 3–7–10% CaCO<sub>3</sub> који са дубином достиже и до 30–35%;
- реакција средине је алкална, рН вредности се креће од 7,8–8,5, у складу са садржајем и распоредом карбоната у профилу;
- садржај хумуса у просеку износи 4–6% у горњем слоју, а са дубином поступно опада;
- целокупна количина хранљивих састојака је велика (Кичи, 1985; Тинтор и др., 2007; Богдановић и др, 2008).

Наведена својства са просечним вредностима односе се претежно на типични карбонатни чернозем који доминира по свом пространству. Међутим, под утицајем рељефа, а с тим и измењеног водног режима, на лесним терасама извесне површине типичног чернозема су биле извргнуте секундарним процесима, као што су: забаривање, излуживање, оглејавање, заслањивање и/или алкализација у депресијама, или ерозија и деградација (огајњачавање) на нагнутим и вишим терасама лесних платоа и Фрушке Горе.

Чернозем се унутар структуре земљишног покривача издваја и истиче својом високом природном плодношћу и производним својствима. Ово земљиште се карактерише идеалним водним режимом, слободном перкулацијом и дубоком проквашавањем током целе године (Кичи, 1985; Белић и др., 2005; Пивнички и др., 2005). Због овако повољних физичких, хемијских и биолошких својстава чернозем је погодан за гајење скоро свих њивских усева, нарочито кукуруза, озиме пшенице, шећерне репе, сунцокрета, соје и луцерке. Огајњачени и излужени типови чернозема су погодни за гајење јабучастог воћа (Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

3. *Смоница на терцијарним глинама (вертисол)*, која је местимично огајњачена и различити подтипови и варијетети *гајњаче (камбисол)* карактеришу се:

- тежим (глиновитим) механичким саставом (25–45%) глине;
- тенденцијом текстурне диференцијације у релативно дубоком хетерогеном профилу, што условљава анизотропно кретање воде, хидратацију и бубрење глине а затим заптивање пора и ниску и веома ниску проводљивост ( $10^{-5}$ – $10^{-7}$  cm/s);

- појавом водолежи у депресијама и ерозијом земљишта на нагибима услед ниске инфилтрације воде;
- одсуством карбоната, као и слабо до средње киселом реакцијом земљишта (рН број 6 до 5);
- мањим садржајем хумуса, до 3% и знатно смањеном продуктивношћу. Стога се користе делимично у интензивној биљној производњи, а претежно су под шумско– травном вегетацијом (Кичи, 1985). Могу се користити за гајење стрних жита и коштичавог воћа (Грчић М. и Грчић Љ, 2002).

Гајњаче су заступљене на Фрушкој Гори, доњем (југоисточном Срему) и на падини северног дела Вршачких планина. Смонице су распрострањене у подножју Вршачких планина (Богдановић, 1982; Миљковић Н, 1986; Пивнички и др, 2005).

**Семихидроморфни ред** обухвата *ливадске црнице*, чији се горњи део профила навлажује водом падавина, а доњи релативно вишом подземном водом. Као последица тог утицаја, јавља се глеј негде на дубини око 120 см. Својства ливадске црнице слична су онима у чернозему, уз следеће специфичности:

- тамнија нијанса смеђе боје у хумусном хоризонту;
- незнатно тежи механички састав (глиновита иловача);
- инфилтрација од 29,6 см у првом часу осматрања;
- ретенција воде (пољски водни капацитет у просеку од око 35 вол.%, уз капацитет за ваздух (водоодајност) од 18–20 вол.%;
- водопроводљивост од  $10^{-4}$ – $10^{-5}$  cm/s;
- карбонатност (10–12% CaCO<sub>3</sub>), неутрална и слабоалкалична реакција средине (7,2 –7,5 рН и КСl). Међутим има и бескарбонатних варијетета ливадске црнице;
- садржај хумуса од 3,5–4,5 % у ораничном и од 2,5–3,5 % у подораничном слоју;
- осредња обезбеђеност осталим хранљивим састојцима (12–25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g земље) (Кичи, 1985).

Ливадске црнице спадају, после чернозема, у најраспрострањенија земљишта АП Војводине. Најзаступљеније су у Бачкој, мање их има у Банату, а

најмање у Срему. Најчешће се налазе на лесним терасама, а ређе на лесним заравнима (Богдановић, 1982; Пивнички и др., 2005)

Због повољног водног режима и осталих физичких и хемијских својстава, карбонатне ливадске црнице се карактеришу високим производним потенцијалом. варијетети ливадске црнице имају више или мање ограничену производну способност, услед испирања креча и бескарбонатне и огајњачене ливадске црнице, односно услед акумулације штетних водорастворних соли и адсорбованог  $\text{Na}^+$  у солончакастој и солоњецастој ливадској црници.

**Хидроморфни ред** обухвата земљишта карактеристична по процесу превлаживања (хидрогенизације) под утицајем површинских и подземних вода у појединачном и/или комбинованом деловању. Ова су земљишта лоцирана у депресијама лесних и речних тераса, тј. у бившим инундационим подручјима Дунава и Тисе, а има их и у подножју Вршачких планина (Кичи, 1985; Миљковић, 1986). Геолошку подлогу хидроморфним творевинама чине тзв. барски лес и алувијални нанос различитог механичког састава. Висок ниво подземних вода је редовна пратећа појава, нарочито с пролећа (често сасвим близу површине 50–80 cm). Опште карактеристике ових земљишта су:

- тамносива у сивом и црна боја у влажном стању, чији су агрегати оштрих ивица;
- дубок профил у којем само хумусни хоризонт достиже 50–80 cm. Глејни хоризонт је редовни саставни део њиховог пресека;
- тежак и врло тежак механички састав (глина и тешка глина) са великим уделом колоида који хидратацијом бубре – шире запремину, односно дехидратацијом се скупљају – контрахују, па стварају широке вертикалне пукотине;
- брзина инфилтрације воде је врло ниска 30–86 mm/4 часа. Почетна брзина је нереално већа услед пукотина;
- ретенција воде (при притиску од 0,33 бара) креће се од 35–45 вол.%, а тачка перманентног већења (при притиску од 15 бара) 15–22 вол.%;
- капацитет за ваздух је неповољан од 6–15 вол.% што указује на врло ниску водопроводљивост  $10^{-6}$ – $10^{-9}$  cm/s;

- садржај карбоната варира у зависности од тога у којој се мери јављају утицаји површинских и подземних вода.

У случају преваге утицаја површинских вода јављају се бескарбонатне, а подземних карбонатне хидроморфне творевине.

#### **Хидроморфни ред** сачињавају типови земљишта:

1. *Псеудоглеј* се карактерише једним неповољним слојем у профилу (различите моћности и положаја) који је за воду и ваздух непропустљив, а за коренов систем непробојан. Из тих разлога поседује лош водни режим, те се до средине пролећа јавља водолеж (Кичи, 1985; Пивић и др., 2009). Заступљен је западно, југозападно, а мањим делом и источно од Босуа у Срему (Богдановић, 1982; Пивнички и др., 2005). Може се користити за комбиновану њивско – ливадску (пшеница, овас, кукуруз, црвена детелина и кромпир) и воћарску (шљиве и јабуке ) производњу (Грчић М. и Грчић Љ., 2002).
2. *Алувијална земљишта* су лоцирана у долинама Дунава, Тисе, Саве, Тамиша, Нере и потока Вршачких планина.. Карактеришу се усложеношћу, што је последица њихове генезе на речним наносима различитог механичког и минералогског састава. Углавном се одликују повољним водно–ваздушним режимом и све њихове природне околности погодују примени наводњавања (Богдановић, 1982; Кичи, 1985; Миљковић, 1986; Пивнички и др, 2005). Ова земљишта спадају у најплоднија, али су често угрожена поплавама, што умањује њихову вредност. Погодна су за гајење пољопривредних култура, пре свега поврћа (Грчић М и Грчић Љ, 2002).
3. *Ритске црнице*, смонице, мочварно–глејно и тресетно земљиште, јављају се у тзв. притерасној зони речних долина. Због изузетно глиновитог састава, комбинованог превлаживања у условима нерегулисаног режима подземних и површинских вода, представљају врло проблематична станишта, несигурне производне способности која зависи од метеоролошких прилика у појединим годинама. Сем тога, механичка обрада се на њима одвија уз велики вучни отпор и утрошак енергије. Захтевају комплексне (хидро – и агро–техничке) мелиорације (Кичи, 1985).

Најраспрострањенија су у Банату, а има их и у Бачкој и Срему (Богдановић, 1982; Пивнички и др., 2005). На овим земљиштима успевају крмно биље и поврће (Грчић М и Грчић Љ, 2002).

**Халоморфни ред** обухвата дефектна земљишта, која су због штетних соли, абсорбованог натријума и лоших физичких карактеристика мање или више неповољна за биљну производњу. У њих спадају:

1. *Солончак* се карактерише токсичном количином водорастворљивих соли (до 1%), присуством креча, глиновитим механичким саставом, блиским нивоом слане подземне воде (125–200 cm) и јако алкалном реакцијом средине (pH 9–10,5). Заступљен је у Бачкој.
2. *Солоњец* је глиновитог механичког састава са текстурно диференцираним, неповољним Б хоризонтом, који представља баријеру за кретање воде, аерацију и продор кореновог система. У њему су присутне највеће количине соли (до 0,9%) и адсорбованог  $\text{Na}^+$  (25–85%) и јако алкална реакција (pH 9,55). Ниво подземне воде од 150–280 cm испод површине условљава превагу силазних токова са испирањем растворљивих соли и мобилних честица глине, што знатно погоршава водновоздушни режим. Највише је заступљен у Банату, а мање у Бачкој.
3. *Солоћ* има дубљу подземну воду (230–400 cm). То представља предуслов за даље испирање соли и излуживање – деалкализацију тј. замену адсорбованог  $\text{Na}^+$  јона  $\text{H}^+$  јонима. Заступљен је у Бачкој и незнатно у Срему (Кичи, 1985; Пивнички и др., 2005).

#### **4.2.1. Утицај педолошких детерминанти на одрживи развој**

Педолошке детерминанте утичу на одрживи развој подручја са аспекта њиховог коришћења, мелиорација и одводњавања. Са аспекта коришћења земљишта се деле на нормална и анормална. У *нормална земљишта* спадају чернозем карбонатни, чернозем са знацима оглејавања у лесу, чернозем са знацима ранијег забаривања, чернозем бескарбонатни, ливадска црница карбонатна. У *анормална земљишта* спадају чернозем солончакасти и/или солоњецасти, ливадска црница солончакаста и/или солоњецаста, ритска црница

(карбонатна, бескарбонатна, заслањена), солончак и земљиште под барама, трстицима и мочварама. Анормална земљишта за разлику од нормалних поседују нека изворно неповољна својства, као што су одсуство креча ( $\text{CaCO}_3$ ), поремећен водно–ваздушни режим, присуство водорастворних соли и апсорбованог  $\text{Na}^+$  у земљиштима која су захваћена штетним процесима: испирањем креча, превлаживањем, заслањивањем и алкализацијом. Правац и интензитет деградације земљишта и степен њихове неповољности као станишта у одређеном производном простору треба посматрати у синтези са осталим еколошким детерминантама: климом, рељефом, хидролошким приликама, биолошким капацитетом и специфичним захтевима биљака и утицајем човека, који преко мелиоративних радова настоји да ублажи недостатке анормалних земљишта (Миљковић, 1996). На деградацију земљишта утичу загађење, претварање пољопривредног земљишта у непољопривредно (изградња насеља и инфраструктуре, индустријских комплекса, депоновање комуналног и индустријског отпада), интензивна пољопривредна производња (примена агрохемикалија, сабијање земљишта пољопривредном механизацијом), рударство и енергетика (нафтна индустрија и експлоатација руда са Фрушке горе и глине са више локација), неконтролисано наводњавање (вода са повећаним садржајем соли) и акцидентне ситуације (изливање индустријског отпада и елементарне непогоде). (Секулић и др., 2011).

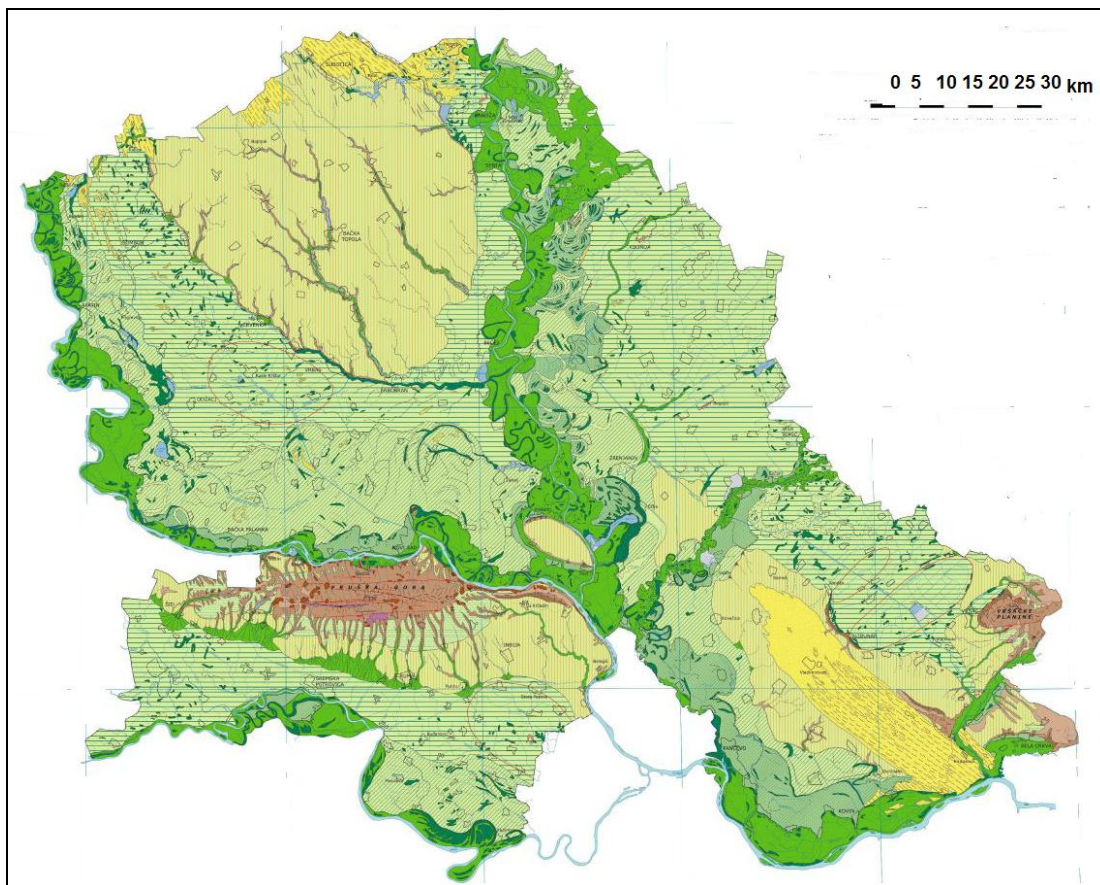
Према погодности за наводњавање земљишта се могу поделити на три групе. Прва група обухвата земљиште погодно за наводњавање без ограничења, уз систематску периодичну контролу квантитета и квалитета иригационе воде и режима подземне воде – прве издани на наводњаваним земљиштима. Овој групи припада чернозем карбонатни. Друга група обухвата земљишта погодна за наводњавање уз опрезност, пошто су у прошлости била изложена различитим деградационим процесима, као што су: забаривање, оглејавање, испирање креча, под утицајем подземне и површинске воде. У ову групу спадају: чернозем са знацима ранијег забаривања, чернозем са знацима оглејавања у лесу, ливадска црница и бескарбонатни чернозем. Трећа група обухвата земљишта условно погодна за наводњавање уз одговарајуће мере уређења водно-соног режима. Овој групи припадају: чернозем солончакасти/солоњецести, ливадска црница

солончакаста/солоњецаста и ритска црница (карбонатна и бескарбонатна) заслањена (Миљковић, 1996).

Посебан значај педолошке детерминанте имају у погледу појаве и одводњавања сувишних вода. Проблем одводњавања сувишних вода посебно је изражен с обзиром на чињеницу да од укупног земљишног покривача Војводине око 50% чине хидроморфна и халоморфна земљишта. Према степену угрожености сувишним водама земљишта Војводине се могу сврстати у следеће *дренажне класе*: I класа – висок степен угрожености; врло слабо дренирано (15,77%), II класа – средњи степен угрожености; слабо дренирано (6,8%), III класа – умерен степен угрожености; недовољно дренирано (12,31%), IV класа – низак степен угрожености; умерено дренирано (36,25%) и V класа – добро дренирана земљишта (27,8%), док баре, мочваре, трстици и рибањаци чине 0,7%. Плитак ниво прве јавља се на површинама I, II и III дренажне класе, па се комбинацији са педолошким, климатским и неким хидролошким карактеристикама, јављају на појединим земљиштима поплављене површине унутрашњим водама. То су углавном тежа земљишта са плитким нивоима прве издани, која се већим делом налазе у системима за одводњавање. На земљиштима I, II и III дренажне класе је неопходно одводњавање сваке године, а на осталом делу подручја потребне су повремене интервенције (Кичи, 1985).

### 4.3. Орографске детерминанте

Познавање статичких утицаја рељефа (морфометријских карактеристика, нагиба и експозиције), као и динамичких процеса (ерозије, клижења) представља неопходан предуслов за неутрализацију њихових штетних дејстава (Грчић М. Грчић Љ., 2002). Орографске детерминанте утичу на одрживи развој са аспекта стварања и одводњавања сувишних вода, као и појаве ерозије и бујица. На подручју Војводине могу се издвојити следеће геоморфолошке јединице: алувијалне равн природних водотока, лесна тераса, лесна зараван, пешчаре и високи терен (Слика 24). Хипсометријски, Војводине се простире између 66 и 641 m надморске висине (Лазичић и др., 2011).



	Хорст		Мртваја - мањи напуштени меандар
	Неотектонска депресија		Мртваја - већи напуштени меандар
	Заравни у којима преовлађује елувијални процес		Баре и мочваре
	Подручја умереног спирања и јаружања		Језера у фази забаривања
	Подручја интензивног спирања и јаружања		Реке у фази забаривања
	Јаруга		Флувио-барско дно панонског басена
	Вододелница		Језерска тераса покривена лесом
	Значајни превоји		Трагови некадашње обалске линије
	Делувијално пролувијални застори		Подручје развоја крашког процеса
	Пролувијалне лепезе		Пећина
	Одрони и клизишта		Лесна зараван
	Ожигљци одрона и клизишта		Лесна дина
	Долине у лесу		Издувина
	Долине у еолским песковима-реконструисане		Пешчани покрови високих дина
	Старо напуштено речно корито		Пешчани покрови ниских дина
	Место пиратерије		Пешчани покрови са слабо израженим динама
	Нижа речна тераса		Индивидуални пешчани бедеми
	Виша речна тераса		Смер доминантног ветра
	Терасни одсек		Урбана средина
	Одсек лесне заравни		Ископи
	Оцедни речни токови		Депоније
	Суви канали оцедних токова		Ископи у алувијону испуњени водом
	Трагови померања речног тока		Рибњази
	Алувијална раван		Вештачке акумулације
	Стари некадашњи алувијон Тамиша		Водоодрбамбени насип
	Речно острво - ада		Велики канал ДТД
	Плавинска лепеза		Мали канали

Слика 24. Геоморфолошка карта АП Војводине 1:200 000 (Кошћал и др., 2005)



*Алувијалне равни* су најниже геоморфолошке јединице у рељефу АП Војводине, изграђене од песковитог и песковито – муљевитог материјала. (Лазих и др., 2011). Алувијалне равни Дунава, Тисе, Саве, Тамиша, Бегеја и других мањих водотока чине око 30% површине Војводине и највећим делом су покривени системима за наводњавање. Највећи део алувијалних равни има плитак ниво прве издани, која је на деловима приобаља Дунава, Тисе и Саве под утицајем успора бране „Ђердап I“ и бране код Новог Бечеја (Кичи, 1985). Алувијална раван Дунава састоји се из нижег и вишег дела. Нижи део је инундациона раван, која представља водолавни терен и обухвата: дунавско – тамишко, панчевачко – ковинско, ковинско – дубовачко и паланачко инундационо подручје. Виши део није плављен, осим за време веома високих водостаја. (Давидовић и др., 2003). Алувијална раван Дунава на граници према Мађарској има висину од 85 m, а код Банатске Паланке 66 m, односно пад од свега 19 m (Букуров, 1978). Алувијална раван Саве почела је да се формира средином плеистоцена (Дукић, 1957). Донекле се може сврстати у тип једностраних алувијалних равни, јер је њено корито углавном дуж одсека десне долињске стране. Једино је код ушћа већих притока корито умерено, значајније на ушћу Дрине, а незнатно на ушћу Колубаре. Висине алувијалне равни, уз леву обалу Саве, постепено се снижавају. Код Јамене просечна висина алувијалне равни је 83–84 m, код Кленка 79–80 m, код Купинова 73–75 m и код ушћа у Дунав 72 m, што значи да је разлика просечних висина савске алувијалне равни код Јамене и Београда 11–12 m. Највећу ширину алувијална раван има уз границу са Хрватском (23,4 km), док се код Купинског меандра протеже на север око 12,5 km. На овом сектору (између насеља Грабовци, Никинци, Брестач, Доњи Товарник, Огар и Обреж), граница између лесне терасе и алувијалне равни Саве углавном није представљена одсеком већ је прелаз постепен и понегде тешко приметан. Код Обрежа ширина алувијалне равни је 3 km, код Купинова 1,5 km, између Прова и Бољевца 7,5 km, а код Београда 4,5 km (Плавша, 1999). Алувијална раван Тисе је асиметрична и састоји се из неколико сужења и проширења. Сужења се јављају између Крстура и Мартоноша (3 km), Чоке и Сенте (4 km), Падеја и Аде (5 km), Новог Бечеја и Бечеја (10 km) и Перлеза и Титела (8 km). Проширења су Крстурско – новокнежевачко, Падејско –

новобечејско, проширење између Новог Бечеја и Арадца и проширење између Арадца и Перлеза (Давидовић и др., 2003).

*Лесне терасе* су изграђене од еолског и флувијалног материјала. (Лазих и др., 2011) Лесна тераса Бачке је у великој мери целовита, Баната је испрекидана, а Срема представља острва између потока који силазе са Фрушке Горе и алувијалне равни Саве (Кичи, 1985). Лесна тераса Бачке се простире између Бачке лесне заравни и алувијалних равни Дунава и Тисе (Лазих и др., 2011) и има највећу површину у јужној Бачкој, знатно мању на источној и најмању на западној страни (Букуров, 1978). Лесна тераса Баната је подељена радом река (Златице, Бегеја и Тамиша) на следеће целине: Крстурско – сиришка, Новокнежевачка, Новобечејско – зрењанинска и Панчевачка лесна тераса (Давидовић и др., 2003; Лазих и др., 2011). У Срему се лесна тераса простире између Фрушкогорске и Земунске лесне заравни и алувијалне равни Саве (Лазих и др., 2011). Између алувијалне равни Саве и лесне терасе најчешће је одсек, чија се висина креће 2–6 m. На појединим секторима лесна тераса се пружа до саме савске обале (код Сремске Митровице, између Јарка и Хртковаца) и прекида континуитет алувијалне равни. Лесна тераса се над Савом углавном завршава одсеком просечне висине 4–6 m, мада има сектора где су висине 6–7 m, па чак и до 10 m (код Хртковаца). Висина лесне терасе Саве је око 82 m (Плавша, 1999). Највећи део лесних тераса се одводњава. (Кичи. 1985).

*Лесне заравни* су изграђене од типског леса. Има их укупно шест: Бачка лесна зараван и Тителски брег у Бачкој, Делиблатска и Тамишка у Банату и Фрушкогорска и Земунска у Срему. Бачка лесна зараван, која се назива и Телечка простире се у северним и централним деловима Бачке, а Тителски брег на југоистоку између Дунава и Тисе. Делиблатска лесна зараван се налази на југоистоку Баната и опасује Делиблатску пешчару са североистока, северозапада и југозапада. Тамишка лесна зараван се налази југоисточно од Зрењанина између Бегеја и Тамиша. Фрушкогорска лесна зараван опасује Фрушку гору са свих страна, а Земунска лесна зараван представља мању лесну оазу између Дунава и Саве код Земуна (Букуров, 1978; Давидовић и др., 2003; Лазих и др., 2011). Осим у депресијама и долинама водотока (Чик, Криваја), нису потребне интервенције у

погледу уклањања сувишних вода. Али, пошто се са овог подручја сливају воде у ниже делове, 44 % површине је обухваћено системима за наводњавање (Кичи, 1985).

*Пешчаре* (Суботичко–хоргошка на северу Бачке и Делиблатска на југоистоку Баната) су изграђене од ситног песка, ерозивно – акумулативним радом ветра и за њих је карактеристичан типичан дински рељеф (Лазих и др., 2011) Делови Суботичко–хоргошке и огранци Делиблатске пешчаре обухваћени су системима за одводњавање. Делове Суботичко–хоргошке пешчаре карактерише плитак ниво прве издани, док је на Делиблатској пешчари прва издан дубока, па је на њој појава сувишних вода неизражена (Кичи, 1985).

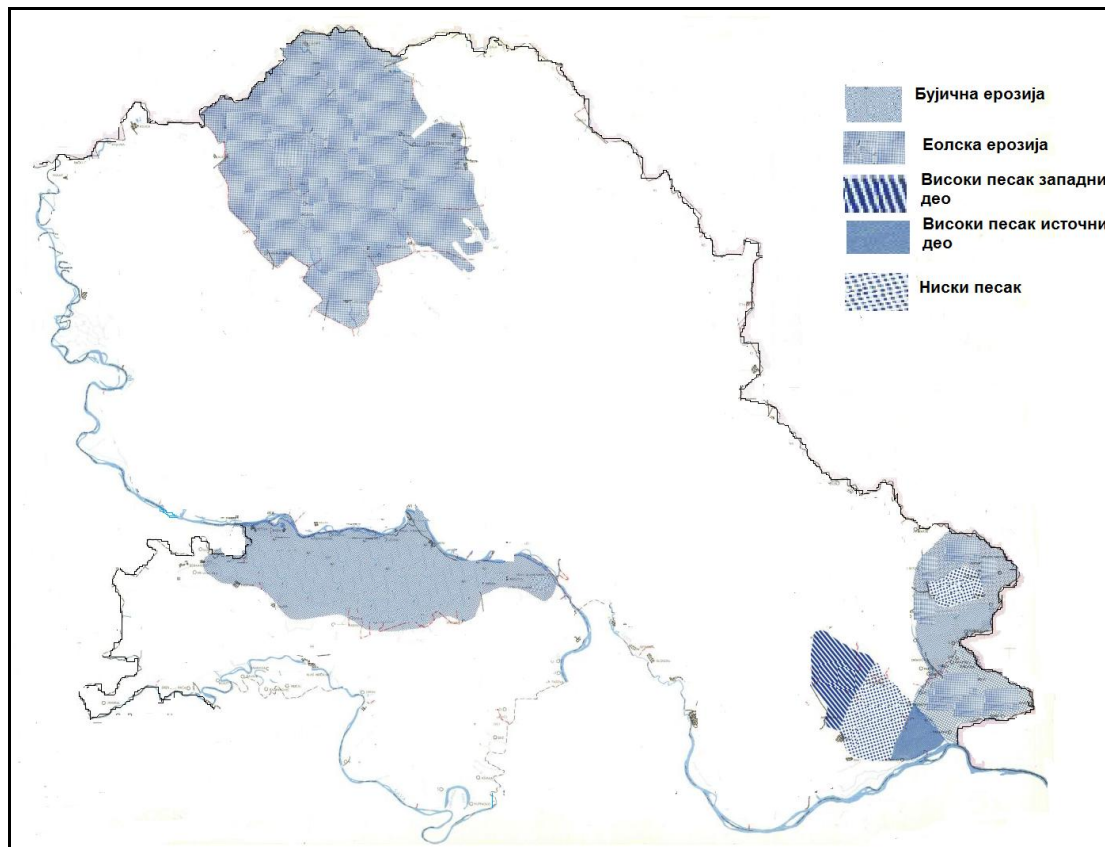
*Високи терен* заузима чине Фрушка Гора и Вршачке планине. На њему се не налазе системи за одводњавање, а његове површине гравитирају непосредно или посредно (преко система за одводњавање) Дунаву (53%), Сави (17%) и Хидросистему ДТД (30%) (Кичи, 1985).

Осим ових геоморфолошких јединица у Војводини се налазе *мезорељефне целине*, које представљају неотектонске депресије, од којих је највећа Источнобанатска у граничном појасу са Румунијом (Лазих и др., 2011).

#### **4.3.1. Утицај орографских детерминанти на одрживи развој**

Рељеф директно утиче на пољопривреду и посредно преко климе, биљног и педолошког покривача, као и подземних вода (Грчић М. и Грчић Љ., 2002). Неповољни утицаји орографских детерминанти на одрживи развој огледају се у појави ерозије, иако Војводина није изразито еродибилно подручје. Са аспекта ерозије, орографске детерминанте делују заједно са климатским, па се тако за време кишних периода јавља водна ерозија (плувијална и бујични токови, као и флувијална), а за време сушних преовлађује еолска ерозија (Слика 25). Значајан чинилац који утиче на еолску ерозију је слаба пошумљеност (Секулић и др., 2011). Осим природних чинилаца, треба поменути и антропогени фактор, који утиче на убрзану (ексцесивну) ерозију. Карактеристично је да се највећи део ерозионих наноса продукованих на територији Војводине, премешта унутар

Војводине са једне локације на другу (преко 90%), а мањи део (испод 10%) напушта територију Војводине (Кичи, 1985).



Слика 25. Еродибилна подручја у АП Војводини (на основу Карте Подручја угрожена ерозијом Социјалистичка Аутономна Покрајина Војводина 1:300 000, Покрајински завод за урбанизам, Нови Сад, 2005)

У Војводини су заступљени следећи видови ерозије:

- Еолска ерозија је најизраженија у југоисточном Банату (Делиблатска пешчара) и пограничном подручју северне Бачке (Суботићко – хоргошка пешчара), али и у осталим подручјима се јавља повремено неповољно деловање еолске ерозије (Летић и Штефкић, 1987).
- Плувијална ерозија и бујични токови угрожавају делове Срема (Фрушку Гору) и југоисточни Банат (подручје Вршца и Беле Цркве), а у мањој мери делове Бачке (Лазаревић, 1987).

– Флувијална ерозија је евидентна и на великим рекама и на осталим токовима, док на успореним секторима Дунава, Саве и Тисе преовлађују процеси акумулирања наноса (успори бране „Ђердап I” и бране код Новог Бечеја).

– „Иригациона ерозија“, тј. спирање земљишта при наводњавању, представља посебан вид ерозије.

Ерозиони процеси и бујични токови наносе знатне штете практично свим гранама привреде, а посебно пољопривреди, шумарству, водопривреди и саобраћају. Директне штете од ерозија и бујица су разноврсне, а настају услед:

- одношења и деградације најплоднијег површинског слоја земљишта;
- плављења земљишта, објеката и насеља;
- засипања плодних земљишта наносима;
- одношења вештачких ђубрива и семена са пољопривредних површина;
- непосредног оштећења усева и друге вегетације;
- загађења вода и земљишта материјама донетим путем ерозионих наноса и бујичних вода;
- засипање природних и вештачких водотока, акумулација и других водопривредних објеката производима свих видова ерозије;
- непосредног оштећења саобраћајница, мостова и других објеката под дејством бујица и ерозије.

Осим директних штета које не морају бити значајне, бујице и ерозије често изазивају индиректне штете које могу бити вишеструко веће од директних (нпр. приликом оштећења моста или саобраћајница директна штета не мора да буде велика, али може доћи до прекида саобраћаја, што може изазвати далеко веће последице). Слична ситуација је и при оштећењу објеката за наводњавање, одводњавање, пловидбу и водоснабдевање. У индиректне штете спада и погоршање здравственог стања људи и стоке услед загађивања земљишта, воде и ваздуха, последицама ерозије. Треба имати у виду и чињеницу да ерозија и бујични токови односе и људске животе, што се не може финансијски надокнадити (Кичи, 1985).

#### 4.4. Биотичке детерминанте

Биотичке детерминанте делују у комплексу са осталим детерминантама (климатским, хидролошким, орографским, педолошким), као и географским положајем и утицајем човека, тако да је садашње стање и изглед биолошке разноврсности у Војводини резултат поменутих фактора.

Војводина припада панонском биогеографском региону и представља секундарну шумо–степску област, у којој су степе климатогене, а шуме рељефно и хидролошки условљене. Карактерише је агрокултурни предео у коме се налазе изоловани остаци природних станишта, која су изложена све већој фрагментацији. У природна станишта спадају Делиблатска пешчара, Фрушка Гора, Вршачке планине, плавна подручја река: Дунава (Апатински рит, Моношторски рит, Ковиљско–петроварадински рит, Крчединска ада) Саве (Обедска бара), Тисе, Бегеја (Царска бара), Тамиша, Караша, Нере и Босуца, степска подручја у средњем и северном Банату и лесни комплекси уз Тису (Тителски брег) и Дунав (Сланкамен, Сурдук). Посебно треба навести и очуване слатине Баната (Славо Копово, Бања Русанда и Окањ бара), јединствена и специфична станишта која су приоритетна за заштиту на међународном (SaS подручја) и националном нивоу. У оквиру Панонског биогеографског региона, у складу са Annex I Directive 92/43 ЕЕС (Habitat Directive), приоритетни типови станишта су панонске лесне степске ливаде, панонске слане степе и слане мочваре и панонске дине. Захваљујући оваквом богатству различитих типова станишта подручје Војводине одликује богат и специфичан екосистемски и специјски биодиверзитет. Биолошка разноврсност на подручју АП Војводине представљена је следећим бројем врста: васкуларне биљке (око 2000), рибе (75), водоземци (17), гмизавци (14), птице гнездарице (193) и сисари (75). Особеност флори и фауни даје присуство ендемских, реликтних, ретких и угрожених врста. Укупно је заштићено 6,2% територије Војводине (Пањковић и др, 2009; Сремачки и др., 2011). Од укупно заштићених природних добара на територији АП Војводине три заштићена подручја имају површину већу од 10 000 ha (Делиблатска пешчара, Фрушка гора и Горње Подунавље), 8 подручја 1 000–10 000 ha (Обедска бара, Суботичка пешчара, Ковиљско–петроварадински рит, Вршачке планине, Карађорђево,

Панонија, Царска Бара и Јегричка), 14 подручја 100–1 000 ha (Пашњаци велике дропље, Слано Копово, Лудашко језеро, Палић, Селевењске пустаре, Засавица, Тиквара, Стара Тиса код Бисерног острва, Бегечка јама, Камараш, Краљевац, Шума Јунаковић, Поњавица и Багремара), док су остала природна добра испод 100 ha (Сремачки и др., 2011).

#### 4.4.1. Утицај биотичких детерминанти на одрживи развој

Подручје Војводине је у последњих 200 година највише изменило изглед у поређењу са сталим деловима Србије. Иако је за Војводину и данас карактеристична велика биолошка разноврсност, она је у прошлости била знатно већа по бројности врста и јединки, док су природна станишта захватала велике површине. Највећи део Војводине чинила су влажна станишта плавних подручја великих река, док су на вишим деловима била заступљена степска и слатинаста станишта, типична за панонски регион. Данас су се ова станишта задржала у мањим издвојеним целинама, док доминира културни предео са пољопривредним површинама, насељима и индустријом. Значајне промене изазвала је изградња мреже канала и хидромелиорациони радови, који су довели до снижавања нивоа подземних вода и повлачења влажних станишта. Изградњом одбрамбених насипа и променом токова река нестали су многи ритови и мртваје. Комплекси ритских шума храста лужњака замењени су брзорастућим тополама, које се не могу сматрати шумама у правом смислу, а у неким државама се третирају као пољопривредне културе. И данас се остаци некадашњих пространих степа претварају у обрадиво земљиште, а слатине у рибњаке. Ове промене су негативно утицале на биолошку разноврсност, па су многе врсте нестале или им је смањена бројност. Врсте су највише угрожене променом и нестанком станишта. Због ових негативних утицаја око 80% најугроженијих биљних врста из Црвене књиге флоре Србије је са подручја Војводине. (Пањковић и Стојнић, 2011).

С друге стране, постоје подручја веома квалитетне и квалитетне животне средине. У подручја квалитетне животне средине убрајају шуме, ливаде и пашњаци, ловна и риболовна подручја и водотокови II категорије. У овим подручјима преовлађује позитиван утицај на живот човека и целокупан живи свет.

У подручја веома квалитетне животне средине спадају заштићена природна добра, мочварна подручја, планински врхови и тешко приступачни терени и водотокови I категорије. У овим подручјима доминирају позитивни утицаји на живи свет.

Посебан еколошки значај имају комплекси шумских оаза аутохтоних шума и плавних равница ритова (Моношторски, Апатински, Букински, Ковиљско – Петроварадински и др.). О потенцијалном значају ових појасева биће више речи у наредним поглављима када се буде говорило о конкретним мерама и пројектима. На одрживи развој негативно утиче велика угроженост шумских екосистема од загађења шума и шумског земљишта, шумских пожара, болести и штеточина, бесправне сече, промене нивоа подземних вода и сушење шума. Прекид појаса шумске вегетације може имати негативне последице на био-еколошки систем (Сремачки и др., 2011).

Заштита природних добара и биодиверзитета има за циљ очување, унапређење и одрживо коришћење биљног и животињског света, као и геонаслеђа и пејзажа. Ради очувања биодиверзитета, поједина заштићена природна добра су стекла и међународни статус заштите: 7 Рамсарских подручја уписаних у Листу мочвара од међународног значаја, 17 EMERALD подручја, 7 заштићених природних добара издвојених као значајна прекогранична подручја, 30 подручје од међународног значаја за птице (IBA – Important Birds Areas), 30 подручја од међународног значаја за биљке (IPA – Important Plant Areas) и 4 подручја од међународног значаја за дневне лептирове у Европи (PBA – Prime Butterfly Areas in Europe) (Пањковић и Стојнић, 2011; Сремачки и др, 2011).

#### **4.5. Социо–економске детерминанте**

Укупан број становника Војводине (према попису из 2011.) износи 1 916 889, што је 5,7% мање у односу на попис из 2002. године. Све области, изузев Јужно–бачке, бележе смањење броја становника (од 7,2% Јужнобанатска до 12,3% Западнобачка област). Чак је и повећан број становника у Јужнобачкој области (2,4%) резултат искључиво повећања броја становника у граду Новом Саду



(12,2%), док све остале општине бележе смањен број становника. Негативне демографске тенденције у АП Војводини резултат су негативног природног прираштаја, израженог процеса демографског старења становништва, распрострањености самачког живота, као и утицаја миграционих процеса.

Све до пред крај XX века ратови су били узроци минималних (током ратних година) и максималних вредности (послератни компензациони период) природног прираштаја у Војводини. Уколико се настави тенденција негативне стопе и уколико не буде значајнијег доприноса миграција, у Војводини ће неминовно доћи до депопулације, која би могла да, до средине XXI, доведе до смањења броја становника за око пола милиона.

Смањење фертилитета и природног прираштаја директно је утицало на депопулацију, односно интензивирање процеса старења становништва. Војводину карактерише дугорочна тенденција смањења удела младог и повећање удела старог становништва. Уколико се негативни демографски процеси наставе, у Војводини ће у блиској будућности број лица старих 60 и више година бити већи од броја младих.

Поред утицаја светске економске кризе, тржиште рада суочено је са вишегодишњим кумулираним транзиционим проблемима. Највише незапослених је из категорија младих и нестручних лица, као и жена (Сремачки и др., 2011). Процент запослених у 2011. години у односу на 2010. годину смањен је за 2,9%. Мушкарци су чинили 59,6%, а жене 40,4% запослених. Активно становништво чинило је 45,8% становништва категорије старости 15 и више година, односно 40,1% укупног становништва у Војводини. Највећи проценат становништва запослен је у прерађивачкој индустрији (20,7%) и пољопривреди (20,3%), а најмањи у делатностима екстериторијалних организација и тела (0,03%). Највише запослених има завршену средњу школу (61,4%), док је најмање запослених без школе (0,7%) (Статистички годишњак Републике Србије, 2014).

#### 4.5.1. Степен развијености региона и јединица локалне самоуправе

Степен развијености региона израчунава се на основу републичког просека бруто домаћег производа по глави становника. Степен развијености јединица локалне самоуправе одређује се на основу основног и корективних показатеља економске развијености јединица локалне самоуправе (ЕРО).

Основни показатељ за израчунавање степена ЕРО је збир масе зараде и пензија у јединици локалне самоуправе и прихода буџета јединица локалне самоуправе по искључењу средстава добијених од другог органа на име отклањања последица ванредних околности исказан по глави становника. За израчунавање овог показатеља користе се подаци добијени од надлежних органа за претходну годину. Корективни показатељи за мерења степена ЕРО су: демографски пад или раст, стопа незапослености, степен образовања и компензација за градове.

Према степену развијености, јединице локалне самоуправе сврставају се у 5 група:

- прву групу чине јединице локалне самоуправе чији је степен развијености изнад републичког просека;
  - другу групу чине јединице локалне самоуправе чији је степен развијености 80–100% републичког просека;
  - трећу групу чине недовољно развијене јединице локалне самоуправе чији је степен развијености 60–80% републичког просека;
  - четврту групу чине изразито недовољно развијене јединице локалне самоуправе чији је степен развијености испод 60 % републичког просека;
  - девастирана подручја су део четврте групе јединице локалне самоуправе чији је степен развијености испод 50 % републичког просека.
- (<http://www.regionalnirazvoj.gov.rs>)

## 5. ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДА

Један од најзначајнијих проблема водопривреде АП Војводине је заштита површинских и подземних вода од загађења. Основни извори загађења вода у Војводини су насеља, пољопривреда и индустрија. Од степена развијености индустрије и величине насеља највише зависи колико ће загађујућих материја dospети у воду (Далмација, 2009; Вујовић, 2014). Један део загађења долази из суседних држава, пре свега Румуније, што посебно утиче на квалитет вода Бегеја и Тамиша. Загађење вода може бити случајно (акцидентно), понекад са озбиљним последицама, мада је чешће резултат неконтролисаног испуштања загађујућих материја различитог порекла као што су: комуналне отпадне воде, индустријске отпадне воде, отпадне воде из објеката за узгој стоке и површинске воде које отичу са пољопривредног земљишта, градских површина, саобраћајница и неуређених депонија. Загађујуће материје које се налазе у отпадним водама су многобројне, нпр: код комуналних отпадних вода то су најчешће аминокиселине, масне киселине, сапуни, површински активне супстанце (из детерџената) итд. Загађујуће материје у води антропогеног порекла се могу поделити у две групе: материје без специфичног токсичног дејства (беланчевине, маст, уља и др.) и са специфичним токсичним дејством (метали, пестициди, итд) (Далмација, 2011).

Загађивачи вода се могу сврстати у тачкасте (концентрисане) и расуте (дифузне). *Концентрисани загађивачи* су погони у којима се обавља нека делатност и насеља који своје отпадне воде преко канализационих система, по правилу непречишћене, испуштају у водотоке. У њих спадају: урбана насеља, индустријски објекти (хемијске, петрохемијске, прехрамбене, металне и др.), енергетски објекти (термоелектране, топлане, прерада нафте, прерада угља и хидроенергетски објекти), пољопривредни објекти за тов стоке и депоније (уређене). На територији Војводине регистровано је 511 загађивача воде. Њихова структура је следећа: индустрија (326 загађивача), пољопривреда (113 загађивача), насеља (44 загађивача) и остало (20 загађивача). У ову последњу категорију спадају медицинске установе (бање), корисници термалних вода, радионице за ремонт саобраћајних средстава. Према подацима Водопривредне основе Републике Србије, 40% загађења потиче од становништва. *Расуте (дифузне)*

*изворе загађења* није лако утврдити, нити израчунати њихов допринос укупном загађењу, али су веома значајни, јер им је евидентан квалитативан и квантитативан раст. Дифузно загађење је повезано са отицањем са површине земљишта. Због тога начин коришћења и физичке карактеристике земљишта имају утицај на настанак овог загађења. У расуто загађење убрајају се: хемизација земљишта због употребе минералних ђубрива и пестицида у пољопривреди, сметлишта (дивље неуређене депоније индустријског и комуналног отпада), атмосферске падавине (киселе кише), саобраћај и насеља без канализације (Далмација и др., 2009; Вујовић, 2014).

