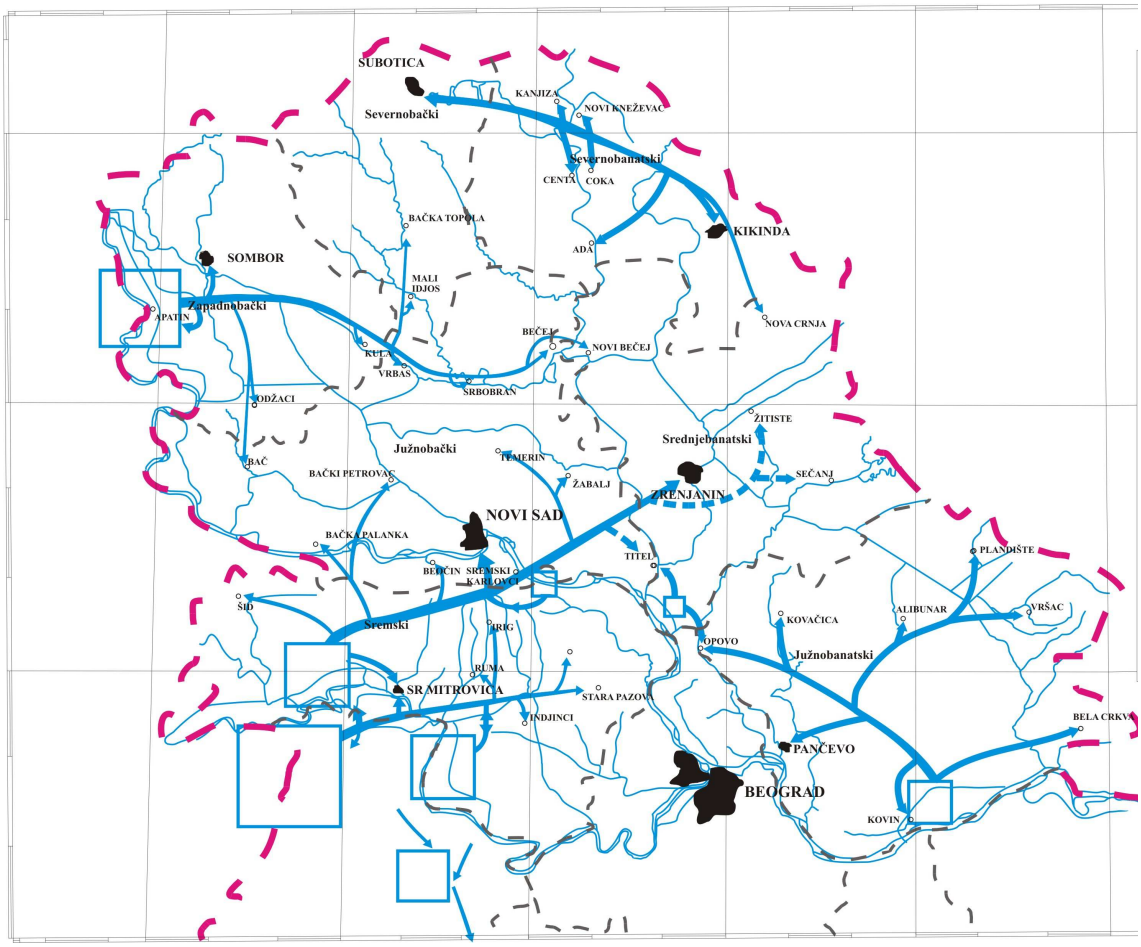
UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HEMIJU

STRATEGIJA VODOSNABDEVANJA I ZAŠTITE VODA U AP VOJVODINI



Naručilac posla: **POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA NAUKU I TEHNOLOŠKI RAZVOJ**

Novi Sad, 2009. godina

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HEMIJU
KATEDRA ZA HEMIJSKU TEHNOLOGIJU I
ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE
21000 NOVI SAD
Trg Dositeja Obradovića 3
Tel (021) 6350-672 i 450-041
Telefax (021) 454-065
E-mail: bozo@ih.ns.ac.yu
Broj:
Datum

Naziv: **STRATEGIJA VODOSNABDEVANJA I ZAŠTITE VODA U AP VOJVODINI**

Naručilac posla: **POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA NAUKU I TEHNOLOŠKI RAZVOJ**

Izvršilac: **DEPARTMAN ZA HEMIJU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA**

Novi Sad, 2009. godine

Prof. Dr Božo Dalmacija

Direktor Departmana za hemiju

Nosilac projekta:	prof. dr Božo Dalmacija
Istraživački tim:	Dr Srđan Kolaković, profesor, Fakultet tehničkih nauka
	Dr Mile Klašnja, profesor, Tehnološki fakultet
	Dr Ivana Ivančev-Tumbas, profesor, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad
	Dr Jožef Benak, profesor, Građevinski fakultet, Subotica
	Dr Milenko Vasiljević, dipl. geolog, NIS-Naftagas
	Mr Slavko Kulačin, saradnik, JKP "Vodovod i kanalizacija" Novi Sad
	Mr Rudolf Cinkler, samostalni saradnik
	Stanislav Milosavljević, dipl.ing.geologije, samostalni saradnik
	Snežana Repac, dipl.ekonomista, samostalni saradnik
Tehnički tim:	Dr Jasmina Agbaba, docent, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad
	Dr Milena Bečelić, asistent, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad
	Dr Srđan Rončević, asistent, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad
	Mr Dejan Krčmar, asistent, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad

Predgovor

Strategija vodosnabdevanja stanovništva u AP Vojvodini i zaštita voda ima za cilj definisanje prioriteta koje je u ovoj oblasti neophodno rešavati u narednom periodu. Predviđeno je da bi najveći deo problema u ovoj oblasti trebalo rešiti u narednih 20 godina. Tekst sačinjen na osnovu podataka iz Nacrta „Strategije vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini“ i dobivenih korisnih sugestija nakon javnih rasprava u Novom Sadu (prisustvovala sva zainteresovana javnost iz ove oblasti) i u Kikindi (prisustvovali predstavnici značajnih JKP „vodovod i kanalizacija“ u Vojvodini)

Javne rasprave su organizovali Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održiv razvoj i Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj. Pored ova dva Sekretarijata u javnim raspravama su učestvovali i Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu i Pokrajinski sekretarijat za zdravstvo.

U Novom Sadu
April 2009.

Autori

SADRŽAJ

REZIME 1

1. PRIKAZ STANJA VODOSNABDEVANJA U VOJVODINI 13
1.1. Istorijat istraživanja i korišćenja podzemnih voda u AP Vojvodini 15
1.2. Kvalitet podzemnih voda iz kojih se snabdeva stanovništvo u AP Vojvodini 18
1.2.1. Zagađivanje podzemnih voda metalima i organskim jedinjenjima 21
1.3. Prikaz sadašnjeg stanja vodosnabdevanja u AP Vojvodini 24
1.3.1. Način zahvatanja vode 28
1.3.2. Prerada, distribucija i potrošnja vode 29
1.3.3. Kvalitet vode u vodovodima 30

2. PRIKAZ DOSADAŠNJIH PLANOVA VODOSNABDEVANJA VOJVODINE 41
2.1. Prostorni plan Republike Srbije 41
2.2. Vodoprivredna osnova Republike Srbije 43
2.2.1. *Izvod iz VOS planova za vodosnabdevanje stanovništva Vojvodine* 44
2.2.1.1. Regionalna izvorišta za vodosnabdevanje Vojvodine 44
2.2.1.2. Regionalni sistemi vodosnabdevanja za teritoriju Vojvodine (prema VOS) 46

3. ZAHTEVANI KVALITET VODE ZA PIĆE 49
3.1. Neki primeri ekonomičnije pripreme vode za piće u slučaju usklađivanja našeg Pravilnika sa propisima EU 54
3.2. Predlog mera za usaglašavanje našeg Pravilnika sa propisima EU 59

4. NORMATIVI POROŠNJE 61
4.1. Elementi 61
4.1.1. Podaci o realnoj potrošnji vode i neravnomernosti potrošnje 61
4.1.1.1. Potrošnja vode 61
4.1.1.2. Neravnomernost potrošnje 63
4.1.2. *Fiziološke i sanitarno higijenske potrebe* 65
4.1.3. *Specifičnosti našeg područja* 65
4.2. Normativi 65
4.2.1. Postojeći normativi 65
4.2.2. *Predlog normativa potrošnje* 68
4.2.2.1. Domaćinstva 68
4.2.2.2. Javna i ostala potrošnja 68
4.2.2.3. Domaće životinje 69
4.2.2.4. Gubici 69

5. IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE U VOJVODINI 93
5.1. Opšte geološke i hidrogeološke odlike terena 93
5.1.1. Geološke odlike terena 93

5.1.2. Strukturno-tektonske odlike terena 97
5.1.3. Hidrogeološke odlike terena 98
5.1.4. Reonizacija područja Vojvodine prema tipovima izdani 100
5.1.5. I - Arteske izdani 101
5.1.5.1. Izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima plioceno-pleistocenske starosti 101
5.1.6. II – Izdani sa slobodnim nivoom 106
5.1.6.1. Izdani u aluvijalnim nanosima i rečnim terasama (1) 106
5.1.6.2. Izdani formirane u lesnim naslagama i eolskim peskovima (2) 112
5.1.6.3. Izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima holocena (3) 112
5.1.6.4. Izdani formirane u preneogenim geološkim formacijama (4) 112
5.1.7. Uslovi zaštite podzemnih voda 113
5.2. Perspektive održivog razvoja izvorišta za snabdevanje stanovništva vodom za piće u Vojvodini 113
5.2.1. Potencijalna izvorišta podzemnih voda za potrebe javnog snabdevanja stanovništva AP Vojvodine vodom za piće 114
5.2.1.1. Područje jugoistočnog Banata 117
5.2.1.2. Područje Potisja – arteske izdani 118
5.2.1.3. Aluvion leve obale reke Tise 119
5.2.1.4. Aluvion leve obale reke Dunav i leve obale reke Save 120
5.2.1.5. Mikrosistemi 121

6. NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PRIPREME VODE 123
6.1. Koncept najbolje dostupne tehnike za pripremu vode 123
6.2. Definisanje procesa pripreme vode 124
6.3. Finansijski pokazatelji razvoja separatnih sistema 140
6.3.1. Osnova za procenu troškova pripreme vode 140
6.3.2. Procena troškova pripreme vode 140

7. DEFINISANJE KRITERIJUMA PRIORITETA IZGRADNJE VODOVODNIH SISTEMA 143
7.2. Plan aktivnosti vodosnabdevanja 145

8. ZAŠTITA VODA 151
8.1. Kvalitet površinskih voda i sedimenta u AP Vojvodini 152
8.1.1. Kvalitet površinskih voda 152
8.1.2. Kvalitet sedimenta 158
8.2. Najugroženiji vodotoci u Vojvodini 163
8.3. Izvori zagađivanja voda 169
8.3.1.Tačkasti izvori zagađenja 170
8.3.2. Difuzni izvori zagađenja 173
8.3.3. Akcidetna zagađenja 174
8.3.4. Sistemi javnog odvođenja voda 175

9. VODOPRIJEMNICI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA 181
9.1. Opšte karakteristike vodoprijemnika 181
9.1.1. *HS Dunav-Tisa-Dunav u svetlu politike EU u oblasti voda* 183
9.2. Upravljanje vodoprijemnicima na teritoriji AP Vojvodine 184
9.2.1. *Proračun ukupnog opterećenja vodoprijemnika sa otpadnim vodama iz naselja* 187

10. KVALITET PREČIŠĆENE VODE 189
10.1. Osnovni principi 189
10.2. Postojeća praksa 190
10.3. Kvalitet prečišćenih gradskih otpadnih voda prema Direktivi 91/271/EEC 191
10.3.1. *Merila za utvrđivanje osetljivih i manje osetljivih oblasti* 193
10.4. Predlog kriterijuma za određivanje kvaliteta prečišćenih gradskih otpadnih voda u budućnosti 194

11. NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NASELJA 199
11.1. Koncept najbolje dostupne tehnike prečišćavanja otpadnih voda naselja 199
11.2. Koncipiranje procesa prečišćavanja otpadnih voda 201

12. KRITERIJUMI PRIORITETA ZAŠTITE VODA 215

13. STRATEGIJA ISTRAŽIVANJA U OBLASTI VODOSNABDEVANJA I ZAŠTITE VODA 223
13.1. Uloga "PILOT" istraživanja u definisanju tehnologije pripreme vode za piće i prečišćavanju otpadnih voda 224
13.2. Formiranje „Centra za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda” 227

14. PROCENA TROŠKOVA ZA SPROVOĐENJE STRATEGIJE ODRŽIVOG RAZVOJA VODOVODA I KANALIZACIJE U AUTONOMNOJ POKRAJINI VOJVODINI 229
14.1. Polazne osnove 230
14.2. Procena investicija potrebnih za vodovod i kanalizaciju u urbanim sredinama 231
14.3. Procena investicija potrebnih za vodovod i kanalizaciju u ruralnim sredinama 232
14.4. Procena ukupnih investicija za vodovod i kanalizaciju 233
14.5. Modeli finansiranja investicija u sektoru vodovoda i kanalizacije na teritoriji Autonomne Pokrajine Vojvodine 233

ANEKSI 235
A1. KRATKI PRIKAZI PROJEKATA VEZANIH ZA VODOSNABDEVANJE POJEDINIH REGIONA U AP VOJVODINI 236
A.1.1.REZIME STUDIJE IZVODLJIVOSTI "ODRŽIVA REŠENJA NA UNAPREĐENJU KVALITETA VODA ZA PIĆE SA POVIŠENIM SADRŽAJEM U TRI VOJVOĐANSKA REGIONA" 236
A.1.1.1. Knjiga I: Generalni pregled 236
A1.1.2. Knjiga II: Podzemni resursi 237
A.1.1.3. Knjiga III: Tretman vode 238
A.1.1. 4. Knjiga IV: Distributivni sistem 238
A.1.1.5. Knjiga V: Finansijska izvodljivost i socio-ekonomsko sagledavanje 240
A.1.2. PRETHODNA STUDIJA IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE REGIONALNOG VODOVODNOG SISTEMA DUBOVAC-ZRENJANIN-KIKINDA 240
A2. PROCENA TROŠKOVA PRIPREME VODE 247

REZIME

Danas se iz podzemlja Vojvodine zahvata prosečno 6,8 m^3/s podzemne vode. U Vojvodini postoje uslovi za dugoročan održiv razvoj izvorišta u cilju zadovoljavanja potreba stanovništva u vodi za piće, pod uslovom da se gazdovanje kvalitetnom vodom vrši organizovano i racionalno. To znači da *prioritet treba dati javnom snabdevanju stanovništva i tehnološkim procesima u industriji koji zahtevaju vodu najvišeg kvaliteta*, a ostale korisnike usmeriti na druge izvore. Nedopustivo je visok procenat neispravne vode za piće koja se distribuira stanovništvu (npr. 77-100% za fizičko-hemijske parametre i 8-33% za mikrobiološke parametre u 2006. godini). Specifičnost vojvođanskog područja je da su vode resursa koje su trenutno u upotrebi, kvaliteta koji zahteva mnogo složenije tehnološke postupke prerade nego što je to slučaj u većini naselja. Moguća rešenja su istraživanje i stavljanje u upotrebu novih izvorišta sa kvalitetnijom vodom i primena novih tehnologija. Stepen istraženosti pojedinih oblasti, za koje je utvrđena perspektivnost s aspekta otvaranja novih izvorišta lokalnog, mikroregionalnog i regionalog karaktera, je veoma nizak. Hidrogeološka istraživanja perspektivnih oblasti predstavljaju prvi korak ka poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini.

Kratkoročna orjentacija snabdevanja vodom (5-10 godina) je razvijanje mikroregionalnih vodovodnih sistema (povezivanje nekoliko naselja ili opština u jednu celinu u zavisnosti od raspoloživih izvorišta). Vremenom, kako bude rasla ekonomska moć stanovništva predlažemo povezivanje i objedinjavanje mikroregionalnih sistema u veće celine, tj. u određenom vremenskom periodu u regionalni sistem oslonjen na izvorište vode regionalnog nivoa. Ovakav pristup omogućava da se korisnici po pravilu snabdevaju sa dva ili više izvorišta i da se uz lokalne mogućnosti (mikroregionalno i lokalno izvorište) postiže najviši stepen sigurnosti, kako u pogledu isporuke količine vode, tako i pogledu njenog kvaliteta. Ovde je ekonomski elemenat jedan od najbitnijih činilaca racionalnog razvoja. Dugoročnija orjentacija snabdevanja vodom stanovništva predstavlja izgradnju regionalnih i međuregionalnih vodovodnih sistema u *koji bi bili integrisani i postojeći vodovodni sistemi.*

Problem sa najvećim prioritetom je vodosnabdevanje oblasti gde je u vodi za piće prisutan toksični arsen, zatim povišen sadržaj prirodnih organskih materija i natrijuma.

Tehnologije pripreme vode moraju biti adekvatne za dati kvalitet na svakoj lokaciji ponaosob i relativno lake za nadzor. Uslov za to je rešavanje sadašnje manjkavosti u nadzoru i upravljanju malim sistemima koju je neophodno ukloniti organizovanjem posebnih službi i institucija koje bi imale kapacitete za takvu aktivnost. Uporedo sa ovim aktivnostima neophodno je jačati institucije koje se bave vodosnabdevanjem u smislu razvoja kadra, opreme i zakona, sistema akreditovanih laboratorija i usaglašavanja sa evropskom praksom.

Sadašnje stanje vodosnabdevanja u AP Vojvodini. Teritoriju Vojvodine čine 45 opština sa ukupno 463 naselja. Prema rezultatima popisa 2002. godine u Vojvodini živi 2.118.493 stanovnika. Broj stanovnika po opštinama se kreće od 9.000 (Sremski Karlovci) do 320.000 (Novi Sad), a u naseljima i gradovima od 100 do 200.000. Prosečna veličina opštine je oko 47.000 stanovnika (bez Novog Sada oko 41.000), a naselja blizu 4.600 stanovnika (bez Novog Sada oko 4.000).

Od ukupnog broja naselja u Vojvodini, organizovano snabdevanje vodom putem javnih vodovoda (vodovodi u nadležnosti opštinskih javnih preduzeća ili mesnih zajednica) ima 396 naselja. Snabdevanje je organizovano putem 339 vodovoda od kojih

sa oko 47% upravljaju javna preduzeća, a sa 53%, uglavnom u manjim naseljima, upravljaju mesne zajednice. Grupu 69 naselja bez vodovoda, sa ukupno oko 85.000 stanovnika (oko 4% od ukupnog stanovništva Vojvodine), čine naselja veličine od 100 do preko 6.000 stanovnika (najveći deo je ispod 1.000 stanovnika). Stanovništvo se u tim naseljima snabdeva vodom iz javnih bunara i česmi, kao i iz sopstvenih bunara. Neadekvatno rešenje vodosnabdevanja ogleda se pre svega u nestašici vode, pri čemu posebno treba istaći neadekvatan kvalitet isporučene vode, koji u pojedinim regionima Vojvodine predstavlja osnovni problem vodovodnih sistema.

Na najvećem broju izvorišta na teritoriji Vojvodine kaptiraju se "dubinski" vodonosni horizonti koji su praktično zaštićeni od zagađenja sa površine terena. Izvestan broj izvorišta nalazi se u inundacionom pojasu, a reni bunari (bunari sa horizontalnim drenovima) se, kao na primer u Novom Sadu, u velikoj meri napajaju rečnom vodom prirodnom infiltracijom, te kvalitet površinskih voda direktno utiče na kvalitet vode za piće. Takav tip izvorišta predstavlja obnovljivi resurs.

Od ukupno zahvaćenih podzemnih voda za javno vodosnabdevanje gradskih naselja i opštinskih centara koristi se 5810 l/s podzemnih voda ili preko 85% od ukupne količine. Za javno snabdevanje vodom za piće seoskih naselja koristi se, po proceni, samo oko 15% od ukupne količine zahvaćenih podzemnih voda oko 1000 l/s.

Kvalitet podzemnih voda koje služe za vodosnabdevanje stanovništva. Akumulacije podzemnih voda (izdani) koje se koriste za vodosnabdevanje nalaze se u gornjim delovima terena do dubine od 250 m, sa izrazitim razlikama po bitnim hidrogeološkim parametrima. U gornjem delu, do dubine oko 60 m, formirane su izdani sa slobodnim nivoom (tzv. prva izdan), a ispod njih izdani sa nivoom pod pritiskom (arteske izdani). Kvalitet i kvantitet u ovim akumulacijama je u širokim granicama, počev od veličine akumulacionog prostora, kapaciteta i načina obnavljanja voda do kvaliteta voda koji varira od kvaliteta koji odgovara normativima vode za piće do podzemnih voda čiji kvalitet zahteva vrlo složeni postupak prerade (srednji i severni Banat i zapadna Bačka). Prihranjivanje prve izdani vrši se na račun površinskih vodotokova (reka i kanala) i atmosferskih taloga, a ređe posredstvom arteskih izdani. Zbog toga je hemijski sastav voda prve izdani na prostoru Vojvodine dosta sličan.

Na prostoru Banata izdvajaju se tri oblasti kvaliteta podzemne vode osnovne vodonosne sredine, kako u hemijskom pogledu, tako i u pogledu sadržaja prirodnih organskih materija i to:

- Deo severno od Novog Bečeja i Plovnog Begeja sa sadržajem prirodnih organskih materija izraženih preko utroška kalijum-permanganata od 10-40 mg/l, ukupna mineralizacija vode je od 500-700 mg/l, sadržajem gvožđa od 0,2-1 mg/l (pretežno 0,3 mg/l) i amonijaka od 0,2-1 mg/l. Sadržaj prirodnih organskih materija u vodi izvorišta u nekim mestima ovog područja je sledeći: Zrenjanin iznad 37 mg$KMnO_4$/l, Kikinda i do 28 mg$KMnO_4$/l, Novi Bečej 17,7-33 mg$KMnO_4$/l, Čoka oko 32 mg$KMnO_4$/l, Melenci 35-32 mg$KMnO_4$/l i Vojvoda Stepa 32,5 mg$KMnO_4$/l.
- Relativno uska granica na relaciji Zrenjanin – Žitište sa izrazito visokim sadržajem organskih materija (preko 200 mg$KMnO_4$/l) i visokom mineralizacijom, preko 1200 mg/l, visokim sadržajem gvožđa (najčešće 0,4 mg/l, pa i preko 2 mg/l) i amonijaka (preko 10 mg/l). Sadržaj organskih materija u vodi izvorišta u nekim mestima ovog područja je sledeći: Žitište 49-69 mg$KMnO_4$/l, Srpski Itebej oko 47 mg$KMnO_4$/l, Kraišnik oko 33 mg$KMnO_4$/l, Klek oko 61 mg$KMnO_4$/l i Banatsko Višnjićevo oko 27 mg$KMnO_4$/l.

- Područje južnog Banata sa niskim sadržajem organskih materija i mineralizacijom vode (310-460 mg/l, lokalno oko 600 mg/l), povećanom tvrdoćom i do 18^0dH i sadržajem gvožđa oko 0,5 mg/l.

U području Bačke hemijski sastav podzemnih voda osnovne vodonosne sredine karakteriše mala mineralizacija vode od 280-480 mg/l u severoistočnom do 350-635 mg/l u južnom delu. Tvrdoća vode u severnom delu je 6,5-10^0dH, izuzetno 15^0dH, a u južnom delu i do 20^0dH. Sadržaj prirodnih organskih materija (slika 3) u OVK (osnovni vodonosni kompleks) je na celom prostoru mali, ispod 10 mg$KMnO_4$/l. Utvrđen je povećan sadržaj gvožđa i do 3 mg/l i amonijaka do 2,5 mg/l, dok su mangan, nitrati i nitriti u granicama dozvoljenog sadržaja za vodu za piće. U podzemnim vodama zahvaćenim iz vodonosnih sredina pliocenske starosti detektovan je visok sadržaj prirodnih organskih materija na području Odžaka od 20-79 mg$KMnO_4$/l i Sombora od 6-38 mg$KMnO_4$/l. U izvorištu vode u Srpskom Miletiću detektovana je najviša koncentracija prirodnih organskih materija od oko 110 mg$KMnO_4$/l.

U području Srema primarni hemijski sastav voda osnovne izdani praktično je isti kao i slobodne-subarterske "prve" izdani i mineralizacija se kreće od 250 do 500 mg/l. Nešto malo veća je mineralizacija u istočnom delu 600-850 mg/l. Sadržaj organskih materija je nizak daleko ispod 8 mg$KMnO_4$/l.

Veliki deo podzemnih voda u AP Vojvodini sadrži neprihvatljivo visoku koncentraciju arsena u slučaju da se te vode koriste za piće. Na žalost, većina vodovoda u Vojvodini ne poseduje tehnologije za uklanjanje arsena iz podzemnih voda, te je sadržaj arsena u vodi za piće na većem delu teritorije AP Vojvodine iznad 10 μg/l koliko je dozvoljeno (*Sl.list SRJ 42/98*).

Kvalitet vode za piće. Veći deo stanovništva Vojvodine koji koristi za piće podzemnu vodu duboke izdani, po pravilu bez prečišćavanja, snabdeva se vodom koja ne zadovoljava osnovne kriterijume koji su predviđeni našim propisima. Ovo je posledica prirodnog zagađenja ovih voda kako je to već navedeno. Zbog toga je potrebno prečišćavati podzemne vode u svrhu vodosnabdevanja, tj. proizvodnje vode za piće. Postrojenja za pripremu vode za piće na teritoriji Vojvodine nalaze se na izvorištima javnog vodosnabdevanja sledećih naselja: Subotica, Senta, Bezdan, Apatin, Bačka Palanka, Novi Sad, Pančevo, Kovin, Titel, Ruma i Sremska Mitrovica. Od ukupno zahvaćene podzemne vode na teritoriji Vojvodine oko jedna trećina podvrgava se tretmanu na postrojenjima za pripremu vode za piće, u tzv."fabrikama vode". Uređaji su uglavnom projektovani za preradu sirove vode u cilju smanjivanja sadržaja gvožđa, mangana i amonijaka, a na postrojenju u Subotici se pored pomenutih elemenata, vrši i tretman radi snižavanja koncentracije arsena. Nažalost, posebno u malim vodovodima, tretman vode je izostavljen, osim hlorisanja, pa se stanovništvu distribuira voda koja ne zadovoljava normative Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće (*Sl.list SRJ 42/98*). Najčešći uzročnici za neispravnost vode za piće su povećan sadržaj gvožđa, mangana, amonijaka, prirodnih organskih materija, arsena i natrijuma. Najlošije stanje je u srednjem i severnom Banatu.

Distribuciona cevna mreža je relativno gusta i uglavnom zadovoljava potrebe. Međutim, kvalitet cevovoda je loš. Već u izgradnji je korišćen nekvalitetan materijal. Više od polovine cevovoda je izgrađeno od azbest cementnih cevi. Veliki deo, posebno cevovoda većih profila je građen od čelika, najčešće samo sa klasičnom antikorozivnom zaštitom vrlo ograničenog trajanja. Takvi cevovodi su danas najveći emiteri vode u zemljište, odnosno najveći uzročnici tehničkih gubitaka vode. Period poslednjih desetak godina je ostavio veoma dubok trag na vodovodnu mrežu, kao i na sve ostale objekte distribucije. Nedostatak sredstava je doveo do zanemarivanja održavanja tako da danas

imamo zapuštenu vodovodnu mrežu i objekte distribucije. Ipak najveći nedostatak distribucije je nedostatak rezervoarskog prostora. Malo koji vodovod se može pohvaliti da raspolaže i najminimalnije potrebnim rezervoarskim prostorom. U većini slučajeva se voda direktno iz bunara potiskuje u mrežu, bez mogućnosti za bilo kakvo izravnanje ili podešavanje režima rada pumpi.

Zaključeno je da je kvalitet vode za piće u Vojvodini generalno nezadovoljavajući. Unapređenje distributivnih sistema, odn. njihovo renoviranje sigurno može rešiti mikrobiološki kvalitet koji je prioritet. U pogledu fizičko-hemijskog kvaliteta neophodno je inovirati, odn. uvesti tehnologije prerade vode koje će dovesti do zahtevanog kvaliteta prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (*Sl.list SRJ 42/98*). U tom smislu svakako prioritet treba da imaju ona područja koja su ugrožena povećanim koncentracijama toksičnih materija (npr. arsen).

Predlog normativa potrošnje vode. Predlog normativa potrošnje se zasniva na dosadašnjim iskustvima (našim i evropskim), trendovima potrošnje u zemljama koje su u završnoj fazi tranzicije, normama potrošnje koje se primenjuju u zemljama Evropske zajednice, kao i na specifičnostima Vojvođanskog prostora (klimatske prilike, struktura naselja, navike stanovništva, stanje izgrađene vodovodne mreže u naseljima, itd).

Potrebe industrije (velikih privrednih potrošača), za vodom za tehnološki proces, nisu obuhvaćene ovim pregledom. Njih treba rešavati posebno u svakom konkretnom slučaju. Odluku o načinu snabdevanja industrije vodom donosi sama industrija.

Domaćinstva. Potrošnjom vode u domaćinstvima se smatra lična potrošnja pojedinca za fiziološke i higijensko-sanitarne potrebe. Promenljiva je zavisno od broja stanovnika u naselju:

Broj stanovnika	Jedinična potrošnja (l/st/dan)	Koeficijenti neravnomernosti		
		dnevni (Kd)	satni (Ks)	
			min	max
do 2.000	110	2,0	0,2	2,5
od 2.000 do 5.000	120	1.9	0,2	2,0
od 5.000 do 10.000	130	1,8	0,25	1,8
od 10.000 do 20.000	140	1,7	0,3	1,6
preko 20.000	150	1,6	0,35	1,5

Javna i ostala potrošnja. Javnu i ostalu potrošnju čini potrošnja vode koja proističe iz aktivnosti koje se obavljaju na užem području naselja. U ovom sektoru porošnje voda se koristi za: održavanje javne higijene u naselju, fontane i javne česme, javna kupališta i bazene, ustanove i poslovne objekte u naselju, dečje ustanove, škole, zdravstvene ustanove (ambulante, bolnice), ugostiteljske objekte (gostionice, restorani, hoteli), malu privredu i zanatstvo, trgovinske radnje i sl.

Potrošnja vode u ovom sektoru zavisi najviše od veličine naselja. Normalno, veća naselja su bogatija sadržajima javne i ostale potrošnje, pa je i potrošnja svedena na jednog potrošača u većim naseljima veća nego u malim naseljima. U fazi planiranja javna i ostala potrošnja se obično određuje procentom od potrošnje u domaćinstvima. Uobičajene vrednosti se kreću u intervalu od 10% do 20%. Za osnovne proračune potrebnih kapaciteta, odnosno procenu potrošnje predlažu se sledeći normativi:

broj stanovnika	javna i ostala potrošnja
do 5.000	5 % od potrošnje u domaćinstvima
od 5.000 do 10.000	5 - 10 %
od 10.000 do 20.000	10 - 15 %
od 20.000 do 50.000	15 - 20 %
preko 50.000	20% i više

I na ove norme treba primeniti iste koeficijente neravnomernosti kao za potrošnju u domaćinstvima.

Domaće životinje. Prosečne dnevne potrebe za vodom domaćih životinja su:

krupna stoka	50 - 60 l/kom/dan
sitna stoka	5 - 10 l/kom/dan
živina	30 - 50 l/100kom/dan

Neravnomernost potrošnje je i ovde vezana za godišnja doba, pa se može, kao prosečna vrednost, računati sa koeficijentom neravnomernosti od 1,2 do 1,3.

Potencijalna izvorišta podzemnih voda za potrebe javnog snabdevanja stanovništva AP Vojvodine vodom za piće. Stepen istraženosti u pogledu rezervi i kvaliteta podzemnih voda veoma je neujednačen i može se okarakterisati kao tačkast. Bez obzira što je izbušen veliki broj bunara, zbog promenljivog i složenog prostornog rasporeda vodonosnih horizonata, ostalo je dosta prostora koji nije u dovoljnoj meri istražen ili je potpuno neistražen. Takvo stanje pruža nove mogućnosti i perspektivu za poboljšanje vodosnabdevanja. Za područja koja su ocenjena kao perspektivna sa aspekta otvaranja novih izvorišta mikroregionalnog ili regionalnog ranga može se konstatovati da su delimično ili potpuno neistražena u pogledu rezervi, kvaliteta vode i moguće zaštite od spoljnih zagađenja. Stoga je jedan od prioriteta planski i organizovani prilaz istraživanju potencijalnih izvorišta koja bi obezbedila dovoljne količine podzemnih voda koje se uz pripremu klasičnim postupcima mogu koristiti za potrebe vodosnabdevanja stanovništva vodom za piće. U tom smislu, interpretacijom i korelacijom podataka sa postojećih izvorišta, po metodi koja se primenjuje u hidrogeologiji, odabrano je nekoliko perspektivnih lokaliteta sa kojih bi se mogle dobiti značajne količine kvalitetne vode za vodosnabdevanje stanovništva. Ova hidrogeološka istraživanja bi predstavljala prvi korak u povezivanju postojećih vodovodnih sistema i poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva Vojvodine. Pri izboru perspektivnih lokaliteta vođeno je računa, koliko je to moguće, da oni budu u blizini ugroženih područja (područja sa visokim sadržajem arsena i drugih štetnih materija u sirovoj vodi), kako bi vodovodni sistem bio što ekonomičniji.

Najugroženija područja u Vojvodini sa aspekta kvaliteta vode svakako su srednji i severni Banat i jugozapadni delovi Bačke. Postavlja se pitanje kako na najracionalniji i ekonomski prihvatljiv način rešiti ovo pitanje. Rešenja poput velikih regionalnih vodovoda uglavnom iz priobalja Dunava i Save su dobra, međutim veoma su skupa i na današnjem stepenu ekonomske moći neodrživa. Ovom Strategijom vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini nudi se međutim jedno prelazno, stručno i ekonomski održivo rešenje putem formiranja mikroregionalnih sistema koji bi u narednim fazama omogućili nesmetano povezivanje u regionalne. Na taj način, kroz faznu izgradnju vodovodnih sistema došlo bi se, kroz ekonomski prihvatljiv i održiv način, do istog konačnog rešenja, odnosno do izgradnje vodovoda regionalnog ranga.

Prema vodoprivrednoj osnovi Srbije kada su u pitanju podzemni resursi na teritoriji Vojvodine utvrđeno je da hidrogeološki i hidrodinamički uslovi za formiranje izvorišta regionalnog karaktera, postoje u sledećim sektorima: priobalje Dunava (sektor Bezdan - Bogojevo, levo priobalje nizvodno od Novog Sada, sektor Kovin – Dubovac); priobalje Save (sektor Jamena – Kurjakovac, sektor Jarak – Grabovac); priobalje Dunava i Tise (sektor Knićanin – Čenta) i van priobalja rečnih tokova (šire područje Potpornja). Kao perspektivni lokaliteti za istraživanje i formiranje poluregionalnih (mikroregionalnih) izvorišta podzemnih voda, na bazi dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja, odabrani su sledeći lokaliteti: područje jugoistočnog Banata (banatska depresija), područje Potisja – arteske izdani (područje Bečeja i područje istočnog oboda

Telečke), aluvion leve obale reke Tise i aluvion leve obale reke Dunav i leve obale reke Save.

Definisanje kriterijuma prioriteta izgradnje vodovodnih sistema. Kriterijumi prioriteta je definisani na osnovu ključnih parametara:

1. Ugroženost zdravlja stanovništva koji definiše redosled rešavanja pojedinačnih problema po naseljima;
2. Ekonomski razvoj Vojvodine koji definiše:
   a. *odabir strategije* u smislu postepenog uvođenja regionalnog sistema vodosnabdevanja (sa porastom ekonomske moći sistem bi postepeno mogao da se razvija od separatne do mikro-regionalne varijante) i
   b. odabir tehnologije za pripremu vode.
3. Paralelno sa ovim aktivnostima neophodno je jačati institucije koje se bave vodosnabdevanjem u smislu razvoja kadra, opreme i usaglašavanja sa evropskom praksom.

Neophodno je:

A. prioritetno rešavati probleme naselja koja imaju toksične parametre van granica dozvoljenih Pravilnikom (pre svega problem arsena)
B. uvesti, odn. poboljšati tretman voda u mestima gde on ne zadovoljava odredbe važećeg Pravilnika
C. unaprediti stanje distributivnog sistema
D. organizovati bolje upravljanje malim vodovodnim sistemima
E. istražiti alternativna izvorišta

Stepen istraženosti pojedinih oblasti, za koje je utvrđena perspektivnost s aspekta otvaranja novih izvorišta lokalnog, mikroregionalnog i regionalog karaktera, je veoma nizak. Hidrogeološka istraživanja perspektivnih oblasti predstavljaju prvi korak ka poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini. Stoga je dakle neophodno kao prvi (prva faza) od prioriteta Planska istraživanja u cilju obezbeđenja dovoljnih količina kvalitetnih podzemnih voda za potrebe snabdevanja stanovništva vodom za piće da se odvijaju na sledeći način:

- istraživanja mogućnosti proširenja kapaciteta postojećih izvorišta, lokalno - za jedno naselje ili nekoliko naselja (mikrosistem),
- istraživanje potencijalnih novih izvorišta lokalnog (za jedno, dva ili više naselja) i mikroregionalnog karaktera,
- istraživanje potencijalnih novih regionalnih izvorišta,
- paralelno sa istraživanjem izvorišta moraju se preduzeti istraživanja tehnologija za pripremu vode za piće za svako prihvatljivo lokalno, mikroregionalno i regionalno izvorište.

Sledeća faza (druga faza), nakon sakupljanja dovoljno podataka o kvalitetu i kvantitetu vode u izvorištima, izrada Generalnog projekta vodosnabdevanja stanovništva u AP Vojvodini.

Treća faza je kratkoročna orjentacija snabdevanja vodom (5-10 godina) je razvijanje mikroregionalnih vodovodnih sistema (povezivanje nekoliko naselja ili opština u jednu celinu u zavisnosti od raspoloživih izvorišta). Vremenom, kako bude rasla ekonomska moć stanovništva ovi sistemi bi se povezivali i objedinjavali u veće celine, tj. u određenom vremenskom periodu u regionalni sistem oslonjen na izvorište vode regionalnog nivoa. Ovakav pristup omogućava da se korisnici po pravilu snabdevaju sa dva ili više izvorišta i da se uz lokalne mogućnosti (mikroregionalno i lokalno izvorište) postiže najviši stepen sigurnosti, kako u pogledu isporuke količine

vode, tako i pogledu njenog kvaliteta. Ovde je ekonomski elemenat jedan od najbitnijih činilaca racionalnog razvoja.

Optimalna dugoročnija orjentacija snabdevanja vodom stanovništva predstavlja izgradnju regionalnih i međuregionalnih vodovodnih sistema (četvrta faza) u *koji bi bili integrisani i postojeći vodovodni sistemi.* Ovi sistemi treba da dopune nedostajuće količine voda sa lokalnih izvorišta i povećaju ukupnu sigurnost rada sistema. Postoje naselja za koje nije racionalno povezivanje na regionalne vodovodne sisteme, odnosno gde je povoljnije korišćenje samo lokalnih izvorišta. U vodosnabdevanju Vojvodine ne smeju se zapostaviti mali sistemi i lokalna izvorišta, jer pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama (ratni uslovi, terorizam, prirodne katastrofe itd.). Ovi lokalni sistemi (ili mikroregionalni sistemi) moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na *visokom tehnološkom nivou*, kako bi se mogli trajno zadržati u budućem regionalnom sistemu.

Problem sa najvećim prioritetom je vodosnabdevanje oblasti gde je u vodi za piće prisutan toksični arsen, zatim povišen sadržaj prirodnih organskih materija i natrijuma.

Tehnologije pripreme vode moraju biti adekvatne za dati kvalitet na svakoj lokaciji ponaosob, relativno lake za nadzor i u slučaju akcidenata sanacije bi se morale brzo rešavati. Uslov za to je rešavanje sadašnje manjkavosti u nadzoru i upravljanju malim sistemima koju je neophodno ukloniti organizovanjem posebnih službi i institucija koje bi imale kapacitete za takvu aktivnost.

Plan aktivnosti vodosnabdevanja. Potrebno je uraditi sledeće aktivnosti:

I. Istraživanja mogućnosti proširenja kapaciteta postojećih izvorišta i novih lokalnih (hidrogeološka istraživanja) i uvođenje ili poboljšanje postojeće tehnologije za pripremu vode za piće.
II. Istraživanje potencijalnih novih izvorišta mikroregionalnog karaktera (hidrogeološka istraživanja) i istraživanja tehnologija za pripremu vode za piće.
III. Istraživanje potencijalnih novih regionalnih izvorišta (hidrogeološka istraživanja) i istraživanja tehnologija za pripremu vode za piće.
IV. Izrada Generalnog projekta vodosnabdevanja stanovništva za AP Vojvodinu.
V. Projektovanje i izgradnja lokalnih i mikroregionalnih vodovodnih sistema.
VI. Projektovanje i izgradnja regionalnih vodovodnih sistema.

Strategija zaštite voda u AP Vojvodini. Kvalitet površinskih voda u Vojvodini pretežno je uslovljen ispuštanjem otpadnih voda, tj. radom industrijskih postrojenja, poljoprivrednom proizvodnjom, kao i pojavom dugotrajnih sušnih perioda. Ugroženost površinskih voda zagađenjem biodegradabilnim organskim materijama naročito je izražena u blizini velikih gradova (Vrbas, Kula, Crvenka, Zrenjanin, Pančevo, Ruma, Bačka Topola) koji nemaju postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda i industrijskih postrojenja koja se bave proizvodnjom hrane (fabrike šećera, prerade voća i povrća, velike farme svinja, klanice itd.). Ovaj problem posebno je izražen u periodu godine koji karakterišu niski vodostaji i povišene temperature. Dunav, Sava, a delimično Tisa uspevaju, zahvaljujući moći samoprečišćavanja, da razgrade znatne količine organskih materija i ipak održe zadovoljavajući kvalitet voda. Nasuprot njima, u periodima rada fabrika punim kapacitetom prisutna je ugroženost malih vodotoka (Krivaja, Nadela, Kudoš, Bosut i pojedine deonice HS DTD). Tada dolazi do pojave deficita kiseonika i razgradnje organskih materija u anaerobnim uslovima sredine, pri čemu se oslobađaju toksične materije i gasovi (vodoniksulfid, metan i amonijak), što ugrožava floru i faunu ovih vodotoka. Kao posledica izloženog stanja javlja se degradacija kvaliteta vodoprijemnika, sa stalnom tendencijom pogoršavanja.

Sistemi javnog odvođenja voda. Od 463 naselja u Vojvodini samo 44 imaju bar neki od oblika kanalizacije otpadnih voda. Na kanalizacione sisteme priključeno je oko 660 000 stanovnika, što je oko 30% od ukupnog broja. Sve što je od kanalizacije izgrađeno, izgrađeno je uglavnom do 1990 godine. U poslednje 2-3 godine počela je ponovo izgradnja kanalizacije u nekim naseljima. Još uvek ne postoji grad u kome su sva domaćinstva povezana na kanalizacionu mrežu. Na gradska postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda priključeno je svega 11% stanovnika, a svega 7% na postrojenja koja su u funkciji.

Prema raspoloživim podacima, tokom protekle četiri decenije započeto je ili je pak izgrađeno više od dvadeset centralnih postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda kapaciteta iznad 2000 ES. Ukupno izgrađeni kapacitet postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda je 592 100 ES. Od toga 3 sa prethodnim stepenom prečišćavanja, 17 sa drugim stepenom prečišćavanja, 2 sa tercijarnim tretmanom. Svega 3 uređaja imaju i postrojenja za obradu mulja. Trajno je van pogona 11 uređaja sa ukupnim kapacitetm od 83 500 ES. Ni jedno od postojećih postrojenja van funkcije, ne može se uklopiti u buduća rešenja zbog malog kapaciteta, malih dimenzija objekata, fizičke zastarelosti objekata i opreme i zastarele tehnologije. Jedan deo uređaja radi sa nezadovoljavajućim efektom prečišćavanja. Nezavisno od njihovih nedostataka u stalnoj funkciji se nalaze: Bač, Bečej, Horgoš, Kanjiža, Novi Banovci, Novo Miloševo, Gložan, Sombor, Subotica, Stara Moravica i Vršac. U probnom radu se nalazi Senta, Bački Petrovac i Pećinci. Na postrojenjima koji se nalaze u funkciji, osnovu tehnologije čini mehaničko-biološko prečišćavanje. Biološko prečišćavanje se sprovodi putem postupka sa aktivnim muljem.

Pored navedenih, većih centralnih postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda postoji izvestan broj manjih postrojenja do kapaciteta 2000 ES. O njihovim lokacijama i broju nema pouzdanih podataka. Jedan deo ovih postrojenja čine tzv. rotacioni biološki kontaktori (Biodisk, Biorol). Ovi uređaji služe prvenstveno za prečišćavanje otpadnih voda delova naselja, kao prelazno rešenje do izgradnje sistema kanalizacije celog naselja. Iz ove grupe evidentirani su uređaji na sledećim lokacijama: Nakovo, Čantavir, Mali Iđoš, Pećinci, Šimanovci itd. Drugi deo ovih postrojenja čine kombinaciju prethodnog anaerobnog i naknadnog biološkog postupka putem aktivnog mulja (PUTOX i sl.). Ovi uređaji se nalaze u Crvenki, Novom Bečeju i dr. Sa tim u vezi neophodno je izvršiti procenu uticaja ovakvih naselja i postrojenja na kvalitet kanala DTD. Zbog izuzetne osetljivosti recipijenata i verovatno veoma strogih normi koje će u budućnosti morati da se ispoštuju u pogledu kvaliteta vode kanalske mreže, zahtevi za kvalitetom prečišćenih voda neće biti postavljeni samo za postrojenja koja se odnose na naselja sa više od 2000 ES nego i manja. Strateški je interes proceniti broj ovakvih naselja i zahteve za kvalitetom njihovog efluenta imajući u vidu broj, odn. gustinu takvih naselja na pojedinom recipijentu i opterećenje koje on mora da podnese. Pre svega je važno opterećenje nutrijentima kako bi se sprečila eutrofizacija kanala.

Norme za kvalitet prečićenih voda i vodoprijemnici prečišćenih voda. Dosadašnja nedovoljna i neadekvatna briga o zaštiti voda dovela nas je u situaciju da koncept zaštite zasnovan na kontroli kvaliteta vodoprijemnika u širem smislu, mora se smatrati dugoročnim ciljem. U tom kontekstu realizacija kratkoročnih i stoga pragmatičnih programa (u prvom redu definisanja graničnih vrednosti emisije-GVE) u zaštiti voda mora postepeno voditi do brižljivo definisanih dugoročnih ciljeva zaštite za svaki sliv i vodotok. Dugoročno postavljeni zahtevi za kvalitet voda, pored integralnih vodoprivrednih i drugih interesa, moraju više poštovati mnoge lokalne prirodne, još nedovoljno izučene osobenosti akvatičnih sistema.

U situaciji kada je broj izgrađenih postrojenja za prečišćavanje gradskih i industrijskih otpadnih voda objektivno mali, a zakonskim putem, tj. smernicama ili standardima za kvalitet efluenta nije regulisana prihvatljiva emisija, podaci o kvalitetu površinskih voda nedovoljni su za pravo vrednovanje emisije.

Pragmatični program zaštite i kontrole delimično osnovan na kriterijumu kvaliteta efluenta predstavlja kompromis koji obezbeđuje postepeno i kontinualno poboljšanje kvaliteta površinskih voda. Zato, radi lakše i efikasnije organizacije kontrole emisije potrebno je zakonski osnažiti i uspostaviti standarde za prihvatljiv kvalitet efluenta kao minimalni zahtev.

Donošenje novih propisa o zaštiti voda, prvenstveno emisionh i imisionih standarda, koji bi bili saglasni Direktivama EU 76/464/EEC i njenim dopunama, 86/280/EEC, 91/271/EEC, 91/676/EEC i 2000/60/EC, nalazi svoju potporu u članu 56 važećeg Zakona o vodama *("Službeni glasnik RS", 46/91*). U ovom delu treba naglasiti da imisione standarde treba doneti saglasno sledećim Direktivama: 76/160/EEC, 78/659/EEC, 79/923/EEC, 80/778/EEC dopunjena Direktivom 98/83/EC, uvažavajući pristupe Okvirne direkive 2000/60/EC ovoj problematici.

Potrebno je uspostaviti osnove integrisanog upravljanja kvalitetom voda u smislu uspostavljanja sistema „zagađivać plaća“, a u skladu sa setom zakona o integrisanoj kontroli i sprečavanju zagađenja. U tom smislu akutan je problem nedostajućeg podzakonskog akta vezanog za granične vrednosti emisije, a propise u vezi sa kontrolom imisije u potpunosti je neophodno inovirati. Kako se radi o dugotrajnim procesima, preporuka je osloniti se na najbolje dostupne tehnologije za preradu voda i izvršiti procenu da li je u Vojvodini, s obzirom na specifičnost recipijenta kanala DTD, neophodno uvesti strožije kriterijume nego što traži legislativa EU. U svemu navedenom potrebno je da se slede Direktive EU (u prvom redu Okvirna direktiva EU za vode i Direktive o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađenja) uz preporuku da se vodi računa o specifičnostima Vojvodine i lokalnom rasporedu industrije i zaštićenih zona. Usklađivanje sa Direktivom EU, karakterizacija elemenata kvaliteta i identifikacija HS DTD zahteva unapređenje monitoringa.

Preduslov za zadovoljavajući kvalitet ambijentalnih voda u Vojvodini su prečišćene komunalne otpadne vode i rešen problem industrijskih otpadnih voda. Imajući u vidu osetljivost vojvođanskih vodoprijemnika neophodno je pažljivo izvršiti procene pritisaka na vodotoke i identifikaciju vodnih tela, jer će te aktivnosti imati direktan uticaj na dalji razvoj uslovljavanjem emisije zagađenja, odnosno stepena prerade otpadnih voda pre ispuštanja u vodotoke. Potrebno je izraditi studiju koja će detaljno sagledati ovaj problem i predložiti mere za ublažavanje i gde je to moguće popravljanje stanja. Jedna od mera je smanjenje granične vrednosti emisije, što zahteva veća finansijska ulaganja u postrojenja i pažljiv odabir tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda. Druga mogućnost je razblaživanje vodotoka sa svežom površinskom vodom, što opet zahteva ulaganja u pumpne stanice i povećanje potrošnje energije. Takođe, potrebno je sagledati i uticaj prečišćenih otpadnih voda postojeće industrije na vodotoke. Tako dobijeni podaci će omogućiti preduzimanje odgovarajućih mera u sistemu upravljanja vodama na teritoriji AP Vojvodine.

Pored akutnog problema ispuštanja otpadnih voda i kvaliteta recipijenata u drugom koraku je važno sagledati problem i predložiti rešenja za izmuljivanje sedimenata iz kanala.

Definisanje kriterijuma prioriteta zaštite voda. Imajući u vidu ugroženost potencijalnih izvorišta vode za piće u Vojvodini (površinske vode i vode prve izdani) neophodno je kao prioritet postaviti kanalisanje naselja i izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u oblasti komunalne vodoprivrede i to na osnovu podataka

o kompletnoj emisiji u smislu količine i kvaliteta otpadnih voda naselja i industrije koja je smeštena u naseljima.

Prioriteti su:

1. Izgradnja sistema za prečišćavanje otpadnih voda i to pre svega na rizičnim recipijentima (kanali hidrosistema DTD), a onda i na onim koji to nisu. Pri tome su svakako prioritet veća naselja od manjih, odnosno naselja koja ispuštaju veće količine zagađenja. Neophodno je podržavati aktivnosti uvođenja kanalizacije i sprečavanja nekontrolisanog upuštanja otpadnih voda u podzemlje jer time direktno ugrožavamo kvalitet podzemnih voda. Kanalizacija se ne sme graditi bez postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Preporuke za najbolje tehnologije za preradu komunalnih otpadnih voda su date u Strategiji i zavise od broja stanovnika koji su priključeni na kanalizaciju, a u skladu su sa Direktivama EU. Neophodno je da one u sebi sadrže elemenat upravljanja muljem sa postrojenja.
2. Konstatovan je nedostatak podataka za nekanalisane otpadne vode za koje se mora uraditi tačnija procena radi kanalisanja i izgradnje postrojenja za prečišćavanje. Taj posao treba obavljati uporedo sa prvim zadatkom
3. Veoma važan problem je donošenje kriterijuma za upuštanje prešišćenih industrijskih voda u kanalizaciju. Predlažemo izradu jedinstvenog akta za teritoriju Vojvodine koji bi se odnosio na sva upuštanja u javnu kanalizaciju, saglasno karakteristikama kanalizacionog sistema i sistema za prečišćavanje.
4. Imajući u vidu veliku osetljivost vodotoka i situaciju na terenu u pogledu velikog broja malih naselja koja dobijaju sredstva za rešavanje problema prečišćavanja otpadnih voda, predlažemo da se uradi Studija efikasnosti najboljih dostupnih tehnologija u **izvednom obliku** na nekoliko naselja kako bismo imali podatke o stepenu prečišćavanja koji je moguće postići u realnim uslovima (sastav i količine otpadnih voda, temperaturna kolebanja tokom godine i dr.) jer bez tih podataka je nemoguće održivo upravljati sistemom. Na taj način bi se dobila jasnija slika o aktivnostima koje je neophodno preduzeti u smislu integrisanog upravljanja onog momenta kada na snagu stupe odredbe Okvirne Direktive EU o vodama, odn. odgovor na pitanje da li se može postići zadovoljavajući stepen primenom tehnoloških rešenja ili se mora raditi i razblaživanje vode vodotoka i u kojoj meri.

Prioriteti u izgradnji postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz naselja su sledeći (veličina postrojenja koja je prikazana u prioritetima može da podrazumeva i povezivanje nekoliko naselja i zajedničko prečišćavanje njihovih otpadnih voda. Na taj način nekoliko manjih naselja mogu biti prebačeni u viši prioritet, ako za to ima tehničkog i tehnološkog opravdanja):

I. Izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda na osetljivim vodotocima (HS DTD i malovodni vodotoci i Tisa do brane kod Bečeja)
   a. Objekti prvog prioriteta: sanacija postojećih postrojenja;
   b. Objekti drugog prioriteta: naselja > 50.000 ES (velika postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   c. Objekti trećeg prioriteta: naselja od 10.000-50.000 ES (srednja postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   d. Objekti četvrtog prioriteta: naselja od 2.000-10.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   e. Objekti petog prioriteta: naselja < 2.000 ES. (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima).

II. Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na neosetljivim vodotocima (vodotocima na čiji kvalitet postoji prekogranični uticaj: Dunav, Sava i Tisa ispod brane kod Bečeja)
   a. Objekti prvog prioriteta: naselja > 100.000 ES (velika postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)
   b. Objekti drugog prioriteta: naselja od 20.000 - 100.000 ES (srednja postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)
   c. Objekti tećeg prioriteta: naselja od 2.000 - 10.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)
   d. Objekti četvrtog prioriteta: naselja < 5.000 ES. (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)

III. Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na područjima utvrđenim posebnim prioritetima iz međunarodnih (bilateralnih i multilateralnih) vodoprivrednih sporazuma (u slučaju problema sa podzemnim vodama ova mesta mogu da imaju veći prioritet bez obzira na kašnjenje međudržavnih dogovora oko zaštite vodotokova sa značajnim prekograničnim uticajima):
   a. Naselja u zoni Srpsko-Rumunskih vodoprivrednih interesa
   b. Naselja u zoni Srpsko-Mađarskih vodoprivrednih interesa
   c. Naselja u zoni Srpsko-Hrvatskih vodoprivrednih interesa
   d. Zaštita Crnomorskog sliva od nutrijentnih materija iz otpadnih voda

Formiranje centra za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda za teritoriju AP Vojvodine. Obim poslova koji se moraju u oblasti vodosnabdevanja i zaštite voda u budućnosti uraditi nedvosmisleno ukazuje da je neophodno oformiti instituciju u okviru planiranog Naučno-tehnološkog parka na Univerzitetu u Novom Sadu (napr. *Centar za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda*) koja bi se na nivou Pokrajine bavila poslovima istraživanja, planiranja i razvoja i kroz svoje aktivnosti objedinjavala sve aktere na terenu u oblasti vodosnabdevanja i zaštitete voda. Pri tome je neophodno koristiti već postojeće resurse (unutrašnji potencijal) Univerziteta u Novom Sadu (kadar i opremu), lokalnih i pokrajinskih organa Uprave. Za formiranje „Centra za razvoj vodosnabdevanja i zaštite voda" sačinio bi se poseban elaborat.

Procena troškova za sprovođenje strategije vodosnadevanja i zaštite voda. Ukupna vrednost investicija za izgradnju, rehabilitaciju i modernizaciju javnog servisa za snabdevanje vodom, odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda izračunata je na osnovu kalkulacija izvedenih prema broju stanovnika u urbanim i ruralnim naseljima dobijenog Popisom stanovništva 2002. godine, vrsti vodovoda i kanalizacije koje koriste, na osnovu specifičnih indikatora, izračunatih kao odnos između vrednosti investicionih potreba za modernizaciju sistema i broja stanovnika, metodologije i preporuke za procenu troškova usaglašavanja sa EU normama, iskazanih u Eurima iznosi: 1.500.000.000 Eura (u cenu nije uračunat distribucioni sistem za mikroregionalne i regionalne sisteme vodosnabdevanja). Uzimajući u obzir sadašnje stanje i vreme potrebno za realizaciju ovih investicija, godišnji prosek potrebnih finansijskih sredstava iz svih izvora finansiranja, u narednih 20 godina na nivou Autonomne Pokrajine Vojvodine, iznosi 75 miliona Eura.

1. PRIKAZ STANJA VODOSNABDEVANJA U VOJVODINI

Voda je jedan od najdragocenijih prirodnih resursa naše planete, pa zato plansko upravljanje njome i brižljivo čuvanje predstavljaju jedan od najvažnijih zadataka savremenog društva. Voda je biološki, fiziološki, egzistencijalni i ekološki medijum. Zbog toga je Konferencija OUN o životnoj sredini i razvoju (*Rio de Žaneiro, 1992*) zaključila da nedostatak higijenski ispravne vode za piće, njeno iscrpljivanje i zagađivanje u svetskim razmerama zahteva kompleksno planiranje i racionalno korišćenje vodnih resursa[1,2,3,4].

Kult vode oduvek je živeo u narodu, a u životu i mitologiji naroda sa ovih prostora ona je imala poseban značaj. Voda je predstavljala mesto na kome su se ljudi odmarali i krepili, uz molitvu tražili leka svojim tegobama, a mladi uz pesmu, igru i veselje provodili praznike i svetkovine. Pesnici su je opevali, umetnici oslikavali, a ona je vazda oličavala novi život.

Geomorfološki sklop terena i opšti hidrogeološki uslovi Vojvodine nisu pogodovali formiranju gravitacionih izvora sa svežom pitkom vodom. Do nje se teško dolazilo, zbog čega je ona toliko cenjena i smatrana darom prirode. Znalo se koja je voda za piće i pripremu hrane, koja za napajanje stoke, a koja za navodnjavanje njiva.

U vreme velikih seoba naroda i ratova za piće su korišćene površinske vode i retki prirodni izvori, pošto za drugačija rešenja nije bilo vremena. Kada su ratovi prestajali i počinjala da niču stalna naselja, ljudi su počeli da kopaju bunare. Oni su kroz

---

[1] Konferencija Ujedinjenih nacija (UN) o životnoj sredini i razvoju, održana od 3-14. juna 1992. godine u Rio de Žaneiru, reformisala je Deklaraciju Konferencije UN o životnoj sredini čoveka, usvojenu 16. juna 1972. godine u Stokholmu. Konferencija je proklamovala principe o životnoj sredini i razvoju, popularno nazvani "Agenda 21", koji predstavlja akcioni plan za 21. vek. "Agenda 21" promoviše principe održivosti u sadašnjem okruženju.

[2] U izveštaju Konferencije OUN o vodama koja je održana u Mar der Plati 1977. godine je napisano: "*u cilju usklađivanja upravljanja vodama sa potrebama, kao i radi smanjenja rizika od ozbiljnih pomanjkanja vode i ekoloških katastrofa u budućnosti, neophodni su jedinstvena i integralna vodoprivredna politika, zakonodavne i upravne smernice*".

[3] Prilaz razvoju sa aspekta održivosti nastao je kao odgovor na sve veći pritisak na prirodne resurse. Problem vode se može izdvojiti kao najozbiljniji, pošto se preko vode dobrim delom prelamaju problemi proizvodnje hrane, energije i zaštite životne sredine. Upravo imajući ovo u vidu na Konferenciji o vodama i okolini, održanoj u Dablinu 1992. godine, voda je okarakterisana kao "*ograničen izvor i ekonomsko dobro*" čijem očuvanju treba stremiti i kojim treba upravljati na način da se ne ugroze interesi budućih generacija, ali istovremeno osigurati efikasno i pravično korišćenje. Jedan od ključnih zaključaka ove konferencije je da je "*održivost postala osnovni princip svih razvojnih strategija, posebno u domenu razvoja vodenih resursa*".

[4] Savet Evropske Unije i Evropski parlament su utvrdili 1996. godine da ciljevi "*održive politike u oblasti voda*" treba da obezbede na "*troškovno efektivan i efikasan način*" sledeće: sigurnost snabdevanja vodom za piće; izvor vode treba da bude zadovoljavajućeg kvaliteta i kvantiteta radi zadovoljenja drugih ekonomskih potreba; kvalitet i kvantitet izvora vode (zajedno sa fizičkom strukturom vodene sredine) treba da bude dovoljan da zaštiti i održi *dobro stanje životne sredine* i funkcionisanje vodene sredine kao i da zadovolji potrebe za vodom močvarnih i kopnenih ekosistema i staništa; vodama treba da se upravlja tako da se spreči ili smanji negativan uticaj poplava i minimizira uticaj suše.

vekove bili nezamenjivi izvori života jer su obezbeđivali vodu za piće, kuvanje, pranje i napajanje stoke.

Kopani bunari lako su se zagađivali, te su bili česti uzročnici raznih bolesti i epidemija. Zbog toga je sredinom prošlog veka počelo bušenje arteskih bunara iz kojih je voda bila zdravija i ukusnija. Vodari su iz retkih arteskih bunara raznosili vodu u buradima i prodavali je "na kante". Kasnije, kada je standard stanovništva porastao arteski bunari su bušeni na svim prometnijim mestima, dostupni svakom, a na vodare je ostala samo uspomena o jednom prolaznom periodu u snabdevanju vodom.

Tokom šezdesetih i sedamdesetih godina izgrađeni su centralni vodovodi u svim gradovima i većim seoskim naseljima Vojvodine. Time je u velikoj meri olakšano i unapređeno vodosnabdevanje stanovništva. Na taj način bitno je povećana potrošnja vode, što je dovelo do povećanja vodozahvatnih objekata na izvorištima i njihovog intenzivnog crpljenja. Kao posledica toga dolazi do opšteg pada nivoa izdanskih voda na širem prostoru, osiromašenja rezervi i smanjenja izdašnosti izvorišta. Zbog toga se problem snabdevanja zdravom pijaćom vodom u Vojvodini iz godine u godinu sve više zaoštrava i poprima strateški značaj.

Autonomna pokrajina Vojvodina zasniva strategiju vodosnabdevanja za sve potrošače i različite namene na korišćenju površinskih i podzemnih voda kojima raspolaže u granicama Pokrajine. Od površinskih voda na raspolaganju su površinski vodotoci (reke i potoci), jezera (prirodna i veštačka) i razvijena kanalska mreža.

Podzemne vode, koje se mogu koristiti za vodosnabdevanje, akumulirane su u ležištima koja su izgrađena od različitih stena u različitim uslovima. Uslovi formiranja ležišta, hidrodinamičke karakteristike i kvalitet podzemnih voda opredeljujuće utiču na njihovo korišćenje. Ležišta podzemnih voda neravnomerno su raspoređena u prostoru dok po dubini zaležu do oko 400m.

Od Drugog svetskog rata pa do danas razvijeni su odgovarajući sistemi koji omogućavaju snabdevanje vodom za različite namene. Za tehničke potrebe razvijan je sistem površinske mreže vodotoka (sistem DTD). Za sanitarne potrebe, odnosno za snabdevanje stanovništva i privrede vodom za piće razvijeni su lokalni vodovodni sistemi bazirani na ležištima podzemnih voda. U proteklih pet decenija postepeno je unapređivano snabdevanje pijaćom vodom, prolazeći razvojni put od mikrovodovoda do regionalnih vodovoda. Današnje stanje je takvo da ima nekoliko desetina uslovno regionalnih vodovoda (na nivou jedne ili više opština), nekoliko stotina seoskih vodovoda, manji broj mikrovodovoda (tzv. vodnih zajednica). Još uvek postoje naselja koja nemaju izgrađene organizovane sisteme za javno snabdevanje pijaćom vodom[5].

Imajući u vidu raspoložive kapacitete i maksimalne potrebe na području Pokrajine, može se tvrditi da su uslovi za snabdevanje tehničkom vodom više nego povoljni. Na području Pokrajine koristi se samo manji deo površinskih voda prvenstveno za industrijske potrebe[6].

Kada su u pitanju podzemne vode, koje se mogu koristiti za sanitarne potrebe, situacija je sasvim drugačija. Naime, raspoloživi kapaciteti su ograničeni i neravnomerno raspoređeni. Na bazi dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja nisu u dovoljnoj meri definisani ni kapaciteti, kao ni kvalitet ležišta podzemnih voda. Posebno se mora naglasiti nedovoljna aktivnost na zaštiti ležišta, što može značajno ugroziti ovaj za ljudski razvoj najznačajniji resurs. Razvoj vodosnabdevanja nije pratio razvoj tretmana otpadnih voda.

---

[5] Problemi i pravci akcije u vezi sa vodosnabdevanjem stanovništva i prečišćavanjem otpadnih voda u AP Vojvodini, Izvršno veće AP Vojvodine, Novi Sad, 2003.

[6] Informacija - Snabdevanje vodom stanovništva Srbije, Stanje i neposredne aktivnosti, Institut za vodoprivredu "Jarsolav Černi", Beograd 1995.

1.1. Istorijat istraživanja i korišćenja podzemnih voda u AP Vojvodini

Specifične hidrogeološke prilike Vojvodine uslovljene geološkom građom i morfološkim sklopom terena onemogućile su stvaranje prirodnih izvora vode na širem prostoru. Izuzetak su u izvesnoj meri Fruška gora, Vršačke planine i obodni delovi lesnih i peščanih platoa, gde su prirodni izvori relativno česti. Zbog toga su se ljudi u ravničarskom delu Vojvodine kroz vekove dovijali na razne načine kako bi došli do zdrave pitke vode, što je zahtevalo mnogo truda i umeća.

Najstariji tragovi o kopanju bunara za vodu u Vojvodini potiču iz mlađeg kamenog doba od pre 4.000 godina. Arheološkim iskopavanjima 1932. godine kod sela Starčeva blizu Pančeva otkriveni su tragovi kopanog bunara.

Drugi dokaz o kopanju bunara za vodu na teritoriji Vojvodine potiče iz III veka naše ere. Prilikom kopanja ciglarske zemlje u Adi 1964. godine otkriven je bunar obložen dobro očuvanom hrastovom građom. Na dnu bunara pronađena je dobro očuvana keramika na osnovu koje je utvrđeno da su bunar sagradila skitska plemena Sarmati, po kojima je nazvan "sarmatski bunar."

U doba vladavine Rimljana, pored kopanja kanala u cilju isušivanja sremskih močvara, organizovano je i planski rađeno na obezbeđenju vode za piće. Iz tog doba otkriveno je nekoliko vodovoda, od kojih je najveći sirmijumski iz II ili III veka. Keramičkim cevima voda je prirodnim padom dovođena sa Fruške gore do ondašnjeg Sirmijuma, na obali Save, u dužini oko 14 km.

Razvijeni privredni život na području današnje Vojvodine prekinut je sredinom V veka usled najezde Huna. Od tada pa sve do X veka, usled velikih seoba naroda i brojnih ratova stanovništvo je pribegavalo nomadskom načinu života. Usled potrebe za brzim povlačenjem pred neprijateljem nije bilo uslova za kopanje bunara, već su korišćene reke, bare i retki izvori.

Počev od X veka prelazi se na zemljoradnju i osnivanje stalnih naselja na višim delovima terena, koje nisu ugrožavale poplave. Najezda Tatara sredinom XIII veka ponovo je za kratko naterala stanovništvo da se razbeži po šumama i močvarama. Posle toga, a naročito od XV veka, podizanjem stalnih naseobina počinje sistematsko isušivanje močvara, kopanje bunara i uređenje prirodnih izvora u cilju obezbeđenja sveže vode za piće. Dolaskom Turaka u XVI veku, kada se stanovništvo veoma proredilo, nastaje određeni prekid koji je potrajao duže vreme. Iz tog perioda pa sve do XIX veka ostalo je vrlo malo pisanih podataka o izradi objekata za vodosnabdevanje. Iz doba vladavine Turaka, u XVI i XVII veku, ostali su tragovi vodovoda u Vršcu. Voda je keramičkim cevima, sličnim onim kakve su koristili Rimljani, dovođena prirodnim padom od vrela na Vršačkom bregu do centra grada, u dužini oko 3 km. Iz kasnijeg perioda poznati su duboki kopani bunar u Petrovaradinskoj tvrđavi, koji je služio za snabdevanje garnizona vodom u slučaju opsade i česma sa četiri lule, sazidana 1799. godine, u Sremskim Karlovcima, posle velike epidemije kuge u Sremu.

Postoji više zapisa o fruškogorskim izvorima, koji su u narodu bili osobito cenjeni, a pored njih su po tradiciji podignuti i neki manastiri. Karlovački lekar Josif Rebić u svojoj doktorskoj disertaciji iz 1835. godine ističe da su fruškogorski izvori najzdraviji u Ugarskoj. Naročito ističe Doboševačku vodu za "koju se misli da je najbolja od svih izvora što izviru iz Karlovačkih bregova, a možda i cele Fruške gore". Mita Petrović, somborski profesor, izvršio je iste godine prvu hemijsku i bakteriološku analizu vode iz Petrovaradinske česme, koja se nalazi kraj puta između Petrovaradina i Karlovaca, za koju se kaže da je "najpoznatija česma u Fruškoj gori, pošto se voda u njoj smatra najboljom", a na osnovu analiza zaključio da je voda dobra i zdrava za piće.

Oslobađanjem od Turaka intenziviraju se radovi na isušivanju bara i kopanju bunara, tako da je dvadesetih godina XIX veka skoro svaka kuća imala kopani bunar. U početku su bunari kopani u naseljenim mestima, a kasnije i na pašnjacima ili kraj puteva u atarima, radi napajanja stoke. To je istovremeno omogućilo jednom delu seoskog stanovništva da se preseli sa "stare konstutivne zemlje" na salaše.