### **5.1. Извори загађења из индустрије**

Највећи извор загађења вода у Војводини из индустрије је прехранбена индустрија (фабрике шећера, фабрике за прераду воћа и поврћа, кланице), која чини 80% укупног индустријског загађења вода. Отпадне воде које испуштају индустријски центри Врбас – Кула – Црвенка, Зрењанин, Кикинда, Вршац, Сента и Панчево представљају најбитније факторе који се неповољно одражавају на стање квалитета површинских вода у Војводини. У периодима рада фабрика пуним капацитетом присутна је угроженост, пре свега мањих водотока (Криваја, Надела, Кудош, Босут и поједине деонице ХС ДТД). Тада долази до појаве дефицита кисеоника и разградње органских материја у анаеробним условима средине, при чему се ослобађају токсичне материје и гасови (водониксулфид, метан и амонијак), што угрожава флору и фауну ових водотока. Дунав, Сава и делимично Тиса, захваљујући већој способности саморечишћавања, разграђују знатне количине органске материје, па успевају да одрже бољи квалитет воде (Далмација и др., 2011).

Већи део индустрије који се налази у области Врбас–Кула–Црвенка, своје непречишћене отпадне воде испушта у ДТД канал Врбас–Бездан. Ове воде садрже велику количину седимента, који поред органске материје садржи и токсичне метале као што су: Cu, Cr, Ni, Zn (Далмација и др., 2011). Највеће органско оптерећење отпадних вода потиче из шећерана „Бачка“ и „Црвенка“ и чини око

78% укупног органског оптерећења у индустријском басену Врбас–Кула–Црвенка. Значајни загађивачи су и кланица „Карнекс“ и свињогојска фарма „Фармакооп“. На профилу „Врбас II“ повећан је садржај калцијума у јесењем периоду, као последица испуштања отпадних вода фабрике уља „Витал“, која користи  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  за издвајање уља из отпадне воде и испуштања делимично печишћених отпадних вода шећерана у Врбасу и Црвенки у току кампање, која је најинтензивнија у јесењем периоду.

Цео ток Александровачког канала је угрожен испуштањем отпадних вода индустријске зоне око канала (кожара), а седимент садржи токсичне метале првенствено хром. Високо загађене отпадне воде овог канала се уливају у Бегеј (Слика 26), што уз испуштање отпадних вода индустрије у Зрењанину (нпр. повремено испуштање отпадних вода уљаре „Дијамант“) доприноси загађености ове реке кроз Зрењанин до бране код Стајићева, а делимично до ушћа у Тису (Далмација и др., 2009; Далмација и др. 2011).



Слика 26. Ушће Александровачког канала у Пловни Бегеј  
([www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs))

Ток Кудоша низводно од Руме је загађен испуштањем отпадних вода индустрије коже, а у седименту су акумулиране токсичне количине хрома.

Низводно од Бачке Тополе у Кривају (Слика 27) се испуштају делимично пречишћене отпадне воде индустрије меса из Бачке Тополе. Даље, ове воде имају негативан утицај на канал Богојево – Бечеј, на који такође утиче и загађени део канала Врбас–Бездан, од улива овог канала до ушћа у Тису (Далмација и др., 2009).



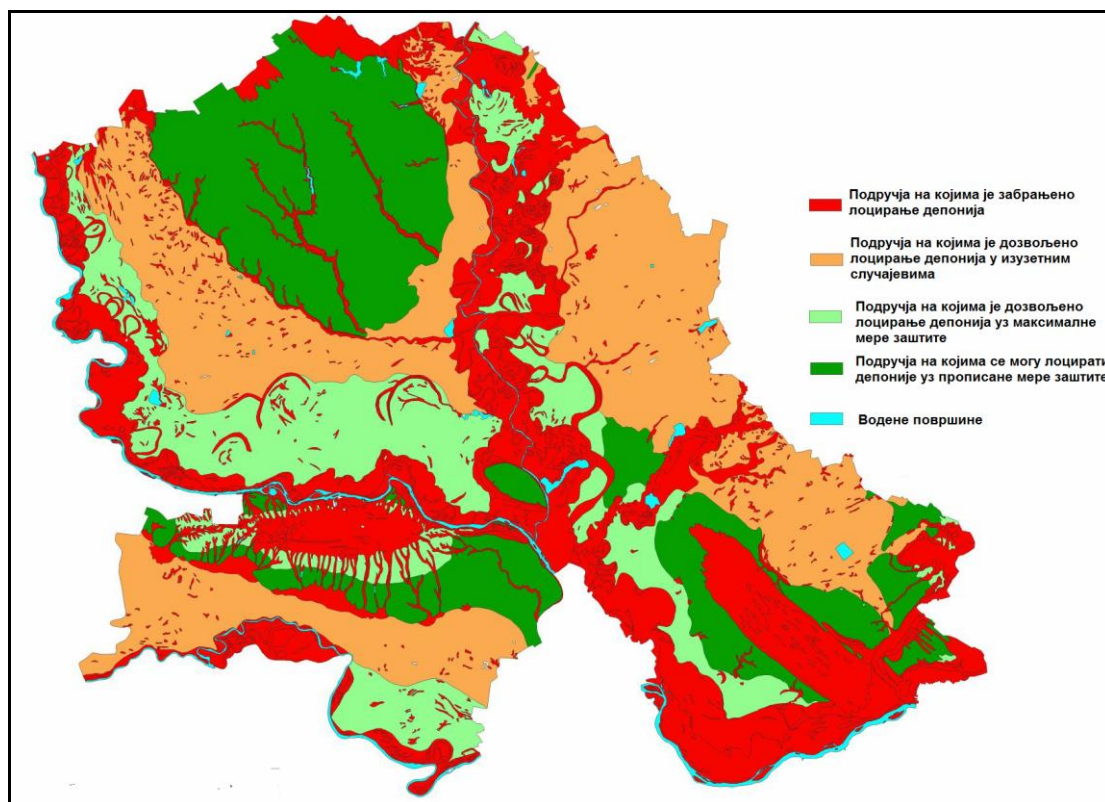
Слика 27. Загађење реке Криваје [www.rtv.rs](http://www.rtv.rs)

На Тису, од Сенте до бране на Тиси, осим прекограничног утицаја из Мађарске, негативан утицај имају и индустријске воде из Сенте, Новог Кнежевца, Аде, Мола, Бечеја, Хоргоша, Мартоноша и Жабља. Потенцијални загађивачи су следеће фабрике: Фабрика картонске амбалаже „Лепенка“ из Новог Кнежевца и фабрика прехранбене индустрије „Алева“, шећерана „ТЕ-ТО“ и фабрика квасца „Alltech Fermin“ из Сенте, фабрика мерне технике „Фадип“ из Бечеја, шећерана из Жабља, прехранбена индустрија „Хигло“ и прехранбена индустрија „Витамин“ из Хоргоша, која има погон и у Мартоношу, Ливница прецизних одливака Ада и прехранбена индустрија „Вузасоор“ из Аде и прехранбена индустрија „Зора Мол – Аретол“ из Мола (Далмација и др., 2009, Вујовић, 2014).

## 5.2. Загађивање вода из насеља

У изворе загађења из насеља спадају септичке јаме, сметлишта отпада и градске отпадне воде. У насељима без канализације користе се септичке јаме чији се садржај у највећем броју случајева одлаже у мелиорационе канале.

У Војводини се годишње продукује око 440 000 t смећа. Мали број депонија је уређен (у већим градовима), док остале представљају сметлишта. Количина отпадних вода са депоније у највећој мери зависи од атмосферских падавина, површине депоније, карактеристика депоније и продирања подземних вода у тело депоније. Састав процедних вода у највећој мери зависи од начина кретања воде кроз тело депоније, карактеристика депонованог материјала и других процеса који се одвијају у депонији. Пошто у Војводини нема уређених депонија у смислу спречавања утицаја оцедних вода на квалитет површинских и подземних вода може се само орјентационо одредити утицај депонија (сметлишта) на квалитет вода у Војводини. За одређивање утицаја неуређених депонија на квалитет отпадних вода потребно је извршити истраживања квалитета површинских и подземних вода у близини, најпре највећих неуређених депонија у Војводини (Зрењанин, Суботица, Вршац, Панчево и др.), а затим и мањих депонија (Озаци, Пландиште, Инђија, Шид итд.), како би се предложиле мере за ремедијацију ових простора након трајног решења проблема депонија (изградња регионалних депонија) (Далмација и др., 2011). На основу геолошких, хидро–геолошких и инжењерско–геолошких карактеристика терена извршена је категоризација терена (Слика 28) за изградњу регионалних депонија (Пивнички и др, 2005).



Слика 28. Категоризација терена за лоцирање регионалних депонија (Карта АП Војводине са категоризацијом терена према збирним природним геолошким, хидро и инжењерско геолошким карактеристикама за избор најповољнијих локација за изградњу регионалних депонија, Завод за урбанизам Војводине 2005, на основу Геоморфолошке карте АПВ 1:200 000, Геозавод Гемини, 2005)

Када је реч о утицају градских отпадних вода, он се не може јасно раздвојити од утицаја индустријских отпадних вода. Тако су најзагађенији водотоци у Војводини најчешће под утицајем индустријских и градских отпадних вода (Александровачки канал, Кудош – низводно од Руме, Криваја – низводно од Бачке Тополе, канал Богојево – Бечеј је под утицајем отпадних вода Врбаса и Србобрана, Тиса – од Сенте до бране на Тиси) (Далмација и др., 2009). Градске отпадне воде које се испуштају у Тису потичу из производње и дистрибуције воде: „Потиски водоводи“ Хоргош и „Потиски водоводи“ Кањижа, Јавно комунално предузеће „Ада“ (Вујовић, 2014).



### **5.3. Загађивање вода из саобраћаја**

Најзначајнији извор загађивања из саобраћаја у Војводини представља употреба оловних бензина, који су у земљама Европске Уније забрањени. Олово ослобођено сагоревањем бензина се таложи на путевима и њиховој околини, ношено ветром. Затим се спира падавинама са путева у насељима и завршава у површинским водама. Изразит пример је повећање оптерећења оловом градских отпадних вода Новог Сада као последица оловног бензина и спирања са плочника исталоженог олова при атмосферским падавинама 2003. године. Тада је при количини падавина од  $3,45 \text{ l/m}^2$  количина олова износила  $44 \text{ g/дан}$ . Са отворених путева се спира на земљиште поред путева и завршава у подземним водама. Иако је последњих година смањена потрошња оловних бензина на рачун безоловних, годишње се у животну средину емитује око  $160 \text{ t}$  олова (Далмација и др., 2009).

Загађивање воде настаје и при саобраћају на води (при раду транспортних средстава: чамаца, бродова, шлепова; при утовару и истовару из пловних објеката; неодговарајуће сакупљање и третман отпадних вода са бродова; неадекватно одлагање чврстог отпада са пловила). Додатни притисак је и низак стандард домаће речне флоте и неодговарајућа инфраструктура за заштиту животне средине у лукама које немају постројења за сакупљање и третман атмосферских падавина са отворених радних површина. Најопаснији акциденти дешавају се у случајевима изливања нафте. Најчешћи акциденти укључују изливање нафте или прекограничне нафтне мрље, обично на Дунаву услед превозних активности (Белка и др., 2007).

### **5.4. Загађивање воде из пољопривреде**

Загађивање воде из пољопривреде потиче од одводњавања, употребе минералних ђубрива, употребе пестицида, накупљања соли минерала због наводњавања, одлагања стајског ђубрива и отпадних вода, повећања пољопривредних површина које изазива повећану ерозију земљишта и фарме

свиња (у Војводини се налазе 34 са капацитетом од преко 10 000 грла) (Белка и др., 2007).

Претерана испаша и узгој стоке проузрокују дифузно загађење. Као последице се јављају збијање земљишта и редукција пропусних површина тла од стране стоке; претерана испаша доводи до губитка вегетацијаског покривача; директна приступ стоке површинским водама такође повећава загађење (Вујовић, 2014).

Одводњавање земљишта се углавном врши гравитационим каналима. Од око 1,78 милиона ha, каналима ХС ДТД се одводњава око 1 милион ha. Спирањем са пољопривредних површина у површинске и подземне воде доспевају велике количине загађујућих материја органског и неорганског порекла. Утицај пољопривредних активности на квалитет вода је тешко квантификовати пре свега због нестандардизованог приступа пољопривредној производњи (врста усева, количина и врста ђубрива и пестицида, агротехничке мере, систем сађења и др.) и хетерогености услова на самим локалитетима (особине земљишта, нпр. способност задржавања воде; климатски услови, нпр. падавине; нагиб и др.). Правила добре пољопривредне праксе која треба да заштите воде од загађења се не примењују услед недостатка знања и средстава (Далмација и др., 2009; Сремачки и др., 2011).

Дифузним загађењем са пољопривредних површина доспевају велике количине нутријента од којих су најзначајнији азот и фосфор. Азот и остали нутријенти се додају у облику природних и вештачких ђубрива, како би се повећао принос (Вујовић, 2014). Процењује се да око 40% оптерећења азотом у Дунаву потиче из пољопривреде (Далмација и др., 2009). За разлику од азотних једињења, фосфор је релативно нерастворив и претежно је у суспендованом облику, па се и мање испира, а самим тим мање и доспева у површинске воде од азота (Вујовић, 2014).

Неопходно је извршити прорачун биланса загађујућих материја на нивоу слива базиран на годишњим подацима о укупним количинама у свим производима који улазе (ђубрива и семе) и излазе са пољопривредних површина

(биљни производи) узимајући у обзир и биолошко везивање атмосферског азота. Још један проблем је присуство и распрострањеност кадмијума, за који се претпоставља да потиче из фосфатних ђубрива јер је мониторинг спровођен за време примене агротехничких мера. Висок садржај у води може бити последица његовог лаког спирања са земљишта за које се лабаво везује, углавном за карбонатну фракцију, па само промена рН вредности може да изазове његову мобилност. Проблем представља недостатак регулативе у примени вештачких ђубрива, тако да садашње стање може бити последица дугогодишње употребе ђубрива лошег квалитета. Због ових проблема је потребно направити базе података, како би се извршила квантификација притисака на водне капацитете. Ове базе би требало да садрже податке свих индивидуалних пољопривредних произвођача и пољопривредних добара, о утрошку ђубрива, пестицида и других хемикалија, усевима, агротехничким мерама, особинама земљишта и др. С обзиром да се потрошња вештачких ђубрива повећава од 2000. године на нивоу Републике Србије (за Војводину не постоје посебни подаци), може се претпоставити да ће се овај тренд повећања наставити и у будућности, а самим тим повећаваће се притисак на водотокове (Далмација и др., 2009, Сремачки и др., 2011).

Као примери могућег утицаја хемизације земљишта на квалитет вода могу се навести водотоци Надела и Криваја. У току 2007. и 2008. године испитан је квалитет седимената ова два водотока и нађене су високе концентрације никла, бакра, кадмијума и цинка, а кадмијум је нађен и у води. Ови метали су могли доспети спирањем са пољопривредних површина (кадмијум, никал и цинк из фосфорних ђубрива, а бакар из стајског ђубрива). У Војводини се наводњава 20–25 000 ha, што утиче на укупну количину доступних вода, као и на квалитет оцедних вода након наводњавања (Далмација и др. 2009).

## **5.5. Могућности коришћења отпадних вода у пољопривреди**

Један од начина поновног коришћења отпадних вода у пољопривреди је наводњавање земљишта отпадном водом. Овај систем се најчешће користи у

свету и сматра се најбољим и најпоузданијим системом пречишћавања отпадне воде земљиштем јер даје најбољи квалитет отпадне воде. Обично се наводњава обрадиво земљиште на коме се гаје биљне културе, па се њиховом продајом надокнађује део трошкова овог система пречишћавања (Далмација и др, 2009).

Третиране отпадне воде могу бити коришћене у:

- производњи некомерцијалних намирница: површинским наводњавањем неких прехранбених усева, укључујући оне који се могу користити у сировом стању;
- производњи комерцијалних намирница: површинско наводњавање воћњака и винограда;
- непрехранбеној пољопривреди: за испашу, индустријско биље, вештачка влакна;
- за појила домаћих животиња.

Код поновне употребе отпадних вода треба обратити пажњу на техничка питања, као што су водни биланс и квалитет пречишћене отпадне воде.

Количина воде којом је снабдевано земљиште за наводњавање може се израчунати на основу једначине водног биланса (Hydroaid, 2010):

$$I = E + T - N + P_r \pm D$$

где је:

I – количина воде за наводњавање земљишта,

E – количина воде која испари са земљишта,

T – количина воде коју потроше биљке,

N – количина воде коју природно прими земљиште (падавине, подземне воде и сл.),

$P_r$  – количина воде коју земљиште губи на све друге процесе осим испаравања (отицање и инфилтрација)

D – разлика у влажности земљишта.

Параметри E, N,  $P_r$  и D зависе од структурних карактеристика земљишта, пољопривредних техника, метеоролошких карактеристика подручја, географског положаја подручја (суседних површинских водних тела, присуства подземних вода, итд.); с друге стране параметар T зависи од продуктивности датог усева и сезонског је карактера.

Третиране отпадне воде садрже важна једињења за усеве, као што су органска материја и нутријенти. Међутим, такође могу садржати и концентрације хемијских загађивача, соли и патогена, који могу бити потенцијално штетни за земљишта, раст биљака или животну средину (Hydroaid, 2010).

Избор биљака (Табела 22) које ће се гајити зависи од низа фактора: капацитета усвајања азота, количине воде коју усвајају и толеранције према повећаној влаги земљишта, отпорности на загађење из отпадних вода, па су у том погледу најпогодније разне врсте трава (Далмација и др., 2009).

Салинитет је појединачно најзначајнији параметар у одређивању погодности воде за наводњавање. Салинитет се одређује мерењем електропроводљивости и/или укупних растворених материја у води. Овај параметар је посебно значајан јер усеви имају различиту толеранцију у односу на салинитет у води за наводњавање. Зато усеви морају бити пажљиво изабрани да би се осигурала толеранција на салинитет иригационе воде, а и земљиште мора бити адекватно дренирано и наквашено да би се избегло нагомилавање соли.

*Натријум*: натријумове соли су посебно важне у наводњавању, јер прекомерне количине натријума у односу на калцијум и магнезијум могу негативно утицати на раст биљака, структуру земљишта и пропустљивост. Потенцијални утицај који овај елеменат може имати у односу на својства земљишта је представљен помоћу коефицијента апсорпције натријума (SAR), који изражава концентрацију натријума у води у односу на калцијум и магнезијум (Hydroaid, 2010):

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$$

где је:

$[Na^+]$  = садржај натријума (meq/l);

$[Ca^{2+}]$  = садржај калцијума (meq/l);

$[Mg^{2+}]$  = садржај магнезијума (meq/l);

$pH_c$  = pH воде разматрана у равнотежи са  $CO_2$  и  $CaCO_3$  у земљишту.

8,4 – гранична вредност pH која означава одсуство ризика проузрокованог алкалитетом.

Према вредности SAR индекса иригационе воде се могу поделити на:

- воде са ниским садржајем натријума које се могу користити за било које врсте усева и било који тип земљишта (SAR класа 1: 0–10);
- воде са средњим садржајем натријума које се могу користити за нетретирана органска земљишта (SAR класа 2: 10–18);
- воде са високим садржајем натријума које могу изазвати велике проблеме у алкалитету у великој већини земљишта (SAR класа 3: 18–25);
- воде са веома високим садржајем натријума, непогодне за наводњавање (SAR класа 4: >25).

Према вредности електропроводљивости (EC) иригационе воде се могу класификовати на:

- ниско проводљиве воде, које се могу користити за било које усеве и било које земљиште (класа EC 1: 100–250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- средње проводљиве воде, које се могу користити за довољно пропустљива земљишта и за усеве са средњом толеранцијом на салинитет (класа EC 2: 250–750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- високо проводљиве воде, мало погодне за наводњавање и могу се користити само за земљишта са добрим дренажним карактеристикама и за усеве са високом толеранцијом на салинитет (класа EC 3: 750–2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- веома високо проводљиве воде, непогодне за наводњавање (класа EC 4: 2250– 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

*Нутријенти:* најзначајнији нутријенти за потребе усева су азот, фосфор, калијум, цинк, бор и сумпор. Азот, фосфор и сумпор не би требало одстрањивати из отпадних вода, ако би се обезбедио ефикасан систем управљања земљиштем, који би омогућавао коришћење ових нутријената и краткорочно и дугорочно. Потребно је одређивати концентрације нутријената у отпадним водама коришћењем мониторинга током више сезона. Такође је неопходно поседовати информације о захтевима усева за нутријентима, о чему треба водити рачуна приликом одабира усева. Ове информације треба да укључе укупне захтеве

биљака, а такође и захтеве у критичним периодима развића (нпр. сазревање и цветање).

*Хлорни остатак:* Слободан остатак хлора у концентрацијама мањим од 1 mg/l обично не представља проблем за биљке. Међутим, неки осетљиви усеви могу бити оштећени и на ниским нивоима као што је 0,05 mg/l.

*pH:* отпадна вода са pH између 5 и 8,5 је углавном прихватљива за коришћење у наводњавању. Ако је отпадна вода веома кисела (pH мања од 5) или веома базна (pH већа од 8,5) требало би је неутрализовати пре примене у земљишту јер pH може угрозити доступност нутријената и других елемената потребних биљкама.

*Хемијски загађивачи:* отпадне воде могу садржати потенцијално нежељене хемијске загађиваче, укључујући неке метале и хлорна органска једињења. Ови загађивачи могу имати штетне ефекте ако су присутни у повећаним концентрацијама. Генерално, индустријске отпадне воде које садрже количине изнад трагова супстанци као што су тешки метали, растварачи, хлорне органске хемикалије, остатке хемикалија из пољопривреде или петрохемикалије, нису погодне за наводњавање.

*Микроорганизми:* присуство појединих микроорганизама спречава коришћење вода за наводњавање из следећих разлога:

- хигијенски и здравствени ризик диктира ограничења за примену у наводњавању (углавном уколико су повезани са растојањем од путева и стамбених површина);
- избор усева за наводњавање (третиране отпадне воде су понекад забрањене за усеве који се конзумирају сирови) и период наводњавање ако је повезан са временом жетве (Hydroaid, 2010).

Табела 22. Ниво ризика за коришћење у пољопривреди третираних отпадних вода

Ниво ризика	Тип усева
Висок	Поврће које се конзумира сирово Воће које се гаји у нивоу земљишта (јагоде, малине) Баште без контролне опреме
Средњи	Поврће које се конзумира кувано (кромпир, плави патлиџан) Воће које се бере у периоду наводњавања (кајсија, трешња)
Низак	Крмно биље (конзумирано после сушења) Зрневље (пшеница, соја) Воће које се бере после вегетационог периода (орех, цитрусно воће)
Веома низак	Влакнасте биљке (конопља), биогориво

Извор: Hydroaid, 2010.

За наводњавање на територији Војводине највише се користе воде Хидросистема ДТД. Током 2009., 2010. и 2011. вршено је узорковање воде на почетку и на крају сезоне наводњавања на следећим профилима:

- Водопривредно предузеће Средњи Банат – Зрењанин: Равни Тополовац (РТ), канал Т (ТО), канал 2/1-1 (ИЛ) и канал Бегејци (БЕ).
- Водопривредно предузеће Средња Бачка – Бечеј: Водозахват система за наводњавање Бечеј II југ (БВЗ), усисни басен система за наводњавање Бечеј II југ (БЦС) (Вранешевић и др., 2012).

Добијени су следећи резултати (Табела 23):

Табела 23. Параметри воде за наводњавање на изабраним локалитетима

Локалитет/параметар	Са (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	EC (µS/cm)	SAR	
РТ	Мин	24,9	7,5	15,8	125	11,9	23	93,4	22,15
	Мах	67,1	35,3	121,8	493	41,4	79	417,9	45,95
ТО	Мин	17,7	15,1	60,1	444	52,4	38	206,1	48,52
	Мах	132,3	376,2	952	760	1130	1900	3379,2	60,56
ИЛ	Мин	48,9	13,9	56,8	324	45,9	40	225,3	34,66
	Мах	74,2	130,4	278,4	687	174,2	746	1132,8	47,34
БЕ	Мин	37,7	7,5	15,9	137	15,8	28	135	22,12
	Мах	75,2	101	408,2	669	155,8	744	1190,4	59,63
БВЗ	Мин	40,9	14,6	26,1	251	23	32	129,9	25,8
	Мах	67,4	87,1	375,3	770	191,9	447	1062,4	62,31
БЦС	Мин	44,1	17	36,6	358	27,8	33	157,4	30,41
	Мах	52,2	58,5	534,6	1073	197,4	363	1196,8	75,69

Извор: Вранешевић и др., 2012.



На основу вредности SAR може се закључити да је на свим профилима, забележена повећана вредност натријума, односно 4. класа SAR, па су воде неупотребљиве за наводњавање. Такође су и високе вредности електропроводљивости (углавном III класа EC). Садржај Cl превазилази десетине, стотине, а у случају TO и хиљаду пута дозвољени ниво од 1 mg/l. На основу ових параметара може се констатовати да воде на испитиваним профилима нису погодне за наводњавање.

## **6. РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ЗАГАЂИВАЊА ВОДА**

Заштита вода од загађења може се извршити на два основна начина. Један је да се у природне водотоке не испуштају отпадне воде, а други је да се врши пречишћавање отпадних вода, уклањање загађења из ваздуха и правилно одлагање отпада, како би се спречило да воде дођу у контакт са загађеним ваздухом и земљиштем. Отпадне воде би се у хидролошки циклус могле вратити само у оноликој мери загађене колико се могу самопречистити и таквог квалитета да не угрожавају биоценозу реципијента.

### **6.1. Системи за пречишћавање отпадних вода**

У процесу пречишћавања отпадних вода издвајају се примарно, секундарно и терцијарно пречишћавање (Ђукић и Љубисављевић, 2012). Од укупног броја индустријских загађивача на територији Војводине 65,5% уопште не пречишћава своје воде, док се мање од 10% пречишћава секундарно. Најчешћи начини пречишћавања отпадних вода је примарно и заједно са комуналним отпадним водама (Далмација и др., 2009).

Изграђена постројења у Војводини имају читав низ проблема: успостављање одговарајућег функционисања, измене опреме током пројектовања и изградње, набавка резервних делова и репро материјала, сервисирање опреме, формирање одговарајућих служби аналитичке контроле, набавка савремене опреме (Ђукић и Љубисављевић, 2012; Величков и др., 2013).

Примарни третмани и предтретмани у већини предузећа раде са смањеном ефикасношћу, посебно они који се налазе на градској канализацији. У постројења за секундарно (механичко–биолошко) пречишћавање отпадних вода, осим класичних метода са активним муљем, убрајане су и лагуне фабрика шећера, скроба и већих фарми, које у већини случајева немају довољан капацитет па се биолошка разградња органских материја не одвија до потребног степена. Осим недовољне ефикасности, околина ових постројења је оптерећена и непријатним мирисом услед анаеробне разградње органских материја. Осим већих постројења,

постоји и неколико мањих дислоцираних објеката који имају низ организационих и техничких проблема. Услед малог броја и недовољне ефикасности ових постројења, пречишћавање отпадних вода не доприноси много заштити вода. Од осталих могућих мера заштите отпадних вода извесни резултати су постигнути применом рецикулације и поновне употребе вода и претходног пречишћавања пре испуштања у заједничко постројење за пречишћавање отпадних вода. Ових постројења има педесетак и користе се за уклањање штетних и опасних материја пре секундарног пречишћавања. Међутим, то је само мали део реалних потреба, при чему и већина ових постројења раде са смањеним ефектом или су већ дуже време ван погона. Рецикулација се углавном примењује код расхладних вода, а поновна употреба се ограничава на коришћење расхладних вода у друге сврхе. Техничке могућности ових мера у индустрији нису довољно искоришћене (Далмација и др., 2011).

Код заједничког одвођења и пречишћања градских и индустријских отпадних вода потребно је проценити утицај индустријских отпадних вода на уређај за пречишћавање, па је због тога уведен појам еквивалентни број становника (ES), који представља оптерећење индустријских отпадних вода. Одређује се тако што се садржај БПК<sub>5</sub> неке отпадне воде упоређује са уобичајеним вредностима за комуналне отпадне воде (Куртеш, 2009).

Када је реч о пречишћавању градских отпадних вода, током протекле четири деценије започето је или изграђено више од двадесет централних постројења за пречишћавање градских отпадних вода, капацитета изнад 2000 ES (Табела 24). Од укупног броја постројења 3 су са претходним степеном пречишћавања, 17 са другим степеном пречишћавања и 2 са терцијарним. Само 3 уређаја имају и постројења за обраду активног муља, а трајно ван функције је 11 уређаја. Ниједно од постојећих постројења не може се уклопити у будућа решења због малог капацитета, малих димензија објеката, физичке застарелости објеката, опреме и технологије. Један део уређаја ради са незадовољавајућим ефектом пречишћавања. Независно од недостатака, у сталној функцији се налазе: Бач, Бечеј, Хоргош, Кањижа, Нови Бановци, Ново Милошево, Гложан, Сомбор, Суботица (Слика 29), Стара Моравица и Вршац. На овим постројењима основу

технологије чини механичко–биолошко пречишћавање (Далмација и др., 2009). Економска неодрживост и технички проблеми у експлоатацији довели су до пропадања и затварања постројења Палић и Рума (Ђукић и Љубисављевић, 2012).



Слика 29. Постројење за пречишћавање отпадних вода Суботице (<http://www.buildmagazin.com>)

Постројење за пречишћавање отпадних вода Суботице (Слика 29) спада у уређаје за пречишћавање отпадних вода који релативно добро функционишу. И поред тога и ово постројење има проблема у функционисању који су последица поддимензионисаности система, непостојање или нефункционалност појединих фаза пречишћавања, неадекватно одржавање опреме, непостојање претходног пречишћавања индустријских отпадних вода. Све ово доводи до неусклађености степена пречишћавања са квалитетом и осетљивошћу реципијента (Куртеш и др., 2012).

Табела 24. Постројења за пречишћавање градских отпадних вода капацитета изнад 2000 ES

Локација	Капацитет		Фазе пречишћавања	Врсте поступка	Карактеристике и недостаци
	m <sup>3</sup> /d	ES			
Апатин	150		Примарна	Двоспратна таложница	Недовољан капацитет. Технички застарело. Ван функције. Не уклапа се у будућа решења.
Бач	2000	13000	Примарна, секундарна	Аерисана лагуна	Нередовно одржавање. Техничке сметње у раду.
Бачка Паланка	300		Примарна	Двоспратна таложница	Недовољан капацитет. Технички застарело. Ван функције. Не уклапа се у будућа решења.
Бачки Петровац	1000	4000	Примарна, секундарна, терцијарна	Активни муљ	Пред пуштањем у рад
Бечеј (Слика 30)	7700	50000	Примарна, секундарна	Активни муљ, терцијарна	Ради са смањеним капацитетом. Ефекат пречишћавања задовољавајући.
Гложан			Примарна, секундарна	Мокро поље	Ниска ефикасност.
Хоргош	300	2000	Примарна, секундарна	Природна лагуна	Недовољан капацитет. Нестабилан и претежно незадовољавајући ефекат пречишћавања.
Инђија	3000	10000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Ван погона. Технички неисправно. Не уклапа се у будуће решење.
Кањижа	2000	8000	Примарна, секундарна, постројења са одговарајућом обрадом активног муља	Активни муљ + фиксирана биомаса	Повремено преоптерећење. Техничке сметње нарочито на делу са фиксираним биомасом (ротациони биолошки контактор)
Кикинда	11 000	60000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Нестабилан рад. Техничке сметње.
Ковин	150		Примарна	Двоспратна таложница	Недовољан капацитет. Технички застарело. Ван функције. Не уклапа се у будућа решења.
Кула	1600	4500	Примарна, секундарна	Фиксирана биомаса	Изграђени су само грађевински објекти без хидромашинске опреме. Објекти су физички исправни. Не уклапа се у будућа решења.
Нови Бановци			Примарна, секундарна	Активни муљ	Повремени поремећаји у процесу пречишћавања.
Нови Бечеј	300	2000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Недовољан капацитет. Технички застарело. Не уклапа се у будућа решења.

Ново Милошево	300	2000	Примарна, секундарна	Аерисана лагуна	Недовршена изградња. Недостаје аерациони систем. Нередовно одржавање. Сметње у процесу пречишћавања.
Пећинци				Активни муљ	Налази се у пробном раду.
Сента	3000	16600	Примарна, секундарна, терцијарна, постројења са одговарајућом обрадом активног муља	Активни муљ	Налази се у пробном раду
Сомбор	16 000	180000	Примарна, секундарна, постројења са одговарајућом обрадом активног муља	Активни муљ	Ради са умањеним капацитетом. Повремени поремећаји у процесу пречишћавања, због недостатка претходног пречишћавања у неким индустријама.
Стара Моравица	1250	5000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Техничке сметње у раду због неповољног утицаја отпадне воде индустрије
Суботица	30 000	110000	Примарна, секундарна	Аерисана лагуна, активни муљ	Поремећаји у поступку пречишћавања због недостатка претходног пречишћавања у индустријама и превеликог хидрауличног оптерећења за време великих падавина.
Врбас	1200	10000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Након пуштања у рад стављено је ван функције. Машинска опрема је физички оштећена и нефункционална.
Вршац	8000	110000	Примарна, секундарна	Активни муљ	Због недостатка претходног пречишћавања отпадних вода рад постројења је нестабилан.

Извори: Далмација, 2010; Далмација и др., 2011; Ђукић и Љубисављевић, 2012.



Слика 30. Пречистач отпадних вода у Бечеју <http://www.vodokanal-becej.rs>

Осим наведених већих централних постројења за пречишћавање отпадних вода, постоји изванредан број мањих постројења, капацитета до 2000 ES, о чијем броју и локацијама нема поузданих података. Један део ових постројења су тзв. ротациони биолошки контактори (Биодиск, Биорол). Ови уређаји служе као прелазно решење за пречишћавање отпадних вода делова насеља до изградње система канализације целог насеља. Ови уређаји постоје на следећим локацијама: Наково, Чантавир, Мали Иђош, Пећинци, Шимановци, итд. Други део ових постројења чине комбинацију претходног анаеробног и накнадног биолошког поступка путем активног муља (ПУТОХ и др.). Ови уређаји се налазе у Црвенки, Новом Бечеју и др., па је потребно извршити процену утицаја ових насеља и уређаја на квалитет ДТД канала (Далмација и др., 2009).

## 6.2. Мере за побољшање квалитета вода

Да би се смањила загађеност вода потребно је спровести низ мера које се могу поделити на две основне категорије: редовне и интервентне мере. У редовне мере спадају техничке мере, правно–организационе мере, планско–урбанистичке мере, инструменти политике и стварање информационе основе. У интервентне мере се убрајају: мере за спречавање инцидентних загађења, утврђивање узрока, врсте опсега и степена угрожености, контрола ширења загађења, обавештавање корисника и забрана коришћења вода (Далмација, 2010).

### 6.2.1. Техничке мере

Техничке мере се могу поделити на мере за смањење загађења вода и мере контроле. Мере за смањење загађења вода обухватају директне мере (санационе и превентивне), остале мере за смањење емисије и мере за повећање капацитета водотока. У оквиру мера контроле издвајају се непосредна контрола постројења, контрола емисије из концентрисаних извора–ефлуенти и контрола укупне емисије путем праћења квалитета површинских вода (Далмација и др., 2009).

Техничке мере подразумевају успостављање концепта најбоље доступне технике пречишћавања отпадних вода. Термин „најбоља доступна техника“ (Best Available Technique – BAT) преузет је из законодавне праксе Европске Уније и означава најделотворнију и најсавременију фазу у развоју активности и начина њиховог обављања чиме се указује на подобност примене одређених техника у пракси, формулисаних тако да се спречи, а кад то није изводљиво, да се постигне опште смањење емисија и њихов утицај на животну средину као целину (Далмација и др., 2009; Клашња и др. 2013; Вујовић, 2014). Овај термин се у овом случају примењује за пречишћавање отпадне воде насеља и обухвата процесе пречишћавања отпадних вода насеља:

- квалитет сирове отпадне воде (Табела 25);
- захтеви у погледу квалитета пречишћене отпадне воде, пре свега у зависности од карактеристика реципијента у који се испуштају пречишћене отпадне воде;
- подобност примене датих поступака пречишћавања отпадне воде у пракси, зависно од техничких и економских услова.



Табела 25. Карактеристике отпадне воде насеља

Карактеристике	Опсег (mg/l)	Типично (mg/l)
<i>Физичке</i>		
Сува материја (суви остатак), укупно	300 – 1200	700
Суспендоване честице, укупно	100 – 400	220
Суспендоване честице, испарљиве	70 – 300	150
Растворене материје, укупно	250 – 850	850
Растворене материје, испарљиве	100 – 300	150
<i>Хемијске</i>		
БПК <sub>5</sub>	100 – 400	250
ХПК	200 – 1000	500
Укупни азот (N)	15 – 90	40
Укупни фосфор (P)	5 – 20	12
pH	7 – 7.5	7
Хлориди	30 – 85	50

Извор: Далмација и др., 2009

Неопходно је да се отпадне воде индустрије и других већих произвођача који своје воде испуштају у јавну канализацију и које се обрађују заједно са отпадним водама становништва, пречисте у својим постројењима за делимично пречишћавање својих отпадних вода. На тај начин ове отпадне воде се могу обрађивати заједно са отпадним водама становништва на централном постројењу (Табела 26). С обзиром на то да је централизовано пречишћавање отпадних вода доминантан вид пречишћавања у свету, процеси пречишћавања отпадних вода су конципирани као процеси који се одвијају у централном постројењу, у коме се обрађују све отпадне воде које доспевају јавном канализацијом. Пожељан изузетак су атмосферске воде, уколико је у насељу предвиђена или изграђена сепаратна канализација за атмосферске воде (употребљавају се и термини „кишна канализација“ и „оборинска канализација“).

Табела 26. Граничне вредности отпадних вода које се упуштају у јавну канализацију

Показатељ	Упуштање повремениг карактера	Континуално упуштање
pH	6,5–10	6,5–10
XПК (mg/l)	1000	1000
БПК <sub>5</sub> (mg/l)	500	500
Укупан неоргански азот (mg/l)	120	120
Укупан азот (mg/l)	150	150
Амонијак (mg/l)	100	100
Таложне материје (mg/l)	150	150
Укупан фосфор	20	20
Екстракт са органским растварачем (уље, масноћа) (mg/l)	50	50
Минерална уља (mg/l)	5	10
Феноли (mg/l)	5	10
Катран (mg/l)	1	5
Укупно гвожђе (mg/l)	10	20
Укупан манган (mg/l)	5	5
Сулфид (mg/l)	0,5	5
Сулфат (mg/l)	400	400
Активни хлор (mg/l)	30	30
Укупне соли (mg/l)	2500	2500
Флуориди (mg/l)	20	50
Укупан арсен (mg/l)		0,2
Укупан баријум (mg/l)		0,5
Цијаниди – лако испарљиви (mg/l)	0,1	0,1
Укупни цијаниди (mg/l)	1	1
Укупно сребро (mg/l)		0,2
Укупна жива (mg/l)		0,05
Укупан цинк (mg/l)		2
Укупан кадмијум (mg/l)		0,1
Укупан кобалт (mg/l)		1
Хром VI (mg/l)		0,5
Укупан хром (mg/l)		1
Укупно олово (mg/l)		0,2
Укупан калај (mg/l)		2
Укупан бакар (mg/l)		2
Укупан никл (mg/l)		1
Молибден (mg/l)		0,5
БТЕХ (бензол, толуол, етилбензол, ксилол) (mg/l)		0,1
Органски растварач (mg/l)		0,1
Азбест (mg/l)	30	30
Температура (°C)	40	40

Извор: Далмација и др., 2009

У зависности од величине насеља (Табела 27) конципира се тип пречишћавања отпадних вода. У том смислу полази се од великих насеља (преко 20 000 становника), преко мањих насеља (5 000 – 20 000 становника) и на крају до малих насеља (испод 5 000 становника).

Табела 27. Распоред становништва Војводине по насељима према попису из 2011. године

Величина насеља	Број насеља	Укупан број становника	% становништва	% кумулативан
<250	49	7493	0,4	0,4
250–500	37	13510	0,7	1,1
500–1000	73	55379	2,9	4
1000–1500	75	92039	4,8	8,8
1500–2000	47	83273	4,3	1,1
2000–3000	62	157222	8,2	21,3
3000–4000	33	113704	5,9	27,2
4000–5000	16	71927	3,7	30,9
5000–7500	33	196460	10,2	41,1
7500–10000	11	96726	5	46,1
10000–20000	17	260558	13,6	59,7
20000–50000	9	290056	15,1	74,8
50000–100000	3	246218	12,8	87,6
100000–200000	0	0	0	87,6
>200000	1	221854	11,6	99,2

Извор: Попис становништва, домаћинства и станова у Србији 2011.

С обзиром да у великим насељима живи 39,5% становника Војводине, решавањем питања отпадних вода ових насеља решили би се проблеми отпадних вода трећине становништва Војводине. У Војводини постоји неколико постројења за централно пречишћавање отпадних вода у већим и великим насељима, од којих нека уопште не раде (нпр. у Руми), па до постројења која доста добро раде (у Вршцу, Сомбору, Кикинди). Контролне мере би обухватале проверу функционисања (ефикасности и капацитета обраде отпадних вода) садашњих постројења, на основу чега би се формулисали предлози за побољшање и надоградњу постојећих постројења. Када је реч о већим насељима која немају постројења за пречишћавање отпадних вода, за њих је потребно увести процес који је заступљен у светској пракси, а састоји се из: поступака претходне обраде, примарног пречишћавања, секундарног пречишћавања и терцијарног пречишћавања.

Примарно пречишћавање (Табела 28) може обухватати: поступак уједначавања количине и оптерећења отпадних вода; и поступке уклањања: крупног (грубог) материјала из отпадних вода; лако таложивих суспендованих честица; слободних масти и уља; и суспендованих честица. Често се само поступак уклањања суспендованих честица сматра примарним пречишћавањем, док се остали поменути поступци убрајају у поступке претходне обраде, који се користе у циљу заштите и/или олакшавања даљег процеса пречишћавања. Поступци претходне обраде се врше у хватачу песка, док се примарно пречишћавање одвија у гравитационом таложнику (Слика 31). Овим поступцима се не може пречистити отпадна вода до степена који омогућава директно испуштање у водопријемник, али се може пречистити, у одређеним случајевима да се дозволи њено испуштање у јавну канализацију (Далмација и др., 2009).



Слика 31. Постројење за пречишћавање отпадних вода (шахт са грубом решетком и песколов) Ковачица (<http://www.hiding.co.rs>)

Табела 28. Примарна (механичка) фаза пречишћавања

Капацитет постројења			
До 1000 ES	1000–10000 ES	10000–50000 ES	Преко 50000 ES
Цеђење кроз решетку: Груба решетка Фина решетка	Цеђење кроз решетку: Груба решетка Фина решетка	Цеђење кроз решетку: Груба решетка Фина решетка	Цеђење кроз решетку: Груба решетка Фина решетка
Цеђење кроз сито Перфорација изнад 2 mm	Цеђење кроз сито Перфорација изнад 2 mm	Цеђење кроз сито Перфорација изнад 2 mm	Цеђење кроз сито Перфорација изнад 2 mm
Примарно таложење Двоспратна таложница	Одвајање песка гравитационо	Одвајање песка: Гравитационо Аерирани песколов Аерирани песколов– хватач масноћа	Одвајање песка и масноћа (комбиновано): Гравитационо Аерирани песколов Аерирани песколов– хватач масноћа
	Одвајање масноћа гравитационо		Аерирани песколов– хватач масноћа
		Одвајање песка: Гравитационо Аерирани песколов Аерирани песколов– хватач масноћа	Примарно таложење

Извор: Далмација и др., 2009.

Секундарно пречишћавање (Табела 29) отпадних вода обухвата поступке колоидно диспергованог и раствореног биолошки разградљивог органског загађења. Ови поступци су засновани на активности одговарајуће микрофлоре, која користи биолошки разградљиве органске материје као свој супстрат. Најчешћи поступак секундарног пречишћавања је са активним муљем (Lester et al., 2012). Секундарним пречишћавањем се у већини случајева може пречистити отпадна вода до степена који дозвољава њено директно испуштање у водопријемник. Међутим, стандардним секундарним пречишћавањем се не уклањају у довољној мери нутријенти (једињења азота и фосфора) који доводе до еутрофикације, па се у случају да је водоријемник подложен еутрофикацији мора применити терцијарно пречишћавање (Kim et al., 2011).

Табела 29. Секундарна (биолошка) фаза пречишћавања

Капацитет постројења			
До 1000 ES	1000–10000 ES	10000–50000 ES	Преко 50000 ES
Поступци на основу природних процеса (екстензивни поступци): Природне лагуне Мокра поља (constructed wetland) Разливање по земљишту (landfill)	Поступци са фиксираним биомасом: Ротациони и биолошки контактори од више јединица Биолошки филтри (нискооптерећени)	Поступци са фиксираним биомасом: Биолошки филтри (ниско, средње и високооптерећени) Двостепени биолошки филтри (високо и нискооптерећени)	Поступак са активним муљем са нитрификацијом Двостепени поступци (високооптерећени–нискооптерећени)
Поступци са фиксираним биомасом: Ротациони и биолошки контактори Биолошки филтри (нискооптерећени)	Поступци са активним муљем: Аериране лагуне Тотална оксидација	Поступци са активним муљем Тотална оксидација са нитрификацијом	
Поступци са активним муљем: Тотална оксидација Аеробно–анаеробно			

Извор: Далмација и др., 2009.

Терцијарно пречишћавање (Табела 30) подразумева уклањање азота и фосфора и може се укључити у систем секундарног пречишћавања или се изводи као посебан степен, након секундарног пречишћавања. У случају да микрофлора пречишћене отпадне воде негативно утиче на микрофлору водопријемника неопходна је и дезинфекција, која се у савременој пракси изводи превођењем пречишћене отпадне воде преко посебно конструисаних УВ лампи.

Табела 30. Терцијарна фаза пречишћавања

Капацитет постројења	
10000–50000 ES	Преко 50000 ES
Биолошка денитрификација Претходна, степенаста, симултана, алтернативна, интермитентна	Биолошка денитрификација Претходна, степенаста, симултана, алтернативна, интермитентна
Дефосфоризација Биолошка (у случају потребе симултана хемијска)	Дефосфоризација Биолошка + симултана хемијска
Дезинфекција Хлорним препаратима (Cl <sub>2</sub> , NaOCl) UV зрацима	

Извор: Далмација и др., 2009.

У појединим случајевима јављају се специфични захтеви у погледу квалитета ефлуента. То се дешава у случајевима потребе за високим степеном пречишћавања „традиционалног“ загађења комуналним отпадним водама, попут органских материја, фосфора и азота, услед мале прихватне моћи реципијента и/или специфичних захтева за ограничење емисије, или је потребна специфична примена за уклањање синтетских органских полутаната у високим концентрацијама у индустријским отпадним водама или у ниским концентрацијама у комуналним отпадним водама. У свим овим случајевима, традиционалним методама се не постиже задовољавајући квалитет ефлуента, па се због тога уводе нове технологије.

У последње време истражују се тзв. хибридни процеси у области третмана отпадних вода (Loupasaki and Diamadopoulos, 2012). Хибридни процеси подразумевају процесне комбинације најчешће мембранске филтрације са неким другим процесом, као на пример са активним муљем (Табела 31) или пешчаном филтрацијом, односно конвенционалан третман. Први процес је значајан за уклањање органских микрополутаната из отпадних вода индустрије, отпадних вода од прања филтара, оцедних вода депонија и др., посебно када се ради о перзистентним синтетским полутантима (Далмација и др., 2009). На овај начин обавља се и хибридна дефосфоризација, као комбинација хемијске (терцијарне) и биолошке (секундарне) дефосфоризације (Вујовић и Бургер, 2012).

Табела 31. Обрада муља

<b>Капацитет постројења</b>				
До 1000 ES	1000–10000 ES	10000–50000 ES	Преко 50000 ES	
<b>Примарно згушњавање</b>				
		Гравитационо: Статичко Механичко	Примарни муљ	Секундарни и терцијарни муљ
			Гравитационо: Статичко Механичко	Гравитационо: Механичко
<b>Стабилизација</b>				
Истовремена аеробна биолошка	Истовремена аеробна биолошка		Одвојена аеробна биолошка (мезофилна, термофилна)	
	Одвојена аеробна биолошка (мезофилна, термофилна)			
	Гашеним кречом		Анаеробна биолошка (мезофилна)	
	Печеним кречом			
<b>Секундарно згушњавање</b>				
	Гравитационо: Статичко	Гравитационо: Статичко Механичко		
<b>Дехидратација</b>				
Лагуне за муљ	Сушна поља			
Сушна поља	Машинска	Машинска Тракаста филтер преса Декантер центрифуга	Машинска Тракаста филтер преса Декантер центрифуга Рамска филтер преса Вакуум добошаста филтер	
	Тракаста филтер преса			
	Декантер центрифуга			

Извор: Далмација и др., 2009.

Мања насеља у Војводини од 5 000 до 20 000 становника су готово пет пута бројнија од већих, преко 20 000 становника (61 према 13) и чине 13,1% укупног броја насеља у Војводини, али је удео становништва које у њима живи мањи од удела у већим насељима (28,1% према 39,5%). Према томе мало више од четвртине укупног становништва, па пропорционално томе толико и отпадних вода. Међутим ако би се отпадне воде сваког од тих насеља пречишћавале у сопственом постројењу, то је укупно 61 постројење. Само за највећа насеља из ове групе, од 10 000 до 20 000 становника могли би се евентуално примењивати поступци као код великих насеља: поступци са активним муљем и континуалним



протоком отпадне воде (у сваком појединачном случају тебало би извршити посебну анализу). За мања насеља од 7 500 до 10 000 становника, а поготово за најмања од 5 000 до 7 500 ови поступци не би били економски оправдани, па би се могли примењивати неки од следећих поступака:

- 1) поступак са активним муљем, тзв. SBR поступак (енг. Sequencing Batch Reactor), односно шаржни тип поступка са активним муљем, затим аерисана лагуна или евентуално поступак са продуженом аерацијом;
- 2) поступци са имобилисаном микрофлором: биофилтрација или биодиск (енг. Rotating Biological Contractor). (Loupasaki and Diamadopoulos, 2012).

Највећи проблем за решавање пречишћавања отпадних вода представља најбројнија група мала насеља, до 5 000 становника. Ових насеља има 392 од укупно 466 насеља у Војводини, што чини 84,1% свих насеља, а у њима живи мање од трећине од укупног броја становника Војводине. Најмањи удео насеља из ове групе имају највећа насеља, од 3 000 до 5 000 становника (12,5%), затим најмања насеља, до 500 становника (21,9%), док је највише насеља од 1 000 до 3 000 становника. С обзиром да је у Европској Унији прихваћен концепт по коме свако насеље изнад 2 000 еквивалентних становника треба да има сопствени пречистач, већина насеља из ове групе би требало да има сопствени уређај за пречишћавање отпадних вода.

За највећа насеља из групе малих насеља од 3 000 до 5 000 становника избор је сличан као и за већа насеља од 5 000 до 20 000 становника и своди се на SBR поступак и поступке са имобилисаном микрофлором (биофилтре). Овде се изостављају поступци аерисане лагуне и поступак са продуженом аерацијом, услед неравномерности у протоку отпадних вода, која је све израженија како се величина насеља смањује. Биофилтри представљају повољну опцију са финансијског аспекта, јер се у њима одвија аерација природном промајом, али им је недостатак опасност од блокирања биофилтра грубим и суспендованим материјалом. Друге технологије би требало испитати, на основу испитивања рада постројења на терену.

За највећу групу насеља од 1 000 до 3 000 становника (184 насеља), унутар које су најбројнија насеља од 1 000 до 1 500 становника (75 насеља) и насеља од 2 000 до 3 000 становника (62 насеља), предност се даје SBR поступку, док би за насеља од 1 500 до 2 000 становника предност имали биофилтри.

За групу најмањих насеља до 1 000, а нарочито до 500 становника, решење би могли да буду велики септички танкови, као што је нпр. Imhoff танк, у комбинацији са накнадним пречишћавањем из ефлуента из тих танкова, нпр. на пешчано–шљунчаним филтрима.

За пречишћавање отпадних вода најмањих насеља препоручују се природни системи за пречишћавање (енг. Natural Treatment Systems), који се у највећем броју случајева заснивају на пречишћавању земљиштем. Ови системи се лако одржавају, једноставни су за коришћење и високо су ефикасни (Economopoulou and Tsihrintzis, 2004). Састоје из биолошког, физичког и физичко–хемијског процеса уклањања отпадне воде који се одиграва на површини и у горњем слоју земљишта. У пречишћавању учествују микроорганизми који живе у земљишту и биљке. Такође, одвија се интеракција између земљишта и загађене отпадне воде, као што је хемијско таложење, адсорпција и јонска измена. Овај процес се контролише регулисањем количине отпадне воде којом се натапа земљиште, како не би дошло до њеног продирања у подземне воде или површинске токове. Поред тога, додаје се отпадна вода у оној мери у којој земљиште може да је прихвати, да не би дошло до стварања анаеробних услова, што доприноси паду капацитета пречишћене отпадне воде.

Земљиште се може користити у процесу терцијарног пречишћавања отпадних вода за уклањање нутријената и у процесу секундарног пречишћавања отпадних вода, за уклањање органског загађења. За нашу земљу је препоручљивије коришћење земљишта за терцијарно пречишћавање, с обзиром на климу, док се са секундарним пречишћавањем до сада нису постигли одговарајући резултати (Далмација и др., 2009).

Најзаступљенији системи пречишћавања отпадних вода земљиштем су: наводњавање земљишта отпадном водом, брза инфилтрација отпадне воде кроз

земљиште и преливање земљишта отпадном водом. У свету је заступљено и коришћење природним екосистема за пречишћавање отпадних вода (тзв. вештачких мочвара или мокрих поља), а у последње време се и код нас заговара коришћење овог система. Аквакултура, тј. лагуне у којима се узгајају водене биљке и рибе, а затим прерађују у сточну храну или за индустрију, могу да се искористе и за пречишћавање отпадних вода.

Наводњавање земљишта отпадном водом је најчешће коришћен систем, а сматра се и најпоузданијим јер даје најбољи квалитет пречишћане отпадне воде. Обично се наводњава обрадиво земљиште на коме се гаје усеви, а продајом се надокнађују трошкови пречишћавања. Избор биљака које ће се користити у овом систему зависи од низа фактора: капацитета усвајања азота, количине воде коју усвајају и повећаној влаги земљишта, отпорности на загађење из отпадних вода, па су у том погледу најпогодније разне врсте трава.

Брза инфилтрација је пречишћавање отпадне воде земљиштем, а састоји се у периодичном наливању отпадном водом плитких канала или базена ископаних на земљишту велике пропустљивости (песковито и шљунковито земљиште), при чему се вода пречишћава процеђивањем кроз слој земљишта до нивоа подземних вода, а затим се сакупља дренажним (перфорираним) цевима у одговарајуће канале или извлачи на површину преко система бунара. Највећи део отпадне воде се процеђује, а мали део испарава. Код брзе инфилтрације је важно да отпадна вода не доспе у подземне воде. Овај поступак се може користити за пречишћавање отпадних вода најмањих насеља, под условом да не дође до значајне емисије мириса.

Преливање земљишта је систем пречишћавања при коме се благо нагнуто глатко земљиште, мале водопрпустљивости, обрасло биљним покривачем, на врху нагиба полива отпадном водом, која у танком слоју тече, прелива се низ нагиб и сакупља у подножју. Избор биљака значајно утиче на квалитет и ефикасност пречишћавања.

Препоручљиво је да се добијена биомаса из система за пречишћавање земљиштем не користи за исхрану људи, односно да се утврди да ли има у њој

патогених микроорганизама и токсичних материја (тешки метали, пестициди, итд.), који потичу из отпадне воде.

Мокра поља или вештачке мочваре (енг. *constructed wetlands – CWs*) представљају системе који су пројектовани да користе природне процесе који се одвијају између мочварне вегетације, земљишта и микроорганизама за пречишћавање отпадних вода. (Tang et al., 2009; Zemanová et al., 2010). Могу бити системи са слободном воденом површином (енг. *free water surface systems – FWS*) и системи са током испод површине (енг. *subsurface flow systems – SFS*). Ови други системи се заговарају и у нашој пракси, иако се за сада нису показали као добра решења. Ипак, на основу искустава других земаља, ови системи се могу примењивати до капацитета од 600 ES. У Америци се, нпр. мокра поља са слободном површином ретко користе за примаран третман због потенцијалне опасности од патогена, већ се углавном користе за полирање ефлуената лагуна, капајућих филтара и др. Системи са током испод површине се углавном користе за третирање ефлуента до секундарног стандарда, али је ово релативно нова техника, која је тек у развоју. Посебно треба обратити пажњу на поједине врсте загађења као што су нутријенти, уља и масти, метали и органски микрополутанти (детерџенти, различите хемикалије које се користе у домаћинствима, лекови, метаболити). Према литературним подацима, уклањање азота на овај начин је добро, мада је природно концентрација обично већа од 1 mg/l; органски азот се акумулира у вегетацији и касније може бити ослобођен и рециклиран. Уклањање нитрата је углавном добро. Уклањање фосфора није довољно ефикасно (Salmon et al., 1998; Далмација и др., 2009; Scholz and Hendmark, 2010). Међутим, постоје и друге студије које истичу значај мокрих поља у уклањању фосфора (Bruland and Richardson, 2006; Uddameri and Dyson, 2007; Hu et al., 2009). Наиме, многе експерименталне студије су предложиле мокра поља као потенцијалне тампон зоне за уклањање фосфора. Уклањање фосфора је уочено код природних мочвара које су коришћене за филтрацију отпадних вода, као и код вештачких мокрих поља која су коришћена за третман воде доспеле отицајем са пољопривредних површина (Вујовић, 2014). Података о уклањању метала нема довољно и они су разноврсни (Zhang et al., 2010). Тако се ефикасност уклањања кадмијума креће 75–99%, бакра 40–96%, олова 0–86%, никла 49–88%, цинка 33–96%. Акумулација

токсичних органских и неорганских микрополутаната може формирати токсична мокра поља (Lesage et al., 2007). О понашању појединих микрополутаната у комуналним отпадним вода се не зна довољно, али је чињеница да се у недовољно пречишћеним отпадним водама концентрација супстанци које се недовољно или споро разграђују повећава, а за поједине ефекат на здравље људи није испитан. Постоји и опасност од њиховог продирања у подземне воде, а детектоване су чак и у води за пиће. Доказано је да иригација и филтрација кроз земљиште могу изазвати загађење воде појединим лековима. Такође, важно је сагледати и утицај климатских детерминанти (нпр, утицај повећане количине падавина на плављење и оптерећење мокрог поља), као и осетљивост биљних и животињских врста на различите физичко–хемијске услове (Далмација и др., 2009).

У АП Војводини прво мокро поље које је пуштено у рад било је у насељу Гложан 2004. године. Резултати истраживања овог мокрог поља су показали да се органске материје из комуналних отпадних вода лако разграђују захваљујући бројним хетеротрофним микроорганизмима. Брзина процеса зависи од температуре, аерације, хемијског састава и количине органских материја. Бржој минерализацији доприноси биљни покривач – трска, која врши аерацију супстарата и помаже функционисање микроорганизама. Резултати су показали да мокра поља помажу смањењу колиформних бактерија, што значи да су ефекти пречишћавања комуналних отпадних вода задовољавајући за мања насеља. У Војводини постоје повољни услови за примену ове методе с обзиром да највећи број насеља са 1 000–5 000 становника. Насеља у околини имају природне мочваре, а трска је аутохтона биљка. Осим овог изграђено је и мокро поље у Новом Милошеву, а току је изградња још неколико мокрих поља: Банатско Ново Село, Товаришево, Качарево (Белић и Јосимов – Дунђерски, 2007).

Предности пречишћавања отпадних вода односи се на релативно малу потребу за енергијом, јер највећи део енергије потиче из природе. Међутим, ови системи имају велики број недостатака, јер се морају пројектовати за тачно одређену локацију, са тачно одређеним микроклиматским, педолошким и осталим карактеристикама, као и пажљиво изабраним и димензионисаним постројењем за претходну обраду отпадних вода. Да би се повећао број постројења за

пречишћавање отпадних вода и побољшао рад постојећих, потребно је урадити типизацију технологије, при чему се мора водити рачуна о принципу сродности и компатибилности технологија, како би се постојећа постројења могла успешно доградити, проширивати по капацитету или адаптирати без измене суштине технолошке поставке, односно без затварања старих постројења. Због свега овога потребна су дуготрајна интердисциплинарна и мултидисциплинарна истраживања, пре одлуке о коришћењу оваквим система (Далмација и др, 2009; Величков и др., 2013).

Контрола је неодвојива компонента сваке конкретне мере заштите вода, као и укупног система. Када су у питању квалитет ефлуента и директне мере кључни елемент контроле је непосредна контрола рада и функционисања постројења за пречишћавање и контрола емисије из свих концентрисаних извора загађења. У циљу контроле укупне емисије потребно је континуирано пратити квалитет површинских и подземних вода преко мреже профила, са циљем утврђивања квалитета у односу на намену воде. Да би непосредна контрола постројења имала ефекат, потребно је интензивирати непосредну инспекцијску контролу. Она подразумева проверу начина коришћења и одржавања објеката и уређаја у односу на водопривредне дозволе, пројектна решења и интерне правилнике и упуства о раду. На основу дневника рада, извештаја редовне лабораторијске контроле и резултата испитивања овлашћених лабораторија, стиче се увид о радном режиму, искоришћеном капацитету, постигнутим ефектима и квалитету ефлуента. У зависности од затеченог стања предлажу се или наређују одговарајуће мере које подразумевају: побољшање одржавања постројења, боље вођење процеса пречишћавања и захтеве да се уочени недостаци отклоне; потребу реконструкције, доградњу и проширење капацитета; потребу интервенције у циклусу производње у циљу смањења хидрауличког оптерећења или загађења. У циљу успостављања контроле емисије из концентрисаних извора неопходно је организовати систематска испитивања квантитативних и квалитативних карактеристика испуштених загађених или пречишћених вода из индустрије и насеља (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02).

Описани проблеми и мере за пречишћавање отпадних вода указују на то да су пречишћене комуналне отпадне воде и решен проблем индустријских отпадних вода предуслов за задовољавајући квалитет површинских вода Војводине. Потребно је извршити процену притисака на водотоке, па на основу тога одредити степен прераде отпадних вода пре испуштања у реципијенте. Једна од мера је смањење граничне емисије, за шта су потребна велика финансијска улагања и пажљив одабира технологија. Друга могућност је примена разблаживања свежеом површинском водом, што опет подразумева улагање у пумпне станице. Затим потребно је сагледати утицај тако пречишћених отпадних вода на водотокове. Приоритет представља каналисање насеља и изградња постројења за пречишћавање отпадних вода и то пре свега на ризичним реципијентима (ХС ДТД, маловодни водотоци и Тиса до бране код Бечеја). Приоритет су већа насеља у односу на мања, јер испуштају већу количину загађења. Затим је потребно изградити постројења на водоточима на којима постоји прекогранични утицај (Дунав, Сава и Тиса), као и постројења на подручјима утврђеним посебним приоритетима из међународних споразума: насеља у зонама српско – румунских, српско – мађарских и српско – хрватских водoprивредних интереса. Такође је важно и спречити неконтролисано испуштање отпадних вода у подземне воде (Далмација и др., 2011).

На крају, као смерницу у процесу пречишћавања отпадних вода треба поменути Европски стандард 12255 постројења за пречишћавање отпадних вода, којег је припремио Европски комитет за нормирање/ Технички комитет 165, а чијим секретаријатом руководи Немачки институт за нормирање (DIN). Овај стандард се односи на постројења за пречишћавање отпадних вода домаћинстава и градских насеља са  $ES > 50$  и састоји се из 16 делова: 1. општи принципи изградње; 2. пумпне станице за постројења за пречишћавање отпадних вода; 3. прелиминарна обрада; 4. примарно таложеење; 5. поступци у лагунама; 6. поступци активног муља; 7. биолошки реактори са фиксираним биолошким филмом; 8. обрада муља и складиштење; 9. спречавање мириса и вентилације; 10. принципи безбедности; 11. захтевани општи подаци; 12. управљање и аутоматизација; 13. хемијско пречишћавање – пречишћавање отпадних вода преципитацијом/флокулацијом; 14. дезинфекција; 15. мерење преноса кисеоника у

чистој води у аерационим базенима постројења са активним муљем; 16. физичко (механичко) филтровање (Милојевић, 2007).

### **6.2.2. Правно–организационе мере**

Правно–организационе мере подразумевају инспекцијски и стручни надзор, законско регулисање стандарда за ефлуенте, организацију и начин контроле концентрисаних извора загађења, побољшање организације и начина контроле (рад на усавршавању постојеће регулативе).

Заштита вода укључује начело одрживог развоја и интегрисано управљање водама, са циљем осигурања одговарајућег водног режима–количина и квалитета вода. Начело одрживог развоја заснива се на следећој правној регулативи:

- Закон о водама,
- Закон о режиму вода,
- Планови о заштити воде од загађења и
- Други прописи из области заштите воде од загађивања.

Осим ове законске основе морају се поштовати и други закони, као што су:

- Закон о заштити животне средине,
- Закон о процени утицаја на животну средину,
- Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину,
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине,
- Закон о просторном планирању,
- Уредба о утврђивању водопривредне основе (Далмација, 2010),



- Закон о потврђивању Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотока и међународних језера и Амандмана на чл. 25 и 26. Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотока и међународних језера,
- Закон о потврђивању Конвенције о процени утицаја на животну средину у прекограничном контексту.

На основу важећег Закона о водама (Службени гласник РС, 30/2010), заштита вода је скуп мера и активности којима се квалитет површинских и подземних вода штити и унапређује, укључујући и од утицаја прекограничног загађења, ради:

- 1) очувања живота и здравља људи;
- 2) смањења загађења и спречавање даљег погоршања стања вода;
- 3) обезбеђења несметаног и нешкодљивог коришћења вода за различите намене;
- 4) заштите водних и приобалних екосистема и постизања стандарда квалитета животне средине у складу са прописом којим се уређује заштита животне средине и циљеви животне средине.

Ради спречавања погоршања квалитета воде и животне средине, одређују се граничне вредности емисије за одређене групе или категорије загађујућих супстанци, и то за:

- 1) технолошке отпадне воде пре њиховог испуштања у јавну канализацију;
- 2) технолошке и друге отпадне воде које се непосредно испуштају у реципијент;
- 3) воде које се после пречишћавања испуштају из система јавне канализације у реципијент;
- 4) отпадне воде које се испуштају у реципијент из септичке и сабирне јаме.

На основу Закона о режиму вода (Службени лист СРЈ 59/98 и Службени гласник РС 101/2005) уређује се праћење и одржавање режима површинских и подземних вода од интереса за целу земљу и међународних вода. Према овом закону забрањује се извођење радова и вршење других радњи које могу да проузрокују погоршање режима вода одређеног овим законом и прописима донетим на основу овог закона.

На основу Закона о заштити животне средине (Службени гласник РС 135/2004, 36/2009, 72/2009 и 43/2011) воде се могу користити и оптерећивати, а отпадне воде испуштати у воде уз примену одговарајућег третмана, на начин и до нивоа који не представља опасност за природне процесе или за обнову квалитета и количине воде и који не умањује могућност њиховог вишенаменског коришћења. Заштита и коришћење вода остварује се у оквиру интегралног управљања водама предузимањем и спровођењем мера за очување површинских и подземних вода и њихових резерви, квалитета и количина, као и заштитом у складу са посебним законом. Заштита вода остварује се предузимањем мера систематског и контролног праћења квалитета вода, смањивањем загађења вода загађујућим материјама испод прописаних граничних вредности и предузимањем техничко–технолошких и других потребних мера за њихово пречишћавање како би се спречило уношење у воде опасних, отпадних и других штетних материја, као и праћењем утицаја загађених вода на здравље људи, животињски и биљни свет и животну средину. Заштита вода обухвата и заштиту од прекограничног загађења, тако да се обезбеђује очување вода у целини. За заштиту вода доносе се акциони планови.

На основу Уредбе о утврђивању водопривредне основе Републике Србије (Службени гласник РС 11/02) дугорочни задатак из домена заштита вода је потпуна заштита квалитета површинских и подземних вода, односно унапређење и очување квалитета вода до степена да се оне могу користити за потребе корисника са највишим квалитативним захтевима. Овај задатак се остварује комплексним, рационалним и јединственим газдовањем водама у оквиру интегралног комплексног јединственог водопривредног система Србије.

Компоненте овог интегрално и комплексног система који има интеракцију на читавом простору Србије су: рационално захватање количина вода, мере унутар технолошко– производних јединица, рационалне техничко–технолошке мере на отпадним водама и другим отпадним материјама, мере на побољшању режима водопријемника (друге техничке мере приликом упуштања воде у пријемнике), техничке мере у водотоцима, контрола расутих и посредних, као и потенцијалних извора загађивања вода, контрола промета и коришћења опасних супстанци као и друге неинвестиционе мере. Све ово остварује се у склопу интегралног комплексног јединственог управљања режимом вода, у сагласности са рационалним коришћењем других ресурса (посебно земљишта), узимајући у обзир и друштвено економска ограничења.

Као дугорочни циљ поставља се очување (враћање) свих изворишних делова водотока, као и подземних вода које могу да служе за водоснабдевање становништва у одлично квалитативно стање (I класа). Остале воде у водотоцима, као и подземне воде, потребно је очувати, односно вратити у врло добро квалитативно стање (II а класа).

Потребно је систематски вршити одговарајућу контролу квалитета амбијенталних и отпадних вода. Потребна је израда и ажурирање катастра загађивача и одговарајућа институционална организованост у циљу спровођења интегралног, комплексног и јединственог управљања режимом вода (количина, квалитет, ниво и сл).

Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања (Службени гласник РС 92/2008) односи се на извориште које се по количини и квалитету може користити или се користи за јавно снабдевање водом за пиће као и на изворишта природне минералне воде. У циљу заштите воде у изворишту успостављају се:

- 1) зона непосредне санитарне заштите (зона I);
- 2) ужа зона санитарне заштите (зона II) и
- 3) шира зона санитарне заштите (зона III).

Према Закону о потврђивању Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотока и међународних језера и Амандмана на чл. 25 и 26. Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотока и међународних језера (Службени гласник РС – Међународни уговори 1/2010) Потребно је предузети све одговарајуће мере за спречавање, контролу и смањење било каквог прекограничног утицаја. Мере за спречавање, контролу и смањење загађивања вода предузимају се, уколико је то могуће, на извору загађивања. Те мере не смеју да непосредно или посредно узрокују преношење загађења у друге делове животне средине.

Према Закону о потврђивању Конвенције о процени утицаја на животну средину у прекограничном контексту (Службени гласник РС – Међународни уговори 102/2007) посебна пажња се посвећује успостављању или интензивирању специфичних програма истраживања усмерених на:

- побољшање постојећих квалитативних и квантитативних метода за процену утицаја предложених активности;
- остваривање бољег разумевања узрочно–последичних односа и њихове улоге у интегралном управљању животном средином;
- анализирање и праћење ефикасне примене одлука о предложеним активностима са намером свођења утицаја на минимум или њиховог спречавања;
- развој метода за подстицај креативних приступа у трагању за алтернативама за предложене по животну средину прихватљиве активности, као и облика производње и потрошње;
- развој методологија за примену принципа процене утицаја на животну средину на макро–економском нивоу.

Закон о заштити животне средине (Службени гласник РС 135/2004, 36/2009, 72/2009 и 43/2011), Закон о процени утицаја на животну средину (Службени гласник РС 135/2004 и 36/2009), Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину (Службени гласник РС 135/2004 и 88/2010) и Закон о

интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (Службени гласник РС 135/2004) приближавају одговарајуће директиве ЕУ и уводе принципе тих директива у национално законодавство. Такође узимају у обзир и одредбе Конвенције о процени утицаја на заштиту животне средине (Еспоо, 1991) и њеног Протокола о стратешкој процени утицаја. На основу Закона о процени утицаја на животну средину (Службени гласник РС 135/2004 и 36/2009) утврђена је листа пројеката за које је израда процене утицаја на животну средину обавезна и листа пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину. Обе листе су у складу са Анексом I Директиве 97/11 ЕУ која представља допуну Директиве 337/85 ЕУ. Најважнији правилници о имплементацији Закона о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (Службени гласник РС 135/2004) у складу су са Директивом 2006/1/ЕЦ (Белка и др., 2007).

Регулативу која се пре свега односи на мере заштите воде потребно је ускладити са законодавством ЕУ. Посебан акценат се ставља на еколошке стандарде квалитета и стандарде емисија ради осигурања доследности законодавству ЕУ. Најважнији задатак је усклађивање граничних вредности за воду са релевантним ЕУ директивама (Белка и др., 2007). Директиве које се односе на квалитет воде су:

- Оквирна директива ЕУ о води 2000/60/ЕЦ,
- Директива 2008/1/ЕЦ,
- Директива 91/676/ЕЕЦ,
- „Терке Директиве“ Директиве 76/464 ЕЕЦ,
- Директива 2006/11/ЕЦ,
- Директива 2008/105/ЕЦ,
- Директиве 91/271/ЕЕЦ и 98/15/ЕЦ.

Оквирна Директива о води 2000/60/ЕЦ има за циљ одржавање и побољшавање акватичне животне средине, односно постизање доброг статуса/потенцијала водног тела. Постизање доброг еколошког и доброг

хемијског статуса вода једног слива успоставља се реализацијом плана управљања сливом применом низа мера у којима значајно место припада мониторингу површинских и подземних вода. Кључни циљ је да се постигне интегрисано управљање водним ресурсима на нивоу речног слива (Вујовић, 2014). Ова Директива даје дефиниције еколошког квалитета воде на основу биолошких, хидроморфолошких и физичко–хемијских елемената квалитета. У биолошке елементе квалитета спадају фитопланктон, макрофите и фитобентос, фауна бентичких бескичмењака и рибља фауна. Хидроморфолошке елементе квалитета чине: хидролошки режим, континуитет речног тока и морфолошки услови. У физичко–хемијске услове спадају општи услови, специфична синтетичка загађења и специфична несинтетичка загађења. Висок статус подразумева веома мале или никакве антропогене промене вредности физичко–хемијских и хидроморфолошких елемената квалитета површинске воде у односу на вредности уобичајене за тај тип вода у ненарушеном стању. Вредности биолошких елемената квалитета за површинске воде одражавају уобичајене вредности за тај тип вода у ненарушеном стању и показују веома мала или никаква одступања. Вредности биолошких елемената квалитета за добар статус површинских вода показују низак ниво промена узрокованих људском активношћу, али само мало одступају од вредности уобичајених за тај тип површинских вода у ненарушеним условима. Вредности биолошких елемената квалитета за средњи статус површинских вода умерено одступају од вредности уобичајених за тај тип вода у ненарушеним условима. Вредности показују умерена одступања услед људске активности, а поремећаји су знатно већи него у условима доброг статуса.

Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода (Службени гласник РС 74/2011) усклађен је са овим дефиницијама еколошког статуса осим у случају физичко–хемијских услова, где се не дефинишу параметри специфичних синтетичких и специфичних несинтетичких загађења.

Директива 2008/1/ЕЦ се односи на интегрално спречавање и контролу загађивања. Циљ интегралног приступа контроли загађивања је да спречи емисије у ваздух, воду или земљиште, где год је то практично изводљиво, уз вођење

рачуна о управљању отпадом и, када то није могуће, свођење на минимум таквих испуштања како би се постигао висок ниво заштите животне средине у целини. Граничне вредности емисија, параметри или еквивалентне техничке мере треба да буду засновани на најбољим расположивим техникама, без прописивања употребе једне специфичне технике или технологије, водећи рачуна при томе о техничким карактеристикама постројења које је у питању, његовој географској локацији и локалним условима животне средине. У свим случајевима, у условима дозволе треба да се пропишу одредбе о свођењу на минимум простирања загађења на велике удаљености и прекограничних загађења, као и да обезбеде висок ниво заштите животне средине у целини. Када неки стандард квалитета животне средине захтева строжије услове од оних који се могу постићи применом најбоље расположивих техника, дозволом треба посебно захтевати додатне услове, не на уштрб осталих мера које се могу предузети ради усаглашавања са стандардима квалитета животне средине. Промене у оквиру неког постројења могу изазвати загађивање. Надлежни орган или органи морају зато бити обавештени о свакој промени која може утицати на животну средину. Ова Директива се односи на постројења са значајним потенцијалом загађивања а тиме и прекограничног загађивања. Стога треба организовати прекограничне консултације које се односе на захтеве за издавање дозвола за нова постројења или за битне промене на постројењима која могу имати значајне негативне утицаје на животну средину.

Директива 91/676/ЕЕЦ се односи на заштиту вода од загађивања узрокованог нитратима из пољопривредних извора. Ради заштите људског здравља и живих ресурса и акватичних екосистема и обезбеђења других легитимних коришћења вода, потребно је смањити загађивање вода узроковано или подстакнуто нитратима из пољопривредних извора, па спречити даље такво загађивање; у ову сврху је важно предузети мере које се односе на складиштење и примену на земљиште свих азотних једињења и мере које се односе на одређену праксу у процесима управљања земљиштем. Подстицање добре пољопривредне праксе могу се обезбедити свим водама општи ниво заштите од загађивања у будућности. Одређене зоне захтевају специјалну заштиту због дренарања у воде подложне загађењу од нитратних једињења. Потребно је да се идентификују рањиве зоне и утврде и примене акциони програми ради смањења загађења воде у

рањивим зонама. Акциони програми треба да обухвате и мере за ограничење примене на земљиште свих азотних ђубрива и посебно да утврде специфична ограничења за примену стајског ђубрива. Потребно је вршити мониторинг вода и примењивати референтне методе мерења за једињења азота ради осигурања да мере имају ефекта.

Директива 76/464/ЕЕЦ се односи на загађивање узроковано одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну средину. Специфичне директиве, тзв. „Терке Директиве“ ове Директиве су:

- Директива 88/347/ЕЕЦ обухвата супстанце: алдрин, хлороформ, диелдрин, ендрин, хексахлорбензол (ХЦБ), хексахлорбутадиен (ХЦБД) и изодрин;
- Директива 83/513/ЕЕЦ односи се на кадмијум (Cd) и његова једињења;
- Директива 86/280/ЕЕЦ обухвата угљентетрахлорид (CCl<sub>4</sub>), ДДТ (са метаболитима ДДТ и ДДЕ) и пентахлорфенол (ПЦП) ;
- Директива 84/491/ЕЕЦ односи се на хексахлорциклохексан (ХЦХ) са свим изомерима и линданом;
- Директива 90/415/ЕЕЦ обухвата супстанце: 1,2-дихлоретан (ЕДЦ), перхлоретилен (тетрахлоретилен) (ПЕР), тетрахлорбензол (техничка смеша) 1,2,4-трихлорбензол (ТЦБ) и трихлоретилен (ТРИ);
- Директива 82/176/ЕЕЦ и Директива 84/156/ЕЕЦ односе се на живу и њена једињења

Према Директиви 88/347/ЕЕЦ граничне вредности за укупно испуштање алдрина, диелдрина и ендрина и ако ефлуенти садрже и изодрин износи 3 g/t укупног производног капацитета. Ову граничну вредност дефинише и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012). Директива 88/347/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)



имају исту граничну вредност за испуштање хексахлорбензола (10 g/t), као и граничну вредност за испуштање хексахлорбутадиена (1,5 g/t).

Граничне вредности емисије за кадмијум према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) у потпуности су усклађене са Директивом 83/513/ЕЕЦ (Табела 32):

Табела 32. Граничне вредности за кадмијум (Cd)

Индустријски сектор	Гранична вредност емисије	Јединица мере
Рудници цинка, прерада олова и цинка, индустрија металног кадмијума и обојених метала	0,2	mg Cd/l
Производња кадмијумових једињења	0,2	mg Cd/l
	0,5	g Cd/kg Cd који се користи
Производња пигмената	0,2	mg Cd/l
	0,3	g Cd/kg Cd који се користи
Производња стабилизатора	0,2	mg Cd/l
	0,5	g Cd/kg Cd који се користи
Производња примарних и секундарних акумулатора	0,2	mg Cd/l
	1,5	g Cd/kg Cd који се користи
Електрооблагање (галванизација)	0,2	mg Cd/l
	0,3	g Cd/kg Cd који се користи

Извор: Директива 83/513/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Гранична вредност емисије угљентетрахлорида (CCl<sub>4</sub>) према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) у потпуности су усклађене са Директивом 86/280/ЕЕЦ (Табела 33).

Табела 33. Граничне вредности емисије угљентетрахлорида (CCl<sub>4</sub>)

Област производње	Гранична вредност емисије	Јединица мере
Производња угљентетрахлорида перхлорисањем	2,5	g/t
Производња хлорметана хлорисањем метана (укључујући хлоролизу под високим притиском) и естерификацију метана	10	g/t

Извор: Директива 86/280/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Граничне вредности емисије хексахлорциклохексана према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) у потпуности су усаглашене са Директивом 84/491/ЕЕЦ (Табела 34).

Табела 34. Граничне вредности емисије хексахлорциклохексана (ХЦХ)

Индустријски погон	Граничне вредности емисије	Јединица мере
Производња ХЦХ	2	g/t
Екстракција линдана	4	g/t
Комбинована производња ХЦХ и линдана	5	g/t

Извор: Директива 84/491/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Граничне вредности емисије 1,2-дихлоретана према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) у потпуности су усаглашене са Директивом 90/415/ЕЕЦ (Табела 35).

Табела 35. Граничне вредности емисије 1,2-дихлоретана (ЕДЦ)

Област производње	Граничне вредности емисије	Јединица мере
Производња 1,2-дихлоретана (ЕДЦ)	2,5	g/t
Производња 1,2-дихлоретана (ЕДЦ) и накнадна обрада и примена	5	g/t
Прерада 1,2-дихлоретана (ЕДЦ) у друге супстанце изузев винил-хлорида	2,5	g/t

Извор: Директива 90/415/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Граничне вредности емисије перхлоретилена (ПЕР) према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) такође су у потпуности усаглашене са Директивом 90/415/ЕЕЦ (Табела 36).

Табела 36. Граничне вредности емисије перхлоретилена (ПЕР)

Област производње	Граничне вредности емисије	Јединица мере
Производња перхлоретилена (ПЕР) и угљентетрахлорида (CCl <sub>4</sub> )	2,5	g/t
Производња перхлоретилена (ПЕР) и трихлоретена (ТРИ)	2,5	g/t

Извор: Директива 90/415/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

И у случају трихлоретилена (ТРИ) гранична вредност емисије према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) се поклапа са граничном вредности према Директиви 90/415/ЕЕЦ и износи 2,5 g/t.

Граничне вредности емисије трихлорбензола (ТЦБ) према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) такође су у потпуности усаглашене са Директивом 90/415/ЕЕЦ (Табела 37).

Табела 37. Граничне вредности емисије трихлорбензола (ТЦБ)

Област производње	Граничне вредности емисије	Јединица мере
Производња ТЦБ дехидрохлоринацијом ХЦХ и/или прерадом ТЦБ	10	g/t
Производња и/или прерада хлорбензола хлоринацијом бензола	0,5	g/t

Извор: Директива 90/415/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Директива 82/176/ЕЕЦ се односи на испуштање живе из индустрије хлор-алкалне хидролизе. Према овој Директиви просечна месечна гранична вредност за рециклирани раствор и губитак раствора износи 50  $\mu$ l, просечна месечна гранична вредност за рециклирани раствор 1 g/t, а за губитак раствора 5 g/t. Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) делимично је усклађена са овим вредностима. У њој се наводе исте концентрације за рециклирани раствор и губитак раствора (50  $\mu$ l) и рециклирани раствор (1 g/t), док се за губитак раствора наводи вредност 8 g/t.

Директива 84/156/ЕЕЦ односи се на испуштање живе из индустрија осим из индустрије хлор алкалне хидролизе. Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) у потпуности је усклађена са граничним вредностима из ове Директиве (Табела 38).

Табела 38. Граничне вредности емисије живе

Индустријски сектор	Граничне вредности емисије	Јединица мере
1. Хемијска индустрија која користи живине катализаторе	0,05	mg Hg/l
а) Производња винилхлорида	0,01	g Hg/t
б) Остали процеси	0,05	mg Hg/l
	5	g Hg/t
2. Производња живиних катализатора за производњу винилхлорида	0,05	mg Hg/l
	0,7	g Hg/t
3. Производња органских и неорганских живиних једињења (изузев тачке 2)	0,05	mg Hg/l
	0,05	g Hg/t
4. Производња примарних батерија са живом	0,05	mg Hg/l
	0,03	g Hg/t
5. Обојена металургија	0,05	mg Hg/l
5.1. Погони за регенерацију живе		
5.2. Екстракција и пречишћавање обојених метала		
6. Погони за прераду отровног отпада који садржи живу	0,05	mg Hg/l

Извор: Директива 84/156/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Директива 2006/11/ЕЦ односи се на загађивање одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну средину. Директива је донета ради заштите акватичне средине од загађивања, посебно узрокованог одређеним перзистентним, токсичним и биоакумулативним супстанцама. Ради осигурања ефикасне заштите акватичне средине, утврђена је прва листа, названа Листа I, одређених појединачних супстанци, одабраних углавном на бази њихове токсичности, перзистентности и биоакумулативности, са изузетком оних које су биолошки нешкодљиве или се брзо трансформишу у супстанце које су биолошки нешкодљиве и друга листа, названа Листа II, која садржи супстанце које имају штетан утицај на акватичну средину, који може бити ограничен на дату област и који зависи од карактеристика и локације воде у коју се ове супстанце испуштају.

Било какво испуштање ових супстанци треба да буде предмет претходних дозвола које специфицирају емисионе стандарде. Загађивање испуштањем различитих опасних супстанци са Листе I мора се елиминисати. Неопходно је смањити загађивање воде узроковано супстанцама са Листе II. У ту сврху треба утврдити програме који садрже стандарде квалитета животне средине за воду. Емисиони стандарди применљиви на такве супстанце треба да се израчунају у односу на ове стандарде квалитета. Треба сачинити попис испуштања одређених посебно опасних супстанци ради сазнања одакле оне потичу.

Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 50/2012) такође садржи ове две листе, са мањим одступањима. Тако рецимо ове листе не садрже перзистентне синтетичке материје које могу лебдети, остати у суспензији или пасти на дно и које могу утицати на коришћење вода. С друге стране сва минерална уља и угљоводоници нафтног порекла, без обзира на перзистентност су на Листи I, као и цијаниди, који су према Директиви 2006/11/ЕЦ на Листи II.