Dubina bunara bila je različita u zavisnosti od dubine prve izdani, ali su retko prelazili desetak metara. Bunari su bili ozidani ciglom, a voda se izvlačila pomoću đerma ili čekrka. Đermovi su bili prepoznatljivo obeležje i ukras vojvođanskih ravnica i nezaobilazna simbolika ravničarskog pejzaža. Retki đermovi danas su uspomena na prošlost, pečat nekadašnjeg vremena i atrakcija za prolaznike.

Bunare sa kvalitetnijom vodom ljudi su koristili za svoje potrebe ("pijaći bunar"), a postojali su i bunari za napajanje stoke ("marveni " ili "čikoški"). Neke kuće su, pored bunara, imale i cisternu za kišnicu ("kišničaru") iz koje se voda koristila za pranje jer je "bila meka i manje je trošila sapun".

Na lesnim platoima i peščarama, gde atmosferska voda vertikalno ponire kroz naslage lesa i eolskog peska i zadržava se na sloju gline, kopani bunari su veoma duboki. Tako na primer, bunar u Šušari dubok je 55 m, u Malom Lugu 56 m, u Vladimirovcu 80-90 m. U starim spisima spominje se "Devojački bunar" za napajanje stoke izbušen 1774. godine u Deliblatskoj pustari. U Vladimirovcu prvi duboki bunar iskopan je 1807. godine a 1808. godine iskopano je još šest, tako da ih je između 1815. i 1817. godine bilo dvanaest. Bunari su bili ozidani ciglom, ograđeni drvenom ogradom ("sekom") i pokriveni šindrom ili crepom. Hladna i kristalno bistra voda zahvatana je velikim drvenim vedrima i izvlačena uz pomoć konja. Izrada ovakvih vodozahvatnih objekata zahtevala je veliko iskustvo, koje se tradicionalno prenosilo generacijama u krugu familije "od oca na sina". Danas su oni samo spomenici ljudske upornosti i borbe za opstanak koji izazivaju divljenje prolaznika.

Sredinom XIX veka počelo se sa bušenjem arteskih bunara, koji su doneli velike prednosti nad kopanim bunarima: dobijena je kvalitetnija, zdravija i ukusnija voda za piće i mekša za pranje. Smanjen je rizik od potencijalnih površinskih zagađenja, a time i opasnost od mogućih bolesti i epidemija. U narodu je važilo pravilo da je svaki novi arteski bunar značio "novi život".

Prvi arteski bunari izbušeni su u Banatu: u Pavlišu kod Vršca i Dobrinci (1848. godine), Banatskom Karlovcu (1850), Alibunaru (1852), Kikindi i Boki (1870), a nešto kasnije u Sremu i Bačkoj: u Inđiji (1875), Novom Sadu (1880), Somboru i Subotici (1882).

Bunare su bušili privatni majstori ("bunardžije") na zahtev županija, opština i ređe privatnika. Zbog konkurencije hidrogeološki podaci su strogo čuvani, a zanat prenošen "s' kolena na koleno". U periodu do 1895. godine izbušeni su javni arteski bunari u mnogim naseljima Vojvodine. U početku bušenje je izvođeno ručno, a sedamdesetih godina prošloga veka pojavile su se bušaće garniture na parni pogon. Mašinski način bušenja bunara naročito je dobio zamah pronalaskom dizel motora, od kada počinje i usavršavanje opreme za bušenje bunara.

Arteski bunari služili su za javno snabdevanje stanovništva vodom i locirani su na pogodnim mestima, dostupni što većem broju ljudi. Kako je arteskih bunara bilo nedovoljno, vodu su raznosili vodari ("vodonoše", "sakadžije") na konjskim kolima i buradima i prodavali je "na kante".

Od 1890. do 1914. godine bušenje arteskih bunara je u velikom zamahu. Intenzitet bušenja naročito je bio veliki posle 1900. godine. U tom periodu izbušen je znatan broj arteskih bunara, čije su dubine u nekim slučajevima prelazile 400 m (Subotica, Bezdan, Zrenjanin, Pavlovci, Titel). Za vreme prvog Svetskog rata izbušen je

vrlo mali broj arteskih bunara. Između dva Svetska rata izbušeno je oko 600 arteskih bunara, najviše u Banatu. Prvi bunar posle prvog Svetskog rata izbušen je u Temerinu do dubine 397 m. Za vreme drugog Svetskog rata u Vojvodini je uništen veliki broj bunara, a izbušeno je samo 26.

Posle drugog Svetskog rata, s obzirom na nedostatak bušaćih garnitura i opreme, nije se odmah započelo sa bušenjem bunara, iako se osećala velika nestašica higijenski ispravne vode. Za razliku od ranijeg perioda kada su se bunardžijskim poslovima bavili uglavnom privatnici, posle drugog Svetskog rata ovaj posao preuzimaju državna preduzeća ("Izvor" iz Novog Sada, "Bunar" iz Subotice i dr). Već 1950. godine počinje intenzivnije bušenje bunara, a naročito od 1955. godine. Prema katastru javnih bunara od završetka drugog Svetskog rata do polovine 1965. godine u Vojvodini je izbušeno 1634 arteskih i subarteskih bunara, ne računajući bunare na privatnim posedima, poljoprivrednim imanjima i u industrijskim preduzećima. Za period od 1965-1996. godine, prema proceni, broj izbušenih bunara za različite namene se kreće preko 2500.

Tokom šezdesetih godina pojedini gradovi i veća seoska naselja u Vojvodini počinju sa izgradnjom javnih vodovoda za centralno snabdevanje vodom stanovništva i dela industrije. Postojeći javni bunari i lokalni (tzv. mikro) vodovodi u veoma kratkom vremenskom periodu zamenjeni su savremenim centralnim vodovodima. Vrlo brzo su uočene ogromne prednosti koje pruža organizovano snabdevanje vodom putem ovakvih vodovoda nad dotadašnjim načinom snabdevanja i čim su se stekli ekonomski uslovi masovno se pribegavalo njihovoj izgradnji.

Izgradnja prvog vodovoda u Vojvodini započeta je 1952. godine u Novom Sadu (tzv. mali vodovod), a 1959. godine radovi su otpočeli na glavnom vodovodu. Vrlo brzo nakon toga započeta je izgradnja gradskih vodovoda u Subotici, Zrenjaninu, Somboru, Kikindi i dr. Tokom sedamdesetih godina izgrađeni su vodovodi u svim većim gradskim i mnogim seoskim naseljima. Do 1970. godine u Vojvodini je izgrađeno 119 vodovoda (26 gradskih i 93 seoska).

Na teritoriji Vojvodine krajem devedesetih godina u 52 gradska i 413 seoska naselja preko dva miliona stanovnika snabdevalo se vodom za piće i sanitarne potrebe iz podzemnih voda. Prosečna dnevna potrošnja vode po glavi stanovnika je prešla 200 litara. Potrošnja vode u gradskim sredinama bila je za 30-50% veća u odnosu na seosko stanovništvo. Veliki deo industrije za tehnološke procese i druge tehničke potrebe, kao i deo poljoprivrede za zalivne sisteme koristio je podzemne vode. Za potrebe industrije, u industrijski razvijenim gradskim centrima, iz centralnih vodovodnih sistema trošeno je i do 50% vode od ukupne potrošnje. Gubici u mnogim javnim vodovodnim sistemima imali su značajno učešće u potrošnji vode. U pojedinim slučajevima oni su dostizali 50% od ukupne potrošnje. Najčešće su iznosili oko 30% od ukupne potrošnje.

Prema poslednjem Bilansu voda, iz 1998. godine, iz podzemnih voda Vojvodine, na oko 300 izvorišta, eksploatisano je prosečno 5,8 m^3/s. Prema Vodoprivrednoj osnovi Republike Srbije (VOS)[7], za snabdevanje stanovništva i prehrambene industrije u Vojvodini procenjeno je da će u 2021. godini biti potrebna količina vode od oko 22,5 m^3/s. Za obezbeđenje tih količina (kako je navedeno u VOS) računa se pre svega na aluvione u priobalju Dunava i Save, kao i na sedimente starijeg kvartara i mlađeg pliocena. Pri tome se gubi iz vida da se na većini izvorišta u Vojvodini, zbog precrpljivanja izdani, tj. zahvatanja većih količina voda od obnovljivih rezervi i formiranja velikih depresija oko izvorišta, ozbiljno dovodi u pitanje realnost takvog plana. Takvo stanje već danas predstavlja ograničavajući faktor eksploatacije na mnogim izvorištima. Generalni pad statičkog pritiska u arteskim izdanima danas se

[7] Službeni glasnik RS 11/2002

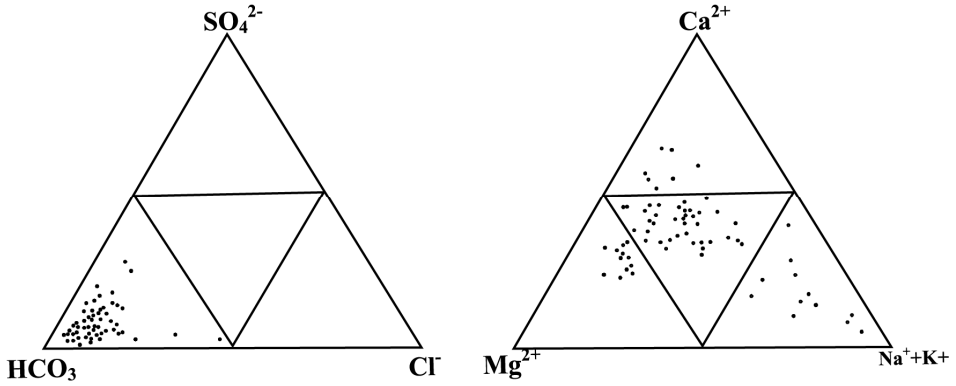
zapaža u većem delu Vojvodine. Mnoge izdani koje su imale arteski karakter, danas imaju statičke nivoe više metara ispod površine terena.

1.2. Kvalitet podzemnih voda iz kojih se snabdeva stanovništvo AP Vojvodine[8]

Akumulacije podzemnih voda (izdani) koje se koriste za vodosnabdevanje nalaze se u gornjim delovima terena do dubine od 250 m, sa izrazitim razlikama po bitnim hidrogeološkim parametrima. U gornjem delu, do dubine oko 60 m, formirane su izdani sa slobodnim nivoom (tzv. prva izdan), a ispod njih izdani sa nivoom pod pristiskom (arteske izdani). Kvalitet i kvantitet u ovim akumulacijama je u širokim granicama, počev od veličine akumulacionog prostora, kapaciteta i načina obnavljanja voda do kvaliteta voda koji varira od kvaliteta koji odgovara normativima vode za piće do podzemnih voda čiji kvalitet zahteva vrlo složeni postupak prerade (srednji i severni Banat i zapadna Bačka).

Prihranjivanje prve izdani vrši se na račun površinskih vodotokova (reka i kanala) i atmosferskih taloga, a ređe posredstvom arteskih izdani. Zbog toga je hemijski sastav voda prve izdani na prostoru Vojvodine dosta sličan.

Vode (prve) slobodne izdani pripadaju hidrokarbonatno-zemnoalkalnom i ređe alkalnom tipu vode (slika 1). Među anjonima hidrokarbonati su apsolutno dominantni na celom prostoru i procenat njegovog učešća se kreće od 80-90% ekvivalenata. Učešće katjona natrijuma, kalijuma i magnezijuma ravnomerno je raspoređeno, osim što se zapaža nešto veći procenat učešća kalcijuma u južnom Banatu i zapadnoj Bačkoj, a natrijuma u srednjem Banatu. Vode iz prve izdani su bezbojne do žućkaste, bez mirisa i bljutavog ukusa. Neutralne su do slabo alkalne.



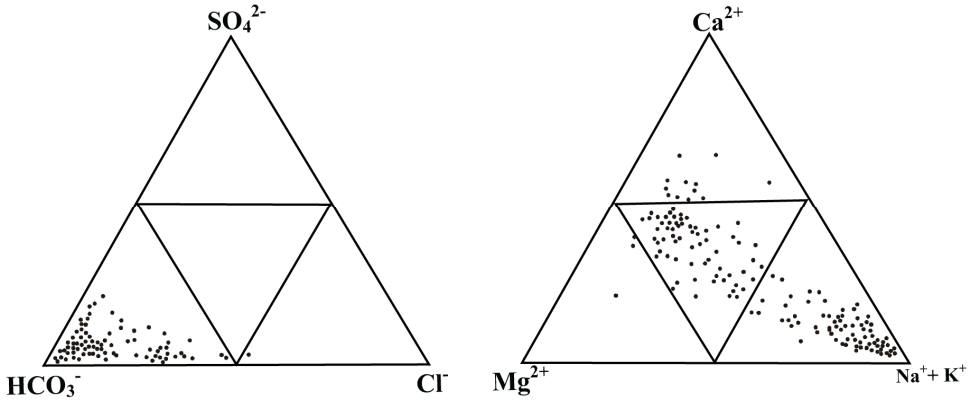
Slika 1. Trilinearni dijagram slobodne izdani Vojvodine

Ukupna mineralizacija kreće se od 500-1000 mg/l, izuzev na potezu od Perleza do Opova, gde ukupna mineralizacija prelazi 1000 mg/l. Skoro na celom prostoru sadržaj ukupnog gvožđa je veći od maksimalno dopuštene koncentracije za vodu za piće

[8] Studije o stanju životne sredine u AP Vojvodini - problemi i izazovi za element životne sredine: vode, Prirodno-matematički fakultet i Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj Novi Sad, 2009.

(MDK), a na mnogim lokalitetima prelazi 2 mg/l. Sadržaj mangana najčešće je iznad MDK, najviše do deset puta. Sadržaj amonijum jona, takođe, na mnogim mestima prelazi vrednost od 2 mg/l. Sadržaj organskih materija ima povećanu vrednost na većem delu terena. Potrošnja kalijum-permanganata varira od 20-40 mg/l, a u nekoliko ekstremnih slučajeva dostiže vrednost od 100 mg/l. Tvrdoća vode je, sa retkim izuzecima, znatno povećana i kreće se između 15 i 30° dH. Temperatura vode uglavnom ne prelazi 15°C. Mikroelementi u vodama prve izdani najčešće su u dozvoljenim granicama. Mestimično je detektovano povećano prisustvo kadmijuma, a retko i arsena. Ove vode su značajno tvrđe u odnosu na arteske, sa većim sadržajem suve materije.

Vode arterskih izdani po hemijskom sastavu se znatno razlikuju od voda prve izdani. One pripadaju hidrokarbonatno-alkalnom i ređe zemnoalkalnom tipu (slika 2). Među anjonima dominantnu ulogu ima hidrokarbonatni jon sa učešćem od oko 85-90% ekvivalenata. Joni zemnoalkalnih metala preovlađuju u vodama Telečke zaravni, Subotičko-Horgoške i Deliblatske peščare, a joni alkalnih metala na ostalom prostoru. Ova pravilnost u distribuciji jona je indikativna i svakako da ima svoje uzroke najverovatnije zbog izlučivanja kalcijuma u lesoidnoj sredini. Sadržaj NaCl generalno se povećava sa dubinom zaleganja arteske izdani. Lokalna odstupanja najčešće su posledica tektonske aktivnosti.



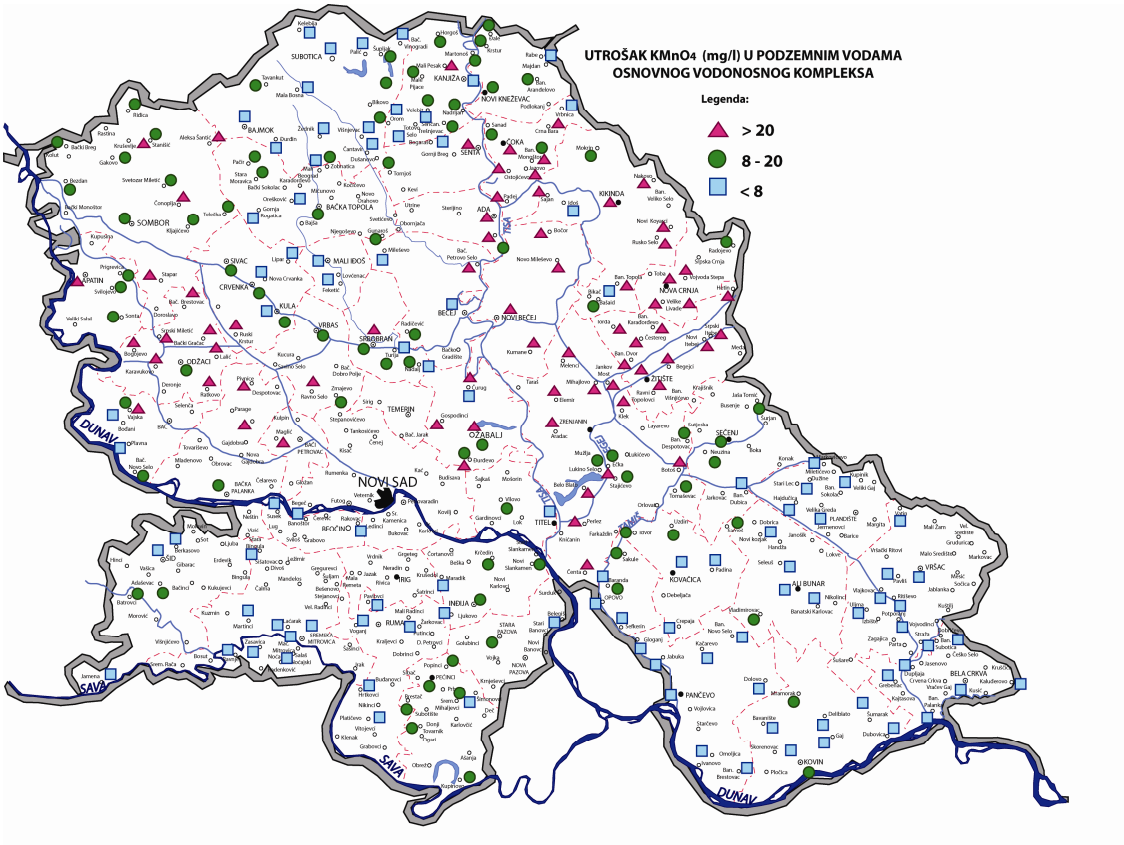
Slika 2. Trilinearni dijagram arteskih izdani Vojvodine

Na prostoru Banata izdvajaju se tri oblasti kvaliteta podzemne vode osnovne vodonosne sredine, kako u hemijskom pogledu, tako i u pogledu sadržaja prirodnih organskih materija (slika 3) i to:

- Deo severno od Novog Bečeja i Plovnog Begeja sa sadržajem prirodnih organskih materija izraženih preko utroška kalijum-permanganata od 10-40 mg/l, ukupna mineralizacija vode je od 500-700 mg/l, sadržajem gvožđa od 0,2-1 mg/l (pretežno 0,3 mg/l) i amonijaka od 0,2-1 mg/l. Sadržaj prirodnih organskih materija u vodi izvorišta u nekim mestima ovog područja je sledeći: Zrenjanin iznad 37 mg$KMnO_4$/l, Kikinda i do 28 mg$KMnO_4$/l, Novi Bečej 17,7-33 mg$KMnO_4$/l, Čoka oko 32 mg$KMnO_4$/l, Melenci 35-32 mg$KMnO_4$/l i Vojvoda Stepa 32,5 mg$KMnO_4$/l.
- Relativno uska granica na relaciji Zrenjanin – Žitište sa izrazito visokim sadržajem organskih materija (preko 200 mg$KMnO_4$/l) i visokom mineralizacijom, preko 1200 mg/l, visokim sadržajem gvožđa (najčešće 0,4 mg/l, pa i preko 2 mg/l) i amonijaka (preko 10 mg/l). Sadržaj organskih

materija u vodi izvorišta u nekim mestima ovog područja je sledeći: Žitište 49-69 mg$KMnO_4$/l, Srpski Itebej oko 47 mg$KMnO_4$/l, Kraišnik oko 33 mg$KMnO_4$/l, Klek oko 61 mg$KMnO_4$/l i Banatsko Višnjićevo oko 27 mg$KMnO_4$/l.

- Područje južnog Banata sa niskim sadržajem organskih materija i mineralizacijom vode (310-460 mg/l, lokalno oko 600 mg/l), povećanom tvrdoćom i do 18^0dH i sadržajem gvožđa oko 0,5 mg/l.



Slika 3. Sadržaj prirodnih organskih materija u podzemnim vodama osnovnog vodonosnog kompleksa određenih preko utroška kalijum-permanganata

U području Bačke hemijski sastav podzemnih voda osnovne vodonosne sredine karakteriše mala mineralizacija vode od 280-480 mg/l u severoistočnom do 350-635 mg/l u južnom delu. Tvrdoća vode u severnom je 6,5-10^0dH, izuzetno 15^0dH, a u južnom delu i do 20^0dH. Sadržaj prirodnih organskih materija (slika 3) u OVK (osnovni vodonosni kompleks) je na celom prostoru mali, ispod 10 mg$KMnO_4$/l. Utvrđen je povećan sadržaj gvožđa i do 3 mg/l i amonijaka do 2,5 mg/l, dok su mangan, nitrati i nitriti u granicama dozvoljenog sadržaja za vodu za piće. U podzemnim vodama zahvaćenim iz vodonosnih sredina pliocenske starosti detektovan je visok sadržaj prirodnih organskih materija na području Odžaka od 20-79 mg$KMnO_4$/l i Sombora od 6-38 mg$KMnO_4$/l. U izvorištu vode u Srpskom Miletiću detektovana je najviša koncentracija prirodnih organskih materija od oko 110 mg$KMnO_4$/l.

U području Srema primarni hemijski sastav voda osnovne izdani praktično je isti kao i slobodne-subarterske “prve” izdani i mineralizacija se kreće od 250 do 500 mg/l.

Nešto malo veća je mineralizacija u istočnom delu 600-850 mg/l. Sadržaj organskih materija je nizak daleko ispod 8 mg$KMnO_4$/l.

Osnovne arterske-subarterske izdani u najvećem delu Vojvodine prirodno su zaštićene od površinskih voda. Postoji realna opasnost da se kvalitet ovih voda ugrozi njihovom nekontrolisanom eksploatacijom, koja može da dovede do prodora termomineralnih voda dubljih izdani u izvorište.

Kvalitet voda subarterskih-arterskih izdani u vodonosnim sredinama pliocena koje se zahvataju za vodosnabdevanje u zapadnoj i južnoj Bačkoj, delimično u južnom Banatu i znatno više u Sremu, samo je lokalno u granicama normiranog ili sa samo nekim komponentama (gvožđem) iznad propisanog sadržaja. Hemijski sastavi ovih podzemnih voda su skoro redovno sa povećanim sadržajem gvožđa i do 1 mg/l. Ukupna mineralizacija vode je i do 1800 mg/l, u Bačkoj, a i preko 2000 mg/l u Banatu. Na području aluvijalne ravni Dunava u Bačkoj i alibunarsko-vršačke depresije u južnom Banatu ukupna mineralizacija je znatno manja, do 450 mg/l.

Ove vode su pretežno meke, mada na pojedinim lokalitetima ukupna tvrdoća ide i do 35°dH. Sadržaj prirodnih organskih materija mestimično je izuzetno visok (utrošak $KMnO_4$ i preko 150 mg/l). U pojedinim delovima terena južne Bačke (područje Srpski Miletić-Odžaci) sadržaj hlorida prelazi 550 mg/l. Podzemne vode, ovih izdani skoro redovno sadrže znatne količine rastvorenih gasova, pre svega metana, ugljendioksida i sumporvodonika.

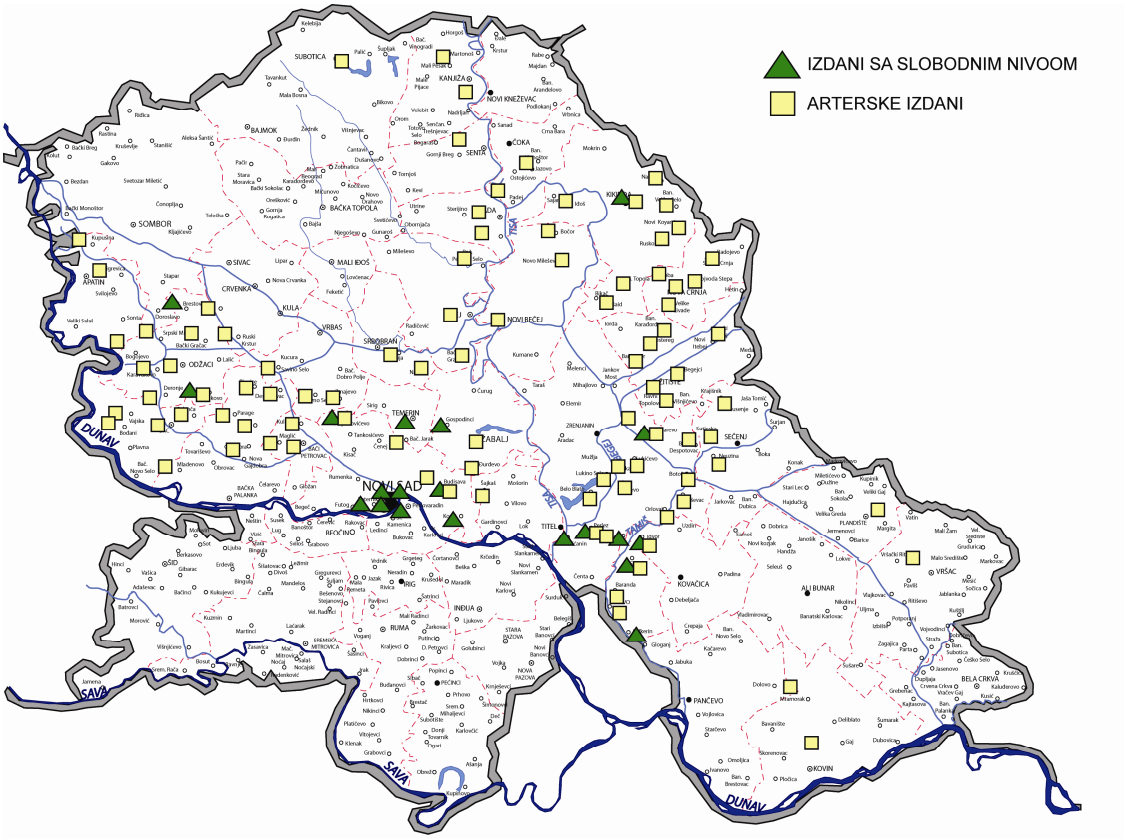
Podzemne vode akumulirane u ovim vodonosnim sredinama na području Srema su znatno boljeg kvaliteta nego u Bačkoj i Banatu. Izdani do dubine oko 250 m imaju ukupnu mineralizaciju podzemnih voda u granicama od 350-450 mg/l, a ponegde i preko 500 mg/l. Ukupna tvrdoća je od oko 5°dH do 17°dH, ređe preko 20°dH. Sadržaj organskih materija je nizak 3 mg $KMnO_4$/l, izuzetno do 8 mg $KMnO_4$/l. U dubljim delovima terena, preko 250 m, ukupna mineralizacija je povećana, često preko 1000 mg/l, a sadržaj gasova, posebno sumporvodonika, redovno je iznad MDK.

Generalno gledano na području Vojvodine kvalitet voda slobodnih-subarterskih izdani u području aluvijalnih ravni u procesu eksploatacije u određenoj meri zavisi od kvaliteta rečnih voda. Sadržaj prirodnih organskih materija i antropogenih organskih materija u rekama direktno utiču na kvalitet ovih voda. Kvalitet podzemnih voda osnovnih izdani je najbolji u području jugoistočnog Banata, nešto lošiji u južnom Sremu, severnoj i južnoj Bačkoj. Sličnog kvaliteta su i vode u Južnom Banatu, a najlošijeg kvaliteta su vode u severnom i srednjem Banatu i zapadnoj Bački u kojima pojedine komponente (organske materije, gvožđe, mangan i arsen) znatno odstupaju od normi vode za piće.

1.2.1. Zagađivanje podzemnih voda metalima i organskim jedinjenjima

Kvalitet podzemnih voda u AP Vojvodini posmatrano sa aspekta sadržaja prirodnih organskih materija (POM) je neujednačen, počev od vode visokog kvaliteta koje ne sadrže ili sadrže nisku količinu POM do voda koje se moraju podvrgavati složenim postupcima prerade jer sadrže visoke količine POM. Kvalitet vode zavisi od izdani do izdani, a takođe i od lokacije izvorišta kada se radi o istoj izdani. Zbog prisustva POM za arteske izdani Vojvodine, a ne retko i za slobodne izdani, veoma su karakteristične tzv. žute vode, koje imaju specifičan ukus i u mnogim naseljima se koriste kao voda za piće. Žutu boju vodama daju organske (huminske) materije, što potvrđuje povećan sadržaj organskih materija u vodi koji se geografski u potpunosti poklapa sa distribucijom žutih voda (slika 4). Sadržaj organskih materija u ovim

vodama izražen kroz potrošnju kalijum-permanganata iznosi 20-150 mg/l, a u ekstremnim slučajevima i preko 200 mg/l. Osnovni deo prirodnih organskih materija u podzemnim vodama čine huminske materije, koje se nisu biološki razgradile u toku formiranja osnovnog vodonosnog kompleksa. Vodeni humus sadrži u osnovi lignino-proteinska jedinjenja. Huminske materije imaju veoma složene molekulske strukture, a ni jedna se ne može predstaviti tačnom hemijskom formulom. Podaci za elementaran sastav huminskih materija iz različitih izvora podzemnih voda ukazuju na značajne razlike u sastavu ovih materija.

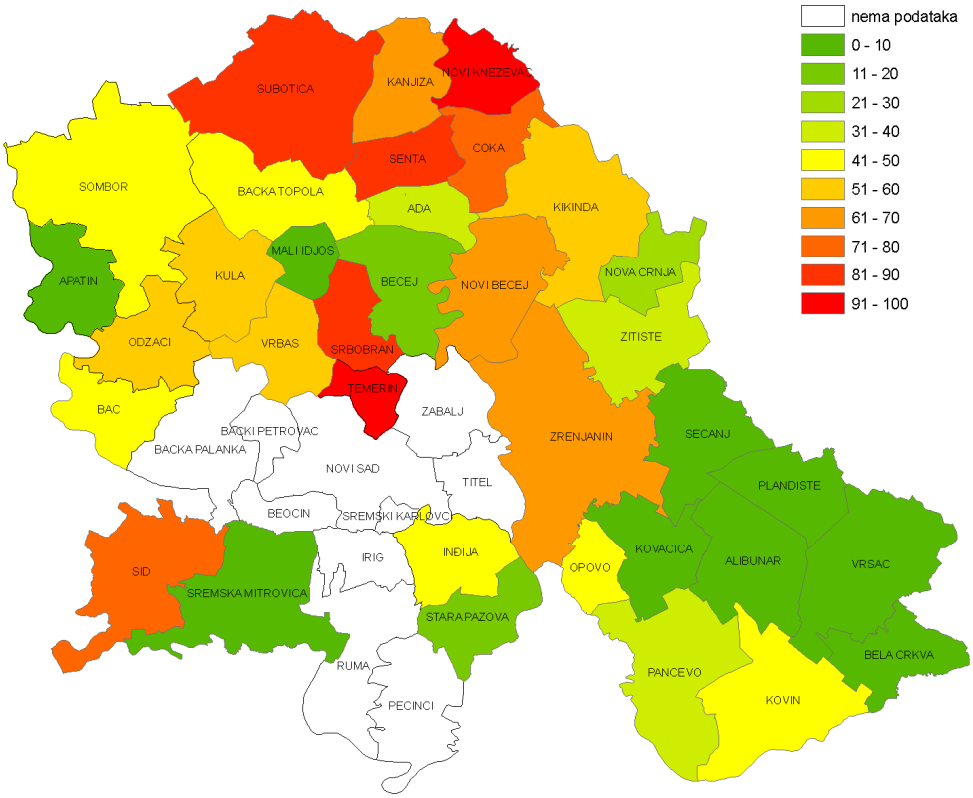


Slika 4. Rasprostranjenja žutih voda u Vojvodini sa povećanim sadržajem huminskih materija

Uticaj prirodnih organskih materija na kvalitet vode za piće je višestruk. Njihovo prisustvo direktno određuje vrednosti parametara kvaliteta vode za piće i utiče na odabir tehnologije njene pripreme. Pre svega one daju vodi specifičnu obojenost usled toga što su i same obojene (braon-žute), specifičan miris i ukus. Najznačajni uticaj POM na kvalitet vode za piće je nastajanje nusproizvoda pri dezinfekciji vode za piće koji su u većini slučajeva kancerogene materije. Pored toga, ako nema dovoljno dezinfekcionog sredstva utiču, na mikrobiološku neispravnost vode za piće jer su pogodna podloga za razvoj mikroorganizama. Na ovo ukazuje i visoki procenat higijenske neispravnosti vode za piće u naseljima koja se snabdevaju podzemnim vodama koje sadrže POM, kao na primer Kikinda i Zrenjanin gde se ovaj procenat neispravnosti kreće i do 100.

Veliki deo podzemnih voda u AP Vojvodini sadrži neprihvatljivo visoku koncentraciju arsena u slučaju da se te vode koriste za piće. Na žalost, većina vodovoda u Vojvodini ne poseduje tehnologije za uklanjanje arsena iz podzemnih voda, te je

sadržaj arsena u vodi za piće na većem delu teritorije AP Vojvodine iznad 10 µg/l koliko je dozvoljeno (*Sl.list SRJ 42/98*). Na slici 5 prikazana je procentualna zastupljenost bunara po opštinama koji služe za vodosnabdevanje stanovništva, a čije vode sadrže više od 10 µg/l.

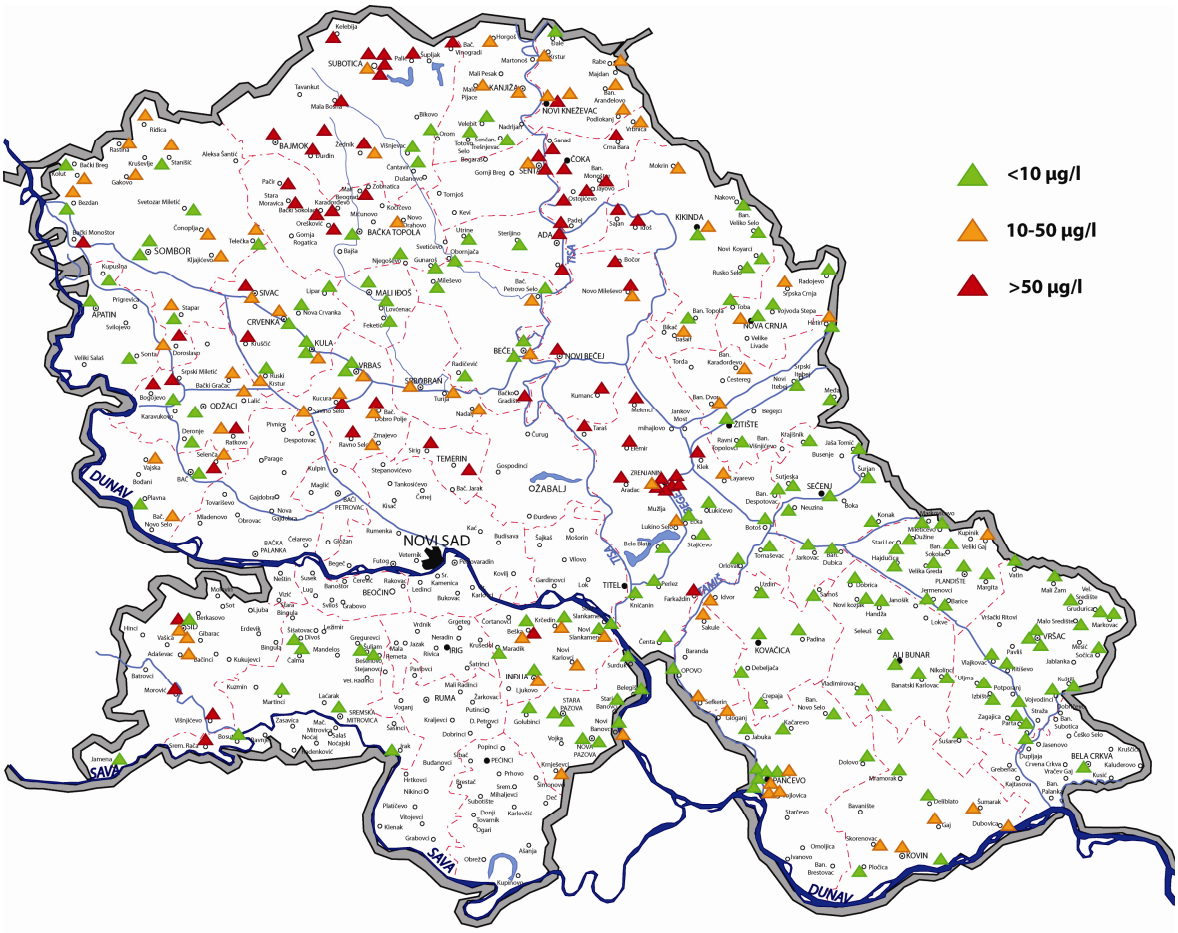


Slika 5. Procentualna zastupljenost bunara u opštinama čija voda sadrži arsen iznad 10 µg/l, a koji služe za snabdevanje stanovništva vodom za piće

Na slici 6 prikazan je teritorijalni raspored bunara iz kojih se vrše vodosnabdevanja, a koji sadrže arsen ispod 10 µg/l, u opsegu od 10-50 i iznad 50 µg/l. Ovakav prikaz je odabran kako bi se obeležile oblasti gde bi hitno morale da se primene tehnička rešenja za smenjenje sadržaja arsena u vodi (>50 µg/l). Smanjenje maksimalno dopuštene koncentracije As u vodi za piće sa 50 µg/l na 10 µg/l u propisima kod nas i u svetu su se desila 1988. godine. Kako uklanjanje arsena iz vode za piće zahteva znatna finansijska sredstva, za rešavanje ovog problema bi se morao napraviti vremenski plan. Prvo bi trebalo da se snize koncentracije arsena u vodovodima koji imaju koncentraciju arsena iznad 50 µg/l (npr. u sledeće 3 godine), a nakon toga u onim iznad 10 µg/l. Ovo je prikladniji način nego pasivan stav da nema sredstava i da se već 10 godina (sem u delu subotičkog vodovoda) ništa ne radi na uklanjanju arsena iz vode za piće, sem zabrane korišćenja vode za piće iz vodovoda (ne svih) koji sadrže arsen u vodi za piće iznad dozvoljenih koncentracija. Ovakva praksa privremenih izuzetaka za neke zajednice ili oblasti za određeni period vremena je zabeležena pri ulasku Mađarske u Evropsku Uniju kada im je produžila rok do 2009. godine za dostizanje standarda od 10 µg/l za arsen.

Dosadašnja eksperimentalna istraživanja na životinjama i epidemiološke studije na humanoj populaciji su dokazala toksična i kancerogena svojstva arsena. Prema

klasifikaciji IARC (Međunarodna agencija za istraživanje raka) neorganski trovalentni arsen je svrstan u grupu I, što znači da je dokazano kancerogen za čoveka, dok su petovalentni neorganski arsen i organski arsen, kao i njihova jedinjenja svrstani u toksične supstancije *(IARC, 2004)*. Osim toga, pri ograničenom broju *in vivo* i *in vitro* testova utvrđeno je i mutageno dejstvo arsena (hromozomalne aberacije). Imajući ovo u vidu, kontrola sadržaja arsen u vodi za piće je od posebnog značaja, jer na ovaj način može doći do hroničnog izlaganja ovom polutantu. Hronična trovanja arsenom nisu utvrđena na teritoriji AP Vojvodine, što ne znači da ih nema. Značajnih istraživanja kod nas nije ni bilo, bilo da je u pitanju arsen ili neki drugi hazardni sastojak vode za piće (npr. trihalometani, povećan sadržaj natrijuma itd.).



Slika 6. Sadržaj As u podzemnoj vodi koja se koristi za vodosnabdevanje

1.3. Prikaz sadašnjeg stanja vodosnabdevanja u AP Vojvodini

Teritoriju Vojvodine čine 45 opština sa ukupno 463 naselja. Prema rezultatima popisa 2002. godine u Vojvodini živi 2.118.493 stanovnika. Broj stanovnika po opštinama se kreće od 9.000 (Sremski Karlovci) do 320.000 (Novi Sad), a u naseljima i gradovima od 100 do 200.000. Prosečna veličina opštine je oko 47.000 stanovnika (bez Novog Sada oko 41.000), a naselja blizu 4.600 stanovnika (bez Novog Sada oko 4.000). Na slici 7 prikazan je broj stanovnika po opštinama prema popisu iz 2002. godine.

Od ukupnog broja naselja u Vojvodini, organizovano snabdevanje vodom putem javnih vodovoda (vodovodi u nadležnosti opštinskih javnih preduzeća ili mesnih zajednica) ima 396 naselja. Snabdevanje je organizovano putem 339 vodovoda od kojih sa oko 47% upravljaju javna preduzeća, a sa 53%, uglavnom u manjim naseljima, upravljaju mesne zajednice. Grupu 69 naselja bez vodovoda, sa ukupno oko 85.000 stanovnika (oko 4% od ukupnog stanovništva Vojvodine), čine naselja veličine od 100 do preko 6.000 stanovnika (najveći deo je ispod 1.000 stanovnika). Stanovništvo se u tim naseljima snabdeva vodom iz javnih bunara i česmi, kao i iz sopstvenih bunara. Neadekvatno rešenje vodosnabdevanja ogleda se pre svega u nestašici vode, pri čemu posebno treba istaći neadekvatan kvalitet isporučene vode, koji u pojedinim regionima Vojvodine predstavlja osnovni problem vodovodnih sistema[5].

Slika 7. Prikaz broja stanovnika u Vojvodini po opštinama prema popisu iz 2002. godine

Javno snabdevanje stanovništva Vojvodine vodom orjentisano je isključivo na korišćenje podzemnih voda iz različitih vodonosnih sredina; vodonosne sredine mlađeg kvartara - "prva" izdan, *osnovnog vodonosnog kompleksa* - osnovna izdan i vodonosnih sredina pliocena - subarteska i arteska izdan[9,10]. Na najvećem broju izvorišta na teritoriji Vojvodine kaptiraju se "dubinski" vodonosni horizonti koji su praktično zaštićeni od

[5] Problemi i pravci akcije u vezi sa vodosnabdevanjem stanovništva i prečišćavanjem otpadnih voda u AP Vojvodini, Izvršno veće AP Vojvodine, Novi Sad, 2003

[9] Koncepcijsko rešenje snabdevanja vodom Vojvodine, Izveštaj o anketi vodovoda, Institut za vodopriredu "Jaroslav Černi", Beograd 1998.

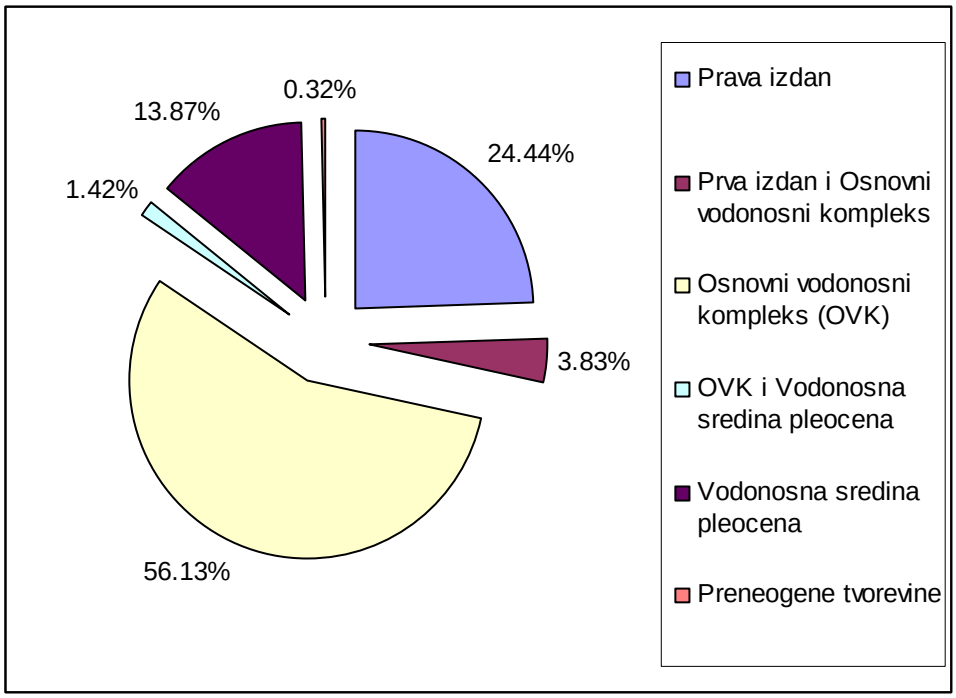
[10] Koncepcijsko rešenje snabdevanja vodom Vojvodine, Resursi i kvalitet voda postojećih izvorišta, Institut za vodopriredu "Jaroslav Černi", Beograd 1999.

zagađenja sa površine terena. Izvestan broj izvorišta nalazi se u inundacionom pojasu, a reni bunari (bunari sa horizontalnim drenovima) se, kao na primer u Novom Sadu, u velikoj meri napajaju rečnom vodom prirodnom infiltracijom, te kvalitet površinskih voda direktno utiče na kvalitet vode za piće. Takav tip izvorišta predstavlja obnovljivi resurs. Procenjuje se da je ukupno zahvatanje prosečno oko 6,8 m^3/s, od čega na snabdevanje vodom za piće (stanovništva, privrede i javne potrebe), putem javnih vodovoda, otpada oko 5,5 m^3/s.

Raspored prosečne eksploatacije podzemnih voda po vodonosnim sredinama dat je u tabeli 1, kao i na slici 8.

Tabela 1. *Eksploatacija podzemnih voda za javno vodosnabdevanje na području Vojvodine*

	Prva izdan	Osnovni vodonosni kompleks (OVK)	Prva izdan i OVK	OVK i Vodonosna sredina pliocena	Vodonosna sredina pliocena	Preneogene tvorevine
Broj bunara	112+9 izvora	1188	18	27	399	4+9 izvora
Q (l/s)	1620	3720	254	94	919	21



Slika 8. Eksploatacija podzemnih voda za javno vodosnabdevanje na području Vojvodine

Na području severne Bačke i severnog Banata zahvataju se podzemne vode skoro isključivo iz vodonosnih sredina OVK (osnovnog vodonosnog kompleksa) na dubini od 60 m do 220 m. U zapadnoj i južnoj Bačkoj, južnom Banatu i Sremu, vertikalnim bušenim bunarima zahvataju se podzemne vode iz svih vodonosnih sredina. Na najvećem broju izvorišta (172 izvorišta ili preko 55% od ukupnog broja) podzemne vode se zahvataju iz vodonosnih sredina osnovnog kompleksa, a zatim iz vodonosnih

sredina pliocena (82 izvorišta ili oko 26% od ukupnog broja izvorišta). Iz ostalih vodonosnih sredina zahvataju se podzemne vode na 56 izvorišta ili na oko 18% izvorišta. U analizi su odvojena izvorišta u priobalju reka (Dunava, Save i Tise) tj. na području inundacionih ravni i prve rečne terase, na rastojanju približno 500 m od obala reka, od izvorišta na području "varoške" terase, lesnih platoa, peščara i dr. morfoloških jedinica (tabela 2).

Tabela 2. *Broj izvorišta po izdanima koje su zahvaćene za javno vodosnabdevanje*

Rejon	"Prva" izdan		Osnovna izdan		"Prva"+ osnovna izdan		Osnovna + plioc. izdani		Izdani u vod. sredini pliocena	Uku-pno
	priob.	van.	priob.	van.	priob.	van.	priob.	van.		
Severna Bačka		2		62	1	1		7	6	79
Južna Bačka	5	1		17				7	30	60
Severni Banat				58		1		1	3	63
Južni Banat				30	2	9		6	10	57
Srem		3	1	4	3		2	5	33	51
Ukupno	**5**	**6**	**1**	**171**	**6**	**11**	**2**	**26**	**82**	**310**

Ukupna prosečna dnevna eksploatacija podzemnih voda na teritoriji Vojvodine za javno vodosnabdevanje stanovništva i industrije iznosi 6810 l/s od toga na području Bačke oko 3870 l/s, na području Banata oko 2140 l/s i na području Srema oko 800 l/s. Od ove količine zahvaćenih podzemnih voda, najviše se eksploatiše osnovna izdan 2985 l/s ili preko 44% od ukupne količine, a zatim "prva" izdan u priobalju Dunava, oko 1550 l/s ili oko 23% od ukupno zahvaćene količine. Ovoj količini mogu se pridodati i zahvaćene jedinstvene izdani formirane u vodonosnim sredinama mlađeg kvartara i OVK u priobalju Dunava i Save (383 l/s) s obzirom da su iste takođe u direktnoj hidrauličkoj vezi sa rečnim tokovima. U tom slučaju učešće ovih podzemnih voda u javnom vodosnabdevanju ide na oko 28,5% od ukupno korišćenih podzemnih voda (tabela 3).

Tabela 3. *Prosečna dnevna eksploatacija podzemnih voda za javno snabdevanje vodom za piće stanovništva i industrije*

Rejon	Zahvaćena izdan (l/s)									
	"Prva" izdan		Osnovna izdan		"Prva"+ osnovna izdan		Osnovna+plioc. izdani		Izdani u vod. sredini pliocena	Uku-pno
	priob.	van.	priob.	van.	priob.	van.	priob.	van.		
S.Bačka		10		1115	110	248		86	67	1630
J. Bačka	1550	40		255		16		44	333	2238
S. Banat				1128		6		1	12	1147
J. Banat				239	123	300		282	49	993
Srem		8	223	25	150		15	29	333	783
Ukupno	**1550**	**58**	**223**	**2762**	**383**	**570**	**15**	**436**	**794**	**6791**

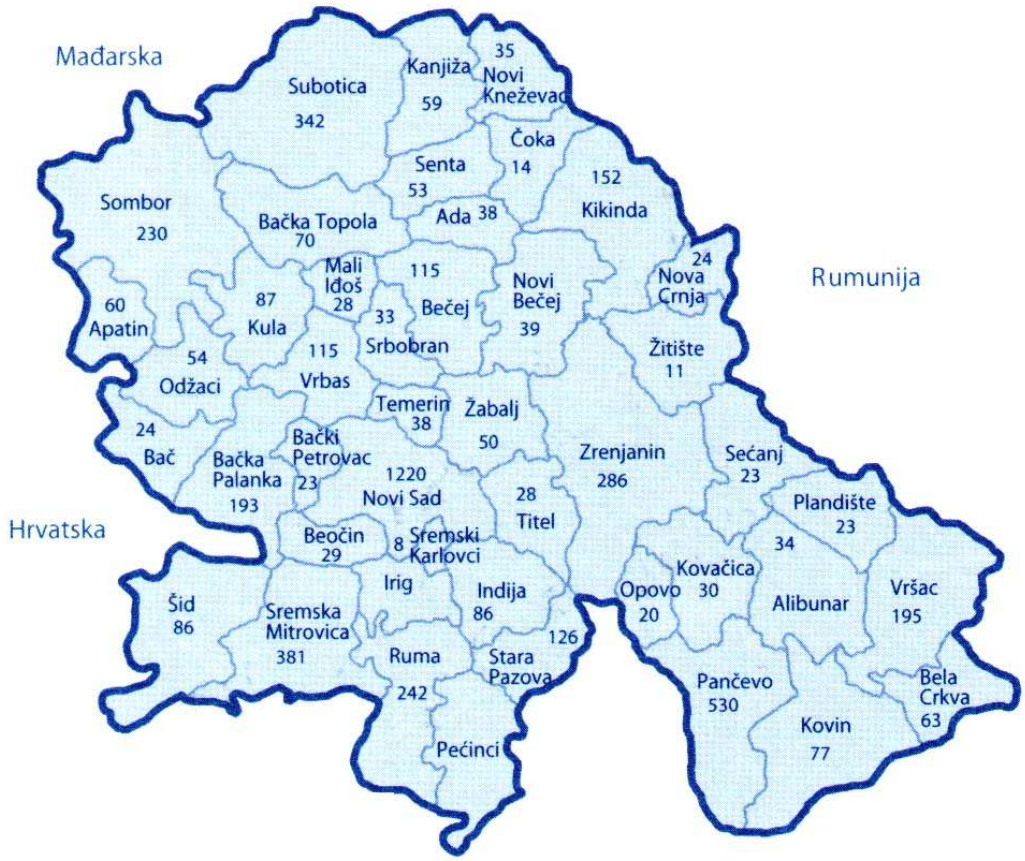
Zahvaćene količine podzemnih voda izdani koje se sporo obnavljaju (osnovne izdani i izdani u vodonosnim sredinama pliocena - ukupno 4230 l/s ili preko 62% od ukupno zahvaćenih podzemnih voda) znatno veće od relativno brzo obnovljivih izdani ("prve" izdani i "prve" i osnovne izdani hidraulički direktno povezane) - ukupno 2561 l/s ili oko 38% od ukupno zahvaćenih količina.

Od ukupno zahvaćenih podzemnih voda za javno vodosnabdevanje gradskih naselja i opštinskih centara koristi se 5810 l/s podzemnih voda ili preko 85% od ukupne količine. Za javno snabdevanje vodom za piće seoskih naselja koristi se, po proceni, samo oko 15% od ukupne količine zahvaćenih podzemnih voda oko 1000 l/s.

Na svim izvorištima gradskih naselja na kojima se zahvataju podzemne vode iz vodonosnih sredina osnovnog kompleksa, kao i vodonosnih sredina pliocena vrši se "nadeksploatacija" tj. zahvataju se količine podzemnih voda koje su znatno veće od obnovljenih rezervi.

Izvorišta su po pravilu u samim naseljima ili u njihovoj bližoj okolini, a zahvatni objekti bunari koncentrisani su na uži prostor. Eksploatacija podzemnih voda u takvim uslovima dovela je do formiranja velikih depresija u užim područjima izvorišta i generalnog sniženja pijezometarskog nivoa na širem prostoru. Takva sniženja već danas predstavljaju ograničavajući faktor dalje eksploatacije podzemnih voda na mnogim izvorištima.

Na slici 9 je prikazano prosečno dnevno zahvatanje podzemne vode po opštinama.

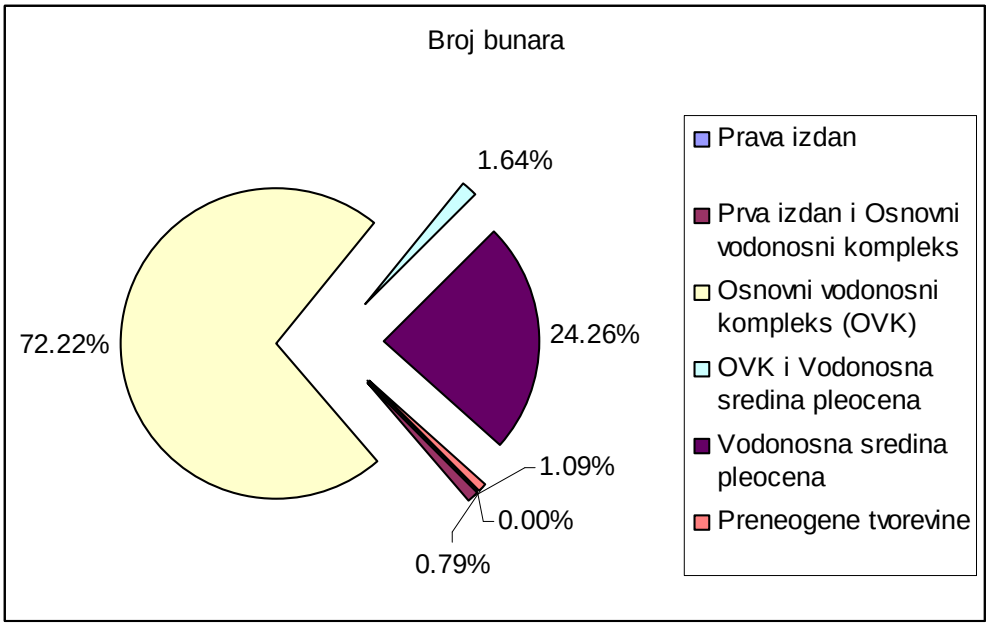


Slika 9. Prosečno dnevno zahvatanje podzemne vode po opštinama (l/s)

1.3.1. Način zahvatanja vode

Najzastupljeniji vid zahvatanja podzemnih voda su bunarski vodozahvati (slika 10). Najveći broj bunara izgrađen je u osnovnom vodonosnom kompleksu. Izbor lokacija i tip bunara u većim naseljima, nastao je kao rezultat prethodnih hidrogeoloških

istražnih radova. U manjim naseljima i selima izboru lokacija ne prethode istražni radovi i često se čine pogrešni izbori. Isti je problem kada je u pitanju eksploatacija bunara, tj. ne poštuju se zahtevani režimi eksploatacije. Održavanje i redovno praćenje kvaliteta vode takođe je problematično. Zahtevima u pogledu zaštite izvorišta ne posvećuje se dovoljna pažnja. Eventualno zagađenje pomenutog tipa vezano je za prostore na kojima se zahvataju podzemne vode iz vodonosnih sredina koje su u direktnom ili indirektnom kontaktu (hidrauličkoj vezi) sa površinom terena. Ovakva mogućnost zagađenja konstatovana je na lokacijama izvorišta za javno vodosna-bdevanje sledećih naselja: Bezdan, Bački Monoštor, Bački Breg, Sombor, Kupusina, Apatin, Sonta, Srpski Miletić, Bogojevo, Vajska, Novi Sad, Titel, Knićanin, Pančevo, Banatski Brestovac, Kovin, Malo Bavanište, Dubovac kao i kod svih izvorišta javnog vodosnabdevanja gde se zahvataju podzemne vode "prve" izdani.



Slika 10. Procentualna zastupljenost bunara u vodonosnim sredinama na području Vojvodine

1.3.2. Prerada, distribucija i potrošnja vode

Prosečno je po stanovniku, na teritoriji Vojvodine, crpeno iz podzemnih voda oko 270 l/st/dan podzemne vode, a kroz javne vodovode korisnicima otpremano oko 245 l/st/dan. Od te količine, oko 58% (142 l/st/dan) trošila su domaćinstva, oko 19% (47 l/st/dan) poslovni potrošači, a preostalih 23% (56 l/st/dan) su evidentirani gubici (npr. fizički gubici, neregistrovana potrošnja, i td)[11]. Ove vrednosti ni izdaleka nisu bile ravnomerno raspoređene po prostoru, pa je odnos između minimalnih i maksimalno zabeleženih vrednosti do 1:5. Potrošnja vode u domaćinstvima je bila vrlo neujednačena i kretala se od 75 l/st/dan do više od 200 l/st/dan. Procenjuje se, na osnovu podataka dobijenih od pojedinih vodovoda, da je maksimalna potrošnja vode za 10%, a ponegde čak i za 100% bila veća od prosečne, različito po naseljima, pa se sa relativno velikom

[11] Uputstvo za izradu Programa poboljšanja kvaliteta pijaće vode u AP Vojvodini, DKMT Kht., Szeged, 2006.

verovatnoćom može proceniti da zahvatanje vode u danu maksimalnih potreba prelazi 8 m^3/s.

Sve navedene vrednosti ipak treba prihvatiti samo kao relativno dobru procenu, jer su merenja u sistemu vrlo oskudna, a na vodozahvatima i pumpnim stanicama ih najčešće i nema, pa se veliki deo podataka zasniva samo na merenjima potrošnje kod korisnika i procenama količine potisnute vode u sistem na osnovu karakteristika pumpi i vremena njihovog rada. Tačnost merenja potrošnje na vodomerima korisnika je takođe sumnjiva s obzirom na činjenicu da je veliki broj vodomera neispravan, a baždarenje vodomera neredovno. Prema prognozi VOS-e, na kraju projektnog perioda (2030. godine), ukupna količina voda koju će biti potrebno obezbediti za područje Vojvodine iz svih vodonosnih sredina, iznosi oko 11 m^3/s. Za pokrivanje ovolikih potreba neophodno je formiranje izvorišta u aluvionu reka Dunava, Save i Tise.

Sigurno je da će VOS u skorije vreme doživeti korekcije, zbog nerealno visokih normi koje su usvojene u proceni potreba. Imajući u vidu izraženu negativnu demografsku stopu priraštaja stanovništva ne može se očekivati da će ukupne količine vode za piće prevazići 6,0 m^3/s za narednih 15 godina.

Postrojenja za pripremu vode za piće na teritoriji Vojvodine nalaze se na izvorištima javnog vodosnabdevanja sledećih naselja: Subotica, Senta, Bezdan, Apatin, Bačka Palanka, Novi Sad, Pančevo, Kovin, Titel, Ruma i Sremska Mitrovica. Od ukupno zahvaćene podzemne vode na teritoriji Vojvodine oko jedna trećina podvrgava se tretmanu na postrojenjima za pripremu vode za piće, u tzv."fabrikama vode". Uređaji su uglavnom projektovani za preradu sirove vode u cilju smanjivanja sadržaja gvožđa, mangana i amonijaka, a na postrojenju u Subotici se pored pomenutih elemenata, vrši i tretman radi snižavanja koncentracije arsena.

Distribuciona cevna mreža je relativno gusta i uglavnom zadovoljava potrebe. Međutim, kvalitet cevovoda je loš. Već u izgradnji je korišćen nekvalitetan materijal. Više od polovine cevovoda je izgrađeno od azbest cementnih cevi. Veliki deo, posebno cevovoda većih profila je građen od čelika, najčešće samo sa klasičnom antikorozivnom zaštitom vrlo ograničenog trajanja. Takvi cevovodi su danas najveći emiteri vode u zemljište, odnosno najveći uzročnici tehničkih gubitaka vode. Period poslednjih desetak godina je ostavio veoma dubok trag na vodovodnu mrežu, kao i na sve ostale objekte distribucije. Nedostatak sredstava je doveo do zanemarivanja održavanja tako da danas imamo zapuštenu vodovodnu mrežu i objekte distribucije. Ipak najveći nedostatak distribucije je nedostatak rezervoarskog prostora. Malo koji vodovod se može pohvaliti da raspolaže i najminimalnije potrebnim rezervoarskim prostorom. U većini slučajeva se voda direktno iz bunara potiskuje u mrežu, bez mogućnosti za bilo kakvo izravnanje ili podešavanje režima rada pumpi.

1.3.3. Kvalitet vode u vodovodima

Kvalitet voda zavisi od hemijskog kvaliteta podzemne sredine i geneze nastanka voda. Veći deo stanovništva Vojvodine koji koristi za piće podzemnu vodu duboke izdani, po pravilu bez prečišćavanja, snabdeva se vodom koja ne zadovoljava osnovne kriterijume koji su predviđeni našim propisima. Zbog toga je potrebno prečišćavati podzemne vode u svrhu vodosnabdevanja, tj. proizvodnje vode za piće. Nažalost, posebno u malim vodovodima, tretman vode je izostavljen, osim hlorisanja, pa se

korisnicima distribuira voda koja ne zadovoljava normative Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće[12,13].

Najčešći uzročnici za neispravnost vode su povećan sadržaj gvožđa, mangana i amonijaka. U pet opština se relativno često pojavljuje i mikrobiološka neispravnost vode. Od ukupno 45 opština, voda ne odgovara Pravilniku u 38 opština. U principu, ni u jednom vodovodu koji je u nadležnosti mesne zajednice voda ne odgovara propisanom kvalitetu.

Na osnovu podataka koji su obrađeni u okviru Vodoprivredne osnove Srbije (VOS), ispitivana voda iz čak 36 opštinskih sistema nije odgovarala osnovnim standardima. Od tog broja u Vojvodini 21 vodovodni sistem ne zadovoljava postojeće standarde. To su: Subotica, Zrenjanin, Novi Bečej, Žitište, Kanjiža, Opovo, Alibunar, Kovin, Sombor, Apatin, Odžaci, Kula, Srbobran, Bač, Bačka Palanka, Bački Petrovac, Žabalj, Temerin, Beočin, Šid i Stara Pazova. Radi ilustracije iznetog daje se pregledna tabela 4 kvaliteta isporučenih voda za vodosnabdevanje u Vojvodini u toku 1991. godine.

Tabela 4. *Kvalitet isporučenih voda za vodosnabdevanje u Vojvodini u toku 1991. godine*

OKRUG	% odstupanja od priopisanih standarada		Najčeći uzrok odstupanja od propisanog kvaliteta
	Fizičko hemijski parametri	Mikrobiološki parametri	
Severnobački	41,9	10,3	NO_2, Fe, utrošak $KMnO_4$, mutnoća, hloridi, *aerobne mezof. bakt., koli. b. Sulf. red. Klost., Proteus, S.fecalis, Pseudomonas*
Srednjebanatski	100	50,7	Fe, utrošak $KMnO_4$, NH_4, Na, boja, saprofitne bakterije, MPN, *E.coli*
Severnobanatski	100	25,9	Fe, utrošak $KMnO_4$, rez. hlor. Na, C.bakterije, MPN, *E. coli*, *Proteus*, *Ciklobacter*, *P.aeruginoza*
Južnobanatski	47,1	25,7	NO_2, Fe, utrošak $KMnO_4$, Mn, mutnoća, hlor, boja, fekalne i koliformne bakterije, S.bakterije
Zapadnobačkl	43,9	14,3	Fe, utrošak $KMnO_4$, hloridi, *E.coli*. Strept. Faecalis. ukupan broj bakt., MPN
Južnobački	59,3	6,8	NO_2, Fe, utrošak $KMnO_4$, Mn, NH_4, mutnoća, boja, rez. hlor, aerobne mezof. bakt., koli.bakterije, fekalne i koliformne bakt., *Bacillus*
Sremski	46,9	44,9	rezidualni hlor, povećan ukupan broj aerob.mezofil.bakterija

Najčešći uzroci neispravnosti (odstupanje u odnosu na Pravilnik, Sl.list SFRJ 33/87 i 13/91) su povećan sadržaj gvožđa, boja, mutnoća, utrošak $KMnO_4$, kao jedan od indikatora povećanog sadržaja organskih materija, i amonijum jon. U pojedinim regionima konstatuje se povećana mineralizacija, arsen i natrijum. Najčešći uzroci

[12] Dalmacija B., Mali vodovodni i kanalizacioni sistemi, Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju, Novi Sad, 1999.
[13] Dalmacija B., Kvalitet vode za piće - Problemi i rešenja, Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju, Novi Sad, 2000.

mikrobiološke neispravnosti su *E. coli* i koliformne bakterije kao indikator fekalnog zagađenja.

U tabeli 5 su prikazani obrađeni podaci Republičkog zavoda za zdravstvenu zaštitu ispitivanja kvaliteta voda u Vojvodini i prikazan stepen zdravstvene neispravnosti vode za piće iz centralnih gradskih vodovoda u Vojvodini u periodu od 1993. do 1996. godine[14].

Tabela 5. *Stepen zdravstvene neispravnosti vode za piće iz centralnih gradskih vodovoda u Vojvodini u periodu od 1993. do 1996. godine*

Godina	% kontrolisanih vodovoda sa mikro-biološkom neispravnošću većom od 5%	% kontrolisanih vodovoda sa fizičko-hemijskom neispravnošću većom od 20%
1993	72,5	62,5
1994	81,1	64,9
1995	83,7	67,4
1996	88,1	73,4

Najčešći uzroci mikrobiološke neispravnosti su indikatori fekalnog zagađenja kao i povećan broj ukupnih mikroorganizama. Najčešći uzroci fizičko-hemijske neispravnosti su gvožđe, nitriti, amonijak, mutnoća i utrošak $KMnO_4$.

Analiza podataka o kvalitetu vode za piće u pojedinim područjima u Vojvodini prema novom Pravilniku[15] iz 1998. godine u toku 2002. godine je prikazana detaljno u tabelama od 6-13[16,17,18,19,20,21,22,23,24,25].

Područje severne Bačke. Na području ovog regiona, fizičko-hemijska neispravnost uzoraka je do 100%, a mikrobiološka neispravnost se kreće do oko 16%. Dominantni uzroci mikrobiološke neispravnosti su povećan sadržaj aerobnih mezofilnih bakterija, kao i koliformnih bakterija fekalnog porekla. Fizičko-hemijska neispravnost javlja se usled povećanog sadržaja gvožđa, amonijaka i arsena. Uzroci neispravnosti vode za piće u pojedinim naseljima na ovom području dati su u tabeli 6.

Područje zapadne Bačke. Osnovni uzroci mikrobiološke neispravnosti su povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija i prisustvo koliformnih bakterija. Uzroci

[14] Zavod za zaštitu zdravlja Srbije "Dr Milan Jovanović - Batut", Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Beograd, 1996.
[15] Službeni list SRJ 42/98, Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće
[16] Zavod za Zaštitu Zdravlja Kikinda, Služba higijene i zaštite životne sredine
[17] Zavod za Zaštitu Zdravlja Pančevo - odsek Mikrobiologija i Epidemiologija
[18] Zavod za Zaštitu Zdravlja Sombor, Sektor: Higijena i zaštita životne sredine
[19] Zavod za Zaštitu Zdravlja Sremska Mitrovica
[20] Zavod za Zaštitu Zdravlja Subotica
[21] Zavod za Zaštitu Zdravlja Zrenjanin
[22] Institut za zaštitu zdravlja Novi Sad, Sektor za higijenu i zaštitu životne sredine
[23]Informacija o realizaciji projekta «Alternativna rešenja vodosnabdevanja stanovništva i industrije u Vojvodini», Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj, Novi Sd, 2006.
[24] Izveštaj o monitoringu sadržaja aresena u bunarskoj vodi u sistemu javnog vodosnadevanja u AP Vojvodini, AD Bio-Ekološki Centar, Zrenjanin, 2007.
[25] Izveštaj o hemijskom ispitivanju bunarske vode i vode posle tretmana, AD Bio-Ekološki Centar, Zrenjanin, 2005.

hemijske neispravnosti su povišene koncentracije gvožđa, mangana i arsena. Uzroci neispravnosti vode za piće u pojedinim naseljima na ovom području dati su u tabeli 7.