Директива 2008/105/ЕЦ односи се на стандарде квалитета животне средине у области политике вода. Ова Директива полази од тога да хемијско загађивање површинске воде представља претњу акватичној средини са дејствима као што је акутна и хронична токсичност по акватичне организме, акумулисање у екосистему и нестајање станишта и биодиверзитета, као и претњу људском здрављу. Као приоритет треба на најекономичнији и по животну средину најефикаснији начин идентификовати узроке загађивања и емисије на извору. Политика у области животне средине треба да се заснива на принципу предострожности и на принципима превентивног деловања, тако да се исправљање штете по животну средину, пре свега, врши на извору и да загађивач плаћа. Ова Директива утврђује стандарде квалитета животне средине (EQS). Треба побољшати сазнања и податке о изворима загађивања приоритетним супстанцама и начинима појаве загађења како би се идентификовале циљане и ефикасне опције контроле. По потреби, између осталог, треба контролисати седимент и биоту одговарајућом учесталашћу, ради обезбеђења довољно података

за поуздане анализе дугорочног тренда оних приоритетних супстанци које теже да се акумулирају у седименту или биоти. Успостављена је листа од 33 супстанце које су проглашене приоритетним (Табела 39). Међу овим приоритетним супстанцама, одређене супстанце су идентификоване као приоритетне хазардне супстанце које су подвргнуте престанку или постепеном искључивању емисија, испуштања и губитака. За супстанце које се јављају природно или у току природних процеса, немогућ је престанак или постепено искључивање емисија, испуштања и губитака из свих потенцијалних извора. Неке супстанце се прате и требало би их класификовати. Акватична животна средина може бити изложена хемијском загађивању краткотрајно или дуготрајно и стога подаци о акутним и хроничним дејствима треба да послуже као основа за утврђивање EQS. Да би се осигурала адекватна заштита акватичне животне средине и људског здравља, утврђени су годишњи просечни стандарди квалитета, на нивоу који обезбеђује заштиту од дуготрајног излагања, као и максималне дозвољене концентрације ради заштите од краткотрајног излагања. При контроли усаглашености са EQS, укључујући и оне стандарде изражене као максимално дозвољене концентрације, увести статистичке методе, као што је процентни рачун, ради одређивања екстремних одступања од средње вредности и грешака читавања, како би се осигурао прихватљив ниво поузданости и прецизности. EQS вредности су, за већину супстанци ограничене само на површинске воде. Међутим, како је у погледу хексахлорбензола, хексахлорбутадиена и живе, немогуће осигурати заштиту од индиректних дејстава и секундарног тровања само помоћу EQS за површинске воде, утврђен је EQS и за биоту. У близини испуштања из концентрисаних извора, концентрације загађујућих супстанци обично су више од амбијенталних концентрација у води. Због тога, треба користити зоне мешања, све док оне не утичу на усаглашеност остатка тела површинске воде са EQS. Величине зона мешања треба да буду ограничене на област у близини тачака испуста и треба да буду пропорционалне. Потребно је формирати попис емисија, испуштања и губитака за свако подручје речног слива. Потребно је изабрати погодан једногодишњи референтни период за мерење улазних података пописа. Међутим, треба узети у обзир чињеницу да се губици од примене пописа могу

знатно разликовати од једне до друге године због различитих услова примене, нпр. због различитих климатских услова.

Табела 39. Стандарди квалитета животне средине (EQS) за приоритетне супстанце и одређене друге загађујуће супстанце

Назив супстанце	CAS број	Приоритетне хazardне супстанце	Просечна годишња концентрација (µg/l)	Максимално дозвољена концентрација МДК (µg/l)
алахлор	15972-60-8		0,3	0,7
антрацен	120-12-7	х	0,1	0,4
атразин	1912-24-9		0,6	2
бензол	71-43-2		10	50
бромовани дифенилетар	32534-81-9	х	0,0005	
кадмијум и његова једињења (зависно од класа тврдоће воде)	7440-43-9	х	≤0,08 (кл.1) 0,08 (кл.2) 0,09 (кл.3) 0,15 (кл.4) 0,25 (кл.5)	≤ 0,45 (кл. 1) 0,45 (кл. 2) 0,6 (кл. 3) 0,9 (кл. 4) 1,5 (кл. 5)
угљентетрахлорид	56-23-5		12	
C <sub>10-13</sub> хлоралкани	85535-84-8	х	0,4	1,4
хлорфенвинфос	470-90-6		0,1	0,3
хлорпирифос	2921-88-2		0,03	0,1
циклодиенски пестициди: алдрин диелдрин ендрин изодрин	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6		Σ=0,01	
укупни ДДТ			0,025	
пара-пара ДДТ	50-29-3		0,01	
1,2-дихлоретан	107-06-2		10	
дихлорметан	75-09-2		20	
ди(2-етилхексил)фталат	117-81-7		1,3	
диурон	330-54-1		0,2	1,8
ендосулфан	115-29-7	х	0,005	0,01
флуорантен	206-44-0		0,1	1
хексахлорбензол	118-74-1	х	0,01	0,05
хексахлорбутатиен	87-68-3	х	0,1	0,6
хексахлорциклохексан	608-73-1	х	0,02	0,04
изопротурон	34123-59-6		0,3	1
олово и његова једињења	7439-92-1		7,2	
жива и њена једињења	7439-97-6	х	0,05	0,07
нафтален	91-20-3		2,4	
никл и његова једињења	7440-02-0		20	
нонилфенол (4- нонилфенол)	104-40-5	х	0,3	2
октилфенол ((4-1,1'3,3'-	140-66-9		0,1	



тетраметилбутил)- фенол))				
пентахлорбензол	608-93-5	x	0,007	
пентахлорфенол	87-86-5		0,4	1
полиароматични угљоводоници (РАН)		x		
бензо(а)пирен	50-32-8	x	0,05	0,1
бензо(б)флуорантен	205-99-2	x	Σ=0,03	
бензо(к)флуорантен	207-08-9	x		
бензо(г,х,и)перилен	191-24-2	x	Σ=0,002	
индено(1,2,3-с,д)пирен	193-39-5	x		
симазин	122-34-9		1	4
тетрахлоретилен	127-18-4		10	
трихлоретилен	79-01-6		10	
трибутил калајна једињења	36643-28-4	x	0,0002	
трихлор бензоли (сви изомери)	12002-48-1		0,4	
трихлорметан	67-66-3		2,5	
трифлуралин	1582-09-8		0,03	

Извор: Директива 2008/105/ЕЦ

Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 35/2011) у потпуности је усклађена са Директивом 2008/105/ЕЦ, када су у питању просечне годишње и максимално дозвољене концентрације ових супстанци. Међутим ова уредба не садржи све супстанце које се налазе у Директиви 2008/105/ЕЦ. Супстанце које нису укључене у Уредбу о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 35/2011) су: алахлор, антрацен, бензол, бромовани бифенилетар, С<sub>10-13</sub> хлоралкани, хлорфенвинфос, хлорпирифос, дихлорметан, ди(2-етилхексил)фталат, диурон, флуорантен, изопротурон, нонилфенол (4-нонилфенол), октилфенол ((4-1,1`3,3`-тетраметилбутил)-фенол)) и пентахлорбензол.

Директива 91/271/ЕЕЦ се односи на пречишћавање урбаних отпадних вода. Циљ Директиве је заштита животне средине од неповољних утицаја испуштања отпадних вода. Ради спречавања угрожавања животне средине испуштањем недовољно пречишћених урбаних отпадних вода, настала је општа потреба за њиховим секундарним пречишћавањем. У неким осетљивим зонама треба

захтевати унапређено пречишћавање, док се у неким мање осетљивим примарно пречишћавање може сматрати одговарајућим. Индустијске отпадне воде које улазе у колекторске системе као и испуштање отпадних вода и одлагање муља из градских постројења за пречишћавање отпадних вода треба подврћи општим правилима или прописима и/или посебним дозволама. Биоразградиве отпадне воде из извесних индустријских сектора, које не улазе у градска постројења за пречишћавање отпадних вода, треба да буду подвргнуте одговарајућим захтевима. Треба подржати коришћење муља који потиче из пречишћавања отпадних вода, а одлагање муља у површинске воде треба укинути. Неопходан је мониторинг постројења, водопријемника и одлагања муља ради осигурања да је животна средина заштићена од неповољних ефеката испуштања отпадних вода.

Према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС 67/2011 и 48/2012) граничне вредности емисије за комуналне отпадне воде које се испуштају у реципијент у потпуности су усклађене са Директивом 91/271/ЕЕЦ (Табела 40).

*Табела 40. Граничне вредности емисије за комуналне отпадне воде*

Параметар	Гранична вредност емисије	Најмањи проценат смањења
<b>Гранична вредност емисије на уређају секундарног степена пречишћавања</b>		
Биохемијска потрошња кисеоника (БПК <sub>5</sub> на 20°C)	25 mg O <sub>2</sub> /l	70–90
Хемијска потрошња кисеоника (ХПК)	125 mg O <sub>2</sub> /l	75
Укупне суспендоване материје	35 mg/l (више од 10000 ЕС)	90
	60 mg/l (2000 до 10000 ЕС)	70
<b>Граничне вредности емисије на уређају терцијерног степена пречишћавања</b>		
Укупан фосфор	2 mg/l P (10000 до 100000 ЕС)	80
	1 mg/l P (више од 100000 ЕС)	
Укупан азот	15 mg/l N (10000 до 100000 ЕС)	70–80
	10 mg/l N више од 100000 ЕС)	

Извор: Директива 91/271/ЕЕЦ и Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Службени Гласник РС 67/2011 и 48/2012)

Као што се може приметити законска регулатива у области заштите вода је веома широка. Да би се она могла спровести на адекватан начин потребан је

одговарајући инспекцијски и стручни надзор. Ово подразумева успостављање организације која ће трајно осигурати извршавање задатака неопходне контроле. Контролу рада постројења за третман и предтретман отпадних вода за сада обавља малобројни инспекцијски тим и више овлашћених лабораторија које, међутим нису специјализоване за ову врсту делатности. Организација непосредне контроле мора укључити све субјекте чији се рад контролише, инспекцијску службу и лабораторије које су стручно оспособљене за обављање ове функције, како би се извршила санација свих постојећих објеката и уређаја изграђених постројења и довела у функционално стање. Организација треба да обухвати:

- обавезну и организовану обуку кадрова за вођење и контролу процеса,
- оспособљавање лабораторија при градским и индустријским постројењима за свакодневну контролу рада постројења и квалитета ефлуента,
- правно и организационо регулисање методологије праћења рада, обраде података, начина саопштавања резултата и оцене резултата у односу на захтеване стандарде ефлуента.

Централно место у организационој шеми треба да има Републичка водопривредна инспекција и једна централна лабораторија која је стручно и кадровски оспособљена за ова испитивања а уз то и у могућности да координира рад осталих лабораторија и да води катастар постројења.

Контрола емисије из концентрисаних извора загађења треба да буде рационално организована с обзиром на велики број испуста који треба пратити. Оваква организација подразумева прецизно дефинисање загађивача које треба пратити. Критеријуми за поједине категорије индустријских загађивача треба да буду величина емисије, токсиколошке и биохемијске карактеристике загађујућих супстанци. За насеља се, поред величине емисије, узима у обзир степен изграђености канализације, број индустрија и број испуста прикључених на градску канализацију. Контрола се обавља према годишњим плановима за поједине сливове.

Адекватан мониторинг обухвата систематске контроле за сваког великог загађивача на одговарајућим контролним станицама, као и побољшање праћења квалитета површинских и подземних вода на одређеним профилима (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02).

Када су у питању правно – организационе мере које се односе на територију АП Војводине, њих спроводи Сектор за инспекцијске послове у оквиру Покрајинског секретаријата за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине. Сектор је организован преко подручних јединица у оквиру Одељења за контролу индустријских објеката (Нови Сад, Зрењанин, Сремска Митровица, Суботица и Панчево) и одељења за контролу заштите природе и рибљег фонда (Нови Сад, Суботица, Сомбор и Вршац). Њихове надлежности прописане су одговарајућим законима. Тако је на основу Закона о водама (Службени Гласник РС 30/2010) инспекцијски надзор који се односи на квалитет отпадних вода које се испуштају у реципијент на територији Аутономне покрајине поверен Аутономној покрајини. Ово се односи на сва постројења на територији АП Војводине која испуштају отпадне воде у реципијенте, као и постројења која испуштају хазардне материје у канализацију. Најважнији резултати рада покрајинске инспекције у области заштите вода су: изградња система за пречишћавање отпадних вода у АД „Alltech Fermin“ – Сента, ДОО „Сомболед“ – Сомбор и „Marbo Product“ – Бачки Маглић.

Проблеми који настају у спровођењу закона, везани су за недовољно јасно разграничене надлежности између локалног, покрајинског и републичког нивоа. Такође, проблем са којим се сусрећу покрајинске инспекције су недостатак техничких и људских капацитета. Због ових проблема потребна је боља сарадња у вертикалној хијерархији (локални – покрајински – републички ниво), као и у хоризонталној хијерархији (између различитих инспекција: нпр. водна и ветеринарска и сл.) (Бијелић и др, 2011).

### 6.2.3. Планско–урбанистичке мере

Ове мере обухватају план управљања квалитетом вода, развој и примену математичких модела и интегралне планове заштите за поједине сливове (Далмација, 2010). План управљања квалитетом воде потребно је спроводити на основу Извештаја о стратешкој процени утицаја Регионалног просторног плана АП Војводине на животну средину (Сремачки и др., 2011). Као мере за заштиту квалитета вода наводе се следеће активности:

- решавање снабдевања становништва водом у насељима упоредо са решавањем питања одвођења и третмана отпадних вода;
- санација и ревитализација објеката и опреме водоводне инфраструктуре, одређивање приоритета по насељима, односно засеоцима, изградња нових објеката у складу са санитарно–техничким условима изградње и уређења;
- дефинисање зона изворишта и одређивање зона и мере санитарне заштите свих изворишта (регионалних и локалних) висококвалитетних површинских и подземних вода;
- земљиште и водене површине у подручју заштите изворишта водоснабдевања морају бити заштићени од намерног или случајног загађивања и других утицаја који могу неповољно деловати на издашност извора и здравствену исправност воде. У складу са тим, све активности које утичу на промену квалитета воде у водоносним слојевима или површинским токовима морају бити забрањене.
- као што је већ поменуто у Правилнику о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања (Службени гласник РС 92/08) у подручјима у којима се налазе и користе или су планирана изворишта за снабдевање водом за пиће, установљавају се три зоне санитарне заштите: шира зона заштите, ужа зона заштите и зона непосредне заштите. У складу са овим Правилником обавезно је уређење и одржавање уже зоне заштите изворишта у циљу заштите вода.

- контрола квалитета воде за пиће (физичко–хемијски и микробиолошки стандарди) од стране стручних служби на локалном нивоу;
- забрана неконтролисаног каптирања извора без обзира на издашност;
- забрана неадекватног каптирања и експлоатација термоминералних вода – формирање зона санитарне заштите издани термоминералних вода уз ограничавање и елиминацију појединих активности по зонама;
- код непосредне реализације пројеката изградње водопривредних и других објеката и захвата у коришћењу водних ресурса или коришћења водних снага обавезна је израда студије о процени утицаја на животну средину пре свега са становишта: процене ризика од свих врста и степена загађења вода и тла и процене и прогнозе количине воде као основног чиниоца опстанка екосистема у зонама утицаја.
- очување квалитета површинских и подземних вода у вези са захтеваном класом;
- у циљу подизања нивоа санитације насеља и боље заштите квалитета вода у водопријемнику сакупљање и евакуацију отпадних вода треба вршити преко сепарационог канализационог система који подразумева раздвајање колектора за отпадне воде од колектора кишне канализације.
- изградња уређаја (постројења) за пречишћавање отпадних вода;
- обавезно пречишћавање свих отпадних вода (комуналних и индустријских) пре испуштања у водопријемник сагласно наведеним стандардима;
- отпадне воде из привредних (занатских) објеката морају испунити стандарде ефлуента, ниво квалитета, да би се смеле да буду упуштене у колекторе за отпадне воде насеља. Зависно од врсте и типа загађене воде вршиће се њихово претходно пречишћавање кроз предтретман, па ће тек онда ићи на заједничко пречишћавање са санитарним и атмосферским отпадним водама.

- поштовање услова и критеријума за унапређење и заштиту животне средине при уређењу водотока, а у зонама посебних природних вредности треба тежити условима „натуралне регулације“ ;
- туристички локалитети и центри проблем одвођења отпадних вода треба да решавају преко уређаја за биолошко пречишћавање;
- забрана инсталирања прљавих технологија и замена застарелих технологија са ослоном на чистије (треба прелазити на технологије које захтевају мање специфичне количине воде и других сировина и материјала) и економска стимулација оваквих технологија од стране државе;
- у снабдевању производних погона и других привредних објеката водом треба се оријентисати на коришћење водотока као комплексних система у којима би се планским газдовањем количина и квалитет воде одржавали на потребном нивоу.
- увођење принципа рецикулације, односно поновног коришћења пречишћених отпадних вода;
- при планирању, градњи или реконструкцији производних и других привредних објеката, потребно је обезбедити све подлоге на основу којих се могу утврдити и условити потребне мере заштите, захтевати и реализовати (у току саме инцестиције) начин третмана отпадних вода који даје захтевани квалитет ефлуента и не нарушава квалитет вода у пријемном водотоку.
- приликом издавања услова за све планиране нове привредне објекте (постројења), као потенцијалне загађиваче, или код реконструкције постојећих, морају се обезбедити све потребне сагласности и урадити студија о процени утицаја на животну средину.
- строга контрола система организације и рада сточних фарми с циљем заштите површинских и подземних вода од неадекватног начина одлагања чврстих и течних отпадака;

- лешеве уинулих животиња потребно је транспортовати до најближе кафилерије у складу са Законом о ветеринарству (Службени гласник РС 91/2005).
- реализација програма развоја сточарства, а у оквиру тога отварање мини сточних фарми, не може почети без спроведеног поступка процене утицаја на животну средину и сагласности надлежног органа на студију о процени утицаја.
- забрана трајног депоновања отпада, у долинама река и извориштима висококвалитетних подземних и површинских вода;
- примена адекватног хранива за рибе, како би се спречило загађивање воде из рибњака с обзиром да мењање састава воде док пролази кроз рибњак изазивају отпаци хране и продукти метаболизма;
- спровођење поступка и израда студије процене утицаја на животну средину у којој ће бити дефинисане мере заштите вода (начин одвођења отпадних вода, третман и др.) за алтернативну трасу инфраструктурног коридора;
- извођењем ободних канала, код реконструкције саобраћајне инфраструктуре, за одвођење атмосферских вода које садрже загађујуће материје са пута (нафта, мазива, уља и исталожене штетне материје из ваздуха) и за прихватање течних товара у акцидентним случајевима спречиће се њихово неконтролисано отицање. Техничко решење треба дефинисати у склопу пројекта реконструкције саобраћајнице, односно у фази пројектовања нових саобраћајница, када се узимају у обзир мере заштите животне средине.
- забрана превоза и испуштања опасних и штетних материја као и других материјала који могу трајно и у значајном обиму угрозити изворишта водоснабдевања;
- побољшање систематског мерења и осматрања квалитета површинских вода, као вид контроле увођењем нових тзв. система засебних мерних



станција (мерних места) са или без континуалне регистрације података и са резервним (допунским) местима за повремена или ad hoc мерења ради потпунијег увида у квалитет вода. На тај начин ће се повећати квалитет и поузданост података и обухватити већи простор. Треба усмерити напоре ка аутоматизацији прикупљања података (опремањем мерних места аутоматским уређајима за мерење).

- развијање културе становништва о потреби чувања водних ресурса;
- спровођење рестриктивних мера у циљу очувања вода у изворишним подручјима где се штите воде намењене за пиће или у подручјима од посебног природног или амбијенталног значаја; ова мера се примењује код малог пријемног капацитета водотока када потребне мере заштите нису технички ни економски прихватљиве. Она се спроводи забраном изградње нових погона и гашењем или дислокацијом постојећих.
- све рестриктивне мере усклађују се са просторним и развојним плановима и регулишу посебним одлукама надлежних органа.

Интегрални планови управљања квалитетом вода у појединим сливовима морају бити у складу са Регионалним просторним планом АП Војводине, Водопривредном основом Републике Србије, као и Оквирном директивом о води ЕУ. Управљање квалитетом вода у појединим сливовима спроводе се у оквиру управљања сливовима међународних река Дунава, Тисе и Саве. У том погледу највећи значај има Међународна комисија за заштиту реке Дунав (ICPDR), у оквиру које је Група за Тису а затим и Међународна комисија за слив реке Саве (Савска комисија).

Међународна комисија за заштиту реке Дунав (ICPDR) састављена је од следећих држава: Аустрија, Босна и Херцеговина, Бугарска, Хрватска, Чешка, Немачка, Мађарска, Молдавија, Црна Гора, Румунија, Србија, Словачка, Словенија и Украјина. Основни циљ им је да спроведу Конвенцију о заштите реке Дунав. ICPDR представља форум за усаглашавање и сарадњу у основним питањима која се тичу управљања водама и има задатак да предузима све одговарајуће законске административне и техничке мере у циљу одржавања и

унапређења квалитета слива реке Дунав и његових притока (Теодоровић, 2009). Проблеми који се тичу интегралног управљања сливом Дунава, а којима се бави ICPDR су пољопривреда, суше, поплаве, утицај човека, инвазивне врсте, заштита природе, биљке и животиње, квалитет вода, мочваре, хидрограђевински објекти, подземне воде, индустрија, општине, пловидба, загађење и режим вода.

Заједнички програм мера (JPM) припремљен је на основу резултата анализе притисака, процене статуса вода и обухвата мера које су значајне за цео басен, оријентисане на заједничке визије и циљеве управљања за 2015. годину. JPM је структуриран према Значајним питањима управљања водама – SWMI (органско, загађење нутријентима и опасним супстанцама и хидроморфолошке измене), као и подземним водама од ширег значаја. Овај програм прати циљеве управљања у целом басену за свако SWMI и подземне воде да би се достигли циљеви Оквирне директиве о води до 2015. године. Имплементација мера од значаја за цео басен је осигурана кроз њихове појединачне интеграције у националне програме мера за сваку Дунавску земљу. Непрекидан механизам повратне информације од интернационалног до националног нивоа и обрнуто је круцијелан за постизање циљева у целом басену да би се побољшао еколошки и хемијски статус водних тела. Имплементација Директиве о пречишћавању урбаних отпадних вода и земљама чланицама ЕУ и развој инфраструктуре за отпадне воде у земљама које нису чланице ЕУ, су најзначајније мере за смањење органског загађења у сливу Дунава до 2015. године а такође и касније. Тренутно је, широм слива присутно појачано побољшање у пречишћавању отпадних вода. За пуну имплементацију Директиве о пречишћавању урбаних отпадних вода у сливу Дунава за земље чланице ЕУ објекти >10 000 ЕС, морају бити подвргнути строжијем третману будући да се воде испуштају у осетљива подручја. Алтернативно, захтеве за појединачна постројења не морају се примењивати на осетљива подручја у случају да се покаже да је минимум процента смањења терета који уђе у сва постројења за пречишћавање урбаних отпадних вода у том подручју најмање 75% за укупан фосфор, као и 75% за укупан азот. Уопште, укупна ефикасност пречишћавања је готово потпуно постигнута у узводним земљама, а мање у средњим и доњим Дунавским земљама. Појачани напори се предузимају у средњим и доњим Дунавским земљама да се побољша

пречишћавање отпадних вода. Укупна примена технологија за одстрањење нутријената се шири, посебно као одговор на Директиву о преишћавању отпадних вода у новим чланицама ЕУ. Потребно је да инвестирање у сакупљање и пречишћавање отпадних вода у земљама које нису чланице ЕУ разматра и технологије за одстарњење нутријената током унапређења или изградње нових конструкција. То је неопходно да укупан пораст протицја отпадних вода који се дешава ако је више заједница прикључено на канализациону мрежу не изазове огромне количине загађења нутријентима. У вези са одстрањивањем фосфора, регулациони захтеви (према Директиви о пречишћавању отпадних вода) за имплементацију терцијарног пречишћавања се разликују између држава Дунавског слива, у зависности од тога како се у националном законодавству класификују осетљива подручја површинских вода. Већина пројеката који су у току или се планирају у новим чланицама ЕУ садрже технологије за терцијарно пречишћавање фосфора, као резултат промене законодавства током приступног периода ЕУ. Одстрањивање азота је преовлађујуће у односу на одстарњивање фосфора међу општинским пројектима. У Србији је у јануару 2009. године одређена листа приоритетних пројеката који се односе на сакупљање и пречишћавање урбаних отпадних вода који треба да буду имплементирани до 2015. године, као и листа даљих пројеката који ће бити реализовани до 2015. године у случају повољних услова. Укупно, предвиђено побољшање пречишћавања отпадних вода односи се на 15 насеља, од којих је 14 већ наведено у Интегралном катастру загађивача 2006/2007. године. Једно насеље (Кула) је наведено први пут у прогнози. За будуће сценарије узето је да 13 укључених насеља има исту величину као што је пријављено референтног датума 2005/2006. године. За насеље Кулу је узето да има предвиђену величину од 42000 ЕС. За рачунање полазног сценарија само је узето у обзир унапређење 8 постројења за пречишћавање градских отпадних вода, поменутих у листи приоритетних пројеката. Додатних 7 постројења за пречишћавање урбаних отпадних вода која би се могла реализовати под повољним условима су разматрана у средњерочном сценарију. Имплементација полазног сценарија би захтевала успостављање терцијарног пречишћавања (терцијарно пречишћавање које се односи на одстрањивање фосфора и азота) за 6 насеља (17 3814 ЕС) и унапређење

секундарног пречишћавања које се односи на два насеља (54 063 ЕС). До сада је завршено једно постројење за пречишћавање отпадних вода за >10 000 ЕС, изградња 4 планирана је у току, а за 8 планираних још није почела; изградња једног постројења за пречишћавање отпадних вода за >2 000 ЕС је у току. За разлику од полазног сценарија имплементација средњерочног сценарија би захтевала додатно унапређење пречишћавања отпадних вода за 58 насеља (3 547 844 ЕС) да би се обезбедило одстрањивање фосфора. Сценарио визије има за циљ да искористи пун технички потенцијал пречишћавања отпадних вода који се односи на ефикасност одстрањивања нутријената. У складу са тим, овај сценарио би даље захтевао успостављање одстрањивања азота у 58 насеља и обезбеђивање секундарног пречишћавања за 364 насеља (1 344 116 ЕС) за које је пријављено да немају пречишћавање у 2005. године. Једно постројење за пречишћавање отпадних вода >2 000 ЕС није укључено у План за управљање сливом Дунава (ICPDR, 2009).

Основне мере за смањење нутријената су имплементација претходно поменутих директива (Директива о пречишћавању отпадних вода и Директива о нитратима) за државе чланице ЕУ и имплементација ICPDR Најбољих пољоприврених пракси за државе које нису чланице ЕУ су главне мере које се односе на смањење нутријената. Када је у питању примена Директиве о нитратима кључни комплет мера односи се на држање фарми и управљање земљиштем. Нитрати се посебно лако спирају у воду из земљишта која су третирана минералним ферилизаторима, ђубривом или муљем. Високи нивои нитрата су један од главних изазова са којима се суочава имплементација Оквирне директиве о водама у сливу Дунава. Акциони програми су успостављени у државама чланицама ЕУ било применом „целовитог територијалног приступа“ или у тзв. „Нитратним рањивим зонама“ према Директиви о нитратима. Ова директива има за циљ да ограничи дозвољене и примењене количине нитрата и као резултат тога њихове концентрације у површинским и подземним водама. Унутар слива Дунава развијен је концепт Најбољих пољопривредних пракси (BAP). Овај концепт је различит али комплементаран са постојећим концептима ЕУ: Правила добре пољопривредне праксе (GAP) у оквиру Директиве о нитратима и провереним стандардима Добре фармске праксе (GFP) у оквиру ЕУ

Уредбе за рурални развој 1257/1999. Да би била ефикасна свака ВАР мора бити не само технички и економски изводљива, већ и друштвено прихватљива од стране фармерске заједнице. Као таква, ВАР може бити примењена као униформни концепт у целом сливу Дунава, али очекивани степен управљања и учинка у животној средини у различитим регионима/земљама ће варирати у зависности од: агрономског, животне средине и социо-економског контекста у којима функционише и доступности одговарајућих инструмената политике за охрабривање фармера да усвоје захтевније праксе контроле загађења. Кључна акција за успешну имплементацију ВАР је осигурање адекватног складишног капацитета за ђубриво произведено на фармама и примена напредних техника за разбацивање ђубрива. Очигледно је да имплементација ВАР треба да буде повезана са Заједничком аграрном политиком ЕУ (САР). Будуће реформе САР, њени фондови и стратешки циљеви треба такође да допринесу циљевима Оквирне директиве о води. Посебно, добровољне мере у пољопривреди и животној средини могу се користити за разматрање дифузних и тачкастих извора загађења воде из пољопривреде (нитрати, фосфати и пестициди) као и ерозије тла. Информације добијене од земаља у националним програмима мера за контролу дифузног загађења користе се за развој Плана за управљање сливом Дунава. Могуће мере обухватају: анализу узорака земљишта и ђубрива; биланс са појединачних парцела у пољу за сваки вегетативни период и годишњи биланс са фарме за азот и фосфор. Ово није скупо али захтева преданост и одговарајућу техничку подршку. Треба истаћи недостатак информација на националном, регионалном и локалном нивоу о узроцима пољопривредног загађења и практичним мерама доступним фармерима за смањење ризика од загађења. Значајно је повезати методе засноване на принципима животне средине са економском добити, као што су повећање приноса и уштеда у трошковима агрохемијских додатака. Развој одговарајућих и добро написаних саветодавних порука које се тичу пољопривреде је зато неопходно, као што су огледне парцеле/фарме, тренинзи за саветнике и други капацитети за грађење мера за проширење пољопривредних служби. ICPDR је покренуо процес за подршку увођења безфосфатних детерџената у Дунавским земљама. Ова мера је део Сценарија забране фосфатних нутријената. До сада фосфатни детерџенти су у

потпуности замењени у детерџентима за прање рубља у Немачкој и Аустрији. У Србији су бесфосфатни детерџенти делимично у употреби. Увођење безфосфатних детерџената се сматра за брзу и ефикасну меру за смањење емисије нутријената у површинске воде. За велики број насеља <10 000 ЕС Директива о пречишћавању отпадних вода законски не захтева одстрањење фосфора. Смањење фосфата у детерџентима би могло имати значајан утицај на смањење оптерећења нутријентима у Дунаву, посебно за кратко време пре него што све земље изграде комплетну канализациону мрежу и пречишћиваче отпадних вода. Детерџенти за прање посуђа су значајни и повећавају извор полутаната у свим Дунавским земљама. Биће такође потребни напори да се регулише овај извор. (ICPDR, 2009)

Услед синергије између мера које се односе на органско, загађење од нутријената и опасне супстанце, даља имплементација Директиве о пречишћавању отпадних вода за земље чланице ЕУ доприноси смањењу загађења опасним супстанцама из урбаних отпадних вода и из индиректног индустријског отпуштања. За земље које нису чланице ЕУ изградња 47 комуналних постројења за пречишћавање отпадних вода до 2015. године ће побољшати ситуацију (иако треба нагласити да изградња нових канализационих система који нису повезани на одговарајућа постројења за пречишћавање отпадних вода може имати штетан ефекат). Даље подручје од значаја је унос из урбаних подручја путем изливања поплавних вода. Овде, смањење емисије захтева побољшано управљање поплавним водама. За индустријски сектор имплементација Директиве о интегрисаном спречавању и контроли загађења (IPPC) је најзначајнија мера за државе чланице ЕУ. IPPC Директива је свеобухватан инструмент који интегрише и истиче различите аспекте контроле загађења на широкој скали индустријских активности. Државе чланице ЕУ морају обезбедити да се објекти одређене величини не успостављају нити мењају без IPPC дозволе. Једна од главних је да се примењују Најбоље доступне технике (BAT). Осим тога, имплементација одговарајућих ЕУ Директива ће такође смањити загађење опасним супстанцама. Мере укључују смањење тачкастих извора емисије, посебно из индустријских извора, применом BAT, као првог, неминовног корака. За ове мере је доказано да доносе значајно смањење у кратком временском периоду. BAT, као обавезна за имплементацију IPPC Директиве и IPPC BAT Препоруке за државе које нису

чланице ЕУ, обухвата технолошке промене у процесу производње, замену специфичних супстанци и технологије пречишћавања гаса после сагоревања. Друге релевантне мере за супстанце које се испуштају у животну средину укључују мере управљања хемикалијама. Ове мере су углавном базиране на регулативама ЕУ као што су REACH (регулатива ЕУ за регистрацију, евалуацију, ауторизацију и рестрикцију хемикалија) или Директива о пестицидима и укључују нпр. забрану или замену одређених супстанци или мере које осигуравају безбедну примену производа (нпр. пестицида) – често означене као Најбоље праксе по животну средину (БЕР). Директива о опасним супстанцама (2006/11/ЕС) има за циљ да смањи загађење вода одређеним опасним супстанцама, које су селектоване углавном на основу токсичности и перзистентности, укључујући и то колико могу да се акумулирају у организмима. Имплементација ВАТ у различитим индустријским секторима ће допринети постизању циљева. И за пољопривредно–индустријске објекте имплементација ИПРС Директиве и примена ВАТ и БЕР су релевантне мере за чланице ЕУ. Што се тиче коришћења пестицида и других опасних супстанци у пољопривреди од концепта ВАР се очекују позитивни ефекти и у државама чланицама и у државама које нису чланице ЕУ. За државе чланице ЕУ, САР пружа додатне могућности за смањење загађења из пољопривреде. Међутим, могући пораст пољопривредних активности (посебно у државама у средњем и доњем сливу Дунава) може осујетити ове напоре ако се повећана пољопривредна активност не предузима на одрживи начин. Моментална забрана пестицида за најопасније приоритетне пестициде (нпр. атразин, линдан, диурон и ендосулфан) у земљама које нису чланице ЕУ такође би смањила унос опасних супстанци. Што се тиче акцидентног загађења најзначајније мере су превенција акцидента и обезбеђење ефикасног плана у случају инцидента. У оквиру ICPDR Дунавске земље су предузеле значајне кораке да се такви механизми спроведу. Развијен је Систем раног упозорења на акциденте (АЕWS) одржава се, користи и непрекидно побољшава. Овај систем је установљен раних 1990-их и интегрални је део активности ICPDR и укључује све Дунавске земље (осим Црне Горе за сада). АЕWS се активира кад год постоји ризик од загађења прекограничне воде, или се прекорачи праг критичног нивоа опасне супстанце. Систем шаље међународну поруку упозорења земљама низводно. Ово помаже

националним надлежним органима да активирају мере заштите животне средине и јавне безбедности. Главни центри за обавештавање и узбуњивање (Principal International Alerts Centres – PIAC) у свакој земљи формирају централне тачке за сарадњу широм слива у раном упозоравању. ICPDR Секретаријат одржава Глобални систем мобилне комуникације (GSM), који је интегрисан унутар ICPDR информационог система (Danubis). Поред тога, ICPDR је развио регистар места потенцијалног ризика од акцидента (ARS Регистар). Дунавске земље пријавиле су укупно 97 контаминираних места које имају потенцијалне ризике од акцидента за воду.

Када су у питању мере за обнављање континуитета река и станишта, Дунавске земље су пријавиле мере које ће бити предузете до 2015. године како би се обезбедила миграција риба, нпр. изградњом стаза за миграцију риба. Мере које ће се предузимати имају за циљ да обезбеде и узводну и низводну миграцију риба а такође ће помоћи да се побољша миграција и друге фауне. До 2009. године је лоцирано 932 прекида континуитета река и станишта у сливу Дунава (од тога 56 на самом Дунаву). До 2015. године је планирана изградња 108 стаза за миграцију свих врста и старосних категорија риба према најбољим доступним техникама. Међутим већина мера неће моћи да се предузме у овом року, услед техничке неизводљивости и несразмерних трошкова. Као последица тога, 824 прекида континуитета река ће остати непроходни за миграције риба и добар еколошки статус можда неће бити обезбеђен. До данас, статус који се односи на 106 прекида још није појашњен од стране одређених Дунавских земаља и никакве мере још нису наговештене. У Србији постоји 30 прекида континуитета река, при чему је до 2015. године планирана конструкција само једне стазе за миграције риба. За преосталих 29 никакве мере нису наговештене. То значи да се у садашњошти не предвиђају мере нити се могу применити одређени чланови Оквирне директиве о водама. Међутим, треба узети у обзир и даље истраживање да неке мере можда неће бити неопходне ако се постигне добар еколошки статус и потенцијал упркос присуству прекида континуитета. Један од начина за њихово постизање је увођење Индекса приоритизације (PI). Што је индекс приоритизације већи, већа је потреба за увођењем одговарајућих мера. Као пример високог PI наводи се Ђердап. Препоручује се да се резултати приоритизације користе као водич за



имплементацију еколошки ефикасних мера. Међутим, треба нагласити да је еколошка приоритизација само један од аспеката у одлучивању које мере ће се применити. Неколико других значајних аспеката (нпр. економска и/или административна питања) постоје поред еколошке приоритизације и такође ће се узети у обзир приликом одлучивања где ће приоритетне мере бити имплементирани до 2015. године и касније.

Када су у питању мере које се предузимају за поновно повезивање одвојених плавних области и мочвара од река ситуација је следећа: од укупно 612745 ha мочварних површина идентификованих у 2009. години, са могућношћу поновног повезивања очекује се да ће 62300 ha бити поново повезано са рекама у сливу Дунава до 2015 године. Површина од 45308 ha ће бити поново повезана са Дунавом (11 мочвара представља 73%), а две мочваре ће бити поново повезане после 2015. године. У Србији је 2009. години постојало 31932 ha плавних области и мочвара са могућношћу поновног повезивања и планирано је да се све ове мочваре поново повежу до 2015. године, што је највећи проценат у односу на све друге Дунавске земље и више од половине целокупне површине планиране за поновно повезивање. До краја 2012. године потпуно је поново повезано 973 ha (3%), а делимично 21064 ha (66%). Имплементација ових мера ће бити круцијелна за постизање циљева Оквирне директиве о води за животну средину до 2015. године и делимично касније 2021/2027. године у сливу Дунава. Тешко је у овој фази указати какав ће бити тачан ефекат таквих мера на мивоу целог басена. Инсталација и примена одговарајућих механизма на националном нивоу који се тичу имплементације мера ће бити важни за постизање овог циља у целом сливу. Одговарајући механизам повратне информације између националног и интернационалног нивоа и обрнуто ће омогућити даљу оцену ефекта имплементираних националних мера на цео слив.

Када је реч о хидролошким изменама у 2009. години је идентификовано 697 у сливу Дунава, од којих је 558 пријављено и за 2015. годину. Вишеструки хидролошки притисци (акумулација, захватање воде, „hydropеaking“, тј. осцилације нивоа воде узводно и низводно од бране) могу се спојити у једну хидролошку измену, тако да број појединачних хидролошких притисака може

бити већи од укупног броја хидролошких измена. У сливу Дунава лоцирано је 449 акумулација од чега 44 на Дунаву. 140 црпних станица проузрокују измене у протоку воде (од тога 4 на Дунаву). Поред њих, постоји још 105 значајних измена са недовољним минималним протицајима. Анализирано је 89 места са утицајима који се односе на промењене режиме протицаја кроз „hydropeaking“ , 32 значајне измене са флукуацијама водостаја већим од 1 m/dan (или мањим у случају негативних ефеката на биологију) ниже од хидроелектрана. Предвиђа се да ће 139 мера за побољшање утицаја на водна тела проузрокованих хидролошким изменама бити предузето до 2015 године. 52 мере ће бити посвећене акумулацијама и три мере ублажавању „hydropeaking“ -а. Биће имплементиране 42 мере које се односе на црпљење воде и 28 на недовољне минималне протицаје. 236 мера у складу са Оквирном директивом о води ће бити имплементирано после 2015. године, а на само две хидролошке измене (акумулације) неће бити примењене. „Hydropeaking“ није анализиран као значајан притисак на Дунаву и у Србији се дешава низводно од Тердапа. У Србији је идентификовано 19 хидролошких измена (све су акумулације) за које нису назначене никакве мере и које ће остати до 2015. године.

Да би се спречили и смањили прекогранични и ефекти широм слива од будућих инфраструктурних пројеката у сливу Дунава, круцијални су развој и примена ВАТ и ВЕР. За нове инфраструктурне пројекте од посебног је значаја да се захтеви животне средине разматрају као интегрални део процеса планирања и имплементације, од самог почетка процеса. У оквиру ICPDR намера је да се развију одговарајући процеси/водичи за ту сврху. Такав процес се већ одвија у сектору пловидбе да би се смањили и спречили ефекти од нових пројеката, али такође и садашњих радова на одржавању – Заједничка изјава о водећим принципима за развој унутрашње пловидбе и заштите животне средине у сливу реке Дунав. Унутрашња пловидба може допринети да саобраћај буде одрживији у смислу животне средине, посебно тамо где може деловати као замена за друмски саобраћај. Међутим, може такође имати и значајан утицај на речне екосистеме, доводећи при том у опасност циљеве Оквирне директиве о води. Препознајући овај могући конфликт, ICPDR је у сарадњи са Дунавском комисијом и Међународном за слив реке Саве иницирао је интензивну, међусекторску

дискусију укључујући све релевантне интересне групе и невладине организације што је довело до „Заједничке изјава о водећим принципима за развој унутрашње пловидбе и заштите животне средине у сливу реке Дунав“ . Тако је у октобру 2007. године закључена, а касније усвојена Заједничка изјава од стране три комисије. Заједничка изјава има правну основу у по питањима унутрашњег воденог саобраћајима и животне средине. Овде су наведени релевантни правни документи и акциони програми (нпр. Смерница за транс-европски транспорт – TEN-T, Европски акциони програм за промовисање превоза унутрашњим водама – NAIADES и др). Заједничка изјава сумира принципе и критеријуме за одрживу унутрашњу пловидбу у складу са животном средином на Дунаву и његовим притокама, укључујући одржавање постојећих водених путева и развој будуће инфраструктуре. Заједничка Изјава је водећи документ за развој програма мера које захтева Оквирна директива о водама ЕУ, одржавање садашње унутрашње пловидбе и планирање и инвестирање у будуће инфраструктурне и пројекте за заштиту животне средине. Свеукупно Заједничка изјава и њена практична имплементација ће обезбедити интеграцију економског развоја и стандарда животне средине током планирања и имплементације нових инфраструктурних пројеката за пловидбу. Слични приступи би се могли применити и у другим секторима у оквиру ICPDR (нпр. ВЕТ/ВАР за хидроелектране). За 22 Будућа инфраструктурна пројекта (FIPs) спроведена је Стратешка процена у животној средини (SEA). Даље, за 31 FIPs је већ спроведена Процена утицаја на животну средину (EIAs) и планирана је за 63 FIPs, где за 18 пројеката није изведена никаква EIAs. 91 FIPs ће имати негативан прекогранични ефекат на водна а за чак 87 FIPs се очекује да изазове погоршање статуса воде. Изузеци од Оквирне директиве о водама су примењени за 89 FIPs. У Србији се планира само један пројекат на Дунаву узводно од Апатина и служиће за пловидбу. Очекује се да ће имати прекогранични ефекат, али не и погоршање статуса воде. За овај пројекат је урађена SEA, а планира се и EIA и биће изузетак од Оквирне директиве о водама.

Интегрално управљање сливом Дунава подразумева и мере које се односе на квалитет и квантитет подземних вода. Узимајући у обзир да је контаминација нитратима кључни фактор који онемогућава достизање доброг хемијског статуса значајне количине подземних вода од важних за цео слив, у складу са циљевима

управљања суштински је битно да се смањи или елиминише количина нитрата која се уноси у подземне воде у сливу Дунава. Превенција погоршања статуса квалитета подземних вода и сваки значајан и одржив тренд побољшања у концентрацији нитрата, мора се постићи првенствено кроз имплементацију Директиве о нитратима и Директиве о пречишћавању урбаних отпадних вода. Да би се избегло загађивање опасним супстанцама у изданима, ако је потребно треба предузети додатне мере у оквиру следећих Директива: Директива о води за пиће (80/778/ЕЕС) допуњена Директивом (98/83/ЕС), Директива о стављању у промет производа за заштиту биљака (91/414/ЕЕС), Директива о очувању природних станишта и дивље фауне и флоре (92/43/ЕЕС) и Директива о интегрисаном спречавању и контроли загађења (96/61/ЕС). Да би се спречило загађење подземних вода опасним супстанцама из тачкастих извора, потребне су следеће мере: ефикасан регулаторни оквир који обезбеђује забрану директног испуштања полутаната у подземне воде; успостављање свих неопходних мера потребних за спречавање значајних губитака полутаната из техничких инсталација; превенција или смањење утицаја акцидентних загађења. Може се закључити да у складу са ICPDR визијом целог басена, емисија нитрата и одређених опасних супстанци треба да буде довољно контролисана да не изазове било какво погоршање квалитета подземних вода у сливу Дунава. Где је подземна вода већ загађена, суштински је важно обнављање до доброг квалитета кроз имплементацију одговарајућих пакета закона ЕУ.

Визија ICPDR квантитета подземних вода одређује да коришћење воде у сливу Дунава мора бити на одговарајући начин избалансирано узимајући у обзир концептуалне моделе за појединачне подземне воде и не треба да прелазе доступне ресурсе подземних вода у сливу Дунава. У складу са овом визијом, прекомерно црпљење подземних вода унутар слива Дунава треба избегавати ефикасним управљањем површинским и подземним водама. Због тога морају бити успостављене одговарајуће контроле које се односе на црпљење свеже површинске и подземне воде и акумулације свежих површинских вода (укључујући регистар или регистре црпљења вода), као и захтеви за претходним овлашћењем за коришћење таквих црпки и акумулација). У складу са Оквирном директивом о водама мора се осигурати да се доступни ресурси подземне воде не

прекораче дуготрајном просечном годишњом стопом црпљења. Да би се спречило погоршање квантитета подземних вода као и погоршање зависних копнених екосистема треба истражити решења за рехабилитацију. Ово укључује и обнављање мочварних подручја која су у директном контакту са изданима. Када је у питању Србија, а пре свега АП Војводина присутан је проблем прекомерне експлоатације подземних вода. Снижавање нивоа подземних вода повећава трошкове црпљења и представља опасност од интрузије минералних вода. Потребне су додатне мере (у складу са Оквирном директивом о водама) које обухватају истраживање, развој и демонстрацију пројеката и израду планова за нове изворе подземних вода. Мере укључују даље активности на конструкцији регионалног система (или за Бачку и Банат) за водоснабдевање, заснованог на изворима воде у алувијуму Дунава. Ови извори неће само решити проблем обезбеђивања адекватног снабдевања водом за пиће, него ће смањити садашњу стопу црпљења из дубљих издани више од  $3\text{m}^3/\text{s}$ . На основу инвестиционих потенцијала Србије очекује се да пројектна документација буде завршена до 2015. године, али временски оквир за конструисање ових система је још неодређен (ICPDR, 2009)

Када је у питању имплементација заједничког програма мера за Србију је најзначајнији Пројекат за смањење загађивања Дунава (Danube River Enterprise Pollution Reduction Project – DREPR). Циљ пројекта је да се промовише пракса у складу са животном средином у сливу Дунава смањењем нутријената који се испуштају у Дунав и његове притоке из сточних фарми и кланица. У том смислу, предузет је комплет мера који обухвата:

- функционисање готово 120 планова за управљање нутријентима, конструисање 90 резервоара за стајско ђубриво, као и обезбеђење техничке опреме која подржава одговарајуће депоновање отпада. Даље, успостављен је Информациони центар за обуку сточара, чиме се повећава свест о животној средини сточара;
- успостављање мониторинга подземних вода да се постигне „Добра пољопривредна пракса“ . Подаци добијени из ове студије користиће се

као база за дуготрајни мониторинг којим се проучава ефикасност претходних мера;

- реализација неколико студија (нпр. усвајање и имплементација Директиве о нитратима или смањење загађења из пољопривредних извора) (ICPDR, 2012).

Међународна комисија за слив реке Саве (ISRBC) основана је у циљу имплементације Оквирног споразума о сливу реке Саве (FASRB) и имплементације следећих циљева: успостављање међународног режима пловидбе на реци Сави и њеним притокама; успостављање одрживог управљања водама; предузимање мера за спречавање или ограничавање опасности, као што су суше, поплаве, опасности од леда и акциденти који обухватају штетне супстанце, као и редуковање и елиминисање њихових неповољних последица. Када је у питању одрживо управљање водама, оно подразумева интегрисано управљање површинским и подземним водама на начин којим се обезбеђује: вода у довољној количини и адекватног квалитета у сврху унапређења, заштите и унапређења водних екосистема (укључујући флору и фауну и екосистеме природних језера и мочвара); вода у довољној количини и адекватног квалитета за све врсте употребе/коришћење; заштита од штетног деловања вода (поплава, прекомерних подземних вода, ерозије и опасности од леда); решавање сукоба интереса проузрокованих различитим врстама употребе и коришћења и ефикасну контролу водног режима. План Управљања сливом Саве (2013) у потпуности је усклађен са Планом управљања сливом Дунава. Тако се и Програм мера (PoM), као и Заједнички програм мера за слив Дунава (JPM) односи на следеће проблеме: органско загађење, загађење нутријентима, загађење опасним супстанцама, хидроморфолошке промене, прекид континуитета реке и станишта, хидролошке промене, морфолошке промене, будући инфраструктурни пројекти, квалитет и квантитет подземних вода. Када је у питању дифузно загађење за слив Саве се примењују и додатне мере као што су: успостављање редовног прикупљања података о примени ђубрива (годишње); ревизија оцене ризика од утицаја у погледу расутих извора загађења; развој мера за изградњу капацитета за припрему и/или имплементацију агро – еколошких шема. За хидролошке промене

примениће се после 2015. године мере које се односе на захватање воде, акумулације и измена режима протицаја услед рада хидроелектрана. За захватање воде потребно је осигурање довољног протицаја низводно од места захватања како би се задовољили захтеви еколошког протицаја (за осигуравање миграција риба или задовољавање доброг статуса у делу тока који је под утицајем захватања воде); за акумулације морфолошко структурирање водног огледала акумулације; за измену режима протицаја услед активности хидроелектрана могуће мере могле би укључити компензационе резервоаре. Еколошки статус погођеног водног тела се тако побољшава кроз модификације управљања преко поменутих резервоара којима се смањују запремина и учесталост вештачки створених изненадних таласа и избегавају екстремне осцилације водостаја. Када су у питању морфолошке мере основна мера је обнова природне речне морфологије где је то могуће, а ако није могуће имплементација принципа „нема нето – губитка“ . За 83% водних тела која нису под ризиком циљ мера би требало да буде усмерен на њихову заштиту, одржавање и избегавање погоршања. Ове мере могу обухватати: спровођење закона у вези са одржавањем обалске зоне; контролу вађења песка и шљунка; избегавање смањења величине плавних подручја. За 16% водних тела која су „могуће под ризиком“ потребна су додатна истраживања, како би се утврдили узроци погоршања морфолошког квалитета. На основу ових истраживања би се донела одлука да ли је водно тело категорисано као „под ризиком“ или „није под ризиком“ и у складу са тим предузеле одговарајуће мере. За 1% водних тела која су „под ризиком“ потребно је да се имплементирају мере потребне да се побољша и обнови квалитет. Те активности предвиђају поновно повезивање рукаваца и плавних подручја. За сада је једини званично планирани пројекат за поновно повезивање плавног подручја у целом сливу Саве Обедска бара. У складу са проценом коју је дао WWF „Процена потенцијала за обнову дуж Дунава и главних притока“ постоји још 28 локација плавних подручја са потенцијалом за повезивање са реком Савом и њеним притокама. Од осталих мера које битребало подстицати су: обнова меандрирајућег карактера реке, обнова и ублажавање ефеката багеровања и садња природне вегетације дуж речних токова. Остале мере су идентичне мерама које су наведене у Заједничком програму мера за слив Дунава (ISRBC, 2013).

#### 6.2.4. Математички модели

Математички модели служе за симулирање стања за разне предузете мере, а нарочито су значајни у фазама планирања које се односе на анализе: узрока и последица, осетљивости на будућа претпостављена оптерећења и на евалуацију изабране стратегије заштите (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02). На пример, помоћу њих се могу проценити побољшање квалитета воде након изградње постројења за пречишћавање отпадних вода, или ефекат повећаног индустријског развоја и испуштања ефлуената.

Комбиновани модели отицаја и квалитета воде повезују стресоре (изворе загађујућих супстанци и загађење) са реакцијама. Стресори укључују људске активности које проузрокују погоршање, као што је присуство непропустљивих површина у сливу, култивација поља близу водотока, прекомерно наводњавање које резултира загађеним повратним токовима, испуштање ефлуената из домаћинства и индустрије у водна тела, изградња брана и други канализациони радови, увођење алохтоних таксона и прекомеран риболов. Индиректни утицаји човека укључују промену земљишног покривача, који мењају стопу преношења воде, загађујућих супстанци, седимената у водна тела. У идеалним условима модели који се користе за управљање квалитетом воде требало би да узимају у разматрање следеће типове људских активност као стресоре у животној средини:

- измене у физичком станишту,
- модификације у сезонском протоку воде,
- промене у бази хране система,
- промене у интеракцијама унутар живог света тока,
- испуштање контаминаната (конвенционални полутанти).

Овако широко заснован концепт који узима у обзир ових пет карактеристика омогућава целовитији приступ смањењу узрока деградације.



Модели који повезују стресоре и одговоре могу бити различитих нивоа комплексности. Понекад су то једноставни квалитативни прикази веза између различитих варијабли и индикатора ових варијабли, као што је становиште да човекове активности у сливу утичу на квалитет воде укључујући услове за живи свет реке. Више квантитативни модели се могу користити у предвиђању капацитета усвајања водног тела, кретању полутаната из различитих тачкастих и дифузних извора загађења кроз слив, или ефикасност одређених пракси управљања (Loucks and Van Beek, 2005). Анализа притисака и утицаја је значајна, јер олакшава евалуацију одређених сценарија, као што је нпр. смањење тачкастог загађења побољшањем постројења за пречишћавање отпадних вода или смањење дифузног загађења изменама у пољопривредној пракси (Quevauviller et al., 2006).

Модели за предвиђање квалитета вода обухватају и математичке изразе и експертски научни суд. Они укључују процесно-засноване (механичке) моделе и моделе засноване на подацима (статистичке). Механички модели математичким путем изражавају механизме процеса који узрокују промену квалитета воде и успостављају узрочно – последичне везе. Статистички модели омогућавају опис основних односа између улазних података и излазних резултата са минималним разумевањем функционисања система (Cox, 2003).

Модели би требало да повезују опције управљања и значајне одговоре варијабли (као нпр. изворе загађења и стандардне параметре квалитета воде). Они треба да инкорпорирају цео ланац од стресора до одговора. Процесно засновани модели би требало да буду у складу са научном теоријом. Неизвесности модела предвиђања треба истаћи. То омогућава доносиоцима одлука да процене ризике, па је због тога неопходно проценити могуће грешке.

Модели за управљање квалитетом воде треба да одговарају комплексности ситуације и доступности података. Једноставни проблеми везани за квалитет воде могу бити представљени једноставним моделима, док они комплекснији могу али и не морају захтевати комплексније моделе. Модели који захтевају велику количину података не би требало да се користе у ситуацијама где су такви подаци недоступни. Модели треба да буду довољно флексибилни да омогуће исправке и побољшања по потреби на основу нових истраживања и мониторинга података.

Заинтересоване стране треба да прихвате моделе предложене за коришћење у било којој студији управљања квалитетом воде. Давањем повећане улоге заинтересованим странама у процесима одлучивања у управљању водом, они треба да разумеју и прихвате моделе који су коришћени најмање у мери у којој они планирају да ураде исто. На крају, трошкови одржавања и ажурирање модела током времена морају бити прихватљиви.

Иако су предвиђања обично направљена уз помоћ математичких модела, сигурно постоје ситуације где експертски суд може бити подједнако добар. Ослањање на професионални суд и једноставније моделе је често прихватљиво, нарочито кад су подаци ограничени.

Веома детаљни модели захтевају више времена и више трошкова да се развију и примене. Ефективно и ефикасно моделовање управљања квалитетом вода може диктирати коришћење једноставнијих модела. Комплексне студије моделовања треба предузимати само ако је то оправдано комплексношћу проблема управљања. Комплекснији модели неће нужно обезбедити смањење несигурности, у ствари могу и додатно усложњавати проблеме несигурности анализе.

Давање приоритета опису процеса обично води развоју и коришћењу комплексних механичких модела пре него једноставнијих механичких или емпиријских модела. У неким случајевима ово може резултирати у непотребно скупим анализама. Уз то, физички, хемијски и биолошки процеси у копненим и воденим срединама далеко су сложенији да би могли бити у потпуности представљени чак и у најкомпликованијим моделима. За управљање квалитетом воде примарна сврха моделовања би требало да буде да помогне доношење одлука. Немогућност да се опишу сви релевантни процеси у потпуности доприноси несигурности у моделу предвиђања.

Напреци у механичком моделовању водених екосистема омогућили су нам већу детаљност и комплексност процеса, као и извођење динамичких симулација иако механички модели нису напредовали до тачке да могу предвидети структуру заједнице и биотичку целовитост.

Доступност и тачност података су предмет пажње код развоја и коришћења модела за управљање квалитетом воде. Комплексност модела коришћених за управљање квалитетом воде би требало да су компатибилни са квантитетом и количином доступних података. Коришћење комплексних механичких модела за предвиђање квалитета воде у ситуацији са мало корисних података за квалитет воде не надокнађује недостатак података. Комплексност модела може оставити утисак поузданости, али то је обично варка.

Често је пожељно да се почне са једноставнијим моделима и онда, током времена, повећавају додатне сложености, као што је оправдано прикупљањем и анализом додатних података. Ова стратегија омогућава ефикасно коришћење ресурса. Она је усмерена ка информацијама и моделима који ће смањити неизвесности проистекле из анализе. Модели би требало да буду одабрани (једноставни насупрот комплексним) једним делом на основу доступних података који подржавају њихову употребу (Loucks and Van Beek, 2005). Једноставнији модели су погоднији за равничарске реке, јер се помоћу њих може лакше утврдити промена раствореног кисеоника у водотоку услед прилива биодеградабилних органских материја (Piperski and Salvai, 2008).

Модели описују главне процесе квалитета воде и обично захтевају хидролошке и конституентске улазе (протицаје воде или запремине и оптерећење полутантима). У водотоковима квалитет воде може значајно варирати у зависности од протицаја. Ако је оптерећење отпадом услед испуштања константно, велики протицај ће бити довољан да разблажи концентрацију отпада, док код малих протицаја концентрације могу постати нежељено високе. Због тога је пракса да се изаберу мали протицаји за процену да ли ће или не бити испуњени стандарди квалитета воде. Ово је често база за процену вероватноће да ли ће мањи (или критичнији) пројектовани протицај испунити стандарде квалитета.

Модели квалитета воде водних тела која примају испуштене полутанте захтевају као улазне податке оптерећења овим полутантима. Овде се може издвојити неколико основних модела који могу имати различите модификације: модел извора и колектора полутаната, температурни модел, модел конституената првог реда, модели раствореног кисеоника (DO), модели еутрофикације, модели

токсичних хемикалија (микрополутаната) и модели седимената. (Loucks and Van Beek, 2005). Током решавања специфичних проблема (као што су потрошња раствореног кисеоника, еутрофикација, токсично загађење) у моделе је уграђиван свеобухватан спектар физичких, хемијских и биолошких процеса (Chapra, 2011).

Тачкасте изворе загађења је много лакше мерити, пратити и проценити него дифузне. Подаци о дифузним изворима загађења често се добијају од модела падавине – отицај, који покушавају да предвиде количину отицаја и концентрације његових конституената. Поузданост предвиђања ових модела није добра, нарочито ако се симулације односе на кратак временски период (дан или недеља). Њихове средње вредности за дуже временске периоде (месец или година) теже већој поузданости. Ово је углавном због тога што краткорочни улази у овим моделима као што су састојци оптерећења у земљишту и падавинама унутар подручја, могу варирати у простору и времену унутар подручја и периода симулације и обично нису познати са прецизношћу.

Чињеница да многи, ако не и сви модели квалитета воде не могу тачно предвидети шта ће се стварно десити не умањује њихову вредност. Чак и релативно једноставни модели, могу помоћи менаџерима да разумеју право стање и процене бар релативне ако не и стварне промене у квалитету воде повезаних са датим променама у улазима које резултирају из полиса или пракси управљања (Loucks and Van Beek, 2005). Примена модела квалитета вода у управљању водним системима има бројне предности: интегралан приступ (укључује и обрађује податке различитих научних грана); симулација могућих сценарија; дефинисање релативног доприноса од стране сваког извора загађења, чиме се омогућује економичније решење; дефинисање надокнаде за загађиваче; комплетирање података мониторинга (практичан аспект); помоћ код акцидентних ситуација (поплаве, акцидентна испуштања); дефинисање аутопурификационих способности водотока (еколошки аспект); дефинисање неопходног протока који може да обезбеди разређење загађења са циљем постизања захтеваног квалитета воде (Piperski and Salvai, 2008).

Примена модела квалитета вода у Србији је започела 1981. када је започела употреба модела из фамилије QUAL. Последњих година интензивирана је

примена модела квалитета воде, услед примене на Пољопривредном факултету у Новом Саду, на департману за уређење вода, где су поред модела из фамилије QUAL (пре свега QUAL2K), примењени и други модели WMS, HEC-RAS и др. Примена модела је започела прорачуном аутопурификационе способности Основне каналске мреже Хидросистема ДТД. (Piperski and Salvai, 2008). Процена потенцијала самопречишћавања реке Тисе анализирана је применом модела HEC-RAS и QUAL2K (Вујовић, 2014). У последње време примењују се тзв. вештачке неуронске мреже (artificial neural networks – ANN) за моделовање квалитета воде. ANN је примењена за предвиђање садржаја раствореног кисеоника за станицу Бездан на Дунаву, у периоду 2004–2008 (Antanasijević et al., 2013), као и за анализу концентрације арсена за станицу Бачки Брег на Плазовићу за 2012. годину (Rajaković – Ognjanović et al., 2014).

#### **6.2.5. Инструменти политике**

У инструменте политике спадају: економске мере, информисање, образовање, истраживање и развој. Ове мере се спроводе у оквиру Националног програма за заштиту животне средине (353-459/2010-1).

Економске мере се спроводе преко накнаде за заштиту вода. Ову накнаду плаћају субјекти који испуштају отпадне воде у површинске и подземне воде или у вештачке канале. Накнаде су базиране на испуштеној количини и квалитету пријемних вода. Највеће накнаде су за оне активности које највише загађују односно испуштају непречишћену отпадну воду у реципијент најбољег квалитета. Загађивачи се могу ослободити од плаћања накнада уколико имају постројења за примарно и/или секундарно пречишћавање отпадних вода. Приходи се уплаћују на посебан рачун Министарства за пољопривреду, шумарство и водопривреду и троше се наменски. Накнаде које плаћају корисници за услуге су тренутно најзаступљенији економски инструменти. Сва привредна предузећа, као и јавна комунална предузећа за снабдевање водом и прикупљање, одвођење и пречишћавање отпадних вода плаћају накнаду за коришћење вода. Ова накнада зависи од утврђене, односно дозвољене количине у складу са Уредбом о висини накнаде за коришћење вода, накнаде за заштиту вода и накнаде за извађени

материјал из водотокова. Предузећа и домаћинства која добијају воду из система јавног водовода плаћају цену према категоријама корисника или количини воде која се мери. Предузећа и домаћинства такође плаћају цену за прикупљање, одвођење и пречишћавање отпадних вода. Обе ове накнаде се плаћају преко јавних комуналних предузећа. Да би ове мере биле ефикасније потребно је повећати накнаде за заштиту вода и казне у случају непоштовања прописа приликом испуштања отпадне воде. Ове казне би требало да буду веће од цене изградње постројења за пречишћавање отпадних вода, па би загађивачи на тај начин били стимулирани да граде постројења. На овај начин би се у потпуности могло реализовати начело „загађивач плаћа“ . Поред ових накнада могуће мере би биле повећање цена одвођења и пречишћавања комуналних отпадних вода и повећање цене воде (Национални програм за заштиту животне средине 353-459/2010-1).

Информисаност као инструмент политике омогућава благовремену оцену штетности загађења, могућности спречавања загађења или санације и финансијских средстава потребних за ту сврху. Успешност ове активности зависи од доступности, организације и брзине протока информација, што подразумева координисано ангажовање различитих тела тела (Уредба о утврђивању водoprивредне основе Републике Србије 11/02). Примери за добру информисаност представљају претходно поменуте Међународна комисија за заштиту реке Дунав (ICPDR) и Међународна комисија за слив Саве. Информације од јавног значаја за ICPDR налазе се на сајту [www.icpdr.org](http://www.icpdr.org), на ком је омогућен приступ свим релевантним документима, као и чланцима који се објављују у часопису "Danube Watch". Такође, овде треба поменути и неколико специјалних активности као што су годишња прослава Међународног дана Дунава 29. јуна ([www.danubeday.org](http://www.danubeday.org)) и медијски догађаји током Заједничког истраживања Дунава 2 [www.icpdr.org/jds2](http://www.icpdr.org/jds2) . Међународна комисија за слив Саве обезбеђује информације на сајту [www.savacommission.org](http://www.savacommission.org), затим преко публикација „Савски весник“ , брошура и проспеката, као и презентација о развоју Плана управљања. Такође веома су важне и консултације са заинтересованим странама. Тако је ICPDR организовала неколико округлих столова на изабране теме са релевантним организацијама као што су коришћење фосфата у детергентима са

представницима из индустрије детерџената или проблеми пловидбе на Дунаву са представницима из сектора пловидбе. Такође је организован и Први форум заинтересованих страна да би се добила детаљнија дискусија анализе слива Дунава (DBA). Нацрт Плана за управљање сливом Дунава био је доступан широкој јавности за коментаре у периоду 18.5.–21.7. 2009. преко сајта [www.icpdr.org/participate](http://www.icpdr.org/participate). Састављен је и онлајн упитник и понуђен јавности. Међународна комисија за слив Саве такође је организовала консултативне активности кроз састанке са институцијама и организацијама укључених земаља и кроз консултационе радионице на прекограничном нивоу. Једна такав Форум заинтересованих страна одржан је у Београду 9.–10.11.2011., како би се представио Нацрт плана управљања и прикупили коментари на садржај Плана, пре почетка процеса консултација јавности на сајту које су одржане од 21.12.2011. до 21.4.2012. Активно укључивање заинтересованих страна код обе Комисије подразумева додељивање статуса посматрача који учествују у доношењу одлука. Тако, у доношењу одлука ICPDR учествује 21 организација са овим статусом (ISRBC, 2013; ICPDR, 2009).

Веома важан инструмент политике треба да буде и стално образовање које омогућује индустријским и свим другим загађивачима и корисницима воде да интерпретирају, користе и поступају у складу са добијеним информацијама (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02). И за овај инструмент политике имамо позитивне примере код ICPDR. Треба поменути подизање свести још код деце о Дунаву и циљевима Оквирне директиве о водама, преко образовног пројекта "Danube box", који је доступан за Аустрију, Немачку, Мађарску, Румунију и Бугарску, а у припреми је за Чешку и Србију. Осим овог програма значајни су и курсеви за фармере. Око 150 фармера у Србији који поседују 50000 ha и 18–10000 крава је прошло курс о имплементацији нутријената. Предавачи за овај курс су из јавних, приватних и друштвених служби и сви имају дипломе Пољопривредног или Ветеринарског факултета. Такође ће бити потребни и међународни консултанци како би се даље развијали курсеви. Планови за управљање отпадом који потиче од коришћења нутријената на фармама и кланица животиња биће коришћени да на одговарајући начин илуструју концепте које покрива курс (ICPDR, 2012).

Правци истраживања и развоја треба да буду усаглашени са свим другим мерама. Научно–истраживачки рад треба да буде усмерен на развој нових и модернизацију постојећих технологија, које користе мање количине воде, омогућују рецикулацију коришћених или пречишћених вода; развој технологије пречишћавања отпадних вода и безбедног депоновања муљева, као и могућности ревитализације загађених водотока и приобаља (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02). Овде треба нагласити значај учешћа научника из Србије на великим међународним пројектима као што су Заједничко истраживање Дунава 2001 (JDS 1), а у оквиру овог пројекта и Тисе и Заједничко истраживање Дунава 2007 (JDS 2). Овакав вид истраживања треба стимулисати и убудуће.

#### **6.2.6. Стварање информационе основе**

Стварање информационе основе подразумева успостављање катастра постројења, успостављање катастра урбаних и индустријских загађивача, успостављање катастра квалитета вода у оквиру кога би се налазиле базе података о граничним вредностима токсичних и штетних материја.

За развој водопривреде који карактерише све сложенији развој водопривредних система и интегрално управљање водама било је неопходно развити Водопривредни информациони систем (ВИС). Овај систем служи за: праћење и процене природних и изграђених ресурса; планирање, стратешко управљање и пројектовање водопривредних система и објеката и административно – управно управљање водопривредном (<http://gis.srbijavode.rs>).

За сада постоје Национални регистар извора загађења у оквиру кога су приказани подаци о изворима загађујућих материја у воду, а који је израдила Агенција за заштиту животне средине. Иста агенција издаје и Резултате испитивања површинских и подземних вода за сваку годину. Како је за стварање поменутих катастара неопходан континуиран мониторинг потребно је извршити низ побољшања у овој области. У оквиру Националног програма за заштиту животне средине (353-459/2010-1) предлажу се следеће мере: даљи развој



мониторинга према захтевима Оквирне Директиве о водама; наставак активности на акредитацији постојећих и оснивање референтних лабораторија; успостављање аутоматских станица за континуално осматрање одређених параметара квалитета вода; развој савременог биолошког мониторинга; израда катастра извора загађивања вода; унапређење квалитета података о емисијама загађујућих материја у води; успостављање јединственог информационог система и система информисања; повећања броја места, учесталости и проширење листе параметара за праћење квалитета воде за пиће; побољшање мониторинга нитрата у површинским и подземним водама у складу са специфичним захтевима Директиве о нитратима.

#### **6.2.7. Мере за спречавање акцидентних загађења**

У мере за спречавање акцидентних загађења спадају: утврђивање и уклањање узрока, утврђивање врсте опсега и степена угрожености, уклањање узрока, утврђивање могућих праваца ширења, контрола ширења, спречавање ширења и санација.

Проблем са акцидентним загађењима често представља њихов непознат узрок. Тако је рецимо у периоду 1999–2008. на територији АП Војводине забележено 16 већих акцидентних загађења за која није утврђен узрок настанка (Далмација и др., 2009). Да би се утврдили узроци основне мере су континуиран мониторинг (хидро, био, гео, здравствени и др), као и научноистраживачки рад. Након утврђивања узрока потребно је спровести конкретне мере за његово уклањање. Да би се ова мера могла спровести потребна је боља повезаност из катастра загађивача са системом мониторинга и обраде података. Потребна је организација и опремање службе за спровођење хитних мера (Далмација и др., 2009). Према начелу одговорности загађивача и његовог правног следбеника загађивач или његов правни следбеник је обавезан да отклони узрок загађења и последице директног или индиректног загађења (Национални програм за заштиту животне средине (353-459/2010-1).

Да би се спречило ширење загађења из загађених водотока потребна је изградња заштитних појасева на водотоцима и бујичним токовима. Једна од превентивних мера је спречавање загађења из рибњака. Рибњаци мењају садржај појединих састојака воде која кроз њих пролази. Разлике у обиму тих промена су велике и зависе од: врсте риба које се гаје, начина испуштања воде, интензитета и типа производње, начина исхране, коришћење средстава профилаксе, дезинфекције, лекова, врсте и капацитета реципијента. Најмањи проблем представљају топоводни рибњаци, јер се вода током целе сезоне задржава у рибњачким базенима, а испушта споро, тек при излову, тако да се једино мора водити рачуна да се не покрене муљ са дна и да не доспе у реципијент. Код хладноводних пастрмских рибњака долази до промена биолошких и хемијских параметара: повећања садржаја суспендованих материја, БПК<sub>5</sub>, ХПК, различитих једињења азота (нарочито амонијака) и фосфора, а снижавања раствореног кисеоника. До ових промена долази због отпадака хране и продуката метаболизма, па је потребно смањити исхрану конфискатима и свежом рибом, а повећати пелетираним хранивима. Највећи проблем загађивања настаје при кавезном узгоју рибе, посебно у хладноводним, олиготрофним акумулацијама, где и мање повећање нутријената доводи до појаве еутрофикације. Процент непоједене хране у овим рибњацима износи 10–30%, а храна садржи 25–50% протеина. Испод кавеза долази до стварања органског талога, а кавези обрастају алгама. Како би се спречило ширење загађења потребне су следеће мере: испитати колики је могући обим производње, постављање платформе испод кавеза, изношење отпадних продуката и др. Кавези за узгој рибе не смеју се постављати у акумулацијама за водоснабдевање, јер се негативни утицај не може искључити.

Рестриктивним мерама се врши ограничавање загађења вода у циљу очувања њиховог квалитета у изворишним подручјима, где се штите воде намењене за пиће, или у подручјима од посебног природног и амбијенталног значаја. Ова мера се примењује и код малог пријемног капацитета водотока, када потребне мере заштите нису ни технички ни економски прихватљиве. Она се спроводи забраном изградње нових погона у овим подручјима и гашењем или дислокацијом постојећих (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије 11/02).

Осим ових мера у интервентне мере спадају обавештавање корисника и забрана коришћења вода. Као што је претходно поменуто, све земље (изузев Црне Горе) успоставиле су главне међународне центре за узбуњивање (PIACs) који покрећу систем за превенцију и контролу акцидената (AEWS), који је развила ICPDR. Главни задаци PIAC су: комуникација у погледу акцидентног загађења, ангажовање експерата за оцену утицаја и ефеката, доношење одлуке о предузимању акција. PIAC покрећу AEWS шаљући поруке следећег типа: упозорење о загађењу или стандардна порука (порука се шаље низводно), захтев за информацијама (порука се шаље узводно), крај узбуне (порука се шаље узводно и низводно) и тест порука (шаље се узводно и низводно). Иако постоји законска основа за овакав систем обавештавања, он у Србији још увек није у функцији (ISRBC, 2013). Веома је важно да овакав или сличан систем што пре почне са радом како би информације о акцидентном загађењу стизале правовремено до корисника и како би се на време донела одлука о забрани коришћења воде и на тај начин спречиле негативне последице, пре свега по здравље становништва.

Као што се може закључити све ове мере су међусобно повезане и не могу се посматрати и предузимати изоловано. Оне представљају део интегралног система управљања квалитетом вода, који омогућава, очување квалитета, спречавање и делимично или потпуно решавање проблема загађења.

## 7. РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ВОДОТОКА

Ревитализација, тј. обнављање целовитости екосистема водотока, треба да буде коначни циљ сваког пројекта рехабилитације водотова. У идеалном случају ово подразумева поновно успостављање динамике водотока и повезивање са околним комплементарним стаништима, које карактеришу плавне равнице, као и мочваре, обалске шуме и екстензивно пољопривредно земљиште. Често, међутим, услед измењене природне средине, са интензивном пољопривредом, индустријом и насељима, није могуће у потпуности извршити рехабилитацију водотока. Иако се не могу обновити широке плавне равнице, у Европи је било неколико покушаја да се успостави природна динамика водотока. Један од таквих примера је пројекат ренатурализације реке Роне у Швајцарској. Током XX века постепено је каналисано речно корито изградњом обалских бедема. Међутим, у скорије време серија великих поплава узроковала је проширење реке, тако што су делови бочних обалских бедема били постепено рушени услед јаких струја, а касније нису замењени. Осим природне модификације речних станишта, која је проистекла из поновног успостављања речне динамике, интервенција човека је даље помогла да се убрза обнављање станишта применом циљаног вађења шљунка како би се подражавали мозаици природних станишта и у исто време избегавајући прекомерну акумулацију седимената. Ова експлоатација је била јасно мотивисана циљем обнављања биодиверзитета, али је била пројектована тако да обезбеди одрживе, али економски оријентисане активности, држећи се безбедносних правила и прописа (Arlettaz et al., 2011). На територији АП Војводина су у току пројекти ревитализације Великог бачког канала ДТД, канала Бегеј, Канала Баја – Бездан и воденог станишта Парка природе Јегричка.

Непречишћене комуналне и индустријске отпадне воде са подручја Врбас – Кула – Црвенка довеле су до тога да је *Велики бачки канал* постао најзагађенији водоток у Србији и један од најзагађенијих у Европи. Деведесетих година прошлог века почеле су се разматрати могућности за решавање проблема овог водотока. Пре тога Институт за грађевинарство ИГВ из Суботице је израдио Студију о отпадним водама региона Врбас – Кула – Црвенка, којом су идентификовани загађивачи. У периоду 1994–1997. изграђена је прва и друга фаза

магистралног колектора пречника 1200 mm и дужине 3,6 km. Током 2004–2005. за време израде Локалног еколошког акционог плана (ЛЕАП) Врбаса, као приоритетан циљ истакнута је ревитализација Великог бачког канала. Овим пројектом руководили су Норвешки институт за истраживање вода (NIVA) и Dekonta из Чешке Републике. Током 2004–2006. NIVA и Депарتمان за хемију ПМФ из Новог Сада су радили на испитивању улазних података загађења из индустрије и становништва, а NIVA и Грађевински факултет из Београда на изради пројектно–техничке документације. Потврђена је оправданост заједничког пречишћавања комуналних и индустријских отпадних вода и локација централног постројења за пречишћавање отпадних вода. Током 2006. настављена је изградња Магистралног колектора, а 2007. је израђена Студија изводљивости Пројекта сакупљања и пречишћавања отпадних вода – Велики бачки канал. Затим је 2007. у оквиру пројекта „Јачање капацитета за превазилажење проблема у животној средини у земљама Западног Балкана путем санирања приоритетних еколошких црних тачака“ који је спроводио UNDP настављена изградња Магистралног колектора. За локацију централног постројења за пречишћавање отпадних вода изабране су југоисточне границе индустријске зоне Врбас, близу места где се спајају Велики бачки канал и канал Богојево – Бечеј (тзв. троугао). Функција овог постројења је да пречишћава воду која потиче од становништва, администрације, мале привреде у градовима Кули и Врбасу, Месно–прерађивачке индустрије Карнекс – Врбас, Индустрије јестивог уља Витал – Врбас, Индустрије за обраду метала Истра – Кула, Кожарске индустрије Етерна – Кула. Радови на изградњи овог постројења су у току (Димитров, 2013).

Питање ревитализације канала *Бегеј* покренули су 2000. године представници Србије, Румуније и Мађарске, који су се сагласили да се покрену пројекти рехабилитације/ревитализације Канала Бегеј у циљу побољшања стања у области управљања водама и пловидбе у оквиру Европског региона Дунав – Криш – Мориш – Тиса (ДКМТ). Током 2000. године Темишвар је израдио Претходну студију изводљивости за румунски део канала под називом „Одрживи развој канала Бегеј и прибрежних подручја“. По завршетку Претходне студије изводљивости идентификоване су две студије: Реконструкција и ревитализација канала Бегеј и План управљања водама за слив Бегеј – Тамиш. Студија

изводљивости за румунски део канала завршена је 2002. године, а за српски 2004. године. Основни проблеми који су наглашени у овим студијама су квалитет воде, водни режим: поплаве и низак водостај и пловидба. Циљ је одрживи развој канала Бегеј и прибрежних подручја (слив Бегеј/Тамиш), а сврха ревитализација/чишћење и обнављање хидролошких функција канала Бегеј/Бега и мере за побољшање квалитета површинских и подземних вода и водног режима у складу са Оквирном директивом о води. Током ових студија утврђено је да су вода и седимент у каналу загађени, а да су извори загађења тачкасти (индустријски и ефлуенти из урбаних средина) и дифузни дужином целог тока (пољопривреда). Предложени су радови на измуљивању канала, локације и објекти одлагања измуљеног материјала (Rijks, 2004).

План реконструкције *Канала Баја – Бездан* успостављен је 2010. године између Србије и Мађарске у оквиру ИПА програма прекограничне сарадње. Овај пројекат има задатак одржавање канала, снабдевање водом акватичних станишта, успостављање и очување бафер зоне поред канала и решења за третман канализационих вода насеља поред канала. Крајњи циљ је постизање доброг еколошког потенцијала до 2027. године. Највећи проблем код овог канала је прекомерна количина биљака и биљних остатака, а самим тим и веча количина нутреијената у биљкама. После прелиминарних радова који обухватају истраживање корита, процену еколошког стања, испитивање јавног мњења итд), планирано је одстрањивање биомасе и муља који су се наталожили протеклих деценија. Предвиђене су следеће конкретне мере: пре интервенција потребно је открити и уклонити изворе загађења (нпр. нелегална испуштања из насеља и пољопривредних површина); када се пројектује време интервенција (багеровања) потребно је размотрити опстанак фауне и флоре у каналима. Због тога је потребно да се ископавање врши у одговарајућим временским интервалима и просторним секцијама како би се оставило довољно времена за обнављање живог света; приликом интервенција обалске зоне (плавна подручја и мочварне биљке, узак појас барске траве) морају остати нетакнуте или најмање могуће оштећене (дуж ових секција само се средишњи део канала може багеровати) и ако је могуће дрвеће треба да буде сачувано; плитке, широке површине трске дуж обала корита треба сачувати, јер ова станишта функционишу као бафер зоне; шири каналски

рукавци треба да буду очувани, јер обезбеђују већи диверзитет у односу на једноличне вештачке секције; тамо где присуство укорењене барске траве и мочварних биљака није пожељно (углавном у средини корита) мора се успоставити дубина воде 2,5–3 m или већа. На овај начин се могу постићи отворене водене површине и специфичан покривач ниских биљака; блокови биљака који се редовно јављају у кориту морају се одстранити, а уместо њих обалске мочваре (тршћаци) се морају очувати; целом дужином канала мора се заштитити појас обалског дрвећа да би се постигао добар потенцијал; алохтоне врсте дрвећа се морају заменити аутохтоним врстама ширих листова чиме се смањује могућност нежељеног биљног раста; ако се не одржава после реконструкције (контрола стања, сезонско багеровање) стање вештачког канала може се поново погоршати (Lóczy et al., 2014). До данас је завршена пројектна документација за обе стране.

Када је у питању ревитализација *воденог станишта Парка природе Јегричка*, мере заштите се односе на редовно одржавање корита и обала, тј. измуљивање (Слика 32) и уклањање сувишне вегетације. Радови на измуљивању су трајали од 19.9.–31.12.2013. Предстојеће активности на овом пројекту везане су за: распланирање муља и успостављање заштитног појаса (бафера) уз водоток према ораницама и приобалјима водотока који се пружају у зони интерактивног утицаја са заштићеним подручјем. Ревитализација овог водотока је у склопу пројекта „Еколошко управљање водама у равничарским пределима“ чија је главна активност одстрањивање нагомиланог наноса из водотока у циљу ревитализације и унапређења еколошког стања водотока (Бошњак и Ковачев, 2014). Ово је прекогранични пројекат између Србије и Мађарске.



Слика 32. Радови на измуљивању Јегричке ([www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs))

### 7.1. Установљење форланда

Форланд представља прелазни појас између реке и копна. У литератури се чешће користи термин бафер зона или појас (екотон), мада овај појам има шире значење од форланда јер се односи на прелазну зону или појас између било која два различита екосистема. Када је реч о „речној бафер зони“ она се може дефинисати као природном вегетацијом обрасла копнена зона која ограничава потоке и реке (Haberstock et al., 2000). О значају форланда или бафер појаса постоје бројне студије које истичу пре свега утицај одређене вегетације која спречава или ублажава загађење (Mander et al., 1997; Qui and Prato, 1998; Endreny and Wood, 2003; Tattari et al., 2003; Syversen and Benchmann, 2004; Schiff and Benoit, 2007; Sweeney and Blaine, 2007; Douglas, 2008; Vidon et al. 2010; Izydorczyk et al., 2013; Shan et al. 2014; Tilak et al., 2014). Очување или изградња бафер зона између копна и воде је широко препоручена и промовисана да се смањи утицај нутријената присутних на копну на слатководне екосистеме. Ови линеарни појасеви трајне вегетације у близини водених екосистема омогућавају одржавање или побољшање квалитета воде задржавањем или уништавањем различитих дифузних извора загађења и са копна и из плитких подземних токова. Екотони често имају облик појаса обалске вегетације која обухвата зељасте биљке, траву,



жбуње или дрвеће која одваја обрадиво земљиште од водотока. (Qiu et al., 2002; Izydorczyk et al., 2013).

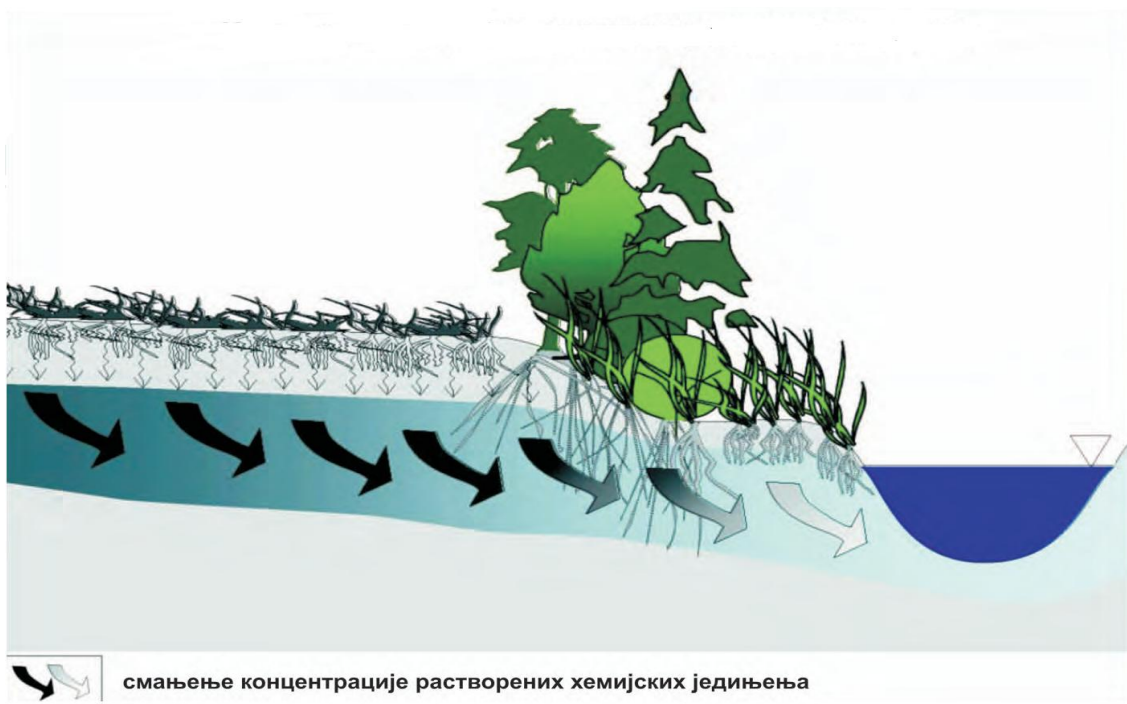
Бафер зоне ефикасно смањују садржај азота и фосфора, који настају као резултат дифузног загађења, преко неколико различитих механизма. Следећи добро познати процеси одвијају се у бафер зонама: 1) асимилација неорганичких једињења која садрже азот и фосфор од стране биљака и њихово претварање у биомасу; 2) биохемијски процеси који се одвијају као резултат активности микроорганизама, као што је денитрификација, који доприносе одстрањењу азота; 3) сорпција и таложње растворљивих облика фосфора преко земљишта; и 4) процеси седиментације честица земљишта транспортованих у облику површинског отицаја, чиме се смањује ерозија тла и транспорт нерастворљивих облика фосфора (Izydorczyk et al., 2013). Осим смањења загађења, бафер зоне имају утицај на физичке процесе. Тако, на пример, трајна покривеност усевима утиче на хидрауличку проводљивост земљишта, а самим тим и на услове влажности и дубину подземних вода (Tattari et al., 2003). Бафер зоне спречавају интензиван раст водених макрофита стварањем хладовине, побољшавају микроклиму у суседним пољима, стварају нова станишта између копна и воде и стварају већу повезаност у пределима услед миграционих коридора и прелаза (Mander et al., 1997).