Tabela 6. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće Severne Bačke u 2002. godini*

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan broj uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti	ukupan broj uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti
Subotica gradski vodovod	189	53,5	mutnoća, amonijak, gvožđe, boja, miris, utrošak $KMnO_4$, rezidualni hlor, arsen, mangan	779	7,2	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija
Vodovodi okolnih naselja opštne Subotica	204	76,7	amonijak, gvožđe, mutnoća, miris, rezidualni hlor, boja, utrošak $KMnO_4$	381	6,8	aerobne mezofilne bakterije, povećan broj koliformnih bakterija, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
B. Topola gradski vodovod	47	100	mutnoća, amonijak, gvožđe, miris, boja, utrošak $KMnO_4$	227	9,3	aerobne mezofilne bakterije, povećan broj koliformnih bakterija, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
Vodovodi okolnih naselja opštne B. Topola	24	91,7	mutnoća, gvožđe, boja, miris, utrošak $KMnO_4$, amonijak	161	16,8	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija, Streptokoke fekalnog porekla,
Mali Iđoš	92	96,7	boja, mutnoća, gvožđe, amonijak, miris,	104	8,7	koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija
Kanjiža	8	100	amonijak, utrošak $KMnO_4$, mutnoća, rezidualni hlor, miris	38	5,3	aerobne mezofilne bakterije
Vodovodi okolnih naselja Kanjiže	25	56	amonijak, utrošak $KMnO_4$, mutnoća, gvožđe, rezidualni hlor	124	9,7	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla,

Tabela 7. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće Zapadne Bačke u 2002. godini*

Opština /mesto	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan broj zoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti	ukupan broj uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti
Sombor	1114	59,1	gvožđe, mutnoća, utrošak $KMnO_4$, mangan, boja	2366	20,2	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Kula	498	61,9	gvožđe, utrošak $KMnO_4$, mutnoća, boja, mangan	1099	31,0	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Apatin	341	62,8	mutnoća, gvožđe, utrošak $KMnO_4$, mangan, boja	745	39,1	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Odžaci	380	91,8	utrošak $KMnO_4$, hloridi, isparni ostatak, mutnoća, gvožđe, arsen	793	44,8	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije

Područje južne Bačke. Na ovom području se nalazi Regionalni vodovodni sistem Novog Sada koji je najveći i najrazvijeniji u Vojvodini. Iz njega se danas snabdeva vodom za piće više od 12 % ukupnog stanovništva u Vojvodini. Na osnovu podataka datih u tabeli 8 može se zaključiti da je voda za piće iz regionalnog sistema Novi Sad relativno dobrog kvaliteta. Takođe, voda za piće u Bačkoj Palanci zadovoljava propisani kvalitet. Voda za piće u Bečeju zadovoljava propisani kvalitet u pogledu mikrobiološke ispravnosti, dok u pogledu fizičko-hemijskih karakteristika ne zadovoljava u 60% ispitivanih uzoraka, a uzroci neispravnosti su: amonijak, gvožđe, utrošak kalijum-permanganata. Značajan procenat mikrobiološke neispravnosti, kao i uzroci neispravnosti vode za piće lokalnih vodovoda naselja u regionu južne Bačke, upućuje na postojanje trajne fekalne kontaminacije, a usled toga i na zdravstvene rizike. Hemijski pokazatelji potvrđuju ove konstatacije. Uzroci neispravnosti vode za piće u naseljima navedeni su u tabeli 8.

Tabela 8. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće južne Bačke u 2002. godini*

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti
Novi Sad	3145	5,9	mangan, gvožđe, mutnoća, boja, rezidualni hlor	3118	0,9	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Bačka Palanka	34	2,9	mangan, gvožđe, mutnoća, boja, amonijak, nitriti	158	3,2	aerobne mezofilne bakterije
Vrbas	55	96,4	mutnoća, gvožđe, utrošak $KMnO_4$, amonijak, miris, boja,gvožđe, elektroprov.	255	8,2	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
Vodovodi okolnih naselja opštine Vrbas	42	100	boja, mutnoća, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$, elektroprov., hloridi, miris, rezidualni hlor	279	30,8	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija, *Proteus* vrste, Streptokoke fekalnog porekla, *Pseudomonaas aeruginosa*
Bečej	135	60,7	amonijak, gvožđe, rezidualni hlor, utrošak $KMnO_4$, miris	135	0,74	aerobne mezofilne bakterije
Vodovodi okolnih naselja opštine Bečej	22	90,91	boja, utrošak $KMnO_4$, elektroprov., amonijak, mutnoća, gvožđe, miris	108	43,5	koliformne bakterije fekalnog porekla, *Pseudomonas aeruginosa*, aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije, Streptokoke fekalnog porekla
Lokalni vodovodi naselja okruga Južne Bačke	681	86,9	amonijak, utrošak $KMnO_4$, boja, gvožđe, hloridi, nitriti, mangan, mutnoća	1072	35,3	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije i fekalni indikatori
Lokalni vodovodi naselja u delu Sremskog okruga	45	86,7	mangan, amonijak, boja, nitriti, utrošak $KMnO_4$, gvožđe, mutnoća	407	30,5	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije i fekalni indikatori
Opština Žabalj	10	100	boja, utroš.$KMnO_4$, amonijak, gvožđe	231	25,5	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije

Područje severnog Banata. Kvalitet vode za piće ni po mikrobiološkim ni po fizičko-hemijskim parametrima ne zadovoljava kriterijume definisane Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Fizičko-hemijska neispravnost je 100% (u svim uzorcima vode bar jedan parametar imao je vrednost iznad MDK), dok se mikrobiološka neispravnost kreće u rasponu od oko 8-60% (tabela 9). Kao osnovni uzroci mikrobiološke neispravnosti registruju se povećan sadržaj aerobnih mezofilnih bakterija i indikatori fekalnog zagađenja (koliformne bakterije fekalnog porekla, *Pseudomonas, Proteus sp*. itd). Razlozi fizičko-hemijske neispravnosti su: povišen sadržaj amonijaka, utrošak kalijum-permanganata, izmenjena boja i dr. Uzroci neispravnosti vode za piće u naseljima navedeni su u tabeli 9.

Tabela 9. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće Severnog Banata u 2002. godini*

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Kikinda	155	100	utrošak $KMnO_4$, amonijak, hloridi, boja	155	60,6	ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, koliformne bakterije, termotolerantne koliformne bakterije, *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp*.
Kikinda lokalni vodovodi okolnih naselja	66	100		220	34,1	
Novi Kneževac grad	20	100	utrošak $KMnO_4$, amonijak, hloridi, boja	33	12,1	
Novi Kneževac lokalni vodovodi okolnih naselja	59	100		82	8,5	
Čoka	20	100	utrošak $KMnO_4$, amonijak, hloridi, boja	20	25,0	
Čoka lokalni vodovodi okolnih naselja	37	100		37	51,3	
Ada (Bačka)	8	87,50	utrošak $KMnO_4$ amonijak, mutnoća, boja, miris, gvožđe	29	13,79	aerobne mezofilne bak., kolif. bakterije fekalnog porekla, Streptok. fekalnog porekla, povećan broj kolifor. bakterija, *Pseudomonas aeruginosa*
Ada - lokalni vodovodi okolnih naselja	10	100	boja, mutnoća, utroš. $KMnO_4$ amonijak, gvožđe, miris	57	15,79	aerobne mezofilne bakterije, streptokoke fekalnog porekla,
Senta (Bačka)	37	100	boja, mutnoća, utroš. $KMnO_4$, amonijak, gvožđe, miris, elektroprov.			

Područje srednjeg Banata. U pogledu hemijske ispravnosti svi uzorci su neispravni, a oko 14% uzoraka je i mikrobiološki neispravno (tabela 10). Najčešći uzroci hemijske neispravnosti su neodgovarajuća boja, povećana koncentracija amonijaka i gvožđa, kao i povećan utrošak kalijum-permanganata. Neka ispitivanja ukazuju na prisustvo arsena, te se sprovode detaljne analize. Kao najčešći uzroci bakteriološke neispravnosti su povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija, povećan broj

koliformnih bakterija (nalaz *Esherihia coli*). Kvalitet vode za piće na području ovog regiona ne zadovoljava propisane norme kvaliteta.

Tabela 10. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće Srednjeg Banata u 2002. godini*

Opština (centralni vodovod)	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Zrenjanin	565	100	boja, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$	1670	15,2	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije, *E. coli*
Novi Bečej	38	100	boja, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$	300	10,0	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije
Nova Crnja	61	100	boja, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$	181	7,7	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije, *E. coli*
Sečanj	98	100	boja, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$	259	8,5	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije, *E. coli*
Žitište	71	100	boja, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$	196	10,7	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije

Područje južnog Banata. Od svih centralnih vodovoda sa ove teritorije, Pančevo, Kovin i Bela Crkva zadovoljavaju zahteve Pravilnika i u pogledu bakteriološke ispravnosti i u pogledu hemijskog kvaliteta, te ti vodovodi distribuiraju zdravstveno bezbednu vodu za piće. Ostali vodovodi imaju veći procenat bakteriološke neispravnosti od oko 11% do čak 72%. Uzroci neispravnosti u naseljima navedeni su u tabeli 11.

Tabela 11. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće Južnog Banata u 2002. godini*

Opština (centralni vodovod)	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Pančevo	377	25.7	fizičke osobine	926	3,2	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Vršac	48	100	amonijak, mangan	353	11,3	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Kovin	23	4,3	fizičke osobine	95	4,2	aerobne mezofilne bakterije,
Alibunar	17	100	mangan	85	11,7	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Bela Crkva	34	0		149	5,3	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Opovo	11	100	amonijak, utrošak $KMnO_4$, fizičke osobine	101	72,3	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Kovačica	18	100	amonijak, mangan, fizičke osobine	120	38,3	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Plandište	10	100	amonijak, mangan, gvožđe, fizičke osobine	82	20,7	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije

Područje Srema. Na osnovu rezultata ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće utvrđeno je da je u Beočinu voda neispravna 100% u pogledu hemijskih parametara (povećan sadržaj mangana, amonijaka, gvožđa itd), a u ostalim naseljima na području Srema, može se konstatovati mikrobiološka neispravnost u rasponu od 0,3 - 13% i fizičko-hemijska neispravnost do 21% (Stara Pazova). Osnovni uzrok mikrobiološke neispravnosti je prisustvo aerobnih mezofilnih bakterija, dok su uzroci fizičko-hemijske neispravnosti povišena koncentracija gvožđa i mangana u veoma malom procentu. Može se zaključiti da stanovništvo većih naselja ovog regiona ima dobar kvalitet vode za piće (sem Beočina), kako sa mikrobiološkog tako i sa fizičko-hemijskog aspekta. Voda u seoskim vodovodima na ovom području je mikrobiološki neispravna u rasponu od 0-19%, pri čemu se registruje prisustvo aerobno mezofilnih bakterija. Fizičko-hemijska neispravnost registruje se u rasponu od 0 - 0,7%, što govori o zadovoljavajućem kvalitetu vode za piće u pogledu hemijskih karakteristika. Uzroci neispravnosti u naseljima navedeni su u tabelama 12 i 13.

Tabela 12. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće gradskih naselja u Sremu u 2002. godini*

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Sremska Mitrovica	230	0,12	pesak, gvožđe	230	0,5	aerobno mezofilne bakterije
Ruma	310	0,03	mutnoća	310	0,3	aerobno mezofilne bakterije
Irig	51	0		51	0,5	aerobno mezofilne bakterije
Stara Pazova	351	21,3	mutnoća, mangan	510	13	aerobno mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Šid	270	35	nitriti	270	10	aerobno mezofilne bakterije
Beočin	25	100	mangan, amonijak, boja, nitriti, gvožđe, mutnoća	25	0	-

Tabela 13. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće iz seoskih vodovoda Srema u 2002. godini*

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	ukupan br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Sremska Mitrovica	200	0,1	pesak	200	0	aerobno mezofilne bakterije
Ruma	80	0		80	0,6	aerobno mezofilne bakterije
Irig	21	0		21	19	aerobno mezofilne bakterije
Pećinci	211	0,2	mutnoća	211	15	aerobno mezofilne bakterije
Stara Pazova	214	0,7	mutnoća, rezidualni hlor	214	14	aerobno mezofilne bakterije
Šid	115	0,4	nitriti, mutnoća	115	26	aerobno mezofilne bakterije

Analiza podataka o kvalitetu sirove vode u pojedinim okruzima u Vojvodini u 2006. godini prikazana je za fizičko-hemijski kvalitet u tabeli 14, a za mikrobiološki kvalitet u tabeli 15. Kao i u prethodnom periodu, uzroci neispravnosti vode su isti, s tim što je u ovom periodu vršena analiza na arsen koji je detektovan u većem broju bunara nego što je očekivano. Iz tog razloga, imamo zabranu upotrebe vode u opštini Temerin, u gradu Zrenjaninu i nekim mestima u opštini Odžaci. Međutim, u drugim mestima gde je takođe detektovan arsen u vodi za piće to nije slučaj. Mišljenja smo da je neophodno ujednačiti pristup rešavanju problema u svim mestima.

Tabela 14. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti (fizičko-hemijski parametri) sirove vode po okruzima, 2006. godina*

Okrug	ukupan broj uzoraka	% neispra-nosti	uzroci neispravnosti
Južnobački	790	77	boja, utrošak $KMnO_4$, elektroprovodljivost, amonijak, arsen, hloroform, nitriti, gvožđe, mangan, mutnoća, miris, magnezijum, pH, hloridi, trihalometani, natrijum, fosfati, nikl, fluor, suspendovane čvrste čestice
Zapadnobački	132	92	boja, mutnoća, gvožđe, utrošak $KMnO_4$, mangan, amonijak, hloridi, isparni ostatak
Severnobački	493	94	boja, miris, mutnoća, amonijak, gvožđe, arsen, mangan, nitriti, kalijum, aluminijum, mineralna ulja
Severnobanatski	412	98	boja, mutnoća, utroš. $KMnO_4$, amonijak, gvožđe, miris, elektroprovodljivost, hloridi
Srednjebanatski	624	100	boja, mutnoća, utrošak $KMnO_4$, amonijak, gvožđe, fosfati, nitriti, hloridi, elektroprovodljivost, arsen
Južnobanatski	43	88	boja, mutnoća, amonijak, gvožđe, utrošak $KMnO_4$, elektroprovodljivost, hloridi, miris
Sremski	360	25	mangan, amonijak, boja, nitriti, gvožđe, mutnoća

Tabela 15. *Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti (mikrobiološki parametri) sirove vode po okruzima, 2006. godina*

Okrug	ukupan broj uzoraka	% neispra-vnosti	uzroci neispravnosti
Južnobački	889	33	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija, *Proteus* vrste, Streptokoke fekalnog porekla, *Pseudomonaas aeruginosa*
Zapadnobački	132	6	povećan broj koliformnih bakterija, sulfitoredukujuće klostridije, *E. Coli*, aerobne mezofilne bakterije,
Severnobački	1380	18	aerobne mezofilne bakterije, povećan broj koliformnih bakterija, *Proteus* vrste, koliformne bakterije fekalnog porekla, *Pseudomonaas aeruginosa*, *streptokoke fekalnog porekla*, sulfitoredukujuće klostridije
Severnobanatski	633	27	aerobne mezofilne bak., kolif. bakterije fekalnog porekla, Streptok. fekalnog porekla, povećan broj kolifor. bakterija, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus* vrste
Srednjebanatski	1582	31	povećan broj koliformnih bakterija, aerobne mezofilne bakterije, sulfitoredukujuće klostridije, streptokoke fekalnog porekla, *Proteus* vrste, *Pseudomonaas aeruginosa*
Južnobanatski	43	21	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Sremski	360	8	aerobno mezofilne bakterije

Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da je kvalitet vode generalno nezadovoljavajući. Unapređenje distributivnih sistema, odn. njihovo renoviranje sigurno može rešiti mikrobiološki kvalitet koji je prioritet. U pogledu fizičko-hemijskog kvaliteta neophodno je inovirati, odn. uvesti tehnologije prerade vode koje će je dovesti do zahtevanog kvaliteta prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće. U tom smislu svakako prioritet treba da imaju ona područja koja su ugrožena povećanim koncentracijama toksičnih materija (npr. arsen).

2. PRIKAZ DOSADAŠNJIH PLANOVA VODOSNABDEVANJA VOJVODINE

Planovi vodosnabdevanja Vojvodine se mogu celovito sagledati kroz samo dva strateška dokumenta koja su do sada urađena:

1. **Prostornog plana Republike Srbije**[1] i
2. **Vodoprivredne osnove Republike Srbije**[2].

Svi ostali dokumenti-projekti sagledavaju parcijalno snabdevanje pojedinih regiona u Vojvodini. Ovde ćemo nabrojati nekoliko raspoloživih projekata:

- Prethodna studija izvodljivosti izgradnje regionalnog vodovodnog sistema Dubovac-Zrenjanin-Kikinda[3],
- Studija izvodljivosti "Održiva rešenja na unapređenju kvaliteta voda za piće sa povišenim sadržajem arsena u tri vojvođanska regiona"[4],
- Studija "Alternativna rešenja vodosnabdevanja stanovništva i industrije u Vojvodini" - Knjiga 1: Rezultati terenskih i laboratorijskih istraživanja na sektoru Mesarske livade-Apatin-Budžak; Knjiga 2: Potencijalna izvorišta na sektoru Mesarske livade-Apatin-Budžak[5],.
- Studija "Alternativna rešenja vodosnabdevanja stanovništva i industrije u Vojvodini" - Istraživanja potencijalnih izvorišta podzemnih voda na sektoru Kovin-Dubovac i Dubovac-Banatska Palanka[6].

U Aneksu Strategije dat je kratak prikaz Studije izvodljivosti "Održiva rešenja na unapređenju kvaliteta voda za piće sa povišenim sadržajem arsena u tri vojvođanska regiona" i Prethodna studija izvodljivosti izgradnje regionalnog vodovodnog sistema Dubovac-Zrenjanin-Kikinda, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" A.D., Zavod za vodosnabdevanje, kanalizaciju i zaštitu voda, Beograd, 2006..

2.1. Prostorni plan Republike Srbije

U ovom delu prikazane su postavke iz "***Prostornog plana Republike Srbije***" koje se odnose na deo "*korišćenje i zaštitu voda i vodoprivredna infrastuktura*". U

[1] Službeni glasnik RS, 13/1996
[2] Službeni glasnik RS, 11/2002.
[3] *Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" A.D., Zavod za vodosnabdevanje, kanalizaciju i zaštitu voda,* Beograd, 2006
[4] *Bluewaters*, Beč, 2004.
[5] *Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" A.D.*, Beograd, 2005
[6] *Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" A.D.*, Beograd, (izveštaj u pripremi)

daljem tekstu prikazano je nekoliko osnovnih postavki korišćenja i zaštite voda i razvoj vodoprivrede iz ovog plana. Prva tri cilja glase:

1) za snabdevanje naselja vodom, prioritetno i maksimalno biće korišćena lokalna izvorišta podzemnih i površinskih voda, a nedostajuće količine biće obezbeđivane iz velikih regionalnih sistema, sa oslanjanjem na izvorišta koja su zakonom zaštićena od zagađenja; izvorišta podzemnih voda i akumulacione prostore za regionalne sisteme dimenzionisati na obezbeđenost od 97%; striktno ih štititi od zagađenja;
2) dugoročne potrebe za vodosnabdevanjem zasnivaće se na izgradnji integralnih vodoprivrednih sistema, s posebnim osloncem na velika izvorišta podzemnih i višenamenske akumulacije, kao i na korišćenje metoda veštačkog prihranjivanja i regulisanja režima podzemnih voda radi povećanja eksploatacionih rezervi izvorišta podzemnih voda;
3) voda za tehnološke potrebe biće zahvatana, po pravilu, iz vodotokova, i uz to obavezno recirkulisana; itd.

U razradi "*opštih koncepcijskih rešenja*" ovde će još biti prikazano nekoliko baznih principa iz "Prostornog plana Republike Srbije" na kome se zasniva rešenje razvoja vodoprivredne infrastukture.

1) okosnicu budućih regionalnih sistema za vodu najvišeg kvaliteta čine zaštićena izvorišta podzemnih i površinskih voda; princip je da se najpre do racionalnih, ekološki prihvatljivih granica iskoriste lokalna izvorišta podzemnih i površinskih voda, pa da se tek nakon toga regionalnim sistemima doprema samo nedostajuća količina vode; prioritet u lokalnim izvorištima daje se podzemnim vodama, ukoliko su kvalitetne i ako se mogu zaštiti od zagađenja;
2) sporo obnovljive zalihe podzemnih voda visokog kvaliteta koriste se samo za snabdevanje naselja i onih tehnoloških procesa u industrijama koje zahtevaju vodu najvišeg kvaliteta; dinamika njihovog korišćenja mora se primeriti dugoročnim zahtevima, bez pogoršavanja kvaliteta; istražni radovi se moraju intenzivirati, radi utvrđivanja stvarno iskoristivih kapaciteta izvorišta podzemnih voda, uključujući i mogućnost veštačkog povećavanja njihovih eksploatacionih kapaciteta;
3) ključni objekti za korišćenje površinskih voda su akumulacije, koje se planiraju i koriste višenamenski, ali se prioritet u slučaju nesklada između raspoloživih voda i potražnje daje snabdevanju stanovništva;
4) zaštita prostora i slivnih područja podzemnih voda, postojećih i planiranih akumulacija, posebno onih regionalnog značaja; itd.

U prikazu regionalnih sistema za snabdevanje stanovništva vodom predviđeno je pet regionalnih sistema: sremski, novosadski, bački, gornja Tisa i južno-banatski. Konstatovano je da je snabdevanje vodom Vojvodine najnepovoljnije u Srbiji. Voda se danas obezbeđuje prevelikom eksploatacijom aluvijalnih izvorišta i osnovne izdani, što je dovelo do velikog sniženja nivoa podzemnih voda osnovne izdani. Ujedno, voda u vojvođanskim vodovodima je najlošijeg kvaliteta u Srbiji. Zato se vodosnabdevanje mora povezati sa okolnim sistemima, uz radikalne mere prikraćivanja eksploatacije podzemne vode za bilo koje druge potrebe osim za snabdevanje naselja.

2.2. Vodoprivredna osnova Republike Srbije

Vodoprivredna osnova Republike Srbije (VOS) je bazni dokument kojim je utvrđena osnovna strategija korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda na teritoriji Republike Srbije. Osnovni strateški cilj Vodoprivredne osnove je: *Održavanje i razvoj vodnog režima kojim se obezbeđuju najpovoljnija i najcelishodnija tehnička, finansijska i ekološka rešenja za jedinstveno upravljanje vodama, zaštitu od štetnog dejstva voda, zaštitu voda i korišćenje voda.*

Vodoprivredna osnova Srbije ima zadatak da obezbedi ostvarivanje navedenog osnovnog strateškog cilja, vodeći računa o često oprečnim interesima pojedinih vodoprivrednih oblasti i grana i u velikoj meri suprotstavljenim zahtevima ostalih korisnika prostora. Kao delovi osnovnog strateškog cilja sistematizovani su sledeći ciljevi:

- definisanje i realizacija dugoročnog plana za održavanje i razvoj vodnog režima na teritoriji Republike Srbije, i unapređenje svih vidova racionalnog i integralnog korišćenja voda, na osnovu poboljšanja svih komponenata vodnog režima (raspodela po prostoru i vremenu, količina, kvalitet), a što bi se ostvarivalo u okviru integralnog kompleksnog i jedinstvenog sistema korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda,
- utvrđivanje raspoloživih vodnih potencijala na teritoriji Republike Srbije i uslova za integralno kompleksno jedinstveno i racionalno upravljanje vodama, uzimajući u obzir konturna ograničenja i sprečavajući da se parcijalnim interesima i/ili jednonamenskim rešenjima ugroze ova opredeljenja,
- sagledavanje vodnih resursa kao činilaca integralnog kompleksnog i jedinstvenog razvoja društva u celini i utvrđivanje mera kojima se različiti interesi u oblasti voda, i suprotstavljeni interesi sa drugim društvenim činiocima, racionalno razrešavaju i međusobno usklađuju, čime se unapređuje razvoj društva u celini,
- definisanje vodoprivrednog razvoja i mogućnosti vodoprivrede kao podsticajnog, ili ograničavajućeg faktora u okviru drugih komponenata razvoja Republike, kako bi se omogućilo da vodoprivreda usklađeno prati privredni, društveni i urbani infrastrukturni razvoj Srbije,
- integralno kompleksno racionalno i jedinstveno korišćenje vodnih resursa na teritoriji Republike Srbije u svim sferama, kako za vodosnabdevanje stanovništva, tako i za podmirenje potreba ostalih korisnika voda, odnosno određivanje optimalne konfiguracije i parametara budućih sistema za integralno korišćenje, uređenje i zaštitu voda određenih prostora i teritorije Srbije u celini,
- osiguranje zaštite i unapređenje kvaliteta voda do nivoa nesmetanog korišćenja voda za predviđene namene, kao i zaštita i unapređenje životne sredine uopšte i poboljšanje kvaliteta življenja ljudi, a sve u kompleksu integralnog korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda,
- očuvanje i unapređenje zaštite od poplava, erozija i bujica, kao i drugih vidova štetnog dejstva voda, pri čemu se i drugi sistemi (urbani, privredni, infrastrukturni itd.) upućuju kako da usmere svoj razvoj da bi se zaštitili od štetnog dejstva voda, a sve u kompleksu jedinstvenog uređenja režima voda i povećavanja stepena obezbeđenosti zaštite od voda do racionalnog nivoa,
- unapređenje svih delatnosti na vodama i oko njih, kako bi se uspešno mogli realizovati drugi ciljevi u oblasti vodoprivrede,
- zaštita i uređenje slivova sa gledišta razvoja vodoprivrednih sistema i razvoja drugih privrednih grana, posebno šumarstva, putem zaštite i revitalizacije ugroženih ekosistema, antierozionog gazdovanja šumama, unapređenja estetskih vrednosti,

očuvanja i unapređenja arheoloških, istorijskih, bioloških, geoloških i drugih prirodnih i čovekom stvorenih resursa i vrednosti,
- unapređenje saradnje sa susednim zemljama u domenu voda u svim oblastima vodoprivrede (zaštita kvaliteta voda, raspodela količina voda, zaštita od voda i leda, itd.),
- utvrđivanje optimalnih okvira izrade vodoprivrednih osnova vodnih područja i slivova, Akcionih planova pojedinih vodoprivrednih grupacija i grana, kao i drugih planskih dokumenata vezanih za vode i oko njih,
- usmeravanje naučnih, istraživačkih, studijskih i osmatračkih aktivnosti, kao i projektantskih i izvođačkih delatnosti iz oblasti upravljanja vodnim resursima u cilju racionalnog napretka društva u celini.

2.2.1. Izvod iz VOS planova za vodosnabdevanje stanovništva Vojvodine

Pri planiranju budućeg snabdevanja stanovništva vodom, u domenu izbora izvorišta, prednost dobijaju ona izvorišta

- koja su ekonomski povoljnija i
- koja su izložena manjim rizicima ugrožavanja kvaliteta voda, pa ih relativno lako možemo adekvatno zaštititi, odnosno svesti rizike na prihvatljivi nivo i
- neophodno je sva izvorišta visokokvalitetnih podzemnih i površinskih voda adekvatnim merama zaštititi i unaprediti.

Nije izvesna sudbina "neobnovljivih rezervi" (u Vojvodini pre svega) podzemnih voda. Kriterijume, koji ranije nisu bili jasno definisani, a koji su u okviru ove Vodoprivredne osnove postavljeni kao limiti za mogućnost njihove eksploatacije treba proveriti, jer su ovi standardi u nekim drugim zemljama određeni znatno strožije. Generalno posmatrano, dugoročna perspektiva ovih izvorišta nije izvesna.

Zbog zanemarivanja istraživanja, a u nekim slučajevima i neadekvatnog pristupa istraživanju podzemnih voda, pojedini podaci o njima su nesigurni, pa se i ocene o njihovim količinama kreću u širokom rasponu. Kod razmatranja potencijalnih izvorišta podzemnih voda, posebno onih iz aluvijalnih izdani i voda koje se dobijaju putem veštačke infiltracije, moraju se imati u vidu i ograničenja u korišćenju ovih voda.

Istraživanja generalne strategije vodosnabdevanja stanovništva za teritoriju Vojvodine do sada nisu vršena, iako je bilo poznato da "rudarenje" podzemnih voda ne može dugoročno obezbediti zadovoljavanje potreba stanovništva i prehrambene industrije koja je posebno razvijena na ovim prostorima. Potrebno je po posebnom programu bliže razraditi razvoj vodosnabdevanja.

U navedenim uslovima, u okviru ove Vodoprivredne osnove daje se globalna moguća orijentacija snabdevanja stanovništva i industrije vodom, što u narednim vodoprivrednim dokumentima treba precizirati i verifikovati. Odgovarajućim propisima moraju se precizno definisati i zaštititi prostori namenjeni za izvorišta vodosnabdevanja stanovništva.

2.2.1.1. Regionalna izvorišta za vodosnabdevanje Vojvodine

Kada su u pitanju podzemni resursi na teritoriji Vojvodine utvrđeno je da hidrogeološki i hidrodinamički uslovi za formiranje izvorišta regionalnog karaktera, postoje u sledećim sektorima (slika 11):

- Priobalje Dunava:
  - Sektor Bezdan - Bogojevo,
  - levo priobalje nizvodno od Novog Sada,
  - Sektor Kovin - Dubovac.

- Priobalje Save:
  - Sektor Jamena – Kurjakovac
  - Sektor Jarak - Grabovac.

- Priobalje Dunava i Tise
  - Sektor Knićanin - Čenta.

- Van priobalja rečnih tokova:
  - šire područje Potpornja (jugoistočni Banat).

Slika 11. Potencijalna regionalna izvorišta za Vojvodinu

Kod razmatranja potencijalnih izvorišta podzemnih voda, posebno onih iz aluvijalnih izdani i voda koje se dobijaju putem veštačke infiltracije, moraju se imati u vidu i ograničenja u korišćenju ovih voda.

Kada su u pitanju površinske vode od značajnijih vodotoka koji dotiču na našu teritoriju, ili su granični vodotoci, najpovoljnije izglede u pogledu zaštite kvaliteta voda pruža reka Drina. Nažalost, neposredno iznad značajnog izvorišta podzemnih voda koje bi se moglo formirati, pre ušća ovog vodotoka, nalaze se izuzetno nepovoljni

koncetrisani izvori zagađivanja voda, a to su u prvom redu fabrika "Viskoza" i "Celuloza" u Loznici, fabrika "Glinica" i rudnik i flotacija ruda olova i cinka u blizini Srebrenice na bosanskoj teritoriji. Bez adekvatne kontrole (u širem smislu reči) ovih izvora zagađivanja voda, ne može se računati sa značajnijim "otvaranjem" ovog dragocenog izvorišta.

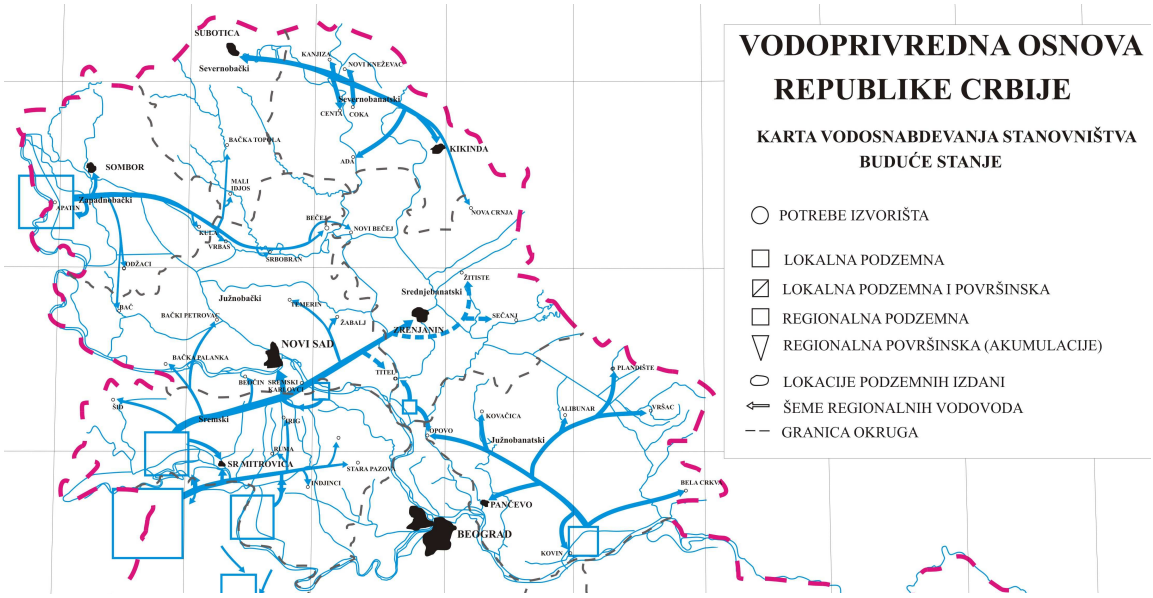
Prema VOS izvorišta podzemnih voda locirana pored Dunava izložena su snažnom uticaju kvaliteta voda ove međunarodne reke, a naše mogućnosti kontrole kvaliteta Dunava relativno su skromne, pa se kvalitet ovih voda u budućnosti teško može predvideti. Na sve ovo upozoravaju i postojeći trendovi kretanja kvaliteta voda reke Dunav, posebno u sektoru đerdapskih akumulacija. Zbog izuzetne kompleksnosti predviđanja kvaliteta ove međunarodne reke i trenutno skromnih mogućnosti kontrole površinskih voda, pre svega u organizacionom smislu, neophodno je izvršiti jačanje kapaciteta institucija za praćenje i prevenciju akcidentnih situacija.

Kvalitet vode reke Tise, koja se verovatno mora u određenom obimu koristiti za potrebe vodosnabdevanja stanovništva, nepovoljniji je i sada (a verovatno će biti i u budućnosti) od kvaliteta vode reke Dunava.

2.2.1.2. Regionalni sistemi vodosnabdevanja za teritoriju Vojvodine (prema VOS)

Regionalni sistemi za vodosnabdevanje Vojvodine prikazani su na slici 12. Predviđeni su sledeći regionalni sistemi:

- Sremski regionalni sistem,
- Novosadski regionalni sistem,
- Bački regionalni sistem,
- Regionolni sistem gornje Tise,
- Južnobanatski regionalni sistem.



Slika 12. Planirani regionalni sistemi vodosnadevanja Vojvodine

Sremski regionalni sistem. Ovaj regionalni sistem može se osloniti na četiri moćna aluvijalna izvorišta: donja Drina, Sava od Jamene do Sremske Mitrovice i Sava od Jarka do Šapca kao i rečne vode donje Drine. Visokokvalitetne vode sa Drinskog izvorišta upućuju se preko Bogatića i Sremske Mitrovice do Rume gde se spajaju sa vodama iz savskog izvorišta i dalje zajednički snabdevaju vodom naselja u opštinama: Irig, Pećinci, Inđija i Stara Pazova. Treba naglasiti da, s obzirom na kapacitete ovih izvorišta, ovaj sistem pruža mogućnost snabdevanja i drugih značajnih potrošača u slučaju promenjene globalne situacije ili novih podataka o razvoju korisnika ovih voda u budućnosti: Beograd se može povezati preko Stare Pazove, Novi Sad preko Inđije i Sremskih Karlovaca, Južnobanatski sistem preko Stare Pazove i Opova, a Zrenjanin preko Stare Pazove i Surduka. Lokalna izvorišta ostaju u upotrebi do racionalnih limita. Predviđa se, uz prečišćavanje otpadnih voda Sremske Mitrovice, njihovo sprovođenje nizvodno od pomenutog budućeg savskog izvorišta, odnosno nizvodno od Šapca.

Novosadski regionalni sistem. Pored lokalnih izvorišta, kao izvorišta visokokvalitetne vode, ovaj sistem može koristiti aluvijalna izvorišta: donja Drina, Sava od Jamene do Sremske Mitrovice i Sava od Jarka do Šapca, izvorište sa leve i desne obale Dunava između Novog Sada i Sremskih Karlovaca, a deo vode može se dobijati preradom rečne, dunavske vode kao i rečne vode donje Drine. Ovim sistemom snabdevaju se naselja u opštinama: Sremska Mitrovica, Šid, Bačka Palanka, Bački Petrovac, Beočin, Novi Sad, Sremski Karlovci, Žabalj, Temerin, Zrenjanin i alternativno Sečanj, Žitište i Titel. Pored pomenutih mogućih veza sa Sremskim sistemom, povoljno je povezivanje ovog sistema sa Bačkim sistemom preko Temerina i Srbobrana, kao i Bačkog Petrovca i Bača. Ukoliko bi kvalitet voda reke Tise bio nezadovoljavajući, ovaj sistem se može proširiti i za obezbeđenje potreba u vodi u naseljima severnog Banata. Potrebno je ostvariti međudržavnu saradnju sa uzvodnim zemljama, kako bi se aluvijalno izvorište "Jamena-Laćarak" prihranjivalo vodom koja se posle određenih tretmana može, sa prihvatljivim rizikom, koristiti kao voda za piće.

Bački regionalni sistem. Osnovno izvorište ovog sistema su aluvijalne izdani Dunava na sektoru od Bezdana do Bogojeva i korišćenje OVK-a. Za zadovoljenje potreba vodosnabdevanja naselja u Bačkom sistemu mogu se koristiti i rečne vode Dunava (neposredno ili upuštanjem u podzemlje) ukoliko je kvalitet istih zadovoljavajući. Ovim sistemom snabdevala bi se naselja u opštinama: Apatin, Sombor, Odžaci, Bač, Kula, Mali Iđoš, Bačka Topola, Vrbas, Srbobran, Bečej i Novi Bečej, alternativno vodosnabdevala bi se i naselja u opštini Subotica. Pored povezivanja sa Novosadskim sistemom, ovaj sistem je povoljno povezati sa sistemom gornje Tise preko Bačke Topole i Subotice, odnosno preko Bečeja i Ade. Očekuje se ostvarenje međudržavne saradnje kojom bi se regulisao kvalitet voda Dunava.

Regionalni sistem gornje Tise. Za snabdevanje ovog regiona predviđene su, pored postojećih izvorišta, i prerađene rečne vode Tise. S obzirom na kvalitet voda ove reke, posebna pažnja se mora posvetiti načinu prečišćavanja ovih voda. Ovom sistemu pripadaju naselja u opštinama: Subotica, Kanjiža, Novi Kneževac, Senta, Čoka, Ada, Kikinda i Nova Crnja. Alternativna rešenja vezana su za dovođenje voda sa veće udaljenosti. Podrazumeva se ostvarenje međudržavne saradnje kojom bi se kvalitet rečne vode Tise popravio ili najmanje zadržao na sadašnjem nivou.

Južnobanatski regionalni sistem. Pored lokalnih izvorišta i OVK-a koristilo bi se veliko aluvijalno izvorište pored Dunava Kovin-Dubovac. U perspektivi može se ostvariti prebacivanje određene količine voda sa "Godominsko-Šalinačkog" izvorišta u ovaj sistem, kao i korišćenje voda reke Dunava (neposredio ili upuštanjem u podzemlje)

ukoliko iste imaju odgovarajući kvalitet. Iz ovog sistema vršilo bi se vodosnabdevanje naselja u sledećim opštinama: Kovin, Pančevo, Opovo, Kovačica, Alibunar, Vršac, Plandište i Bela Crkva. Postoji mogućnost slanja voda iz ovog sistema dalje za sever, u pravcu Zrenjanina i Sečnja. Problemu očuvanja priobalnih voda na delu izvorišta "Kovin-Dubovac" mora se posvetiti posebna pažnja. Naime, usporavanje Dunava usled izgradnje Đerdapa izaziva taloženje materijala organskog i neorganskog porekla, sa znatnim količinama teških metala i stvaranja uslova za eutrofikaciju jezera sa svim negativnim posledicama po korišćenje ovih voda. Takođe postoje problemi moguće eksploatacije uglja u ovom prostoru.

Jasno je da oba ova strateška dokumenta zahtevaju temeljnu reviziju na temu vodosnabdevanja, pre svega zbog promena u integrisanom upravljanju vodama koje se dešavaju u društvu.

Upravo primeri studija navedenih u Aneksu ukazuju na nerealnosti i probleme sa kojima se susrećemo u planiranju vodosnabdevanja oslanjajući se na osnovni dokument Vodoprivredne osnove Srbije pre svega zbog pitanja održivosti sistema, u prvom redu makroregionalnih. Neka od ovako ponuđenih rešenja su i odbačena jer su ekonomski u ovom trenutku neizvodljiva, poput koncepta za Banat.

3. ZAHTEVANI KVALITET VODE ZA PIĆE

Zahtevani kvalitet vode za piće direktno utiče na zdravlje stanovništva i na cenu vode koju je neophodno proizvesti, jer iziskuje primenu odgovarajućih tehnologija u pripremi. On je definisan propisom koji se zove Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (u daljem tekstu Pravilnik), donetim 1998. godine (*Sl. list SRJ br. 42/98*) sa dopunama iz 1999. godine (*Sl. list SRJ 44/99*). Pravilnik je formulisan na osnovu podataka Smernica Svetske zdravstvene organizacije iz 1993.[1] i predloga Direktive EU iz 1994. godine[2] uzimajući u obzir iskustva iz sopstvene prakse. Važno je napomenuti da je pomenuta Direktiva[3] doneta na nivou EU dve godine kasnije uz odgovarajuće izmene predloga što ima za posledicu izvesna neslaganja sa važećim Pravilnikom kod nas.

Iste godine kad i Pravilnik, doneta je Direktiva 98/83/EC koja se odnosi na vodu namenjenu ljudskoj upotrebi, a cilj joj je zaštita zdravlja od štetnih efekata bilo kakvog zagađenja koje se može naći u vodi i to tako što će se obezbediti da ona bude zdrava i čista. To znači da u njoj nisu prisutni mikroorganizmi, paraziti, kao ni supstance koje u broju ili koncentraciji predstavljaju potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje, odnosno da zadovoljava minimum uslova datih kao vrednosti specifičnih parametara. Ovom Direktivom je obuhvaćeno 48 parametara od prethodnih 66 (iz Direktive iz 1980. godine), uključujući i 15 novih parametara. Za flaširanu vodu dato je 50 parametara. Ti parametri obuhvataju za kvalitet vode i zdravlje ljudi najvažnije parametre, uz napomenu da je državama članicama ostavljen prostor da dodaju i druge parametre za koje smatraju da je to potrebno u skladu sa lokalnim uslovima, prirodnim i socio-ekonomskim razlikama koje uslovljavaju da se većina mera koje se preduzimaju u okviru monitoringa, analiza i popravki vrše na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou u toj meri da prisutne razlike ne odstupaju od zakona, pravila i odredbi obuhvaćenih Direktivom. Dakle, države članice su obavezne da pored parametra datih Direktivi obuhvate i sve druge parametre neophodne za zaštitu ljudskog zdravlja na svojoj teritoriji, kao i da obezbede zahtevani kvalitet proizvodnje, distribucije i kontrole vode namenjene za ljudsku upotrebu. U slučaju da je neophodno doneti strožije standarde nego što ih propisuje Direktiva o tome treba obavestiti Komisiju EU.

Naš Pravilnik pre svega prihvata vrednosti iz predloga Direktiva EU. Razlog neslaganja pojedinih parametrara našeg Pravilnika je činjenica da je došlo do razlika u predloženoj i krajnje usvojenoj varijanti Direktive, a naš Pravilnik je u međuvremenu donet. Vrednosti ovih parametara trebalo bi opet kritički razmotriti i usvojiti one vrednosti koje obezbeđuju bolji kvalitet vode za piće, pri tom vodeći računa da kod onih parametara koji nemaju bitan uticaj na zdravlje da se prihvate manje zahtevne norme kako bi jeftinije i jednostavnije tehnologije mogle da obezbede traženi i potrebni

[1] WHO (1993) Guidelines for drinking water quality, Sec., Ed., Vol 1, Recomendations
[2] Council Directive, Com (94) 612
[3] Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, OJ L330, 32-54.

kvalitet vode za piće. U slučajevima gde ne postoje podaci ni kod nas ni u Direktivi EU prihvaćene su preporuke SZO, sa preporukama da se kod nas što pre finansiraju istraživanja iz tih oblasti kako bi se na osnovu njih verifikovale vrednosti tih parametara kvaliteta vode za piće ili ustanovile neke druge vrednosti. Ta potreba i danas stoji i ona je uobičajena praksa razvijenih evropskih zemalja. Insistiranja na nižim vrednostima nekih parametara koje toksikološki nisu dokazani po pravilu poskupljuju tehnologiju prerade vode i mogu biti potpuno nepotrebna. S druge strane, ako resursi nisu ugroženi, a toksikološke vrednosti nisu pouzdane, insistiranje na nižim vrednostima može značiti očuvanje resursa vode na prihvatljivom nivou.

Upoređivanjem vrednosti maksimalno dopuštenih koncentracija utvrđeno je da kod neorganskih materija u vodi za piće naš Pravilnik ima strožije definisane vrednosti od Direktive EU u pogledu amonijaka, bora, fluorida, hlorida, kadmijuma, natrijuma i nitrita. Vrednosti su strožije i od npr. nacionalnog nemačkog propisa[4].

U pogledu organskih materija Pravilnik SRJ dozvoljava višu vrednost za PAH, tetrahloreten i trihloreten u odnosu na Direktivu EU. Za veliki broj parametara koje Direktiva EU ne obuhvata određen je MDK u skladu sa Smernicama SZO iz 1993. godine (npr. alkil-benzeni i hlorovani benzeni, dietilheksiladipinat i dietilheksilftalat). U slučaju epihlorhidrina vrednost usvojena u našem Pravilniku koja je u skladu sa Smernicama SZO iz 1993. godine ipak je četiri puta viša od vrednosti koje dozvoljava nemački nacionalni propis, odnosno Direktiva EU. U pogledu pesticida naš Pravilnik je u potpunosti usaglašen sa Direktivama EU, sem u slučaju lindana koji je kod nas dozvoljen u koncentraciji od 0,2 µg/l, dok Direktiva EU propisuje koncentraciju od 0,1µg/l.

Troškovi smanjenja koncentracija pesticida, kao i nitrata na dozvoljeni nivo su u velikoj meri uslovljeni praksom u poljoprivredi. Proizvodi razgradnje pesticida mogu izazvati probleme u vodi za piće. Međutim, u najvećem broju slučajeva toksičnost tih produkata razgradnje nije uzeta u obzir u Smernicama SZO zato što nema odgovarajućih podataka o njihovom prisustvu, identitetu i biološkoj aktivnosti. Sa tim u vezi je izuzetno važno prikupiti podatke o materijama koje se koriste kod nas u poljoprivredi i za koje je moguće da dospeju u izvorišta iz susednih zemalja preko zagađenih površinskih voda.

U vezi sa prisustvom koagulacionih i flokulacionih sredstava u vodi za piće Pravilnik dozvoljava veću koncentraciju epihlorhidrina i akrilamida u odnosu na Direktivu EU, ali su te koncentracije i dalje u okviru preporuka SZO iz 1993. i iz 2004. godine.

Završna dezinfekcija vodovodske vode je od velikog značaja, posebno u uslovima loše distribucione mreže i velike mogućnosti reinfekcije vode jer se jedino na taj način mogu sprečiti hidrične bakterijske i virusne infekcije. Dezinfekciona sredstva, pored toga što su snažni biocidi, takođe su sposobna da reaguju sa drugim sastojcima u vodi i pri tom formiraju nova jedinjenja sa potencijalno štetnim i dugotrajnim efektima na zdravlje. Stoga, opšta procena uticaja dezinfekcije na ljudsko zdravlje mora uzeti u obzir ne samo mikrobiološki kvalitet tretirane vode, već i toksičnost dezinfekcionih sredstava i njihovih produkata reakcije. Naš Pravilnik je u potpunosti u saglasnosti sa Direktivom EU i preporukama SZO u pogledu sporednih proizvoda dezinfekcije i primene hlora i hlor-dioksida za dezinfekciju. Pri tome treba znati da Direktiva EU ne propisuje maksimalno dozvoljenu količinu hlora i hlor-dioksida za dezinfekciju niti njihovu rezidualnu koncentraciju. U Nemačkoj je praksa da se upotrebljava maksimalna doza od 1,2 mg/l, 0,4 mg/l i 10 mg/l respektivno za hlor, hlor-dioksid i

[4] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV 2001) zuletzt geändert am 25. November 2003.

ozon, dok se reziduali moraju kretati u granicama 0,1-0,3, 0,05-0,2 i 0,05 mg/l redom za hlor, hlor-dioksid i ozon[5]. U poređenju sa našim propisom to znači da je u Nemačkoj dozvoljena skoro tri puta manja koncentracija hlora za dezinfekciju i manji rezidual nakon hlorisanja nego što je to slučaj kod nas (kod nas je dozvoljeni rezidual hlora do 0,5 mg/l u redovnim prilikama). Vrednost za dozu hlor-dioksida koja se može primeniti je usaglašena, a naš Pravilnik ne propisuje dozu ozona koja se može primenjivati, niti rezidual ozona. Imajući u vidu visok sadržaj organskih materija u podzemnim vodama u Banatu i mogućnost uvođenja predozonizacije u obradi vode akvifera Dunava može se pretpostaviti da će se pojaviti potreba za boljim zakonskim regulisanjem ovog načina dezinfekcije.

Značajan aspekt kvaliteta vode predstavljaju i supstance u vodi i parametri kvaliteta vode koji utiču na upotrebnu vrednost vode (organoleptičke karakteristike na prvom mestu, ali i korozivnost vode, tendencija ka stvaranju kamenca). U Direktivama EU vrednosti glavnih parametara kojima se definišu organoleptičke karakteristike vode (boja, miris i ukus, mutnoća) date su opisno, dok Smernice SZO i Pravilnik navode vrednosti za boju i mutnoću. Direktive EU su u parametre kvaliteta vode uvrstile provodljivost, koncentraciju jona vodonika i oksidabilnost, dok ih u Smernicama SZO nema (sem pH, ali nije navedena vrednost). Direktive EU ne obuhvataju temperaturu, a Smernice SZO ne navode vrednost temperature, već samo opisnu preporuku. Vrednosti parametara u Pravilniku su u saglasnosti sa preporukama SZO, a za pH i sadržaj organskih materija su restriktivnije u odnosu na propis EU. Posebno je značajan problem organskih materija jer su one na teritoriji Vojvodine u velikoj meri uzročnik neispravnosti kvaliteta vode za piće. U Direktivi EU sadržaj organskih materija može da se kreće do 5 mgO_2/l, što je maksimalno dopuštena koncentracija i u nacionalnom nemačkom propisu. To je znatno više nego što dozvoljava naš Pravilnik (8 mg/l, $KMnO_4$, odn. 2 mgO_2/l). Prema nemačkom propisu ovaj parametar čak ne mora da se analizira kada se rade merenja TOC (eng. *total organic carbon*), a za TOC čak i nije definisana vrednost, nego samo uslov da ne dolazi do nenormalnih promena. Dakle, pažnja koja se ovom parametru kod nas posvećuje je izuzetno visoka ako se poredi sa evropskim propisima. Veliko je pitanje da li je to opravdano i na to je nemoguće dati odgovor bez opsežnih istraživanja različitih opcija u preradi vode. Kako sadržaj organskih materija u velikoj meri može poskupiti neophodnu preradu voda pri vrednosti kakva sada jeste preporuka je da se ova vrednost preispita, pre svega sa aspekta uticaja prisutnih prirodnih organskih materija na mikrobiološku stabilnost vode i stvaranje dezinfekcionih nusproizvoda vezano za lokalne uslove. Kada govorimo o mikrobiološkoj stabilnosti preduslov za bilo kakav ozbiljan zaključak i strateško opredeljenje mora biti procena situacije u pogledu kvaliteta mreže i rizika vezanih za njega, planova njenog održavanja i vremenskog perioda neophodnog za progres u ovoj oblasti.

Pored direktnog poređenja vrednosti različitih tipova parametara kvaliteta vode za piće postoji niz sličnosti i razlika u strukturi Pravilnika i Direktive EU, odn. nemačkog nacionalnog propisa. Radi lakšeg poređenja, u tabeli 16 dat je pregled sadržaja Pravilnika i nacionalnog propisa Nemačke.

U oba propisa je obuhvaćena i problematika monitoringa u smislu frekvencije, obima i mesta uzimanja uzoraka, postupci u slučaju vanrednih stanja odn. higijensko-epidemioloških indikacija. Pravila monitoringa postavljena su u Direktivi EU. Ona daje minimum zahteva sa kojima treba da bude usklađen svaki lokalni program monitoringa. Posebno se naglašava da u slučajevima gde se izvodi dezinfekcija vode, ona mora biti

[5] Aufbereitungstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß 11 TrinkwV 2001

pod nadzorom i da je kontaminacija dezinfekcionim nusproizvodima minimalna, bez smanjenja njene efikasnosti. U slučaju odstupanja od standarda, države članice su obavezne da istraže uzroke odstupanja od zahtevanog kvaliteta i utvrde odmah mere koje je potrebno preduzeti da bi se stanje popravilo, a u međuvremenu, ako je potrebno, i zabrane upotrebu vode koja predstavlja potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje ili preduzmu neku drugu adekvatnu meru o kojoj se javnost mora obavestiti i savetovati koje mere predostrožnosti da preduzme. Pri tome se preporučuje državama članicama da izdaju preporuke aktivnosti u takvim okolnostima. Obaveštavanje javnosti ne mora biti samo u slučajevima kada kompetentne ustanove ili pojedinci smatraju da su problemi u nepoštovanju parametarskih vrednosti trivijalni.

Tabela 16. *Poređenje strukture našeg i nemačkog Pravilnika o kvalitetu vode za piće*

Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ 42/98)	**TrinkwV 2001**
• Objašnjenje pojmova • Zahtevi u pogledu vrste i obima pregleda po parametrima (osnovni, periodični, novi zahvati i higijensko-epidemiološke indikacije) • Frekvenciju monitoringa u zavisnosti od broja ekvivalent stanovnika i mesta uzorkovanja za vodovode i druge objekte za javno snabdevanje stanovništva vodom za piće, kao i za flaširanu vodu • Aktivnosti koje će se sprovoditi ako se pri osnovnom pregledu utvrdi odstupanje od mikrobioloških osobina • Način ispitivanja u toku studijsko-istraživačkih radova u novim zahvatima vode za izgradnju i rekonstrukciju vodovoda • Postupke u slučaju higijensko-epidemioloških indikacija zagađenja i akcidentnih zagađenja • Uslove za utvrđivanje radioaktivnih materija u vodi • Liste mikrobioloških i bioloških pokazatelja po vrstama laboratorijskih pregleda • Liste fizičkih, fizičko-hemijskih, hemijskih i radioloških pokazatelja po vrstama pregleda • Zahtevi kvaliteta u pogledu mikrobioloških osobina vode za piće u redovnim i vanrednim prilikama, maksimalno dopuštenih koncentracija neorganskih materija, organskih supstancija, pesticida, koagulacionih i flokulacionih sredstava, dezinfekcionih sredstava i sporednih proizvoda dezinfekcije; fizičke, fizičko-hemijske i hemijske osobine koje mogu izazvati primedbe potrošača, zahtevani kvalitet u vanrednim prilikama, radiološke osobine i zahtevane parametre kvaliteta flaširanih voda	• Objašnjenje pojmova • Zahtevi u pogledu mikrobioloških (apendiks 1) i hemijskih parametara (apendiks 2), definicija indikatorskih parametara (apendiks 3) za koje vrednosti moraju biti ispunjene i mere koje se preduzimaju kada vrednosti nisu ispunjene • Tretman i dezinfekcija: dozvoljeni aditivi za tretman vode za piće moraju posebno biti odobreni od strane ministarstva zdravlja i objavljeni na posebnoj listi • Pravila o načinu objavljivanja odstupanja od kvaliteta od zahteva, analitičke metode (apendiks 5) i akreditacija laboratorija • Kontrola vodovoda i distribucionih sistema. Informisanje potrošača o nepravilnostima i merama koje se preduzimaju • Posebna pravila: vojska, železnica • Kazne i prekršaji • Apendiksi: 1. mikrobiološki parametri: *Escherichia coli*, koliformi, *enterococci*, *Pseudomonas aeruginosa*, broj kolonija 2. detaljno diskutovani hemijski parametri 3. indikatorski parametri 4. parametri koje je neophodno analizirati periodično 5. specifikacija analitičkih metoda, tačnost i preciznost 6. aditivi dozvoljeni u specijalnim situacijama (npr. rata)

Prema Direktivi EU, u slučaju da je kvalitet vode ugrožen stanjem u distribucionom sistemu pojedinačnih domaćinstava (od vodovodnog priključka do slavine u kući) prihvaćeno je da distribucioni sistem domaćinstva i njegovo održavanje ne mogu biti odgovornost države članice. Međutim, i u tim slučajevima postoji obaveza informisanja vlasnika sa lošim instalacijama, o posledicama kao i davanje preporuka šta treba da uradi kako bi se moguće posledice sanirale. Ono što je posebno značajno u okviru Direktive EU je uključenost javnog mnjenja. Potrošači moraju biti adekvatno i na odgovarajući način informisani o kvalitetu vode, o bilo kakvim odstupanjima i akcijama koje se sprovode od strane kompetentnih u ovoj oblasti. Svaka država članica obavezna je da daje izveštaj o kvalitetu vode svake tri godine sa ciljem obaveštavanja javnosti. Ti izveštaji treba da obuhvate sve vodozahvate koji snabdevaju više od 5000 ljudi odn. imaju potrošnju veću od 1000 m^3/dan. Izveštaji se šalju i Komisiji EU, koja formira zbirni izveštaj za celu teritoriju EU. Ovaj segment evropskih propisa trebalo bi ojačati u našoj praksi, a naš Pravilnik se njime ne bavi.

U EU je pod posebnim uslovima moguće dozvoliti državama članicama nepoštovanje određenih parametara kvaliteta, odnosno postavljanje drugih viših vrednosti za parametre koje sama država članica odredi u skladu sa principom da nema potencijalne opasnosti za ljudsko zdravlje i da na datom lokalitetu nije moguće rešiti i održavati snabdevanje vodom na drugi prihvatljiv način. To se odnosi na snabdevanje koje prevazilazi 1000 m^3/dan i obuhvata populaciju veću od 5000 osoba. Ovakvo nepoštovanje Direktive treba da bude što kraće, a maksimalno vreme je devet godina (3 puta po tri godine uz posebne dozvole Komisije). Za zahtevanje ovakve vrste izuzeća država članica mora imati podatke o uzrocima, parametrima koji se ne mogu ispoštovati, prethodne rezultate monitoringa i sopstvene predložene maksimalne vrednosti, podatke o geografskom položaju, dnevnoj količini vode koja se koristi sa lokaliteta, populaciji koja se tom vodom snabdeva kao i to da li neka prehrambena industrija postoji na tom području, odgovarajući plan monitoringa sa povećanom frekvencijom, izvod akcionog plana za rešavanje stanja, uključujući i raspored aktivnosti i procene troškova i mera, kao i željeni rok za dozvolu ovakve vrste nepoštovanja Direktive. O svemu ovome takođe javnost mora biti propisno informisana, kao i upućena u slučaju specijalnih rizika kako da se ponaša. Izuzeće u određenim slučajevima od obaveza propisanih Direktivom može biti

- kada se koristi voda za neke svrhe za koje kompetentne ustanove daju mišljenje da je kvalitet zadovoljavajući i da nema direktnog ili indirektnog uticaja na zdravlje,
- kada su u pitanju individualna snabdevanja manja od 10 m^3/dan ili koja snabdevaju manje od 50 osoba, sem ako se voda ne distribuira kao deo neke komercijalne i javne aktivnosti. U takvim slučajevima populacija mora biti obaveštena o stanju kvaliteta vode koju koristi.

Pošto priprema i distribucija vode obuhvata i primenu niza supstanci i materijala neophodno je definisati i pravila njihove upotrebe kako bi se izbegli štetni efekti po ljudsko zdravlje. Primena svetski priznatih standarda u ovoj oblasti i kontinuirano inoviranje nacionalnih propisa u skladu sa napretkom u svetu je neophodno.

Još jedno izuzetno značajno poređenje propisa treba napraviti. Naime, u trenutku kada je doneta, Direktiva EU je u odnosu na staru Direktivu donela niz značajnih izmena u smislu smanjenja maksimalno dopuštenih koncentracija pojedinih parametara (npr. olova, pesticida, bakra i dr). Ona je stupila na snagu 25. decembra 1998. godine. Države članice EU bile su obavezne da u roku od dve godine prenesu Direktivu u nacionalne zakone, a u roku od pet godina da obezbede propisani kvalitet vode sem u slučaju bromata (deset godina), olova (15 godina) i trihalometana (10 godina). Ovakvo

postavljanje rokova je izuzetno značajno u slučajevima kada se propisima menjaju parametri koje je nemoguće u kratkom roku postići usled zahteva za izmenom tehnologije i investicijama i takvu praksu je u buduće neophodno i kod nas primeniti.

Naš Pravilnik ne obuhvata ni u jednom aspektu metode analize kvaliteta vode za piće. Ova problematika je sadržana u drugom nacionalnom propisu, a to je Pravilnik o načinu uzimanja uzoraka i metodama za laboratorijsku analizu vode za piće (Sl. List SFRJ, 55/78 i 58/85). Neophodno je inoviranje prakse u ovoj oblasti i donošenje novog propisa u skladu sa međunarodnim propisima. Direktiva EU posebno insistira na pouzdanosti i uporedivosti rezultata merenja. Pri analizi treba ispoštovati specifikaciju analiza datu u Aneksu II, a ako se koriste drugačije metode od specificiranih, mora se demonstrirati da su rezultati dobijeni tim metodama u najmanjoj meri pouzdani kao za specificirane metode. Metode su u potpunosti definisane za koliformne bakterije i *E. coli*, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa* i broj kolonija na 22°C i 37°C. One moraju ispuniti minimum zahteva pri kojima je omogućeno merenje koncentracija jednakih propisanim parametrima definisanom tačnošću, preciznošću i granicom detekcije. Nisu specificirane metode analize za boju, miris, ukus, ukupni organski ugljenik i mutnoću. Država članica mora imati laboratorije sa razrađenim sistemom kontrole kvaliteta rada analitičke laboratorije i to od strane nezavisnih, za to ovlaštenih kontrolora. Segment internog obezbeđivanja kvaliteta, interne i eksterne kontrole kvaliteta rada laboratorja kod nas je u potpunosti zanemaren i zahteva potpunu reformu. Takođe propisivanje standardnih metoda analize na našem jeziku je krajnje neophodno jer su postojeće metode[6] zastarele u smislu da ne mogu da prate zahteve za merenjem kvaliteta i na tržištu u velikoj meri već prevaziđene.

3.1. Neki primeri ekonomičnije pripreme vode za piće u slučaju usklađivanja našeg Pravilnika sa propisima EU

Dezinfekcija vode za piće se u nas gotovo isključivo izvodi hlorisanjem. Treba naglasiti da je hlor u najvećem broju slučajeva dovoljno dobar dezinficijens za uklanjanje patogena iz podzemne vode (u Vojvodini se isključivo podzemna voda koristi za vodosnadevanje), pogotovo ako je broj mikroorganizama prethodno značajno smanjen filtracijom. To potvrđuje i Svetska zdravstvena organizacija (SZO) na primeru uklanjanja termotolerantnih koliformnih bakterija, a što se takođe vidi i iz podataka tabele 17 i na primeru nekih virusa.

Tabela 17. *Vrednosti C x t (mg min/L) za 99% inaktivaciju različitih agenasa sa dezinficijensima na 5^0C*

Agens	Dezinficijens			
	Slobodni hlor pH 6-7	Hloramin pH 8-9	Hlordioksid pH 6-7	Ozon pH 6-7
Escherichia coli	0,034–0,05	95–180	0,4–0,75	0,02
Poliovirus tip 1	1,1–2,5	768–3740	0,2–6,7	0,1–0,2
Hepatitis A virus	1,8	oko 590	1,7	--
Rotavirus	0,01–0,05	3810–6480	0,2–2,1	0,006–0,06

[6] Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu (1990) Voda za piće. Standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti

U poslednje vreme sve je izraženija tendencija da se hlor zameni nekim drugim dezinficijensom, na primer hlordioksidom. To je u određenim slučajevima neophodno, ali insistiranje na zameni hlora najčešće nije utemeljeno na dovoljno jakim argumentima, ***pod uslovom*** da je hlorisanje izvedeno na odgovarajući način, što podrazumeva: (1) vodu veoma male mutnoće (to ne važi samo za hlorisanje, već za sve ostale načine dezinfekcije); (2) što niži pH; (3) nisku koncentraciju azota, pogotovo amonijačnog azota; (4) ograničeni sadržaj prirodnih organskih materija i (5) obezbeđeno dovoljno dugo vreme kontakta.

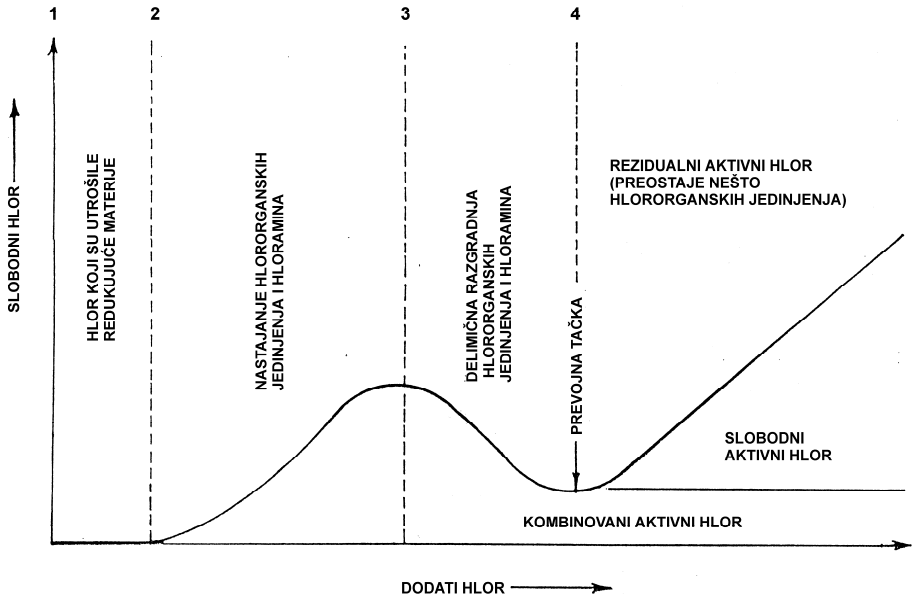
Sve navedeno se u struci zna, ali se o uslovima za efikasnu dezinfekciju hlorom u praksi ne vodi uvek dovoljno računa. To će se razmotriti na nekoliko primera. Bistra voda, ili prethodno veoma dobro izvedeno bistrenje, je uslov efikasne dezinfekcije uopšte. Pravilnik to osigurava normom da mutnoća vode ne sme biti iznad 1 NTU. Međutim, Pravilnik dozvoljava mutnoću vode do 5 NTU za male vodovode, kapaciteta do 5000 ES. Smatramo to pogrešnim, iz osnovnog razloga što je upravo kod malih vodovoda vrlo često dezinfekcija jedina faza pripreme. Dozvoljavanjem veće mutnoće se efikasnost dezinfekcije može dovesti u pitanje. Nema razloga da se to dozvoli, pogotovo zato što je filtracija vode jedna od jeftinijih faza pripreme, a postoje jednostavna i relativno jeftina rešenja filtracije za male vodovode.

Što niži pH vode koja se dezinfikuje hlorom je od velike važnosti, zato što hlor hidrolizuje u hipohlorastu kiselinu (HOCl), a hipohlorasta kiselina delom disosuje, na hipohloritni jon (OCl^-) i vodonikov katjon. Problem je u tome, što odnos nedisosovane hipohloraste kiseline i hipohloritnog jona veoma zavisi od pH vode – što je pH vode viši to je manji udeo HOCl, a hipohlorasta kiselina je daleko jači dezinficijens od hipohloritnog jona (tabela 18). Međutim, imamo čest slučaj da je podzemna voda povišenog pH, što znači da se za sigurno hlorisanje mora tačno znati pH vode, kako bi se doza hlora odredila i prema pH (povećala u slučaju hlorisanja vode višeg pH). Konačni sud za ispravnost dezinfekcije hlorom (kao i bilo kog drugog postupka dezinfekcije) daje tek mikrobiološka analiza obrađene vode. Prema tome, rezultate mikrobiološke analize treba koristiti za ***vođenje*** i kontrolu procesa dezinfekcije hlorom, a ne samo da rezultati mikrobiološke analize (kao i hemijske analize uostalom) služe samo da se *konstatuje* stanje, kako se to srazmerno često dešava u nas.

Tabela 18. *Vrednosti specifičnih koeficijenata letaliteta (l/mg min) za hipohlorastu kiselinu, hipohloritni jon i monohloramin*

Dezinfekciono sredstvo	Enterobakterije	Virusi	Endospore bakterija	Ciste ameba
HOCl	20	do 1	0,05	0,05
OCl^-	0,2	< 0,02	< 0,0005	0,0005
NH_2Cl	0,1	0,005	0,001	0,02

Niska koncentracija amonijačnog azota prilikom dezinfekcije hlorom je, kao što se zna, bitna zato što reakcijom sa hlorom nastaju hloramini, koji se smatraju značajno slabijim dezinficijensom od hlora (videti podatke tabele 17 i 18). Takođe se zna da se ovaj problem rešava tzv. dezinfekcijom preko prevojne tačke, pri čemu se nastali hloramini oksidišu, a dezinfekcija vode se izvodi slobodnim aktivnim hlorom koji se dobija dodatkom hlora u potrebnom višku nakon njegovog utroška za stvaranje i oksidaciju hloramina (slika 13).



Slika 13. Teorijska kriva hlorisanja preko prevojne tačke

Pošto je u pravilu koncentracija amonijačnog azota ograničena na dosta niske vrednosti, po Direktivi na 0,5 mg/l, a po Pravilniku na 0,1 mg/l, to se problem hloramina u vodi ne postavlja u značajnijoj meri, i može se bez teškoća rešiti hlorisanjem preko prevojne tačke (da li je neophodno da koncentracija po Pravilniku bude tako niska, i šta to povlači za sobom sa aspekta pripreme vode, razmotriće se u narednom poglavlju). Međutim, Pravilnik dozvoljava za male vodovode, do 5000 ES, da koncentracija amonijačnog azota (NH_4-N) bude do 1 mg/l. Ako se želi da se voda sa 1 mg/l NH_4-N dezinfikuje hlorom, po postupku hlorisanja preko prevojne tačke, kako bi bili sigurni u efekat dezinfekcije, trebaće oko 10 mg/l hlora, jer je u praksi odnos hlor : NH_4-N veći od teorijskih 1:7,6 (slika 13), i kreće se obično oko 1:10. Problem je u tome što je Pravilnik ograničio dozu hlora prilikom dezinfekcije na maksimum 5 mg/l (intencija Pravilnika prilikom ograničenja doze hlora verovatno je bila da se ovim putem predupredi nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije iz organskih materija u vodi, i da se ograničenjem doze hlora vodovodi nateraju da uklanjaju organske materije kao prekursore, po nama, ispravan je pristup; ali da je ograničenje doze hlora u koliziji sa dopuštenjem povećane koncentracije amonijačnog azota u vodi pokazano je na prethodnom primeru). Potencijal primene hloramina koji mogu nastati, a čija je primena u svetu rasprostranjena, neophodno je ispitati.