Успостављање нових, одржавање постојећих и обнављање деградираних бафер зона представља једну од најефикаснијих мера контроле дифузних извора загађења. Према принципу екохидрологије, квалитет воде се може регулисати обликовањем биљних формација у бафер зонама да би се повећала њихова ефикасност у односу на одстрањење нутријената. Бафер зоне би требало да укључе предности које се односе на станиште специфичних типова вегетације и њихову толерантност на различите хидролошке услове. Такође се препоручује да се користе аутохтоне врсте да би се повећала предеона вредност и копнени биодиверзитет. Међутим, услед ограниченог обалског простора или великог почетног оптерећења ефикасност биофилтрације бафер зоне није довољна.

Бројни студије и позитивни примери широм света могу помоћи у решавању ове проблематике код водотока Војводине. Један такав пројекат

спроведен је у централној Пољској под називом ЕКОРОБ („Екотони у редукацији дифузног загађења“). Пројекат има за циљ да се повећа апсорпциони капацитет бафер зона путем регулације и интензивирања природних процеса као што су денитрификација и сорпција фосфора. Да би се појачала бафер зона потребно је следеће: 1) идентификација и квантификација претњи; 2) развој концептуалног пројекта базираног на екохидролошким принципима; и 3) анализа прелиминарних резултата ефикасности овог решења. Да би се извршила идентификација и квантификација претњи потребно је извршити хидрогеолошка испитивања (квалитета површинских и подземних вода, пре свега следећих параметара: температуре, проводљивости, рН, нитрата, нитрита, амонијака и фосфата, геолошког састава и дебљине слојева), као и идентификацију биљних заједница. Затим се врши процена ефикасности биљака у акумулацији азота и фосфора, као и ефикасности биогеохемијске баријере у смањењу садржаја фосфора. Ефикасност ове баријере се процењује мерењем садржаја фосфора пре и после баријере. Прелиминарни резултати ове студије показују да успостављање бафер зоне може бити ефикасна пракса за контролу дифузних извора загађења. Такође је утврђено ефикасност баријере са кречњачком основом јер се на тај начин јер се на тај начин повећава капацитет механизма задржавања фосфора у бафер зонама. Засађивањем већег броја биљних врста у бафер зонама повећава се квалитет површинских и процедурних вода. Међутим, како ефикасност бафер зона зависи од многих параметара неопходно је да се прилагоде решења која ће се одражавати на стварно стање. Због тога, база за разрађивање концепта бафер зоне обухвата анализу и концентрације полутаната и геоморфолошких услова (нагиб, експозиција), структуру земљишта, као и хидролошке карактеристике, као што су промене у водостају (Izydorczyk et al., 2013), различити усеви и начини узгајања (Tattari et al., 2003). Осим ових фактора постоје бројне студије које проучавају оптималну ширину бафер зоне. У зависности од локалних услова, као што су рељеф и земљиште, она се креће од 5 до 100 m (Mander et al., 1997; Douglas, 2008; Shan et al., 2014; Sweeney and Newbold, 2014). Међутим, уколико је осим заштите квалитета вода циљ бафер зоне и заштита живог света, онда се препоручују и веће ширине: за гмизавце и водоземце 100–1000 m, а за птице и до 1600 m (Ekness and Randhir, 2007).

Када су у питању водотоци Војводине, зелени тампон, односно заштитни појас се препоручује у пројектима Стручно–документациона основа из области заштите природе за израду Просторног плана посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе и Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АПВ. У пројекту Стручно–документациона основа из области заштите природе за израду Просторног плана посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе као предности овог појаса наводи се да смањује загађење, утицаје светлости и буке; побољшава проходност коридора (скровиште и исхрана), а зелени појас ширине 10–20 m може да садржи и стазе за рекреацију. Истиче се да је потребно очувати блокове вишеспратног блиско–природног зеленила од 0,1 ha на дужим деоницама предвиђеним за урбанизацију. Наглашава се да је приликом планирања потребно тачно дефинисати простор за зелени тампон појас и правила озелењавања (Сабадош и др., 2012). У пројекту Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АПВ се такође наглашава значај заштитног појаса за смањење дифузног загађења (Слика 33), као и ерозије. Овај појас би требало да садржи травну и вишеспратну вегетацију. Сматра се да ширина овог појаса од 50 m може да обезбеди добро еколошко стање ових вода и станиште заштићених врста, а као и у претходном поменутом пројекту наводи се да се део појаса може искористити за рекреацију (Покрајински завод за заштиту природе, 2011). О овим пројектима ће бити више речи у поглављу Очување водених екосистема.



Слика 33. Утицај заштитног појаса на смањење дифузног загађења (Покрајински завод за заштиту природе, 2011)

## 7.2. Обезбеђење природне аерације

Аерација (реаерација) представља један од најзначајнијих процеса у природним водотоцима (Haider et al., 2013). Реаерацијом се обнавља асимилациона способност природних водотока и оксидишу полутанти присутни у водотоцима преко атмосферске оксигенације (Bansal, 1973). То је процес у коме долази до преласка кисеоника из атмосфере у воду, у случају кад је концентрација раствореног кисеоника испод границе zasiћености (Jha et al., 2004). У водотоцима који су озбиљно оптерећени отпадом кисеоник се обезбеђује готово искључиво реаерацијом, што чини овај процес кључним фактором за опоравак водотока (Reid et al., 2007; Soares et al., 2013; Correa – Gonzáles et al., 2014).

Растворени кисеоник је значајан индикатор квалитета воде у природним водотоцима. Дефицит кисеоника у воденим срединама настаје услед великог загађења или у мирним и стагнирајућим каналима или рекама. Природни водени системи могу имати способност елиминације загађења и обнављања еколошких карактеристика процесима самопречишћавања. Процес захтева растворени

кисеоник за хемијске и углавном биолошке механизме укључујући аеробне микроорганизме. У случају дефицита кисеоника биолошки процеси и хемијска оксидација су ограничени. Онда природни систем није у стању да смањи загађујућу концентрацију што има штетне последице на квалитет воде и водене врсте. Због тога повећање оксигенације представља добро решење да се побољша самопречишћавање. Овај процес се може делимично убрзати хидрауличким конструкцијама као што су степенасте каскаде. О ефикасности аерације преко степенастих каскада постоји доста студија у којима се користи велики број различитих параметара и једначина. Khdhiri и др. 2014. су направили преглед ових студија и издвојили следеће најважније параметре:

$h$  – висина степенице (m),

$l$  – дужина степенице (m),

$W$  – ширина каскаде (m),

$H$  – висина целе каскаде (m),

$q$  – протицај ( $10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ ) и

$h_c$  – критична дубина воде.

Постоје такође и неслагања око тога како који параметар утиче на ефикасност аерације. Тако рецимо у једној студији налазимо да повећан протицај повећава ефикасност, док у другој да је смањује. Међутим, без обзира на разлике у појединим студијама, узимају се следеће вредности параметара у опсегу којих се може постићи ефикасна аерација:

$h$  – 0.025 – 0.5 m,

$l$  – 0.07 – 2.4 m,

$W$  – 0.15 – 0.5 m,

$H$  – 0.25 – 2.5 m,

$q$  – 0.084 – 300  $10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$  и

$h_c - 0.002 - 0.465 \text{ m}$

У свим овим студијама  $h$  је веће или евентуално једнако са  $h_c$  (Khdhiri et al., 2014).

На основу мерења дневних, средњих месечних и годишњих протицаја на водотоцима у АП Војводини ова мера би се могла применити на водоток Моравица. На овом водотоку у периоду 2004–2012. године минимални протицаји су били у већем делу године у наведеним границама, док су средњи месечни, а често и максимални протицаји одговарали овим границама у другој половини године. Други водоток је Стари Бегеј код кога су се, током истог периода протицаји кретали у овом опсегу са изузетком 2005, 2006. и 2007. године, углавном у летњим и јесењим месецима. Како је ово најзагађенији водоток у Војводини, током летњих месеци знатно је смањена концентрација раствореног кисеоника и zasiћеност воде кисеоником (III и IV класа квалитета воде према овом параметру), једна од мера за побољшање аерације би могла бити управо изградња степенастих каскада.

Други начин обезбеђења аерације је преко бране са оштрим врховима. Слободно пропадање са бране низводно у воду изазива појаву ваздушних мехурића ако брзина слободног пропадања пређе одређену критичну вредност и повећава процес аерације. На основу истраживања које су спровели Baylar и Bagatur (2006) као најефикасније су се показале троугаоне бране са оштрим врховима. Ове бране су веома ефикасне у обезбеђењу аерације у потоцима, рекама, вештачким каналима, рибањацима, постројењима за пречишћавање воде и др. Међутим, постоје и другачија мишљења (Streeter and Phelps, 1925; Bowie et al., 1985), према којима постојање брана на рекама може на релативно малом растојању довести до дефицита кисеоника од 1 до 3 mg/l.

Позитиван утицај бране на реаерацију забележен је на Тиси код Новог Бечеја. Након бране количина кисеоника се повећава са 5,9 на 8,5 mg/l (Вујовић, 2014). На појединим водотоцима у Војводини мерења параметара квалитета воде врше се на следећим станицама узводно од устава: Српски Итебеј (на Пловном Бегеју) (Слика 34), Јаша Томић и Ботош (на Тамишу) и Жабалъ (на Јегрички) на самој устави. Да би се утврдило постоји ли утицај уставе на аерацију на овим

водотоцима потребно је извршити истовремено мерење параметара аерације (концентрације раствореног кисеоника и zasiћеност воде кисеоником) узводно и низводно од устава.



Слика 34. Устава код Српског Итебеја (Покрајински секретаријат за заштиту животне средине и одрживи развој, 2004)

### **7.3. Очување водених екосистема**

Имајући у виду константну угроженост водених екосистема од стране великог броја стресора (као што су органско и неорганско загађење, геоморфолошке измене, промене у коришћењу земљишта, експлоатација водних ресурса, инвазивне врсте и патогени организми), које за последицу имају осиромашење водних ресурса и смањену функционалност водених екосистема, покренут је велики број интернационалних и националних пројеката у циљу њиховог очувања.

Један од најновијих међународних пројеката је GLOBAQUA, који процењује ефекте недостатка воде у шест речних басена, међу којима је и басен Саве. На овом пројекту учествује 9 земаља чланица ЕУ, Србија, Канада и Мароко. Ангажовани су мултидисциплинарни тимови које чине хидролози, хемичари, биолози, геоморфолози, економисти и социолози. Овај пројекат је почео у

фебруару 2014. године и трајаће до јануара 2019. године. Циљ је да утврди како ће недостатак воде утицати на водене екосистема у условима вишеструких стресора, како ће деловати на њихово функционисање, као и да се адаптирају одговарајуће стратегије управљања како би се смањиле еколошке, економске и социјалне последице долазећих промена у животној средини. Основну структуру овог пројекта чини пет основних модула: стресори, рецептори, импликације, управљање и пројектна координација и дисеминација. Модул Стресори анализира ефекте недостатка воде на утицаје вишеструких стресора који се одвијају у сваком истраживаном речном басену и предвиђа последице будућих сценарија за глобалне промене. Посебно се разматра хидрологија површинских и подземних вода, транспорт седимената, физичка станишта, квалитет вода, органски и неоргански полутанти, као и последице различитих климатских, социо-економских и сценарија коришћења земљишта. Модул Рецептори анализира последице недостатка воде и вишеструких стресора на биодиверзитет и функционисање екосистема. Истраживање је базирано на теренским студијама и лабораторијским експериментима, комбиновању вештачких токова, мерењима и испитивању басена да би се схватили ефекти стресора на различитим нивоима, као и моделовању будућих сценарија. Модул Импликације анализира социо-економске импликације ефекта утицаја на квалитет и доступност воде, као и на функционисање биодиверзитета и екосистема. Модул Управљање обједињује резултате других модула да би се дефинисале перспективе управљања у условима недостатка воде за проучаване речне басене. Модул Пројектна координација и дисеминација је посвећена комуникацији резултата циљних група (истраживача, доносиоца одлука, водних менаџера, просторних планера и др.) и има за циљ да стимулише коришћење резултата кроз повезивање са заинтересованим странама и крајњим корисницима, као и да координира пројектне активности (Navarro-Ortega et al., 2015).

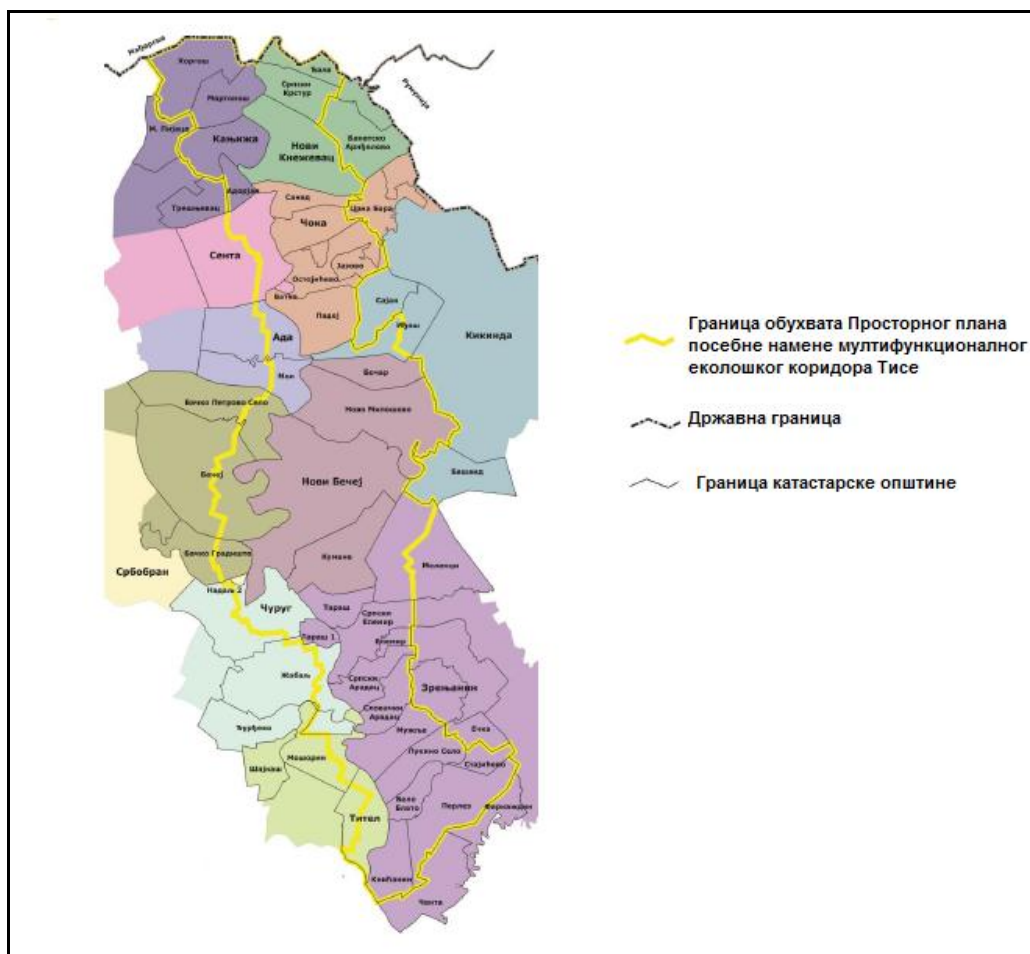
На територији АП Војводине последњих година Покрајински завод за заштиту природе спровео је неколико пројеката у оквиру којих је извесна пажња посвећена очувању водених екосистема. То су следећи пројекти: Стручно-документациона основа из области заштите природе за израду Просторног плана посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе (2012), Стање



осетљивих екосистема и угрожених биљних и животињских врста на подручју АП Војводине (2003–2011) и Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АПВ (2010–2011) (<http://www.pzzp.rs>).

Пројекат Стручно–документациона основа из области заштите природе за израду Просторног плана посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе (Слика 35) имао је следеће основне циљеве: процена функционалности и проходности речног коридора Тисе, израда смерница и мера за одрживо коришћење речног коридора и за просторе у зони утицаја на коридор Тисе. Приликом израде овог плана мере заштите еколошке мреже се уграђују у концепт развоја Потисја и у туризам на Тиси. Посебна пажња је посвећена заштити коридора на урбанизованим подручјима (насеља и зоне кућа за одмор) и у руралним мозаицима као и угрожавајућим факторима и предложеним мерама заштите. На основу индикаторских врста као што су тиски цвет, орао белорепан и дивља мачка које су због угрожености под строгом заштитом и на списку Бернске конвенције, као и колоније чапљи, процењен је квалитет речног коридора Тисе. Тако је процењено да би проширење грађевинских подручја Кањиже и Новог Бечеја до матице реке довело у питање опстанак природних станишта индикаторских врста, а осим њих и других строго заштићених врста (гмизаваца, водоземаца и др.). Процењује се и проходност обале за животиње, која зависи од природне и блиско–природне вегетације. Проширењем грађевинских подручја до средине реке, уз присуство кућа за одмор јужно од мола, угрожена је проходност на деоници од 9 km. Деоница код Сенте, која се налази на високој обали, заштићена обалоутврдом висине 2,5 m, проходна је за животиње код ниског водостаја. Овде се роцењује да би се овакво стање могло побољшати у будућности преко пројеката међународне сарадње. Посебна пажња посвећена је утицајима светлости, буке, домаћих животиња, као и мостова. Тако је утврђено да рефлектујуће површине, које ометају ројење тиског цвета, делују само на обали, док бука и јака светлост делују неколико стотина метара даље. Регулисање осветљења улице може побољшати стање еколошког коридора. То се врши рационалним осветљењем, избором типа и висине светлосних тела, често без великих улагања. Ово је веома битна мера јер осветљавање обале често доводи до

масовног уништења кључних врста водених екосистема. Инсекти (пре свега ноћни лептири) и ларве неких инсеката које учествују у пречишћавању Тисе постају дезоријентисане и као такве лак плен других животиња (слепих мишева и водоземаца, такође заштићених врста), који тако страдају од саобраћаја и људи. Уз то, јаки светлосни снопови могу да утичу и на птице. Као негативан пример наведено је осветљење Петроварадинске тврђаве у Новом Саду, које утиче на миграциони пут птица, а такође и на живи свет Дунава. Као позитиван пример наведено је осветљење мостова у Новом Саду, где је присутна светлост плаве и зелене боје која најмање утиче на животиње. Техничка решења као што су мостови треба да обезбеђују безбедан пролаз дивљим врстама. Тако, нпр. мост код Аде обезбеђује пролаз само код ниских водостаја. Једна од мера за побољшање проходности коридора је уређење вегетације у близини моста. (Сабадош и др., 2012).



Слика 35. Приказ положаја мултифункционалног еколошког коридора Тисе (Пузовић и др., 2013)

Пројекат Стање осетљивих екосистема и угрожених биљних и животињских врста на подручју АП Војводине односи се на истраживања која су вршена у периоду 2003–2009. Овде треба истаћи Обнављање мочварне и ливадске вегетације у поступку ревитализације влажних станишта на Обедској бари (Стојшић, 2011) и Мониторинг поплавних аутохтоних шумских екосистема у Војводини (Киш, 2011). Иако ниједан од ова два екосистема није типично водени и не налази се у текућим водама Војводине, они су са њима повезани: на стање екосистема Обедске баре утиче режим Саве, док се поплавне аутохтоне шуме налазе у инундационој и алувијалној равни Дунава. Пројекат ревитализације влажних ливада и пашњака започет је 1997. и трајао је у континуитету 14 година, а финансијски су га подржавали Esonet, Euronatur и Франкфуртско зоолошко друштво. Радови на ревитализацији извођени су на 5 локалитета: Купиник (80 ha),

Мајке Ангелине (60 ha), Крстоношића ливаде (10 ha), на ливадама Ревенице (70 ha) и на локалитету Широко (60 ha). Мониторинг стања батрахофауне (водоземаца) и херпетофауне (гмизаваца) на ревитализованим локалитетима трајао је у периоду 2003–2008. године. Констатовано је да се, како су напредовали радови на ревитализацији, бројност присутних врста и јединки појединих врста вишеструко повећавала, у односу на период пре почетка радова, а неке врсте су први пут примећене на овим локалитетима, иако су забележене у другим деловима Специјалног резервата природе. То се посебно односи на водоземце, којима одговара отворено станиште, ниска вегетација и стајаћа вода. Влажна станишта на локалитету Купиник су под утицајем варирања сезонског режима Обедске баре, који је под директним утицајем водостаја Саве. После чишћења уз саму обалу канала Вока који снабдева, односно одводи воду из Обедске баре, у 2005. години, развили су се фрагменти мочварне вегетације са заједницом *Sparganio–glicerietum fluitantis*. На рубовима врбових шума који су периодично чишћени из године у годину од жбунастих и инвазивних врста развиле су се посебне субасоцијације заједнице тршњака са усколисним рогозом (*Scirpo–Phragmitetum subas. thyphetosum angustifoliae*) у условима периодичног плавлјења и високог нивоа подземних вода. На ливадама Мајке Ангелине, 2004. године, тј. прве године након чишћења забележени су на вишим теренима комплекси ливадских станишта типа умерено влажних (мезофилних) долинских ливада, који су представљени заједницом ливадарке и лисичијег репка (*Poeto–alopecurtetum pratensis*). Мониторингом је утврђено да ливаде овог локалитета подсећају на период од пре 30 година, а да су чак састојине субасоцијације *Clematetosum integrifoliae* боље развијене. У овој субасоцијацији треба поменути састојине са луком (*Allium angulosum*), док је у саставу хидрофилних ливада први пут 2007. године евидентиран пискавац (*Succisa pratensis*); обе ове врсте су заштићене и налазе се у Црвеној листи флоре Србије. Још неке ретке врсте као што је поткоњак (*Lythrum tribracteatum*) забележене су током 2006. године услед дужег задржавања поплавних вода. Како би се поменуте и друге врсте несметано развијале потребно је успоставити испашу говеда и оваца и периодично чишћење инвазивне врсте багремца (после чишћења 2008. се повукао и налази се на 20%

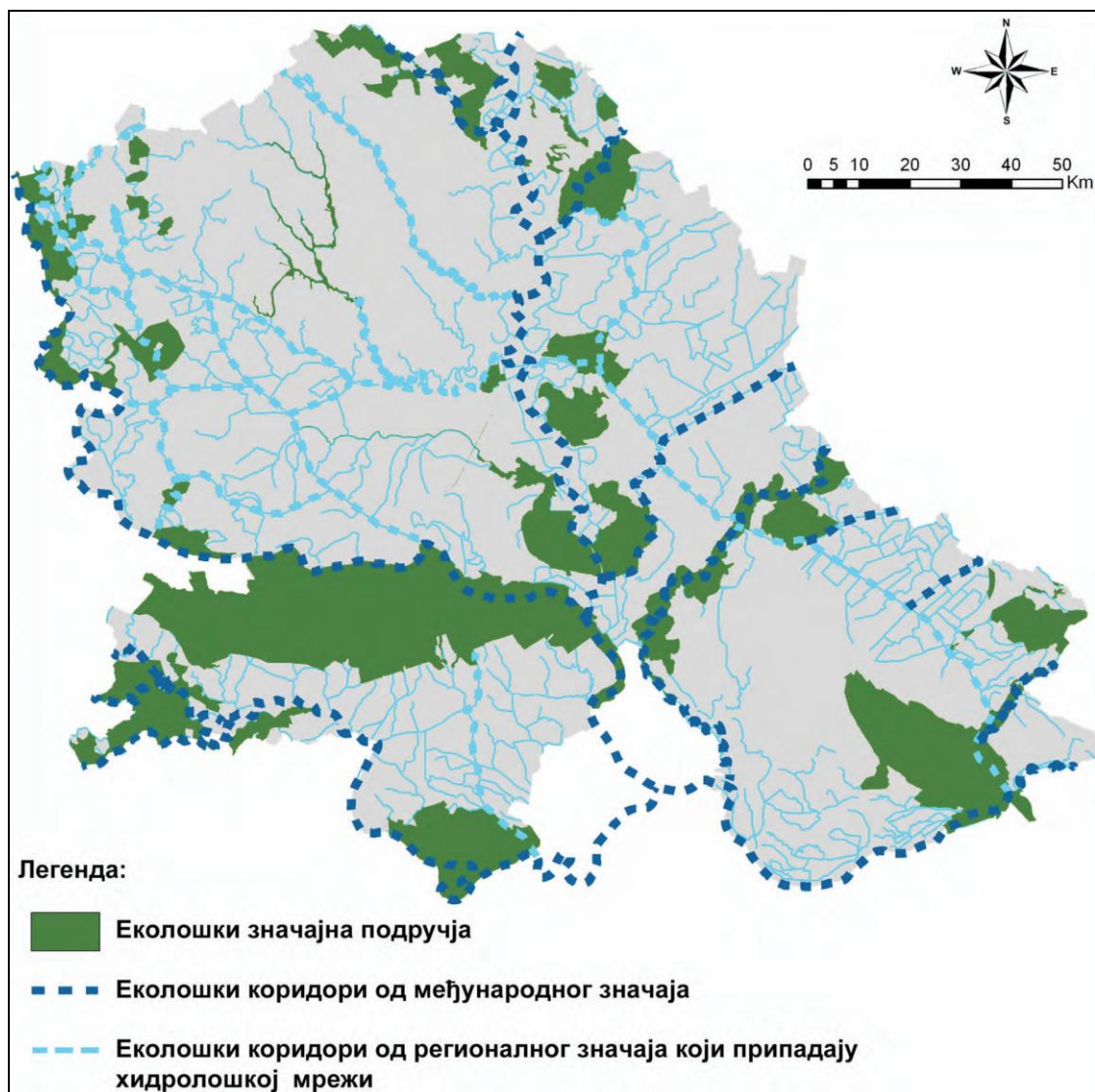
овог локалитета) да би се спречило његово развиће у младим вегетативним стадијумима (Стојшић, 2011).

Мониторингом поплавних аутохтоних шумских екосистема у Војводини обухваћене су поплавне шуме у заштићеним подручјима Специјалног резервата природе „Горње Подунавље“ , Специјалног резервата природе „Ковиљско–петроварадински рит“ , Специјалног резервата природе „Карађорђево“ и Парка природе „Бегечка јама“ . Један део ритских шума Специјалног резервата природе „Горње Подунавље“ је потпуно одсечен од инундационе равни Дунава, други се контролисано плави у складу са управљањем заштићеним подручјем, а трећи мањи део је изложен непосредном утицају поплавних вода Дунава. У овом резервату се јављају инвазивне врсте пајавац (*Acer negundo*), амерички јасен (*Fraxinus americana*) и др. Обнова меких лишћара врши се чистом сечом на нивоу једног или више шумских одсека са вештачким пошумљавањем садницама углавном хибридних топола и селекционисаних врба, а последњих година на мањим површинама и белом тополлом. Специјални резерват природе „Ковиљско–петроварадински рит“ налази се у инундационој равни Дунава и представља највеће поплавно подручје у Србији. Као и у претходно описаном резервату и у овом се јављају инвазивне врсте, које заједно са хибридним чине 87% шумских станишта, док су једино очувани барски екосистеми и фрагменти природних шума беле врбе (*Salix alba*) и беле тополе (*Populus alba*), а црна топола (*Populus nigra*) се налази само спорадично. Обнова се и у овом резервату врши чистом сечом са вештачким пошумљавањем хибридних топола, селекционисаних белих врба и на мањим површинама белих топола. Слична ситуација, у погледу инвазивних врста, као и начина обнове шума је и у преостала два природна добра која се налазе на левој обали Дунава, већим делом у инундационој равни (Специјални резерват природе „Карађорђево“ ) и небрањеном делу алувијалне равни (Парк природе „Бегечка јама“ ). За сва четири природна добра, поред инвазивних врста, присутни су и следећи проблеми: уништавање станишта превођењем у монокултуре, промена хидролошког режима, неусклађеност мера неге и обнове шума са потребама очувања биолошке разноврсности, секторска затвореност у изради планова коришћења и заштите природе и њихова међусобна неусклађеност. Да би се ови проблеми решили или ублажили потребно је

спровести читав низ мера: фаворизовати обнову аутохтоних врста дрвећа (нарочито врба и топола) и жбуња у циљу обезбеђења природне селекције и адаптације на све интензивније промене услова средине; старе природне поплавне шуме топола и врба, с обзиром да их је мало остало, треба очувати продужењем опходње и комбинацијом природне и по потреби вештачке обнове; неопходна је системска сарадња и контрола на сузбијању инвазивних врста, које су присутне у свим поплавним подручјима и услед чијег је ширења на природна станишта неповољан конзервациони статус преосталих природних шума са тенденцијом даље деградације; потребно је обновом шума повећати њихову аутохтоност и природну структуру, док обнову чистом сечом треба вршити на мањим подручјима како би се избегло формирање блокова монокултура; црна топола, чија су станишта у нестајању захтева хитне мере *in-situ* и *ex-situ* заштите; расадничку производњу шумских врста треба прилагодити очувању биолошке разноврсности, смањити производњу инвазивних, а повећати удео аутохтоних врста; потребно је јачати међусекторску сарадњу и партиципативни приступ у изради планске, програмске и пројектне документације (Киш, 2011).

Пројекат Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АПВ имао је као основни циљ побољшање сарадње између органа управе, стручних институција и управљача природних добара са корисницима простора будуће еколошке мреже Војводине. Споредни циљ био је дефинисање смерница и приоритетних задатака међусекторске сарадње намењеним стручним институцијама заштите природе и управљачима заштићених подручја. Као заједнички интерес водопривреде и заштите природе наводе се проблеми заштите квалитета површинских вода, унапређивање еколошких коридора, као и мултифункционално уређивање заштитних појасева. Комуникација између подручја код којих је раније постојала природна веза остварује се формирањем нових или очувањем постојећих еколошких коридора. На територији АП Војводине постоји неколико еколошких коридора од међународног значаја, као и већи број еколошких коридора од регионалног значаја који припадају хидролошкој мрежи (Слика 36). Реке са плавном зоном и мртвајама омогућују комуникацију међу стаништима која се налазе уз њихове обале и притоке, а насипи омогућавају миграцију врстама сувих

станишта. Као што је већ речено многа од ових станишта су деградирана, па је потребна њихова ревитализација. У многим земљама тај проблем се решава изградњом мултифункционалних ретензија, па се на тај начин врши и заштита од поплава. Ово се остварује у оквиру интегралног приступа управљања водотоковима. Још један вид заштите станишта представљају мали мелиорациони канали и јаркови. Они представљају кључни тип станишта за дивље врсте, а омогућавају и опстанак врстама аграрних предела. Каналска мрежа обезбеђује коридоре за сезонске миграције водоземаца и гмизаваца, између станишта која служе за размножавање или хибернацију. У току проналажења слободних територија каналска мрежа пружа заклон младим јединкама сисара, од којих су неке и врсте од међународног значаја. С друге стране, травна вегетација заштитних појасева канала повезује ливадска и слатинаста станишта, па на тај начин каналска мрежа ствара основу еколошке мреже пољопривредног предела. Квалитет воде се може побољшати уређењем приобалног земљишта, чиме се смањује потреба за измуљивањем и обезбеђује функционисање еколошких коридора (Покрајински завод за заштиту природе, 2011).



Слика 36. Еколошки значајна подручја и коридори (Покрајински завод за заштиту природе, 2011)

#### 7.4. Ревитализација обала

Ревитализација обала најчешће подразумева утврђивање обала, сађење вегетације, односно стварање бафер зона, измену нагиба обала, уклањање рукаваца, наноса, успостављање шљунковитих спрудова, острва или меандара сличних оним у природном стању (Vogt et al., 2010).

Постоје бројне биоинжењерске технике за постизање стабилности речних обала, које користе природне материјале и одређену обалску вегетацију за



контролу ерозије и обезбеђивање дуготрајне стабилности, док с друге стране, покушавају да негативне ефекте стабилизације сведу на минимум. Такве технике се могу сврстати у две основне групе: оне које смањују снагу воде у односу на обалу и оне које повећавају отпорност обале у односу на снагу воде. Обе биоинжењерске технике користе обалску вегетацију као средство за контролу ерозије. Раст вегетације смањује брзину воде према обали. Током времена, како вегетација расте и сазрева, тврда маса коју стварају корени биљака, може омогућити заштиту од ерозије и рушења и повећати снагу унутрашње обале. Многе технике, које су пројектоване да смање снагу воде у односу на обалу, то чине усмеравајући ток даље од обале. Конструкције, које се користе за директно удаљавање тока од обале су направљене од природних материјала као што су балвани и матичне стене. Ови материјали могу да се користе и за стварање одређених површина у речном кориту, као што су базени, па на тај начин могу повећати укупну стабилност речног профила услед расипања енергије. Други пример технике за смањење снаге воде у односу на обалу је мењање облика обале, како би се смањио угао. Технике које су пројектоване да повећају отпорност обале у односу на снагу воде функционишу у многоме на исти начин као традиционалне технике учвршћивања, као што су вреће са песком, рип-рап, бетон, тако што учвршћују речну обалу материјалима који су отпорнији на снагу воде од природних, оригиналних земљишта. Природни материјали, као што су биљна влакна обезбеђују отпорност на ток, а такође служе као супстрат на коме се биљке развијају, или испуњавају међупростор да би обезбедиле контакт са земљиштем за биљке са кореном. У подручјима која су подложна већој нестабилности, као што су она у којима су тангенцијални напон и брзине токова посебно изражене, биоинжењерске технике имају малу вероватноћу да успеју (поготово саме) и због тога су традиционалне методе (нпр. коришћење бетона, рип-рап и врећа са песком) неопходне да спрече ерозију тла на обалама. Биоинжењерске технике и традиционалне методе учвршћивања не искључују једне друге. У подручјима где су брзине токова релативно изражене биоинжењерске технике се могу користити заједно са традиционалним методама учвршћивања да би се обезбедила најефикаснија стратегија за стабилност обале. Било која техника за стабилизацију обале требало би да се пројектује са циљем да спречи сваку значајну ерозију

обале и бочно скретање тока, који стварају разноврсне типове речних обала, што је од критичне важности за многе биљке и животиње који користе обале. Због тога, док се с једне стране чине напори да се смање еколошки утицаји, с друге стране било која техника за стабилизацију обала, укључујући и биоинжењерске технике има дуготрајне или трајне еколошке последице. У неким случајевима, методе стабилизације обала се примењују само на издвојене делове тока, па се на тај начин смањују негативни ефекти у поређењу са стабилизацијом обала дуж целог речног тока. Овај приступ делимичне или испрекидане стабилизације обала фокусиран је на подручја са највећом потребом за стабилизацијом. Док су многе биоинжењерске технике специфично пројектоване да смање брзину тока, расипање енергије и ерозију, дуж обала где се примењују, пре него да једноставно преусмере енергију реке узводно или низводно, оне су доследне са испрекиданом стабилизацијом обале јер пројектовање стабилизације за појединачне секције речне обале може минимизирати померање енергије што може утицати на оближње сегменте речне обале. Ово је погодан приступ за контролу ерозије и стабилизацију обала који узима у обзир потенцијалне утицаје мера појединачне стабилизације на делове обала који нису стабилизовани и предузима кораке да спрече повећање ерозије у другим подручјима.

Сађење зељасте и дрвенасте вегетације је један од најједноставнијих облика стабилизације обала. Корени биљака помажу стабилизацију земљишта везивањем честица земљишта и одстрањивањем влаге из земљишта. Надземни делови биљке обезбеђују заштиту површине земљишта и смањују брзину воде. Засади се састоје од појединачних стабљика траве, трске и рогоза. Они се често засађују дуж нижих делова обале, приближно 0,3048 m испод редовног високог водостаја где формирају густиш који помаже да се спречи спирање у нижим подручјима. Често се користе живи кочићи који представљају неактивне (али живе) калеме или гране дужине до 1 m, који се пободу у земљиште на или испод највише висине обале. Ако се правилно припреми, користи и постави, живи кочић ће се под повољним условима укоренити и развити. Само неколико врста се може добро развити из живих кочића. У те врсте спадају врба, дрен и зова. Живи снопови прућа представљају дугачке свежење дрвенасте вегетације закопане на речној обали у плитким јарковима постављеним паралелно са речним током. Ови

снопови клијају и развијају коренов систем који држи земљиште на месту и штити обалу од ерозије. Жбунасти покривач је слој живих разгранатих изданака, који су постављени нормално на речни ток, а на месту их држи жица. Између слојева жбуња се често постављају живи кочићи, а живи снопови прућа се често постављају на нижи део обале ради додатне заштите. Слој покрива обалу и обезбеђује велику отпорност на тангенцијални напон и повећану храпавост, смањујући тиме брзину тока. Из ових разлога, жбунасти покривач је једна од неколико техника погодних за спољну страну меандра, где тангенцијални напон на ближој обали тажи да буде умерен до висок и/или где је простор за ископавање ограничен или су релативно дубока удубљења близу обале. Живи изданци и живи кочићи који чине покривач размножавају обалску вегетацију. Уз то, неравна површина бројних гранчица које чине покривач тежи да задржи седимент током поплава, стварајући тиме подлогу за насељавање аутохтоне вегетације.

Обалска клупа је приближно равна површина различите ширине (обично не мање од 1,24 m), конструисана ископавањем или попуњавањем удубљења. Клупа се конструише у висини обале. Пројектована је не само да стабилизује речну обалу него и ток. Код усечених токова повећане су брзине, па је у таквим условима изражена нестабилност обала и корита што доводи до ерозије обале. У таквим условима улога обалске клупе је да модификује конфигурацију корита тако што ће је превести у стабилну форму која има дужину и ширину неопходну за транспорт седимената како током времена не би дошло до агрегације или деградације. На тај начин се повећава укупан капацитет транспорта седимената, а смањује тангенцијални напон. Обалска клупа може бити самостална мера, али се такође може користити тамо где се дешава било какво ископавање, преобликовање или учвршћивање речне обале. Такође се користи у комбинацији са сађењем вегетације, како би се обезбедила додатна стабилност; типично, жбунаста и зељаста вегетација се саде на или изнад клупе, док се само зељаста вегетација сади испод клупе. Вегетација на клупи повећава храпавост што опет смањује брзину тока дуж обале и омогућава таложење седимента. Обалске клупе би се могле користити на правим потезима између окука меандара да помогну даље смањење умереног тангенцијалног напона. Клупе се или ископавају на постојећим обалама (што захтева одстрањење земљишта са обале) или где је

корито прешироко (нпр. шире него што је потребно да пренеси своје седimente) подижу се у кориту. Обалске клупе се такође могу укључити у реконструкцију унутрашњих страна меандарских окука.

Насипи од свежњева коренова су окренути ка току, док су стабла или дебла обореног дрвећа закопана на обали реке. Обично, коренов систем који се користи као свежањ коренова треба да буде најмање пречника 1 m. Свежњеви корена се често групишу дуж спољне окуке меандра да би се формирао заштитни слој против повећаног утицаја тангенцијалног напона на речне обале. Свежњеви коренова се често користе у комбинацији са балванима и стенама како би се обезбедио целовит насип, тако што се дрво са свежњевима коренова положи преко балвана, који је у подножју, да би се обезбедила стабилност и постигао одговарајући угао, неопходан да се што је могуће више повећа отпорност у односу на ток. Стене се често постављају између свежњева коренова да би се минимизирала ерозија или спирање око свежњева коренова и да би се учврстили свежњеви коренова како би се повећала њихова толеранција на тангенцијални напон. Пошто постоји могућност да дође до спирања свежњева коренова око конструкције, посебно на горњем делу обале изнад свежњева коренова, груписање свежњева коренова је обично праћено засађивањем вегетације или слојева жбуња, како би се стабилизовао горњи део обале. Кад се на одговарајући начин постави да се минимизира спирање око конструкције, свежњеви коренова могу обезбедити висок степен стабилности. Могу се користити заједно са другим поступцима у подручјима високог или умереног оптерећења обала. Свежњеви коренова су посебно корисни на спољашњој окуци меандра, поред подручја највећег приобалног оптерећења, као прелаз између тежих поступака као што су рип-рап и балвани и мекших као што су обалске клупе.

Постоји и техника постављања напуњених врећа органским материјалом и стенама на речној обали да учврсти нагибе. Вреће се типично постављају у озиданом делу, при чему се користе траке или ексери да би се створила стабилна површина. Траке су састављене од синтетичког материјала који је пуњен биљним медијумом. Аутохтоне биљке су засађене између слојева или подижу вреће да би поспешиле раст вегетације. Вреће пропадају под утицајем УВ зрачења и могу

трајати од 10 до 50 година у зависности од количине зрачења. Ова техника се може користити на умерено стрмим обалама или у подручјима умереног до високог тангенцијалног напона. Ове површине се јављају у различитим геоморфолошким условима, укључујући спољашње стране широких меандарских окука, правих потеза где је талвег близу обале, или низводно од чврстих меандарских окука.

Постоје и мреже које представљају конструкције које се постављају у водоток како би скренуле приобалне ерозионе снаге даље од нестабилних речних обала. Мреже од балвана се састоје из балвана са свежњевима коренова причвршћеним за обалу, окренутим узводно и искошеним на силазни нагиб од висине обале до висине корита на крају балвана. Подножје које се састоји од другог балвана или стене је постављено испод балвана. Дуж подножја се често поставља филтер тканина, а површина између балвана и обале је поново испуњена да би се спречило подривање мреже. Мрежа од стена је сличне геометрије, али је конструисана од великих комада стена. Мреже се обично постављају на узводном крају спољашње меандарске окуке или друге нестабилне површине средњег или високог приобалног оптерећења да би се скренуо ток даље од обале и расипала енергија. У већини случајева мреже од балвана и стена се могу користити наизменично. Постоји неколико околности у којима је тешко поставити мрежу од балвана као у случају кад је вода сувише дубока или је обала сувише ниска да би се адекватно закопао и учврстио балван. Могу бити и друге ситуације кад је обала сувише висока или стрма па није погодно коришћење мрежа од балвана. У овим примерима мреже од стена имају предност у односу на мреже од балвана. Варијанте мреже представљају обалске стене. То су мале ниске стене или конструкције од балвана, оријентисане узводно, које се протежу до талвега водотока и имају сврху да скрену ток даље од еродираних обала, помажући тако да се талвег одржава ка центру корита. Обично се обалске стене постављају у серијама дуж спољашње стране меандарске окуке. Разликују се од мрежа од балвана по томе што обично не штрче на више од трећине пута у речном кориту.. Показало се да су обалске стене ефикасне у преусмеравању токова и индуковању наноса. Оне се типично користе у меандарским окукама са широком пречником кривине, које немају екстремно висок тангенцијални напон и/или на секцијама

речног корита која су преширока да би помогле одржавање транспорта седимента (AECOM Environment Westford, 2010).

Везане бетонске конструкције представљају бетонске блокове који се састоје од три бетонска крака под правим углом строго фиксирани у центру. Ове структуре се постављају дуж нижег дела нагиба обале да би се расипала енергија воде која делује на обалу и тако смањила ерозија а повећала акумулација. Празнине у средини су често попуњене земљом или камењем. Празан простор код везаног бетона омогућава успостављање вегетације између блокова. Блокови често скупљају крупне и ситне седimente кад су функционални тако да омогућују да се вегетације обале природно обнови, као што систем постаје саставни део обале. Везани бетон се може користити као алтернатива рип–рапу у околностима где није могућа потпуна имплементација других поступака на обали, као кад се радови на стабилизацији одвијају док вода тече кроз корито. У оваквим ситуацијама, поступак који укључује везани бетон може се користити да заштити нижи део обале и спречи спирање и подривање обале.

Стене се дуго времена користе да обезбеде тренутну и трајну заштиту речних обала. Један од начина употребе стена је рип–рап, који се састоји од великих угластих стена на обали да се смањи тангенцијални напон и ерозија. Рип–рап је једна од најефикаснијих мера на нижем делу нагиба или обале за спречавање ерозије. Основна предност рип–рапа у односу на вегетацију је тренутна ефикасност са малим или без периода утврђивања. Када се разматра коришћење ове технике узима се у обзир величина стена, облик, нагиб и густина. У неким случајевима комбинује се заједничко засађивање са рип–рапом да би се обезбедила вегетација. Заједничко засађивање се односи на уметање засада и/или живих кочића између стена да би се поспешило развој приобалне вегетације. Сађење биљних одрезака у рип–рапу помаже да се обезбеди дуготрајна стабилност кад се једном успостави вегетација. Рип–рап се користи на обалама које су под утицајем високог приобалног тангенцијалног напона. Уколико је потребно уклања се земљиште са обале, а рип–рап се поставља од најнижег дела до максималне висине обале. Изнад се могу користити други поступци као што је

заједничко засађивање (где је погодно) да се обнови зељаста и жбунаста вегетација на обали.