Jedno od rešenja problema dezinfekcije vode sa povećanom koncentracijom amonijačnog azota moguće je, ukoliko voda nema veliki sadržaj organskih materija (u tom slučaju bi potrošnja hlordioksida bila veća od dozvoljene), korišćenjem hlordioksida kao dezinficijensa, s obzirom na to da hlordioksid ne reaguje sa amonijakom. Dakle, neophodno je preispitati sadašnju praksu u smislu uvođenja novih sredstava shodno kvalitetu i pripremi vode i potrebama višestepene dezinfekcije odn. oksidacije, kada se radi i o organskim materijama. Pre toga je neophodno unaprediti kontrolu mikrobiološkog kvaliteta u pogledu dijapazona ispitivanih vrsta i

standardizacije metoda u skladu sa preporukama EU ali i poboljšati stanje distribucionog sistema.

Povećan sadržaj prirodnih organskih materija (POM) je problem za dezinfekciju hlorom, s obzirom na dobro poznatu pojavu nastajanja različitih sporednih proizvoda prilikom reakcije hlora sa POM kao prekursorima, od kojih su najpoznatiji trihalometani (THM). U stručnoj, pa čak i u najširoj javnosti, sporedni proizvodi dezinfekcije hlorom su označeni kao opasni po zdravlje, i u novije vreme je nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije glavni prigovor koji se postavlja hloru kao dezinficijensu. Iz tih razloga je u Pravilniku normiran ukupan sadržaj THM i sadržaj pojedinih THM, kao i dozvoljeni sadržaj nekih drugih sporednih proizvoda hlorisanja. Međutim, za razliku od Direktive EU, gde je uvođenje norme za THM elastično postavljeno, odnosno ostavljeno je 10 godina za usklađivanje sa Direktivom, pri čemu se za prvih 5 godina mora spustiti koncentracija THM na 150 μg/l, u našem Pravilniku se traži da se norma za THM od maksimalnih 100 μg/l uspostavi ***odmah***.

Međutim, Pravilnik ograničava i koncentraciju hlordioksida, najviše na 0,4 mg/l, što je u skladu sa nemačkim nacionalnim propisom. U Americi je ta doza ograničena na 0,8 mg/l. Mišljenja smo da je i kod nas neophodno preispitati vrednosti za dozvoljenu dozu uz zahtev za kontrolu dezinfekcionih nusproizvoda (npr. hlorita). Generalno bi preporuka bila da upotrebu svih vrsta oksidacionih i dezinfekcionih sredstava treba preispitati i ograničiti gde je to neophodno, uz obaveznu kontrolu svih mogućih značajnih nusproizvoda dezinfekcije na osnovu znanja koje je danas raspoloživo.

Verovatno se intencija Pravilnika da se spreči nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije u previsokim koncentracijama ograničavanjem sadržaja organskih materija u vodi ogleda u postavljanju norme za potrošnju kalijumpermanganata od najviše 8 mg/l. Međutim, ta norma je arbitrarna, tj. nije egzaktna, pošto se ne može tvrditi, da je voda sa potrošnjom $KMnO_4$ manjom od 8 mg/l u tom pogledu sigurna, i obrnuto. Drugim rečima, vodovodima se nameće ograničenje u pogledu sadržaja organskih materija u vodi koje je po našem mišljenju previše oštro. Treba znati da su procesi uklanjanja organskih materija iz vode složeni i skupi, odnosno da je ispoštovanje zahteva od maksimalno 8 mg/l $KMnO_4$ za vodovode koji prerađuju vodu sa visokim sadržajem POM, a ti slučajevi nisu retki, povezano sa velikim investicionim i eksploatacionim troškovima. Prema tome, nije prihvatljiv pristup da se svima propiše preoštra norma, umesto da se ispitaju relacije između sadržaja sporednih proizvoda dezinfekcije i sadržaja POM za svaki konkretan slučaj. I bez ulaženja u bilo kakvu računicu, može se sa sigurnošću tvrditi da su troškovi opremanja odgovarajućeg broja laboratorija sa potrebnom opremom, odnosno ukupni troškovi potrebnih ispitivanja, višestruko manji od troškova svođenja sadržaja organskih materija u vodi na vrednost propisane Pravilnikom u svim vodovodima koji prerađuju vodu sa povišenim sadržajem POM.

Neusaglašnost normi kvaliteta vode za piće za neorganske materije prikazane su u tabeli 19.

Navedeno je već, na primeru dezinfekcije hlorom, važnost sadržaja amonijaka u vodi, i ukazano je na neusaglašenost, u našem Pravilniku, dopuštene koncentracije amonijaka za male vodovode i dopuštene doze hlora za dezinfekciju. S druge strane, ograničavanje koncentracije amonijaka u Pravilniku na 0,1 mg/l (za vodovode veće od 5000 ES) smatramo preoštrom normom, na primer pet puta oštrijom od Direktive EU. Poznato je da je u slučaju amonijaka intencija Pravilnika bila da, budući da je amonijak indikator fekalnog zagađenja ili procesa truljenja biomase, pojava amonijaka u povećanoj koncentraciji apriorno ukazuje na opasnost od patogena u vodi. Međutim, iako je to u određenim slučajevima tačno (a u drugim slučajevima nije, jer imamo i

pojavu amonijaka geološkog porekla), to bi mogao biti razlog za ograničenje koncentracije amonijaka u sirovoj vodi, ali ne može biti razlog za tako oštru normu za prečišćenu vodu. Insistiranje na koncentraciji od svega 0,1 mg/l amonijaka (to je samo dva puta veća vrednost od dozvoljene koncentracije za cijanide i hrom u vodi, na primer) povlači za sobom značajno skuplju pripremu vode, jer nije ni jednostavno ni jeftino smanjiti koncentraciju amonijaka na tako nisku vrednost (to je samo 0,1 gram po metru kubnom vode). Na primer, da bi se koncentracija amonijaka od 1,5 mg/l u nekoj vodi dovela na dozvoljenu po Pravilniku, potrebno je primeniti proces čija je efikasnost najmanje 93%, a malo je procesa sa tako visokom efikasnošću, i postavlja se pitanje cene tako dobijene vodovodske vode.

Tabela 19. *Maksimalno dopuštene koncentracije pojedinih neorganskih materija u vodi za piće*

Parametar		Pravilnik SRJ (Srbije)	Direktiva EU	Smernice SZO
Amonijak	mg/l	0,1[1]	0,5	1,5
Hloridi	mg/l	200	250[2]	250
Kalcijum	mg/l	200		
Magnezijum	mg/l	50		
Natrijum	mg/l	150	200	200
Nitriti	mg/l	0,03[3]	0,5[4]	3[5]
Sulfati	mg/l	250	250[2]	250
Provodljivost	μS/cm	do 1000	2500	

[1] Za vodovode do 5000 ES do 1 mg/l

[2] Voda ne sme biti agresivna.

[3] Smatra se da je voda ispravna u slučaju da u 20% merenja koja nisu uzastopna u toku godine vrednost koncentracije dostigne 0,1 mg/l, frekvencija merenja po važećem Pravilniku.

[4] Mora biti ispunjen uslov da {[nitrat]/50 + [nitrit]/3} ≤ 1 i vrednost od 0,1 mg/l za vodu na izlazu iz postrojenja za pripremu vode.

[5] Zbir količnika koncentracija nitrata i nitrita i njihovih preporučenih vrednosti ne treba da bude veći od jedan.

Primer elastičnijeg pristupa, ne samo kada je amonijak u pitanju nego i neke druge neorganske materije, daje nam Direktiva EU i Smernice SZO (tabela 19). Uopšte, taj pristup da se prihvati veći sadržaj pojedinih neorganskih materija (kada je taj povećani sadržaj geološkog porekla), a koje nisu u tim koncentracijama opasne po zdravlje – kao što je slučaj sa hloridima, sulfatima, kalcijumom, magnezijumom, natrijumom – smatramo realističnim i mislimo da ga treba podržati. Treba takođe imati u vidu, da se smanjenje koncentracije navedenih neorganskih materija ne može izvesti jednostavnim i jeftinim tehnikama; a da se investicioni i eksploatacioni troškovi obrade velikih količina vode jonskom izmenom ili reversnom osmozom (uključćujući tu i troškove rešavanja ekološkog aspekta takvih procesa, koji takođe nisu mali) mere stotinama hiljada ili milionima evra nije potrebno posebno dokazivati. Karakterističan je u tom pogledu primer natrijuma. Naš Pravilnik propisuje oštriju normu, 150 mg/l, od Preporuka SZO i Direktive EU, koje navode 200 mg/l (tu vrednost SZO navodi samo kao graničnu, preko koje se očekuje da voda može imati neprihvatljiv ukus, a ne da se radi o vrednosti zasnovanoj na negativnom uticaju natrijuma iz vode na zdravlje). Prema tome, radi se o za četvrtinu nižoj, oštrijoj normi, razlika je 50 mg/l (to je 50 g/m^3 vode !), a to treba ukloniti iz vode. Kada se kaže da je uklanjanje natrijuma

najteže, i najskuplje, od svih neorganskih jona koji mogu biti zastupljeni u vodi u znatnim koncentracijama, kao što su kalcijum i magnezijum na primer, onda je sve jasno.

Još izraženiji primer preoštre norme u našem Pravilniku je ograničenje provodljivosti vode na 1000 µS/cm (samim tim je ograničen ukupni sadržaj soli u vodi), dok je odgovarajuća vrednost u Direktivi dva i po puta veća (!), 2500 µS/cm.

3.2. Predlog mera za usaglašavanje našeg Pravilnika sa propisima EU

Procedure inoviranja i usaglašavanja zakona je svakako neophodno započeti u skoroj budućnosti. Da bi ti propisi pored usaglašenosti sa Direktivom EU i najnovijim svetskim znanjima bili prilagođeni lokalnim potrebama i usmereni ka rešavanju problema na najracionalniji način neophodno je pripremiti odgovarajuće podatke za donošenje odluka. Podaci i aktivnosti koje je neophodno kroz buduće projekte obezbediti su:

1. **Detaljan monitoring kvaliteta voda svih izvorišta u pogledu svih parametara prema Pravilniku, ali i drugih parametara za koje se očekuje da se mogu pojaviti usled upotebe velikih količina, proizvodnje ili emisije u zonama oko izvorišta (npr. organski mikropolutanti). Takođe je neophodno izvršiti kontrolu prisustva supstanci sa liste prioritetnih supstanci i prikupiti podake o korištenim hemikalijama u poljoprivredi, o uvozu hemikalija odnosno svih supstanci koje mogu dospeti u izvorišta vode za piće.**
2. **Analiza posledica usklađivanja svih vrednosti parametara u našem Pravilniku sa evropskim propisima na stanje prerade i distribucije vode u Vojvodini.**
3. **Prioritizacija zahteva imajući u vidu lokalne uslove u pogledu postojećeg kvaliteta resursa i ciljeva zaštite zdravlja stanovništva, a u svetlu realnih ekonomskih prilika.**
4. **Analize uticaja sadržaja organskih materija u vodi na njen mikrobiološki kvalitet i nastajanje dezinfekcionih nusprodukata pri preradi i distribuciji vode u postojećim uslovima kao i projektovanim uslovima unapređene tehnološke prerade voda.**
5. **Organizovanje interkalibracije laboratorija koje se bave merenjima kvaliteta voda na teritoriji pokrajine.**
6. **Organizovanje obrazovanja i obaveštavanja javnosti uz posebno podizanje svesti o vodi kao robi koja ima svoju vrednost, odn. cenu.**
7. **Jačanje kapaciteta društva koji brinu o problemu kvaliteta vode za piće u svim segmentima, od kvaliteta resursa, preko planiranja, proizvodnje i distribucije vode za piće. Inoviranje zakonskih i podzakonskih akata u oblasti u skladu sa propisima EU i nacionalnim interesima.**

4. NORMATIVI POROŠNJE

Normativi potrošnje su planske veličine koje određuju potreban kapacitet sistema za snabdevanje vodom. Utvrđuju se na osnovu realnih podataka o potrošnji vode na posmatranom području, teorijski utvrđenih fizioloških i sanitarno higijenskih potreba čoveka, kao i specifičnih karakteristika i zahteva. Veliki uticaj na normative imaju i veličina raspoloživih resursa i cena. Normative čine:

1. norma potrošnje
2. koeficijenti neravnomernosti potrošnje

Normom potrošnje vode naziva se prosečna dnevna potrošnja vode za piće (po vodoprivrednoj osnovi voda visokog kvaliteta) iz vodovodnog sistema, svedena na jednog korisnika (stanovnika). Uobičajeno je da se normom potrošnje pokrivaju ukupne potrebe za vodom za piće, bez obzira na njenu namenu.

- potrebe domaćinstava
- potrebe industrije (prehrambena industrija...)
- javne potrebe (javne ustanove, bolnice, škole, hoteli, restorani i sl.)
- potrebe domaćih životinja

Normu potrošnje opterećuju još i gubici vode iz sistema distribucije, koji mogu da budu veoma značajni.

Raspodela potrošnje tokom vremena iskazuje se neravnomernošću. Generalno, u toku godine, kao posledica sezonskih i dnevnih temperaturnih promena i pojave padavina, javlja se neravnomernost koja se izražava tzv. koeficijentom dnevne neravnomernosti, a koji predstavlja odnos između maksimalne dnevne potrošnje vode i srednje dnevne potrošnje vode.

Neravnomernost potrošnje u toku dana iskazana koeficijentom satne neravnomernosti, predstavlja odnos između maksimalne satne potrošnje i srednje satne potrošnje u toku dana sa maksimalnom potrošnjom.

4.1. Elementi

4.1.1. Podaci o realnoj potrošnji vode i neravnomernosti potrošnje

4.1.1.1. Potrošnja vode

Kako je već rečeno, realna potrošnja vode, u uslovima pune obezbeđenosti, je jedan od najvažnijih faktora pri proceni norme potrošnje.

Potrošnja vode se mnogo razlikuje po regionima u svetu. Najveća je u Americi. U **Sjedinjenim državama** prelazi 500 l/st.dan, dok je u **Kanadi** u 1999. godini bila između 290 i 541 l/st/dan, u proseku za celu Kanadu 343 l/st/dan.

Nasuprot Americi, u **Africi** je potrošnja vode na nivou od oko 50 l/st/dan.

Evropa je u pogledu potrošnje vode za piće umerena. No, i tu su značajne razlike po regionima. Razlike su uslovljene, sa jedne strane, klimatskim uslovima, a sa druge cenom i životnim standardom stanovništva. U zemljama članicama **Evropske unije** i zemljama kandidatima za ulazak u Evropsku uniju prema podacima Svetske banke (World Bank) za period od 1990. do 2001. godine, potrošnja vode za podmirenje svih komunalnih potreba (domaćinstva, javna potrošnja, ustanove, zanatstvo i trgovina u naselju, bez industrije), bila je u proseku za ceo region:

- ***severoistočni region*** (zemlje bivšeg istočnog bloka)
  od 290 l/st/dan u 1990. godini do 214 l/st/dan u 2001. godini
- ***jugoistočni region*** (Kipar, Turska, Malta)
  od 221 l/st/dan u 1990. godini do 172 l/st/dan u 2001. godini
- ***zapadni region – centralni i severni d*eo**
  od 279 l/st/dan u 1990. godini do 241 l/st/dan u 2001. godini
- ***zapadni region – južni deo***
  od 369 l/st/dan u 1990. godini do 328 l/st/dan u 2001. godini

Gornji podaci ukazuju na trend smanjenja potrošnje vode, što je sigurno posledica štednje podstaknute povećanjem cene, ali i primene uređaja koji troše manje vode. Takođe se uočava i da dosta utiču i klimatski uslovi, pa je tako u južnom delu zapadnog regiona potrošnja vode za preko 30% veća nego u severnom delu.

Pojedinačne analize, sprovedene u nekim evropskim zemljama striktno u odnosu na potrošnju u domaćinstvima, pokazuju da je potrošnja vode u domaćinstvima znatno manja od gore prikazanih vrednosti. Prema podacima Saveza **Nemačke** gasne i vodoprivrede (Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtshaft), objavljenim na sajtu Donjesaksonske pokrajinske uprave za vodoprivredu, i zaštitu obala i prirode (Niedersasaechsischer Landes Betrieb fuer Wasserwirtschaft, Kuesten- und Naturschutz, *www.nlwkn.niedersachsen.de*), potrošnja vode je u periodu od 1991. do 1999. godine smanjena za oko 10%, sa 139 na 125 l/st/dan. U istom periodu je cena kubnog metra vode porasla za 40%, sa 2,31 na 3,25 DM/m^3 (1 DM = 0,5 €).

Nemačka Savezna uprava za zaštitu okoline (*www.umweltbundesamt.de*), navodi podatak da je neto potrošnja vode u domaćinstvima 120 l/st/dan, a sa gubicima koji iznose 9%, to je ukupno 130 l/st/dan.

Prema podacima za **Englesku i Vels**, publikovanim u izveštaju „Security of supply, leakage and water efficiency 2005-06“ (*www.sustainable-development.gov.uk*) od ukupno 22 miliona priključaka domaćinstava od kojih se naplaćuje voda, samo 28% ima merne uređaje na sopstvenom priključku. U grupi potrošača koji nisu domaćinstva, sopstvene merne uređaje na priključku ima oko 90%. Ustanovljeno je da je potrošnja u domaćinstvima u kojima nema direktnog pojedinačnog merenja za oko 13 do 15% veća (152 do 169 l/st/dan) nego u domaćinstvima sa sopstvenim merenjem (134 do 147 l/st/dan). Potrošnja industrije je 136 do 155 l/st/dan. Gubici su relativno visoki i iznose oko 23%. U periodu od 2001. do 2006. godine praktično nije bilo promena u potrošnji vode.

U publikaciji „Water & Wastewater Utilities“, koju su pripremili Međunarodna banka za obnovu i razvoj (IBRD) i Svetska banka (*World Bank*) prikazana je potrošnja vode u nekoliko država. Kreće se od 46 l/st/dan u **Alžiru** preko 151 u **Brazilu**, 256 u **Francuskoj** do preko 600 l/st/dan u **SAD**.

U **Hrvatskoj** je, prema podacima objavljenim u članku prof. dr Dragutina Gereša „Održivo iskorištavanje vode u Hrvatskoj i u Evropi“ (Građevinar, 54 / 2002), u 1998. godini ukupna potrošnja vode za komunalne potrebe bila 305 l/st/dan ili 38% od

ukupno zahvaćene vode, od čega je u domaćinstvima potrošeno oko 58% ili 177 l/st/dan, a javna potrošnja i mala privreda su, u okviru komunalne potrošnje, trošili oko 128 l/st/dan.

Trend jedinične potrošnje je u celoj Evropi opadajući, posebno u zamljama tranzicije gde je potrošnja u prvom periodu, uvođenjem ekonomskih cena, pala za 40%. Dalje smanjenje potrošnje je nastavljeno blažim intenzitetom da bi se danas već uglavnom zaustavilo. U nekim zemljama je čak zabeležen i neznatan porast potrošnje.

Kod nas nisu rađene detaljnije uporedne analize potrošnje vode iz javnih vodovoda. Postoje pojedinačni podaci o potrošnji vode, ali je pitanje koliko se oni mogu smatrati objektivnim, jer u većini slučajeva vodovodi nisu mogli da zadovolje zahteve vršne potrošnje u letnjim mesecima. S druge strane, i takva potrošnja vode se može smatrati neracionalnom zbog niske cene i rasipanja vode. Kao primer se ovde navode podaci za dva vodovoda u Vojvodini.

U vodovodnom sistemu **Novog Sada**, u 2001. godini je proizvedeno i upućeno u sistem 36,3 miliona kubnih metara vode, što iznosi oko 340 l/st/dan. Od toga je registrovana potrošnja 25,6 miliona kubnih metara (70,5% od vode unete u sistem) ili oko 240 l/st/dan. Registrovana potrošnja stanovništva u domaćinstvima je bila 18,2 miliona kubnih metara ili 170 l/st/dan, 2,6 miliona kubnih metara, ili 25 l/st/dan, su potrošili veliki industrijski potrošači vode, a 4,8 miliona kubnih metara, ili 45 l/st/dan, je bila javna potrošnja i potrošnja sitne privrede. Preostalih 10,7 miliona kubnih metara (100 l/st/dan) je neregistrovana količina vode koja se smatra gubicima (neregistrovana potrošnja i fizički gubici), što čini oko 29,5% od ukupno unete količine vode u sistem. Učešće pojedinih kategorija potrošača u ukupno registovanoj potrošnji vode (100%) je:

- domaćinstva	71%
- javna potrošnja i sitna privreda	18,7%
- krupna privreda	10,3%

U vodovodu **Pančeva** prosečna potrošnja vode u zgradama kolektivnog stanovanja je 2006. godine bila 196 l/st/dan, dok je u individualnom stanovanju bila 178 l/st.dan. Od ukupno upućene vode u sistem, registrovana potrošnja je bila 68,6%, 5% je sopstvena potrošnja, a preostali deo su gubici. Procenjeno je da 20% registrovane potrošnje u zgradama čine unutrašnji gubici prouzrokovani neispravnim instalacijama.

U opštini **Sombor**, grad Sombor ima svoj sopstveni vodovod iz koga se vodom snabdeva i deo privrede, a sva ostala naselja imaju sopstvene lokalne vodovode. Prosečna dnevna potrošnja vode u Somboru je 226 l/st/dan, a u naseljima od 75 do preko 200 l/st/dan.

4.1.1.2. Neravnomernost potrošnje

Vrednosti koeficijenata neravnomernosti potrošnje, postignute u realnoj eksploataciji vodovodnih sistema kod nas, teško mogu biti merodavna podloga za utvrđivanje normativa neravnomernosti, jer je u našim vodovodima uobičajena pojava restrikcija u snabdevanju vodom u danima vršnih potreba. Ovo se posebno odnosi na koeficijent dnevne neravnomernosti, koji je naprimer za Novi Sad nekoliko godina nije prelazio 1,2 i 1,3.

Postoje iskustveni podaci o prosečnoj veličini koeficijenta dnevne neravnomernosti za vodovode u Sjedinjenim Američkim Državama (*Water and Wastewater Utilities, IBRD, 1996*). Prema ovim podacima veličina koeficijenta je:

- za vodovode koji opslužuju od 10 do 25 hiljada stanovnika 1,81
- " 25 do 50 " 1,82
- " 50 do 100 " 1,77
- " sa više od 100 " 1,59

Ovi podaci se mogu prihvatiti samo kao orijentacija, jer je struktura potrošnje, a i samih gradova u SAD bitno drugačija nego kod nas.

Prema nemačkim podacima, obrađenim u „Taschenbuch der Wasserversorgung", Mutschmann i Stimmelmayr, 1983, koeficijent dnevne neravnomernosti se kretao u intervalu od 1,35 do 1,60 u proseku za celu Nemačku. Analizom realnih podataka je utvrđeno da je koeficijent dnevne neravnomernosti veći za manja naselja i gradove, kao i za područja u kojima je visina padavina u periodu maj – avgust manja.

U narednoj tabeli dat je prikaz dela dostupnih podataka o jediničnoj potrošnji vode i neravnomernosti potrošnje.

	POTROŠNJA VODE (l/st/dan)			K dn.	Gubici (l/st/dan)
	Domaćinstva	Javna potrošnja i ostalo	Industrija		
SAD	500 – 600			1,6-1,8	
Kanada	343 (1999)				
Afrika (prosek)	50				
Alžir	46				
Evropa (2001)					
- Severoistočni region	214				
- Jugoistočni region	172				
- Severozapadni region	241				
- Jugozapadni region	328				
Nemačka					
-Hesen (2004)	124				
-Saksonija (2004)	94				
-Nemačka prosek	120			1,4-- 1,6	
Engleska i Vels					
-sa pojedinačnim merenjem	134 - 137				
-sa grupnim merenjem	152 - 169				
Hrvatska (1998)	177	128			
Novi Sad (2001)	170	45	25	1,2-1,5	100
Pančevo					
-sa pojedinačnim merenjem	178				72
-sa grupnim merenjem	196				
Sombor					
- Sombor grad	226				
- naselja	75 - >200				

Neravnomernost potrošnje vode u toku dana je veća što je manje naselje koje se snabdeva vodom, što je veći udeo domaćinstava u potrošnji vode i što je prosečna dnevna temperatura viša od 18 – 20 stepeni. Nema puno podataka o realnim vrednostima, jer se do njih može doći samo dobro organizovanim i kontinualnim merenjima u sistemu. Prema analizama sprovedenim u Nemačkoj, koeficijent satnog maksimuma je:

- za sela 2,9
- za male gradove 2,4
- za gradove srednje veličine 2,0
- za velike gradove 1,5

4.1.2. Fiziološke i sanitarno higijenske potrebe

Gradski vodovod Bremena je u svojoj informaciji 5/8.89 dao prosečnu ličnu potrošnju vode jedne osobe po različitim namenama, a prof. Foerstner, na osnovu svojih analiza, daje intervale vrednosti:

Namena	**količina (l/st/dan)**	
	Foerstner	Vodovod Bremen
• Piće i kuvanje	2 - 5	3
• Pranje ruku, umivanje	5 - 20	7
• Tuširanje i kupanje	20 - 60	40
• Pranje posuđa	5 - 10	5
• Pranje rublja	10 - 30	20
• Čišćenje stana, pranje auta itd	3 - 5	10
• Ispiranje toaleta	20 - 50	40
• Zalivanje bašte		5
UKUPNO	**75 - 180**	**130**

4.1.3. Specifičnosti našeg područja

U specifičnosti područja Vojvodine treba, pre svega, ubrojati klimatske karakteristike. Topla leta, sa relativno malim padavinama (višegodišnji prosek oko 600 mm godišnje) upućuju na zaključak da treba planirati barem sa minimalnim korišćenjem vode i za zalivanje. Druga specifičnost, koja takođe utiče na povećanje potrošnje vode u domaćinstvima, je nizak standard, sa starim veš-mašinama (veliki potrošači vode – preko 120 l po jednom ciklusu pranja), ručnim pranjem posuđa i najzad sa vrlo niskom cenom vode koja nikako nije stimulativna za štednju. Ovde treba dodati, da u kolektivnom stanovanju nema pojedinačnog merenja potrošnje vode, što takođe prouzrokuje povećanu potrošnju.

Poseban problem je dotrajalost izgrađene vodovodne mreže u naseljima, što prouzrokuje velike gubitke iz mreže i time povećava potrebe. Sve su ovo faktori, na koje se odgovarajućim merama može uticati, ali je za to potrebno vreme.

4.2. Normativi

4.2.1. Postojeći normativi

Kako je na početku već rečeno, normativi su planska kategorija i koriste se pri utvrđivanju potrebnog kapaciteta elemenata i sistema za snabdevanje vodom u celini. Kod nas vlada veoma veliko šarenilo u pogledu normativa potrošnje. U periodu izgradnje vodovodnih sistema velikih gradova, u drugoj polovini prošlog veka, korišćene su vrlo visoke norme potrošnje vode. Srećom, sistemi su građeni postepeno, po fazama, pa nikad nisu dostigli dimenzije i kapacitete koji su prvobitno planirani. Ovde se neće navoditi takvi, ranije korišćeni normativi.

Važeća **Vodoprivredna osnova Srbije**, doneta 2002. godine, bi trebalo da bude osnovni dokument i vodilja i za normative potrošnje vode iz javnih vodovoda. Vodoprivrednom osnovom utvrđena je norma potrošnje vode na 600 l/st/dan u gradskim

– urbanim područjima, od čega je potrošnja u domaćinstvima 230 l/st/dan, potrebe industrije, koje bi se pokrivale iz javnih vodovoda, procenjene su na 170 l/st/dan, javne potrebe na 90 l/st/dan, a procenjeni gubici su 110 l/st/dan (18%). Za seosko stanovništvo utvrđena norma potrošnje je 400l/st/dan, od čega je domaćinstvima namenjeno 215 l/st/dan, oko 115 l/st/dan je namenjeno potrebama domaćih životinja i javnoj potrošnji, dok su preostalih oko 70 l/st/dan gubici.

Ovako procenjene vrednosti su svakako precenjene, što se konstatuje i u samoj vodoprivrednoj osnovi, gde se u zaključnom razmatranju kaže:

> ***„Procenjene norme potrošnje nisu i ne mogu biti preporuke za projektovanje konkretnih vodovodnih sistema. One služe da se na nivou Vodoprivredne osnove rezervišu vodni resursi i utvrde smernice za buduće kompleksno korišćenje voda.“***

Vodoprivrednom osnovom su procenjene i ukupne potrebe za visokokvalitetnom vodom (čitaj voda za piće) 2021 godine. Po ovim procenama potrebe su, računato u proseku za Vojvodinu, oko 950 l/st.dan (računato u odnosu na broj stanovnika po popisu iz 2002 godine).

U ovu količinu su uključene i potrebe prehrambene industrije i turizma. Posebno je iskazana količina vode nešto nižeg kvaliteta, za potrebe ostale industrije (oko 1150 l/st.dan).

Vodoprivredna osnova, po svojoj prirodi nije dokument koji ulazi u detalje potrošnje, pa nije ni predložila normative neravnomernosti.

2006. godine izrađena je studija **„Održiva rešenja na unapređenju kvaliteta vode za piće sa povišenim sadržajem arsena u tri vojvođanska regiona“** (*Bluewaters*), u kojoj su potrebni kapaciteti računati sa sledećim normativima za domaćinstva:

a. Naselja sa preko 20,000 stanovnika .....150 l/st/d $K_d = 1.6$
b. Naselja od 10,000 do 20,000 stanovnika..... 140 l/st/d = 1.7
c. Naselja od 5,000 do 10,000 stanovnika.....130 l/st/d = 1.8
d. Naselja sa manje od 5,000 stanovnika .....120 l/st/d = 1.9

Ostala potrošnja je u ovom elaboratu procenjena na 20% od potrošnje u domaćinstvima u gradovima (sedišta opština) i na 10% u ostalim naseljima. Posebno su računate potrebe za domaće životinje:

- goveda i konji	50 l/grlo/dan
- svinje	10 l/kom/dan
- ovce	5 l/kom/dan
- živina	1 l/kom/dan

S obzirom na činjenicu da u većini naselja postoji izgrađena vodovodna mreža, u manjem ili većem delu, i da je ta mreža prilično stara i loše održavana, računato je sa gubicima iz mreže od 20% u odnosu na prosečnu potrošnju.

Ove godine je završen **„Generalni projekt snabdevanja vodom naselja opštine Sombor“** („Beoinženjering“) u kome su korišćeni sledeći normativi potrošnje:

	Sombor	Bezdan i Kljajićevo	Ostala naselja
Potrošnja stanovništva (l/st/dan)	150	120	120
Ostale potrebe (l/st/dan)	70	40	35
Gubici u odnosu na prosečnu potrošnju (l/st/dan)	55	52	54
Ukupno (l/st/dan)	**275**	**212**	**209**

U ostale potrebe je uračunata celokupna javna potrošnja (škole, javne službe i sl.), potrebe domaćih životinja, kao i mala privreda.

Koeficijenti neravnomernosti potrošnje su:

koeficijent maksimalne dnevne potrošnje (bez gubitaka):

- Sombor $K_{max.dn.} = 1,4$
- naselja $K_{max.dn} = 1,8$

koeficijent maksimalne satne neravnomernosti:

- Sombor $K_{max.sat} = 1,5$
- naselja $K_{max.sat} = 2,0$

koeficijent minimalne satne neravnomernosti:

- Sombor $K_{min.sat} = 0,35$
- naselja $K_{min.sat} = 0,25$

U oba navedena slučaja normativi potrošnje su korigovani u odnosu na našu dosadašnju praksu i približili su se normativima koji se koriste u zemljama Evropske zajednice i stvarnim vrednostima na ovom području.

Austrijske norme, OENORM B2538, daju sledeće vrednosti:

- stanovništvo (bez industrije) 120 l/st/dan
- turizam 200 l po jednom noćenju
- krupna stoka 60 l/komad
- sitna stoka 20 l/komad
- mesare 100 l po zaposlenom i radnom danu
- pekare 150 l " " " "
- gostionice 15 l po gostu na dan
- škole 10 l po osobi na dan
- kasarne 100 l po osobi na dan

Koeficijent dnevne neravnomernosti je dat zavisno od broja stanovnika na području snabdevanja:

broj stanovnika na području snabdevanja	K dnevno
do 1500	1,8
o d 1500 do 5000	1,7
od 5000 do 20000	1,6
od 20000 do 50000	1,5
preko 50000	1,4

Koeficijent satne neravnomernosti je takođe dat u zavisnosti od broja stanovnika na području snabdevanja:

broj stanovnika na području snabdevanja	K satno
do 500	4
od 500 do 1500	3,1
od 1500 do 5000	2,6
od 5000 do 20000	1,9
preko 20000	1,4

4.2.2. Predlog normativa potrošnje

Predlog normativa potrošnje se zasniva na dosadašnjim iskustvima (našim i evropskim), trendovima potrošnje u zemljama koje su u završnoj fazi tranzicije, normama potrošnje koje se primenjuju u zemljama Evropske zajednice, kao i na specifičnostima Vojvođanskog prostora (klimatske prilike, struktura naselja, navike stanovništva, stanje izgrađene vodovodne mreže u naseljima, itd).

U nastavku su date norme potrošnje i koeficijenti neravnomernosti za osnovne oblike potrošnje vode iz javnog vodovoda u naseljima. To su:

- potrošnja u domaćinstvima
- javna i ostala potrošnja u naseljima (ustanove, mala privreda, škole, bolnice...)
- potrebe domaćih životinja
- gubici iz vodovodnog sistema

Potrebe industrije (velikih privrednih potrošača), za vodom za tehnološki proces, nisu obuhvaćene ovim pregledom. Njih treba rešavati posebno u svakom konkretnom slučaju. Odluku o načinu snabdevanja industrije vodom donosi sama industrija.

4.2.2.1. Domaćinstva

Potrošnjom vode u domaćinstvima se smatra lična potrošnja pojedinca za fiziološke i higijensko-sanitarne potrebe. Promenljiva je zavisno od broja stanovnika u naselju:

Broj stanovnika	Jedinična potrošnja (l/st/dan)	Keficijenti neravnomernosti		
		dnevni (Kd)	satni (Ks)	
			min	max
do 2.000	110	2,0	0,2	2,5
od 2.000 do 5.000	120	1.9	0,2	2,0
od 5.000 do 10.000	130	1,8	0,25	1,8
od 10.000 do 20.000	140	1,7	0,3	1,6
preko 20.000	150	1,6	0,35	1,5

4.2.2.2. Javna i ostala potrošnja

Javnu i ostalu potrošnju čini potrošnja vode koja proističe iz aktivnosti koje se obavljaju na užem području naselja. U ovom sektoru porošnje voda se koristi za:

- održavanje javne higijene u naselju
- fontane i javne česme

- javna kupališta i bazene
- ustanove i poslovne objekte u naselju
- dečje ustanove
- škole
- zdravstvene ustanove (ambulante, bolnice)
- ugostiteljske objekte (gostionice, restorani , hoteli)
- malu privredu i zanatstvo
- trgovinske radnje
- i sl.

Potrošnja vode u ovom sektoru zavisi najviše od veličine naselja. Normalno, veća naselja su bogatija sadržajima javne i ostale potrošnje, pa je i potrošnja svedena na jednog potrošača u većim naseljima veća nego u malim naseljima. U fazi planiranja javna i ostala potrošnja se obično određuje procentom od potrošnje u domaćinstvima. Uobičajene vrednosti se kreću u intervalu od 10% do 20%. Za osnovne proračune potrebnih kapaciteta, odnosno procenu potrošnje predlažu se sledeći normativi:

broj stanovnika	javna i ostala potrošnja
do 5.000	5 % od potrošnje u domaćinstvima
od 5.000 do 10.000	5 - 10 %
od 10.000 do 20.000	10 - 15 %
od 20.000 do 50.000	15 - 20 %
preko 50.000	20% i više

I na ove norme treba primeniti iste koeficijente neravnomernosti kao za potrošnju u domaćinstvima.

4.2.2.3. Domaće životinje

Prosečne dnevne potrebe za vodom domaćih životinja su:

- krupna stoka 50 - 60 l/kom/dan
- sitna stoka 5 - 10 l/kom/dan
- živina 30 - 50 l/100kom/dan

Neravnomernost potrošnje je i ovde vezana za godišnja doba, pa se može, kao prosečna vrednost, računati sa koeficijentom neravnomernosti od 1,2 do 1,3.

4.2.2.4. Gubici

Danas se gubici vode iz vodovoda u Vojvodini procenjuju na vrednosti od 20 do 50% od vode unete u vodovodni sistem. Sigurno je da to ne može biti i planska kategorija. U principu, ne treba planirati gubitke veće od 10%, ali zbog objektivnog stanja i nemogućnosti da se u kratkom periodu obave potrebne rekonstrukcije, još se može planirati sa gubicima do 20%. Preko te veličine planiranje bi bilo vrlo neracionalno.

Stoga se predlaže:

za nove vodovodne sisteme:	planski gubici iz vodovodnog sistema = do 10% prosečne dnevne potrošnje
za postojeće vodovodne sisteme:	planski gubici iz vodovodnog sistema = 10% do 20% prosečne dnevne potrošnje

* * *

Napomena: Obezbeđenje vode potrebne za gašenje požara regulisano je drugim propisima.

U tabeli 20 su prikazani podaci potrebe za vodom po okruzima, opštinama i naseljima.

Tabela 20. *Proračunata potreba za vodom po okruzima, opštinama i naseljima*

Okrug, Opština, Naselje	Broj stanovnika (prema popisu 2002)	Broj domaćih životinja (popis 2002)						Normativi				Potreba za vodom									ES
								Domaćinstvo				Srednje dnevne							Max. dnevne		
		Goveda	Svinje	Ovce	Konji	Živina	Koze	Jedinična potrošnja	Kd - koef. neravno-mernosti	Javna i ostala potrošnja	Gubici	Domaći-nstva	Domaće životinuje	Javna potrošnja	Industrija	Gubici	Ukupno		Ukupno		
		komada						komada				komada					m^3/d	l/s	m^3/d	l/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
SEVERNO-BAČKI OKRUG																					
Opština Bačka Topola																					
Bagremovo	204	46	131	28	3	552	11	110	2.0	5	15	22	4	1		4	32	0.4	56	0.7	500
Bajša	2568	575	1652	348	34	6954	141	120	1.9	5	10	308	52	15		38	413	4.8	718	8.3	4 800
Bačka Topola	16171	3621	10404	2192	109	43790	444	140	1.7	15	15	2264	321	340		439	3363	38.9	5266	61.0	36 000
Bački Sokolac	609	136	392	83	8	1649	33	110	2.0	5	15	67	12	3		12	95	1.1	169	2.0	1 200
Bogaroš	94	21	60	13	1	255	5	110	2.0	5	15	10	2	1		2	15	0.2	26	0.3	200
Gornja Rogatica	477	107	307	65	6	1292	26	110	2.0	5	15	52	10	3		10	75	0.9	132	1.5	900
Gunaroš	1441	323	927	195	19	3902	79	110	2.0	5	10	159	29	8		20	215	2.5	389	4.5	2 600
Zobnatica	309	69	199	42	4	837	17	110	2.0	5	15	34	6	2		6	48	0.6	86	1.0	600
Kavilo	233	52	150	32	3	631	13	110	2.0	5	15	26	5	1		5	36	0.4	64	0.7	500
Karađorđevo	590	132	380	80	8	1598	32	110	2.0	5	15	65	12	3		12	92	1.1	163	1.9	1 100
Krivaja	986	221	634	134	13	2670	54	110	2.0	5	15	108	20	5		20	154	1.8	273	3.2	1 900
Mali Beograd	524	117	337	71	7	1419	29	110	2.0	5	15	58	11	3		11	82	0.9	145	1.7	1 000
Mićunovo	516	116	332	70	7	1397	28	110	2.0	5	15	57	10	3		11	81	0.9	143	1.7	1 000
Novo Orahovo	2029	454	1305	275	27	5494	112	120	1.9	5	15	243	41	12		45	341	4.0	582	6.7	3 900
Njegoševo	632	142	407	86	8	1711	35	110	2.0	5	15	70	13	3		13	99	1.1	175	2.0	1 200
Obornjača	2	0	1	0	0	5	0	110	2.0	5	10	0	0	0		0	0	0.0	1	0.0	3
Tomislavci	696	156	448	94	9	1885	38	110	2.0	5	10	77	14	4		9	104	1.2	188	2.2	1 300
Panonija	798	179	513	108	11	2161	44	110	2.0	5	15	88	16	4		16	125	1.4	221	2.6	1 500
Pačir	2948	660	1897	400	40	7983	162	120	1.9	5	15	354	60	18		65	496	5.7	845	9.8	6 000

Nasatavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Pobeda	342	77	220	46	5	926	19	110	2.0	5	15	38	7	2		7	53	0.6	95	1.1	700
Svetićevo	205	46	132	28	3	555	11	110	2.0	5	15	23	4	1		4	32	0.4	57	0.7	500
Sredni Salaš	172	39	111	23	2	466	9	110	2.0	5	15	19	3	1		4	27	0.3	48	0.6	400
Stara Moravica	5699	1276	3667	772	77	1543	313	130	1.8	10	15	741	116	74		140	1070	12.4	1751	20.3	12 000
UKUPNO Bačka Topola	38245	6753	19404	4088	405	81670	1658					4882	770	508		891	7050	81.6	11592	134.2	79 803
Opština Mali Iđoš																					
Lovćenac	3693	313	1354	338	48	12544	195	120	1.9	5	15	443	40	22		76	582	6.7	1010	11.7	7 000
Mali Iđoš	5465	463	2003	501	70	18563	288	130	1.8	10	15	710	60	71		126	968	11.2	1608	18.6	11 000
Feketić	4336	368	1589	397	56	14728	229	120	1.9	5	15	520	47	26		89	683	7.9	1186	13.7	8 000
UKUPNO Mali Iđoš	13494	1144	4946	1236	174	45836	712					1674	148	119		291	2232	25.8	3804	44.0	26 000
Opština Subotica																					
Bajmok	8586	1643	3333	790	142	20175	323	130	1.8	10	15	1116	138	112		205	1571	18.2	2588	29.9	18 000
Bački Vinogradi	2039	390	791	188	34	4791	77	120	1.9	5	15	245	33	12		43	333	3.9	573	6.6	3 900
Bačko Dušanovo	741	142	288	68	12	1741	28	110	2.0	5	15	82	12	4		15	112	1.3	201	2.3	1 400
Bikovo	1824	349	708	168	30	4286	69	110	2.0	5	10	201	29	10		24	264	3.1	482	5.6	3 300
Višnjevac	639	122	248	59	11	1501	24	110	2.0	5	15	70	10	4		13	97	1.1	173	2.0	1 200
Gornji Tavankut	1381	264	536	127	23	3245	52	110	2.0	5	10	152	22	8		18	200	2.3	365	4.2	2 500
Donji Tavankut	2631	504	1021	242	44	6182	99	120	1.9	5	10	316	42	16		37	411	4.8	720	8.3	4 800
Đurđin	1746	334	678	161	29	4103	66	110	2.0	5	15	192	28	10		34	264	3.1	473	5.5	3 200
Kelebija	2168	415	842	199	36	5094	82	120	1.9	5	15	260	35	13		46	354	4.1	609	7.0	4 100
Ljutovo	1181	226	458	109	20	2775	44	110	2.0	5	10	130	19	6		16	171	2.0	312	3.6	2 100
Mala Bosna	1245	238	483	114	21	2925	47	110	2.0	5	15	137	20	7		25	188	2.2	337	3.9	2 300
Mišićevo	446	85	173	41	7	1048	17	110	2.0	5	15	49	7	2		9	67	0.8	121	1.4	900
Novi Žednik	2848	545	1105	262	47	6692	107	120	1.9	5	15	342	46	17		61	465	5.4	800	9.3	5 500
Palić	7745	371	752	178	32	4550	73	130	1.8	5	15	1007	31	50		163	1252	14.5	2105	24.4	15 000
Stari Žednik	2230	427	866	205	37	5240	84	120	1.9	5	15	268	36	13		48	364	4.2	626	7.2	4 200
Subotica	99981	4784	9702	2299	414	58732	941	150	1.6	20	15	14997	402	2999		2760	21159	244.9	32057	371	214 000
Hajdukovo	2482	475	963	228	41	5832	93	120	1.9	5	10	298	40	15		35	388	4.5	679	7.9	4 600
Čantavir	7178	1374	2786	660	119	16866	270	130	1.8	10	15	933	116	93		171	1313	15.2	2163	25.0	15 000

Nasatavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Šupljak	1310	251	508	120	22	3078	49	110	2.0	5	10	144	21	7		17	190	2.2	346	4.0	2 400
UKUPNO Subotica	148401	12939	26242	6217	1120	158858	2544					20938	1088	3399		3740	29164	337.5	45730	529	308 400
Severno-bački okrug UKUPNO	200140	20836	50592	11541	1699	286364	4914					27493	2006	4026		4922	38446	445	61127	707	414 203
SREDNJE-BANATSKI OKRUG																					
Opština Žitište																					
Banatski Dvor	1263	260	1083	348	7	7057	125	110	2.0	5	15	139	30	7		26	202	2.3	356	4.1	2 400
Ban. Višnjićevo	384	79	329	106	2	2146	38	110	2.0	5	15	42	9	2		8	62	0.7	108	1.3	800
Banatsko Karađorđevo	2508	517	2150	691	14	14014	249	120	1.9	5	15	301	60	15		56	432	5.0	732	8.5	4 900
Žitište	3242	668	2779	893	17	18115	322	120	1.9	5	15	389	77	19		73	559	6.5	946	10.9	6 500
Međa	1155	238	990	318	6	6454	115	110	2.0	5	15	127	28	6		24	185	2.1	325	3.8	2 200
Novi Itebej	1315	271	1127	362	7	7348	130	110	2.0	5	10	145	31	7		18	202	2.3	361	4.2	2 500
Ravni Topolovac	1352	279	1159	372	7	7555	134	110	2.0	5	15	149	32	7		28	217	2.5	381	4.4	2 600
Srpski Itebej	2405	496	2061	662	13	13438	239	120	1.9	5	10	289	57	14		36	396	4.6	684	7.9	4 600
Torak	2850	588	2443	785	15	15925	283	120	1.9	5	10	342	68	17		43	470	5.4	810	9.4	5 500
Torda	1771	365	1518	488	10	9896	176	110	2.0	5	10	195	42	10		25	271	3.1	487	5.6	3 300
Hetin	763	157	654	210	4	4263	76	110	2.0	5	10	84	18	4		11	117	1.4	210	2.4	1 400
Čestereg	1391	287	1192	383	8	7772	138	110	2.0	5	15	153	33	8		29	223	2.6	392	4.5	2 600
UKUPNO Žitište	20399	4206	17484	5619	110	113983	2023					2354	487	111		378	3329	38.5	5790	67	39 300
Opština Zrenjanin																					
Aradac	3461	397	1336	407	15	7602	130	120	1.9	5	15	415	41	21		71	548	6.3	951	11.0	6 500
Ban. Despotovac	1620	186	625	190	7	3558	61	110	2.0	5	15	178	19	9		31	237	2.7	429	5.0	2 900
Belo Blato	1477	169	570	174	7	3244	56	110	2.0	5	15	162	17	8		28	216	2.5	391	4.5	2 600
Botoš	2148	247	829	253	10	4718	81	120	1.9	5	15	258	25	13		44	340	3.9	590	6.8	4 000
Elemir	4690	538	1811	551	21	10302	177	120	1.9	5	15	563	55	28		97	743	8.6	1288	14.9	9 000
Ečka	4513	518	1742	531	20	9913	170	120	1.9	5	15	542	53	27		93	715	8.3	1240	14.3	8 500
Zrenjanin	79773	2289	7700	2345	89	43807	751	150	1.6	20	15	11966	233	2393		2189	16781	194.2	25455	294.6	170 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Jankov most	636	73	246	75	3	1397	24	110	2.0	5	10	70	7	3		8	89	1.0	164	1.9	1 100
Klek	2959	340	1142	348	13	6500	111	120	1.9	5	15	355	35	18		61	469	5.4	813	9.4	5 500
Knićanin	2034	233	785	239	9	4468	77	120	1.9	5	15	244	24	12		42	322	3.7	559	6.5	3 800
Lazarevo	3308	380	1277	389	15	7266	125	120	1.9	5	15	397	39	20		68	524	6.1	909	10.5	6 500
Lukino selo	598	69	231	70	3	1314	23	110	2.0	5	15	66	7	3		11	87	1.0	158	1.8	1 100
Likićevo	2077	238	802	244	9	4562	78	120	1.9	5	15	249	24	12		43	329	3.8	571	6.6	3 900
Melenci	6737	773	2601	792	30	14798	254	130	1.8	10	15	876	79	88		156	1199	13.9	1989	23.0	14 000
Mihajlovo	1004	115	388	118	4	2205	38	110	2.0	5	10	110	12	6		13	140	1.6	259	3.0	1 800
Orlovat	1789	205	691	210	8	3930	67	110	2.0	5	15	197	21	10		34	262	3.0	474	5.5	3 200
Perlez	3818	438	1474	449	17	8387	144	120	1.9	5	15	458	45	23		79	605	7.0	1049	12.1	7 000
Stajićevo	1999	229	772	235	9	4391	75	110	2.0	5	15	220	23	11		38	292	3.4	529	6.1	3 600
Taraš	1140	131	440	134	5	2504	43	110	2.0	5	15	125	13	6		22	167	1.9	302	3.5	2 100
Tomaševac	1765	203	681	208	8	3877	66	110	2.0	5	15	194	21	10		34	258	3.0	467	5.4	3 200
Farkaždin	1386	159	535	163	6	3044	52	110	2.0	5	15	152	16	8		26	203	2.3	367	4.2	2 500
Čenta	3119	358	1204	367	14	6851	117	120	1.9	5	15	374	37	19		64	494	5.7	857	9.9	6 000
UKUPNO Zrenjanin	132051	8288	27885	8492	323	158639	2720					18173	845	2747		3254	25019	289.6	39809	461	268 800
Opština Nova Crnja																					
Aleksandrovo	2665	336	2279	364	16	10813	209	120	1.9	5	15	320	49	16		58	442	5.1	757	8.8	5 500
Vojvoda Stepa	1720	217	1471	235	10	6979	135	110	2.0	5	15	189	31	9		35	265	3.1	471	5.5	3 200
Nova Crnja	1861	235	1591	254	11	7551	146	110	2.0	5	15	205	34	10		37	286	3.3	510	5.9	3 400
Radojevo	1385	175	1184	189	8	5619	108	110	2.0	5	15	152	25	8		28	213	2.5	379	4.4	2 600
Srpska Crnja	4383	552	3748	598	26	17783	343	120	1.9	5	15	526	80	26		95	727	8.4	1245	14.4	8 500
Toba	691	87	591	94	4	2804	54	110	2.0	5	15	76	13	4		14	106	1.2	189	2.2	1 300
UKUPNO Nova Crnja	12705	1601	10863	1734	75	51549	995					1468	233	73		266	2040	23.6	3551	41	24 500
Opština Novi Bečej																					
Bočar	1895	520	1063	791	29	5396	39	110	2.0	5	15	208	45	10		40	303	3.5	533	6.2	3 600
Kumane	3814	1046	2140	1592	58	10861	78	120	1.9	5	15	458	90	23		86	656	7.6	1111	12.9	7 500
Novi Bečej	14452	1982	4054	3017	110	20577	147	140	1.7	15	15	2023	170	303		375	2871	33.2	4543	52.6	31 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Novo Mileševo	6763	1855	3795	2824	103	19259	138	130	1.8	10	15	879	159	88		169	1295	15.0	2109	24.4	15 000
UKUPNO Novi Bečej	26924	5404	11052	8224	300	56093	402					3569	464	425		669	5126	59.3	8295	96	57 100
Opština Sečanj																					
Ban. Dubica	428	55	279	93	2	1595	41	110	2.0	5	15	47	7	2		8	65	0.8	116	1.3	800
Boka	1734	221	1129	375	8	6463	165	110	2.0	5	10	191	29	10		23	252	2.9	460	5.3	3 100
Busenje	94	12	61	20	0	350	9	110	2.0	5	10	10	2	1		1	14	0.2	25	0.3	200
Jarkovac	1817	232	1183	393	8	6772	173	110	2.0	5	15	200	30	10		36	276	3.2	494	5.7	3 300
Jaša Tomić	2982	381	1942	645	13	11114	284	120	1.9	5	15	358	50	18		64	489	5.7	840	9.7	6 000
Konak	996	127	649	216	4	3712	95	110	2.0	5	15	110	17	5		20	151	1.8	271	3.1	1 800
Krajišnik	2241	286	1459	485	10	8352	214	120	1.9	5	15	269	37	13		48	368	4.3	631	7.3	4 300
Neuzina	1371	175	893	297	6	5110	131	110	2.0	5	15	151	23	8		27	208	2.4	373	4.3	2 500
Sečanj	2647	338	1724	573	11	9866	252	120	1.9	5	15	318	44	16		57	434	5.0	746	8.6	5 000
Sutjeska	1737	222	1131	376	8	6474	166	110	2.0	5	15	191	29	10		34	264	3.1	472	5.5	3 200
Šurjan	330	42	215	71	1	1230	31	110	2.0	5	15	36	6	2		7	50	0.6	90	1.0	600
UKUPNO Sečanj	16377	2090	10664	3544	71	61039	1562					1880	274	94		325	2573	29.8	4517	52	30 800
Srednje-banatski okrug UKUPNO	208456	21589	77928	27613	879	441303	7702					27443	2302	3450		4892	38087	441	61963	717	420 500
SEVERNO-BANATSKI OKLRUG																					
Opština Ada																					
Ada	10547	1146	3403	1653	97	17295	181	140	1.7	15	15	1477	113	221		272	2083	24.1	3300	38.2	23 000
Mol	6786	738	2189	1063	62	11128	117	130	1.8	10	15	882	73	88		156	1200	13.9	1994	23.1	14 000
Obornjača	389	85	251	122	7	1276	13	110	2.0	5	15	43	8	2		8	61	0.7	108	1.3	800
Sterijino	234	51	151	73	4	767	8	110	2.0	5	15	26	5	1		5	37	0.4	65	0.8	500
Utrine	1038	226	670	325	19	3404	36	110	2.0	5	15	114	22	6		21	164	1.9	289	3.3	1 900
UKUPNO Ada	18994	2245	6664	3237	189	33870	355					2541	222	319		462	3545	41.0	5757	67	40 200
Opština Kanjiža																					
Adorjan	1128	407	752	348	26	3105	46	110	2.0	5	15	124	33	6		24	187	2.2	326	3.8	2 200
Velebit	366	132	244	113	8	1007	15	110	2.0	5	15	40	11	2		8	61	0.7	106	1.2	700

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Doline	516	186	344	159	12	1420	21	110	2.0	5	15	57	15	3		11	86	1.0	149	1.7	1 000
Zimonjić	340	123	227	105	8	936	14	110	2.0	5	15	37	10	2		7	56	0.7	98	1.1	700
Kanjiža	10200	1839	3401	1571	118	14037	210	140	1.7	15	15	1428	148	214		268	2058	23.8	3245	37.6	22 000
Male Pijace	1988	717	1326	612	46	5472	82	110	2.0	5	15	219	58	11		43	330	3.8	574	6.6	3 900
Mali Pesak	115	41	77	35	3	317	5	110	2.0	5	15	13	3	1		2	19	0.2	33	0.4	300
Martonoš	2183	787	1456	673	50	6008	90	120	1.9	5	15	262	63	13		51	389	4.5	652	7.6	4 400
Novo Selo	211	76	141	65	5	581	9	110	2.0	5	15	23	6	1		5	35	0.4	61	0.7	500
Orom	1561	563	1041	481	36	4296	64	110	2.0	5	15	172	45	9		34	259	3.0	451	5.2	3 000
Totovo Selo	709	256	473	218	16	1951	29	110	2.0	5	15	78	21	4		15	118	1.4	205	2.4	1 400
Trešnjevac	1868	674	1246	575	43	5141	77	110	2.0	5	15	205	54	10		40	310	3.6	540	6.2	3 600
Horgoš	6325	2281	4218	1949	146	17409	261	130	1.8	10	15	822	183	82		163	1251	14.5	2020	23.4	14 000
UKUPNO Kanjiža	27510	8082	14946	6904	518	61680	923					3480	649	358		673	5160	59.7	8460	98	57 700
Opština Kikinda																					
Ban. Topola	1066	132	617	146	11	2939	63	110	2.0	5	15	117	16	6		21	160	1.9	287	3.3	1 900
Banatsko Veliko Selo	3034	377	1756	414	31	8365	179	120	1.9	5	15	364	45	18		64	492	5.7	847	9.8	6 000
Bašaid	3503	435	2027	478	35	9658	207	120	1.9	5	15	420	52	21		74	568	6.6	978	11.3	7 000
Iđoš	2174	270	1258	297	22	5994	129	120	1.9	5	15	261	32	13		46	352	4.1	607	7.0	4 100
Kikinda	41935	1737	8089	1909	141	38537	827	150	1.6	20	15	6290	209	1258		1164	8921	103.2	13502	156.3	91 000
Mokrin	5918	735	3425	808	60	16315	350	130	1.8	10	15	769	88	77		140	1075	12.4	1774	20.5	12 000
Nakovo	2419	301	1400	330	24	6669	143	120	1.9	5	15	290	36	15		51	392	4.5	675	7.8	4 500
Novi Kozarci	2277	283	1318	311	23	6278	135	120	1.9	5	15	273	34	14		48	369	4.3	636	7.4	4 300
Rusko Selo	3328	413	1926	454	33	9175	197	120	1.9	5	15	399	50	20		70	539	6.2	929	10.8	6 500
Sajan	1348	167	780	184	14	3716	80	110	2.0	5	15	148	20	7		26	202	2.3	363	4.2	2 500
UKUPNO Kikinda	67002	4851	22596	5332	393	107645	2309					9333	583	1449		1705	13070	151.3	20598	238	139 800
Opština Novi Kneževac																					
Ban. Aranđelovo	1718	221	936	440	25	4360	44	110	2.0	5	15	189	26	9		34	258	3.0	463	5.4	3 200
Đala	1004	129	547	257	15	2548	26	110	2.0	5	15	110	15	6		20	151	1.7	271	3.1	1 800
Majdan	292	38	159	75	4	741	7	110	2.0	5	15	32	4	2		6	44	0.5	79	0.9	600
Novi Kneževac	7581	974	4132	1943	112	19241	193	130	1.8	10	15	986	115	99		180	1379	16.0	2275	26.3	16 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Podlokanj	217	28	118	56	3	551	6	110	2.0	5	15	24	3	1		4	33	0.4	59	0.7	500
Rabe	135	17	74	35	2	343	3	110	2.0	5	15	15	2	1		3	20	0.2	36	0.4	300
Siget	247	32	135	63	4	627	6	110	2.0	5	15	27	4	1		5	37	0.4	67	0.8	500
Srpski Krstur	1620	208	883	415	24	4112	41	110	2.0	5	15	178	25	9		32	243	2.8	437	5.1	3 000
Filić	161	21	88	41	2	409	4	110	2.0	5	15	18	2	1		3	24	0.3	43	0.5	300
UKUPNO Novi Kneževac	12975	1667	7072	3326	191	32932	331					1579	197	128		286	2190	25.3	3729	43	26 200
Opština Senta																					
Bogaroš	724	310	628	191	17	2540	40	110	2.0	5	15	80	25	4		16	125	1.4	215	2.5	1 500
Gornji breg	1889	809	1637	498	45	6626	104	110	2.0	5	10	208	65	10		28	312	3.6	546	6.3	3 700
Kevi	887	380	769	234	21	3111	49	110	2.0	5	10	98	31	5		13	146	1.7	257	3.0	1 800
Senta	20302	2897	5866	1786	160	23738	372	150	1.6	15	15	3045	234	457		560	4297	49.7	6456	74.7	44 000
Tornjoš	1766	756	1531	466	42	6195	97	110	2.0	5	10	194	61	10		27	292	3.4	511	5.9	3 400
UKUPNO Senta	25568	5151	10431	3175	285	42209	662					3625	416	486		645	5171	59.9	7985	92	54 400
Opština Čoka																					
Ban. Monoštor	135	24	84	34	3	354	6	110	2.0	5	15	15	3	1		3	21	0.2	37	0.4	300
Vrbica	404	71	253	102	9	1061	18	110	2.0	5	15	44	8	2		8	62	0.7	111	1.3	800
Jazovo	978	173	611	246	22	2568	43	110	2.0	5	15	108	19	5		20	151	1.8	269	3.1	1 800
Ostojićevo	2844	502	1778	716	64	7467	124	120	1.9	5	15	341	54	17		62	474	5.5	810	9.4	5 500
Padej	2882	509	1802	726	65	7567	126	120	1.9	5	15	346	55	17		63	481	5.6	821	9.5	5 500
Sanad	1314	232	821	331	30	3450	57	110	2.0	5	15	145	25	7		27	203	2.4	361	4.2	2 500
Crna bara	568	100	355	143	13	1491	25	110	2.0	5	15	62	11	3		11	88	1.0	156	1.8	1 100
Čoka	4707	831	2943	1186	107	12358	206	120	1.9	5	15	565	89	28		102	785	9.1	1341	15.5	9 000
UKUPNO Čoka	13832	2442	8647	3484	313	36445	605					1626	263	81		295	2265	26.2	3907	45	26 500
Severno-banatski okrug UKUPNO	165881	24438	70356	25458	1889	314781	5185					22185	2330	2821		4066	31402	363	50436	584	344 800
JUŽNO-BANATSKI OKRUG																					
Opština Alibunar																					
Alibunar	3431	413	2017	791	14	11164	255	120	1.9	5	15	412	53	21		73	558	6.5	960	11.1	6 400

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Ban. Karlovac	5820	700	3421	1342	23	18938	433	130	1.8	10	15	757	89	76		138	1060	12.3	1748	20.2	12 000
Vladimirovac	4111	494	2416	948	16	13377	306	120	1.9	5	15	493	63	25		87	668	7.7	1150	13.3	7 700
Dobrica	1344	162	790	310	5	4373	100	110	2.0	5	15	148	21	7		26	202	2.3	363	4.2	2 500
Ilandža	1727	208	1015	398	7	5620	129	110	2.0	5	15	190	27	9		34	260	3.0	466	5.4	3 200
Janošik	1171	141	688	270	5	3810	87	110	2.0	5	15	129	18	6		23	176	2.0	316	3.7	2 200
Lokve	2002	241	1177	462	8	6514	149	120	1.9	5	15	240	31	12		42	325	3.8	560	6.5	3 800
Nikolinci	1240	149	729	286	5	4035	92	110	2.0	5	15	136	19	7		24	187	2.2	335	3.9	2 300
Novi Kozjak	768	92	451	177	3	2499	57	110	2.0	5	15	84	12	4		15	116	1.3	207	2.4	1 400
Seleuš	1340	161	788	309	5	4360	100	110	2.0	5	15	147	21	7		26	202	2.3	362	4.2	2 500
UKUPNO Alibunar	22954	2760	13492	5292	92	74692	1708					2737	353	175		490	3754	43.4	6467	75	44 000
Opština Bela Crkva																					
Ban. Palanka	837	116	420	253	6	2060	35	110	2.0	5	15	92	13	5		16	126	1.5	226	2.6	1 500
Ban. Subotica	200	28	100	60	1	492	8	110	2.0	5	15	22	3	1		4	30	0.3	54	0.6	400
Bela Crkva	10675	739	2678	1613	35	13139	223	140	1.7	10	15	1495	81	149		259	1984	23.0	3155	36.5	22 000
Vračev Gaj	1568	217	787	474	10	3860	66	110	2.0	5	15	172	24	9		31	236	2.7	423	4.9	2 900
Grebenac	1017	141	510	307	7	2504	43	110	2.0	5	15	112	15	6		20	153	1.8	274	3.2	1 900
Dobričevo	226	31	113	68	1	556	9	110	2.0	5	15	25	3	1		4	34	0.4	61	0.7	500
Dupljaja	854	118	428	258	6	2102	36	110	2.0	5	15	94	13	5		17	128	1.5	230	2.7	1 600
Jasenovo	1446	200	725	437	10	3560	61	110	2.0	5	15	159	22	8		28	217	2.5	390	4.5	2 600
Kajtasovo	287	40	144	87	2	707	12	110	2.0	5	15	32	4	2		6	43	0.5	77	0.9	600
Klauđerovo	132	18	66	40	1	325	6	110	2.0	5	15	15	2	1		3	20	0.2	36	0.4	300
Kruščica	989	137	496	299	7	2435	41	110	2.0	5	15	109	15	5		19	149	1.7	267	3.1	1 800
Kusić	1361	189	683	411	9	3350	57	110	2.0	5	15	150	21	7		27	205	2.4	367	4.2	2 500
Crvena crkva	729	101	366	220	5	1795	31	110	2.0	5	15	80	11	4		14	110	1.3	197	2.3	1 400
Češko selo	46	6	23	14	0	113	2	110	2.0	5	10	5	1	0		1	7	0.1	12	0.1	100
UKUPNO Bela crkva	20367	2082	7540	4542	99	36998	629					2561	229	203		449	3441	39.8	5768	67	40 100
Opština Vršac																					
Vatin	250	22	90	65	1	571	17	110	2.0	5	15	28	3	1		5	36	0.4	66	0.8	500
Veliko Središte	1340	117	484	348	4	3059	89	110	2.0	5	15	147	15	7		25	195	2.3	353	4.1	2 400