Насип од повезаних бетонских блокова је средина од међусобно спојених јединица бетонских блокова инсталираних да обезбеде насип отпоран на ерозију. Јединице бетонских блокова су спојене геометријским везама, кабловима, конопцима, геотекстилом, геомрежама да би формирали мадрац (Слика 37). Бетонски мадрац прекрива геотекстилна влакна. Постоје системи ових насипа са различитим својствима. Блокови су изливени у везујућим или неvezујућим облицима и обично су упрегнути кабловима, али не морају бити. Блокови могу бити отворене или затворене ћелије. Отворени блокови омогућавају већи простор за земљиште које се смешта у њих или за седимент који испуњава отворене површине и у којима се може евентуално развити вегетација. Насипи од везаног бетона су применљиви у високоризичним срединама где нису пожељна додатна померања или промена облика обала, посебно у подручјима где су велике брзине и тангенцијални напони (AECOM Environment Westford, 2010).



Слика 37. Везани бетонски блокови (AECOM Environment Westford, 2010)

На територији АП Војводине проблему ревитализације обала није посвећено довољно пажње. Обалоутврде су најзначајније регулационе грађевине које се изводе у циљу фиксирања обала при уређењу великих река као што су Дунав, Тиса и Сава. На овим рекама се користе неке од наведених техника: бетонски блокови, бетонски мадрац и стене (Божиновић, 1990). На рекама са честим меандрима (као што је Тиса) могу се користити и друге технике као што су жбунасти покривач, обалска клупа, насипи од свежњева корења, вреће са органским материјалом и стенама.

Једини пројекат који се бави овим проблемом је „Проширење обалоутврде – кеја у две фазе“, а односи се на обалу Дунава у Бачкој Паланци. Институт за заштиту на раду из Новог Сада урадио је Студију о процени утицаја на животну средину. Пројекат је реализован током 2012 .године, а процењено је да изградња није имала негативан утицај на квалитет воде Дунава (осим у току самог извођење радова (због ископавања и багеровања процењено је да би могло доћи до повремених замућивања). Међутим, током изградње је долазило до уклањања дела аутохтоне вегетације и тла. С друге стране, позитиван утицај се огледао у заустављању процеса ерозије, с обзиром да се обала вертикализује и покрива бетоном (Бероња и Дончев – Бачић, 2012). Претходно поменути пројекат Реконструкција и рехабилитација Канала Бегеј као један од задатака наводи поправљање обалоутврда, односно уклањање загађеног наноса (седимената и муља) са обалоутврда (Rijks, 2004).



## 8. ГЕОЕКОЛОШКИ МОДЕЛ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА АП ВОЈВОДИНЕ

Геоколошке детерминанте имају позитиван и негативан утицај на одрживи развој АП Војводине. Негативан утицај често имају хидролошко–климатске детерминанте (суше и поплаве), педолошке детерминанте (халоморфна земљишта и одређени типови хидроморфних земљишта, као што су ритска црница и псеудоглеј), орографске детерминанте (појава бујица и ерозије), социо–економске детерминанте (депопулација и незапосленост) и загађење вода. Позитиван утицај имају педолошке детерминанте (аутоморфна земљишта типа чернозем и семихидроморфна земљишта, тј. ливадске црнице), биотичке детерминанте (разноврсност станишта и врста), као и адекватна примена одговарајућих мера за заштиту од загађења и ревитализацију водотока: системи за пречишћавање отпадних вода (примарно, секундарно и терцијарно пречишћавање), коришћење отпадних вода у пољопривреди, примена правних, планско–урбанистичких и економских мера, стварање информационе основе, мере за спречавање акцидентног загађења, установљење форланда, очување водених екосистема и ревитализација обала.

На основу геоколошких детерминанти које имају највећи утицај на одрживи развој АП Војводине предложен је геоколошки модел одрживог развоја који се састоји из следећих индикатора:

**Индекс аномалије падавина (Rainfall Anomaly Index – RAI):** > 3 екстремно влажна; од 2 до 2,99 веома влажна; од 1 до 1,99 умерено влажна; од 0,5 до 0,99 незнатно влажна; од 0,49 до -0,49 нормална; од -0,5 до -0,99 незнатно сушна; од -1 до -1,99 умерено сушна; од -2 до -2,99 веома сушна; < -3 екстремно сушна.

**Пољопривредно земљиште угрожено поплавама:** до 10% мале поплаве; 10–15% високе поплаве; 50–70% велике поплаве; преко 70% катастрофалне поплаве; ([www.bs.scribd.com/doc/200717168/Poplave-u-RS#scribd](http://www.bs.scribd.com/doc/200717168/Poplave-u-RS#scribd))

**Укупан квалитет воде:** (на основу CWQI): 0–44 лош; 45–64 гранични; 65–79 средњи; 80–94 добар; 95–100 одличан; (на основу SWQI): 0–38 врло лош; 39–71 лош, 72–83 добар, 84–89 врло добар и 90–100 одличан;

**Квалитет воде за потребе пољопривреде:** (на основу AFWQI): 0–44 лош; 45–64 гранични; 65–79 средњи; 80–88 добар; 89–94 врло добар; 95–100 одличан;

**Квалитет земљишта** (на основу SoQI одређује се приоритет за ремедијацију): 0–29 веома висок; 30–49 висок; 50–69 средњи; 70–89 низак; 90 веома низак;

**Индекс биодиверзитета** (на основу Shannon–Weaver indexa одређује се биодиверзитет и квалитет воде): > 3: чисте воде; 2–3: мало загађене воде; 1–2: умерено загађене воде и < 1: загађене воде;

**Степен развијености региона и јединица локалне самоуправе:** 1. изнад републичког просека; 2. 80–100% републичког просека; недовољно развијена: 60–80% републичког просека; изразито недовољно развијена: испод 60% републичког просека; девастирана подручја: испод 50 % републичког просека.

Овај геоколошки модел се може применити на подручје АП Војводине и на поједине њене делове. Сваком од ових индикатора биће додељена одговарајућа позитивна или негативна вредност геоколошког индекса у зависности од могућег утицаја на одрживи развој (Табела 41).

Табела 41. Индикатори геоколошког модела

<b>RAI</b>		>3 <-3	2-2,99 (-2)-(-2,99)	1-1,99 (-1)-(-1,99)	0,5-0,99 (-0,5)-(-0,99)	(-0,49)-(0,49)		
<b>Поплаве</b>	>70%	50-70%	16-49%	10-15%	<10%			
<b>CWQI</b>		0-44		45-64	65-79	80-94		95-100
<b>SWQI</b>		0-38		39-71	72-83	84-89		90-100
<b>AFWQI</b>		0-44		45-64	65-79	80-88	89-94	95-100
<b>SoQI</b>		0-29		30-49	50-69	70-89		>90
<b>Shannon-Weaver index</b>			<1	1-2	2-3	>3		
<b>Степен развијености</b>		<50 %	<60%	60-80%	80-100%	изнад просека		
<b>Геоколошки индекс</b>	- 25	- 20	- 15	- 10	0	10	15	20

Максимална вредност геоеколошког индекса одрживог развоја на основу коришћених индикатора износи 110, док минимална износи –160. Предложени модел се може мењати, с обзиром да се могу користити и други индикатори одрживог развоја, па према томе ни наведене вредности нису фиксне. Уколико је укупна вредност геоеколошког модела позитивна, значи да постоје повољни услови за одрживи развој, који се може остварити применом одговарајућих мера. С друге стране, уколико је укупна вредност негативна, значи да постоје велики проблеми у остваривању одрживог развоја, као и да су мере за његово постизање неадекватне или се не спроводе на одговарајући начин. Као пример ће се анализирати индикатори из 2013. године.

### **8.1. Индекс аномалије падавина (RAI)**

За израчунавање овог параметра коришћени су подаци о укупној количини падавина за 2013. годину са метеоролошких станица Банатски Карловац, Вршац, Зрењанин, Кикинда, Римски Шанчеви, Сомбор и Сремска Митровица. Добијене су следеће вредности RAI: Банатски Карловац -0,14, Вршац 0,12, Зрењанин -0,05, Кикинда 0,29, Римски Шанчеви 0,39, Сомбор 0,43 и Сремска Митровица 0,06. На основу ових показатеља може се закључити да је 2013. година била нормална.

### **8.2 Пољопривредно земљиште угрожено поплавама**

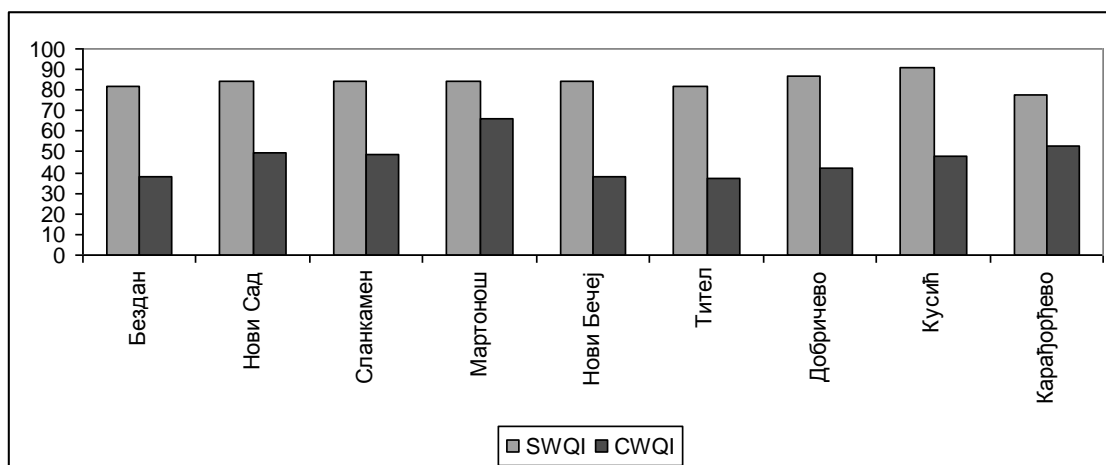
Према подацима Републичког завода за статистику током 2013. на територији Војводине поплављено је укупно 270 ха земљишта, што чини 0,015 % од укупних 1 773 215 ха. Према овом индикатору Војводина током 2013. године није била угрожена поплавама.

### 8.3 Укупан квалитет воде

За одређивање укупног квалитета воде коришћени су SWQI и CWQI (Табела 42, Слика 38). SWQI одређује само органско загађење, па је због тога коришћен и CWQI. Иако CWQI осим укупног квалитета воде одређује квалитет воде за друге сврхе: станиште за водене организме, пијаћа вода, рекреација, наводњавање и вода за домаће животиње, у оквиру овог модела коришћен је само параметар укупног квалитета воде. Разлози за то су следећи: квалитет воде за водене организме одређиван је помоћу Shannon–Weaver индекса биодиверзитета, квалитет воде за наводњавање и домаће животиње помоћу AFWQI; с обзиром да се вода за пиће не користи директно или уопште из ових водотока није било потребе одређивати њен квалитет, док је за рекреацију био доступан само један параметар (pH), што је недовољно за одређивање квалитета воде. Коришћени су подаци за параметре квалитета воде са следећих станица: Бездан, Нови Сад, Сланкамен (Дунав), Мартонош, Нови Бечеј, Тител (Тиса), Добричево (Караш), Кусић (Нера) и Карађорђево (Криваја).

Табела 42. Укупан квалитет воде за 2013. годину

Станица	SWQI	CWQI
Бездан	Добар (82)	Лош (38)
Нови Сад	Врло добар (84)	Гранични (50)
Сланкамен	Врло добар (84)	Гранични (49)
Мартонош	Врло добар (84)	Средњи (66)
Нови Бечеј	Врло добар (84)	Лош (38)
Тител	Добар (82)	Лош (37)
Добричево	Врло добар (87)	Лош (42)
Кусић	Одличан (91)	Гранични (48)
Карађорђево	Добар (78)	Гранични (53)



Слика 38. Укупан квалитет воде на основу SWQI и CWQI

Велике разлике у вредностима SWQI и CWQI произилазе из коришћења различитих параметара. Високе вредности SWQI показују да није присутно органско загађење, док ниске вредности CWQI указују на присуство загађења неорганског порекла, пре свега металима (Табела 43).

Табела 43. Параметри загађења на основу CWQI

Станица	Највећи број погрешних тестова	Највећа вредност нормалне суме одступања ( <i>nse</i> )
Бездан	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Алуминијум (Al)
Нови Сад	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Алуминијум (Al)
Сланкамен	Алуминијум (Al), Мутноћа	Алуминијум (Al)
Мартонош	Алуминијум (Al)	Алуминијум (Al)
Нови Бечеј	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Алуминијум (Al)
Тител	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Алуминијум (Al)
Добричево	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Алуминијум (Al)
Кусић	Алуминијум (Al), Бакар (Cu)	Бакар (Cu)
Карађорђево	Алуминијум (Al), Арсен (As)	Бакар (Cu)

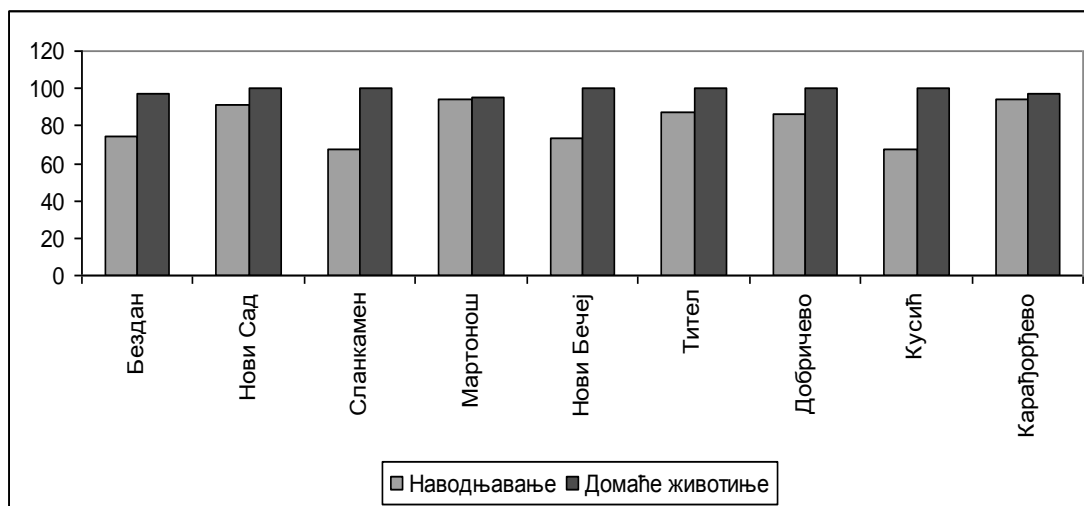
На свим станицама и у свим мерењима забележене су повећане концентрације алуминијума, изнад горње границе CWQI. Слична ситуација је и са багром, осим у случају Мартоноша, где су од 12 мерења 4 била у дозвољеним границама.

## 8.4. Квалитет воде за потребе пољопривреде

За одређивање квалитета воде за потребе пољопривреде коришћен је AFWQI (Табела 44). На основу овог индекса одређен је квалитет воде за наводњавање и за домаће животиње (Слика 39). Коришћени су подаци за параметре квалитета воде са следећих станица: Бездан, Нови Сад, Сланкамен (Дунав), Мартонош, Нови Бечеј, Тител (Тиса), Добричево (Караш), Кусић (Нера) и Карађорђево (Криваја).

Табела 44. Квалитет воде за пољопривреду за 2013. годину на основу AFWQI

Станица	Наводњавање	Домаће животиње
Бездан	Средњи (74)	Одличан (97)
Нови Сад	Врло добар (91)	Одличан (100)
Сланкамен	Средњи (67)	Одличан (100)
Мартонош	Врло добар (94)	Одличан (95)
Нови Бечеј	Средњи (73)	Одличан (100)
Тител	Добар (87)	Одличан (100)
Добричево	Добар (86)	Одличан (100)
Кусић	Средњи (67)	Одличан (100)
Карађорђево	Врло добар (94)	Одличан (97)



Слика 39. Квалитет воде за потребе пољопривреде на основу AFWQI

На основу високих вредности AFWQI за наводњавање, а нарочито за домаће животиње, може се закључити да се ови водотоци могу користити за пољопривредне

сврхе. Међутим, анализе појединачних показатеља указују на повећане концентрације одређених параметара (Табела 45).

Табела 45. Параметри загађења према AFWQI

Станица	Наводњавање		Домаће животиње	
	Погрешни тестови	<i>nse</i>	Погрешни тестови	<i>nse</i>
Бездан	Укупни колиформи	Фекални колиформи	Феноли	Феноли
Нови Сад	Укупни и фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Сланкамен	Укупни и фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Мартонош	Фекални колиформи и Арсен (As)	Фекални колиформи	Феноли	Арсен
Нови Бечеј	Укупни и фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Тител	Фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Добричево	Укупни и фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Кусић	Фекални колиформи	Фекални колиформи	Нема	Нема
Карађорђево	Манган (Mn) Никал (Ni)	Манган (Mn)	Феноли	Феноли

На свим станицама, изузев Карађорђево, у већем броју мерења забележене су повећане концентрације укупних и фекалних колиформних бактерија.

## 8.5. Квалитет земљишта

Квалитет земљишта одређиван је на основу SoQI. На основу овог индекса може се одредити квалитет земљишта за пољопривреду, комерцијалну употребу, индустрију и становање. Квалитет земљишта одређиван је на следећим



локалитетима: Нови Сад (Дунавски парк), Зрењанин (Депонија), Рума (Депонија), Суботица (Депонија).

*Табела 46. Квалитет земљишта на основу SoQI*

Станица	SoQI
Нови Сад (Дунавски парк)	Веома низак – 94
Зрењанин (Депонија)	Низак – 79
Рума (Депонија)	Низак – 87
Суботица (Депонија)	–

За локалитет Нови Сад (Дунавски парк) коришћени су параметри за комерцијално земљиште, док су за депоније у Зрењанину, Руми и Суботици коришћени параметри за индустријско земљиште. На посматраним станицама забележен је висок и веома висок квалитет земљишта, тако да је према SoQI потреба за ремедијацијом ниска и веома ниска. За депонију у Суботици није добијен SoQI с обзиром да није било погрешних тестова, па се и за њу може закључити да је земљиште веома високог квалитета. Међутим, на осталим станицама су ипак забележени параметри са повећаним концентрацијама, изнад границе SoQI (Табела 47).

*Табела 47. Параметри са повећаним вредностима*

Станица	Погрешни тестови	Просечна сума одступања (ase)
Нови Сад (Дунавски парк)	pH	pH
Зрењанин (Депонија)	Никал (Ni)	Никал (Ni)
Рума (Депонија)	Никал (Ni)	Никал (Ni)
Суботица (Депонија)	Нема	Нема

Повећане pH вредности у Новом Саду су забележене у 5 од укупно 6 узорака, док су повећане вредности никла забележене у једном узорку у Зрењанину и у два узорка у Руми од по 6 мерења.

## 8.6. Индекс биодиверзитета

На основу Shannon–Weaver индекса (Табела 48) одређује се биодиверзитет, као и квалитет воде за живот водених организама. Мерења су вршена на следећим станицама: Бездан, Нови Сад, Сланкамен (Дунав), Мартонош, Нови Бечеј, Тител (Тиса), Добричево (Караш) и Карађорђево (Криваја).

Табела 48. Shannon–Weaver индекс биодиверзитета

Станица	Shannon–Weaver индекс
Бездан	1,57 – умерено загађење
Нови Сад	2,35 – мало загађење
Сланкамен	2,09 – мало загађење
Мартонош	2,19 – мало загађење
Нови Бечеј	2,22 – мало загађење
Тител	2,02 – мало загађење
Добричево	2,49 – мало загађење
Карађорђево	2,65 – мало загађење

Извор: Хидролошки годишњак, РХМЗ, 2013

На основу средњих вредности овог индекса види се да су испитивани водотоци били мало загађени, изузев Дунава на профилу Бездан где је присутно умерено загађење. Умерено загађење било је присутно и приликом једног мерења на Тиси на профилу Тител, када је Shannon–Weaver индекс износио 1,89.

## 8.7. Степен развијености региона и јединица локалне самоуправе

Регион Војводине у целини спада у недовољно развијене регионе, јер је вредност бруто–домаћег производа испод републичког просека. Када су у питању јединице локалне самоуправе у АП Војводини су заступљене четири групе:

- *прву групу* чине јединице локалне самоуправе чији је степен развијености изнад републичког просека: Бачка Паланка, Беоцин, Врбас, Вршац, Зрењанин, Кањижа, Нови Сад, Панчево, Пећинци, Сента, Сремски Карловци, Стара Пазова, Суботица;

- *другу групу* чине јединице локалне самоуправе чији је степен развијености 80–100% републичког просека: Ада, Апатин, Бач, Бачка Топола, Бечеј, Инђија, Кикинда, Кула, Нови Бечеј, Нови Кнежевац, Озаци, Рума, Сомбор, Сремска Митровица, Темерин;
- *трећу групу* чине недовољно развијене јединице локалне самоуправе чији је степен развијености 60–80% републичког просека: Алибунар, Бачки Петровац, Бела Црква, Жабал, Ириг, Ковачица, Ковин, Мали Иђош, Нова Црња, Опово, Србобран, Тител, Чока, Шид;
- *четврту групу* чине изразито недовољно развијене јединице локалне самоуправе чији је степен развијености испод 60% републичког просека: Житиште, Планиште, Сечањ.

### **8.8. Геоеколошки индекс одрживог развоја**

На основу вредности индикатора из Табеле 42, добијена је вредност геоеколошког индекса 30,6. Позитивне вредности имали су RAI, SWQI, AFWQI и SoQI. Негативне вредности имали су CWQI, Shannon–Weaver индекс и Степен развоја региона и јединица локалне самоуправе. Укупна вредност геоеколошког индекса указује на позитиван тренд одрживог развоја, који се уз примену описаних мера може и побољшати. Поред тога, потребан је дугогодишњи континуирани мониторинг свих индикатора (нарочито параметара квалитета земљишта), како би вредности геоеколошког индекса поузданије одражавале стање одрживог развоја.

## 9. ЗАКЉУЧАК

Заштита, ревитализација и рационално коришћење вода представљају неке од кључних проблема и задатака савременог друштва у циљу задовољења основних животних потреба у складу са начелима одрживог развоја. Ови проблеми су веома изражени у АП Војводини у којој је и поред великих река које протичу овом територијом неповољна ситуација са квалитетом и квантитетом воде. У циљу утврђивања, анализе и решавања ових проблема врше се различита геоеколошка истраживања.

У раду се тежило анализи геоеколошких детерминанти и њихове међузависности, као и утврђивању могућности примене одговарајућих мера у циљу побољшања постојећег стања. Допринос представља примена специфичне методологије, на основу које је, са више аспеката анализиран, пре свега, квалитет воде. Добијене резултате могу применити различити корисници. Геоеколошки модел који је предложен као резултат анализе геоеколошких детерминанти може се даље разрађивати, а такође може служити за процену постојећег стања одрживог развоја АП Војводине.

Геоеколошке детерминанте анализирани су са аспекта климе, хидрологије, рељефа, земљишта, живог света и социо-економске компоненте. Анализа је потврдила позитивне и негативне утицаје геоеколошких детерминанти на одрживи развој. Због сложеног утицаја на абиотичка, биотичка и антропогена својства простора, клима се често представља као водећи геоеколошки фактор. Температуре и падавине често негативно делују на одрживи развој услед честих смена суша и поплава. Велике температурне амплитуде током године имају значајан утицај на учесталу појаву суша и мраза. Неуједначен распоред падавина током влажних и сушних година доводи до смене суша и поплава. Осим климатских, на поплаве утичу и педолошке детермеинанте. Што је већа ретенциона способност земљишта, поплаве су мање и обрнуто. На поплаве, нарочито у долини Тисе утицај имају и геолошке и геоморфолошке карактеристике, јер је Тиса усекла своју долину у неотпорним

квартарним и терцијарним седиментима, због чега има пространу алувијалну раван и мали пад, па самим тим и широк поплазни појас. Педолошке детерминанте су такође уско повезане са геолошким и геоморфолошким карактеристикама. Тако су, под утицајем рељефа, а с тим и измењеног водног режима, на лесним терасама извесне површине типичног чернозема биле извргнуте секундарним процесима, као што су: забаривање, излуживање, оглејавање, заслањивање и/или алкализација у депресијама, или ерозија и деградација (огањачавање) на нагнутим и вишим терасама лесних платоа и Фрушке горе. Иако Војводина није изразито еродибилно подручје ерозија се јавља у садејству орографских и климатских детерминанти, као и под антропогеним утицајем. Тако се за време кишних периода јављају плувијална ерозија и бујични токови на Вршачким планинама и Фрушкој гори, док за време сушних периода преовлађује еолска ерозија. Под антропогеним утицајем, као последица наводњавања долази до спирања земљишта односно јавља се тзв. „иригациона ерозија“. Антропогени фактор има највећи утицај на загађење. Извори загађења потичу из насеља, индустрије, пољопривреде и саобраћаја. Сви ови утицаји потврђују комплексност и међузависност геоеколошких детерминанти и њиховог утицаја на одрживи развој, на основу којих је предложен геоеколошки модел. Геоеколошки модел је састављен на основу геоеколошких детерминанти које имају највећи значај за одрживи развој АП Војводине. Предложени геоеколошки модел се састоји из следећих компоненти: Индекс аномалије падавина (RAI), пољопривредно земљиште угрожено поплавама, укупан квалитет воде (на основу SWQI и CWQI), квалитет воде за потребе пољопривреде (на основу AFWQI), квалитет земљишта за индустријску и комерцијалну употребу (на основу SoQI), индекс биодиверзитета (на основу Shannon–Weaver indexа) и степен развијености региона и јединица локалне самоуправе. На основу ових индикатора добијен је геоеколошки индекс одрживог развоја. За изабрану, 2013. годину добијена је позитивна вредност геоеколошког индекса, што значи да уз адекватну примену свих потребних мера, постоје повољни услови за одрживи развој АП Војводине.

У циљу ублажавања, контроле и делимичног или потпуног решавања проблема негативних последица геооколошких детерминанти, потребно је предузети читав низ мера које се могу поделити у две основне категорије: редовне и интервентне мере. У редовне мере спадају техничке, правно–организационе, планско–урбанистичке мере, инструменти политике и стварање информационе основе. У интервентне мере се убрајају: мере за спречавање инцидентних загађења, утврђивање узрока, врсте опсега и степена угрожености, контрола ширења загађења, обавештавање корисника и забрана коришћења вода. Техничке мере се могу поделити на мере за смањење загађења вода и мере контроле. Техничке мере имају највећи значај за регулисање пречишћавања отпадних вода. Оне подразумевају изградњу и реконструкцију постројења за пречишћавања отпадних вода у зависности од величине насеља. Правно–организационе мере подразумевају инспекцијски и стручни надзор, законско регулисање стандарда за ефлуенте, организацију и начин контроле концентрисаних извора загађења, побољшање организације и начина контроле. Потребно је постојећу законску регулативу ускладити са европским законодавством, што би допринело постизању доброг статуса свих вода, што је основни циљ Оквирне директиве о води 2000/60/ЕЦ. Планско–урбанистичке мере обухватају план управљања квалитетом вода, развој и примену математичких модела и интегралне планове заштите за поједине сливове. Примена математичких модела још увек није довољно развијена. Садашњи модели се углавном користе за анализу постојећег стања квалитета вода, па би у будућности требало више развијати моделе који би предвиђали утицај одређених промена (нпр. изградња или реконструкција уређаја за пречишћавање отпадних вода) на квалитет вода. У инструменте политике спадају: економске мере, информисање, образовање, истраживање и развој. С обзиром да од економских мера највише зависи примена свих осталих мера, потребно је у потпуности примењивати начело „загађивач плаћа“, при чему би казне биле довољно високе да би и у интересу загађивача било да пречишћава своје отпадне воде. Стварање информационе основе подразумева успостављање катастра постројења, успостављање катастра урбаних и индустријских загађивача, успостављање катастра квалитета вода у оквиру кога би се налазиле базе података о

граничним вредностима токсичних и штетних материја. Успостављање базе података је веома важно, јер је то полазна основа за решавање сваког проблема и допринело би скраћивању поступка приликом примене осталих мера. У мере за спречавање акцидентних загађења спадају: утврђивање и уклањање узрока, утврђивање врсте опсега и степена угрожености, утврђивање могућих праваца ширења, контрола ширења, спречавање ширења и санација. Поред ових мера потребно је успоставити систем за обавештавање корисника о загађењу и забрани коришћења вода. Веома је важно да овакав систем што пре почне са радом како би информације о акцидентном загађењу стизале правовремено до корисника и како би се на време донела одлука о забрани коришћења воде и на тај начин спречиле негативне последице, пре свега по здравље становништва. Све ове мере су међусобно повезане и морају се примењивати заједно како би имале позитиван ефекат на одрживи развој. Да би се могле што успешније применити потребно је прецизно дефинисати надлежности одговарајућих институција које се баве њиховим спровођењем (на локалном, покрајинском и републичком нивоу). Такође је важна сарадња институција на ова три нивоа, као и сарадња различитих институција на истом нивоу. Приликом примене ових мера посебна пажња треба да буде посвећена ревитализацији водотокова. Неколико пројеката посвећено је проблему очувања и обнављања водених екосистема. С обзиром да је већина тих пројеката још у току, потребно је извесно време како би се сагледали њихови резултати. На основу искустава у свету, предложено је неколико конкретних мера које се могу делимично или потпуно применити на водотоцима Војводине и могу помоћи у решавању овог проблема. Неке од тих мера су: установљење форланда (ова мера се такође предлаже и у плановима већ постојећих пројеката), обезбеђење аерације (преко степенстих водопада и брана), ревитализација обала.

Да би се ове мере могле применити и да би геоеколошки модел био поузданији, потребан је вишегодишњи континуиран мониторинг, који би обезбедио релевантне податке. Континуирани мониторинг би требало да обухвати све индикаторе, а нарочито квалитет земљишта (који се за сада не испитује редовно), пре

свега за пољопривредну производњу. С обзиром на комплексност и међузависност геоколошких детерминанти, као и сложеност и повезаност мера које је потребно спровести, неопходна су интердисциплинарна и мултидисциплинарна истраживања и пројекти како би се њихови резултати могли применити у пракси, што би имало позитиван утицај на одрживи развој испитиваног подручја.



## **Списак табела**

*Табела 1 – SWQI параметри и  $q_i$  x  $w_i$  максималне вредности*

*Табела 2 – Одређивање вредности  $q_i$  x  $w_i$  на основу одабраних параметара*

*Табела 3 – CWQI параметри*

*Табела 4 – AFWQI параметри*

*Табела 5 – SoQI параметри*

*Табела 6 – Индекс аномалије падавина (RAI)*

*Табела 7 – Минимални, средњи и максимални водостаји Дунава (у см) за период 1946–2013. године*

*Табела 8 – Ниски, средњи и високи водостаји (у см) у Смедереву за периоде 1946–1970. године и 1971–1990 и њихове разлике*

*Табела 9 – Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у см), амплитуде и коте високих водостаја Дунава*

*Табела 10 – Минимални, средњи и максимални водостаји (у см) за период 1976–2013. године на станици Сента*

*Табела 11 – Ниски, средњи и високи водостаји (у см) у Сенти за периоде 1960–1976 и 1976–2013. године и њихове разлике*

*Табела 12 – Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у см), амплитуде и коте високих водостаја Тисе*

*Табела 13 – Минимални, средњи и максимални водостаји (у см) за период 1946–2013. године (станице Сремска Митровица и Шабац) и 1972–2013 (станица Београд)*

*Табела 14 – Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (у см), амплитуде и коте високих водостаја Саве*

*Табела 15 – Минимални, средњи и максимални протицаји Дунава (у  $m^3/s$ ) код Бездана и Богојева за период 1950–2013. године*

*Табела 16 – Минимални, средњи и максимални протицаји Тисе (у  $m^3/s$ ) код Сенте за период 1950–2013. године*

*Табела 17 – Минимални, средњи и максимални протицаји Саве (у  $m^3/s$ ) код Сремске Митровице за период 1950–2013. године*

*Табела 18 – Расположиве површинске воде Војводине ( $m^3/s$ )*

*Табела 19 – Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха ( $^{\circ}C$ ) за период 1991–2010. године*

*Табела 20– Средње месечне и годишње количине падавина (у  $mm$ ) за период 1991–2010. године*

*Табела 21 – Индекс аномалија падавина (RAI) за период 1991 – 2010. године*

*Табела 22 – Ниво ризика за коришћење у пољопривреди третираних отпадних вода*

*Табела 23 – Параметри воде за наводњавање на изабраним локалитетима*

*Табела 24 – Постројења за пречишћавање градских отпадних вода капацитета изнад 2000 ES*

*Табела 25 – Карактеристике отпадне воде насеља*

*Табела 26 – Граничне вредности отпадних вода које се упуштају у јавну канализацију*

*Табела 27 – Распоред становништва по насељима према попису из 2011. године*

*Табела 28 – Примарна (механичка) фаза пречишћавања*

*Табела 29 – Секундарна (биолошка) фаза пречишћавања*

*Табела 30 – Терцијарна фаза пречишћавања*

*Табела 31 – Обрада муља*

*Табела 32 – Граничне вредности за кадмијум (Cd)*

*Табела 33 – Граничне вредности емисије угљентетрахлорида (CCl<sub>4</sub>)*

*Табела 34 – Граничне вредности емисије хексахлорциклохексана (ХЦХ)*

*Табела 35 – Граничне вредности емисије 1,2-дихлоретана (ЕДЦ)*

*Табела 36 – Граничне вредности емисије перхлоретилена (ПЕР)*

*Табела 37 – Граничне вредности емисије трихлорбензола (ТЦБ)*

*Табела 38 – Граничне вредности емисије живе*

*Табела 39 – Стандарди квалитета животне средине (EQS) за приоритетне супстанце и одређене друге загађујуће супстанце*

*Табела 40 – Граничне вредности емисије за комуналне отпадне воде*

*Табела 41 – Индикатори геоеколошког модела*

*Табела 42 – Укупан квалитет воде за 2013. годину*

*Табела 43 – Параметри загађења на основу CWQI*

*Табела 44 – Квалитет воде за пољопривреду за 2013. годину на основу AFWQI*

*Табела 45 – Параметри загађења према AFWQI*

*Табела 46 – Квалитет земљишта на основу SoQI*

*Табела 47 – Параметри са повећаним вредностима*

*Табела 48 – Shannon–Weaver индекс биодиверзитета*

## Списак слика

Слика 1 – АП Војводина (на основу Карте Србије 1:2000000)

Слика 2 – Водотокови АП Војводине (на основу Карте 1:2500000 Водопривредног информационог система Србије)

Слика 3 – Дунав код Новог Сада

Слика 4 – Тиса код Бачког Петровог села

Слика 5 – Сава код Сремске Раче

Слика 6 – Ушће Босути у Саву

Слика 7 – Бегеј између Зрењанина и Клека

Слика 8 – Ушће Златице у Тису код Падеја

Слика 9 – Тамиш код Ботоша

Слика 10 – Тамиш код Опова

Слика 11 – Нера код Кусића

Слика 12 – Шакотиначки водопад

Слика 13 – Криваја код Србобрана

Слика 14 – Ушће Јегричке у Тису

Слика 15 – Средњи месечни водостаји Дунава на станицама Бездан, Богојево и Нови Сад за период 1946–2013.

Слика 16а – Ниски водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 16б – Средњи водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 16в – Високи водостаји на станици Смедерево у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 17 – Средњи месечни водостаји на Тиси на станици Сента за период 1976–2013.

Слика 18а – Ниски водостаји на станици Сента у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 18б – Средњи водостаји на станици Сента у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 18а – Високи водостаји на станици Сента у периоду 1946–1970 и 1971–1990.

Слика 19 – Средњи месечни водостаји на Сави код Сремске Митровице и Шапца за период 1946–2013 и Београд 1972–2013.

Слика 20 – Средњи месечни протицаји ( $\text{y m}^3/\text{s}$ ) за период 1950– 2013. за станице Бездан и Богојево

Слика 21 – Средњи месечни протицаји ( $\text{y m}^3/\text{s}$ ) за период 1950– 2013. за станицу Сента

Слика 22 – Средњи месечни протицаји ( $\text{y m}^3/\text{s}$ ) за период 1950– 2013. за станицу Сремска Митровица

Слика 23 – Педолошка карта АП Војводине 1:400000

Слика 24 – Геоморфолошка карта АП Војводине 1:200000

Слика 25 – Еродибилна подручја у АП Војводини (на основу Карте Подручја угрожена ерозијом Социјалистичка Аутономна Покрајина Војводина 1:300000)

Слика 26 – Ушће Александровачког канала у Пловни Бегеј

Слика 27 – Загађење реке Криваје

Слика 28 – Категоризација терена за лоцирање регионалних депонија (Карта АП Војводине са категоризацијом терена према збирним природним геолошким, хидро и

инжењерско геолошким карактеристикама за избор најповољнијих локација за изградњу регионалних депонија, Геоморфолошке карте АПВ 1:200000)

Слика 29 – Постројење за пречишћавање отпадних вода Суботице

Слика 30 – Пречистач отпадних вода у Бечеју

Слика 31 – Постројење за пречишћавање отпадних вода (шахт са грубом решетком и песколов) Ковачица

Слика 32 – Радови на измуљивању Јегричке

Слика 33 – Утицај заштитног појаса на смањење дифузног загађења

Слика 34 – Устава код Српског Итебеја

Слика 35 – Приказ положаја мултифункционалног еколошког коридора Тисе

Слика 36 – Еколошки значајна подручја и коридори

Слика 37 – Везани бетонски блокови

Слика 38 – Укупан квалитет воде на основу SWQI и CWQI

Слика 39 – Квалитет воде за потребе пољопривреде на основу AFWQI

## ЛИТЕРАТУРА

1. AECOM Environment (2010.), *Riverbank Stabilization Techniques*, Westford, MA, USA.
2. Андрејев Н, Ђорђевић Б, Милорадовић М (2004.), *Воде Дунава и развој водопривреде у апатинском и сомборском Подунављу*, Општински културни центар, Апатин, Воде Војводине, Нови Сад.
3. Antanasijević D, Posajt V, Povrenović D, Perić – Grujić A, Ristić M (2013.), *Modelling of dissolved oxygen content using artificial neural networks: Danube River, North Serbia, case study*, Environmental Science and Pollution Research 20: 9006–9013.
4. Arlettaz R, Lugon A, Sierro A, Werner P, Kéry M, Oggier P. A. (2011.), *River bad restoration boosts habitat mosaics and demography of two rare non-aquatic vertebrates*, Biological Conservation 144: 2126–2132.
5. Bansal M. K. (1973.), *Atmospheric reaeration in natural streams*, Water Research 7: 769–782.
6. Baylar A, Bagatur T. (2006.), *Experimental studies on air entrainment and oxygen content downstream on sharp-crested weirs*, Water and Environment Journal 20: 210–216.
7. Белић А, Јосимов – Дунђерски Ј. (2007.), *Био-системи у пречишћавању отпадних вода*, Пољопривредни факултет у Новом Саду, Нови Сад, 2007.

8. Белић М, Јарак М, Пејић Б, Ђурић С, Нешић ЉГоведарица М (2005.), *Physical, chemical and microbiological properties of chernozem soil in condition with and without irrigation*, Савремена пољопривреда: југословенски часопис за пољопривреду 54 (3/4): 42–46.
9. Белка М, Масон К, Нунес А, Хирвонен Ј, Крузикова Е, Пирк – Велкавр А, Џубински О, Хесе Д, Белинело М, Вернер К. (2007.), *Преглед стања животне средине, Република Србија, Други Преглед*, Уједињене Нације, Економска комисија за Европу, Комисија за програмску политику у области заштите животне средине, Њујорк, Женева.
10. Бороња М, Дончев – Бачић М (2012.), *Студија о процени утицаја на животну средину, Изградња обалоутврде – кеја у две фазе, нетехнички резиме*, Институт за заштиту на раду, Нови Сад.
11. Бесермењи С. (2007.), *Деградација земљишта у Србији*, Зборник радова (Књ. 1), Први конгрес српских географа, Соко Бања 19 – 22. септембра 2006, стр: 353 – 357.
12. Бијелић М, Вучинић О, Кнежевић Н, Марушић С, Атлас С, Недељков М, Радовановић – Јовин Х, Георгијев З, *Инструменти и мере политике АП Војводине*, In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
13. Bjelajac D, Leščešen I, Micić T, Pantelić M (2013.), *Estimation of water quality of Sava River (Vojvodina, Serbia) in the period 2004 – 2011 using Serbian Water Quality Index (SWQI)*, *Geographica Pannonica* 17 (4): 91–97.



14. Богдановић Д, Шеремешкић С, Милошев Д. (2008.), *Хемијска својства чернозема и биланс азота на двопољном плодороду*, Летопис научних радова пољопривредног факултета у Новом Саду 32 (1): 35–42.
15. Богдановић Ж. (1982), *Хидролошки проблеми Срема*, Природно–математички факултет, Нови Сад.
16. Богдановић Ж, Марковић С. (2005.), *Воде Баната*, Природно–математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
17. Божиновић М. (1990.), *Истраживања узрока отказа обалоутврда на алувијалним равнима*, Пољопривредни факултет у Новом Саду, Научно–образовни институт за уређење вода, Нови Сад.
18. Божић П, Стејин Д. (1976.), *Регионално снабдевање водом Фрушке Горе*, Покрајински фонд вода, Нови Сад.
19. Бошњак Т, Ковачев Н. (2014.), *Ревитализација воденог станишта Парка природе „Јегричка“*, Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад.
20. Bowie G, Mills W, Porcella D, Pagenkopf J, Rupp G, Johnson K, Chan P, Gherini S. (1985.), *Rates, constants and kinetics formulations in surface water quality modeling* (second edition), EPA/600/3-85/040, pp. 472.
21. Bruland G. L, Richardson C. J. (2006.), *An assessment of the phosphorus retention capacity of wetlands in the Painter Creek Watershed, Minnesota, USA*, Water, Air and Soil Pollution 171: 169–184.
22. Бугарски Д. (1999.), *Дунав*, Монографија „Воде Срема“, Природно – математички факултет, Нови Сад.

23. Букуров Б. (1975), *Физичко – географски проблеми Бачке*, Српска академија наука и уметности, Београд.
24. Букуров Б. (1978.), *Бачка, Банат и Срем*, Матица српска, Одељење за природне науке, Нови Сад.
25. Букуров Б. (1984.), *Геоморфолошки проблеми Баната*, Војвођанска академија наука и уметности, Нови Сад.
26. Величков В, Јосимов – Дунђерски Ј, Белић А, Салваи А. (2013.), *Терцијарна обрада – неопходност у заштити водотокова ниског еколошког потенцијала*, *Летопис научних радова Пољопривредног факултета у Новом Саду* 37 (1): 45–52.
27. Вељковић, Н. (2006.), *Индикатори одрживог развоја и управљање водним ресурсима*, Задужбина Андрејевић, Београд.
28. Veljković N, Lekić D, Jovičić, M. (2008), *Case study of water management processes: Serbian Water Quality Index*. [http://ksh.fgg.uni-lj.si/bled2008/cd\\_2008/04\\_Water%20management/010\\_Veljkovic.pdf](http://ksh.fgg.uni-lj.si/bled2008/cd_2008/04_Water%20management/010_Veljkovic.pdf)
29. Vidon P, Allan C, Burns D, Duval T. P, Gurwick N, Inamdar S, Lowrance R, Okay J, Scott D, Sebestyen S. (2010.), *Hot spots and hot moments in riparian zones: Potential for improved water quality management*, *Journal of the American Water Resources Association*, Vo. 46, No. 2, pp: 278–298.
30. Vogt T, Hoehn E, Schneider P, Freund A, Schirmer M, Cirpka O. A. (2010.), *Fluctuations of electrical conductivity as a natural tracer for bank filtration in a losing stream*, *Advances in Water Resources* 33: 1296–1308.

31. Вранешевић М, Белић С, Белић А. (2012.), *Употребљивост вода за наводњавање са потенцијалних изворишта на детаљној каналској мрежи*, Вода 2012: зборник радова 41. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, Дивчибаре 5–7. јун 2012, стр: 51– 56.
32. Вујовић Н, Бургер Б. (2012.), *Ефекти биолошке дефосфоризације на постројењу за пречишћавање комуналних отпадних вода у Суботици*, Вода 2012: зборник радова 41. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, Дивчибаре 5–7. јун 2012, Српско друштво за заштиту вода, Београд, стр.: 321–326.
33. Вујовић С. (2014.), *Потенцијал самопречишћавања површинских вода као критеријум за дефинисање квалитета отпадних вода*, Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Асоцијација центара за интердисциплинарне и мултидисциплинарне студије и истраживања – АЦИМСИ, Нови Сад.
34. Вукмировић Д. (2014.), *Статистика животне средине*, Републички завод за статистику, Београд.
35. Вукоје С. (2001.), *Водоснабдевање Зрењанина (јуче, данас, сутра)*, Пословно удружење водовода и канализација Југославије, Зрењанин.
36. Гавриловић, Љ. (1981). *Поплаве у СР Србији у XX веку – узроци и последице*. Посебна издања, 52, Српско географско друштво, Београд.
37. Гавриловић Љ, Дукић Д. (2014.), *Реке Србије*, Завод за уџбенике, Београд.
38. Gačić J, Bošković M, Raković J. (2013.), *Possibilities of the Republic of Serbia for reducing vulnerability to natural hazards*, Journal of the Geographical Institute

Jovan Cvijić SASA, Special Issue: Natural hazards links between science and practice 63(3): 195–212.

39. Грчић М, Грчић Љ. (2002), *Мачва, Шабачка Посавина и Поцерина*, Географски факултет, Београд.
40. Давидовић Р. (1999.), *Фрушкогорски потоци*, Монографија „Воде Срема“ , Природно– математички факултет, Нови Сад.
41. Давидовић Р., Миљковић Љ, Ристановић Б. (2003.), *Рељеф Баната*, Природно – математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
42. Далмација Б. (2010.), *Заштита вода – стање код нас*, Природно – математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад.
43. Далмација Б, Бечелић – Томин М, Крчмар Д, Лазић Н. (2011.), *Воде АП Војводине*, In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
44. Далмација Б, Колаковић С, Клашња М, Иванчев – Тумбас И, Бенак Ј, Васиљевић М, Кулачанин С, Цинклер Р, Милосављевић С, Репач С, Агбаба Ј, Бечелић М., Рончевић С, Крчмар Д. (2009.), *Стратегија водоснабдевања и заштите вода у АП Војводини*, Природно–математички факултет, Департман за хемију, Нови Сад.

45. Димитров А. (2013.), *Могућности санација загађених водотокова са освртом на Велики Бачки канал на потезу Врбас – Кула*, Факултет Техничких Наука, Чачак.
46. Директива Европског Парламента и Савета (2000.), *Успостављање оквира за деловање заједнице у области политике вода*, Европска Унија, Луксембург.
47. Douglas I. (2008.), *Environmental Change in Peri-Urban Areas and Human and Ecosystem Health*, *Geography Compass* 2/4: 1095–1137.
48. Drdoš J. (1993.), *Synthesis in Geo-ecology*, *Acta Environmentalica Universitatis Comenianaе* 1: 59–62.
49. Дукић Д. (1957.), *Сава: потамолошка студија*, Српска академија наука, Београд.
50. Дукић Д. (1977), *Воде СР Србије*, Српско географско друштво, Београд.
51. Дукић Д, Гавриловић Љ. (2008.), *Хидрологија*, Завод за уџбенике, Београд.
52. Ђорђевић Б. (1996.), *Коришћење и заштита воде као обновљивог ресурса*, Монографија „Коришћење ресурса, одрживи развој и уређење простора”, посебна издања 30, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд.
53. Ђорђевић Б. (1997.), *Стање вода и водопривредне инфраструктуре Србије као компоненте одрживог развоја*, Монографија „Коришћење ресурса, одрживи развој и уређење простора 2”, посебна издања 35, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд.

54. Ђукић А, Љубисављевић Д. (2012.), *Пречишћавање градских отпадних вода у Републици Србији – стање и перспективе*, Вода 2012: зборник радова 41. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, Дивчибаре 5 – 7. јун 2012, Српско друштво за заштиту вода, Београд, стр.: 311–320.
55. Европски Парламент и Савет Европске Заједнице (2008.), *Директива Европског Парламента и Савета од 16. децембра 2008. године о стандардима квалитета животне средине у области политике вода, која допуњава и укида Директиве Савета 82/176/ЕЕЦ, 83/513/ЕЕЦ, 84/156/ЕЕЦ, 84/491/ЕЕЦ, 86/280/ЕЕЦ и која допуњава Директиву 2000/60/ЕЦ Европског Парламента и Савета*, Official Journal OJ L 348, стр. 84–97.
56. Европски Парламент и Савет Европске Заједнице (2006.), *Директива 2006/11/ЕЦ Европског Парламента и Савета од 15. фебруара 2006. године о загађивању узрокованом одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну животну средину Заједнице*, Official Journal OJ L 64 стр. 52–59.
57. Европски Парламент и Савет Европске Уније (2008.), *Директива 2008/1/ЕЦ Европског Парламента и Савета од 15. јануара 2008. која се односи на интегрално спречавање и контролу загађивања*, Official Journal OJ L 24, стр.8.
58. Ekness P, Randhir T. (2007.), *Effects of riparian areas, stream order, and land use disturbance on watershed-scale habitat potential: An ecohydrologic approach to policy*, Journal of the American Water Resources Association 43(6): 1468– 1482.
59. Endreny T. A, Wood E. F. (2003.), *Watershed weighting of export coefficients to map critical phosphorous loading areas*, Journal of the American Water Resources Association, 39(1): 165–181.

60. Economopoulou M. A, Tsihrintzis V. A. (2004.), *Design Methodology of free water surface constructed wetlands*, *Water Resources Management* 18: 541–565.
61. Живковић М, Лекић Д, Рецић Н, Поповић Т, Јовановић М, Вељковић Н, Ђорђевић Д, Видојевић Д, Ђорђевић Љ, Поповић С, Дукић И, Пајчин Н, Јосиповић М. М, Димић Б, Јовичић М, Лазић М. К, Радуловић Е, Танасковић Л. М, Јовић Б, Стаменковић Д, Чворо Д, Савић С, Шпегар Г, Михаиловић Л, Мисајловски Н, Џодић Н, Цветковић И. (2011). *Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2010 годину*.  
[http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj\\_o\\_stanju\\_zivotne\\_sredine\\_za\\_2010\\_godinu.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_o_stanju_zivotne_sredine_za_2010_godinu.pdf)
62. Žlebir S, Gregorič G, Karavatis C, Alexandris S, Fassouli V, Stamatakos D, Tsismelis D, Polydoropoulou M, Paschou M, Karachalios E, Bihari Z, Nagy A, Popova Z, Doneva K, Kercheva M, Pandžić K, Salvai A, Piperski J, Maksimović L, Potkonjak S, Rajić M, Pavlović A, Ivanov M, Pazin N, Marković G, Andrijašević V, Alcinova – Monevska S, Svetkova S, Ristevski P, Mustaqi V, Mučaj L, Laska A (2011.), *Archive of local/regional/national drought periods and impact based on historical records; mitigation practices and drought management from all countries/regions added to the archive*, Agricultural University of Athens, Greece.
63. Zemanová K, Pícek T, Dušek J, Edwards K, Šantrůčková H. (2010.), *Carbon, nitrogen and phosphorus transformations are related to age of a constructed wetland*, *Water, Air and Soil Pollution* 207: 39–48.
64. Zhang Z, Rengel Z, Meney K. (2010.), *Cadmium accumulation and translocation in four emergent wetland species*, *Water, Air and Soil Pollution* 212: 239–249.
65. Izydorczyk K, Frątczak W, Drobnińska A, Cichowicz E, Michalska-Hejduk D, Gross R, Zalewski M. (2013.), *A biogeochemical barrier to enhance a buffer zone*

- for reducing diffuse phosphorus pollution – preliminary results*, *Ecohydrology & Hydrobiology* 13: 104–112.
66. International Commission for the Protection of the Danube River (2012.), *Interim Report on the Implementation of the Joint Program of Measures of the DRBD*, Vienna International Centre D0412, Vienna, Austria.
67. International Commission for the Protection of the Danube River (2009.), *DBRM Plans – Annexes*, Vienna International Centre D0412, Vienna, Austria.
68. International Commission for the Protection of the Danube River (2009.), *The Danube River Basin District*, Vienna International Centre D0412, Vienna, Austria.
69. International Sava River Basin Commission (2013.), *План управљања сливом реке Саве*, Загреб, Хрватска.
70. Jakovljević D. (2012.), *Serbian and Canadian water quality index of Danube River in Serbia in 2010*, *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijić, SASA*, 62(3): 1–18.
71. Jha R, Ojha C. S. P, Bhatia K. K. S. (2004.), *A supplementary approach for estimating reaeration rate coefficients*, *Hydrological Processes* 18: 65–79.
72. Јовић Р, Милорадовић М. (1996.), Јегричка – од природног водотока до канала Хидросистема Дунав–Тиса–Дунав, In Лазих В, Милошев Ж, Лазих Л. (eds): Јегричка, Културно – историјско друштво Пролеће на ченејским салашима – ПЧЕСА, Нови Сад



73. Јосиповић Ј, Соро А, Ђурић Д, Јевтић Г, Радић Н, Лукић В, Миленковић Н, Миловановић М, Поповић Ј. (2007.) *Алтернативна решења снабдевања водом Војводине*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ , Београд.
74. Jothityangkoon С, Sivapalan М. (2009.) *Framework for exploration climatic and landscape controls on catchment and water balance, with emphasis on inter-annual variability*, Journal of Hydrology 371: 154–168.
75. Капоч А. (1973). *Регионално просторни план САП Војводине. Део 1, Валоризација простора САП Војводине. 7.5, Документација о радовима, делима , материјалима и информацијама везаних за подручје САП Војводине од интереса за проблеме просторног уређења*, Завод за урбанизам и комунално – стамбена питања САП Војводине, Нови Сад.
76. Kim D, Park J, Lee D, Kang H. (2011.), *Removal of nitrogen and phosphorus from effluent of a secondary wastewater treatment plant using a pond – marsh wetland system*, Water, Air and Soil Pollution 214: 37 – 47.
77. Кичи Е. (1985.), *Водопривредна основа Војводине*, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
78. Киш А. (2011.), *Мониторинг поплавних аутохтоних шумских екосистема у Војводини*, Пројекат „Стање осетљивих екосистема и угрожених биљних и животињских врста на подручју АП Војводине“ , Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад.
79. Клашња М, Далмација Б, Кукић Д. (2013), *Integrated pollution prevention and control reference documents on Best Available Techniques*, Industry wastewater treatment: proceedings and laboratory practices/2<sup>nd</sup> Training Course of the Project Cross-border network for knowledge transfer and innovative development in

wastewater treatment „Waterfriend“ HUSRB/1203/221/196, Faculty of Technology, Novi Sad, pp: 21–26.

80. Ковачевић-Мајкић Ј, Урошев М. (2014.), *Trends of mean annual and seasonal discharges of rivers in Serbia*, Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijić, SASA, 64(2): 143–160.
81. Кошћел М, Менковић Љ (1994.), *Природно стање Делиблатске пешчаре и могућност коришћења изворишта за водоснабдевање*, Делиблатска пешчара: Зборник радова 6 (1): 127 – 138.
82. Кошћел М, Менковић Љ, Мијатовић М, Кнежевић М (2005.), *Геоморфолошка карта Аутономне Покрајине Војводине 1:300000*, Геозавод – Гемини, Београд.
83. Kuz'mina D. A. (2010.), *The System of Thematic Classification of an Integrated Databank of Geological Research Considering Polydisciplinarity*, Scientific and Technical Information Processing 37(3): 207–216.
84. Куртеш А (2009.), *Анализа и предлози за унапређење рада уређаја за пречишћавање отпадних вода на примеру УПОВ Суботица*, Магистарски рад, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Инжењерство заштите животне средине, Нови Сад.
85. Куртеш А, Медић О, Трунгел – Мештер Е, Бургер Б. (2012.), *Анализа ефекта рада уређаја за пречишћавање отпадних вода у Суботици кроз приказ параметара БПК<sub>5</sub>, Р и N, у периоду 1976–2008. године*. Вода 2012: зборник радова 41. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, Дивчибаре 5 – 7. јун 2012, Српско друштво за заштиту вода, Београд, стр.: 373–378

86. Khan A. A. (2008), *Agri-food Water Quality Index 1.0 Calculator (Software)*, Canadian Council of Ministers of the Environment, Water Resources Management Division, Department of Environment and Conservation, Government of Newfoundland and Labrador  
<http://www.env.gov.nl.ca/env/waterres/quality/background/afwqi.html>
87. Khdhiri H, Potier O, Leclerc J. P. (2014.), *Aeration efficiency over stepped cascades: Better prediction from flow regimes*, *Water Research* 55: 194–202.
88. Лазаревић Р. (1987.), *Водна ерозија у САП Војводини*, Зборник XII Конгреса географа Југославије, одржаног у Војводини од 29. септембра до 6. октобра 1985, Савез географских друштава Југославије и Географско друштво Војводине, Нови Сад, стр.: 42–47.
89. Лазић В, Лазић Л, Гудаљ М. (1998.), *Мостонга и воде западне Бачке*, Културно – историјско друштво Пролеће на ченејским салашима – ПЧЕСА, Нови Сад.
90. Лазић Л. (1996.), *Тамиш и водопривредни проблеми Потамишија*, Докторска дисертација, Природно – математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.
91. Лазић Л, Ивков – Цигурски А, Павић Д, Савић С. (2011.), *Простор и становништво АП Војводине*, In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
92. Lesage E, Rousseau D. P. L., Meers E, Van de Mortel A. M. K, Du Laing G, Tack F. M. G, De Pauw N, Verloo M. G. (2007.), *Accumulation of metals in the sediment*

*and reed biomass of a combined constructed wetland treating domestic wastewater*, *Water, Air and Soil Pollution* 183: 253–264.

93. Lester J, Jefferson B, Eusebi A, McAdam E, Cartmell E. (2012.), *Anaerobic treatment of fortified municipal wastewater in temperate climates*, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 88: 1280–1288.
94. Летић Љ, Штефкић Д. (1987.), *Еолска ерозија у Војводини*, Зборник XII Конгреса географа Југославије, одржаног у Војводини од 29. септембра до 6. октобра 1985, Савез географских друштава Југославије и Географско друштво Војводине, Нови Сад, стр.: 194–199.
95. Loupasaki E, Diamadopoulos E. (2013.), *Attached growth systems for wastewater treatment in small and rural communities: a review*, *Journal of Chemical, Technology and Biotechnology* 88: 190–204.
96. Loucks D. P, Van Beek E. (2005.), *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*, UNESCO.
97. Lóczy D, Mátrai I, Fehér G, Váradi Z. (2014.), *Ecological Evaluation of the Baja – Bezdan Canal (Hungary – Serbia) for Reconstruction Planning*, *Water Resources Management* 28: 815–831.
98. Љешевић М. А. (2007.), *Еколошке парадигме у географској науци и пракси*, Зборник радова (Књ. 1), Први конгрес српских географа, Соко Бања 19 – 22. септембра 2006, стр: 77 – 84.
99. Macklin M. G, Brewer P. A, Hudson–Edwards K. A, Bird G, Coulthard T. J, Dennis I. A, Lechler P. J, Miller R. J, Turner J. N. (2006.), *A geomorphological Approach*

*to the management of rivers contaminated by metal mining, Geomorphology 79: 423–447.*

100. Mander Ü, Kuusemets V, Lõhmus K, Muring T. (1997.), *Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments, Ecological Engineering 8: 299–324.*
101. Метеоролошки гидишњаци, Републички Хидрометеоролошки завод, Београд.
102. Микић Р. (2009), *Мала српска енциклопедија. Том 1*, Народна књига – Алфа: Невен, Београд.
103. Милијашевић Д. (2014.), *Физичкогеографски фактори водног биланса и могућности одрживог коришћења водних ресурса у сливу Тимока*, Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд.
104. Милинчић М. (2009.), *Изворишта површинских вода Србије – еколошка ограничења и ревитализација насеља*, Географски факултет, Београд.
105. Милинчић М. А, Пецељ М. (2008.), *Природна основа геоеколошких процеса Жупе александровачке*, Гласник Српског географског друштва 88 (1): 53–68.
106. Милинчић М, Туцовић М, Мандић Б. (2013.), *Неки аспекти утицаја пољопривреде на животну средину*, Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду 61: 31 – 58.
107. Милојевић, М. (2007.), *Европски стандард 12255 постројења за пречишћавање отпадних вода*, Зборник радова: Међународна конференција

- Савремена техника каналисања и техничка регулатива, Београд 27–29. новембар, Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд, стр: 175–179.
108. Милојевић Н. (1976.), *Хидрогеологија Фрушке Горе са хидрогеолошком картом*, Воде Војводине 1976: 201–230.
109. Милошев Ж, Радић С. (1996.), *Сливно подручје и формирање водотока Јегричка* In Лазих В, Милошев Ж, Лазих Л. (eds): Јегричка, Културно – историјско друштво Пролеће на ченејским салашима – ПЧЕСА, Нови Сад.
110. Миљановић Б, Шипош Ш, Радовановић Т, Марић Б. (2011.), *Рибарство и одрживо коришћење рибљег фонда АП Војводине*, In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
111. Миљковић Н. С. (1986.), *Земљишта Вршачких планина*, Матица српска, Нови Сад.
112. Миљковић Н. С. (1996.), *Основи педологије*, Природно–математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.
113. Mukheibir P. (2010.), *Water Access, Water Scarcity, and Climate Change*, Environmental Management 45: 1027–1039.
114. Navarro – Ortega A, Acuña V, Bellin A, Burek P, Cassiani G, Choukr – Allah R, Dolédec S, Elosegi A, Ferrari F, Ginebreda A, Grathwohl P, Jones C, Rault P. K, Kok K, Koundouri P, Ludwig R. P, Merz R, Milacic R, Muñoz I, Nikulin G, Paniconi C, Paunović M, Petrovic M, Sabater L, Sabater S, Skoulikidis N. Th, Slob

- A, Teutsch G, Voulvoulis V, Barceló D. (2015.), *Managing the effects of multiple stressors on aquatic ecosystems under water scarcity. The GLOBAQUA project*, Science of the Total Environment 503-504: 3–9.
115. Нејгебауер В, Живковић Б, Танасијевић Ћ, Миљковић Н. (1971.), *Педолошка карта Социјалистичке Аутономне Покрајине Војводине*, Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
116. Olesen J. E, Trnka M, Kersebaum K. C, Skjelvåg A. O, Seguin B, Peltonen – Sainio P, Rossi F, Kozyra J, Micale F. (2011.), *Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change*, European Journal of Agronomy 34: 94–112.
117. Ørum J. E, Boesen M. V, Jovanovic Z, Pedersen S. M. (2010.), *Farmers' incentives to save water with new irrigation systems and water taxation – A case study of Serbian potato production*, Agricultural Water Management 98: 465–471.
118. Павић Д, Ђорђевић А, Суђи Ј, Ђорђевић – Милић В, Вуков Д, Игић Р, Боришев М, Станковић Ж, Јурца Т, Миљановић Б. (2006.), *Еколошко истраживање Тиса 2005*, Тиски цвет, Нови Сад.
119. Павловић А. (2009.), *Последице суше у Србији – историјски подаци и мере за њихово умањење*, Факултет Техничких Наука, Центар за смањење ризика од катастрофалних догађаја, Нови Сад.
120. Пањковић Б, Киш А, Ковачевић Б, Пил Н, Стојнић Н, Хабијан – Микеш В, Добретић В, Стојшић В, Сабadoш К, Секулић Н, Галамбош Л, Делић Ј, Фојкар О, Маринковић Л, Чалакић Д, Ђекић С, Вујачић Б, Пејаковић Д, Игић Р, Ћировић Д, Савић Д, Туцаков М, Ставретов Н. (2009.), *Мониторинг*

*осетљивих екосистема угрожених биљних и животињских врста на подручју АП Војводине*, Завод за заштиту природе Србије, РЈ у Новом Саду, Нови Сад.

121. Пањковић Б, Стојнић Н. (2011.), *Биолошка разноврсност и заштићена подручја АП Војводине* In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
122. Петровић Ј, Бугарски Д, Турчић С, Богдановић Ж. (1973.), *Воде Фрушке горе*, Матица српска, Нови Сад.
123. Пивић, Р, Станојковић А, Максимовић С. (2009.), *Анализа појединих елемената водно – ваздушног режима псеудоглеја са и без примене мелиоративних мера*, Зборник радова, XIV саветовање о биотехнологији , Чачак 27-28. март 2009, Агрномски факултет, Чачак, стр: 17–22.
124. Пивнички С, Протић – Еремић Љ, Митровић Б, Будовалчев – Папић С, Вукадиновић Б, Карановић О, Рутар М, Добривојевић О, Санадер З, Жижич М, Богојевић А, Његомир О, Бошњачић М, Зеленовић – Васиљевић Т, Томин – Рутар Т, Хома – Будински З, Икрашевић Р, Кљајић Ђ, Матовић Д, Ђоковић Д, Секе Л, Татић М, Арамбашић В, Марушић С, Кастратовић М, Вујић Г, Хома П, Берић Ж. (2005), *Синтезна карта Карта АП Војводине са категоризацијом терена према збирним природним геолошким, хидро и инжењерско геолошким карактеристикама за избор најповољнијих локација за изградњу ЈП Завод за урбанизам Војводине, Нови Сад, (на основу Геоморфолошке карте АПВ 1:200000, Геозавод Гемини, 2005).*
125. Пивнички С, Протић – Еремић Љ, Митровић Б, Будовалчев – Папић С, Вукадиновић Б, Карановић О, Рутар М, Добривојевић О, Санадер З, Жижич



- М, Богојевић А, Његомир О, Бошњачић М, Зеленовић – Васиљевић Т, Томин – Рутар Т, Хома – Будински З, Икрашевић Р, Кљајић Ђ, Матовић Д, Ђоковић Д, Секе Л, Татић М, Арамбашић В, Марушић С, Кастратовић М, Вујић Г, Хома П, Берић Ж. (2005), *Студија просторног размештаја регионалних депонија и трансфер станица на подручју АП Војводине*, ЈП Завод за урбанизам Војводине, Нови Сад.
126. Пивнички С, Протић – Еремић Љ, Митровић Б, Будовалчев – Папић С, Вукадиновић Б, Карановић О, Рутар М, Добривојевић О, Санадер З, Жижић М, Богојевић А, Његомир О, Бошњачић М, Зеленовић – Васиљевић Т, Томин – Рутар Т, Хома – Будински З, Икрашевић Р, Кљајић Ђ, Матовић Д, Ђоковић Д, Секе Л, Татић М, Арамбашић В, Марушић С, Кастратовић М, Вујић Г, Хома П, Берић Ж. (2005), *Тематска карта Подручја угрожена ерозијом 1:300000*, ЈП Завод за урбанизам Војводине, Нови Сад.
127. Piperski J, Salvai A. (2008.), *Water quality models application in Vojvodina's Canal network, Serbia*, BALWOIS 2008, 27 – 31 May, Ohrid, Republic of Macedonia.
128. Писачић А, Букл С. (1919.), *Подаци за регулацију Саве и мелиорацију Посавља: са 39 нацрта у посебном омоту*, Краљевска земаљска тискара, Загреб.
129. Плавша Ј. (1999.), *Сава*, Монографија „Воде Срема“ , Природно–математички факултет, Нови Сад.
130. Покрајински завод за заштиту природе (2011.), *Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АПВ*, <http://www.pzzp.rs/projekti/itemlist/category/21-zavrzeni-projekti.html>

131. Покрајински секретаријат за заштиту животне средине и одрживи развој (2004.), *Студија изводљивости Реконструкција и ревитализација канала* Бегеј, <http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs/sites/default/files/Studija%20izvodljivosti.pdf>
132. Попов Д. (2012.), *Геоморфолошка еволуција долине Тисе у Србији*, Докторска дисертације, Универзитет у Новом Саду, Природно – математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
133. Поповић В. (1996.), *Развој водопривреде на подручју Новог Бечеја: у периоду од 1845. до 1995. године*, Јавно водопривредно предузеће „Дунав“, Нови Сад.
134. Продановић Д. (1998.), *Екологија и заштита воде од загађења*, Институт за примену науке у пољопривреди, Београд, Виша технолошка школа за неметале, Аранђеловац.
135. Пузовић С, Дунчић Д, Зеленовић В, Дунчић Д, Пивнички С, Реко С, Томин – Рутар Т, Пихлер В, Симичић Н, Јовичић – Малешевић Љ, Лукић З, Љешњак М, Кордић З, Миловановић Б, Санадер З, Жижич М, Митровић М, Зеленовић – Васиљевић Т, Исаков Л, Шкрбић Р, Бошњачић М, Његомир О, Хома – Будински З, Илић Д, Ристић Р, Митић Д, Матовић Д, Дабић А, Колаковић С, Павловић Н (2013), *Просторни план подручја посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Републичка агенција за просторно планирање и ЈП Завод за урбанизам Војводине, Нови Сад.
136. Quevauviller P. P, Olivier T., Van Der Beken A. (2006.), *Wastewater quality monitoring and treatment.*, John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England.

137. Qui Z, Prato T, Godsey L, Benson V. (2002.), *Integrated assessment of uses of woody draws in agricultural landscapes*, Journal of the American Water Resources Association 38(5): 1255–1269.
138. Qui Z, Prato T. (1998.), *Economic evaluation of riparian buffers in an agricultural watershed*, Journal of the American Water Resources Association 34 (4): 877–890.
139. Радовановић – Јовин Х. (2006.), *Одржива решења на унапређењу квалитета воде за пиће са повишеним садржајем арсена у три војвођанска региона у: „Могућност за побољшање квалитета пијаће воде“*, ДКТМ, Сегедин, стр. 53–56.
140. Радош В. С. (1964.), *Регулација Саве од Београда до Јамене*, Воде Војводине: годишњак Покрајинског фонда воде 2: 179–202.
141. Rajaković – Ognjanović V, Jovanović B. M, Živojinović D. Z. (2014.), *Challenging analytical task: Analysis and monitoring of arsenic species in water*, Environmental Engineering and Management Journal 13 (9): 2275–2282.
142. Reid S. E, Mackinnon P. A, Elliot T. (2007.), *Direct measurements of reaeration rates using noble gas tracers in the River Lagan, Northern Ireland*, Water and Environment Journal 21: 182–191.
143. Rijks D. (2004.), *Студија изводљивости „Реконструкција и рехабилитација канала Бегеј“*, Покрајински секретаријат за заштиту животне средине, Нови Сад.

144. Сабодош К, Пањковић Б, Бошњак Т, Галамбош Л, Делић Ј, Добретић В, Кицошев В, Киш А, Ковачев Н, Михајловић Н, Млађеновић М, Перић Р, Пил Н, Предојевић Ј, Станишић Ј, Стојнић Н, Туцаков М, Штетић Ј, Цалакић Д, Маринковић Л, Грујић А, Драгаш К, Највирт Н, Ђекић С. (2012.), *Стручно–документациона основа из области заштите природе за израду Просторног плана посебне намене мултифункционалног еколошког коридора Тисе*, Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад.
145. Савет Европске Заједнице (1991.), *Директива Савета од 12. децембра 1991. која се односи на заштиту вода од загађивања узрокованог нитратима из пољопривредних извора (91/676/ЕЕЦ)*, Official Journal OJ L 375, стр.1
146. Савет Европске Заједнице (1991.), *Директива Савета од 21. маја 1991. која се односи на пречишћавање урбаних отпадних вода* Official Journal OJ L 135, стр. 40–52.
147. Савет Европске Заједнице (1990.), *Директива Савета од 27. јула 1990. која допуњује Анекс II Директиве 86/280/ЕЕЦ о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање одређених опасних супстанци укључених у Листу I Анекса Директиве 74/464/ЕЕЦ (90/415/ЕЕЦ)*, Official Journal OJ L 219, стр. 49.
148. Савет Европске Заједнице (1988.), *Директива Савета од 25. јуна 1988. која допуњује Анекс II Директиве 86/280/ЕЕЦ о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање одређених опасних супстанци укључених у Листу I Анекса Директиве 74/464/ЕЕЦ (88/347/ЕЕЦ)*, Official Journal OJ L 158, стр. 35.
149. Савет Европске Заједнице (1986.), *Директива Савета од 12. јуна 1986. о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање одређених*

*опасних супстанци укључених у Листу I Анекса Директиве 74/464/ЕЕЦ (86/280/ЕЕЦ), Official Journal OJ L 186, стр. 16.*

150. Савет Европске Заједнице (1984.), *Директива Савета од 9. октобра 1984. о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање хексахлорциклохексана (84/491/ЕЕЦ), Official Journal OJ L стр. 11.*
151. Савет Европске Заједнице (1984.), *Директива Савета од 3. марта 1984. о граничним вредностима и циљевима квалитета за живе из индустрија осим из индустрије хлор–алкалне хидролизе (84/156/ЕЕЦ), Official Journal OJ L 74, стр. 49.*
152. Савет Европске Заједнице (1983.), *Директива Савета од 26. септембра 1983. о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање кадмијума (83/513/ЕЕЦ), Official Journal OJ L 291, стр. 1.*
153. Савет Европске Заједнице (1982.), *Директива Савета од 22. марта 1982. о граничним вредностима и циљевима квалитета за испуштање живе из индустрије хлор–алкалне хидролизе (82/176/ЕЕЦ), Official Journal OJ L 81, стр. 29.*
154. Савет Европске Заједнице (1976.), *Директива Савета од 4. маја 1976. о загађивању узрокованом опасним супстанцама које се испуштају у акватичну средину Заједнице (74/464/ЕЕЦ), Official Journal OJ L 129, стр. 23.*
155. Salmon C, Crabos J. L, Sambuco J. P, Bessiere J. M, Basseres A, Caumette P, Vassou J. C. (1998.), *Artificial Wetland Performances in the purification efficiency of hydrocarbon wastewater, Water, Air and Soil Pollution 104: 313–329.*

156. Safford H. D. F. (2002), *Geocology: Historical roots and contemporary practice*. Abstracts with Programs – Geocological Society of America 34 (6): 545.
157. Секулић П, Нинков Ј, Зеремски – Шкорић Т, Васин Ј, Милић С. (2011.), *Земљиште АП Војводине*, In Пузовић С. и Радовановић – Јовин Х (eds): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање – изазови – перспективе*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
158. Schiff R, Benoit G. (2007.), *Effects of impervious cover at multiple spatial scales on coastal watershed scales*, Journal of the American Water Resources Association 43 (3): 712–730.
159. Scottish Development Department (1976.), *Development of a Water Quality Index*, Applied Research & Development Report Number ARD3, Edinburg.
160. Службени гласник РС (2010.), *Закон о водама*, Београд.
161. Службени гласник РС (2004., 2009., 2011.), *Закон о заштити животне средине*, Београд.
162. Службени гласник РС (2004.), *Закон о интегрисаној контроли и спречавању загађивања животне средине*, Београд.
163. Службени гласник РС (2010.), *Закон о потврђивању Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера и амандмана на чл. 25 и 26 Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера*, Београд.

164. Службени гласник РС (2007.), *Закон о потврђивању Конвенције о процени утицаја на животну средину у прекограничном контексту*, Београд.
165. Службени гласник РС (2004., 2009.), *Закон о процени утицаја на животну средину*, Београд.
166. Службени гласник РС (2004., 2010.), *Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину*, Београд.
167. Службени гласник РС (2010.), *Национални програм заштите животне средине*, Београд.
168. Службени гласник РС (2008.), *Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања*, Београд.
169. Службени гласник РС (2011.), *Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода*, Београд.
170. Службени гласник РС (2010.), *Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године*, Београд.
171. Службени гласник РС (2011., 2012.), *Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање*, Београд.
172. Службени гласник РС (2012.), *Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање*, Београд.

173. Службени гласник РС (2011.), *Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање*, Република Србија – Управа за заједничке послове републичких органа, Одељење за информатичко–документационе и библиотечке послове (ИНДОК), Београд.
174. Службени гласник РС (2002.), *Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије*, Београд.
175. Службени лист СРЈ (1998.), Службени гласник РС (2005.), *Закон о режиму вода*, Београд.
176. Soares P. A, Faht G, Pinheiro A, da Silva M. R, Zucco E. (2013.), *Determination of reaeration-rate coefficient by modified tracer gas technique*, Hydrological Processes 27: 2710–2720.
177. Соро А, Ђурић Д. (2006.), *Претходна студија изводљивости изградње регионалног водоводног система Дубовац–Зрењанин–Кикинда*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ , Београд.
178. Сремачки Д, Поповић В, Зеленовић В, Зеленовић – Васиљевић Т, Протић – Еремић Љ, Илић Т, Томин – Рутар Т, Богојевић А, Миловановић Б, Пихлер В, Дунчић Д, Кордић З, Санадер З, Жижић М, Јовичић – Малешевић Љ, Пивнички С, Будовалчев Папић С, Митић Д, Дабић А. (2011.), *Извештај о стратешкој процени утицаја Регионалног просторног плана Аутономне Покрајине Војводине на животну средину*, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
179. Статистички годишњак Републике Србије 2014, Републички завод за статистику, Београд.



180. Stefanović D, Radojević I, Čomić Lj, Ostojić A, Topuzović M, Mališić A. K. (2012.), *Management information system of lakes and reservoirs*. Water Resources 39(4): 488–495.
181. Стојшић В. (2011.), *Обнављање мочварне и ливадске вегетације у поступку ревитализације влажних станишта на Обедској бари*, Пројекат „Стање осетљивих екосистема и угрожених биљних и животињских врста на подручју АП Војводине“ , Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад.
182. Streeter H. W, Phelps E. B. (1925.), *A study of the pollution and natural purification of the Ohio River. III Factors concerned in the phenomena of oxidation and reaeration*. US Public Health Service Public Health Bull 146, p. 75.
183. Shan N, Ruan X. H, Xu J, Pan Z. R. (2014.), *Estimating the optimal width of buffer strip for nonpoint source pollution control in the Three Gorges Reservoir Area, China*, Ecological Modelling 276: 51–63.
184. Shen S, Howard A, Yin H, Khurshed H, Akbar M. (2003.), *Statistical Analysis of Drought Indices and Alberta Drought Monitoring*, Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Canada
185. Scholz M., Hedmark Å. (2010.), *Constructed wetland treating runoffcontaminated with nutrients*, Water, Air and Soil Pollution 205: 323–332.
186. Syversen N, Bechmann M. (2004.), *Vegetative buffer zones as pesticide filters for simulated surface runoff*, Ecological Engineering 22: 175–184.

187. Sweeney B. W, Blaine J. G. (2007.), *Resurrecting the In-Stream Side of Riparian Forests*, Journal of Contemporary Water Research & Education 136: 17–27.
188. Sweeney B. W, Newbold J. D. (2014.), *Streamside forest buffer width needed to protect stream water quality, habitat, and organisms: A literature review*, Journal of the American Water Resources Association 50(3): 560–584.
189. Takić LJ, Ranisavljević M. I, Živković N, Đorđević A. (2011.), *A case study of the correlation criteria of surface water intended for water supply*, Facta Universitatis 8(1): 21–30.
190. Tang H, Huang S, Scholz M, Li J. (2009.), *Nutrient removal in pilot – scale constructed wetland treating eutrophic river water: Assessment of plants, intermittent artificial aeration and polyhedron hollow polypropylene balls*, Water, Air and Soil Pollution 197: 61–73.
191. Tattari S, Schultz T, Kuussaari M. (2003.), *Use of belief network modelling to assess the impact of buffer zones on water protection and biodiversity*, Agriculture, Ecosystems and Environment 96: 119–132.
192. Teodorović I. (2009.), *Ecotoxicological research and related legislation in Serbia*, Environmental Science and Pollution Research 16 (Suppl 1): S123–S129.
193. Tilak A. S, Burchell M. R, Youssef M. A, Lowrance R. R, Williams R. G. (2014.), *Field testing the riparian ecosystem management model on a riparian buffer in the North Carolina Upper Coastal Plain*, Journal of the American Water Resources Association 50(3): 665–682.

194. Тинтор Б, Милошевић Н, Секулић П, Маринковић Ј, Цвијановић Г (2007.), *Микробиолошка својства чернозема на локалитетима у околини Новог Сада*, Зборник радова: a periodical scientific research of field and vegetable crops 43: 311– 318.
195. Томић П. (1977.), *Водоснабдевање индустрије и насеља у САП Војводини*, Докторска дисертација, Београд.
196. Томић П. (1981.), *Река Бегеј и њен водопривредни значај*, Зборник радова Природно–математичког факултета 11: 25–36.
197. Трожић-Боровац С, Шкријељ Р. (2001.), *Макроинвертебрата бентоса ушћа Жељезнице и Миљацке*, Вода и ми 38-39: 65–71.
198. Troll C. (1971.), *Landscape ecology (geoecology) and biogeocenology – A terminological study*, Geoforum 2 (4): 43–46.
199. Ђурчић С. (1996.), *Општина Опово: географска монографија*, Природно – математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.
200. Uddameri V, Dyson B. (2007.), *A Decision-analytic approach for designing aquaculture treatment wetlands subject to intermittent loading under uncertainty*, Water, Air and Soil Pollution 186: 297–309.
201. Haberstock A. E, Nichols H. G, DesMeules M. P, Wright J, Christensen J. M, Hudnut D. H. (2000.), *Method to identify effective riparian buffer widths for Atlantic habitat protection*, Journal of the American Water Resources Association 36 (6): 1271–1286.

202. Haider H, Ali W, Haydar S. (2013.), *Evaluation of various relationships of reaeration rate coefficient for modeling dissolved oxygen in a river with extreme flow variations in Pakistan*, Hydrological Processes 27: 3949–3963.
203. Хајдин Б. (2013.), *Управљање ресурсима подземних вода северне Бачке*, Докторска дисертација, Београд.
204. Хидролошки годишњази, Републички Хидрометеоролошки Завод, Београд.
205. Xu D, Hu J, He Y, Huang P. M. (2009.), *Effect of iron plaque formation on phosphorus accumulation and availability in the rhizosphere of wetland plants*, Water, Air and Soil Pollution 200: 79–87.
206. Hydroaid (2010.), *Wastewater reuse*, Technical course on wastewater treatment and disposal of urban solid waste, Hydroaid – Water for Development Management Institute, Turin, Italy.
207. Canadian Council of Ministers of the Environment (2007.), *CCME Soil Quality Index 1.0: Technical Report*, Canadian Environmental quality guidelines, Winnipeg.
208. Canadian Council of Ministers of the Environment (2007.), *Soil Quality Index 1.0*, [http://www.ccme.ca/en/resources/canadian\\_environmental\\_quality\\_guidelines/calculators.html](http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/calculators.html)
209. Cash K, Herbert S, Khan H, Saffran K, Swain L, Williamson D (2005), *Canadian Water Quality Index 1.0 Calculator (Software)*, Canadian Council of Ministers of the Environment, Water Resources Management Division, Department

of Environment and Conservation, Government of Newfoundland and Labrador  
<http://www.env.gov.nl.ca/env/waterres/quality/background/cwqi.html#1>

210. Correa – González J. C, Chávez – Parga M. C, Cortéz J. A, Pérez – Munguía R. M. (2014.), *Photosynthesis, respiration and reaeration in stream with complex dissolved oxygen pattern and temperature dependence*, *Ecological Modelling* 273: 220–227.
211. Cox B. A. (2003.), *A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland rivers*, *The Science of the Total Environment* 314/316: 303–334.
212. Црногорац Ч, Спахић М (2012) *Основи геоекологије*, Бања Лука.
213. Chapra S. C. (2011.), *Rubbish, stink, death: The historical evolution, Present state and future direction of water quality management and modelling*, *Environmental Engineering Research*: 113–119.
214. Walker D, Jakovljević D, Savić D, Radovanović M. (2015.), *Multi-criterion Water Quality analysis of the Danube River in Serbia: A Visualisation Approach*, *Water Research* 79: 158–172.
215. <http://vis.srbijavode.rs>
216. <http://mapcarta.com>
217. <http://sr.wikipedia.org>
218. <http://www.buildmagazin.com>
219. <http://www.icpdr.org/main/>

220. <http://www.ravnica.info>
221. <http://www.regionalnirazvoj.gov.rs>
222. <http://www.vodokanal-becej.rs>
223. <http://www.hiding.co.rs>
224. [www.danubeday.org](http://www.danubeday.org)
225. [www.ekourb.vojvodina.gov.rs](http://www.ekourb.vojvodina.gov.rs)
226. [www.icpdr.org/jds2](http://www.icpdr.org/jds2)
227. [www.icpdr.org/participate](http://www.icpdr.org/participate)
228. <http://www.ravnica.info>
229. [www.savacommission.org](http://www.savacommission.org)
230. [www.stazeibogaze.info](http://www.stazeibogaze.info)

## БИОГРАФИЈА

Дејана Јаковљевић је рођена 20. јула 1980. године у Ужицу где је завршила основну школу и гимназију природно–математички смер. Основне студије уписала је 2000. године на Природно–математичком факултету Универзитета у Новом Саду, Департман за географију, туризам и хотелијерство, смер професор географије и завршила са просечном оценом 9,44. Дипломски рад „Река Ћетиња“ одбранила је 28.10.2004. са оценом 10 (десет). Децембра, исте године, уписала је последипломске магистарске студије на Асоцијацији центара интердисциплинарних студија и истраживања Универзитета у Новом Саду, Департман Инжњењерство за заштиту животне средине. Положила је све испите са просечном оценом 9,87. Магистарску тезу „Карактеристике и потенцијал водног подручја Хидросистема Дунав–Тиса–Дунав у Бачкој“ одбранила је 21.4.2008. Докторску тезу „Геоколошке детерминанте заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине“, коју је пријавила 2009. године, Универзитетско веће у Београду одобрило је 2010. године.

Шира научна област истраживања јој је физичка географија, а ужа хидрологија, са усмерењем на заштиту и квалитет вода. Објавила је 9 научних радова у међународним и националним часописима и међународним конференцијама. Учествовала је на следећим пројектима: „*Географија Србије*“ (2011-2015), „*Геосистемске основе просторно–функционалне организације Републике Србије*“ (2008–2010), „*Грађење нискоенергетским природним материјалима на бази земље*“ (2007–2008) и „*Географски информациони систем водопривреде Србије*“ (2005–2007). Као стипендиста Међународног Вишеградског Фонда (International Visegrad Fund) била је ангажована на пројекту „*Surface and groundwater protection*“ на Faculty of Ecology and Environmental Sciences, Technical University of Zvolen у Словачкој током 2009–2010 године. Завршила је *Technical Course on Wastewater Treatment and Disposal of Urban Solid Waste*, Hydroaid Distance Learning Programme on Sanitation, Hydroaid, Torino (2010). Усавршавала се на Water Research Institute у Братислави.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Дејана Јаковљевић

број индекса \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

\_\_\_\_\_

Геоеколошке детерминанте заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине

\_\_\_\_\_

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду, 13.5.2015.

*Дејана Јаковљевић*

\_\_\_\_\_



Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора \_\_\_\_\_ Дејана Јаковљевић \_\_\_\_\_

Број индекса \_\_\_\_\_

Студијски програм \_\_\_\_\_

Наслов рада \_\_\_\_\_ Геоеколошке детерминанте заштите и ревитализације  
текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине \_\_\_\_\_

Ментор \_\_\_\_\_ Др Мирољуб Милинчић \_\_\_\_\_

Потписани/а \_\_\_\_\_ Дејана Јаковљевић \_\_\_\_\_

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_ 13.5.2015. \_\_\_\_\_



Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

---

Геоколошке детерминанте заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине

---

која је моје ауторско дело.

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

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- (3). Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_ 13.5.2015. \_\_\_\_\_



1. Ауторство - Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.