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Vlajkovac	1178	103	425	306	3	2689	78	110	2.0	5	15	130	13	6		22	171	2.0	311	3.6	2 100
Vojvodinci	417	36	151	108	1	952	28	110	2.0	5	15	46	5	2		8	61	0.7	110	1.3	800
Vršac	36623	1064	4406	3174	34	27868	811	150	1.6	20	15	5493	135	1099		1009	7736	89.5	11725	135.7	79 000
Vršački Ritovi	91	8	33	24	0	208	6	110	2.0	5	15	10	1	1		2	13	0.2	24	0.3	200
Gudurica	1267	110	457	329	4	2892	84	110	2.0	5	15	139	14	7		24	184	2.1	334	3.9	2 300
Zagajica	575	50	208	150	2	1313	38	110	2.0	5	15	63	6	3		11	84	1.0	152	1.8	1 100
Izbište	1728	151	624	449	5	3945	115	110	2.0	5	15	190	19	10		33	251	2.9	456	5.3	3 100
Jablanka	281	24	101	73	1	641	19	110	2.0	5	10	31	3	2		4	39	0.5	72	0.8	500
Kuštilj	806	70	291	210	2	1840	54	110	2.0	5	15	89	9	4		15	117	1.4	213	2.5	1 500
Mali Žam	379	33	137	99	1	865	25	110	2.0	5	15	42	4	2		7	55	0.6	100	1.2	700
Malo Središte	120	10	43	31	0	274	8	110	2.0	5	10	13	1	1		2	17	0.2	31	0.4	300
Markovac	329	29	119	86	1	751	22	110	2.0	5	10	36	4	2		4	46	0.5	85	1.0	600
Mesić	227	20	82	59	1	518	15	110	2.0	5	15	25	3	1		4	33	0.4	60	0.7	500
Orešac	420	37	152	109	1	959	28	110	2.0	5	15	46	5	2		8	61	0.7	111	1.3	800
Pavliš	2237	195	807	582	6	5107	149	120	1.9	5	15	268	25	13		46	353	4.1	612	7.1	4 100
Parta	444	39	160	115	1	1014	29	110	2.0	5	15	49	5	2		8	65	0.7	117	1.4	900
Potporanj	311	27	112	81	1	710	21	110	2.0	5	15	34	3	2		6	45	0.5	82	0.9	600
Ritiševo	509	44	184	132	1	1162	34	110	2.0	5	15	56	6	3		10	74	0.9	134	1.6	1 000
Sočica	170	15	61	44	0	388	11	110	2.0	5	10	19	2	1		2	24	0.3	44	0.5	300
Straža	693	60	250	180	2	1582	46	110	2.0	5	15	76	8	4		13	101	1.2	183	2.1	1 300
Uljma	3598	314	1299	935	10	8213	239	120	1.9	5	15	432	40	22		74	567	6.6	985	11.4	7 000
Šušara	376	33	136	98	1	858	25	110	2.0	5	15	41	4	2		7	55	0.6	99	1.1	700
UKUPNO Vršac	54369	2610	10812	7788	84	68378	1989					7504	331	1199		1349	10383	120.2	16459	190	112 300
Opština Kovačica																					
Debeljača	5325	518	2195	459	27	15588	363	130	1.8	5	15	692	62	35		118	907	10.5	1504	17.4	11 000
Idvor	1198	116	494	103	6	3507	82	110	2.0	5	15	132	14	7		23	175	2.0	317	3.7	2 200
Kovačica	6764	657	2788	583	35	19801	461	130	1.8	10	15	879	78	88		157	1202	13.9	1996	23.1	14 000
Padina	5760	560	2374	496	30	16862	392	130	1.8	10	15	749	67	75		134	1024	11.9	1700	19.7	12 000
Putnikovo	243	24	100	21	1	711	17	110	2.0	5	10	27	3	1		3	34	0.4	63	0.7	500
Samoš	1247	121	514	107	6	3650	85	110	2.0	5	15	137	14	7		24	182	2.1	330	3.8	2 200
Uzdin	2498	243	1030	215	13	7313	170	120	1.9	5	10	300	29	15		34	378	4.4	669	7.7	4 500
Crepaja	4885	475	2014	421	25	14300	333	120	1.9	5	15	586	57	29		101	773	8.9	1341	15.5	9 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
UKUPNO Kovačica	27890	2711	11496	2402	143	81654	1900					3502	324	257		594	4676	54.1	7919	92	55 400
Opština Kovin																					
Bavanište	6106	453	3177	1058	56	17927	559	130	1.8	5	10	794	76	40		91	1000	11.6	1686	19.5	12 000
Gaj	3302	245	1718	572	30	9694	302	120	1.9	5	15	396	41	20		69	526	6.1	910	10.5	7 000
Deliblato	3498	260	1820	606	32	10270	320	120	1.9	5	15	420	43	21		73	557	6.4	964	11.2	7 000
Dubovac	1283	95	668	222	12	3767	117	110	2.0	5	15	141	16	7		25	189	2.2	341	3.9	2 300
Kovin	14250	529	3707	1235	65	20919	652	140	1.7	15	15	1995	88	299		357	2740	31.7	4368	50.6	30 000
Malo Bavanište	420	31	219	73	4	1233	38	110	2.0	5	15	46	5	2		8	62	0.7	112	1.3	800
Mramorak	3145	233	1636	545	29	9234	288	120	1.9	5	15	377	39	19		65	501	5.8	867	10.0	6 000
Pločica	2044	152	1063	354	19	6001	187	120	1.9	5	15	245	25	12		42	325	3.8	563	6.5	3 800
Skorenovac	2574	191	1339	446	23	7557	235	120	1.9	5	15	309	32	15		53	410	4.7	710	8.2	4 800
Šumarak	180	13	94	31	2	528	16	110	2.0	5	10	20	2	1		2	25	0.3	47	0.5	300
UKUPNO Kovin	36802	2203	15440	5144	270	87130	2715					4743	368	437		786	6334	73.3	10568	122	74 000
Opština Opovo																					
Baranda	1648	205	952	338	12	4623	49	110	2.0	5	15	181	24	9		32	247	2.9	443	5.1	3 000
Opovo	4693	584	2710	962	34	13163	140	120	1.9	5	15	563	70	28		99	760	8.8	1310	15.2	9 000
Sakule	2048	255	1183	420	15	5744	61	120	1.9	5	15	246	30	12		43	332	3.8	572	6.6	3 900
Sefkerin	2627	327	1517	539	19	7369	78	120	1.9	5	15	315	39	16		55	425	4.9	733	8.5	4 900
UKUPNO Opovo	11016	1371	6362	2259	80	30899	329		2.0			1305	163	65		230	1764	20.4	3058	35	20 800
Opština Pančevo																					
Ban. Brestovac	3517	87	790	123	11	7131	149	120	1.9	5	15	422	18	21		69	530	6.1	934	10.8	6 500
Ban. Novo selo	7345	183	1650	257	22	14892	312	130	1.8	10	15	955	37	95		163	1251	14.5	2101	24.3	14 000
Glogonj	3178	79	714	111	10	6443	135	120	1.9	5	15	381	16	19		62	479	5.5	844	9.8	6 000
Dolovo	6835	170	1536	239	21	13858	290	130	1.8	5	15	889	35	44		145	1113	12.9	1868	21.6	13 000
Ivanovo	1131	28	254	40	3	2293	48	110	2.0	5	15	124	6	6		20	157	1.8	289	3.3	1 900
Jabuka	6312	157	1418	221	19	12797	268	130	1.8	5	15	821	32	41		134	1028	11.9	1725	20.0	12 000
Kačarevo	7624	190	1713	266	23	15457	323	130	1.8	10	15	991	39	99		169	1298	15.0	2180	25.2	15 000
Omoljica	6518	162	1464	228	20	13215	276	130	1.8	5	15	847	33	42		138	1061	12.3	1781	20.6	12 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Pančevo	77087	479	4330	674	58	39073	817	150	1.6	20	15	11563	98	2313		2096	16070	186.0	24420	282.6	163 000
Starčevo	7615	189	1711	266	23	15439	323	130	1.8	10	15	990	39	99		169	1297	15.0	2178	25.2	15 000
UKUPNO Pančevo	127162	1724	15581	2424	209	140598	2941					17983	353	2780		3168	24284	281.1	38319	444	258 400
Opština Plandište																					
Ban. Sokolac	366	0	0	0	0	0	0	110	2.0	5	10	40	0	2		4	47	0.5	89	1.0	600
Barice	598	61	445	73	1	2310	32	110	2.0	5	15	66	9	3		12	90	1.0	161	1.9	1 100
Velika Greda	1374	139	1023	167	3	5308	74	110	2.0	5	15	151	21	8		27	207	2.4	371	4.3	2 500
Veliki Gaj	790	80	588	96	2	3052	43	110	2.0	5	15	87	12	4		16	119	1.4	213	2.5	1 500
Dužine	219	22	163	27	0	846	12	110	2.0	5	15	24	3	1		4	33	0.4	59	0.7	500
Jermenovci	1033	105	769	126	2	3991	56	110	2.0	5	15	114	16	6		20	155	1.8	279	3.2	1 900
Kupinik	349	35	260	43	1	1348	19	110	2.0	5	10	38	5	2		5	50	0.6	92	1.1	700
Laudonovac	24	2	18	3	0	93	1	110	2.0	5	15	3	0	0		0	4	0.0	6	0.1	100
Margita	1047	106	779	128	2	4045	57	110	2.0	5	15	115	16	6		21	158	1.8	283	3.3	1 900
Markovićevo	216	22	161	26	0	834	12	110	2.0	5	15	24	3	1		4	33	0.4	58	0.7	500
Miletićevo	622	63	463	76	1	2403	34	110	2.0	5	15	68	10	3		12	94	1.1	168	1.9	1 100
Plandište	4270	432	3178	520	9	16495	231	120	1.9	5	15	512	66	26		91	694	8.0	1195	13.8	8 000
Stari Lec	1094	111	814	133	2	4226	59	110	2.0	5	10	120	17	6		14	157	1.8	288	3.3	1 900
Hajdučica	1375	139	1023	168	3	5312	74	110	2.0	5	15	151	21	8		27	207	2.4	371	4.3	2 500
UKUPNO Plandište	13377	1354	9955	1630	28	51676	724					1514	200	76		257	2047	23.7	3633	42	24 800
Južno-banatski okrug UKUPNO	313937	16815	90678	31481	1005	572015	12935					40544	2158	5126		7091	54919	636	89132	1032	629 800
ZAPADNO-BAČKI OKRUG																					
Opština Apatin																					
Apatin	19320	492	3627	287	49	19884	330	140	1.7	15	15	2705	76	406		478	3665	42.4	5861	67.8	40 000
Kupusina	2356	120	884	70	12	4850	80	120	1.9	5	15	283	19	14		47	363	4.2	635	7.3	4 300
Prigrevica	4781	244	1795	142	24	9841	163	120	1.9	5	15	574	38	29		96	736	8.5	1288	14.9	8 600
Svilojevo	1364	70	512	40	7	2808	47	110	2.0	5	15	150	11	8		25	194	2.2	354	4.1	2 400
Sonta	4992	254	1874	148	25	10276	170	120	1.9	5	15	599	39	30		100	769	8.9	1345	15.6	9 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
UKUPNO Apatin	32813	1180	8692	687	118	47658	790					4310	183	486		747	5726	66.3	9482	110	64 300
Opština Kula																					
Kruščić	2353	146	692	96	10	4237	92	120	1.9	5	15	282	18	14		47	362	4.2	633	7.3	4 300
Kula	19301	600	2839	395	41	17377	375	140	1.7	15	15	2702	73	405		477	3658	42.3	5852	67.7	39 000
Lipar	1807	112	532	74	8	3254	70	110	2.0	5	15	199	14	10		33	256	3.0	468	5.4	3 200
Nova Crvenka	524	33	154	21	2	944	20	110	2.0	5	15	58	4	3		10	74	0.9	136	1.6	1 000
Ruski Krastur	5213	324	1534	213	22	9387	203	130	1.8	5	15	678	40	34		113	864	10.0	1443	16.7	10 000
Sivac	8992	559	2646	368	39	16191	350	130	1.8	10	15	1169	68	117		203	1557	18.0	2603	30.1	18 000
Crvenka	10163	316	1495	208	22	9150	198	140	1.7	10	15	1423	39	142		241	1844	21.3	2950	34.1	20 000
UKUPNO Kula	48353	2089	9892	1376	144	60538	1308					6510	256	725		1124	8616	99.7	14084	163	95 500
Opština Odžaci																					
Bački Brestovac	3469	370	1776	241	17	8488	312	120	1.9	5	15	416	45	21		72	555	6.4	959	11.1	6 500
Bački Gračac	2913	310	1491	203	14	7127	262	120	1.9	5	15	350	38	17		61	466	5.4	805	9.3	5 500
Bogojevo	2120	226	1085	147	10	5187	191	120	1.9	5	15	254	28	13		44	339	3.9	586	6.8	4 000
Deronje	2847	303	1457	198	14	6966	256	120	1.9	5	15	342	37	17		59	455	5.3	787	9.1	5 500
Karavukovo	4991	532	2555	347	24	12212	449	120	1.9	5	15	599	65	30		104	798	9.2	1380	16.0	9 500
Lalić	1646	175	843	114	8	4027	148	110	2.0	5	15	181	21	9		32	243	2.8	439	5.1	3 000
Odžaci	9940	529	2544	346	24	12160	447	130	1.8	10	15	1292	65	129		223	1709	19.8	2862	33.1	20 000
Ratkovo	4118	439	2108	286	20	10076	370	120	1.9	5	15	494	54	25		86	658	7.6	1139	13.2	8 000
Srpski Miletić	3538	377	1811	246	17	8657	318	120	1.9	5	15	425	46	21		74	566	6.5	978	11.3	7 000
UKUPNO Odžaci	35582	3261	15671	2129	149	74900	2752					4353	398	282		755	5788	67.0	9936	115	69 000
Opština Sombor																					
Aleksa Šantić	2172	305	1515	179	15	6889	189	120	1.9	5	15	261	37	13		47	357	4.1	613	7.1	4 100
Bački breg	1388	195	968	115	10	4402	121	110	2.0	5	15	153	24	8		28	211	2.4	378	4.4	2 600
Bački Monoštor	3920	551	2734	324	28	12432	341	120	1.9	5	15	470	67	24		84	645	7.5	1106	12.8	7 500
Bezdan	5263	740	3671	435	37	16692	458	130	1.8	5	15	684	89	34		121	929	10.8	1526	17.7	11 000
Gakovo	2201	309	1535	182	16	6980	191	120	1.9	5	15	264	37	13		47	362	4.2	621	7.2	4 200
Doroslovo	1830	257	1276	151	13	5804	159	110	2.0	5	10	201	31	10		24	267	3.1	486	5.6	3 300

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Kljajićevo	6012	845	4193	497	43	19067	523	130	1.8	5	15	782	102	39		138	1061	12.3	1743	20.2	12 000
Kolut	1710	240	1193	141	12	5423	149	110	2.0	5	15	188	29	9		34	261	3.0	465	5.4	3 200
Rastina	566	80	395	47	4	1795	49	110	2.0	5	15	62	10	3		11	86	1.0	154	1.8	1 100
Riđica	2590	364	1807	214	18	8214	225	120	1.9	5	15	311	44	16		56	426	4.9	731	8.5	4 900
Svetozar Miletić	3169	446	2210	262	23	10050	276	120	1.9	5	15	380	54	19		68	521	6.0	894	10.3	6 000
Sombor	51471	2412	11967	1418	122	54413	1493	150	1.6	20	15	7721	292	1544		1433	10990	127.2	16622	192.4	111 000
Stanišić	4808	676	3354	397	34	15249	418	120	1.9	5	15	577	82	29		103	791	9.2	1356	15.7	9 500
Stapar	3720	523	2595	307	26	11798	324	120	1.9	5	15	446	63	22		80	612	7.1	1049	12.1	7 000
Telečka	2084	293	1454	172	15	6609	181	120	1.9	5	15	250	35	13		45	343	4.0	588	6.8	4 000
Čonoplja	4359	613	3040	360	31	13825	379	120	1.9	5	15	523	74	26		94	717	8.3	1230	14.2	8 500
UKUPNO Sombor	97263	8850	43908	5202	448	199643	5476					13274	1070	1822		2413	18578	215.0	29561	342	199 900
Zapadno-bački okrug UKUPNO	214011	15380	78163	9394	859	382739	10326					28447	1907	3315		5038	38708	448	63064	730	428 700
JUŽNO-BAČKI OKRUG																					
Opština Bač																					
Bač	6087	372	3004	771	17	14117	273	130	1.8	10	15	791	62	79		140	1072	12.4	1784	20.7	12 000
Bačko Novo selo	1228	75	606	156	3	2848	55	110	2.0	5	10	135	13	7		15	170	2.0	315	3.6	2 100
Bođani	1113	68	549	141	3	2581	50	110	2.0	5	10	122	11	6		14	154	1.8	285	3.3	1 900
Vajska	3169	194	1564	401	9	7350	142	120	1.9	5	10	380	32	19		43	475	5.5	842	9.7	6 000
Plavna	1392	85	687	176	4	3228	62	110	2.0	5	10	153	14	8		17	192	2.2	357	4.1	2 400
Selenča	3279	200	1618	415	9	7605	147	120	1.9	5	15	393	33	20		67	514	5.9	894	10.3	6 000
UKUPNO Bač	16268	994	8028	2060	46	37729	730					1976	166	138		297	2577	29.8	4477	52	30 400
Opština Bačka Palanka																					
Bačka Palanka	29449	1133	5491	1340	61	29917	719	150	1.6	20	15	4417	141	883		816	6258	72.4	9474	109.7	64 000
Vizić	349	27	130	32	1	709	17	110	2.0	5	15	38	3	2		7	50	0.6	91	1.1	700
Gajdobra	2968	228	1107	270	12	6030	145	120	1.9	5	15	356	28	18		60	463	5.4	806	9.3	5 500
Despotovo	2096	161	782	191	9	4259	102	120	1.9	5	15	252	20	13		43	327	3.8	570	6.6	3 900

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Karađorđevo	1012	78	377	92	4	2056	49	110	2.0	5	15	111	10	6		19	146	1.7	265	3.1	1 800
Mladenovo	3358	258	1252	306	14	6823	164	120	1.9	5	15	403	32	20		68	524	6.1	912	10.6	6 500
Neštin	900	69	336	82	4	1829	44	110	2.0	5	15	99	9	5		17	129	1.5	236	2.7	1 600
Nova Gajdobra	1409	108	525	128	6	2863	69	110	2.0	5	15	155	14	8		26	203	2.3	369	4.3	2 500
Obrovac	3177	245	1185	289	13	6455	155	120	1.9	5	15	381	30	19		65	495	5.7	863	10.0	6 000
Parage	1039	80	387	95	4	2111	51	110	2.0	5	15	114	10	6		19	149	1.7	272	3.1	1 800
Pivnice	3835	295	1430	349	16	7792	187	120	1.9	5	15	460	37	23		78	598	6.9	1042	12.1	7 000
Silbaš	2849	219	1062	259	12	5789	139	120	1.9	5	15	342	27	17		58	444	5.1	774	9.0	5 500
Tovariševo	3102	239	1157	282	13	6303	151	120	1.9	5	15	372	30	19		63	484	5.6	843	9.8	6 000
Čelarevo	5423	417	2022	493	22	11018	265	130	1.8	5	15	705	52	35		119	911	10.5	1516	17.5	11 000
UKUPNO Bačka Palanka	60966	3559	17244	4208	191	93953	2258					8207	443	1073		1458	11181	129.4	18034	209	123 800
Opština Bački Petrovac																					
Bački Petrovac	6727	220	1873	71	21	15044	236	130	1.8	10	15	875	40	87		150	1152	13.3	1931	22.4	13 000
Gložan	2283	75	636	24	7	5105	80	120	1.9	5	15	274	13	14		45	346	4.0	609	7.0	4 100
Kulpin	2976	97	828	32	9	6655	105	120	1.9	5	15	357	18	18		59	451	5.2	793	9.2	5 500
Maglić	2695	88	750	29	8	6027	95	120	1.9	5	15	323	16	16		53	409	4.7	718	8.3	4 800
UKUPNO Bački Petrovac	14681	480	4087	156	46	32831	516					1829	87	135		308	2359	27.3	4052	47	27 400
Opština Beočin																					
Banoštor	780	100	276	65	1	1364	23	110	2.0	5	15	86	9	4		15	114	1.3	206	2.4	1 400
Beočin	8058	515	1425	333	8	7046	120	130	1.8	10	15	1048	46	105		180	1378	16.0	2312	26.8	16 000
Grabovo	138	18	49	11	0	241	4	110	2.0	5	15	15	2	1		3	20	0.2	36	0.4	300
Lug	801	102	283	66	2	1401	24	110	2.0	5	15	88	9	4		15	117	1.4	212	2.5	1 500
Rakovac	1989	254	704	165	4	3479	59	110	2.0	5	15	219	23	11		38	290	3.4	526	6.1	3 600
Sviloš	362	46	128	30	1	633	11	110	2.0	5	15	40	4	2		7	53	0.6	96	1.1	700
Susek	1132	145	400	94	2	1980	34	110	2.0	5	15	125	13	6		22	165	1.9	299	3.5	2 100
Čerević	2826	361	1000	234	5	4943	84	120	1.9	5	15	339	32	17		58	447	5.2	775	9.0	5 500
UKUPNO Beočin	16086	1541	4265	998	23	21078	360					1959	138	150		337	2585	29.9	4462	52	31 100

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Opština Bečej																					
Bako Gradište	5445	373	1451	1045	57	10771	118	130	1.8	5	15	708	47	35		119	909	10.5	1515	17.5	11 000
Bačko Petrovo selo	7318	501	1950	1405	77	14476	158	130	1.8	10	15	951	63	95		166	1276	14.8	2129	24.6	15 000
Bečej	25774	882	3435	2474	135	25491	278	150	1.6	20	15	3866	111	773		713	5463	63.2	8274	95.8	56 000
Mileševo	1118	77	298	215	12	2211	24	110	2.0	5	15	123	10	6		21	160	1.8	291	3.4	2 000
Radičević	1332	91	355	256	14	2635	29	110	2.0	5	15	147	11	7		25	190	2.2	347	4.0	2 400
UKUPNO Bečej	40987	1924	7489	5394	294	55584	607					5795	242	917		1043	7997	92.6	12555	145	86 400
Opština Vrbas																					
Bačko Dobro Polje	3929	123	1026	127	13	5183	125	120	1.9	5	15	471	21	24		77	594	6.9	1044	12.1	7 000
Vrbas	25907	406	3383	419	43	17088	412	150	1.6	20	15	3886	70	777		710	5443	63.0	8258	95.6	56 000
Zmajevo	4361	137	1139	141	14	5753	139	120	1.9	5	15	523	23	26		86	659	7.6	1159	13.4	8 000
Kosančić	163	5	43	5	1	215	5	110	2.0	5	15	18	1	1		3	23	0.3	42	0.5	300
Kucura	4663	146	1218	151	15	6151	148	120	1.9	5	15	560	25	28		92	705	8.2	1240	14.3	8 500
Ravno selo	3478	109	908	112	12	4588	111	120	1.9	5	15	417	19	21		69	526	6.1	925	10.7	6 500
Savino Selo	3351	105	875	108	11	4421	107	120	1.9	5	15	402	18	20		66	506	5.9	891	10.3	6 000
UKUPNO Vrbas	45852	1032	8592	1064	109	43400	1047					6278	177	897		1103	8455	97.9	13559	157	92 300
Opština Žabalj																					
Gospođinci	3896	353	1602	411	24	8219	82	120	1.9	5	15	468	41	23		80	612	7.1	1064	12.3	7 500
Đurđevo	5137	466	2113	542	31	10836	108	130	1.8	5	15	668	54	33		113	869	10.1	1443	16.7	10 000
Žabalj	9598	871	3948	1012	58	20247	201	130	1.8	10	15	1248	101	125		221	1695	19.6	2818	32.6	19 000
Čurug	8882	806	3653	937	54	18736	186	130	1.8	10	15	1155	94	115		205	1568	18.2	2608	30.2	18 000
UKUPNO Žabalj	27513	2496	11316	2902	167	58038	577					3538	290	297		619	4744	54.9	7933	92	54 500
Novi Sad - grad																					
Begeč	3335	105	647	122	9	4726	62	120	1.9	5	15	400	15	20		65	501	5.8	883	10.2	6 000
Budisava	3825	120	742	140	10	5420	71	120	1.9	5	15	459	18	23		75	574	6.6	1013	11.7	7 000
Bukovac	3585	113	695	131	10	5080	66	120	1.9	5	15	430	16	22		70	538	6.2	949	11.0	6 500
Vetrenik	18626	293	1807	341	25	13197	173	140	1.7	15	15	2608	43	391		456	3498	40.5	5608	64.9	38 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Kać	11166	351	2166	409	30	15823	207	140	1.7	10	15	1563	51	156		266	2037	23.6	3253	37.7	22 000
Kisač	5471	172	1061	200	15	7753	101	130	1.8	5	15	711	25	36		116	888	10.3	1491	17.3	10 000
Kovilj	5599	176	1086	205	15	7934	104	130	1.8	5	15	728	26	36		119	909	10.5	1526	17.7	11 000
Ledinci	1641	52	318	60	4	2325	30	110	2.0	5	15	181	8	9		30	227	2.6	418	4.8	2 800
Novi Sad	191405	301	1857	351	26	13562	177	150	1.6	20	15	28711	44	5742		5175	39671	459.2	60354	698.5	403 000
Petrovaradin	13973	22	136	26	2	990	13	140	1.7	10	15	1956	3	196		323	2478	28.7	3985	46.1	27 000
Rumenka	5729	180	1111	210	15	8118	106	130	1.8	5	15	745	26	37		121	930	10.8	1562	18.1	11 000
Sremska Kamenica	11205	18	109	21	2	794	10	140	1.7	10	15	1569	3	157		259	1987	23.0	3196	37.0	22 000
Stari Ledinci	823	26	160	30	2	1166	15	110	2.0	5	15	91	4	5		15	114	1.3	210	2.4	1 400
Stepanovićevo	2214	70	429	81	6	3137	41	120	1.9	5	15	266	10	13		43	333	3.8	586	6.8	4 000
Futog	18582	292	1802	340	25	13166	172	140	1.7	15	15	2601	43	390		455	3490	40.4	5594	64.8	38 000
Čenej	2115	66	410	78	6	2997	39	120	1.9	5	15	254	10	13		41	318	3.7	560	6.5	3 800
UKUPNO Novi sad -grad	299294	2354	14537	2746	201	106190	1389					43272	345	7246		7629	58491	677.0	91189	1055	613 500
Opština Srbobran																					
Nadalj	2202	118	615	159	15	3084	34	120	1.9	5	15	264	15	13		44	337	3.9	590	6.8	4 000
Srbobran	13091	703	3659	946	89	18332	202	140	1.7	10	15	1833	90	183		316	2422	28.0	3856	44.6	26 000
Turija	2562	138	716	185	18	3588	39	120	1.9	5	15	307	18	15		51	392	4.5	687	7.9	4 600
UKUPNO Srbobran	17855	959	4990	1290	122	25003	275					2404	123	212		411	3151	36.5	5133	59	34 600
Opština Sremski Krlovci																					
Sremski Karlovci	8839	72	435	57	9	3014	102	130	1.8	10	15	1149	11	115		191	1466	17.0	2480	29	17 000
UKUPNO Sremski Karlovci	8839	72	435	57	9	3014	102					1149	11	115		191	1466	17.0	2480	29	17 000
Opština Temerin																					
Bački Jarak	6049	316	1473	163	10	15204	141	130	1.8	5	15	786	39	39		130	995	11.5	1665	19.3	12 000
Sirig	3010	157	733	81	5	7565	70	120	1.9	5	15	361	20	18		60	459	5.3	805	9.3	5 500
Temerin	19216	502	2340	260	16	24149	223	140	1.7	15	15	2690	63	404		473	3630	42.0	5811	67.3	39 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
UKUPNO Temerin	28275	975	4548	478	32	46943	434					3838	122	461		663	5084	58.8	8282	96	56 500
Opština Titel																					
Vilovo	1103	197	20	335	11	4015	51	110	2.0	5	10	121	14	6		14	156	1.8	287	3.3	2 000
Gardinovci	1485	265	20	451	15	5406	68	110	2.0	5	10	163	19	8		19	210	2.4	386	4.5	2 600
Lok	1255	224	20	381	13	4569	57	110	2.0	5	10	138	16	7		16	177	2.1	327	3.8	2 200
Mošorin	2763	492	21	840	28	10058	127	120	1.9	5	15	332	36	17		58	442	5.1	764	8.8	5 500
Titel	5894	1050	21	1791	60	21457	270	120	1.9	10	15	707	76	71		128	982	11.4	1702	19.7	12 000
Šajkaš	4550	811	21	1383	46	16564	208	120	1.9	5	10	546	59	27		63	695	8.0	1226	14.2	8 500
UKUPNO Titel	17050	3038	11096	5181	174	40394	781					2008	221	136		298	2663	30.8	4691	54	32 800
Južno-bački okrug UKUPNO	593666	19424	96627	26534	1414	564157	9076					78713	2075	11480		13739	106007	1227	168914	1955	1 200 300
SREMSKI OKRUG																					
Opština Inđija																					
Beška	6239	545	2103	332	22	10901	192	130	1.8	5	15	811	57	41		136	1045	12.1	1741	20.2	12 000
Inđija	26247	1146	4423	697	45	22929	403	150	1.6	20	15	3937	121	787		727	5572	64.5	8437	97.7	57 000
Jarkovci	604	53	204	32	2	1055	19	110	2.0	5	10	66	6	3		8	83	1.0	154	1.8	1 100
Krčedin	2878	251	970	153	10	5028	88	120	1.9	5	15	345	27	17		58	448	5.2	781	9.0	5 500
Ljukovo	1604	140	541	85	6	2802	49	110	2.0	5	10	176	15	9		20	220	2.5	409	4.7	2 800
Maradik	2298	201	775	122	8	4015	71	120	1.9	5	15	276	21	14		47	357	4.1	623	7.2	4 200
Novi Karlovci	3036	265	1023	161	10	5304	93	120	1.9	5	15	364	28	18		62	472	5.5	823	9.5	5 500
Novi Slankamen	3455	302	1164	184	12	6037	106	120	1.9	5	15	415	32	21		70	537	6.2	937	10.8	6 500
Slankamenački vinogradi	266	23	90	14	1	465	8	110	2.0	5	15	29	2	1		5	38	0.4	69	0.8	500
Stari Slankamen	674	59	227	36	2	1178	21	110	2.0	5	15	74	6	4		13	97	1.1	176	2.0	1 200
Čortanovci	2308	202	778	123	8	4033	71	120	1.9	5	10	277	21	14		31	343	4.0	610	7.1	4 100
UKUPNO Inđija	49609	3178	12297	1939	126	63747	1120					6771	336	929		1176	9213	106.6	14761	171	100 400
Opština Irig																					
Velika Remeta	42	7	17	5	0	76	1	110	2.0	5	10	5	1	0		1	6	0.1	11	0.1	100
Vrdnik	3704	585	1494	417	32	6660	96	120	1.9	5	15	444	52	22		78	596	6.9	1029	11.9	7 000

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Grgeteg	85	13	34	10	1	153	2	110	2.0	5	10	9	1	0		1	12	0.1	22	0.3	200
Dobrodol	127	20	51	14	1	228	3	110	2.0	5	10	14	2	1		2	18	0.2	33	0.4	300
Irig	4848	766	1955	545	42	8716	126	120	1.9	5	15	582	68	29		102	780	9.0	1347	15.6	9 000
Jazak	1100	174	444	124	9	1978	29	110	2.0	5	10	121	15	6		14	157	1.8	287	3.3	1 900
Krušedol Prnjavor	277	44	112	31	2	498	7	110	2.0	5	10	30	4	2		4	39	0.5	72	0.8	500
Krušedol selo	388	61	156	44	3	698	10	110	2.0	5	10	43	5	2		5	55	0.6	101	1.2	700
Mala Remeta	151	24	61	17	1	271	4	110	2.0	5	10	17	2	1		2	21	0.2	39	0.5	300
Neradin	551	87	222	62	5	991	14	110	2.0	5	10	61	8	3		7	78	0.9	144	1.7	1 000
Rivica	657	104	265	74	6	1181	17	110	2.0	5	10	72	9	4		9	94	1.1	172	2.0	1 200
Šatrinci	399	63	161	45	3	717	10	110	2.0	5	10	44	6	2		5	57	0.7	104	1.2	700
UKUPNO Irig	12329	1948	4972	1387	106	22167	320					1442	172	72		228	1914	22.2	3363	39	22 900
Opština Pećinci																					
Ašanja	1488	327	1544	164	19	4498	62	110	2.0	5	15	164	36	8		31	239	2.8	420	4.9	2 900
Brestač	1066	234	1106	118	14	3222	45	110	2.0	5	15	117	26	6		22	171	2.0	301	3.5	2 100
Deč	1590	350	1650	176	20	4806	67	110	2.0	5	15	175	39	9		33	255	3.0	449	5.2	3 000
Donji Tovarnik	1016	223	1055	112	13	3071	43	110	2.0	5	10	112	25	6		14	156	1.8	280	3.2	1 900
Karlovčić	1243	273	1290	137	16	3757	52	110	2.0	5	15	137	30	7		26	200	2.3	351	4.1	2 400
Kupinovo	2047	450	2125	226	26	6187	86	120	1.9	5	15	246	50	12		46	354	4.1	598	6.9	4 000
Obrež	1400	308	1453	155	18	4232	59	110	2.0	5	15	154	34	8		29	225	2.6	395	4.6	2 700
Ogar	1143	251	1186	126	15	3455	48	110	2.0	5	15	126	28	6		24	184	2.1	323	3.7	2 200
Pećinci	2659	585	2760	294	34	8037	111	120	1.9	5	15	319	64	16		60	459	5.3	777	9.0	5 500
Popinci	1360	299	1412	150	17	4111	57	110	2.0	5	15	150	33	7		29	219	2.5	384	4.4	2 600
Prhovo	813	179	844	90	10	2457	34	110	2.0	5	15	89	20	4		17	131	1.5	229	2.7	1 600
Sibač	544	120	565	60	7	1644	23	110	2.0	5	15	60	13	3		11	87	1.0	154	1.8	1 100
Sremski Mihaljevci	837	184	869	92	11	2530	35	110	2.0	5	15	92	20	5		18	134	1.6	236	2.7	1 600
Subotište	942	207	978	104	12	2847	39	110	2.0	5	15	104	23	5		20	151	1.8	266	3.1	1 800
Šimanovci	3358	738	3485	371	43	10150	141	120	1.9	5	15	403	81	20		76	580	6.7	981	11.4	7 000
UKUPNO Pećinci	21506	4728	22322	2374	273	65003	901					2446	521	122		456	3546	41.0	6143	71	42 400
Opština Ruma																					
Buđanovci	1757	173	973	109	12	3278	58	110	2.0	5	15	193	21	10		34	258	3.0	466	5.4	3 200

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Vitojevci	913	90	506	56	6	1703	30	110	2.0	5	15	100	11	5		17	134	1.6	242	2.8	1 700
Voganj	1614	159	894	100	11	3011	54	110	2.0	5	15	178	20	9		31	237	2.7	428	5.0	2 900
Grabovci	1480	146	820	91	10	2761	49	110	2.0	5	15	163	18	8		28	217	2.5	393	4.5	2 600
Dobrinci	1716	169	950	106	11	3202	57	110	2.0	5	15	189	21	9		33	252	2.9	455	5.3	3 100
Donji Petrovci	991	98	549	61	7	1849	33	110	2.0	5	15	109	12	5		19	146	1.7	263	3.0	1 800
Žarkovac	1102	108	610	68	7	2056	37	110	2.0	5	15	121	13	6		21	162	1.9	292	3.4	2 000
Klenak	3246	319	1798	201	21	6056	108	120	1.9	5	15	390	40	19		67	516	6.0	894	10.3	6 000
Kraljevci	1232	121	682	76	8	2299	41	110	2.0	5	15	136	15	7		24	181	2.1	327	3.8	2 200
Mali Radici	598	59	331	37	4	1116	20	110	2.0	5	15	66	7	3		11	88	1.0	159	1.8	1 100
Nikinci	2216	218	1227	137	15	4134	74	120	1.9	5	10	266	27	13		31	337	3.9	595	6.9	4 000
Pavlovci	460	45	255	28	3	858	15	110	2.0	5	15	51	6	3		9	68	0.8	122	1.4	900
Platičevo	2760	272	1529	171	18	5149	92	120	1.9	5	15	331	34	17		57	439	5.1	760	8.8	5 500
Putinci	3244	319	1797	201	21	6052	108	120	1.9	5	15	389	40	19		67	516	6.0	893	10.3	6 000
Ruma	32229	1586	8925	996	106	30065	536	150	1.6	20	15	4834	197	967		900	6898	79.8	10428	120.7	70 000
Stejanovci	1020	100	565	63	7	1903	34	110	2.0	5	15	112	12	6		20	150	1.7	271	3.1	1 800
Hrtkovci	3428	337	1899	212	23	6396	114	120	1.9	5	15	411	42	21		71	545	6.3	944	10.9	6 300
UKUPNO Ruma	60006	4319	24309	2713	289	81899	1459					8039	536	1127		1440	11142	129.0	17933	208	121 100
Opština Sremska Mitrovica																					
Bešenovački Prnjavor	145	18	114	18	1	273	4	110	2.0	5	15	16	2	1		3	22	0.3	39	0.5	300
Bešenovo	965	119	759	120	5	1818	25	110	2.0	5	15	106	15	5		19	146	1.7	261	3.0	1 800
Bosut	1139	140	896	141	5	2146	30	110	2.0	5	15	125	18	6		22	172	2.0	308	3.6	2 100
Veliki Radinci	1617	199	1272	201	8	3046	42	110	2.0	5	15	178	26	9		32	244	2.8	438	5.1	3 000
Grgurevci	1312	161	1032	163	6	2472	34	110	2.0	5	15	144	21	7		26	198	2.3	355	4.1	2 400
Divoš	1585	195	1247	197	8	2986	41	110	2.0	5	15	174	25	9		31	240	2.8	429	5.0	2 900
Zasavica I	836	103	658	104	4	1575	22	110	2.0	5	10	92	13	5		11	121	1.4	221	2.6	1 500
Zasavica II	707	87	556	88	3	1332	18	110	2.0	5	10	78	11	4		9	102	1.2	187	2.2	1 300
Jarak	2235	274	1758	277	11	4211	58	120	1.9	5	15	268	36	13		48	365	4.2	627	7.3	4 300
Kuzmin	3391	416	2668	421	16	6389	89	120	1.9	5	15	407	54	20		72	553	6.4	951	11.0	6 500
Laćarak	10893	1338	8570	1351	52	20522	285	140	1.7	5	15	1525	173	76		266	2041	23.6	3205	37.1	22 000
Ležimir	947	116	745	117	5	1784	25	110	2.0	5	15	104	15	5		19	143	1.7	256	3.0	1 800
Manđelos	1533	188	1206	190	7	2888	40	110	2.0	5	15	169	24	8		30	232	2.7	415	4.8	2 800

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Martinci	3639	447	2863	451	17	6856	95	120	1.9	5	15	437	58	22		77	594	6.9	1021	11.8	7 000
Mačvanska Mitrovica	3896	478	3065	483	19	7340	102	120	1.9	5	15	468	62	23		83	636	7.4	1093	12.7	7 500
Noćaj	2120	260	1668	263	10	3994	55	120	1.9	5	10	254	34	13		30	331	3.8	580	6.7	3 900
Ravnje	1463	180	1151	181	7	2756	38	110	2.0	5	10	161	23	8		19	211	2.4	386	4.5	2 600
Radenković	1086	133	854	135	5	2046	28	110	2.0	5	10	119	17	6		14	157	1.8	287	3.3	1 900
Salaš Noćajski	1879	231	1478	233	9	3540	49	110	2.0	5	15	207	30	10		37	284	3.3	508	5.9	3 400
Sremska Mitrovica	39084	2400	15374	2423	93	36817	511	150	1.6	20	15	5863	311	1173		1102	8448	97.8	12747	147.5	85 000
Sremska Rača	773	95	608	96	4	1456	20	110	2.0	5	15	85	12	4		15	117	1.4	209	2.4	1 400
Stara Bingula	190	23	149	24	1	358	5	110	2.0	5	10	21	3	1		2	27	0.3	50	0.6	400
Čalma	1675	206	1318	208	8	3156	44	110	2.0	5	15	184	27	9		33	253	2.9	453	5.2	3 000
Šašinci	1830	225	1440	227	9	3448	48	110	2.0	5	15	201	29	10		36	277	3.2	495	5.7	3 300
Šišatovac	218	27	172	27	1	411	6	110	2.0	5	15	24	3	1		4	33	0.4	59	0.7	500
Šuljam	744	91	585	92	4	1402	19	110	2.0	5	15	82	12	4		15	112	1.3	201	2.3	1 400
UKUPNO Sremska Mitrovica	85902	8149	52207	8229	316	125021	1735					11492	1056	1454		2057	16059	185.9	25782	298	174 000
Opština Stara Pazova																					
Belgiš	3116	136	697	65	6	3312	34	120	1.9	5	15	374	16	19		61	470	5.4	827	9.6	6 000
Vojka	5012	218	1122	104	10	5327	55	130	1.8	5	10	652	26	33		71	781	9.0	1335	15.4	9 000
Golubinci	5129	223	1148	107	11	5451	56	130	1.8	5	15	667	27	33		109	836	9.7	1402	16.2	9 500
Krnješevci	1025	45	229	21	2	1089	11	110	2.0	5	15	113	5	6		19	142	1.6	262	3.0	1 800
Nova Pazova	18214	794	4077	379	38	19358	200	140	1.7	10	15	2550	94	255		435	3334	38.6	5321	61.6	36 000
Novi Banovci	9358	408	2095	195	19	9946	103	130	1.8	5	15	1217	48	61		199	1525	17.6	2559	29.6	18 000
Stara Pazova	18645	406	2087	194	19	9908	102	140	1.7	15	15	2610	48	392		458	3508	40.6	5621	65.1	38 000
Stari Banovci	5488	239	1228	114	11	5833	60	130	1.8	5	15	713	28	36		117	894	10.3	1500	17.4	11 000
Surduk	1589	69	356	33	3	1689	17	110	2.0	5	15	175	8	9		29	221	2.6	406	4.7	2 800
UKUPNO Stara Pazova	67576	2538	13039	1211	120	61912	640					9070	301	842		1496	11710	135.5	19234	223	132 100
Opština Šid																					
Adaševci	2166	189	1694	192	7	5195	109	120	1.9	5	15	260	31	13		46	349	4.0	603	7.0	4 100
Batrovci	320	28	250	28	1	767	16	110	2.0	5	15	35	5	2		6	48	0.6	86	1.0	600

Nastavak tabele 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	ES
Bačinci	1374	120	1074	122	4	3295	69	110	2.0	5	15	151	20	8		27	205	2.4	369	4.3	2 500
Berkasovo	1228	107	960	109	4	2945	62	110	2.0	5	15	135	18	7		24	183	2.1	330	3.8	2 200
Bikić Do	336	29	263	30	1	806	17	110	2.0	5	10	37	5	2		4	48	0.6	88	1.0	600
Bingula	906	79	708	80	3	2173	46	110	2.0	5	15	100	13	5		18	135	1.6	243	2.8	1 700
Vašica	1717	150	1343	152	5	4118	86	110	2.0	5	15	189	25	9		33	256	3.0	461	5.3	3 100
Višnjićevo	1899	166	1485	168	6	4555	96	110	2.0	5	15	209	27	10		37	283	3.3	510	5.9	3 400
Gibarac	1158	101	905	103	4	2777	58	110	2.0	5	15	127	17	6		23	173	2.0	311	3.6	2 100
Erdevik	3316	290	2593	294	10	7953	167	120	1.9	5	15	398	47	20		70	535	6.2	923	10.7	6 500
Ilinci	827	72	647	73	3	1983	42	110	2.0	5	15	91	12	5		16	123	1.4	222	2.6	1 500
Jamena	1130	99	884	100	4	2710	57	110	2.0	5	15	124	16	6		22	169	2.0	303	3.5	2 100
Kukujevci	2252	197	1761	199	7	5401	113	120	1.9	5	15	270	32	14		47	363	4.2	627	7.3	4 300
Ljuba	559	49	437	49	2	1341	28	110	2.0	5	15	61	8	3		11	83	1.0	150	1.7	1 000
Molovin	298	26	233	26	1	715	15	110	2.0	5	10	33	4	2		4	43	0.5	78	0.9	600
Morović	2164	189	1692	192	7	5190	109	120	1.9	5	15	260	31	13		46	349	4.0	602	7.0	4 100
Privina glava	221	19	173	20	1	530	11	110	2.0	5	10	24	3	1		3	32	0.4	58	0.7	500
Sot	791	69	619	70	2	1897	40	110	2.0	5	10	87	11	4		10	113	1.3	207	2.4	1 400
Šid	16311	713	6377	722	25	19560	410	140	1.7	15	15	2284	117	343		411	3154	36.5	5021	58.1	34 000
UKUPNO ŠID	38973	2693	24097	2728	96	73913	1550					4875	441	472		858	6646	76.9	11191	130	76 300
SREMSKI OKRUG UKUPNO	335901	27553	153243	20581	1326	493662	7725					44136	3362	5019		7712	60229	697	98407	1139	669 200
AP Vojvodina UKUPNO	**2031992**	**146035**	**617587**	**152602**	**9071**	**3055021**	**57863**					**268961**	**16140**	**35236**		**47460**	**367797**	**4257**	**593043**	**6864**	**4 107 503**

5. IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE U VOJVODINI

5.1. Opšte geološke i hidrogeološke odlike terena

5.1.1. Geološke odlike terena

Na prostoru srednje i jugoistočne Evrope u periodu od srednjeg miocena do kvartara egzistiralo je tzv. Panonsko more, formirano u prostranoj međuvenačnoj potalini između planinskih venaca Alpa, Karpata i Dinarida, u kome je istaložena debela serija sedimenata. Vojvodina leži u jugoistočnom delu ovog sedimentacionog basena i zahvata površinu od 21.506 km^2. Glavne mase panonskih sedimenata na prostoru Vojvodine istaložene su u neogenu. Bazu ovih sedimenata izgrađuju klastiti i karbonati mezozojske i kristalasti škriljci i granitoidi paleozojske i proterozojske starosti.

Na slici 14 je prikazan sintetski stratigrafski stub[1].

Geološka građa jugoistočnog dela Panonskog basena šematizovana je na slici 15.

U severnom i jugoistočnom delu Vojvodine u bazi negenih sedimenata nalaze se kristalasti škriljci visokog stepena metamorfizma (gnajsevi, mikašisti, amfiboliti i dr.) i ređe graniti i granitoidi ili serpentiniti i gabro. Sreću se na različitim dubinama u bazi neogenog kompleksa, od nekoliko stotina do oko 4.000 metara (u severnom Banatu). U svom povlatnom delu često su ispucali i raspadnuti do dubine od nekoliko desetine metara, tako da mogu pretstavljati kolektore za ugljovodonike i termo-mineralne vode.

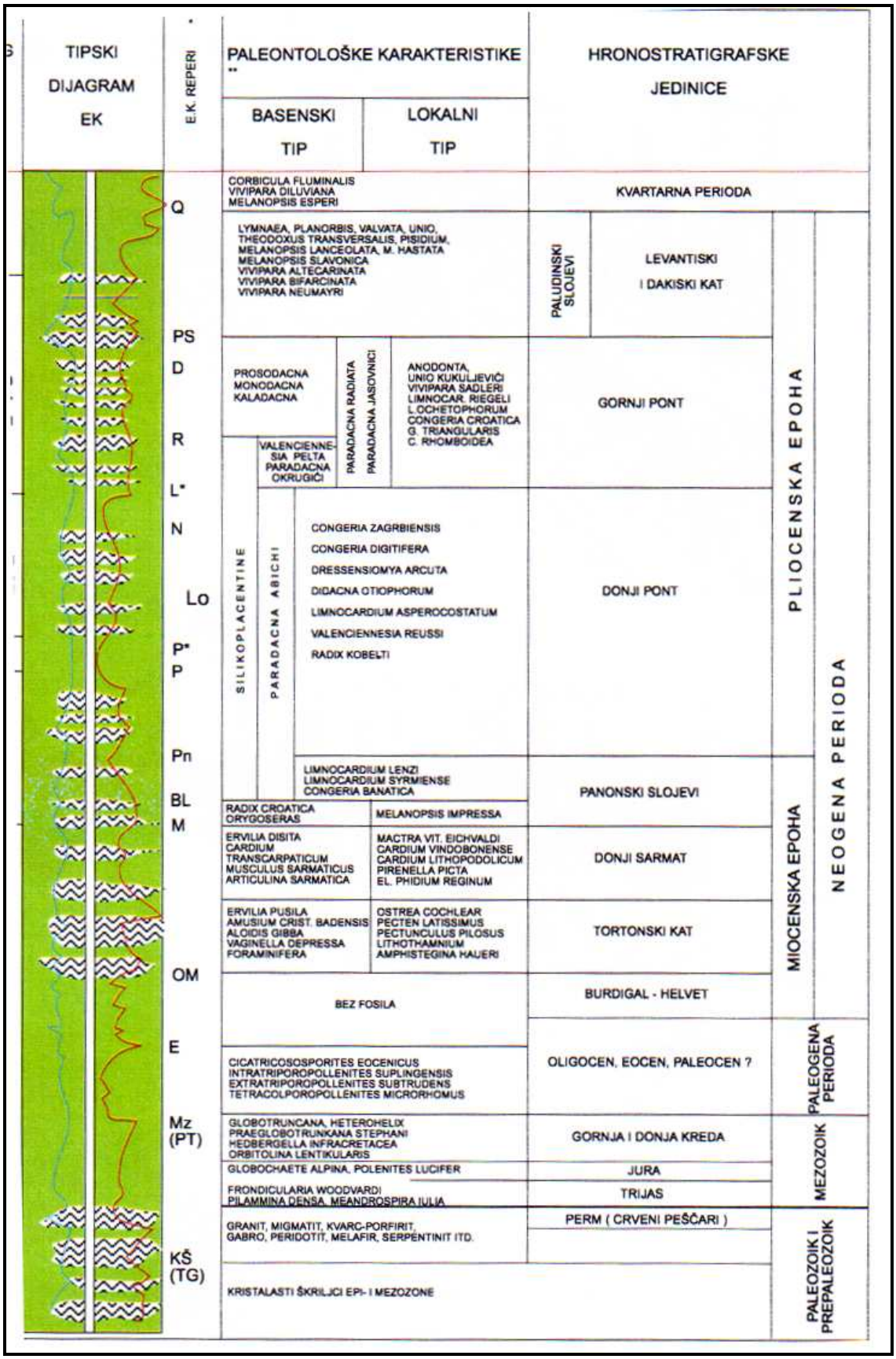
Na ostalom prostoru Vojvodine (na oko 12.000 km^2) u bazi neogene serije nalaze se sedimenti mezozojske starosti. Sreću se na dubinama od nekoliko stotina do preko 3.300 m (u srednjem Banatu i jugoistočnoj Bačkoj). Zastupljene su sve tri periode (trijas, jura i kreda). Na osnovu seizmičkih podataka relativna debljina mezozojskog kompleksa procenjena je na 3.500-4.000 m (srednji Banat i jugoistočna Bačka).

U toku mezozoika na prostoru današnje Vojvodine egzistirale su dve paleogeografske sredine: a) tokom trijasa u severnoj Bačkoj i delom u severnom Banatu formirana je karbonatna platforma (šelf) na kojoj su taloženi dolomitični krečnjaci i ređe evaporiti, b) u periodu od gornjeg trijasa do gornje krede u južnim delovima Vojvodine egzistirao je basenski tip sedimenata (glinci, laporci, krečnjaci, alevroliti i peščari, ređe breče i konglomerati), često ispresecani uskim zonama ofiolita, naročito serpentinita.

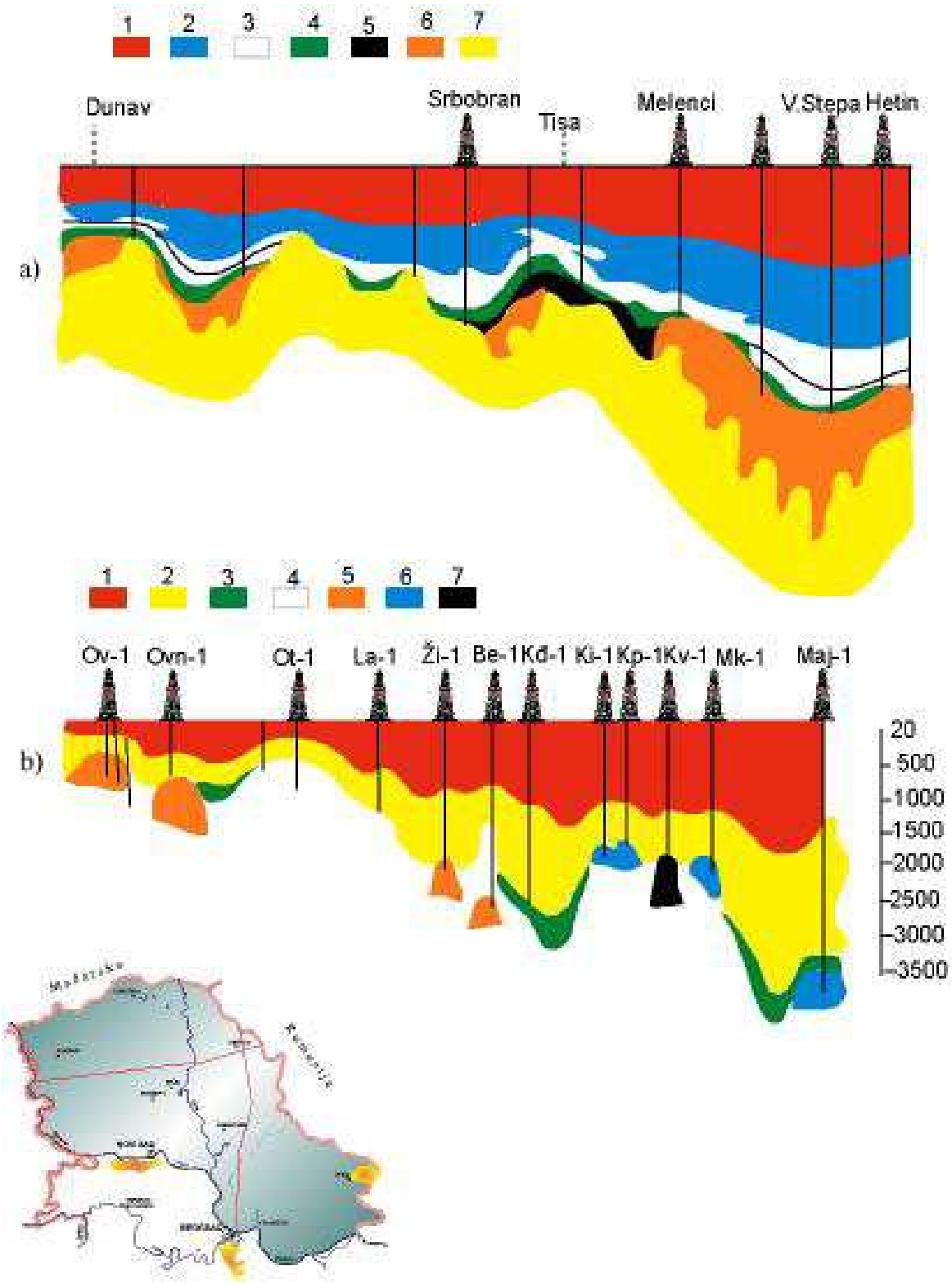
U okviru mezozojske serije sa hidrogeološkog aspekta najznačajni su trijaski dolomitični krečnjaci. Razvijeni su u severnoj Bačkoj, Sremu i delom u severnom Banatu. Ispucali su i karstifikovani te predstavljaju izvanredne hidrogeološke kolektore i značajne nosioce rezervi termalnih i termo-mineralnih voda u Vojvodini. Na mestima gde geološki uslovi omogućuju intenzivnu vodozamenu u njima nalazimo nisko mineralizovane ili "slatke" vode (jugoistočni Srem), a na mestima gde ne postoje takvi uslovi vode su srednje do visoko mineralizovane (zapadni delovi Srema i Bačka).

---

[1] Marinović Đ., Boškov-Štajner Z. (1970) Stratigrafska pripadnost naftnih i plinskih nalazišta SFR Jugoslavije, Zbornik radova VII Kongresa geologa SFRJ, knjiga I, Zagreb.



Slika 14. Sintetski stratigrafski stub Vojvodine



Slika 15. Regionalni geološki profili:
a) po B. Dragičeviću: 1. kvartar i pliocen; 2. pont; 3. panon; 4. sarmat, baden i prebaden; 5. paleogen; 6. mezozoik; 7. škriljci i magmatske stene.
b) po M. Šarkoviću: 1. peskovi i gline; 2. laporci i gline; 3. heterogeni klastit; 4. klastiti i karbonati; 5. serpentiniti; 6. kristalasti škriljci; 7. graniti.

Jurski i kredni sedimenti zauzimaju dosta široko prostranstvo u bazi neogena. Zastupljeni su u južnoj Bačkoj i južnom Banatu i delimično u Sremu. U jurskim i donjo-krednim sedimentima javljaju se mase ofiolita (serpentiniti, gabro, dijabaz i dr), a u senonu vulkanske stene (daciti i andeziti). Njihov odnos prema mezozojskoj dubokovodnoj seriji je tektonski.

U toku alpske orogeneze mezozojske formacije u podini panonskog neogena pretrpele su značajne deformacije (kompresije, ubiranja, rasedanja, horizontalna kretanja i rotacije) tako da su nastale složene mezozojske strukture blokovskog tipa. Usled intenzivnih tektonskih, pre svega neotektonskih, pokreta sinhrone mezozojske serije u podini tercijara danas se nalaze na različitim dubinama. Te razlike nekada iznose i do 2.800 m.

Preko mezozojske serije sedimenata, kristalastih škriljaca i granitoida nataložena je veoma debela serija sedimenata tercijarne starosti.

Paleogena serija predstavljena je alevritima, glincima, laporcima, peščarima i konglomeratima flišolikog razvića. Mestimično su zastupljeni raznobojni klastiti (peščari, konglomerati i breče), zatim vulkanogene tvorevine dacito-andezitskog tipa, a sreću se i pojave uglja.

Neogena serija ima najveće rasprostranjenje i najveći značaj sa hidrogeološkog aspekta. Zastupljeni su sedimenti miocena i pliocena. Sedimenti miocena imaju najveću debljinu u južnom Banatu (preko 1500 m), a sedimenti pliocena u srednjem i severnom Banatu (3.500-4.000 m).

Miocenski sedimenti badena i sarmata značajni su nosioci nafte, gasa i termo-mineralnih voda. Javljaju se od površine (na padinama Fruške Gore) do dubine preko 3.500 m (u severnom Banatu). Predstavljeni su heterogenom serijom u kojoj preovlađuju peščari, konglomerati, krečnjaci i gline.

U toku badena vladali su marinski uslovi sedimentacije, sa salinitetom mora preko 30 g/l. Taloženi su dubokovodni tipovi sedimenata u basenskom delu i plitkovodni sprudni u priobalju. Tokom sarmata marinska sredina se menja i postepeno poprima brakičan karakter, a salinitet mora pada ispod 30 g/l. U panonu more dobija kaspibrakičan karakter, a salinitet vode pada na oko 14 g/l, sa tendencijm stalnog oslađivanja u toku pliocena.

Preko miocenskih tvorevina nataložena je debela serija pliocenskih sedimenata, predstavljena pontijskim naslagama i paludinskim slojevima.

Pontijski kat razvijen je u dva, potpuno različita, litološka člana. Donji pont izgrađen je od laporovito-glinovite serije sa dosta retkim proslojcima peščara, debljine od nekoliko metara do nekoliko desetine metara. U gornjem pontu smenjuju se slojevi peskova različite granulacije i slabo vezanih peščara sa laporovitim ili peskovitim glinama, ređe sa ugljevitim glinama i čistim ugljem.

Donjo pontijski peščari imaju dosta loša kolektorska svojstva, malo rasprostranjene i ograničene rezerve termo-mineralnih voda, bez mogućnosti za prihranjivanje, tako da nemaju veći praktičan značaj.

Gornjo pontijski peskovi i peščari imaju veoma dobra kolektorska svojstva, veliko kontinuirano rasprostranjenje i velike rezerve, zbog čega predstavljaju najznačajnije nosioce termo-mineralnih voda u Vojvodini.

Paludinski slojevi imaju sličan litološki razvoj sa gornjo pontijskim i vrlo povoljan procenat zastupljenosti peskova u odnosu na gline. Zaležu do dubine oko 1.300 m (u severnom Banatu). Sedimenti paludinske starosti taloženi su u jezerskim i fluvijalno-jezerskim uslovima. Paludinski peskovi značajni su nosioci nisko mineralizovanih (slatkih voda). Na prostorima gde nedostaju u krovini vodopropusni kvartarni sedimenti, paludinski peskovi su glavni nosioci pitkih (slatkih) voda.

Sedimenti kvartara, izuzev Fruške gore i Vršačkih planina, prekrivaju čitavu površinu Vojvodine, zbog čega se često nazivaju kvartarni pokrivač. Stvarani su u subakvatičnim i kontinentalnim uslovima. U subakvatičnoj fazi taloženi su jezersko-barski peskovito-šljunkoviti sedimenti, a u kasnijoj kopnenoj fazi fluvijalni peskovi i šljunkovi, eolski peskovi i les. Jezersko-barska faza predstavlja završnu fazu egzistencije Panonskog mora, u kojoj posle oticanja glavnih panonskih vodenih masa Dunavom na topografski nižem terenu zaostaju mnogobrojne baruštine. Krajem diluvijuma dolazi do potpunog isušivanja i stvaranja stepskih uslova, kada su navejavanjem lesa i eolskih peskova nastale lesno-peskovite zaravni ili platoi. Završnu morfološku sliku današnje Vojvodine oblikuju veliki rečni tokovi Dunava, Save i Tise koji stvaraju velike aluvijalne doline i rečne terase. Debljina kvartarnog pokrivača je različita u različitim delovima Vojvodine. Najtanji je u Sremu, južnim i zapadnim delovima Bačke i južnom Banatu, gde mu se debljina kreće maksimalno do 100 m. Idući ka severu postepeno zadebljava na 150-220 m (u nekim delovima istočne i severne Bačke i na 250-350 m (u severnom Banatu). Odlikuje se veoma čestim vertikalnim i bočnim litološkim smenjivanjem. Kvartarni peskovi i šljunkovi fluvijalnog i jezersko-barskog porekla najvažniji su nosioci pijaćih voda u Vojvodini.

5.1.2. Strukturno-tektonske odlike terena

Najnovija analiza strukturnih karakteristika i neotektonske aktivnosti jugoistočnog dela Panonskog basena izvršena od strane *Marković i dr. (1993)*[2]. Urađene su karte stratoizohipsi repernih strukturnih horizonata.

Položaj prvog strukturnog horizonta, po podini tercijara (odnosno neogena) prikazan je na slici 16.

Kao najkrupnije strukturne jedinice u podini tercijara (osnovno gorje) ističu se velika centralna Bečejsko-Srbobranska depresija, horst Fruške gore, relativno izdignuto područje severne Bačke (Subotičko-Somborsko područje), Kikindska depresija u severnom Banatu, relativno izdignuto područje istočnog Banata (Vršačko-Belocrkvansko područje) i Banatska depresija između ovog bloka i horsta Fruške gore. Ove strukturne jedinice razdvojene su regionalnim razlomima pružanja I-Z, odnosno S-J. Regionalni razlomi pružanja I-Z ograničavaju veliku centralnu depresiju i horst Fruške gore. Regionalna dislokacija pružanja S-J duž korita reke Tise i dela Dunava, u svom severnom delu odvaja Kikindsku depresiju na istoku od relativno izdignutog područja severne Bačke na zapadu. U svom južnom delu odvaja Banatsku depresiju na istoku od horsta Fruške gore na zapadu.

Slično uređenje regionalnog rupturnog sklopa, kao što je utvrđeno u podini tercijara, nastavljeno je u povlati marinskog miocena.

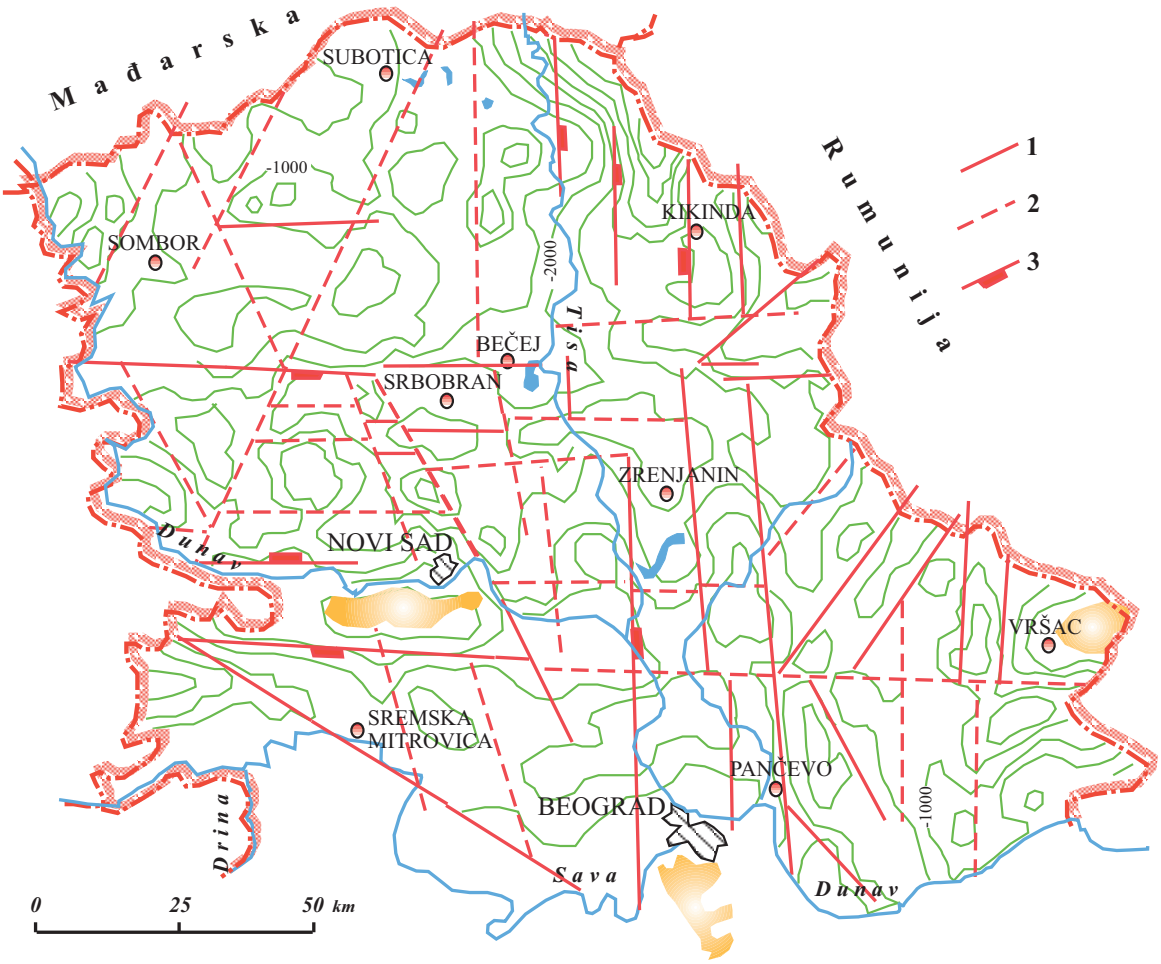
Položaj repernog horizonta po povlati gornjopontiskih sedimenata, odnosno, po podini paludinske serije prikazan je na slici 17.

Strukturne karakteristike ovog najmlađeg repernog horizonta su skoro identične sa podlogom. Neotektonska aktivnost je, menjajući u vremenu svoj intenzitet, zadržala trend započet pre tercijara i kroz neotektonski period evolucije terena.

Krupne razlomne rupture pružanja I-Z ograničavaju veliku centralnu depresiju Bačke. Fruškogorski horst, na jugu, se praktično ne zapaža kod ovog strukturnog horizonta.

---

[2] Marković M. i dr. (1993) Studija strukturnih karakteristika i neotektonskih aktivnosti u jugoistočnom delu panonskog basena, FSD RGF Beograd, Beograd



Slika 16. Karta stratoizohipsi po podini tercijara[3]
1. Sigurni razlom ; 2. Pretpostavljeni razlom ; 3. Relativno spušteni blok.

Duž regionalne razlomne rupture pružanja tokom Tise istočni deo terena je relativno spušten u odnosu na zapadni. U okviru velike Kikindske depresije zapažaju se stepeničasta diferencijalna vertikalna kretanja pojedinih blokova, sa relativnim spuštanjem ka severu.

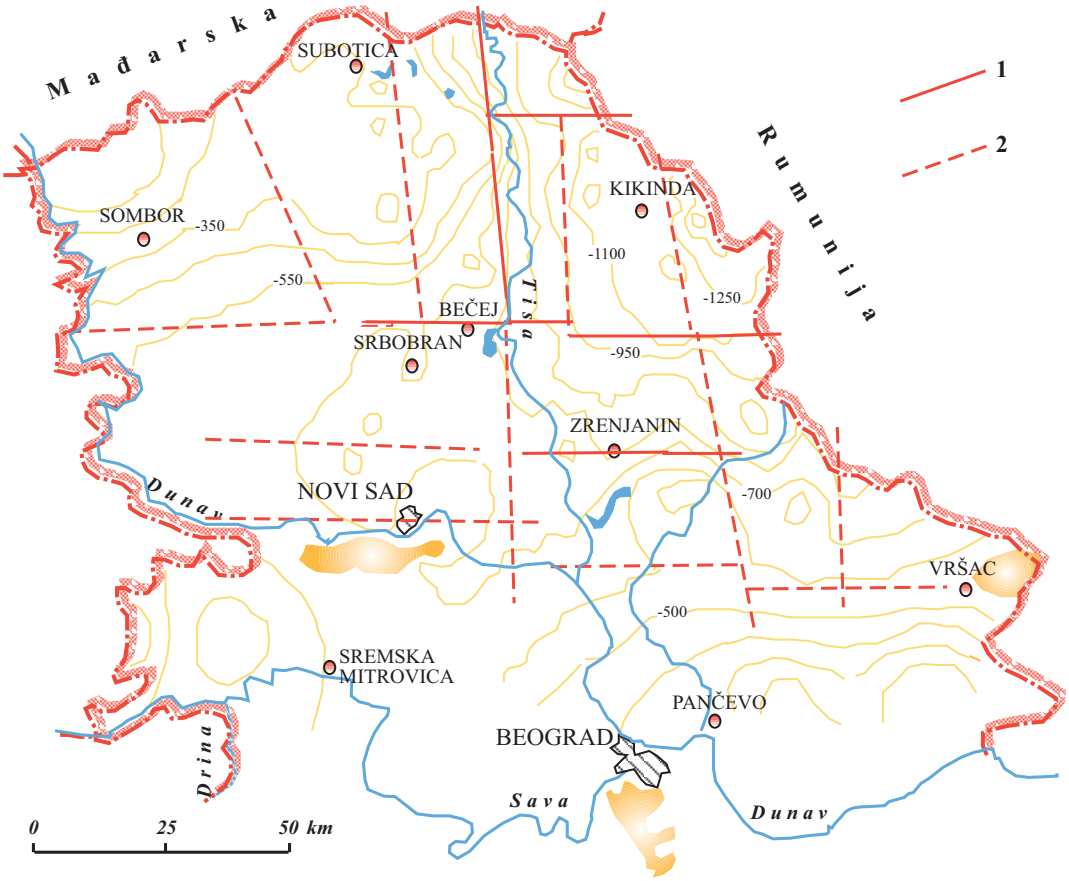
5.1.3. Hidrogeološke odlike terena

Na osnovu litoloških odlika stena, stratigrafske pripadnosti i fizičko-hemijskih karakteristika podzemnih voda na prostoru Vojvodine mogu se, po dubini zaleganja, izdvojati tri hidrogeološka sistema.

Prvi hidrogeološki sistem obuhvata sedimentni kompleks od najmlađeg kvartara do podine gornjeg ponta, odnosno od površine terena do 2000 m (u severnom Banatu). Razvijen je na čitavoj teritoriji Vojvodine, izuzimajući Frušku goru i Vršačke planine. Najveću debljinu ima u srednjem i severnom Banatu i istočnoj Bačkoj. Odlikuje se

[3] Marković M. i dr. (1998) Strukturne karakteristike i neotektonska aktivnost jugoistočnog dela panonskog basena, Stručni časopis DIT-Naftagas Novi Sad, br. 25, Novi Sad

relativno jednostavnom litološkom građom i mirnom tektonikom. Hidrogeološki kolektori izgrađeni su od peskova različite granulacije, šljunkova i slabo vezanih peščara, a hidrogeološki izolatori od glina, peskovnih i laporovitih glina. U dubljim delovima preovlađuju slabo vezani peščari, u srednjim peskovi, a u najplićim peskovi i šljunkovi. Slojevi peskova i peščara debeli su od nekoliko metara do više desetina metara. U litološkom stubu ovog sistema peskovi i peščari u odnosu na gline i peskovito-laporovite gline zastupljeni su sa 20-30%. U najplićim delovima ovog sistema (do oko 60 m), razvijen je zbijeni tip izdani sa slobodnim nivoom izdanske vode (tzv**. prva izdan**). U dubljim delovima, ispod 60 m, u peskovitim sedimentima razvijen je zbijeni tip izdani sa nivoom pod pritiskom (**arteske izdani**). Za vodosnabdevanje stanovništva prvi hidrogeološki sistem ima najveći značaj. On ima najšire rasprostranjenje, veliki broj vodonosnih horizonata sa dobrim kolektorskim svojstvima i relativno dobre uslove za prihranjivanje, naročito u plićim delovima. U njemu su akumulirane celokupne rezerve pijaćih i najveći deo termalnih i termo-mineralnih voda.



Slika 17. Karta stratoizohipsi po povlati gornjeg ponta[4]
1. Sigurni razlom ; 2. Pretpostavljeni razlom.

[4] Marković M. i dr. (1998) Strukturne karakteristike i neotektonska aktivnost jugoistočnog dela panonskog basena, Stručni časopis DIT-Naftagas Novi Sad, br. 25, Novi Sad

Drugi hidrogeološki sistem obuhvata sedimente donjeg ponta i panona. Izgrađen je od lapora i laporaca, sa retkim proslojcima peščara. Debljina mu varira od nekoliko desetina do oko 1.500 m (u severnom Banatu). Istanjuje idući od severa prema jugu. Zbog male zastupljenosti kolektora (peščara), ograničenih rezervi, slabog priranjivanja i male izdašnosti drugi hidrogeološki sistem nema neki veći praktični značaj. Njegova osnovna hidrogeološka funkcija se sastoji u hidrauličkoj izolaciji prvog i trećeg hidrogeološkog sistema.

Treći hidrogeološki sistem obuhvata sve prepanonske tvorevine, od sarmata do trijaskih škriljaca.Veoma je heterogenog litološkog sastava i složenog hidrogeološkog sklopa. Hidrogeološki kolektori su pretstavljeni peščarima, konglomeratima i krečnjacima badenske i sarmatske starosti, ispucalim i kavernoznim krečnjacima trijaske starosti i na nekim mestima ispucalim kristalastim škriljcima.

Prema tipu poroznosti mogu se izdvojiti dva podsistema (IIIa i IIIb). Podsistem IIIa karakteriše se intergranularnom poroznošću i obuhvata peščare i konglomerate razne starosti. U njima su formirane zbijene izdani pod pritiskom (**arteske izdani**). Podsistem IIIb karakteriše se pukotinskom poroznošću i obuhvata karbonatne stene razne starosti i ispucale kristalaste škriljce i magmatske stene. U njima su formirane **pukotinsko-kavernozne izdani**. Ova dva podsistema često su hidraulički povezani, tako da im se vode po tipu i hemizmu ne razlikuju.

Sa stanovišta praktične primene termo-mineralne vode ovog sistema imaju veliki značaj. U energetskom području najveći značaj imaju kavernozni krečnjaci trijaske starosti, a na balneo-terapeutskom planu veoma su interesantne vode iz oba podsistema.

5.1.4. Reonizacija područja Vojvodine prema tipovima izdani

Zavisno od geneze vodonosne sredine, dubine i režima izdani, fizičko-hemijskih karakteristika vode i drugih specifičnosti, izdani Vojvodine sa pijaćim vodama, mogu se podeliti na:

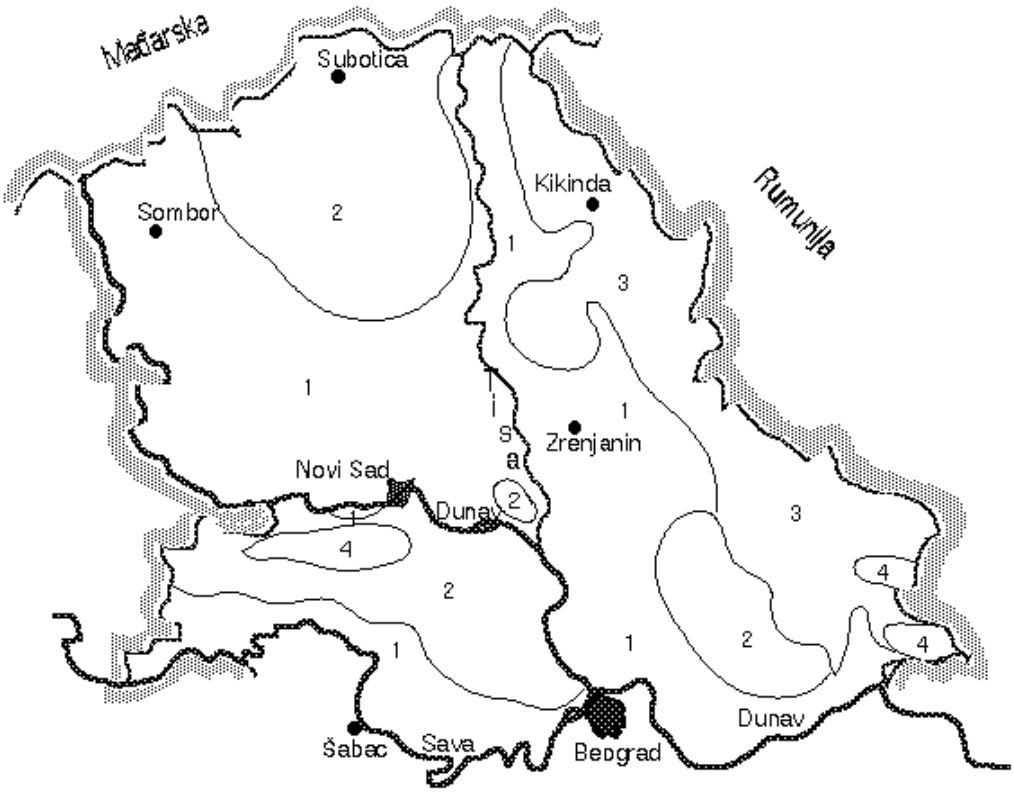
I - arteske izdani
- izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima plioceno-pleistocenske starosti,

II - izdani sa slobodnim nivoom
- izdani formirane u aluvijalnim nanosima reka i u rečnim terasama, (1)
- izdani formirane u lesnim naslagama i eolskim peskovima, (2)
- izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima holocena, (3)
- izdani formirane u preneogenim geološkim formacijama. (4)

Arteske izdani obuhvataju sve izdani u Vojvodini sa nivoom izdanske vode pod pritiskom, odnosno arteske horizonte sa pijaćom vodom, orijentaciono od 60 m do oko 400 m ispod površine terena.

Izdani sa slobodnim nivoom izdanske vode (t.z. prva izdan) formirane su u različitim vodonosnim sredinama i sa različitim režimom izdanskih voda do dubine oko 60 m (slika 18). Granice između izdvojenih tipova izdani, prema genezi vodonosne sredine, su dosta uslovne pošto nisu postojali relevantni podaci za njihovo detaljno razgraničenje.

Predložena reonizacija data je iz praktičnih razloga. Ona omogućuje lakše shvatanje prostornog rasporeda izdani i režima podzemnih voda, kao i izvođenje raznih klasifikacija i upoređenja, pošto svaki od izdvajanih tipova izdani ima određene specifičnosti i lako je prepoznatljiv.



Slika 18. Reonizacija slobodne (prve) izdani Vojvodine[5]
(1) izdani u aluvijalnim nanosima i rečnim terasama, (2) izdani u lesnim naslagama i eolskim peskovima, (3) izdani u jezersko-barskim sedimentima holocena i (4) izdani u preneogenim geološkim formacijama

5.1.5. I - Arteske izdani

5.1.5.1. Izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima plioceno-pleistocenske starosti

Za vodosnabdevanje stanovništva i industrije Vojvodine pijaćom i sanitarnom vodom izuzetno važnu ulogu imaju arteske izdani formirane u vodonosnim sredinama mlađeg pliocena, pre svega u paludinskim slojevima i starijem kvartaru (pleistocenu). Njihov značaj treba posebno istaći zbog toga što su zaštićene debelim vodonepropusnim naslagama od raznih zagađenja sa površine terena. Visoko kvalitetne podzemne vode akumulirane su u vodopropusnim peskovitim horizontima. Akumulacije slobodnih podzemnih voda nalaze se pod različitim pritiskom (arteske izdani).

Iz arteskih izdani Vojvodine, prema poslednjem Vodnom bilansu rađenom 1998. godine, na oko 260 izvorišta koristi se prosečno dnevno 3,3 m^3/s vode (najviše u Banatu 1,6 m^3/s, zatim u Bačkoj 1,4 m^3/s, a najmanje u Sremu 0,3 m^3/s).

[5] Vasiljević M. (1999) Mogućnost korišćenja podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrije u Panonskom basenu (Banat i Bačka), Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, RGF Beograd, Beograd.

Ovaj tip izdani formiran je u peskovima različite granulacije, ređe šljunkovitim peskovima nastalim u jezersko-barskim uslovima, u završnoj fazi egzistencije Panonskog mora. Izuzev na Fruškoj gori i Vršačkim planinama razvijen je skoro na celoj teritoriji Vojvodine.

Sa aspekta snabdevanja stanovništva i prehrambene industrije sanitarnom vodom interesantni su vodonosni horizonti do dubine oko 400 m (južni Srem). Ispod ove dubine podzemne vode se za ove svrhe bez kompleksnije tehnološke intervencije ne mogu koristiti, zbog povećane ukupne mineralizacije, organskih materija, temperature i dr.

Na prostoru severnog i srednjeg Banata, istočne i srednje Bačke i zapadnog Srema u geološkom stubu do dubine 400 m javlja se više vodonosnih slojeva, odvojenih slojevima čiste ili peskovite gline ili glinovitih peskova. Debljina peskovitih vodonosnih slojeva iznosi od nekoliko metara do oko 50 m, najčešće 10-20 m. Koeficijent filtracije najčešće se kreće u granicama od 10^{-4}-10^{-3} m/s. Vodonosni slojevi nemaju kontinuirani regionalni razvoj, već su dosta česti lateralni prelazi u facije sa glinovitim ili alevritiskim razvićem, što veoma otežava korelaciju slojeva.

Hidraulička veza između pojedinih vodonosnih slojeva nije dovoljno proučena. Verovatno da hidraulička povezanost u različitim nivoima kao i sa površinom u širem prostoru postoji, ali da su putevi komuniciranja složeni i otežani, a time i mogućnost prihranjivanja arteskih izdani, naročito dubljih. Na takvu mogućnost ukazuje opadanje statičkog nivoa izdanskih voda na skoro svim izvorištima tokom dosadašnje intenzivne eksploatacije. Na izvorištima u Subotici, Vrbasu, Bečeju, Zrenjaninu, Kikindi, Bačkoj Topoli i nekim drugim zabeleženo je godišnje snižavanje statičkog nivoa izdani 0,4-0,9 m.

Položaj (povlate) prvog arteskog kompleksa na području Bačke i Banata prikazan je na strukturnoj karti (slika 19). Na karti su prikazane apsolutne visine povlate najpliće (prve) arteske izdani. Arteske izdani najdublje zaležu u severoistočnom Banatu, kao i u južnom Sremu, a najpliće u obodnim zonama oko Fruške gore i Vršačkih planina.

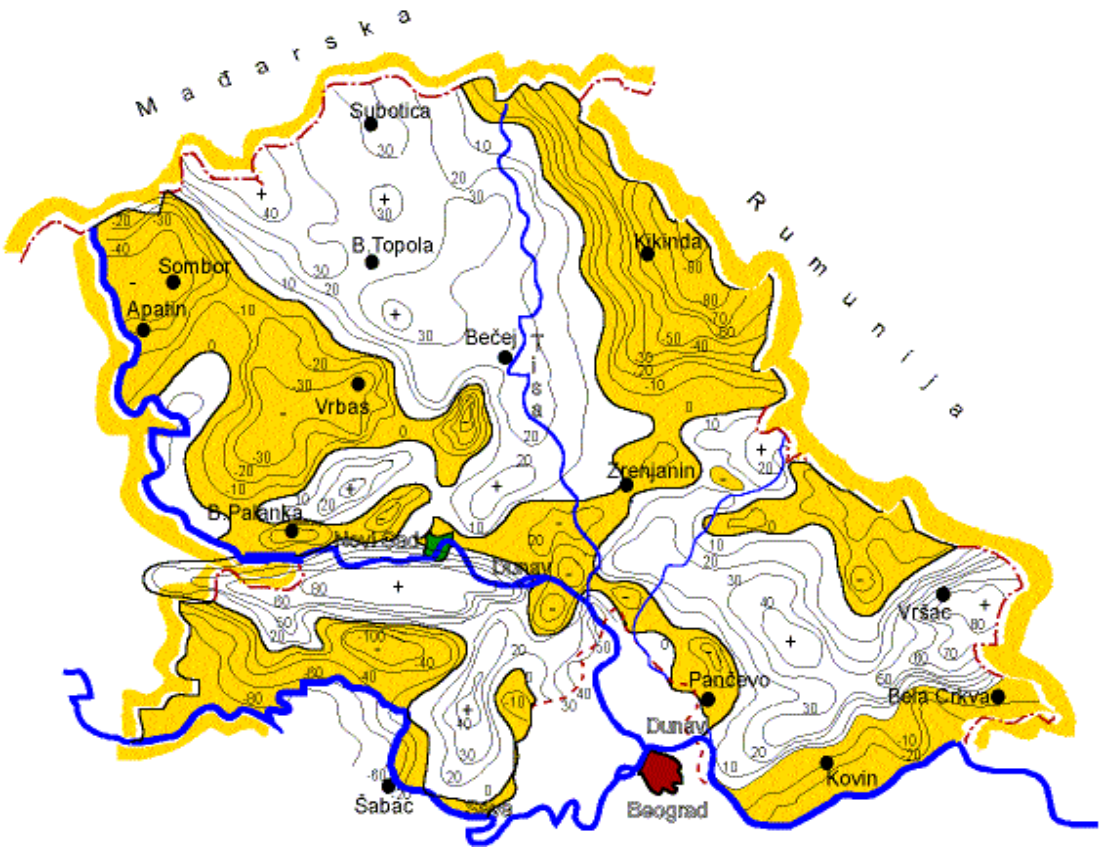
Imajući u vidu strukturu i rasprostranjenje vodonosnog kompleksa mogu se objasniti različiti uslovi za prihranjivanje i pražnjenje izdani formirane u njemu.

Prihranjivanje izdani se vrši preko izdanačke zone po obodu Fruške gore i Vršačkih planina, kao i širem okruženju Panonskog basena, direktnom infiltracijom površinskih voda koje dotiču sa slivne površine i padavina koje padnu na izdanačku površinu.

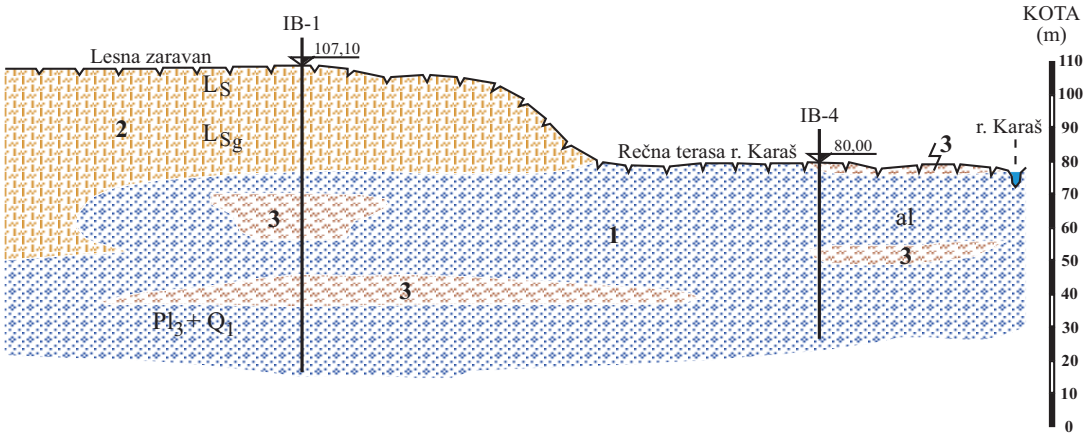
Vodotoci Karaš i Nera na području južnog Banata zasekli su rečna korita ili u samom kolektoru u kojem je formirana prva arteska izdan ili njihov savremeni rečni nanos ostvaruje direktnu hidrauličku vezu sa navedenom izdani (slika 20).

Direktna hidraulička veza potvrđena je stacionarnim osmatranjima u široj zoni izvorišta vodovoda Straža. Čitavim svojim tokom, od ulaska u teritoriju naše zemlje navedeni vodotoci direktno prihranjuju prvu artesku izdan. Hidraulička veza izdani sa vodama iz površinskih vodotoka utvrđena je i na severnim i južnim obroncima Vršačkog brega.

Površine rasprostranjenja eolskih sedimenata predstavljaju značajne zone prihranjivanja preko kojih atmosferske padavine posredno prihranjuju prvu artesku izdan. Atmosferske padavine zbog dobre vertikalne vodopropusnosti poniru relativno brzo do prvih vodonosnih peskova u podini odakle se posredno infiltriraju u dublje izdani. Oblast severozapadne Bačke i južnog Banata predstavljaju najznačajnije prihranjivače prve arteske izdani, što jasno pokazuje karta hidroizohipsi (slika 21). Akumulativna sposobnost eolskih sedimenata i značajna retenzija voda od padavina u njima, pored značajnog prostornog rasprostranjenja, imaju velikog uticaja na prihranjivanje arteske izdani.



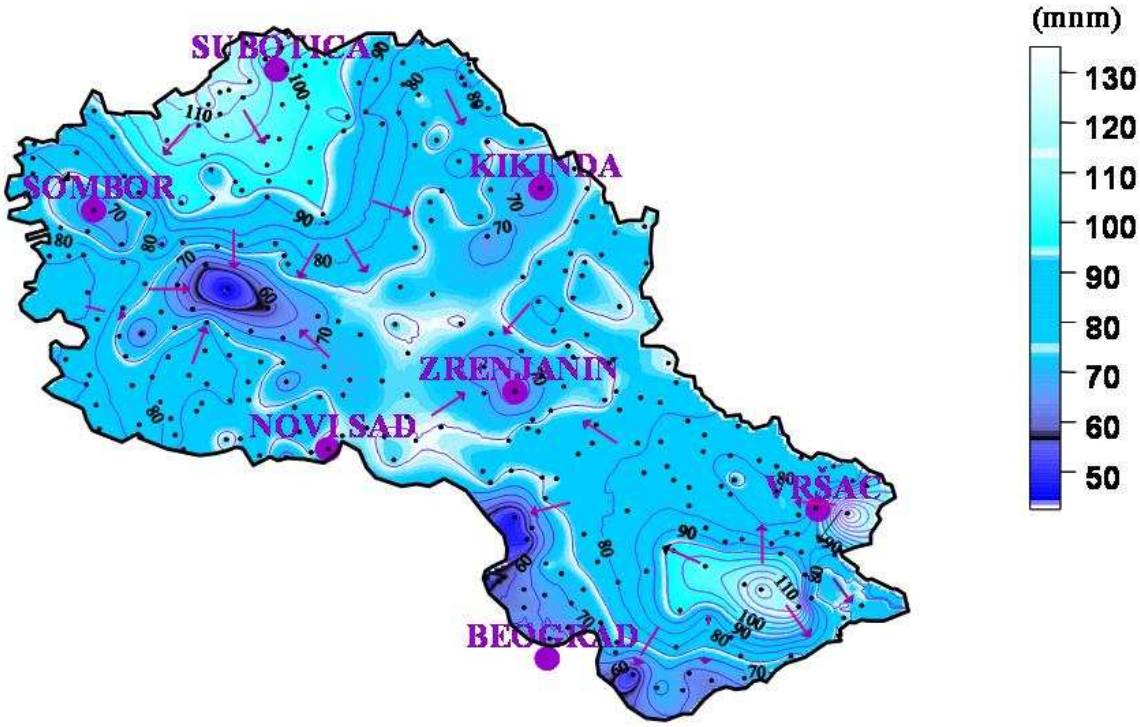
Slika 19. Strukturna karta po povlati arteske izdani na području Vojvodine[6]



Slika 20. Litološki profil upravan na korito reke Karaš kod izvorišta vodovoda Straža[7]
1. dobrovodopropusne stene – peskovi i šljunkovi; 2. slabije vodopropusne stene – les i lesoidne gline; 3. uslovno vodonepropusne stene – gline.

[6] Vasiljević M., Milosavljević S., Filipović B. (1999) Stanje i perspektive hidrogeoloških istraživanja i korišćenja podzemnih voda u Vojvodini, Zbornik radova XII Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Novi Sad.

[7] Stojiljković D. (1994) Ugroženost poljoprivrednih zemljišta površinskim i podzemnim vodama u slivu Karaša i Nere, Monografija "Uređenje, korišćenje i zaštita voda Vojvodine", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad



Slika 21. Karta hidroizohipsi prve arteske izdani području Banata i Bačke - krajem devedesetih godina [8,9]

Prihranjivanje prve arteske izdani vrši se i delimičnom infiltracijom voda iz slobodne izdani i pretakanjem iz dubljih arteskih izdani u zavisnosti od pritisaka i njihovih međusobnih odnosa. Tamo gde je izdan bliže podini slobodne izdani povećava se uticaj infiltracije voda iz jedne izdani u drugu.

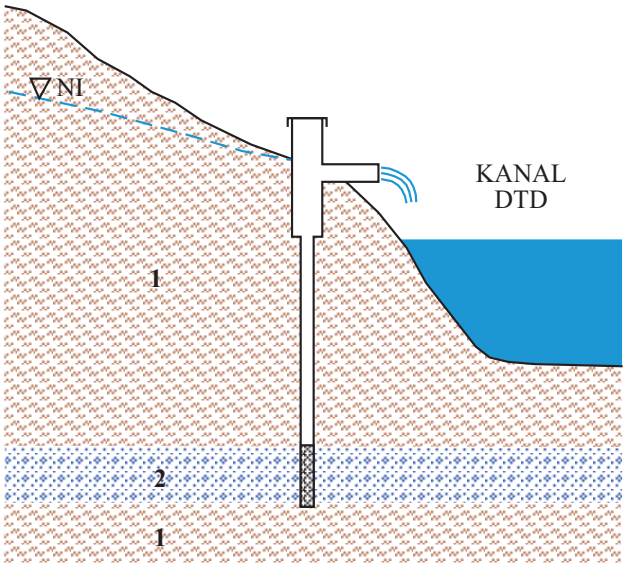
Pražnjenje prve arteske izdani vrši se u korito ili savremene rečne nanose površinskih vodotoka, u delovima terena gde njihov niži vodostaj uslovljava funkciju drena. U različitim hidrološkim uslovima površinski vodotoci menjaju ulogu, od prihranjivača do drena.

Kanal DTD, na potezu od Ritiševa do Grebenca ima direktnu hidrauličku vezu sa prvom arteskom izdani. Na potezu tzv. „Potporanjske vododelnice" kanal je prirodni dren za vode prve arteske izdani. Zbog ugroženosti kanala izdanskim vodama koje su pod znatno većim pritiskom urađeni su veštački drenovi (rasteretni vertikalni bunari duž trase kanala) preko kojih se snižava pritisak u arteskoj izdani. Ovim putem se drenira oko 60 l/s kvalitetnih izdanskih voda (slika 22).

---

[8] Vasiljević M. (1999) Mogućnost korišćenja podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrije u Panonskom basenu (Banat i Bačka), Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, RGF Beograd, Beograd

[9] Vasiljević M., Milosavljević S., Filipović B. (1999) Stanje i perspektive hidrogeoloških istraživanja i korišćenja podzemnih voda u Vojvodini, Zbornik radova XII Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Novi Sad



Slika 22. Šematski prikaz dreniranja I arteske izdani u kanal veštačkim putem (preko drenažnih – rasteretnih bunara.
1. slabovodopropusne stene – gline i peskovite gline;2. dobrovodopropusne stene – peskovito-šljunkoviti sediment.

Dreniranje izdani veštačkim putem dobija sve veći značaj kada se ima u vidu da ova izdan predstavlja osnovni izvor snabdevanja pijaćom vodom stanovništva i industrije na čitavoj površini rasprostranjenja. Dosadašnjom eksploatacijom već su uzrokovana sniženja pritiska izdanskih voda skoro na čitavom prostoru[10,11]. Najizraženije snižavanje dostiglo je oko 30,0 m u južnoj Bačkoj; snižavanje u području zapadne Bačke, srednjeg i severnog Banata dostiglo je 20,0 m. Precrpljivanje je dovelo do izmene u režimu izdanskih voda (slika 21).

Kada se govori o režimu izdani pre svega se misli na režim nivoa izdani. Isti je karakterističan za sedimentacione basene geosinklinalnog tipa. Posmatrano kroz duži vremenski period može se reći da se radi o stabilnom režimu. Višegodišnje promene režima se mogu vezati, uglavnom, na veštačko nastale uslove izazvane delovanjem čoveka.

Tokom godine se osećaju promene u zavisnosti od meteoroloških i hidroloških uslova. Takve promene su veće u plićim delovima izdani, dok se sa dubinom značajno smanjuju. Imajući u vidu da se godišnje oscilacije ciklično ponavljaju onda ima smisla analizirati promene režima nivoa izdani u regionalnom planu samo kao višegodišnje.

Arteska izdan formirana u sedimentacionom kompleksu pliocensko-pleistocenske starosti u dosadašnjem periodu predstavlja osnovnu izdan iz koje se vrši snabdevanje pijaćom vodom stanovništva i industrije. Imajući u vidu eksploataciju voda iz ove izdani u količini oko 3 m^3/s u 1990. godini i efekte iste izražene kroz iznete promene u režimu

[10] Vasiljević M. (1999) Mogućnost korišćenja podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrije u Panonskom basenu (Banat i Bačka), Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, RGF Beograd, Beograd

[11] Vasiljević M., Milosavljević S., Filipović B. (1999) Stanje i perspektive hidrogeoloških istraživanja i korišćenja podzemnih voda u Vojvodini, Zbornik radova XII Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Novi Sad

izdani jasno je da se mora uspostaviti ravnoteža između eksploatacije i mogućnosti prirodnog obnavljanja rezervi.

Na osnovu geometrije izdani i osnovnih filtracionih karakteristika može se sa sigurnošću tvrditi da postoje ogromne geološke (prirodne) rezerve slobodnih podzemnih voda.

Na većem broju izvorišta vodovoda u dosadašnjem periodu urađene su procene eksploatacionih rezervi i određene reprezentativne vrednosti filtracionih karakteristika vodonosne sredine. Dobijeni parametri određeni metodama matematičke statistike balansirani su na bazi rezultata ostvarenih u eksploataciji. Time su za sada u proceni regionalnih geoloških rezervi za prvu artesku izdan na celom prostoru usvojene vrednosti specifične izdašnosti, odnosno, efektivne poroznosti $\mu = 0,2$ dok je za slobodnu izdan ta vrednost nešto veća ($\mu = 0,25$).

Za potrebe vodosnabdevanja većih gradova u Vojvodini u dosadašnjoj praksi formirana su izvorišta na ograničenom prostoru, eksploatacionih rezervi od više stotina l/s. Kod nekih izvorišta registrovana su lokalna precrpljivanja u većem stepenu. Neka od postojećih izvorišta imaju mogućnosti za proširenje kapaciteta. Znatno je veći broj izvorišta reda veličine od nekoliko desetina do nekoliko stotina l/s. Na slici 15 je uočljivo da je mogućnost proširenja izvorišta, koja kaptiraju vode arteske izdani ograničena na području severne Bačke i južnog Banata. Pored navedenog može se računati na povećanje kapaciteta izvorišta u zapadnom Sremu.

Eksploatacija podzemnih voda iz arteskih (i subarteskih) izdani odvija se putem bušenih bunara različitih prečnika i konstrukcija. Njihova dubina najčešće se kreće od 60-160 m, u ređim slučajevima prelazi 200 m. Najdublji bunari u Vojvodini nalaze se u severoistočnom Banatu na potezu od Đale do Srpske Crnje sa dubinom do 300 m i u zapadnom Sremu, gde dubina bunara dostiže 400 m. Izdašnost bunara koji kaptiraju arteske (i subarteske) izdani kreće se najčešće od 10-20 l/s, a specifična izdašnost od 2-5 l/s/m, zavisno od konstrukcije i tehnologije izrade bunara.

Iz arteske izdani snabdevaju se: Sombor, Odžaci, Subotica, Bačka Topola, Crvenka, Kula, Horgoš, Kanjiža, N. Kneževac, Čoka, Kikinda, Ada, Bečej, N. Bečej, Zrenjanin, Sečanj, Kovačica, Kačarevo, Banatski Karlovac, Vršac, Bela Crkva, Bač, Bački Petrovac, Srbobran, Inđija, Stara Pazova, Ruma, Pećinci i brojna druga naselja.

Generalni pad statičkog nivoa izdanskih voda, odnosno smanjenje rezervi podzemnih voda, sporo obnavljanje dinamičkih rezervi i stalno povećanje obima eksploatacije iz ovog kompleksa nalažu da se ubuduće sa potrošnjom mora racionalisati i bolje gazdovati. Vode ove izdani treba isključivo koristiti za vodosnabdevanje stanovništva.

5.1.6. II – Izdani sa slobodnim nivoom

5.1.6.1. *Izdani u aluvijalnim nanosima i rečnim terasama (1)*

Veoma značajnu ulogu u vodosnabdevanju Vojvodine imaju izdani formirane u aluvijalnim nanosima Dunava i Save, u manjoj meri Tise i ostalih rečnih tokova, kao i u rečnim terasama. Iz ovih izdani, prema poslednjem Bilansu urađenom 1998. godine, eksploatiše se prosečno dnevno 2,5 m^3/s podzemne vode. Najintenzivnija eksploatacija vrši se iz priobalja Dunava i njegovih terasa 2,1 m^3/s, znatno manje iz priobalja Save 0,4 m^3/s (nisu uračunate količine koje se eksploatišu za potrebe Beogradskog vodovoda), a najmanje iz priobalja Tise 0,02 m^3/s.

Prostorni raspored ovog tipa izdani prikazan je na slici 18.

Vodonosne sredine u kojima je formiran ovaj tip izdani generalno imaju slično razviće. Izgrađene su pretežno od peskova i šljunkova, debljine 10-60 m. U donjem delu zastupljeni su šljunkovi, šljunkoviti peskovi i peskovi, koji imaju funkciju hidrogeološkog kolektora, a u gornjem alevritski peskovi, alevriti i alevritske gline, koji predstavljaju povlatni slabovodopropusni sloj. Povlatni slabovodopropusni pokrivač, debljine 2-10 m, razvijen je skoro na celom prostoru. Podinu šljunkovito-peskovitom kompleksu čine vodonepropusne gline i peskovite gline pleistocenske ili paludinske starosti.

U ovim vodonosnim sredinama formiran je zbijeni tip izdani sa slobodnim nivoom izdanske vode, koji u periodima hidroloških maksimuma na područjima gde je povlatni izolator dobro razvijen prelazi u izdan pod pritiskom. Nivo izdani najčešće varira od 2-5 m ispod površine terena, a godišnja amplituda kolebanja nivoa sa udaljavanjem od vodotoka je znatno manja. Režim i bilans voda ovih izdani, naročito u priobalno-aluvijalnim sredinama je pod dominantnim uticajem režima vodostaja rečnih tokova. Izdani formirane u naslagama rečnih terasa prihranjuju se na više načina: iz rečnih tokova i kanala, na račun infiltracije atmosferskih padavina i u nekim slučajevima pretakanjem iz arteskih izdani. Dreniranje izdani vrši se preko rečnih tokova i kanala, evaporacijom i preko bunara.

Najpovoljnije hidrogeološke i hidrodinamične karakteristike imaju aluvioni Dunava i Save u pojedinim segmentima rečnog toka. Priobalje Dunava ima najbolje filtracione karakteristike na sektorima Bezdan-Bogojevo, Futog-Petrovaradin, Kovin-Dubovac i na potezu kod Pančeva, a priobalje Save na sektorima Jamena-Sremska Mitrovica i Jarak-Grabovci.

Generalno posmatrano, debljina vodonosnog peskovito-šljunkovitog kompleksa na navedenim sektorima varira u širokim granicama, od 8-50 m. Koeficijent filtracije je reda veličine od 10^{-5}-10^{-3} m/s, a efektivna poroznost 0,14-0,23 t.j. aluvioni Tise i ostalih manjih reka, kao i rečne terase imaju manje debljine i lošije filtracione karakteristike usled prisustva pelitske frakcije, dok se sredine sa boljim filtracionim svojstvima javljaju samo lokalno.

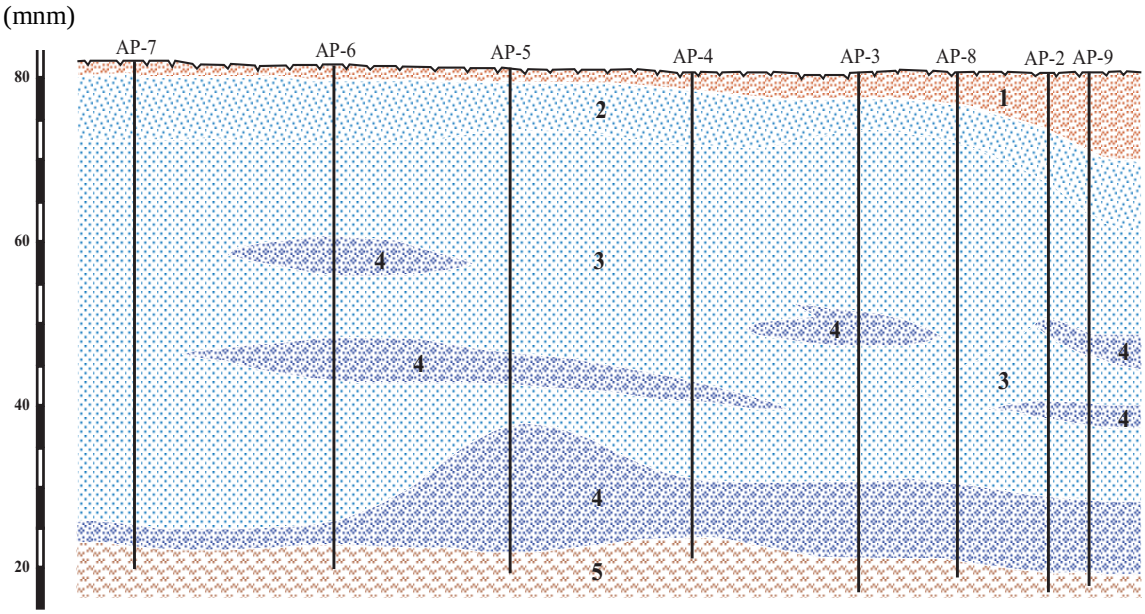
Strukturno-geološke i filtracione karakteristike naznačenih izvorišta imaju sličnosti, ali je sa aspekta njihove perspektivnosti važno navesti svaki lokalitet.

Potez Bezdan – Bogojevo predstavlja pojas uz levu obalu Dunava na kojem je formirano izvorište vodovoda za grad Apatin sa predviđenim proširenjem u regionalni sistem zapadne Bačke. Karakterističan litološki profil izvorišta dat je na slici 23.

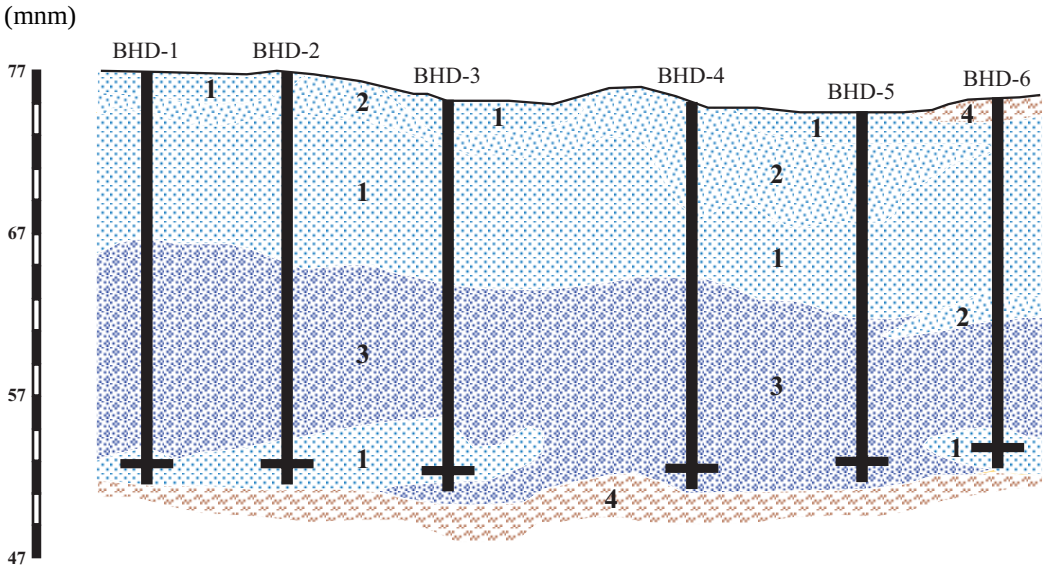
Vodonosna sredina se izdvaja kao dvoslojevita sa dubljim šljunkovito-peskovitim delom moćnosti oko 40 m i koeficijentom filtracije $K_M = 5{,}5 \cdot 10^{-4}$ m/s i plićim peskovitim do peskovito-glinovitim delom moćnosti 15–20 m i koeficijentom filtracije $K_m = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Za vodonosnu sredinu izvođenjem opitnih crpenja i modeliranjem je utvrđena prosečna vodopropusnost $T = 2 \cdot 10^{-2}$ m^2/s i efektivna poroznost $\mu = 0{,}20$.

Na desnoj obali Dunava, na području grada Beočina, vrši se eksploatacija podzemnih voda iz aluvijalnog nanosa preko jednog reni bunara, kapaciteta 50-60 l/s. Stepen istraženosti ovog perspektivnog izvorišta je veoma nizak. Sirova voda se već tri decenije uspešno prečišćava u fabrici vode "Beočin".

U priobalju Dunava kod Novog Sada, na potezu Futog-Petrovaradin, izdvojeni su lokaliteti Futoška ada, Adice, Kamenička ada, Štrand, Petrovaradinska ada i Ratno ostrvo. Na ovim lokalitetima formirana je izdan u aluvijalnim šljunkovito-peskovitim naslagama koja se koristi za vodosnabdevanje grada Novog Sada i njegove okoline. Iz ovih izvorišta crpi se oko 1,5 m^3/s podzemnih voda za gradski vodovod. Karakterističan litološki profil izvorišta Ratno ostrvo prikazan je na slici 24. Vodonosna sredina se i ovde izdvaja kao dvoslojevita. Donji deo izgrađuju šljunkovi i šljunkoviti peskovi moćnosti oko 10 m sa koeficijentom filtracije $K_M = (1–3) \cdot 10^{-2}$ m/s dok plići deo izgrađuju peskovi moćnosti 5–10 m sa koeficijentom filtracije $K_m = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

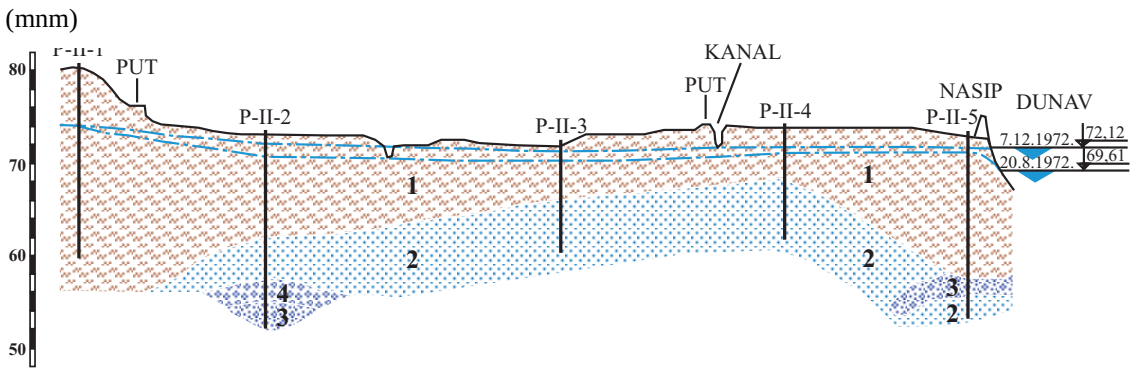


Slika 23. Litološki profil izvorišta vodovoda Apatin.
1. glina peskovita; 2. pesak prašinast; 3. pesak srednjezrn do krupnozrn; 4. šljunak i šljunkovit pesak; 5. glina.



Slika 24. Litološki profil izvorišta vodovoda Novi Sad, „Ratno ostrvo". 1. pesak; 2. pesak prašinast; 3. šljunak - šljunkovit pesak; 4. glina.

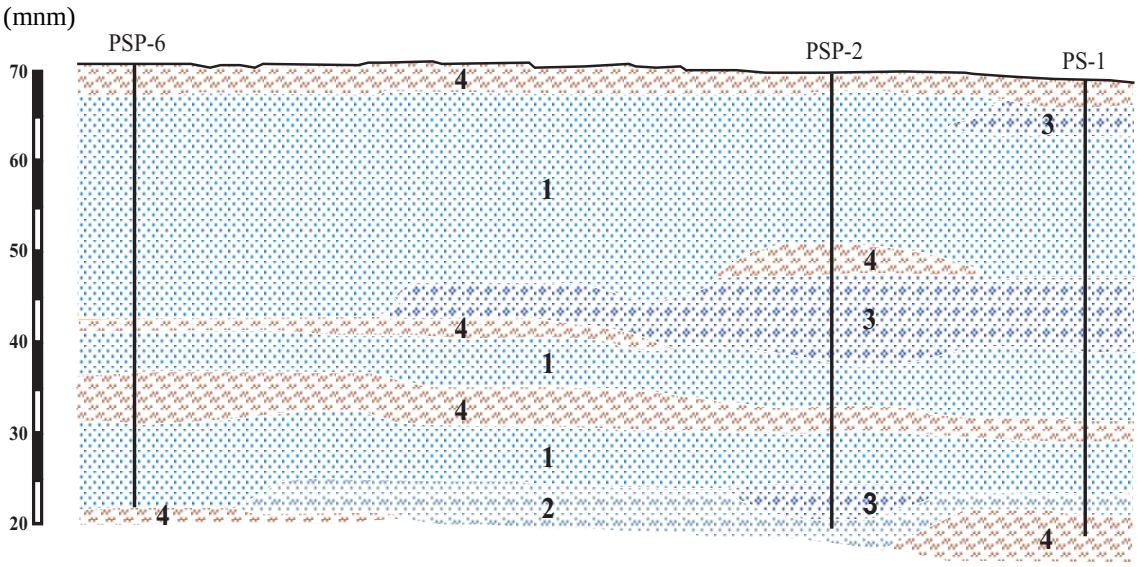
Potez Knićanin – Čenta se nešto razlikuje u litofacijalnim karakteristikama u odnosu na prethodne lokalitete. Karakterističan litološki profil prikazan je na slici 25.



Slika 25. Litološki profil na području Knićansko – Čenćanskog rita. 1. glina; 2. sitnozrni i srednjezrni peskovi; 3. šljunkovi malo peskoviti; 4. šljunkovi.

U aluvijalnom nanosu Tise i Dunava pretežno peskovitog sastava lokalno su zastupljeni prašinasti peskovi u plićim delovima i šljunkovi u dubljim delovima. Dubina zaleganja peskovitih sedimenata kreće se od nekoliko metara do 25 m ispod površine terena. Koeficijent filtracije pretežno peskovitog kolektora kreće se oko $K = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Očigledno je aluvijalni nanos reke Tise usled većeg prisustva sitnozrne frakcije sedimenata niže vodopropusnosti u odnosu na aluvion Dunava ($T = 1 \cdot 10^{-3}$ m^2/s).

Na prostoru Pančevačkog rita, istraživanjima za potrebe vodosnabdevanja gradova Beograda i Pančeva, kao i za potrebe lokalnih izvorišta, utvrđene su osnovne litofacijalne i filtracione karakteristike aluvijalnog nanosa Dunava i njegovih pritoka. Karakterističan litološki profil terena na prostoru izvorišta vodovoda Gradska šuma kod Pančeva prikazan je na slici 26.

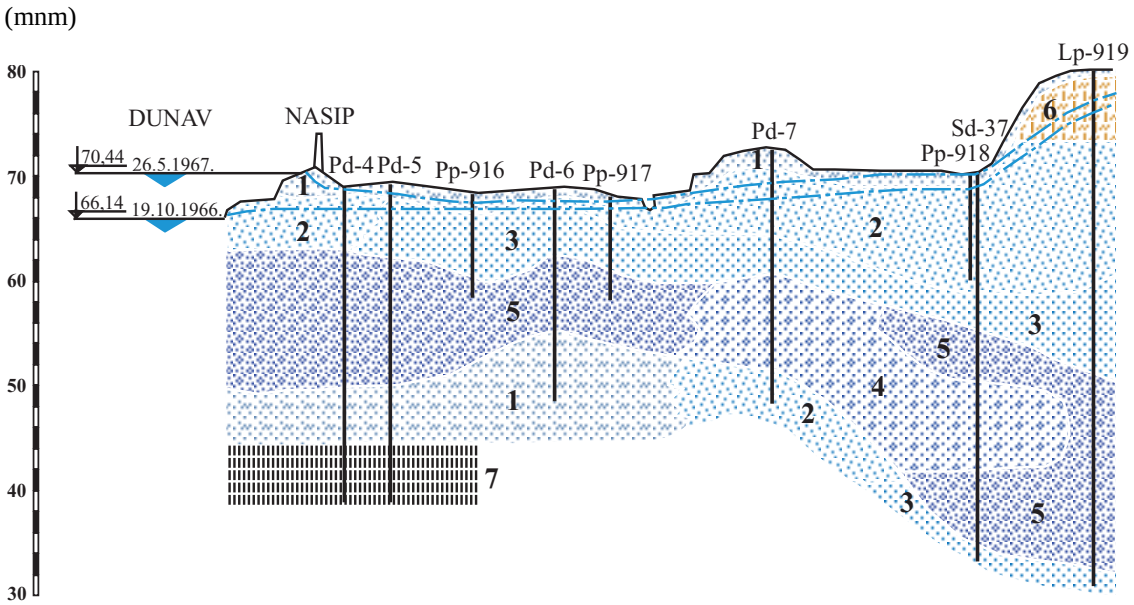


Slika 26. Litološki profil izvorišta vodovoda Pančevo, „Gradska šuma". 1. pesak; 2. pesak malo glinovit; 3. pesak šljunkovit; 4. glina.

I na prostoru Pančevačkog rita aluvijalni nanos većim delom izgrađuju sedimenti peskovitog sastava sa sočivima i proslojcima šljunkovitih, peskovito-šljunkovitih i glinovitih sedimenata. Moćnost izdani formirane u ovim sedimentima najčešće se kreće od 20–30 m sa vodopropusnošću reda veličine $T = 1 \cdot 10^{-3}$ m^2/s i efektivnom poroznošću μ = 0,15–0,20.

Potez Pančevo – Dubovac predstavlja značajnu površinu rasprostranjenja aluvijalnog nanosa Dunava. Aluvijalna ravan prati tok Dunava u pojasu prosečne širine oko 4 km u dužini oko 70 km. Severnu granicu aluvijalne ravni čini rečna Terasa, po čijem obodu su razvijena naselja Vojlovica, Starčevo, Omoljica, Brestovac, Pločica, Skorenovac, Kovin, Gaj i Dubovac.

Karakterističan litološki profil terena na delu od Kovina do Dubovca prikazan je na slici 27.



Slika 27. Litološki profil na potezu Kovin – Dubovac. 1. supesak; 2. prašinasti peskovi i prašine; 3. sitnozrni i srednjezrni peskovi; 4. peskovi šljunkoviti; 5. šljunkovi peskoviti; 6. lesolika suglina; 7. ugalj.

U litološkom pogledu teren izgrađuju sedimenti jako promenljivog granulometrijskog sastava. Generalno se mogu izdvojiti dvoslojeviti peskovito-šljunkoviti sedimenti kao nosioci slobodnih podzemnih voda i prašinasti do prašinasto-glinoviti slabovodopropusni krovinski sedimenti. Peskovito-šljunkoviti vodonosni sedimenti su moćnosti 15–25 m sa koeficijentom filtracije $K = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s do $1 \cdot 10^{-3}$ m/s i efektivnom poroznošću μ = 0,16–0,23. Učešće šljunkovite frakcije u građi vodonosnog kolektora povećava se nizvodno od Kovina, kao posledica priliva nanosa reke Morave. U podini vodonosne peskovito-šljunkovite serije zastupljeni su sedimenti pontiske serije (alevritski peskovi, alevriti i ligniti).

Na površini rasprostranjenja izdani određene su vrednosti koeficijenta filtracije i specifične izdašnosti bunara. Na celoj površini rasprostranjenja peskovito-šljunkoviti sedimenti su dobre vodopropusnosti sa vrednostima koeficijenta filtracije od $1 \cdot 10^{-3}$ do $1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Specifična izdašnost vertikalnih bušenih bunara kreće se u dijapazonu od 1-10 l/s/m.

Za izdani formirane u terasnim i aluvijalnim sedimentima može se reći da imaju najpovoljnije uslove prihranjivanja. Ovo se posebno odnosi na delove izdani bliže koritu Dunava kod kojih je najčešće ostvarena direktna hidraulička veza izdanskih voda i voda iz vodotoka. U ovim delovima izdani ostvaruje se relativno brza vodozamena, što omogućava zahvatanje značajnih količina dinamičkih rezervi. Sa udaljavanjem od korita Dunava smanjuje se uticaj direktne hidrauličke veze na prihranjivanje i pražnjenje izdani, a raste uticaj drugih faktora kao što su površinske vode kanalske mreže, površinske vode iz prirodnih i veštačkih akumulacija, padavine, temperatura, priliv voda iz drugih izdani.

Prihranjivanje izdani filtracijom voda iz dubljih izdani ima značajnog udela u ukupnom bilansu, a posebno tamo gde je ostvarena direktna hidraulička veza kao što je to slučaj u južnom Banatu.

U delovima gde vodopropusne peskovite naslage izbijaju na površinu terena povećava se uticaj padavina i evapotranspiracije na bilans izdanskih voda.

Na prostorima gde je zbog prisustva sitnozrnih čestica smanjena vodopropusnost hidrogeološkog kolektora dolazi i do smanjenja hidrauličke komunikacije izdanskih voda sa vodama iz vodotoka. Ovakvi uticaji odražavaju se u širem prostoru ušća Tise.

Izgradnjom površinskih akumulacija, veštačkih akumulacija, osnovne kanalske mreže kao i navodnjavanjem poljoprivrednih površina znatno su poboljšani uslovi za prihranjivanje voda izdani formirane u aluvijalnim i terasnim naslagama.

Postoje povoljni uslovi za povećanje dinamičkih rezervi voda ove izdani veštačkim prihranjivanjem. Za poboljšano prihranjivanje izazvano usporom na površinskim vodotocima Dunavu i Tisi može se reći da i ono predstavlja oblik planiranog veštačkog prihranjivanja ove izdani. Međutim, kad govorimo o veštačkom prihranjivanju prevashodno mislimo na plansko povećanje dinamičkih rezervi određenog izvorišta putem upojnih bunara, infiltracionih bazena i slično. O takvim mogućnostima na prostorima Banata i Bačke se uveliko razmišlja i verovatno će u skorije vreme biti uvedene u praksu. Izdan se generalno prazni u korito Dunava. Lokalno pražnjenje u vodotoke i kanale ne predstavlja dominirajući uticaj, ali ima velikog lokalnog značaja.

U pojedinim delovima izdani raste uticaj evapotranspiracije, zahvaljujući odsustvu slabovodopropusnog krovinskog pokrivača i manjoj dubini nivoa izdani ispod površine terena.

Sigurno je da se deo izdanskih voda postepeno infiltrira u dublje vodonosne horizonte. Stepen uticaja ovog elementa u bilansu rashoda izdani nije dovoljno istražen.

Izdan formirana u terasnim i aluvijalnim sedimentima može biti sa slobodnim nivoom ili subarteska. Zavisno od lokalnih morfoloških, strukturno-geoloških i hidroloških faktora nivo izdani može da bude slobodan, pod pritiskom ili složen. Do promena tipa izdani u zavisnosti od položaja nivoa izdani može doći tokom hidrološke godine usled promene hidrometeoroloških i hidroloških uslova.

Stepen zavisnosti režima izdani od režima vodostaja Dunava u direktnoj je funkciji udaljenosti od korita Dunava. Sa udaljavanjem od korita Dunava smanjuje se uticaj režima vodostaja Dunava a povećava uticaj hidrometeoroloških faktora.

Nivo izdani najčešće varira od 2–5 m ispod površine terena dok godišnja amplituda kolebanja opada sa udaljavanjem od korita Dunava.

Vode ove izdani generalno se kreću od severa ka jugu odnosno od severozapada ka jugu. S obzirom da se izdan prihranjuje doticajem voda iz slobodne izdani u eolskim peskovima i lesoidnim naslagama te da je tok Dunava od severozapada ka jugoistoku onda je saglasno tome i očekivan pravac i tok voda ove izdani.

Promene izazvane izgradnjom površinskih akumulacija na Dunavu i sistema DTD ogledaju se u smanjenju hidrauličkog gradijenta nivoa izdani.

Eksploatacija podzemnih voda iz ovih izdani vrši se bušenim bunarima velikog prečnika, a u Novom Sadu, Beočinu i Pančevu izgađeni su reni bunari. Najveća izvorišta koja kaptiraju vode iz ovih izdani su: Novi Sad, Titel, Pančevo, Kovin i Padinska Skela (aluvion Dunava) i Beočin, Sremska Mitrovica, Sr. Jarak i Beograd (aluvion Save). Početna izdašnost bušenih bunara je 20-30 l/s, ali vremenom opada na 10-15 l/s, a specifična izdašnost sa preko 5 l/s/m na 1-3 l/s/m. Izdašnost reni bunara kreće se do 100 l/s.

5.1.6.2. Izdani formirane u lesnim naslagama i eolskim peskovima (2)

Na prostorima Deliblatske peščare, Telečke zaravni, Subotičko-Horgoške peščare i Titelskog brega u podinskim delovima lesa i eolskih peskova, na kontaktu sa kvartarnim peskovitim sedimentima jezersko-barske facije mogu se formirati jedinstvene izdani sa slobodnim nivoom izdanske vode označene sa "2" (slika 18). Dubina ovih izdani varira od desetak metara do oko 80-90 m u Deliblatskoj peščari. Režim izdani je u funkciji atmosferskih padavina, pri čemu gornje partije lesa i eolskih peskova vrše ulogu provodnika atmosferskih voda. Prihranjuju se na račun infiltracije atmosferskog taloga, a prazne se na obodu lesnih zaravni u vidu izvora, zatim prelivanjem u druge izdani sa kojima su u direktnoj vezi, oticanjem putem kanala i jezera (Pančevo, Ludoško) i evaporacijom. Nivo izdanskih voda varira od nekoliko metara do više desetine metara ispod površine terena. Imaju ograničene rezerve i mogu se koristiti za lokalne potrebe za pojedinačne kopane ili bušene bunare manjeg kapaciteta.

5.1.6.3. Izdani formirane u jezersko-barskim sedimentima holocena (3)

Na prostoru istočnog Banata u širem pojasu pored Rumunske granice izdvojen je poseban tip izdani označen sa "3" (slika 18). Vodonosna sredina izgrađena je pretežno od sitnozrnih do zaglinjenih peskova, taloženih u jezersko-barskim uslovima u završnoj fazi egzistiranja Panonskog mora. Debljina ovih sedimenata kreće se od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Vertikalno i bočno facijalno smanjivanje je često i veoma izraženo.

U okviru ovih peskovitih proslojaka i sočiva peska formiran je zbijeni tip izdani sa slobodnim (do subarteskim) nivoom. Izdani se prihranjuju na račun atmosferskih taloga i iz površinskih tokova (kanala i reka), a dreniraju pretežno putem kopanih bunara. Zbog ograničenog prostiranja i malih rezervi ovaj tip izdani ima lokalni značaj i najčešće se koristi za tehničke potrebe ili za zalivanje manjih poljoprivrednih površina, putem kopanih ili bušenih bunara. Bunari koji kaptiraju ovu izdan najčešće imaju izdašnost od 3-5 l/s. Kvalitet vode varira u širokim granicama. Pripadaju tipu alkalnih do zemnoalkalnih voda, sa ukupnom mineralizacijom od oko 500-900 mg/l i znatno povećanim sadržajem ukupnog gvožđa i organskih materija, koji vodi daju žućkastu boju.

5.1.6.4. Izdani formirane u preneogenim geološkim formacijama (4)

U centralnim delovima Fruške gore i Vršačkih planina nalaze se karbonatne stene preneogene starosti, zatim serpentiniti i druge magmatske stene. U ovim geološkim formacijama formiraju se pukotinski ili karstni tipovi izdani (u trijaskim krečnjacima).

Najčešće se radi o uslovno “bezvodnim” delovima terena (kristalasti škriljci, serpentiniti, fliš, magmatske stene). Rasprostranjenje ove izdani označeno je sa "4" (slika 18).

U površinskim, ispucalim delovima kristalastih škriljaca mogu se formirati izdani sa pukotinskom poroznošću, čija izdašnost ne prelazi 0,1 l/s. Na kontaktu kristalastih škriljaca i mlađih sedimenata sreće se najveći broj izvora, koji prihranjuju potoke na severnim i južnim padinama Fruške Gore. U ispucalim partijama serpentinita takođe se mogu formirati izdani malo veće izdašnosti (do 0,2 l/s).

Trijaski krečnjaci imaju ograničeno zonarno rasprostranjenje na Fruškoj Gori, pravca pružanja istok-zapad. U njima su formirane izdani pukotinskog i karstnog tipa, koje hrane karstne izvore i vrela. To su stalni izvori ali promenljive izdašnosti, zavisno od atsmoferskih padavina na račun kojih se prihranjuju. Izdašnost ovih vrela dostiže vrednost do 10 l/s. Ove izdani registrovane su na dubinama više stotina metara ispod površine terena (Vrdnik, Erdevik).

U trijaskim krečnjacima kod Kupinova akumulirane su značajne rezervi podzemnih voda koje se mogu koristiti za piće. U samom Kupinovu više decenija se vode ove izdani koriste za piće. Rasprostranjenje ovog tipa izdani u području južnog Srema nije dovoljno istraženo ali se predpostavlja da je u direktnoj vezi sa široko razvijenom izdani Mačve.

5.1.7. Uslovi zaštite podzemnih voda

Uslovi za očuvanje kvaliteta podzemnih voda u pojedinim tipovima izdani su različiti.

Izdani formirane u otvorenim i poluotvorenim hidrogeološkim strukturama, sa relativno tankim krovinskim izolatorom ili bez njega, izložene su direktnim zagađenjima sa površine terena. I tamo gde postoji nešto deblji krovinski izolator, usled dubokog zasecanja vodonepropusne sredine rečnim koritima, gustom kanalskom mrežom i drugim vodoprivrednim objektima, ostvaruje se direktna komunikacija sa površinskim vodama. Na taj način prva izdan u Vojvodini veoma je ozbiljno ugrožena od raznih površinskih zagađivača (industrijski objekti, deponije, septičke jame, intenzivna poljoprivredna delatnost uz masovnu primenu veštačkih đubriva i pesticida, otpadne vode gradskih kanalizacija). Stepen zagađenosti je neophodno utvrditi i kontrolisati, a zaštitu i kontrolu unaprediti od mesta vodozahvata pa do distribucije.

U dubljim arteskim izdanima uslovi za očuvanje kvaliteta vode mnogo su povoljniji, ali zbog nekvalitetne izrade bunara (loša cementacija eksploatacionih cevi, neadekvatna likvidacija starih bunara i sl.) i njima preti opasnost od zagađenja.

5.2. Perspektive održivog razvoja izvorišta za snabdevanje stanovništva vodom za piće u Vojvodini

Podzemne vode su od vitalnog značaja za društveni i privredni život Vojvodine. Celokupno stanovništvo i znatan deo industrije i poljoprivrede orijentisani su isključivo na podzemne vode. Kako je napred rečeno danas se prosečno iz podzemlja zahvata preko 6,8 m^3/s vode, a u narednih 20-30 godina može se očekivati čak i povećanje potreba. Rezerve kvalitetne vode iz arteskih izdani se u pojedinim delovima Vojvodine smanjuju, jer su zahvatanja veća od dinamičkih rezervi, a ciklus obnavljanja je relativno spor. Gazdovanje ovim vodama sistemski nije uređeno. Kvalitet vode za piće, iz prve izdani veoma ozbiljno je ugrožen nekontrolisanim zagađenjima. Direktno zahvatanje vode iz površinskih vodotoka nema realne osnove. Zbog toga je perspektiva za dugoročno

obezbeđenje zdrave pijaće vode u Vojvodini zabrinjavajuća. Neophodno je preduzimanje ozbiljnih mera, od sistemskih do praktičnih organizacionih, u cilju racionalizacije eksploatacije kvalitetnih podzemnih voda, njihove zaštite pa i poboljšanja kvaliteta.

Stepen istraženosti pojedinih oblasti, za koje je utvrđena perspektivnost s aspekta otvaranja novih izvorišta lokalnog ili čak regionalog karaktera, je veoma nizak. Hidrogeološka istraživanja perspektivnih oblasti predstavljaju prvi korak ka poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini.

Planska istraživanja u cilju obezbeđenja dovoljnih količina kvalitetnih podzemnih voda za potrebe snabdevanja stanovništva vodom za piće (u perspektivi) treba da se odvijaju na sledeći način:

- istraživanje potencijalnih novih izvorišta lokalnog karaktera,
- istraživanje potencijalnih novih regionalnih izvorišta i
- proširenje kapaciteta postojećih izvorišta.

Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja terena, ocene dostignutog nivoa tehničko-tehnološke izgrađenosti sistema za organizovano snabdevanje stanovništva vodom za piće, statističkih pokazatelja o rezervama podzemnih voda i dosadašnjoj potrošnji pijaće vode može se zaključiti sledeće:

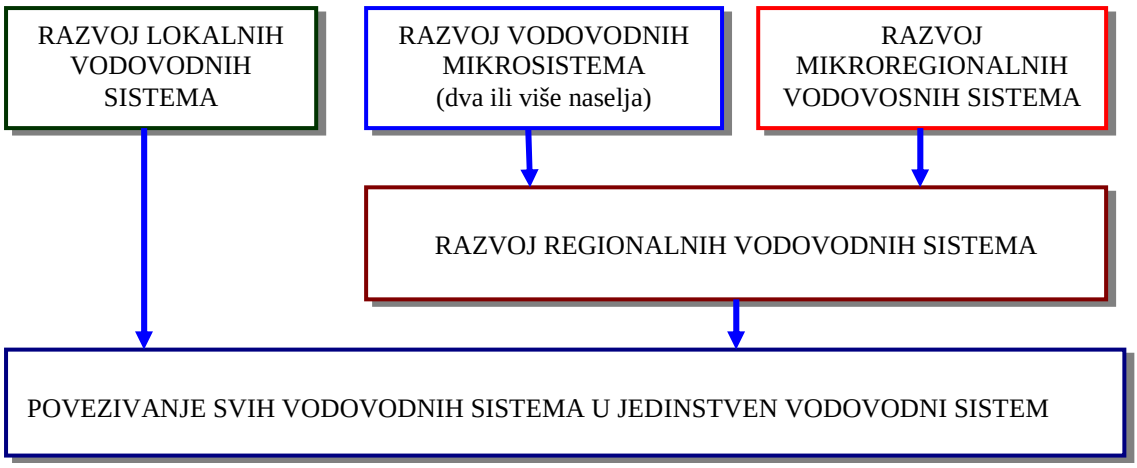
1. Na području Vojvodine postoje uslovi za dugoročan održivi razvoj izvorišta u cilju zadovoljavanja potreba stanovništva u vodi za piće,
2. Rezerve kvalitetnih podzemnih voda su ograničene, što zahteva planiranje racionalnije eksploatacije,
3. Postoje realne pretpostavke za povećanje kapaciteta većeg broja postojećih lokalnih izvorišta, kao i za otvaranje novih izvorišta u okruženju u cilju poboljšanja kvaliteta sirove vode,
4. U cilju utvrđivanja stvarnog stanja i uvođenja racionalnije eksploatacije kvalitetnih podzemnih voda neophodno je što brže uvođenje monitoringa na području AP Vojvodine,
5. Izdvojena su perspektivna područja na kojima treba intenzivirati istraživanja sa realnom pretpostavkom da omoguće formiranje izvorišta regionalnog i poluregionalnog karaktera, kojima će se omogućiti održivi razvoj vodosnabdevanja uz najmanja ulaganja.

5.2.1. Potencijalna izvorišta podzemnih voda za potrebe javnog snabdevanja stanovništva AP Vojvodine vodom za piće

Kako je napred rečeno stepen istraženosti u pogledu rezervi i kvaliteta podzemnih voda veoma je neujednačen i može se okarakterisati kao tačkast. Bez obzira što je izbušen veliki broj bunara, zbog promenljivog i složenog prostornog rasporeda vodonosnih horizonata, ostalo je dosta prostora koji nije u dovoljnoj meri istražen ili je potpuno neistražen. Takvo stanje pruža nove mogućnosti i perspektivu za poboljšanje vodosnabdevanja. Za područja koja su ocenjena kao perspektivna sa aspekta otvaranja novih izvorišta mikroregionalnog ili regionalnog ranga može se konstatovati da su delimično ili potpuno neistražena u pogledu rezervi, kvaliteta vode i moguće zaštite od spoljnih zagađenja. Stoga je jedan od prioriteta planski i organizovani prilaz istraživanju potencijalnih izvorišta koja bi obezbedila dovoljne količine podzemnih voda koje se uz pripremu klasičnim postupcima mogu koristiti za potrebe vodosnabdevanja stanovništva vodom za piće. **U tom smislu, interpretacijom i korelacijom podataka sa postojećih**

izvorišta, po metodi koja se primenjuje u hidrogeologiji, odabrano je nekoliko perspektivnih lokaliteta sa kojih bi se mogle dobiti značajne količine kvalitetne vode za vodosnabdevanje stanovništva. Ova hidrogeološka istraživanja bi predstavljala prvi korak u povezivanju postojećih vodovodnih sistema i poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva Vojvodine. **Pri izboru perspektivnih lokaliteta vođeno je računa, koliko je to moguće, da oni budu u blizini ugroženih područja (područja sa visokim sadržajem arsena i drugih štetnih materija u sirovoj vodi), kako bi vodovodni sistem bio što ekonomičniji.**

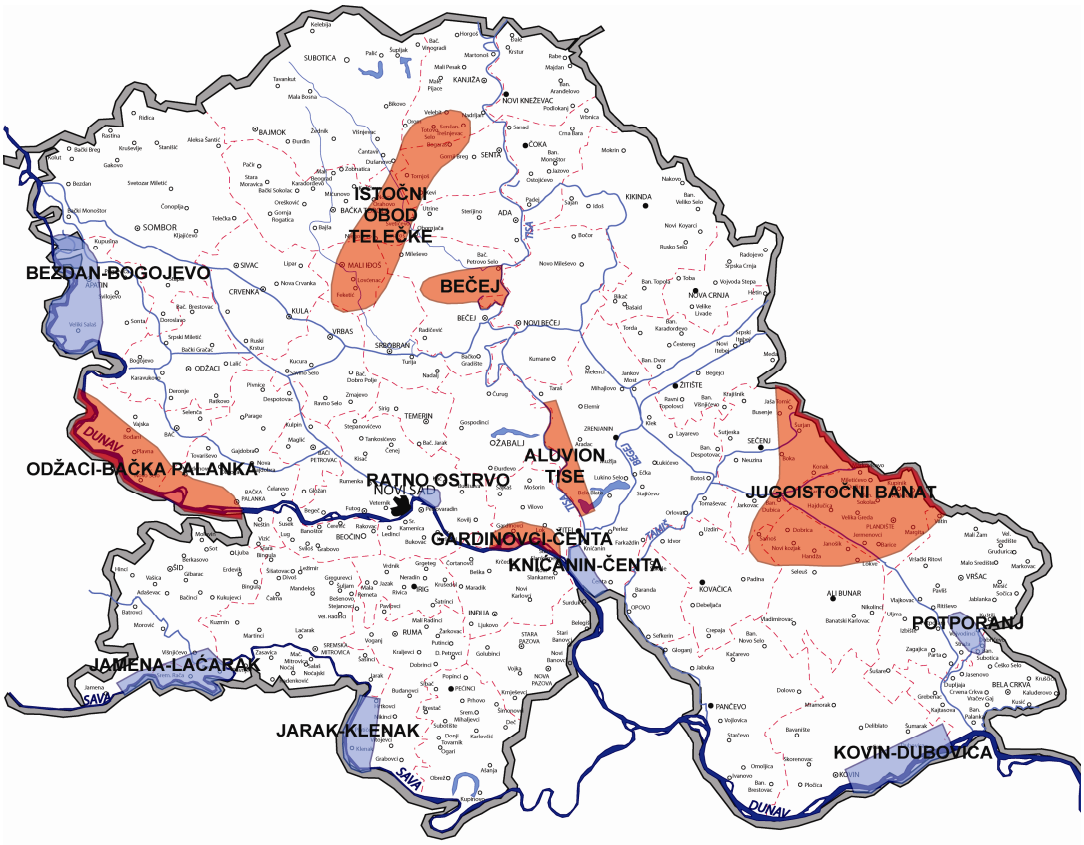
Najugroženija područja u Vojvodini sa aspekta kvaliteta vode svakako su srednji i severni Banat i jugozapadni delovi Bačke (vidi poglavlje 1). Postavlja se pitanje kako na najracionalniji i ekonomski prihvatljiv način rešiti ovo pitanje. Rešenja poput velikih regionalnih vodovoda uglavnom iz priobalja Dunava i Save su dobra, međutim veoma su skupa i na današnjem stepenu ekonomske moći neodrživa. **Ovom Strategijom vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini nudi se međutim jedno prelazno, stručno i ekonomski održivo rešenje putem formiranja mikroregionalnih sistema koji bi u narednim fazama omogućili nesmetano povezivanje u regionalne.** Na taj način, kroz faznu izgradnju vodovodnih sistema došlo bi se, kroz ekonomski prihvatljiv i održiv način, do istog konačnog rešenja, odnosno do izgradnje vodovoda regionalnog ranga (slika 28).



Slika 28. Šema razvoja jedinstvenog sistema za vodosnabdevanje Vojvodine

Kao perspektivni lokaliteti za istraživanje i formiranje poluregionalnih (mikroregionalnih) izvorišta podzemnih voda, na bazi dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja, odabrani su sledeći lokaliteti (slika 29):

1. područje jugoistočnog Banata (banatska depresija),
2. područje Potisja – arteske izdani
   - 2.1. područje Bečeja i
   - 2.2. područje istočnog oboda Telečke,
3. aluvion leve obale reke Tise i
4. aluvion leve obale reke Dunav i leve obale reke Save.



Slika 29. Potencijalna regionalna i mikroregionalna izvorišta za snabdevanje stanovništva i industrije vodom. Plava boja-regionalno izvorište; crvena boja-mikroregionalno izvorište

Prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije i podacima JVP »Vode Vojvodine« u tabeli 21 prikazane su potencijalne količine podzemnih voda. Ukupna količina obnovljivih podzemnih voda u aluvionu reka iznosi 15610 l/s. Kvalitet podzemnih obnovljivih voda zavisi od kvaliteta vode u reci kada su u aluvionu reke ili kvaliteta zemljšta sa kojeg se mogu spirati zagađujuće materije kada su dalje od aluvijona reke.

Tabela 21. *Potencijalna količina podzemnih voda (l/s)*

Okrug	Aluvion	Osnovna izdan	Pliocen	Ukupno
1. BAČKA (ukupno)	**6474**	**2150**	**453**	**9087**
- Severnobački		995		995
- Zapadnobački	3750	457	183	4390
- Južnobački	2724	698	280	3702
2. BANAT (ukupno)	**2916**	**2763**	**84**	**5763**
- Severnobanatski		991	8	999
- Srednjebanatski	400	950		1350
- Južnobanatski	2516	822	76	3414
3. SREM (ukupno)	**6220**	**550**	**296**	**7066**
- Srem	6220	550	296	7066
Veštačko prihranjivanje	**9500**			**9500**
Ukupno VOJVODINA	**25110**	**5463**	**843**	**31416**

5.2.1.1. Područje jugoistočnog Banata

Perspektivno područje zauzima prostor od oko 500 km^2 i ograničeno je naseljima: Jaša Tomić – Boka – Jarkovac – Padina – Seleuš – Lokve – Vatin – Rumunska granica. Na tom prostoru danas egzistira preko 20 lokalnih izvorišta (mesnih vodovoda) na kojima se prosečno crpi oko 75 l/s. Potrebno je uraditi hidrogeološka istraživanja za celu oblast kako bi se utvrdio ukupan kapacitet.

Analizom i interpretacijom podataka sa postojećih izvorišta na ovom području ustanovljeno je da se radi o dobro razvijenim vodonosnim horizontima pogodnih filtracionih karakteristika, velikim rezervama podzemne vode pogodnih fizičko-hemijskih karakteristika sa aspekta njene upotrebljivosti za piće, dobrim uslovima za zaštitu izvorišta i relativno malom rastojanju od budućih potrošača.

Osnovni hidrogeološki podaci o potencijalnom izvorištu:

- Dubina vodonosnog horizonta 60-190 m (3 – 4 vodonosna sloja),
- Ukupna efektivna debljina vodonosnih slojeva oko 30 m,
- Prosečan eksploatacioni kapacitet bušenog bunara 15-20 l/s,
- Relativno povoljan kvalitet vode. Samo su sledeći parametri iznad MDK
  - utrošak $KMnO_4$ od 3 – 16 mg/l (dozvoljeno 8),
  - amonijak od 0,0 – 1,5 mg/l (dozvoljeno 0,1 – 1,0),
  - ukupan sadržaj gvožđa od 0,1 – 0,7 (dozvoljeno 0,3).
- treba imati u vidu i prisustvo metana, zbog potrebe degazacije.

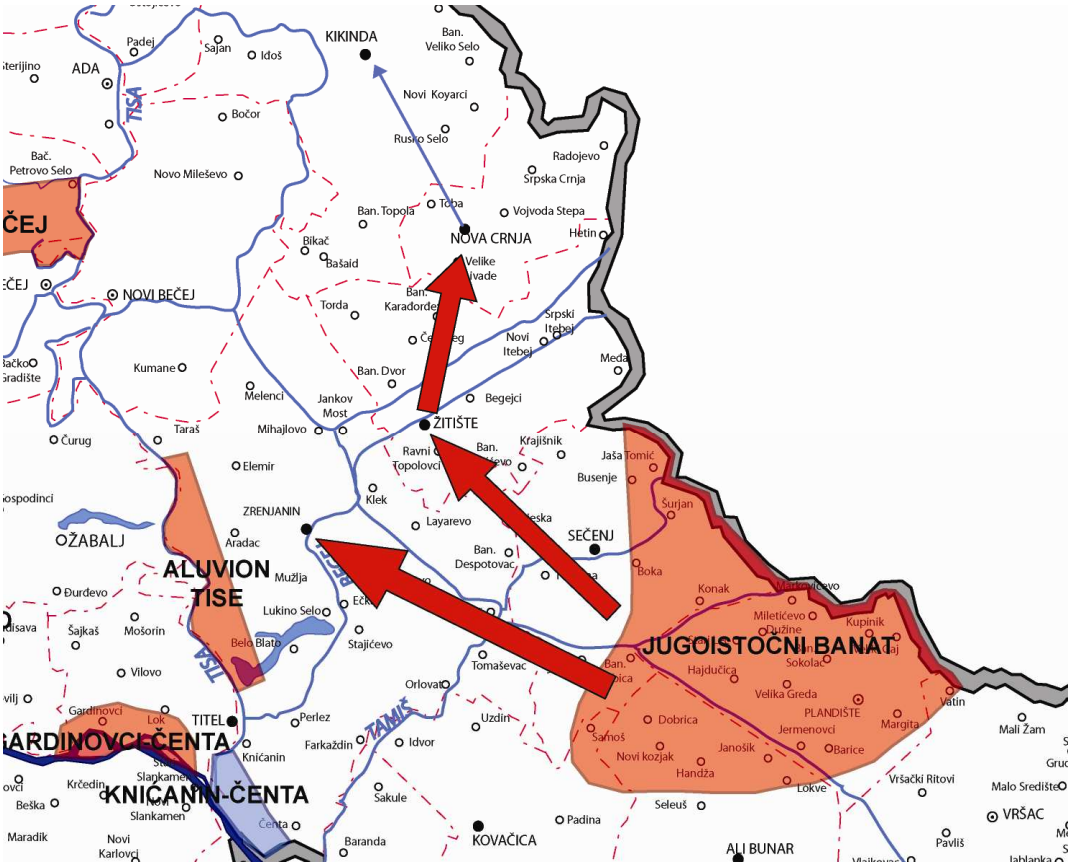
S obzirom na ovako utvrđen preliminarni kvalitet, očekuje se da se voda može dovesti na nivo higijenski ispravne vode za piće jednostavnim i relativno jeftinim tretmanima.

Na osnovu raspoloživih podataka na ovom prostoru mogu se očekivati količine podzemnih voda na većem delu prostora od 60-80 l/s po 1 km^2.

Sa ovog područja mogle bi se snabdevati vodom za piće četiri opštine srednjeg Banata (Zrenjanin, Žitište, Sečanj i Nova Crnja) sa oko 280.000 stanovnika. Prema raspoloživim podacima, ove opštine danas troše oko 560 l/s podzemne vode. Ova količina vode mogla bi se sa novog izvorišta obezbediti sa 30 – 35 klasičnih bunara (slika 30).

Ovo perspektivno područje za otvaranje poluregionalnog (mikroregionalnog) izvorišta nije u dovoljnoj meri istraženo, te je u tom pogledu neophodno izvršiti dodatna hidrogeološka istraživanja na terenu koji bi se odabrao za formiranje izvorišta u sledećem obimu:

- Geoelektrična ispitivanja na oko 10 km^2,
- Izrada i ispitivanje potrebnog broja pijezometara,
- Izrada i ispitivanje 1 – 2 istražno-eksploataciona bunara,
- Opitno crpljenje bunara i praćenje ponašanja izdani u periodu crpenja,
- Izrada laboratorijskih analiza vode, prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće,
- Izrada projektno-tehničke dokumentacije.



Slika 30. Mikroregionalni vodovodni sistem za Srednji Banat (sa mogućnošću povezivanja sa mikroregionalnim sistemom Kikinda)

5.2.1.2. <u>Područje Potisja – arteske izdani</u>

Duž desne obale Tise registrovana su dva mikroregiona na kojima se iz subarteskih izdani mogu dobiti značajne količine relativno kvalitetne vode za piće i to:

1. Područje Bečeja i
2. Podučje istočnog oboda Telečke.

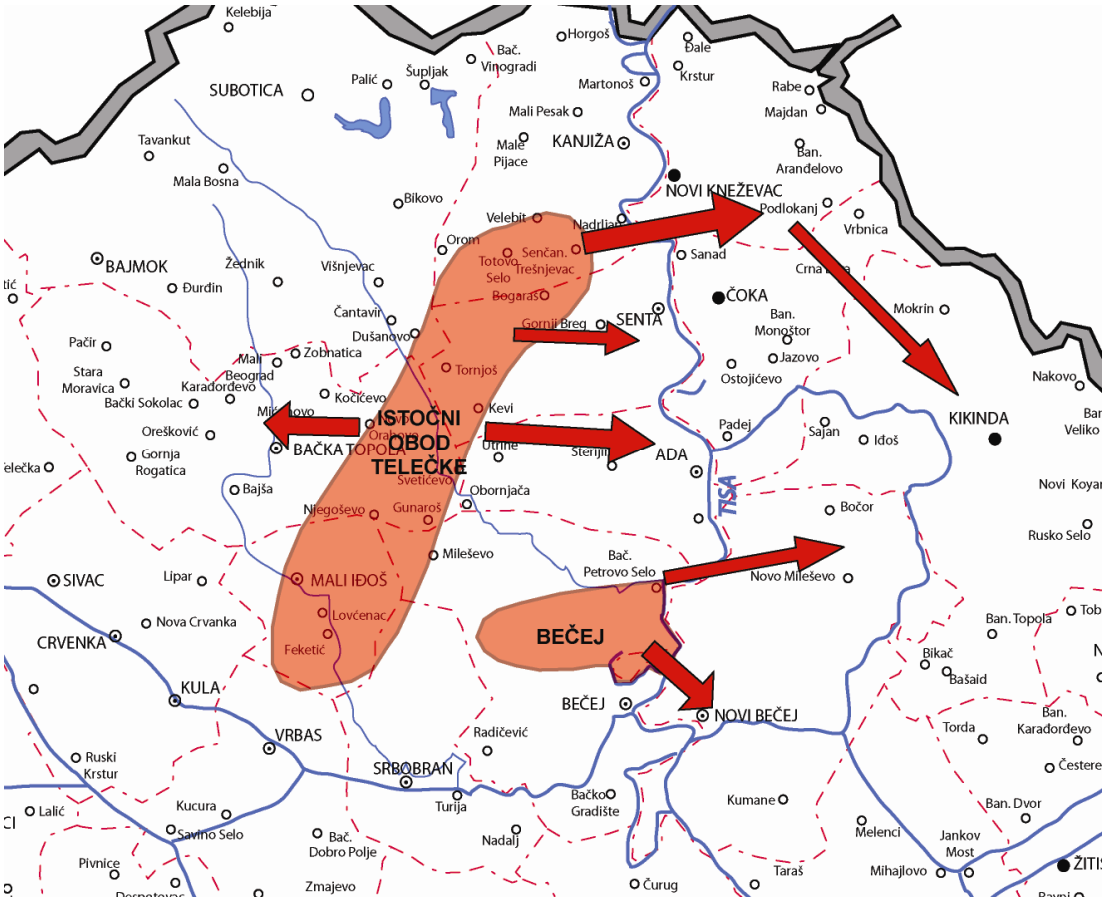
*Područje Bečeja***.** Na potezu Bečej – Radičevićevo, površine oko 150 km^2, razvijeni su vodonosni slojevi koji sadrže značajne rezerve podzemne vode, koja bi se jednostavnim i relativno jeftinim tehnološkim tretmanom mogla dovesti na nivo higijenski ispravne vode za piće.

Osnovni hidrogeološki podaci područja:

- Dubina vodonosnog horizonta 60-140 m (3 vodonosna sloja),
- Ukupna efektivna debljina vodonosnih slojeva 36 - 38 m,
- Prosečan eksploatacioni kapacitet bušenog bunara 15-20 l/s,
- Relativno povoljan kvalitet vode. Parametri iznad MDK: boja - 10 Co/Pt, amonijak 2-3 mg/l, ukupno gvožđe do 0,5 mg/l.

Na većem delu ovog područja mogu se očekivati količine podzemnih voda od 80 – 100 l/s/km^2. Hidrogeološka istraživanja, s obzirom na relativno dobru istraženost, zahtevala bi manji obim od prethodnog slučaja.

*Područje istočnog oboda Telečke***.** Na osnovu velikog broja podataka utvrđeno je da istočni obod Telečke, počev od Trešnjevca na severoistoku do Malog Iđoša i Feketića na jugozapadu, raspolaže značajnim rezervama kvalitetne vode za piće. Vodonosni horizonti nalaze se na dubini od oko 60 – 120 m i imaju efektivnu debljinu od oko 30 m. Postoje indicije da je voda dobrog kvaliteta na osnovu podataka o kvalitetu vode u postojećim bunarima. Ovo područje nije posebno opterećeno eksploatacijom podzemne vode, postoje realni uslovi za formiranje izvorišta poluregionalnog ranga, koje bi poslužilo za vodosnabdevanje severnog dela Bačke i dela severnog Banata. Obim i vrstu istražnih radova treba predvideti kao u jugoistočnom Banatu (slika 31).



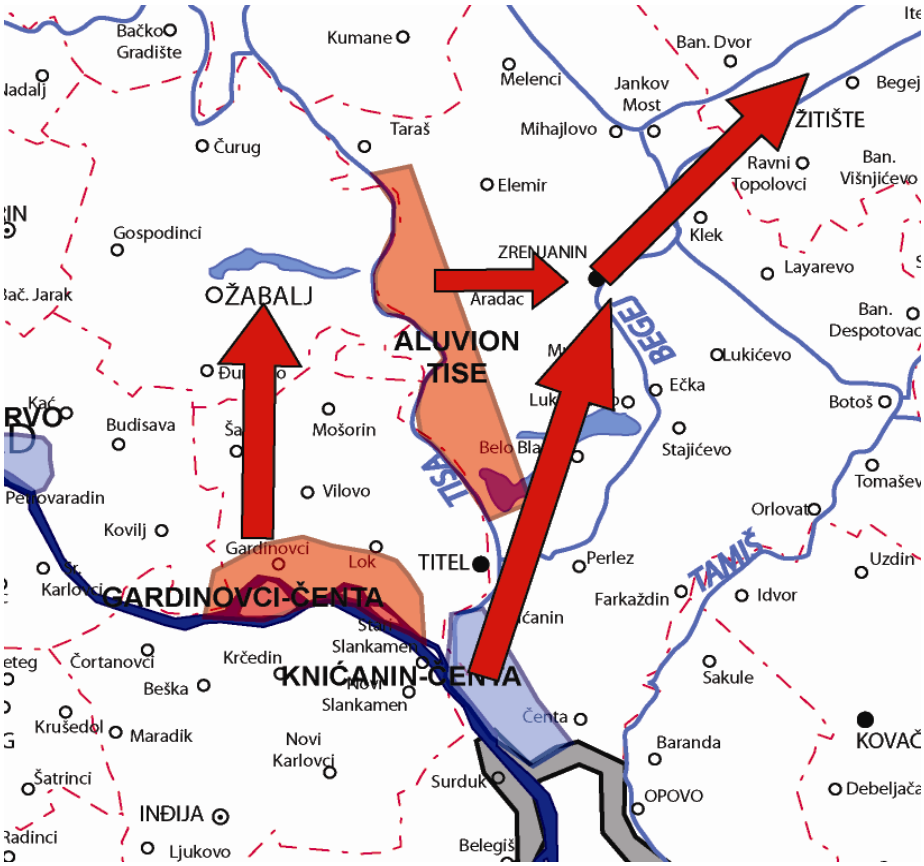
Slika 31. Mikroregionalni vodovodni sistem Severni Banat, i mikrosistemi Bečej, Ada, Senta, Bačka Topla, Mali Iđoš

5.2.1.3. Aluvion leve obale reke Tise

U okviru rešavanja vodosnabdevanja stanovništva srednjeg i severnog Banata higijenski ispravnom vodom za piće, svakako treba ispitati mogućnost zahvatanja podzemnih voda iz aluviona na levoj obali Tise (slika 32). Aluvion reke Tise nije do sada sistematski istraživan u pogledu rezervi podzemnih voda, kvaliteta vode i mogućnosti eksploatacije. Aluvion Tise zaslužuje detaljna i sistematska istraživanja. Otkrivanjem dovoljnih količina kvalitetnije vode koja se klasičnim postupkom pripreme može dovesti do odgovarajućeg kvaliteta za piće moglo bi se relativno brzo i na ekonomski prihvatljiv način rešiti pitanje vodosnabdevanja srednjeg i severnog Banata.

Najperspektivnije je područje priobalja reke Tise kod ušća u Dunav. U tom području već su vršena hidrogeološka istraživanja (Knićansko-čenćanski rit) za potrebe zaštite područja od podzemnih voda. Rezultati tih istraživanja ukazuju na velike rezerve podzemnih voda i relativno povoljan kvalitet (s aspekta mogućnosti pripreme). Treba napomenuti da je ovo područje naznačeno i u Vodoprivrednoj osnovi RS kao perspektivno za otvaranje regionalnog izvorišta. Na ovom izvorištu bi se mogle zahvatiti podzemne vode iz izdani formirane u aluvijalnom peskovito-šljunkovitom kompleksu reda veličine nekoliko stotina litara u sekundi. Posebna pogodnost ovog izvorišta su vrlo povoljni uslovi prihranjivanja izdani, jer je tri strane okruženo vodotocima.

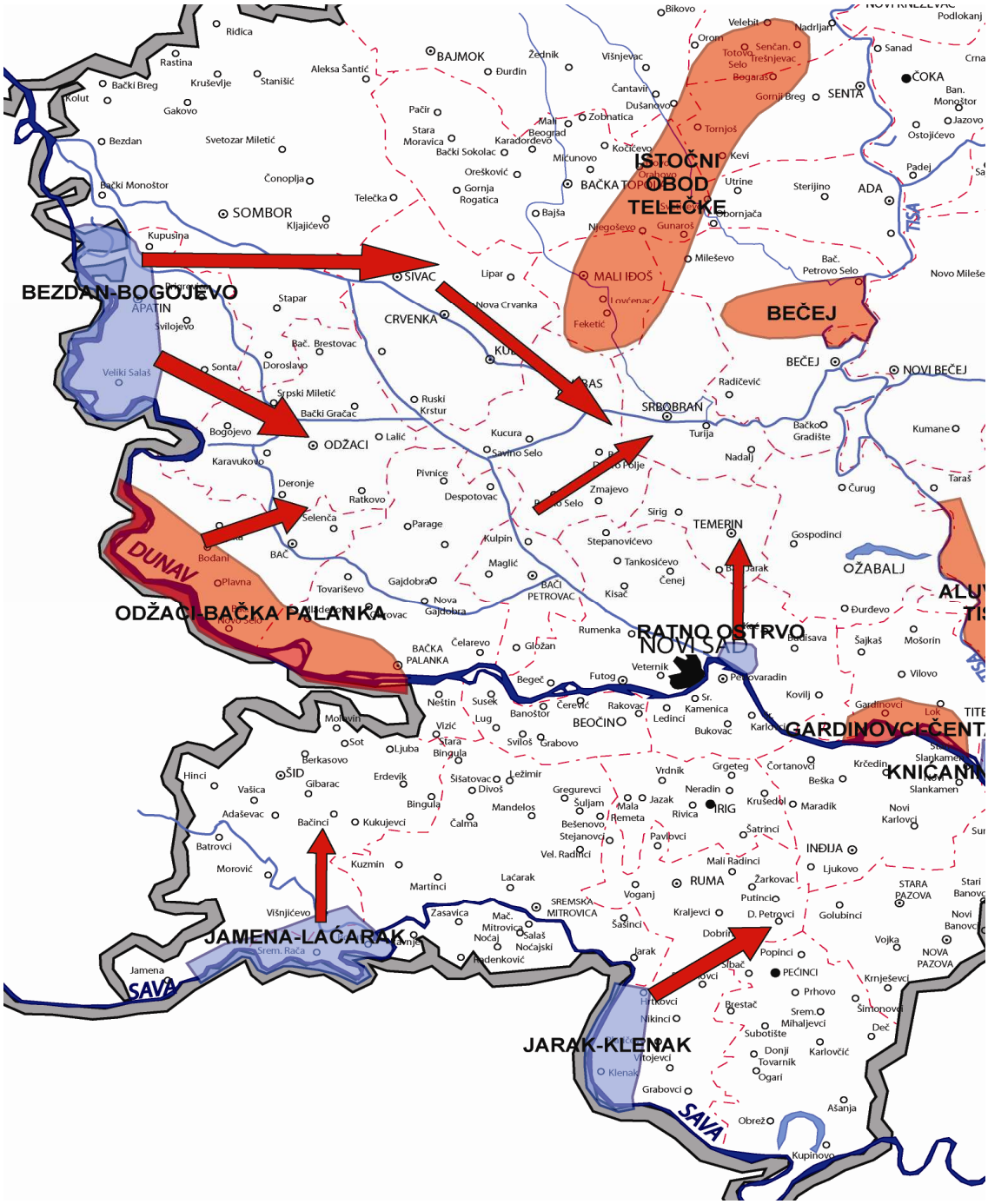
Tehno-ekonomski uslovi su znatno povoljniji za dovođenje vode sa ovog izvorišta prema gradu Zrenjaninu i dalje prema susednim opštinama u odnosu na neka mnogo udaljenija izvorišta.



Slika 32. Mikroregionalni vodovodni sistem Srednji Banat i mikrosistem Žabalj i Titel

5.2.1.4. Aluvion leve obale reke Dunav i leve obale reke Save

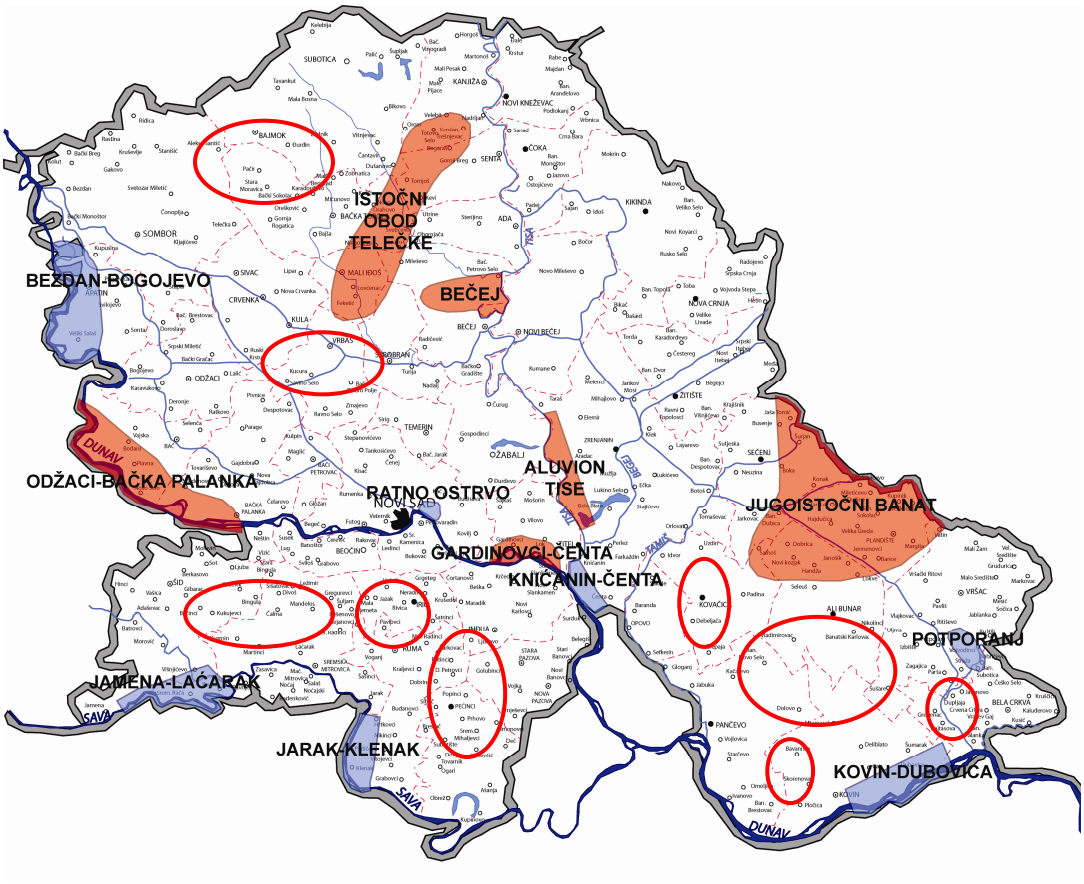
Postoji veći broj perspektivnih lokaliteta u priobalju Dunava i Save za formiranje mikroregionalnih i regionalnih izvorišta, kao što su: Bezdan – Bogojevo, Odžaci – Bačka Palanka, Novi Sad – Sremski Karlovci, Gardinovci - Čenta, Kovin – Dubovac, Jamena – Laćarak, Jarak – Klenak (slika 33). Na nekim od ovih izvorišta već su izvođena hidrogeološka istraživanja u različitom obimu a neka se već koriste kao lokalna izvorišta. Međutim, prioritet je dat izvorištima koja bi zbog svoje blizine relativno brzo i na ekonomski održiv način mogla da reše vodosnabdevanje najugroženijih područja.



Slika 33. Mikroregionalni vodovodni sistem Zapadna Bačka, Novi Sad i Srem

5.2.1.5. <u>*Mikrosistemi*</u>

Pored mikroregionalnih sistema moguće je formirati i mikrosisteme na delovima teritorije gde postoji dobar kvalitet podzemnih voda. Na slici 34 prikazani su samo kao primer mogući mikrosistemi. O broju mikrosistema i njihovoj povezanosti potrebno je uraditi posebne projekte u saradnji sa lokalnim zajednicama. Njihov optimalan broj i način povezivanja će biti detaljno obrađen u Generalnom projektu vodosnabdevanja Vojvodine.



Slika 34. Mikrosistemi

6. NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PRIPREME VODE

6.1. Koncept najbolje dostupne tehnike za pripremu vode

U okviru izrade Studije „Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini“ (u daljem tekstu: Strategija), u ovom poglavlju se koncipiraju i definišu ***najbolje dostupne tehnike pripreme vode***. Termin „najbolja dostupna tehnika“[1] se koristi u zakonodavnoj praksi Evropske Unije, i definisan je na sledeći način:

- „Najbolja dostupna tehnika“ označava najdelotvorniju i savremenu fazu u razvoju aktivnosti i načina njihovog obavljanja, čime se ukazuje na podobnost primene određenih tehnika u praksi, ... formulisanih tako da se spreči, a kad to nije izvodljivo, da se postigne opšte smanjenje emisija i njihov uticaj na životnu sredinu kao celinu.
- „Dostupne“ tehnike označava tehnike razvijene do stepena koji omogućava primenu u određenom sektoru industrije, pod ekonomski i tehnički održivim uslovima, uzimajući u obzir troškove i prednosti …

Preuzimajući taj termin u svom značenju, i primenjujući ga ovde na pripremu vode za piće, termin „najbolje dostupne tehnike pripreme vode“ (u daljem tekstu: tehnike; ili: tehnike pripreme) obuhvata ***varijante procesa pripreme vode za piće*** (gde se pod procesom podrazumeva jedan postupak pripreme vode ili više povezanih postupaka pripreme, videti tabelu 22), u čijem su koncipiranju primarno uzeti u obzir sledeći činioci: (i) kvalitet sirove vode[2], (ii) zahtevi „Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće“ (važećeg u momentu izrade Strategije)[3] i (iii) podobnost primene datog postupka pripreme vode u praksi, pod tehničkim i ekonomskim uslovima[4,5,6,7,8].

U Strategiji je izabran prilaz problematici pripreme vode, da se naselja grupišu prema kvalitetu vode lokalnog izvorišta, idući od najboljeg kvaliteta vode (tabela 22), u

---

[1] eng. *Best Available Technique*; termin opšte prihvaćen po svojoj skraćenici BAT

[2] Vidi poglavlje 1 (pored analiza sirove vode koji su uradili regionalni Zavoda za zdravstvenu zaštitu i analiza na sadržaj arsena koje je uradio Eko-biološki Centar iz Zrenjanina, saradnici Prirodno-matematičkog fakulteta su obišli pojedine Vodovode za koje nije bilo dovoljno podataka i uradili analize na ciljane parametre koji su bili od značaja za izradu Studije).

[3] Službeni list SRJ 42/98, Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće

[4] Klašnja M., Osnovne postavke tehnologije pripreme vode za piće, poglavlje u monografiji "Kontrola kvaliteta vode za piće", Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2006, str. 364-391.

[5] MWH (2005) *Water Treatment: Principles and Design* (Revised by: J.C. Crittenden at all). 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA

[6] Pointus W.F. (2003) *Drinking Water Regulation and Health*, Wiley - Interscience, John Wiley & Sons, Inc. USA.

[7] Beecher, J.A. (2003) *Achieving sustainable water systems; Drinking water regulation and health* (Ed. Pontius, F.W.), John Wiley & Sons, Inc., USA, 463-490.

[8] Mutschmann J., Stimmelmayr F.: Snabdevanje vodom, Priručnik, ODJP "Glas srpske", Banja Luka i DIP "Građevinska knjiga" Beograd, 1999.

kom slučaju je dovoljno samo izvesti dezinfekciju vode (proces A, slika 35); pa sve do vode čije su karakteristike takve da zahtevaju složen proces pripreme (tabele 29 i 30, odnosno procesi G i H, slike 41 i 42).

Tabela 22. *Najbolje dostupne tehnike pripreme vode (procesi: A – H)*

Proces	Postupak pripreme	Parametar na koji se deluje
A	Dezinfekcija	mikroflora vode
B	degazacija/aeracija, filtracija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn
C	degazacija/aeracija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/l
D	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/L, As < 50 mg/l
E	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As > 50 mg/l
F	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/L, As > 50 mg/l
G	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, membranska separacija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/l
H	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, mebranska separacija, dezinfekcija	CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije > 20 mg $KMnO_4$/l

Definisana je količina potrebne vode za snabdevanje svakog pojedinačnog naselja (što istovremeno predstavlja i kapacitet postrojenja za pripremu vode; a usvaja se da se dnevna neravnomernost potrošnje nadoknađuje iz tzv. rezervoara čiste vode), i ti su podaci dati u tabelama 23 – 30. Usvojeno je, da se iz lokalnog izvorišta može dobiti ta količina vode, uvećana za pretpostavljenu potrošnju vode u samom procesu pripreme vode, zavisno od tipa predviđene pripreme vode. Sem toga, podaci o potrebnom kapacitetu postrojenja za pripremu vode za dato naselje bitni su za procenu troškova pripreme vode.

6.2. Definisanje procesa pripreme vode

Voda iz lokalnih izvorišta vode, iz koje se snabdevaju ili se mogu snabdevati naselja navedena u tabeli 23, je takvog kvaliteta, da po svojim fizičko-hemijskim karakteristikama zadovoljava odgovarajuće norme *Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće* (u daljem tekstu: Pravilnik); tako da je potrebno tu vodu samo dezinfikovati. Prema tome, proces pripreme vode, definisan kao **proces A**, slika 35, sastoji se (samo) od postupka dezinfekcije vode, što je ujedno i najjednostavniji od svih predviđenih varijanti procesa pripreme vode. Predviđena je dezinfekcija vode hlorom, čime je rešena i zaštita vode u razvodnoj (vodovodnoj) mreži, s obzirom na rezidualno delovanje hlora. Dezinfekcija se obavlja dodavanjem hlora (na šemama na slikama 36 – 42 prikazano kao dodatak NaOCl) na ulazu vode u tzv. rezervoar čiste vode, koji služi za izravnavanje potrošnje vode, a istovremeno svojom zapreminom obezbeđuje

dovoljno retenciono vreme za uspešnu dezinfekciju vode (videti šeme na slikama 36 – 42).

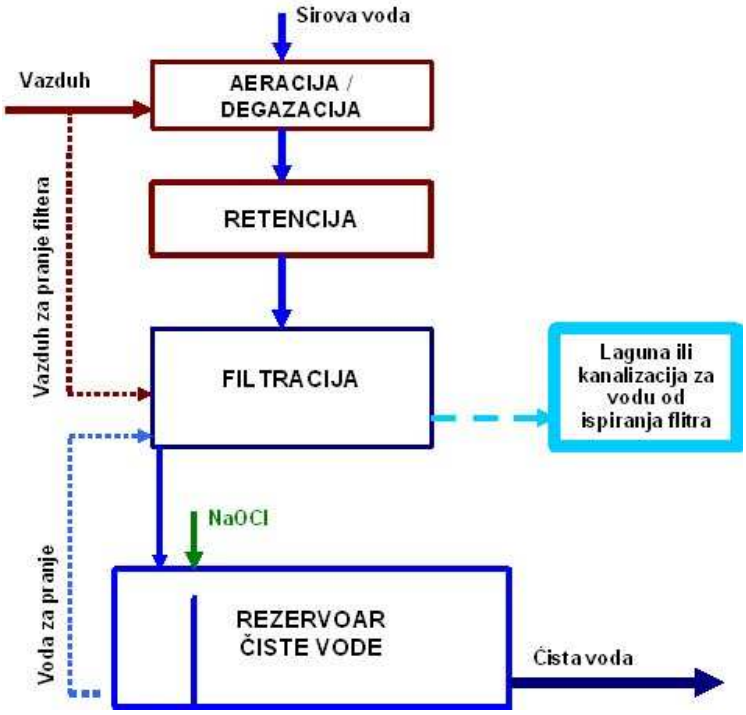
Slika 35. Šema procesa A (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: mikroflora vode)

Tabela 23. *Naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces A*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA BAČKA TOPOLA		OPŠTINA NOVI KNEŽEVAC	
Bagremovo	0,7	Rabe	0,4
Bogaraš	0,3	Siget	0,8
Njegoševo	2,0	OPŠTINA BEOČIN	
OPŠTINA RUMA		Banoštor	2,4
Voganj	5,0	Susek	3,5
Pavlovci	1,4	Rakovac	6.1
Platičevo	8,8	OPŠTINA SREMSKA MITROVICA	
Stejanovci	3,1	Zasavica II	2,2
Hrtkovci	10,9	Laćarak	37,1
OPŠTINA VRŠAC		Ravnje	4,5
Zagajica	1,8	Salaš Noćajski	5,9
Izbište	5,3	OPŠTINA KOVAČICA	
Šušara	1,1	Samoš	3,8
Veliko Središte	4.1	Crepaja	15,5
Vojvodinci	1.3	OPŠTINA PLANDIŠTE	
Jablanka	0.8	Miletićevo	1,9
Kuštilj	2.5	Hajdučica	4,3
Mali Žam	1.2	Markovićevo	0.7
Malo Središte	0.4	Laudonovac	0.1
Markovac	1.0	Stari Lec	3.3
Mesić	0.7	Kupinik	1.1
Orešac	1.3	Dužine	0.7
Pavliš	7.1	OPŠTINA ŠID	
Sočica	0.5	Berkasovo	3,8
Straža	2.1	Bingula	2,8
OPŠTINA STARA PAZOVA		Jamena	3,5
Belegiš	9,6		

Napomena: dezinfekcija vode hlorom je predviđena i kod svih ostalih varijanti procesa pripreme vode (B – H; šeme na slikama 36 – 42), tako da se u daljem tekstu, prilikom definisanja ostalih varijanti procesa pripreme, dezinfekcija neće posebno razmatrati, već samo navoditi. Pošto je predviđeno da se hlor proizvodi na licu mesta (pri čemu se dobija rastvor natrijumhipohlorita (NaOCl), to je na šemama procesa B – H, slike 36 – 42, dezinfekcija i prikazana kao dodatak NaOCl.

Određen broj parametara kvaliteta vode iz lokalnih izvorišta vode, iz koje se snabdevaju ili se mogu snabdevati naselja navedena u tabeli 24, je po svojim vrednostima iznad vrednosti odgovarajućih normi Pravilnika. Radi se o sledećim parametrima: rastvoreni gasovi ugljendioksid (CO_2) i metan (CH_4), amonijak (NH_3) (odnosno, na uobičajenim pH vode amonijak je praktično u potpunosti u formi amonijum jona, NH_4, ali je konvencija da se navodi kao NH_3), i dvovalentno gvožđe (Fe) i mangan (Mn). Situacija sa ovakvim kvalitetom vode veoma je česta, sto se vidi i po brojnosti naselja koja se snabdevaju ili se mogu snabdevati vodom tog kvaliteta iz svojih raspoloživih izvorišta. Za obradu vode kod koje treba korigovati vrednosti navedenih parametara predviđena je varijanta procesa pripreme vode naznačena kao **proces B**, slika 36. Proces pripreme vode započinje (i) ***degazacijom*** vode, odnosno uklanjanjem CO_2, metana i eventualno prisutnog vodoniksulfida (H_2S), što se postiže stripingom vazduhom; čime se istovremeno obavlja i ***aeracija*** vode, odnosno rastvaranje neophodne količine kiseonika za deferizaciju, demanganizaciju i uklanjanje amonijaka. Oksidacija gvožđa i mangana se u najvećoj meri odvija tokom (ii) zadržavanja vode u ***retencionom*** *bazenu*, a završava u (iii) ***filtru*** (predviđeni su peščani filtri), u kome se iz vode uklanjaju nastali oksidi gvožđa i mangana, odnosno u filtru se završava proces ***deferizacije*** i ***demanganizacije*** vode. Podešavanjem odgovarajuće brzine filtracije se stvaraju uslovi za ***biološko uklanjanje amonijaka*** autohtonom mikroflorom na ispuni filtra. Proces se završava (iv) dezinfekcijom vode hlorom, na način koji je već opisan.



Slika 36. Šema procesa B (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CO_2, CH_4, NH_3, Fe i Mn)

Tabela 24. *Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces B*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA BAČKA TOPOLA		OPŠTINA ADA	
Bačka Topola	61,0	Utrine	3,3
Gornja Rogatica	1,5	OPŠTINA SENTA	
Gunaroš	4,5	Bogaraš	2,5
Pobeda	1,1	OPŠTINA ALIBUNAR	
Svetićevo	0,7	Alibunar	11,1
Srednji Salaš	0,6	Banatski Karlovac	20,2
Bajša	8.3	Vladimirovac	13,3
Mićunovo	1.7	Dobrica	4,2
OPŠTINA KOVAČICA		Nikolinci	3,9
Kovačica	23,1	Ilandža	5,4
Padina	19,7	Janošik	3.7
Putnikovo	0,7	Lokve	6.5
OPŠTINA KOVIN		Novi Kozijak	2,4
Bavnište	19,5	Seleuš	4,2
Gaj	10,5	OPŠTINA OPOVO	
Deliblato	11,2	Opovo	15,2
Dubavac	3,9	Sefkerin	8,5
Kovin	50,6	Baranda	5,1
Mramorak	10,0	OPŠTINA PANČEVO	
Skorenovac	8,2	Banatsko N. Selo	24,3
Šumarak	0,5	Glogonj	9,8
Malo Bavandište	1,3	Dolovo	21,6
OPŠTINA PLANDIŠTE		Jabuka	20,0
Barice	1,9	Kačarevo	25,2
Velika Greda	4,3	Pančevo***	282,6
Veliki Gaj	2,5	Banatski Brestovac***	10,8
Jermenovci	3,2	Ivanovo***	3,3
Margita	3,3	Omoljica***	20,6
Plandište	13,8	Starčevo***	25,2
Banatski Sokolac	1,0	OPŠTINA BAČ	
OPŠTINA BEČEJ		Bođani	3,3
Bečej	95,8	Plavna	4,1
Radičević	4,0	OPŠTINA INĐIJA	
Mileševo	3,4	Maradik	7,2
OPŠTINA NOVI SAD		Jarkovci	1,8
Opština Novi Sad*	1055	Ljikovo	4,7
(Novosadski vodovod koji obuhvata i Sremsku Kamenicu)		OPŠTINA RUMA	
		Klenak	10,3
		Ruma****	120,7
OPŠTINA SREMSKA MITROVICA		Buđanovci	5.4
Martinci	11,8	Vitojevci	2.8
Mačvanska Mitrovica	12,7	Grabovci	4.5
Sremska Mitrovica**	147,5	Dobrinci	5.3
Kuzmin	11,0	Donji Petrovci	3.0
Bešenovački Prnjavor	0.5	Žarkovac	3.4
Bešenovo	3.0	Kraljevci	3.8

Nastavak tabele 24.

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA SREMSKA MITROVICA		OPŠTINA RUMA	
Bosut	3.6	Mali Radinci	1.8
Veliki Radinci	5.1	Nikinci	6.9
Grgurevci	4.1	Putinci	10.3
Divoš	5.0	Hrtkovci	47.3
Zasavica I	2.6	OPŠTINA STARA PAZOVA	
Jarak	7.3	Nova Pazova	61,6
Ležimir	3.0	Vojka	15.4
Manđelos	4.8	Novi Banovci	29.6
Noćaj	6.7	Surduk	4.7
Radenković	3.3	OPŠTINA ŠID	
Stara Bingula	0.6	Vašica	5,3
Čalma	5.2	Ilinci	2,6
Šašinci	5.7	Bačinci	4.3
Šišatovac	0.7	Bikić Do	1.0
Šuljam	2.3	Gibarac	3.6
OPŠTINA BELA CRKVA		Erdevik	10.7
Banatska Palanka	2,6	Kukujevci	7.3
Banatska Subotica	0,6	Ljuba	1.7
Bela Crkva	36,5	Molovin	0.9
Vračev Gaj	4,9	Privina Glava	0.7
Grebenac	3,2	Sot	2.4
Dobričevo	0,7	OPŠTINA VRŠAC	
Dupljaja	2,7	Vatin	0,8
Jasenovo	4,5	Vlajkovac	3,6
Kajtasovo	0,9	Gudurica	3,9
Kaluđerovo	0,4	Parta	1,4
Kruščica	3,1	Potporanj	0,9
Kusić	4,2	Ritiševo	1,6
Crvena Crkva	2,3	Uljma	11,4
Češko Selo	0,1	Vršac	135.7
OPŠTINA PEĆINCI		Vršački Ritovi	0,3
Ašanja	4,9	OPŠTINA KANJIŽA	
OPŠTINA MALI IĐOŠ		Velebit	1,2
Lovćenac	11,7	Doline	1,7
Mali Iđoš	18,6	Zimonjić	1,1
Feketić	13,7	Orom	5,2
OPŠTINA SUBOTICA		Totovo Selo	2,4
Višnjevac	2,0	Trešnjevac	6,2
Čantavir	25	OPŠTINA KULA	
OPŠTINA SEČANJ		Lipar	5,4
Banatska Dubica	1,3	Nova Crvenka	1,6
OPŠTINA TITEL			
Titel	19,7		

* Sva naselja u Novosadskoj opštini, izuzev Begeča (palnira se skoro povezivanje sa Novim Sadom), su povezana na jedan zajednički vodovodni sistem sa jednom preradom vode po postupku "B".
**Postoji regionalni sistem
***Izgrađeno postrojenje i povezana su navedena naselja u jedinstven vodovodni sistem. Potrebno je rekonstruisati sistem
**** Postoji izgrađeno postrojenje

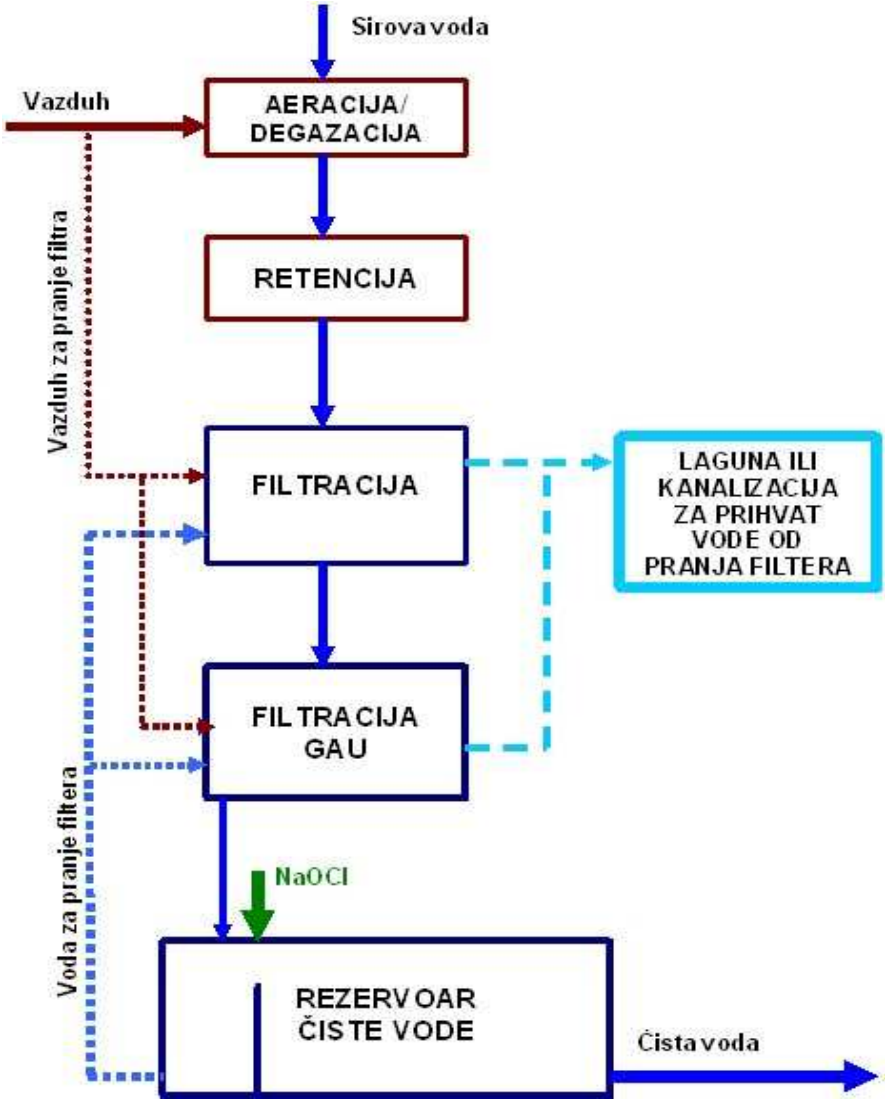
Napomena: degazacija/aeracija vode je predviđena kao prva faza pripreme vode i kod svih ostalih varijanti procesa pripreme vode (C – H); s tom razlikom da je u varijantama procesa D, E, i F (videti šeme procesa na slikama 38, 39 i 40) predviđeno da iza degazacije/aeracije, na ulasku u retencioni bazen, bude dodavano oksidaciono sredstvo u cilju parcijalnog uklanjanja arsena; a retencioni bazen je izostavljen u varijantama procesa G i H (videti šeme procesa na slikama 41 i 42). To je urađeno iz razloga što praktično sve podzemne vode sa područja AP Vojvodine (i) imaju povećan sadržaj nekih od gasova, ili se može očekivati povremena pojava nekih od gasova u povišenoj koncentraciji (na primer H_2S); (ii) imaju nizak sadržaj rastvorenog kiseonika ili se kiseonik nalazi samo u tragovima (a rastvoreni kiseonik je neophodan za deferizaciju i demanganizaciju vode, kao i za biološko uklanjanja amonijaka, što je veoma čest zahtev u pripremi voda sa ovog područja); i što (iii) „provetravanje“ sirove vode nesumnjivo doprinosi poboljšanju organoleptičkih karakteristika vode za piće.

Jedan određen broj naselja ima na raspolaganju vodu sa povećanim sadržajem prirodnih organskih materija (iskazanih preko parametra: potrošnja kalijum-permanganata, $KMnO_4$). U tabeli 25 sabrana su naselja sa izvorištima u kojima je sadržaj prirodnih organskih materija (POM) povišen, ali ne i izrazito visok, tako da su tu sabrana izvorišta čija voda ima sadržaj POM < 20 mg/l $KMnO_4$. Za pripremu vode takvog kvaliteta se, nakon faza degazacije/aeracije i filtracije, dodaje i postupak uklanjanja POM ***adsorpcijom na granulovanom aktivnom uglju*** (GAU), tzv. GAU-filtracija, a proces se završava dezinfekcijom. Šema ove varijante procesa, označene kao **proces C**, data je na slici 37.

Tabela 25. *Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces C*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA SEČANJ		OPŠTINA KOVAČICA	
Jarkovac	5,7	Idvor	3,7
Jaša Tomić	9,7	Uzdin	7,7
Konak	3,1	OPŠTINA APATIN	
Sečanj	8,6	Apatin	67,8*
Šurjan	1,0	Prigrevica	14,9*
Boka	5,3	Svilojevo	4,1*
Busenje	0,3	Sonta	15,6**
OPŠTINA PEĆINCI		OPŠTINA NOVA CRNJA	
Kupinovo	6,9	Radojevo	4,4
Brestač	3.5	OPŠTINA SOMBOR	
Donji Tovarnik	3.2	Telečka	6,8
Pećinci	9.0	Čonoplja	14,2
Popinci	4.4	OPŠTINA OPOVO	
Sremski Mihaljevci	2.7	Baranda	5,1
OPŠTINA STARA PAZOVA		Sakule	6,6
Stara Pazova	65,1		

*Apatin, Prigrevica i Svilojevo se snabdevaju iz istog postrojenja za pripremu vode, čiji kapacitet treba povećati i delimično izmeniti tehnologiju.
**Izgrađeno postrojenje, ali ne zadovoljava kvalitet vode



Slika 37. Šema procesa C (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/L)

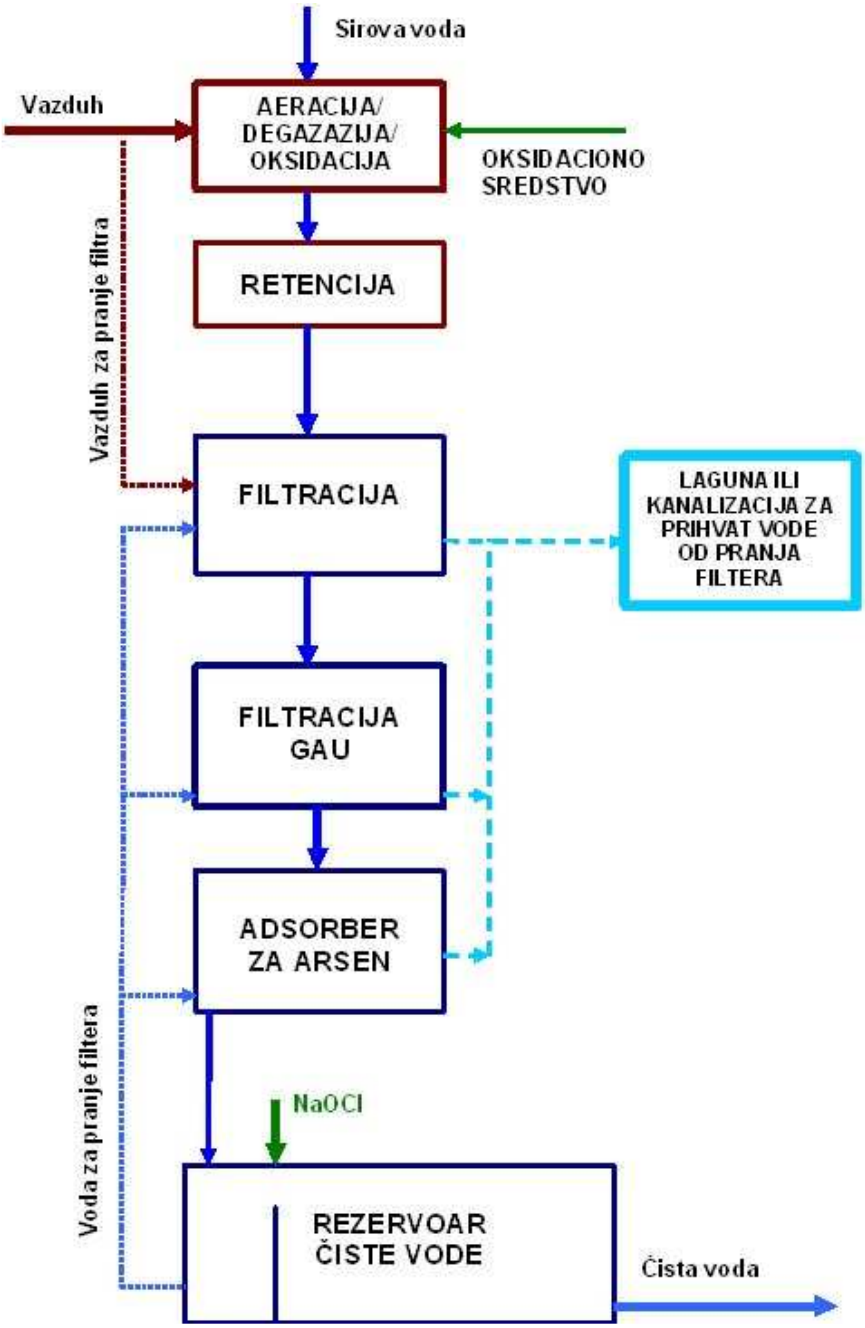
Jedan određen broj naselja ima na raspolaganju izvorišta vode u kojima se, sem prethodno nabrojanih parametara čije vrednosti prelaze vrednosti dopuštene Pravilnikom, i arsen nalazi u koncentracijama iznad Pravilnikom dopuštene koncentracije, (tabela 26); pri čemu su u tabeli 26 sabrana naselja čija izvorišta imaju koncentraciju arsena < 50 µg/l. Uklanjanje arsena iz vode sa sadržajem arsena do 50 µg/l predviđeno je u dva koraka: (1) dodavanjem odgovarajućeg oksidanta se trovalentni arsen prevodi u petovalentni arsen (u podzemnim vodama je arsen u pravilu u trovalentnom obliku, koji je i značajno opasnija forma arsena po ljudsko zdravlje od petovalentnog arsena; a i teže ga je ukloniti iz vode od petovalentnog arsena), i delimično uklanja u fazi deferizacije vode, adsorbujući se na nastalom ferihidroksidu; a

(2) završno uklanjanje arsena je predviđeno ***adsorpcijom***, korišćenjem ***selektivnog adsorbenta*** za arsen, kako je to prikazano na šemi **procesa D**, slika 38, koji predstavlja varijantu procesa pripreme pogodnu za obradu vode takvih karakteristika. Ovakav način uklanjanja arsena je povoljniji sa tehno-ekonomskog stanovišta, od uklanjanja arsena samo u jednom koraku, samo sa selektivnim adsorbentom (što je relativno skup potupak), jer se na taj način rasterećuje adsorber za arsen, čime se značajno produžava vreme do zasićenja adsorbenta i njegove zamene.

Tabela 26. Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces D

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA KANJIŽA		OPŠTINA NOVI KNEŽEVAC	
Male Pijace	6,6	Banatsko Aranđelovo	5,4
Horgoš	23,4	Majdan	0,9
Mali Pesak	0.4	Podlokanj	0,7
Martonoš	7,6	Srpski Krstur	5,1
Novo Selo	0,7	Filić	0,5
OPŠTINA SOMBOR		Kevi	3,0
Aleksa Šantić	7,1	Tornjoš	5,9
Bezdan	17,7	OPŠTINA PEĆINCI	
Gakovo	7,2	Dreč	5,2
Kljajićevo	20,2	Prhovo	2,7
Rastina	1,8	Sibač	1,8
Riđica	8,5	Šimanovci	11,4
Sombor*	192,4	OPŠTINA INĐIJA	
OPŠTINA STARA PAZOVA		Inđija	97,7
Golubinci	16,2	Krčedin	9,0
Krnješevci	3,0	Novi Slankamen	10,8
Stari Banovci	17,4	OPŠTINA BAČ	
OPŠTINA BAČKA TOPOLA		Bačko Novo Selo	3,6
Novo Orahovo	6,7	Vajska	9,7
Panonija	2,6	OPŠTINA ŽITIŠTE	
OPŠTINA BAČKA PALANKA		Novi Itebej	4,2
Bačka Palanka	109,7	OPŠTINA ZRENJANIN	
OPŠTINA VRBAS		Lukino Selo	1,8
Savino Selo	10,3	OPŠTINA KULA	
OPŠTINA SRBOBRAN		Kula	67,7
Nadalj	6,8	Crvenka	34,1
Turija	7,9	OPŠTINA ŠID	
OPŠTINA KIKINDA		Adaševci	7,0
Bašaid	11,3	Batrovci	1,0

*Sombor ima izgrađen vodovod, trenutno se projektuje dogradnja



Slika 38. Šema procesa D (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/l, As < 50 μg/l)

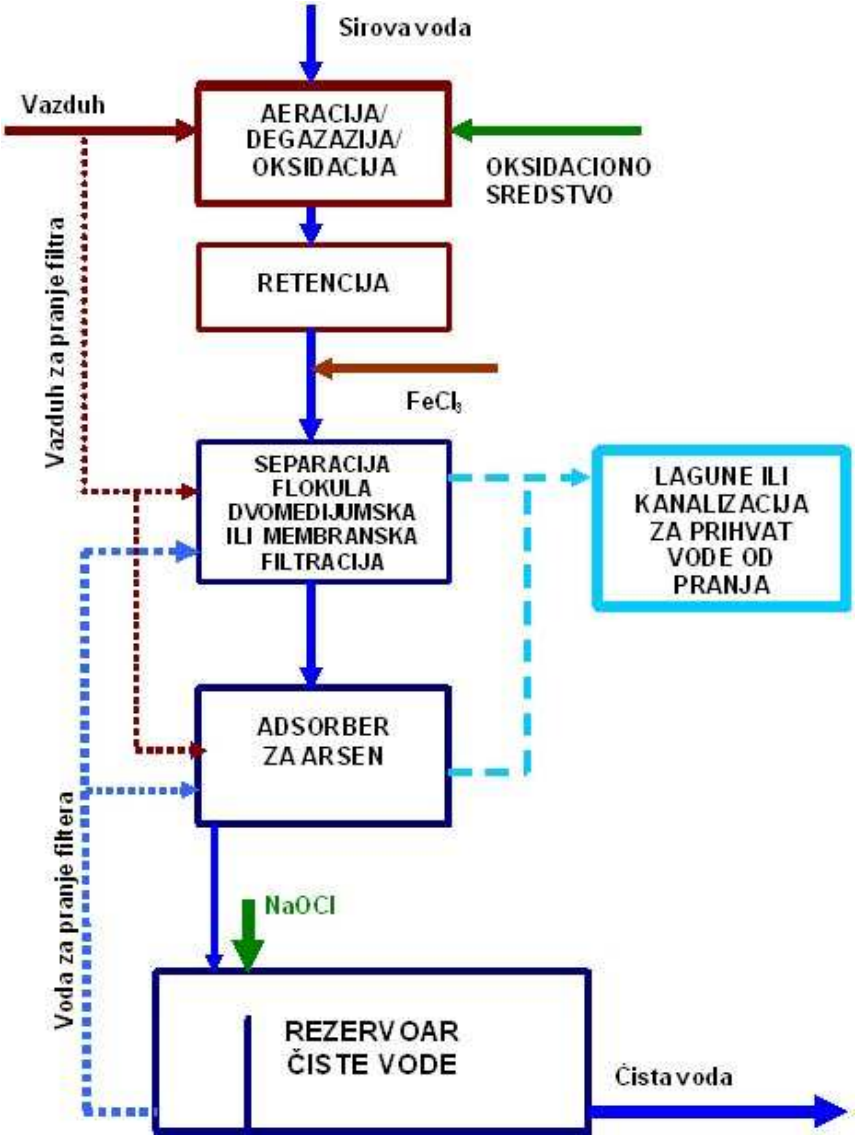
Voda iz jednog određenog broja izvorišta, kojim se snabdevaju ili bi mogla da se snabdevaju naselja navedena u tabeli 27, ima povišen sadržaj arsena, preko 50 μg/L, a potrebna je i korekcija vrednosti parametara: CH_4, CO_2, NH_3, Fe i Mn. Za pripremu vode tih karakteristika predviđena je varijanta procesa pripreme, **proces E**, slika 39, u kome je uklanjanje arsena predviđeno u tri koraka: (1) oksidacija trovalentnog u petovalentni arsen, dodatkom odgovarajućeg oksidanta nakon aeracije/degazacije i

parcijalno uklanjanje arsena sa gvožđem, prilikom deferizacije; (2) uklanjanje najvećeg dela arsena dodatkom ferihlorida ($FeCl_3$): koprecipitacijom, i adsorpcijom na flokulama ferihidroksida, i separacijom flokula dvomedijumskom filtracijom (filtri sa ispunom od antracita i peska) ili eventualno membranskom filtracijom; te (3) završno uklanjanje arsena selektivnim adsorbentom. Na ovaj način se, kao i u prethodnom procesu (proces D), rasterećuje adsorbent za arsen (što je skuplji postupak) i produžava vreme do njegove zamene.

Tabela 27. *Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces E*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA BAČKA TOPOLA		OPŠTINA SUBOTICA	
Bački Sokolac	2,0	Bajmok	29,9
Karađorđevo	1,9	Bački Vinogradi	6,6
Krivaja	3,2	Bikovo	5,6
Mali Beograd	1,7	Gornji Tavankut	4,2
Orešković	2,2	Donji Tavankut	8,3
Pačir	9,8	Đurđin	5,5
Stara Moravica	20,3	Kelebija	7,0
Zobnatica	1,0	Mala Bosna	3,9
Kavilo	0,7	Mišićevo	1,4
OPŠTINA ADA		Novi Žednik	9,3
Ada	38,2	Palić	24,4
Mol	23,1	Stari Žednik	7,2
Obornjača	1,3	Subotica*	371
Sterijino	0,8	Bačko Dušanovo	2,3
OPŠTINA VRBAS		Ljutovo	3,6
Bačko Dobro Polje	12,1	Hajdukovo	7.9
Kucura	14,3	Šupljak	4,0
Kosančić	0,5	OPŠTINA ŠID	
OPŠTINA KIKINDA		Višnjićevo	5,9
Iđoš	7,0	Morović	7,0
OPŠTINA BAČ		Šid	58,1
Selenča	10,3	OPŠTINA PEĆINCI	
OPŠTINA BEČEJ		Karlovčić	4,1
Bačko Gradište	17,5	Obrež	4,6
OPŠTINA INĐIJA		Ogar	3,7
Beška	20,2	Subotište	3,1
Novi Karlovci	9,5	OPŠTINA SREMSKA MITROVICA	
		Sremska Rača	2,4

*Postoji postrojenje, ali ne zadovoljava potreban kapacitet

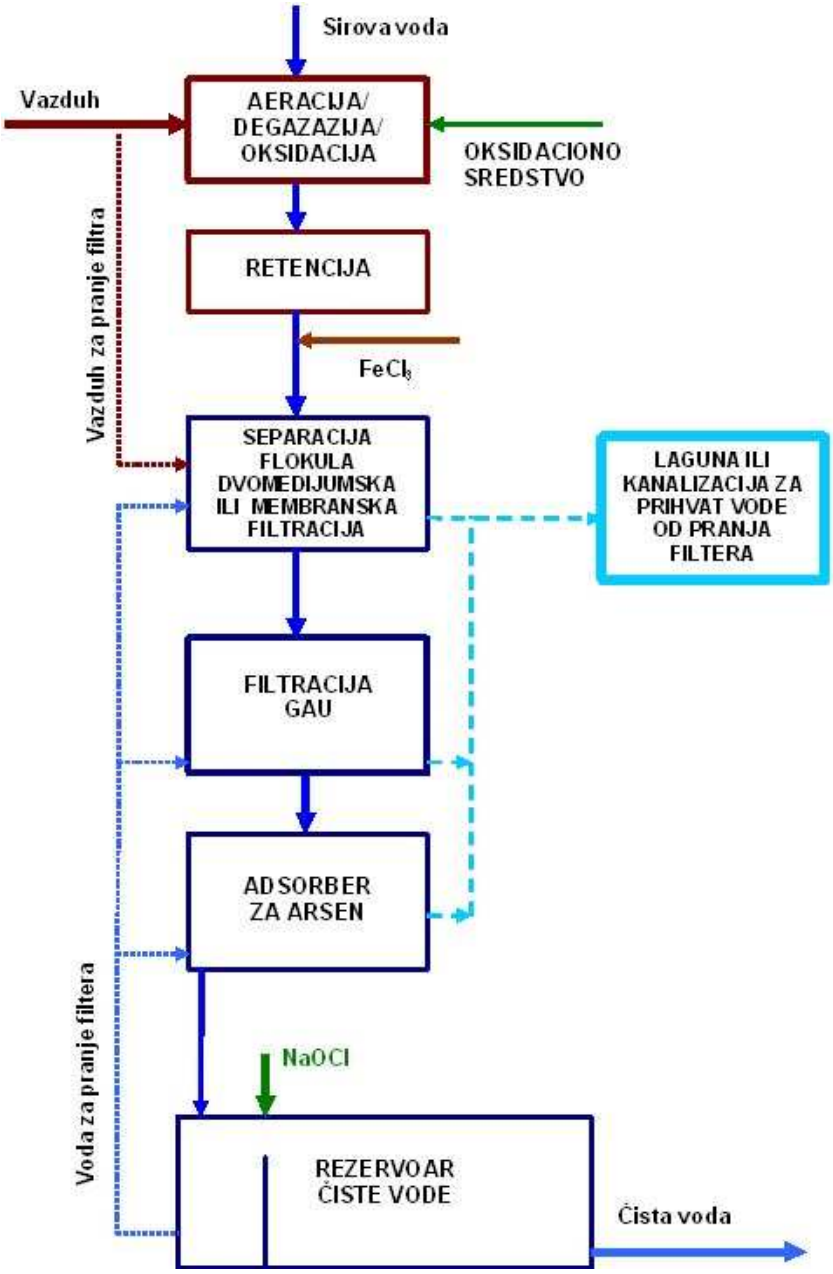


Slika 39. Šema procesa E (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As > 50 μg/l)

Složena situacija sa kvalitetom vode za vodosnabdevanje naselja pobrojanih u tabeli 28 zahteva još kompleksniju varijantu procesa od prethodno razmatranih varijanti. Kvalitet vode koja stoji na raspolaganju ovim naseljama mora da se koriguje po sledećim parametrima: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg$KMnO_4$/l, As > 50 μg/l. Za obradu ovakve vode predviđen je **proces F**, slika 40, koji zapravo predstavlja proces E (videti sliku 39) proširen sa postupkom za uklanjanje prirodnih organskih materija – adsorpcijom na granulovanom aktivnom uglju, tzv. GAU filtracijom

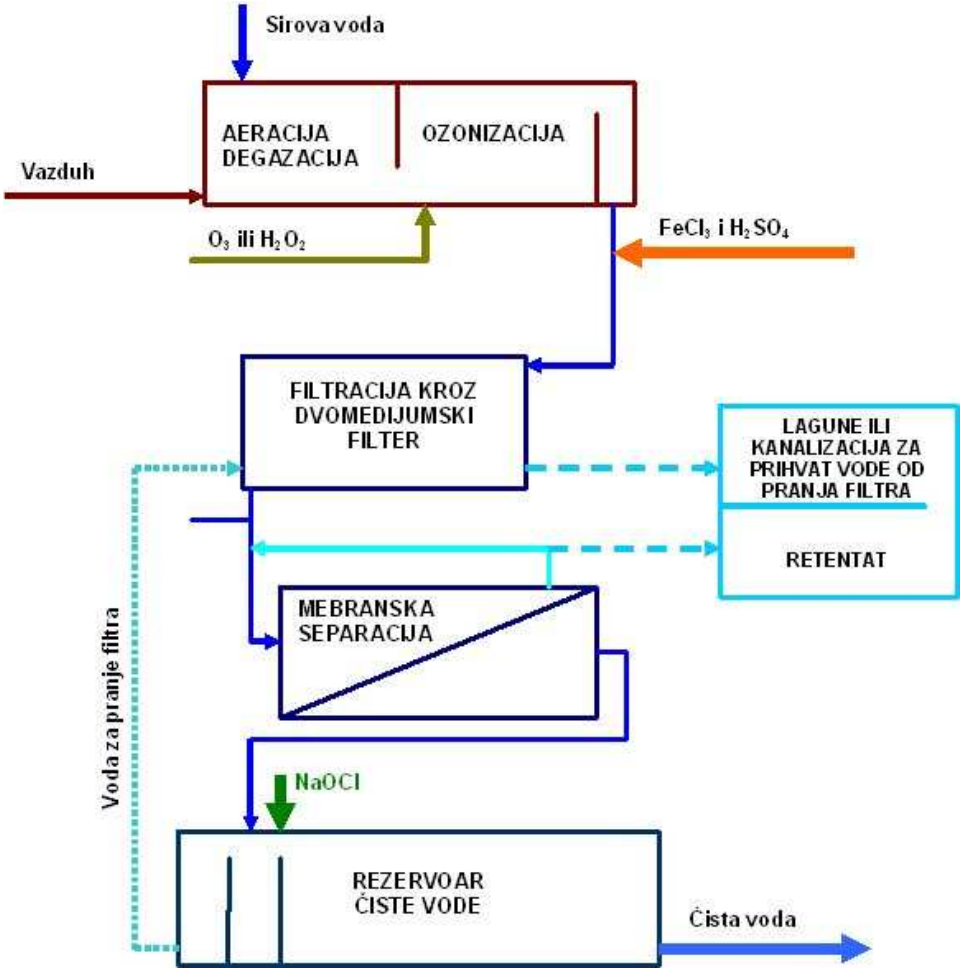
Tabela 28. Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces F

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA KANJIŽA		OPŠTINA ADA	
Kanjiža	37,6	Adorjan	3,8
OPŠTINA KULA		OPŠTINA VRBAS	
Kruščić	7,3	Zmajevo	13,4
Sivac	30,1		



Slika 40. Šema procesa F (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, organske materije < 20 mg$KMnO_4$/l, As > 50 µg/l)

Voda predviđena za snabdevanje naselja navedenih u tabeli 29 je takvih karakteristika, da dovođenje kvaliteta takve vode u sklad sa normama važećeg Pravilnika zahteva veoma složen i skup proces pripreme. Radi se se o tome, da je neophodno korigovati vrednosti čitavog niza parametara: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/L. Korekciju vrednosti pojedinih od tih parametara, u prvom redu sadržaja natrijuma (Na), bora (B) i vrednosti elektroprovodljivosti (na koju u značajnoj meri utiče upravo visok sadržaj natrijuma), nije moguće izvesti bez korišćenja tehnike membranske separacije, i to reverzne osmoze (RO), dok bi nanofiltracija (NF) verovatno mogla da se koristi u jednom broju slučajeva, ali bi se to moralo prethodno ispitati. Za obradu vode u kojoj bi bi se morale korigovati vrednosti svih nabrojanih parametara previđen je **proces G**, slika 41. Ovaj proces u (i) prvim fazama karakteriše primena ozonizacije (eventualno tzv. peroksona, odnosno ozona uz dodatak vodonikperoksida, H_2O_2, čime se pojačava delovanje ozona) i reagensa ferihlorida (i zakišeljavanja vode kako bi se pojačao efekat $FeCl_3$), čime se, uz prethodnu degazaciju/aeraciju i završnu filtraciju, deluje na parametre: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As i organske materije (najvećim delom, a preostale organske materije se uklanjanju membranskom separacijom); a (ii) završna faza procesa je membranska separacija, kojom se u prvom redu deluje na parametre: Na, B, elektroprovodljivost; i na kraju se priprema vode završava dezinfekcijom.



Slika 41. Šema procesa G (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije < 20 mg $KMnO_4$/l)

Tabela 29. *Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces G*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA ZRENJANIN		OPŠTINA BAČ	
Knićanin	6,5	Bač	20,7
OPŠTINA KOVAČICA		OPŠTINA VRBAS	
Debeljača	17,4	Vrbas**	95,6
OPŠTINA ODŽACI		OPŠTINA SOMBOR	
Odžaci	33,1*	Bački Breg	4,4
		Kolut	5,4
		Svetozar Miletić	10,3

*Izgrađeno postrojenje, koje je potrebno rekonstruisati
**Postoji postrojenje, ali ne zadovoljava kapacitet

Voda za snabdevanje naselja navedenih u tabeli 30 predstavlja najteži slučaj za obradu, jer se, za razliku od vode izvorišta koja su na raspolaganju za snabdevanje naselja navedenih u prethodnoj tabeli (i za čiju obradu je predviđen proces G, slika 42) karakteriše još višim sadržajem prirodnih organskih materija. Iz tog razloga se **proces H**, predviđen za obradu vode kod koje treba delovati na sledeće karakteristike: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije > 20 mg $KMnO_4$/l (slika 42), razlikuje od procesa G u tome da je za separaciju flokula predviđen taložnik, i završno bistrenje filtracijom, pošto nastaje veća količina flokula, jer je potrebno ukloniti veću količinu prirodnih organskih materija; a separacija flokula bi se eventualno mogla obaviti membranskom filtracijom (pod uslovom da je to tehno-ekonomski prihvatljivo, što je stvar prethodnih ispitivanja).

Tabela 30. *Naselja sa kvalitetom vode za čiju pripremu je predviđen proces H*

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA ŽITIŠTE		OPŠTINA ZRENJANIN	
Banatski Dvor	4,1	Aradac	11
Ban. Višnjićevo	1,3	Banatski Despotovac	5,0
Ban. Karađorđevo	8,5	Belo Blato	4,5
Žitište	10,9	Botoš	6,8
Međa	3,8	Elemir	14,9
Ravni Topolovac	4,4	Ečka	14,3
Čestereg	4,5	Zrenjanin	294,6
Srpski Itebej	7.9	Klek	9,4
Torak	9.4	Lazarevo	10,5
Torda	5.6	Lukićevo	6,6
Hetin	2.4	Melenci	23
OPŠTINA KIKINDA		Orlovat	5,5
Banatska Topola	3,3	Prlez	12,1
Ban, Veliko Selo	9,8	Stajićevo	6,1
Kikinda	156,3	Taraš	3,5
Mokrin	20,5	Tomaševac	5,4
Nakovo	7,8	Farkaždin	4,2
Novi Kozarci	7,4	Čenta	9,9
Sajan	4,2	Jankov Most	1,9
Rusko Selo	10,8	Mihajlovo	3,0

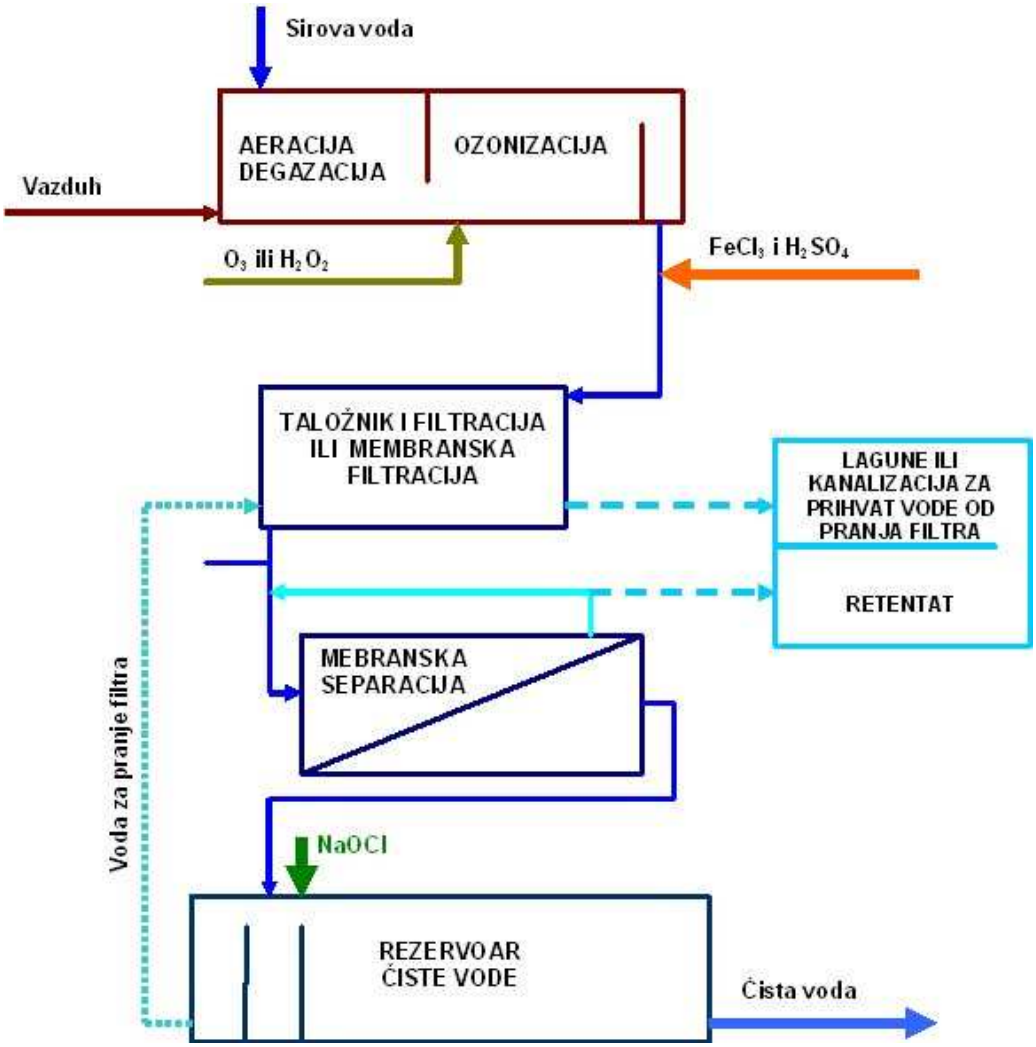
Nastavak tabele 30

Naselje	Kapacitet (l/s)	Naselje	Kapacitet (l/s)
OPŠTINA ODŽACI		OPŠTINA ČOKA	
Bački Brestovac	11,1	Banataski Monoštor	0,4
Bački Gračac	9,3	Vrbica	1,3
Bogojevo	6,8	Jazovo	3,1
Deronje	9,1	Ostojićevo	9,4
Karavukovo	16,0	Padej	9,5
Lalić	5,1	Sanad	4,2
Ratkovo	13,2	Crna Bara	1,8
Srpski Miletić	11,3	Čoka	15,5
OPŠTINA NOVA CRNJA		OPŠTINA NOVI BEČEJ	
Aleksandrovo	8,8	Bočar	6,2
Vojvoda Stepa	5,5	Kumane	12,9
Nova Crnja	5,9	Novi Bečej	52,6
Srpska Crnja	14,4	Novo Miloševo	24,4
Toba	2,2	OPŠTINA ŽABALJ	
OPŠTINA SEČANJ		Gospođinci	12,3
Krajišnik	7,3	Đurđevo	16,7
Neuzina	4,3	Žabalj	32,6
Sutjeska	5,5	Čurug	30,2
OPŠTINA SOMBOR		OPŠTINA NOVI KNEŽEVAC	
Bački Monoštor	12,8	Đala	3,1
Doroslovo	5,6	Novi Kneževac	26,3
Stanišić	15,7	OPŠTINA BAČKA PALANKA	
Stapar	12,1	Pivnice	12,1
OPŠTINA KOVIN		Silbaš	9,0
Pločica	6,5	OPŠTINA APATIN	
OPŠTINA KULA		Kupusina	7,3*
Ruski Krstur	16,7	OPŠTINA BAČKI PETROVAC	
OPŠTINA BEČEJ		Maglić	8,3
Bačko Petrovo Selo	24,6	OPŠTINA VRBAS	
OPŠTINA SRBOBRAN		Ravno Selo	10,7
Srbobran	44,6	OPŠTINA SENTA	
		Senta	74,7

*Izgrađeno postrojenje koje je potrebno dograditi za uklanjanje organskih materija

Napomena: Situacija sa obradom vode izvorišta za snabdevanje naselja navedenih u tabelama 29 i 30, za čiju obradu su predviđeni procesi G i H, mogla bi se u određenoj meri olakšati, i obrada značajno pojeftiniti, ukoliko bi se iznašla raspoloživa izvorišta vode, na primer podzemne vode iz prve izdani, ili čak površinske vode, dovoljnog kapaciteta, i takvih karakteristika da ne sadrže bor i natrijum u povećanoj koncentraciji (i da im je ukupan sadržaj neorganskih rastvorenih materija niži, tako da vrednost elektroprovodljivosti ne bi bila visoka). U tom slučaju bi se mešanjem vode iz tih izvorišta i vode iz izvorišta navedenih u tabelama 29 i 30 dobila voda u kojoj se ne bi morale korigovati vrednosti parametara B, Na i elektroprovodljivost, čime bi izostala neophodnost korišćenja membranske separacije (RO ili NF); a dovoljno sniženje

sadržaja prirodnih organskih materija bi se postiglo korišćenjem adsorbera sa aktivnim ugljem, tzv. GAU filtracije, koja bi zamenila postupak membranske separacije u šemama procesa G i H.



Slika 42. Šema procesa H (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: CH_4, CO_2, NH_3, Fe, Mn, As, Na, B, elektroprovodljivost > 1000 µS/cm, organske materije > 20 mg $KMnO_4$/l)

Generalna napomena: sve složenije procese pripreme, a kao takvi se mogu okarakterisati procesi D, E, F, G i H, a naročito procesi D, F, G i H, trebalo bi ***prethodno ispitati*** na ***poluindustrijskom uređaju***, tzv. pilotu, jer bi se optimizacijom procesa, koja bi se postigla ispitivanjem na pilotu, mogle postići velike uštede u investicionim i eksploatacionim troškovima postrojenja za pripremu vode potrebnog kapaciteta za snabdevanje navedenih naselja.

Navedeni procesi pripreme vode (procesi A-H) su osnovna, odnosno okvirna rešenja; a definitivna šema procesa zavisiće od konkretnih uslova za svaki posmatrani slučaj.

Za odvođenje svih otpadnih tokova iz navedenih procesa pripreme vode predviđeno je da se koristi laguna (u provom redu za postrojenja malih i manjih kapaciteta), ili odvođenje (samo otpadnih voda) u javnu kanalizaciju u onim naseljima

koja imaju, ili će imati, postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Ovakva rešenja predviđena su na ovom nivou rešavanja problema vodosnabdevanja i zaštite voda; a definitivna odluka (a) da li će se primeniti laguna, (b) da li će se otpadne vode odvoditi u kanalizaciju; i (c) da li će se otpadnio tokovi ili (samo) otpadne vode obrađivati odnosno prečišćavati pre odvođenja, zavisiće od svakog konkretnog slučaja, i moraće se zasnivati na prethodnim ispitivanjima, u laboratoriji ili na pilot postrojenja, tamo gde se to pokaže neophodnim.

6.3. Finansijski pokazatelji razvoja separatnih sistema

6.3.1. Osnova za procenu troškova pripreme vode

U ovom delu se izvodi procena troškova pripreme vode, na osnovu tzv. najboljih dostupnih tehnologija pripreme vode, odnosno varijanti procesa pripreme vode koje su razvijene na osnovu kvaliteta vode lokalnih izvorišta vode, a koje su definisane u prethodnom delu teksta. Izabran je prilaz problematici pripreme vode, da se naselja grupišu prema kvalitetu vode lokalnog izvorišta, idući od najboljeg kvaliteta vode (tabela 23), za koji je definisan tzv. proces A (videti šemu procesa na slici 35); pa sve do vode čije su karakteristike takve da zahtevaju složen proces pripreme (tabele 29 i 30, odnosno procesi G i H, slike 41 i 42). Ukupno je definisano osam procesa pripreme (A – H). Definisana je i količina potrebne vode za snabdevanje svakog pojedinačnog naselja (što istovremeno predstavlja i kapacitet postrojenja za pripremu vode; a usvojeno je da se dnevna neravnomernost potrošnje nadoknađuje iz tzv. rezervoara čiste vode), i ti su podaci dati u tabelama 23 – 30. Podaci o potrebnom kapacitetu postrojenja za pripremu vode za data naselja, za koje je predviđena primena datog procesa pripreme vode, jedan su od osnovnih elemenata za procenu troškova pripreme vode.

6.3.2. Procena troškova pripreme vode

Procena troškova pripreme vode, (i) ***investicionih troškova*** (engleski: ***Capital costs***)i (ii) ***eksploatacionih troškova***, odnosno ***troškova rada i održavanja*** (engleski: ***O & M cost***) po navedenim tehnologijama (šemama pripreme vode A-H) izvedena je korišćenjem matematičkih modela. Matematički modeli su formulisani na osnovu podataka iz jedne ranije studije o vodosnabdevanju tri regiona Vojvodine (Studija „Sustainable Solutions to Improve the Quality of Drinking Water Affected by High arsenic Contents in 3 Vojvodina Regions“) za slične šeme pripreme vode; odnosno te su šeme modifikovane u šeme pripreme korišćene u Strategiji, a podaci iz Studije dopunjeni neophodnim podacima za šeme pripreme korišćene u Strategiji. Tako dobijeni podaci o investicionim i eksploatacionim troškovima po šemama pripreme vode su „fitovani“ korišćenjem odgovarajućeg programa, i dobijene zavisnosti-matematički modeli su korišćeni za procenu investicionih i eksploatacionih troškova pripreme vode za kapacitete i šeme pripreme vode date u Strategiji (videti tabele 23-30 i slike 35-42).

Podaci za procenu troškova pripreme vode po predviđenim šemama pripreme dati su u Aneksu 2. Cena izgradnje i rada postrojenja za pripremu vode u okviru mikrosistema dati su u tabeli 31.

Uz pretpostavku da se obrađuje 5.722 m^3/s vode na 299 različitih postrojenja definisanih u skladu sa postavkama datim u poglavlju 5 procenjeni ukupni investicioni troškovi su 175 miliona eura, a eksploatacioni troškovi iznose oko 22 miliona eura.

Tabela 31. *Cena izgradnje i rada postrojenja za pripremu vode u okviru mikrosistema*

Proces	Kapacitet pripreme l/s	Investicioni troškovi €	Eksploatacioni troškovi €/god
Šema A	0,3 - 37,1	9.648 - 267.562	145 - 34.187
Šema B	0,1 - 698,5	15.066 - 4.408.062	1.490 - 334.045
Šema C	1,0 - 67,8	73.491 - 929.821	5.680 - 105.157
Šema D	0,5 - 192,4	24.541 - 2.244.717	7.119 - 585.291
Šema E	1,4 - 371,0	56.577 - 3.424.993	17.361 - 784.771
Šema F	7,3 - 37,6	198.781 - 706.877	50.187 - 200.964
Šema G	2,4 - 95,6	158.207 - 2.440.943	27.313 - 545.790
Šema H	0,4 - 294,6	72.090 - 6.598.410	6.867 - 1.803.882

Napomena: U šemama pripreme vode E, F i H navedena je membranska filtracija akao alternativa dvomedijumskoj filtraciji ili peščanim filtrima (videti slike 39, 40 i 42). Međutim, u računanju investicionih i eksploatacionih troškova su korišćeni samo podaci za dvomedijumsku ili peščanu filtraciju, jer nije realno očekivati da se u našoj praksi pripreme vode za piće u doglednoj budućnosti za bistrenje vode koristi membranska filtracija umesto peščanih ili dvomedijumskih filtara, iz tehno-ekonomskih razloga, (prim.: korišćenje membranske *separacije*, najčešće reversne osmoze, u šemama pripreme G i H, slike 41 i 42, je nešto drugo, i uslovljeno je velikim sadržajem neorganskih rastvorenih materija, pogotovo soli natrijuma).

Napomene: (1) Ukupni investicioni troškovi sadrže i troškove amortizacije opreme za pripremu vode (računato je sa amortizacionim vekom od 20 godina); koji su posebno iskazani u tabelama, ali, radi pojednostavljenja, samo su iskazani troškovi amortizacije zbirno za svaku šemu pripreme, tako da se mogu, po potrebi, samo koristiti podaci za *troškove izgradnje* postrojenja, bez amortizacije. (2) Eksploatacioni troškovi, odnosno troškovi rada i održavanja postrojenja su iskazani na nivou jedne (prve) godine eksploatacije. (3) Troškovi su iskazani u evrima.

7. DEFINISANJE KRITERIJUMA PRIORITETA IZGRADNJE VODOVODNIH SISTEMA

Kriterijumi prioriteta su definisani na osnovu ključnih parametara:

1. **Ugroženost zdravlja stanovništva koje definiše redosled rešavanja pojedinačnih problema po naseljima;**
2. **Ekonomski razvoj Vojvodine koji definiše**:
   a. *odabir strategije* u smislu postepenog uvođenja regionalnog sistema vodosnabdevanja (sa porastom ekonomske moći sistem bi postepeno mogao da se razvija od separatne do mikro-regionalne i regionalne varijante) i
   b. odabir tehnologije za pripremu vode.
3. Paralelno sa ovim aktivnostima neophodno je **jačati institucije koje se bave vodosnabdevanjem** u smislu razvoja kadra, opreme i usaglašavanja sa evropskom praksom.

   Neophodno je:
   A. prioritetno rešavati probleme naselja koja imaju toksične parametre van granica dozvoljenih Pravilnikom (pre svega problem arsena)
   B. uvesti, odn. **poboljšati tretman voda** u mestima gde on ne zadovoljava odredbe važećeg Pravilnika
   C. unaprediti stanje distributivnog sistema
   D. organizovati bolje upravljanje malim vodovodnim sistemima
   E. istražiti alternativna izvorišta

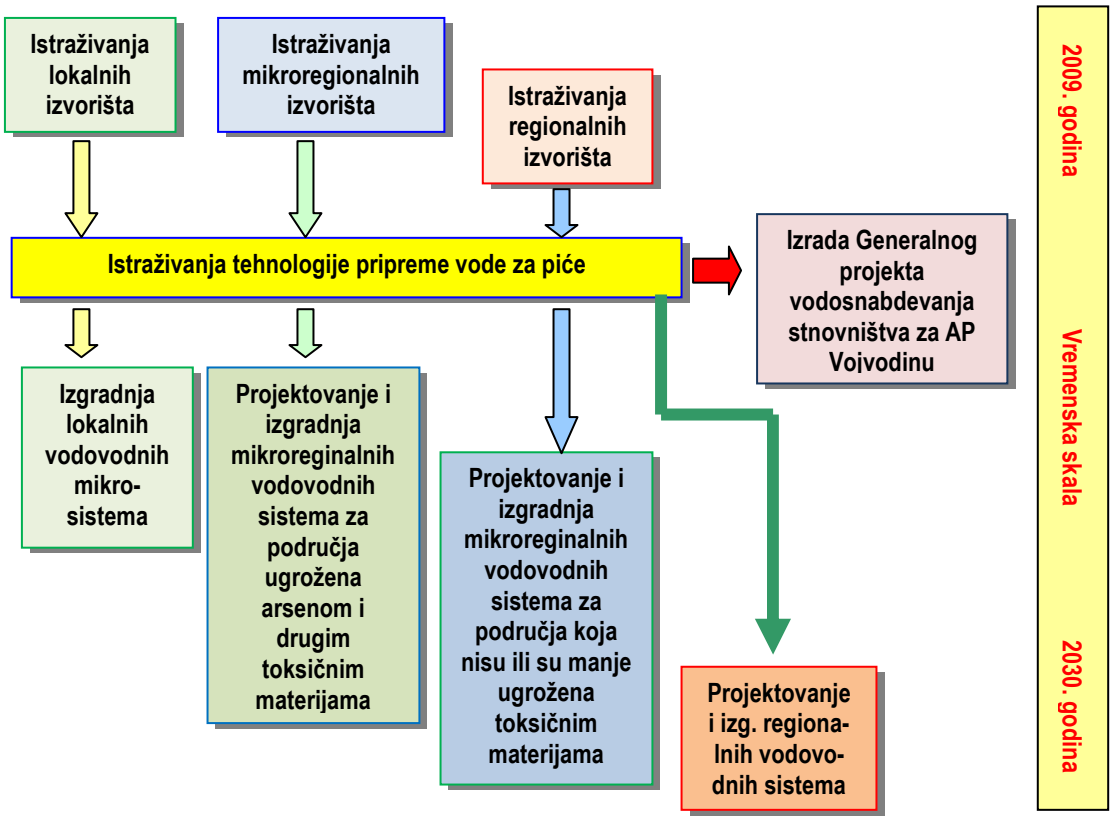
Na slici 43 prikazana je šema redosleda pojedinih faza za obezebeđivanje vode za stanovništvo u AP Vojvodini.

Stepen istraženosti pojedinih oblasti, za koje je utvrđena perspektivnost s aspekta otvaranja novih izvorišta lokalnog, mikroregionalnog i regionalog karaktera, je veoma nizak. Hidrogeološka istraživanja perspektivnih oblasti predstavljaju prvi korak ka poboljšanju vodosnabdevanja stanovništva u Vojvodini.

Stoga je dakle neophodno kao prvi (prva faza) od prioriteta budu planska istraživanja u cilju obezbeđenja dovoljnih količina kvalitetnih podzemnih voda za potrebe snabdevanja stanovništva vodom za piće.

Potrebna istraživanja treba da se odvijaju na sledeći način:

- istraživanja mogućnosti proširenja kapaciteta postojećih izvorišta, lokalno - za jedno naselje ili nekoliko naselja (mikrosistem),
- istraživanje potencijalnih novih izvorišta lokalnog (za jedno, dva ili više naselja) i mikroregionalnog karaktera,
- istraživanje potencijalnih novih regionalnih izvorišta,
- paralelno sa istraživanjem izvorišta moraju se preduzeti istraživanja tehnologija za pripremu vode za piće za svako prihvatljivo lokalno, mikroregionalno i regionalno izvorište.



Slika 43. Šema i redosled pojedinih faza vodosnabdevanja stanovništva Vojvodine

Sledeća faza, (druga faza) obuhvata, nakon sakupljanja dovoljno podataka o kvalitetu i kvantitetu vode u izvorištima, izradu Generalnog projekta vodosnabdevanja stnovništva u AP Vojvodinu.

Treća faza je kratkoročna orjentacija snabdevanja vodom (5-10 godina) i obuhvata razvijanje mikroregionalnih vodovodnih sistema (povezivanje nekoliko naselja ili opština u jednu celinu u zavisnosti od raspoloživih izvorišta). Vremenom, kako bude rasla ekonomska moć stanovništva ovi sistemi bi se povezivali i objedinjavali u veće celine, tj. u određenom vremenskom periodu u regionalni sistem oslonjen na izvorište vode regionalnog nivoa. Ovakav pristup omogućava da se korisnici po pravilu snabdevaju sa dva ili više izvorišta i da se uz lokalne mogućnosti (mikroregionalno i lokalno izvorište) postiže najviši stepen sigurnosti, kako u pogledu isporuke količine vode, tako i pogledu njenog kvaliteta. Ovde je ekonomski elemenat jedan od najbitnijih činilaca racionalnog razvoja.

Optimalna dugoročnija orjentacija snabdevanja vodom stanovništva predstavlja izgradnju regionalnih i međuregionalnih vodovodnih sistema (četvrta faza) u *koji bi bili integrisani i postojeći vodovodni sistemi.* Ovi sistemi treba da dopune nedostajuće količine voda sa lokalnih izvorišta i povećaju ukupnu sigurnost rada sistema. Postoje naselja za koje nije racionalno povezivanje na regionalne vodovodne sisteme, odnosno gde je povoljnije korišćenje samo lokalnih izvorišta. U vodosnabdevanju Vojvodine ne smeju se zapostaviti mali sistemi i lokalna izvorišta, jer pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama (ratni uslovi, terorizam, prirodne katastrofe itd.). Ovi lokalni

sistemi (ili mikroregionalni sistemi) moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na *visokom tehnološkom nivou*, kako bi se mogli trajno zadržati u budućem regionalnom sistemu.

Problem najvećeg prioriteta je vodosnabdevanje oblasti gde je u vodi za piće prisutan toksični arsen, zatim povišen sadržaj prirodnih organskih materija i natrijuma.

Tehnologije pripreme vode moraju biti adekvatne za dati kvalitet na svakoj lokaciji ponaosob, relativno lake za nadzor i u slučaju akcidenata sanacije bi se morale brzo rešavati. Uslov za to je rešavanje sadašnje manjkavosti u nadzoru i upravljanju malim sistemima koju je neophodno ukloniti organizovanjem posebnih službi i institucija koje bi imale kapacitete za takvu aktivnost.

7.2. Plan aktivnosti vodosnabdevanja

Potrebno je uraditi sledeće aktivnosti (prioritet je prikazan u tabelama 32, 33 i 34):

I. Istraživanja mogućnosti
   a. **proširenja kapaciteta postojećih izvorišta i novih lokalnih** (hidrogeološka istraživanja) i
   b. uvođenje ili poboljšanje postojeće tehnologije za pripremu vode za piće.

II. Istraživanje
   a. **potencijalnih novih izvorišta mikroregionalnog karaktera** (hidrogeološka istraživanja) i
   b. tehnologija za pripremu vode za piće.

III. Istraživanje
   a. **potencijalnih novih regionalnih izvorišta** (hidrogeološka istraživanja) i
   b. tehnologija za pripremu vode za piće.

IV. Izrada Generalnog projekta vodosnabdevanja stnovništva za AP Vojvodinu.

V. Projektovanje i izgradnja lokalnih i mikroregionalnih vodovodnih sistema.

VI. Projektovanje i izgradnja regionalnih vodovodnih sistema.

Na gantoramu 1 prikazan je vremenski plan istraživanja izvorišta i tehnologija za pripremu vode za piće, izgradnje mikroregionalnih i regionalnih vodovodnih sistema.

Potrebe za vodom su računate na osnovu tabele 20, poglavlje 4.

Tabela 32. *Plan aktivnosti hidrogeoloških istraživanja mikroregionalnih i regionalnih izvorišta i istraživanja tehnologije pripreme vode za piće*

Aktivnosti i prioritet	Oblast / Aktivnost	Nosioc aktivnosti	Period realizacije aktivnosti	Podaci o kapacitetu (l/s)	Potrebna sredstva (1000 €)	Napomena
	1	2	3	4	5	6
I	**Lokalna izvorišta**					
I-1	Istraživanja mogućnosti proširenja kapaciteta postojećih izvorišta	Lokalna samouprava (Javno komunalno preduzeće ili drugi organi na nivou opštine)				
	- *Hidrogeološka istraživanja*		Nije ograničeno rokom realizacije			Zavisnost od potreba i razvoja postojećih Vodovoda
	- *Uvođenje i poboljšanje postojeće tehnologije*					
I-2	Istraživanja mogućnosti proširenja i povezivanja lokalnih izvorišta u mikrosisteme	Lokalna samouprava (Javno komunalno preduzeće ili drugi organi na nivou opštine)				
	- *Hidrogeološka istraživanja*		Nije ograničeno rokom realizacije			Zavisnost od potreba i razvoja postojećih Vodovoda
	- *Uvođenje i poboljšanje postojeće tehnologije*					
II	**Istraživanje potencijalnih novih izvorišta mikroregionalnog karaktera**					
II-1	Van priobalja rečnih tokova: područje jugoistočnog Banata			max** 60-80 l/s/km^2		Snabdevanje vodom Opština: Zrenjanin, Žitište, Nova Crnja, Sečanj i delova Opštine Kikinda
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2009-2011		320.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2010-2012		100.000 ***	
II-2	Područje Potisja (arteske izdani): područje Bečeja			max** 80-100 l/s/km^2		Snabdevanje vode Opštine Bečej, Novi Bečej, Srbobran
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2009-2011		210.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2010-2012		100.000 ***	
II-3	Područje Potisja (arteske izdani): Podučje istočnog oboda Telečke					Snabdevanje vodom Opština Bačka Toplola, Mali Iđoš, Srbobran, Bečej, Ada, Senta
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2009-2011		260.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2010-2012		100.000 ***	

	1	2	3	4	5	6
II-3	Aluvion leve obale reke Tise					Snabdevanje vodom Opštine u priobalju Tise
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2009-2011		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2010-2012		100.000 ***	
II-4	Priobalje Dunava: sektor Odžaci – Bačka Palanka					Snabdevanje vodom Odžaci, Bač, Bački Petrovac
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2010-2012		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2011-2013		100.000 ***	
II-5	Priobalje Dunava: sektor Gardinovci - Čenta					Snabdevanje vodom Opštine Titetl i Žabalj
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave i lokalna samouprava	2011-2013		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2012-2014		100.000 ***	
III	**Istraživanje potencijalnih novih regionalnih izvorišta**					
III-1	Priobalje Dunava: sektor Bezdan - Bogojevo			8000*		Regionalno snabdevanje vodom zapadne i severne Bačke
	- *Istraživanje tehnologije*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		100.000 ***	
III-2	Priobalje Dunava: levo priobalje nizvodno od Novog Sada			800*		Regionalno snabdevanje južne Bačke
	- *Istraživanje tehnologije*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		100.000 ***	
III-3	Priobalje Dunava: sektor Kovin - Dubovac			2500*		Regionalno snabdevanje Banata
	- *Istraživanje tehnologije*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		100.000 ***	
III-4	Priobalje Save: sektor Jamena – Kurjakovac			5000*		Regionalno snabdevanje Srema, južne Bačke i srednjeg Banata
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2012-2014		100.000 ***	

	1	2	3	4	5	6
III-5	Priobalje Save: sektor Jarak - Grabovac			5000*		Regionalno snabdevanje Srema
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2012-2014		100.000 ***	
III-6	Priobalje Dunava i Tise: sektor Knićanin - Čenta			400*		Regionalno snabdevanje centralnog Banata i Opštine Titel
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave	2009-2011		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2010-2012		100.000 ***	
III-7	Van priobalja rečnih tokova: šire područje Potpornja (jugoistočni Banat)					Regionalno snabdevanje južnog i srednjeg Banata
	- *Hidrogeološka istraživanja*	Pokrajinski organi uprave	2011-2013		150.000	
	- *Istraživanje tehnologije*		2012-2014		100.000 ***	

*Podaci iz Vodoprivredne osnove Srbije (podaci se odnose i na veštačko prihranjivanje izvorišta)
**Procena obrađivača Strategije
***U slučaju predhodne izgradnje mobilnog Pilot uređaja. Izgradnja ovog Pilot uređaja bi koštala oko 350.000 Eura

Tabela 33. *Izrada generalnog projekta vodosnabdevanja stanovništva AP vojvodine*

Aktivnosti i prioritet	Oblast / Aktivnost	Nosioc aktivnosti	Period realizacije aktivnosti	Potrebna sredstva (1.000 €)
IV	Izrada Generalnog projekta vodosnabdevanja stanovništva za AP Vojvodinu	Pokrajinski organi uprave	do kraja 2010.	Kad se prikupi dovoljno podataka od hidrogeoloških istraživanja 50.000

Tabela 34. *Plan aktivnosti projektovanja i izgradnje lokalnih, mikroregionalnih i regionalnih vodovodnih sistema*

Aktivnosti i prioritet	Oblast / Aktivnost	Nosioc aktivnosti	Period* realizacija aktivnosti	Potrebna sredstva (1.000 €)	Napomena
V	Projektovanje i izgradnja lokalnih mikrosistema i mikroregionalnih vodovonih sistema,				Zavisnost od potreba i razvoja postojećih Vodovoda i aktuelnosti kvaliteta vode za piće
V-1	Projektovanje i izgradnja lokalnih vodovodnih sistema	Lokalna samo-uprava	Nije ograničeno rokom realizacije		
	- projektovanje fabrike vode				
	- Izgradnja lokalne fabrike vode				
V-2	Projektovanje i izgradnja vodovonih mikrosistema (dva ili više naselja)	Lokalna samo-uprava (jedna ili više opština)	Nije ograničeno rokom realizacije		Zavisnost od potreba i razvoja postojećih Vodovoda i aktuelnosti kvaliteta vode za piće
	- projektovanje fabrike vode			4.100.000**	
	- Izgradnja fabrike vode i vodovodnog mikrosistema			60.000.000**	
V-2	Projektovanje i izgradnja mikroreginalnih vodovodnih sistema za područja ugrožena arsenom i drugim toksičnim materijama (odnosise na izvorišta: jugoistočni Banat, Istočni obod Teleček, Izvorište Bečej, Gardinovci-Čenta, Bezdan-Bogojevo)		2010-2015		Srednji i severni Banat, Zapadna Bačka, pojedini delovi srednje i severne Bačke, pojedini delovi Srema, pojedini delovi južnog Banata (npr. Pančevo)
	- projektovanje fabrike vode i mikroregionalnog vodovodnog sistema	Pokrajinski organi uprave i lokalna samo-uprava	2010-2012	3.000.000**	
	- Izgradnja fabrike vode i mikroregionalnog vodovodnog sistema		2011-2015	55.000.000**	
V-3	Projektovanje i izgradnja mikroreginalnih vodovodnih sistema za područja koja nisu ili su manje ugrožena toksičnim materijama		2013-2020		
	- projektovanje fabrike vode i mikroregionalnog vodovodnog sistema	Pokrajinski organi uprave i lokalna samo-uprava	2013-2017	1.000.000**	
	- Izgradnja fabrike vode i mikroregionalnog vodovodnog sistema		2015-2020	18.000.000**	
VI	Projektovanje i izgradnja regionalnih vodovodnih sistema		2020-2030		
	- projektovanje fabrike vode i regionalnog vodovodnog sistema	Pokrajinski organi uprave	2020-2025		
	- Izgradnja fabrike vode i regionalnog vodovodnog sistema		2022-2030	530.000.000 ***	

*Biće bliže utvrđeno generalnim projektom, **Projektovanje i izgradnja fabrike vode, bez rezervora i cevovoda u mikroregionalnom sistemu, ***Odnosi se na regionalni sistem Kovin-Dubovac za područje Banata i Izvorište kod Apatina za Jugozapadnu Bačku

Gantogram 1. *Dinamika izgradnje sistema za vodosnabdevanje stanovništa u AP Vojvodni*

Godina	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021-2030		
Proširenje kapaciteta lokalnih izvorišta															
Izgradnja mikrosistema															
Istraživanja mikroregionalnih izvorišta															
Istraživanje tehnologije za tretman vode na mikroregionalnom izvorištu															
Istraživanje regionalnih izvorišta															
Istraživanje tehnologije za tretman vode na regionalnom izvorištu															
Generalni projekat vodosnabdevanja AP Vojvodine															
Izgradnja mikroregionalnog postrojenja za područja sa arsenom i drugim toksičnim zagađujućim materijama															
Izgradnja mikroregionalnog postrojenja za područja gde nema toksičnih materija															
Izgradnja regionalnih sistema															

8. ZAŠTITA VODA

Vojvodina ima velike vodene resurse u površinskim vodama reke Dunav, reke Save i Tise, kao i u razvijenom kanalskom sistemu Dunav-Tisa-Dunav. U poslednjem periodu razvoj industrije je uticao na veću produkciju otpadnih voda, koje se u većini slučajeva skoro bez prečišćavanja ispuštaju u vodotokove. Otpadne vode koje ispuštaju industrijski centri Vrbas-Kula-Crvenka, Zrenjanin, Kikinda, Vršac, Senta i Pančevo, kao i zagađene vode koje dospevaju iz Rumunije, predstavljaju najbitnije faktore koji negativno utiču na stanje kvaliteta površinskih voda u Vojvodini[1]. Da bi se ono rešilo hitno se mora realizovati zaštita voda izgradnjom novih postrojenja za prečišćavanje i postizanje maksimalnog efekta prečišćavanja kod postojećih. Pored toga, mora se postići maksimalna tehnološka disciplina u cilju smanjenja zagađenja u otpadnim vodama[2].

Kvalitet površinskih voda nije se bitno promenio poslednjih 10 godina. Većina površinskih voda svrstava se u II klasu. U periodu od 2003-2007. godine, uočeno je veće odstupanje od ciljne klase kvaliteta (II klase) u odnosu na prethodne godine, pri čemu su ova odstupanja najizraženija za HS DTD i vodotoke koji imaju manju sposobnost biološkog samoprečišćavanja.

Ako se nastavi postojeći trend zagađivanja voda ozbiljan će biti problem korištenja nekih vodenih resursa u Vojvodini zbog potencijalne mogućnosti ugradnje zagađenja u lanac ishrane.

Zaštita voda od zagađivanja može se ostvariti na dva osnovna načina. Jedan je da se u prirodne vode ne ispuštaju otpadne vode, a drugi je prečišćavanje otpadnih voda, kao i uklanjanje zagađenja iz atmosferskog vazduha i pravilno odlaganje otpadnog materijala čime se sprečava zagađenje voda koja je u kontaktu sa atmosferom i zemljištem. Zbog tehničkih problema jedva da se može očekivati da će se voda koristiti u potpuno zatvorenom ciklusu, što bi, praktično, trebalo da bude dalekosežni cilj gazdovanja svim materijalnim dobrima i energijom. Otpadne vode bi se morale u hidrološki ciklus vode vratiti samo onoliko zagađene koliko se mogu samoprečistiti i takvog kvaliteta da ne utiču na biocenozu recipijenta[3].

---

[1] Čonkić Lj., Radovanović-Jovin H.: Vojvodina 2000+ Na putu usklađenog razvoja, Poglavlje: Stanje kvaliteta površinskih, podzemnih i pijaćih voda, Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj, Novi Sd, 2001.

[2] Analiza količina i osobina otpadnih voda sa katastrom industrijskih zagađivača, PMF, Novi Sad, 2002

[3] Dalmacija B. (1998) Problemi kvaliteta voda, Poglavlje u monografiji *Kvalitet vode za piće - problemi i rešenja*, Prirodno-matematički fakultet - Institut za hemiju, Novi Sad, str. 1-28.

8.1. Kvalitet površinskih voda i sedimenta u AP Vojvodini

Kvalitet površinskih voda u Vojvodini pretežno je uslovljen ispuštanjem otpadnih voda, tj. radom industrijskih postrojenja, poljoprivrednom proizvodnjom, ispuštanjem komunalnih otpadnih voda, kao i pojavom dugotrajnih sušnih perioda. Ugroženost površinskih voda zagađenjem biodegradabilnim organskim materijama naročito je izražena u blizini velikih gradova (Vrbas, Kula, Crvenka, Zrenjanin, Pančevo, Ruma, Bačka Topola) koji nemaju postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda i industrijskih postrojenja koja se bave proizvodnjom hrane (fabrike šećera, prerade voća i povrća, velike farme svinja, klanice itd.). Ovaj problem posebno je izražen u periodu godine koji karakterišu niski vodostaji i povišene temperature. Dunav, Sava, a delimično Tisa uspevaju, zahvaljujući moći samoprečišćavanja, da razgrade znatne količine organskih materija i ipak održe zadovoljavajući kvalitet voda. Nasuprot njima, u periodima rada fabrika punim kapacitetom prisutna je ugroženost malih vodotoka (Krivaja, Nadela, Kudoš, Bosut i pojedine deonice HS DTD). Tada dolazi do pojave deficita kiseonika i razgradnje organskih materija u anaerobnim uslovima sredine, pri čemu se oslobađaju toksične materije i gasovi (vodoniksulfid, metan i amonijak), što ugrožava floru i faunu ovih vodotoka.[4]

8.1.1. Kvalitet površinskih voda

Podaci o kvalitetu površinskih voda u AP Vojvodini preuzeti su iz Hidroloških godišnjaka, Kvalitet voda, Republičkog hidrometeorološkog zavoda i monitoring programa sprovedenih u različite svrhe i realizovanih za posebne namene (npr. JVP "Vode Vojvodine", Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj itd.)[5,6,7]. Obrađeni su podaci za period 2001-2008. godine. Merne lokacije postavljene su u sistemu vodnih tela i to: HS DTD-veštačko vodno telo, vodotoci-značajno izmenjena vodna tela, Dunav, Sava i Tisa-površinsko vodno telo.

Ocena kvaliteta površinskih voda na teritoriji AP Vojvodine prikazana je na slici 44. Prema metodologiji i kriterijumima ICPDR za klasifikaciju kvaliteta površinskih voda, a za grupe pokazatelja kiseonično/nutrijentnog režima (rastvoreni kiseonik, BPK_5 i ukupan fosfor), vodna tela na teritoriji AP Vojvodina svrstana su generalno posmatrajući u I-II klasu kvaliteta. Ukupnom broju podataka u ovim klasama kvaliteta značajno doprinose podaci o kvalitetu vode Dunava, Save i Tise.

U periodu od 2003-2007. godine, uočeno je veće odstupanje od ciljne klase kvaliteta (II klase) u odnosu na prethodne godine pri čemu su ova odstupanja najizraženija za HS DTD i vodotoke koji imaju manju sposobnost biološkog samoprečišćavanja (slika 45).

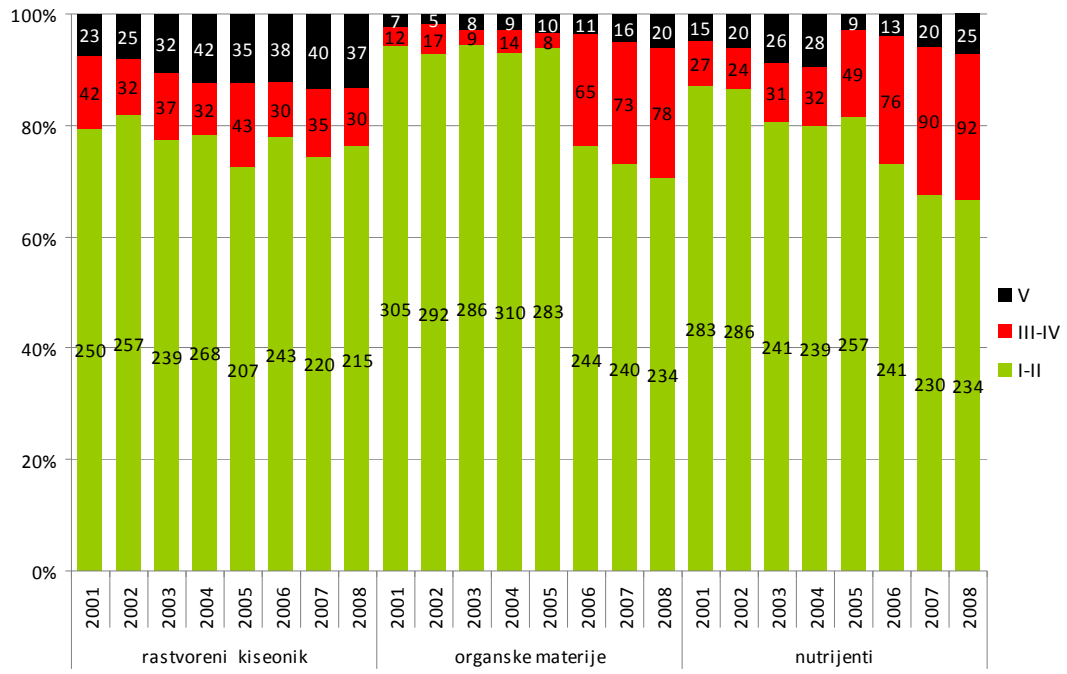
---

[4] Studije o stanju životne sredine u AP Vojvodini - problemi i izazovi za element životne sredine: vode, Novi Sad, 2009.

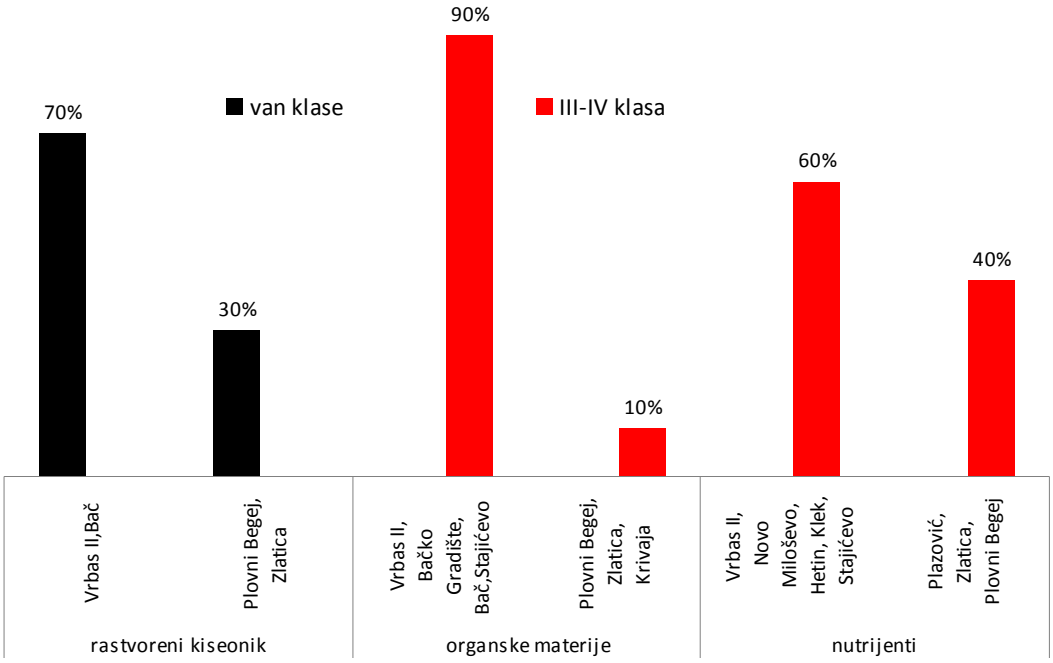
[5] Analiza fizičko-hemijskih parametara sedimenta i fizičko-hemijskih parametara vode AK "Stara Moravica" kod Krivaje, *Pokrajinski Sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj i Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine*, Novi Sad, 2008.

[6] Godišnji izveštaji RHMZ o kvalitetu površinskih i podzemnih voda na teritoriji Republike Srbije

[7] Monitoring hemijskog kvaliteta površinskih voda i sedimenta u zaštićenim zonama i crnim ekološkim tačkama u vojvodini za 2008. godinu, *Pokrajinski Sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj i Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine*, Novi Sad, 2008.



Slika 44. Ocena kvaliteta površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

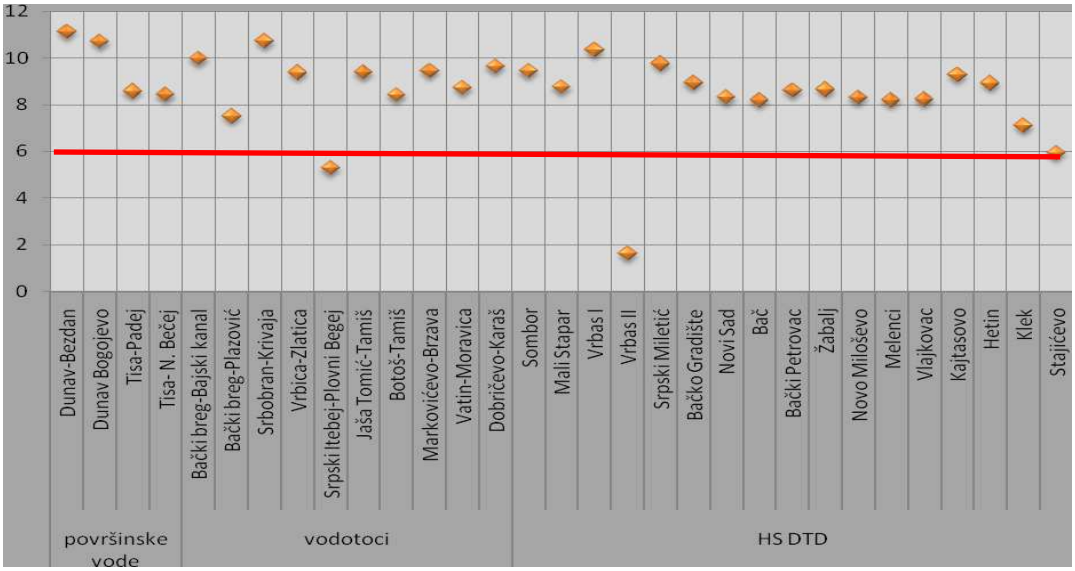


Slika 45. Prosečni procentualni udeli lokacija u III-IV klasi i van klase kvaliteta

U ukupnom broju uzoraka van klase, za rastvoreni kiseonik, prosečno 70% uzoraka pripada HS DTD (lokacije: Vrbas II, Bač) i oko 30% uzoraka vodotocima na teritoriji Banata (Plovni Begej i Zlatica). U istom periodu, prosečno 90% uzoraka u III-

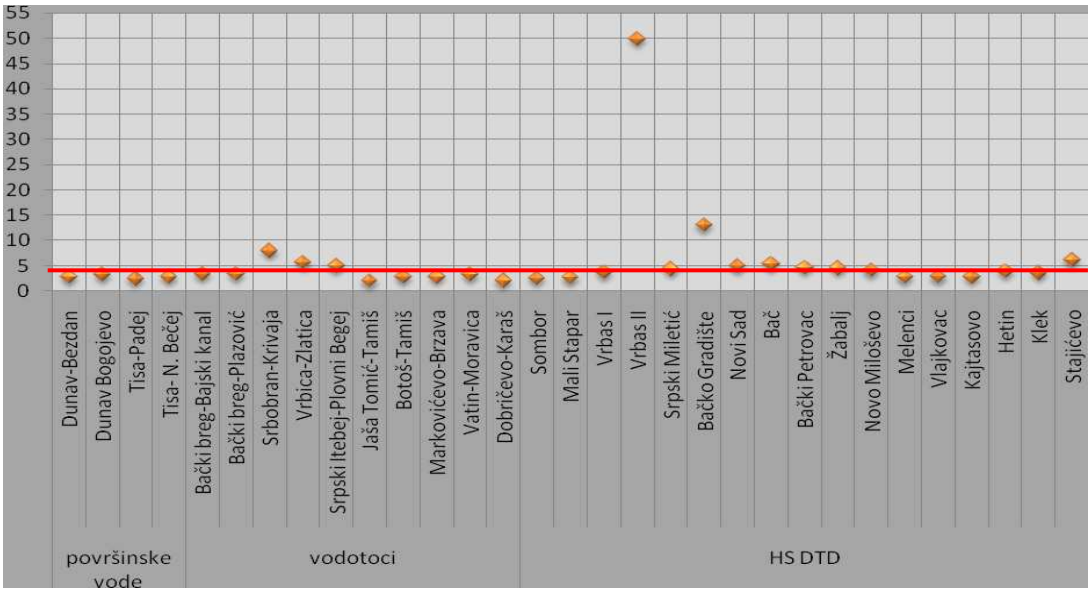
IV klasi, organske materije izražene preko BPK_5, pripada HS DTD (lokacije: Vrbas II, Bačko Gradište, Bač, Stajićevo), dok oko 10% uzoraka čine uzorci vodotoka (Plovni Begej, Zlatica, Krivaja). Prosečno 60% uzoraka koji čine III-IV klasu, računajući ukupan fosfor, odnosi se na HS DTD (lokacije: Vrbas II, Novo Miloševo, Hetin, Klek, Stajićevo), a oko 40% od ukupnog broja u ovim klasama detektovano je u vodotocima na teritoriji Bačke i Banata (prvenstveno Plazović, Zlatica, Plovni Begej). U ukupnom broju uzoraka van klase kada je u pitanju ukupan fosfor, oko 70% čine uzorci vodotoka Krivaja.

Prostorna distribucija srednjih vrednosti za rastvoreni kiseonik u odnosu na graničnu vrednost II klase kvaliteta (ciljna vrednost 6 mgO_2/l) prikazana je na slici 46. Niže vrednosti rastvorenog kiseonika od ciljne vrednosti zabeležene su na lokaciji Vrbas II (HS DTD) i Srpski Itebej na Plovnom Begeju. Ovakve vrednosti su na prvom mestu prouzrokovane ispuštanjem neadekvatno tretiranih ili netretiranih otpadnih voda.



Slika 46. Prostorna distribucija srednjih vrednosti za rastvoreni kiseonik (mgO_2/l) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

Biološka potrošnja kiseonika pokazatelj je potrošnje kiseonika usled biološke aktivnosti. Više vrednosti BPK_5 najčešće su posledica organskog zagađenja prouzrokovanog ispuštanjem netretiranih otpadnih voda, industrijskih efluenata i spiranje sa poljoprivrednih površina. Generalno, koncentracija BPK_5 ispod 2 mg O_2/l indikativna je za „relativno čiste površinske vode“ i iznad 5 mg O_2/l za „relativno zagađene površinske vode“. Imajući ovo u vidu, za većinu deonica HS DTD na teritoriji regiona Bačka može se zaključiti da pripadaju zagađenim deonicama ili se nalaze na granici između relativno čistih i zagađenih deonica (slika 47). Ekstremne vrednosti izmerene su na lokaciji Vrbas II. Kada su u pitanju vodotoci, više vrednosti BPK_5 zabeležene su na lokalitetu Srbobran, na Krivaji i posledica su ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda grada Bačka Topola i otpadnih voda visoko razvijene poljoprivredne delatnosti. Na teritoriji regiona Banat, vodotoci Zlatica i Plovni Begej takođe pripadaju relativno zagađenim površinskim vodama. Imajući u vidu da su u pitanju granični profili, ovakvi podaci ukazuju na prekogranični uticaj Rumunije.



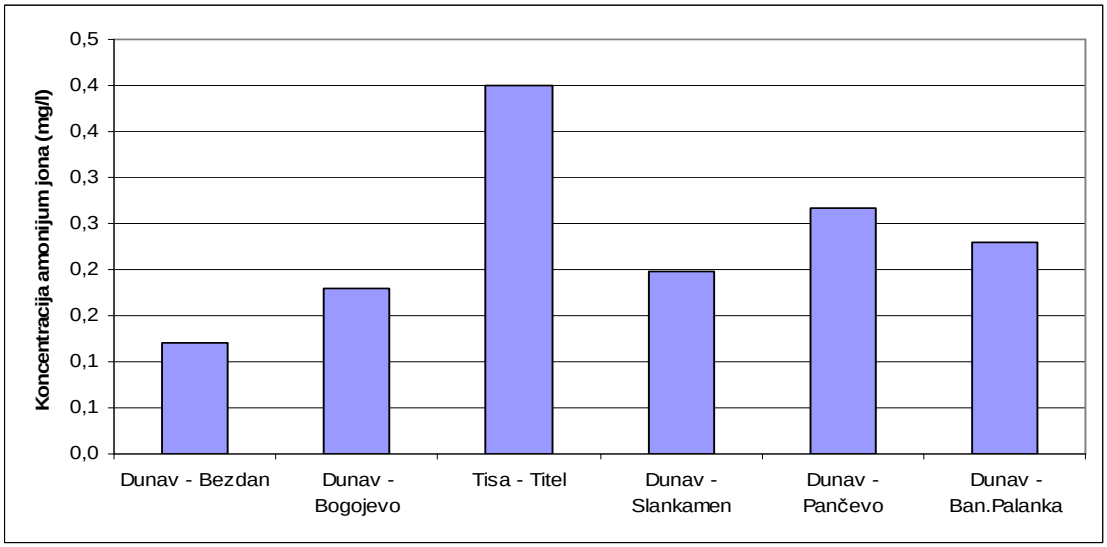
Slika 47. Prostorna distribucija srednjih vrednosti za BPK_5 (mgO_2/l) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

Osnovni problem u analizi uticaja različitih izvora na status vode u pogledu sadržaja nutrijentnih materija je nedostatak preciznih podataka o oblastima sa nižim i višim difuznim stepenom zagađenja. Pored toga, nivo nutrijentnih materija nije u zavisnosti samo od korišćenja zemljišta i intenziteta njenog korišćenja, već i od prirodnih faktora kao što su klimatski uslovi, protok vode i sastav zemljišta.

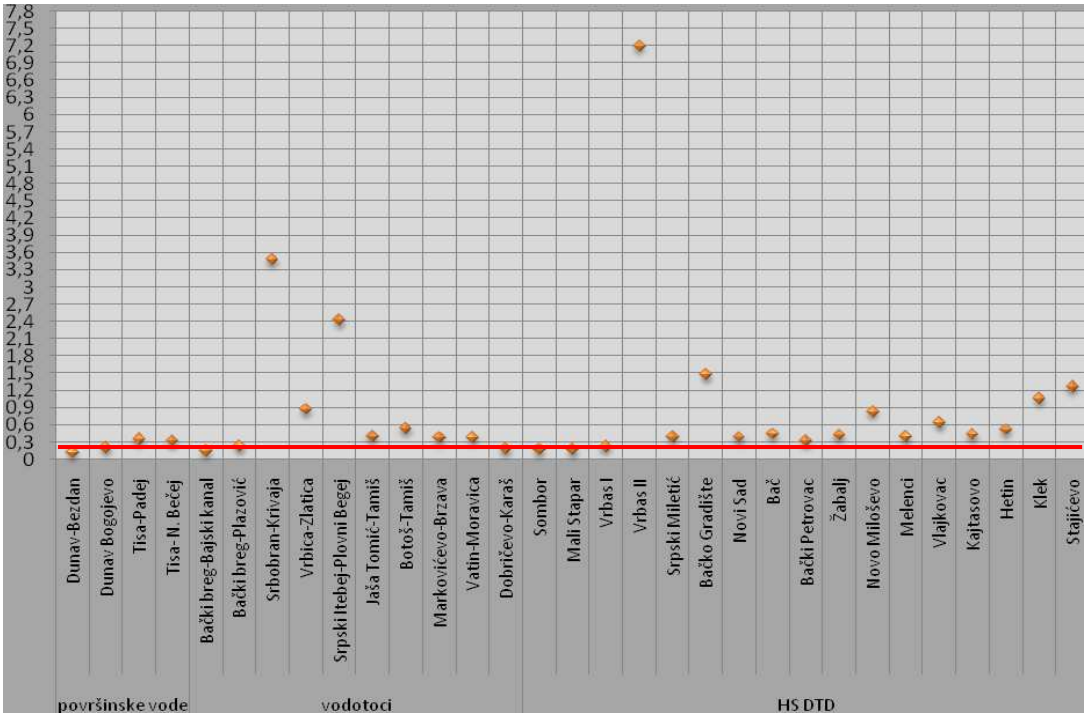
Sadržaj amonijum jona u vodi Dunava na toku kroz našu zemlju i Tise pre uliva u Dunav prikazan je na slici 48. Vrednosti predstavljaju srednje godišnje vrednosti za period od 1998-2007. godine. Sadržaj amonijaka u vodi Dunava raste nakon uliva Drave, Tise, Save i Velike Morave i nakon uliva otpadnih voda iz velikih gradova kao što je Beograd, Novi Sad i Pančevo. Veći deo amonijaka u vodu Dunava dospeva sa vodama iz ovih slivova. Na ovo ukazuje koncentracija amonijaka u Tisi pre njenog uliva u Dunav (profil Titel). Jedan deo amonijaka se procesima nitrifikacije prevodi u nitrate.

Generalno poredeći kvalitet površinskih voda regiona Bačka i Banat u pogledu sadržaja amonijum jona (slika 49) može se zaključiti da je kvalitet vode na većini mernih lokacija vodnog sistema Banata ugrožen u smislu sadržaja ovog jona. Više vrednosti od ciljne (0,3 $mgNH_4^+/l$) u vodi Tise i vodotoka na ulazu u HS DTD ima, pored direktnog antropogenog uticaja, negativan uticaj na kvalitet vode HS DTD. Ekstremne vrednosti amonijum jona izmerene su na lokaciji Srpski Itebej koja predstavlja granični profil sa Rumunijom.

Sa aspekta sadržaja amonijum jona na teritoriji regiona Bačka najugroženiji vodotok je Krivaja, a kada je u pitanju HS DTD, Veliki Bački kanal na deonici nizvodno od grada Vrbas. Van klase je i voda na lokalitetu Bačko Gradište. Kao što je napomenuto, na ovim lokacijama uočen je veći sadržaj rastvorljivih organskih materija (najčešće prisutnih u otpadnim vodama prehrambene industrije i gradskim otpadnim vodama) i veća potrošnja kiseonika. Ove vrste otpadnih voda pretežno sadrže ugljovodonike, lipide i proteine koji se kako opada količina rastvorenog kiseonika, pod uslovima procesa anaerobne fermentacije prevode u amonijak i organske kiseline.



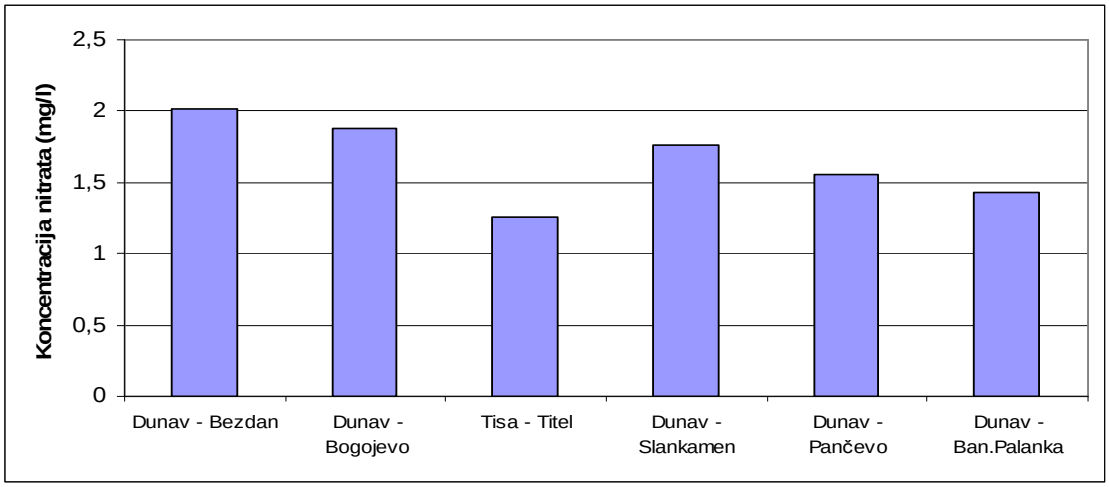
Slika 48. Srednje koncentracije amonijum jona u vodi Dunava na godišnjem nivou za period 1998-2007 godina



Slika 49. Prostorna distribucija srednjih vrednosti za amonijum jon (mgNH_4^+/l) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

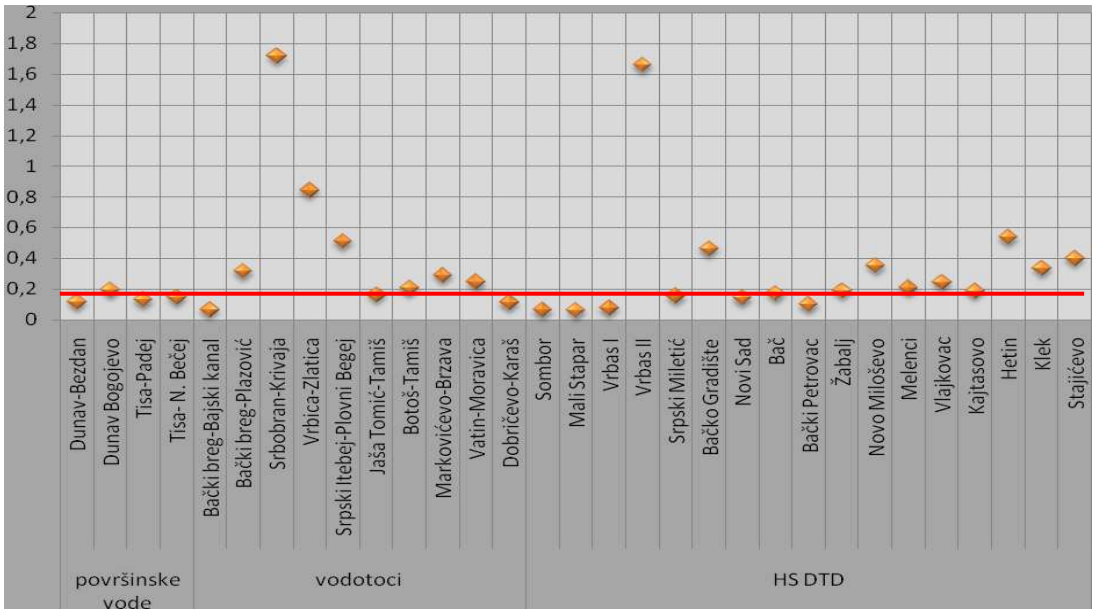
Srednja vrednost na godišnjem nivou nitrata u vodi Dunava za vremenski period 1998-2007. godina je prikazana na slici 50. Radi poređenja uticaja pojedinih slivova na sadržaj nitrata u dunavskoj vodi na slici su prikazani i za sadržaj nitrata u vodi Tise pre njenog uliva u Dunav. Koncentracija nitrata u vodi Dunava, na toku kroz našu zemlju, uvek opada nakon uliva pritoka na našoj teritoriji ili susednih država. Tako, nakon uliva reke Drave koncentracija nitrata se snižava (profil kod Bogojeva), zatim nakon uliva Tise (profil Slankamen), nakon uliva Save (profil Pančevo) i nakon uliva Velike

Morave (profil Banatska Palanka). Podaci ukazuju da najveća količina nitrata potiče iz Dunavskog sliva pre ulaska Dunava u našu zemlju. Na ovo ukazuju i podaci sadržaja nitrata u vodi Tise pre njenog uliva u Dunav (profil Titel).



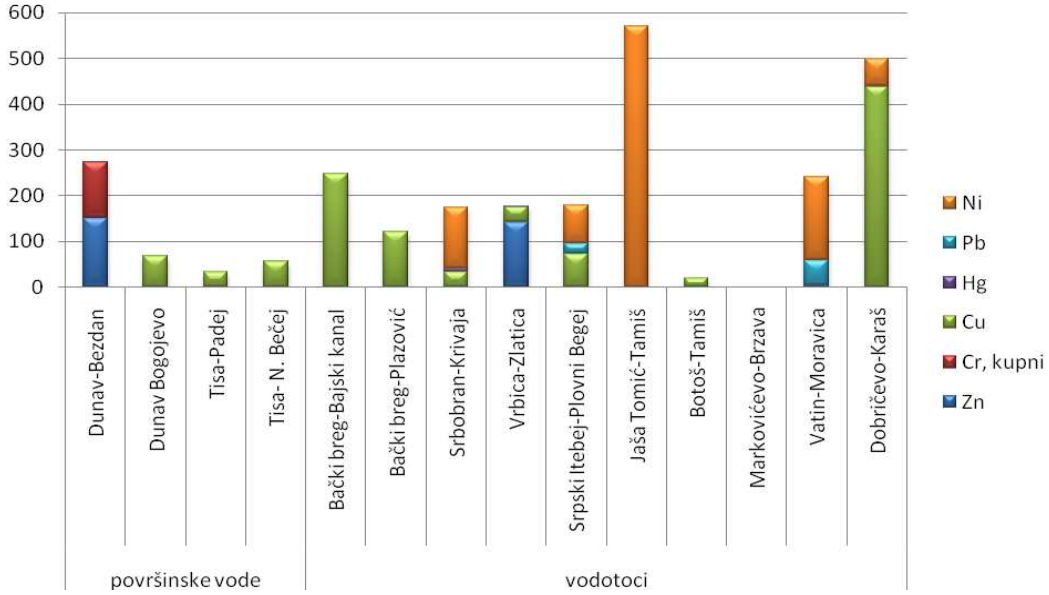
Slika 50. Srednja koncentracija na godišnjem nivou nitrata u vodi Dunava za period 1998-2007. godina

Analizom pojedinačnih godišnjih vrednosti ukupnog fosfora (sadržaj ukupnog fosfora > 0,15 mgP/l) i pojedinačnih merenja (sadržaj ukupnog fosfora > 0,2 mgP/l) u periodu 2001-2007. godina, može se zaključiti da je proces eutrofikacije zastupljen na većini ispitivanih lokaliteta HS DTD i vodotoka (slika 51). Ovakvom statusu površinskih voda doprinosi više faktora: nepotpun tretman otpadnih voda (bez dodatog tretmana uklanjanja ukupnog fosfora), korišćenje deterdženata sa sadržajem fosfora i ispuštanje otpadnih voda iz tačkastih-industrijskih izvora.



Slika 51. Prostorna distribucija srednjih vrednosti za ukupan fosfor (mgP/l) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

Kada su u pitanju analizirani toksični metali u Dunavu, Tisi i vodotocima na teritoriji AP Vojvodine (slika 52), od kojih se Pb, Hg i Ni nalaze na listi prioritetnih supstanci (Aneks 10, Okvirna Direktiva EU o vodama), a Cu, Cr i Zn na listi prioritetnih supstanci specifičnih za rečni basen Dunava, uočeno je da se bez obzira na nepostojanje region-specifičnih standarda kvaliteta maksimalne detektovane koncentracije nalaze daleko iznad ciljnih vrednosti.



Slika 52. Maksimalne detektovane koncentracije teških metala (µg/l) u 2006. godini

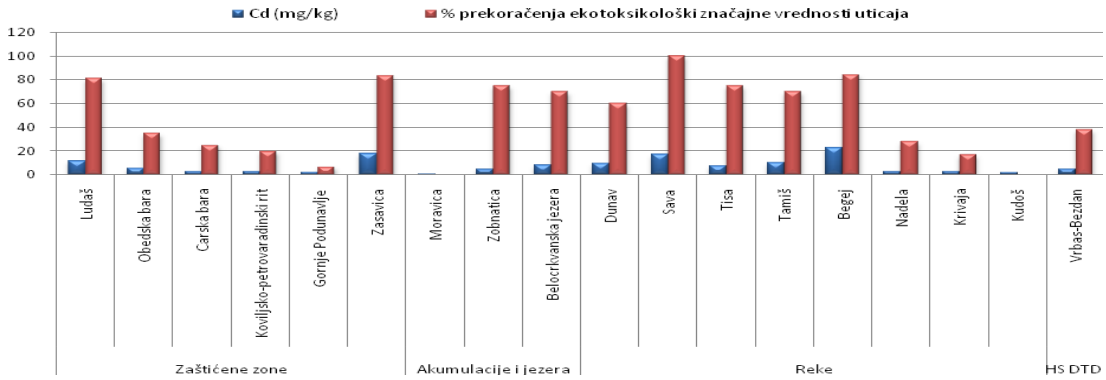
Zaključno razmatrajući, visok antropogeni uticaj, ispuštanje gradskih i industrijskih otpadnih voda pojedinačnih zagađivača na kvalitet vode HS DTD i varijabilnosti u kvalitetu vode u pogledu sadržaja materija koje na ovaj uticaj ukazuju, zastupljene su na teritoriji Bačke, dok su ovakve promene na teritoriji Banata posledica prekograničnih uticaja. Sa tim u vezi, upravljanje kvalitetom vode u sistemu vodnih tela na teritoriji regiona Bačka zahteva na prvom mestu unapređenje upravljanja otpadnim vodama i upravljanja HS DTD. Upravljanje kvalitetom vode u sistemu vodnih tela na teritoriji regiona Banat zahteva na prvom mestu unapređenje međunarodne saradnje. Za upravljanje količinom i kvalitetom vode u sistemu vodnih tela na celoj teritoriji Vojvodine neophodno je unapređenje saradnje institucija sa redovnim ažuriranjem podataka i korišćenjem savremenih informacionih tehnologija.

8.1.2. Kvalitet sedimenta

Na slikama 53-60 dat je pregled prosečnih vrednosti za sadržaj toksičnih metala i mineralnih ulja u sedimentu za sve profile ispitivanih vodotoka, kao i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja u odnosu na ukupan broj ispitivanih uzoraka. Kako naša zemlja nema odgovarajuće propise za procenu kvaliteta sedimenta, za ocenu kvaliteta sedimenta su korišćena iskustva zemalja koje prednjače u oblasti upravljanja sedimentom (Holandija, Kanada). Kriterijumi kvaliteta preuzeti iz ovih metodologija korišćeni su za izvođenje ekotoksikološki značajnih vrednosti uticaja, čije prekoračenje ukazuje na verovatne negativne uticaje, a sa kojima je vršeno

poređenje kvaliteta sedimenta reka, kanala, zaštićenih zona i akumulacija u ovoj studiji. Osim podataka za sadržaj metala i mineralnih ulja, dat je pregled i podataka za perzistentne specifične organske polutante, (policiklične aromatične ugljovodonike (PAH), organohlorne pesticide i polihlorovane bifenile (PCB)).

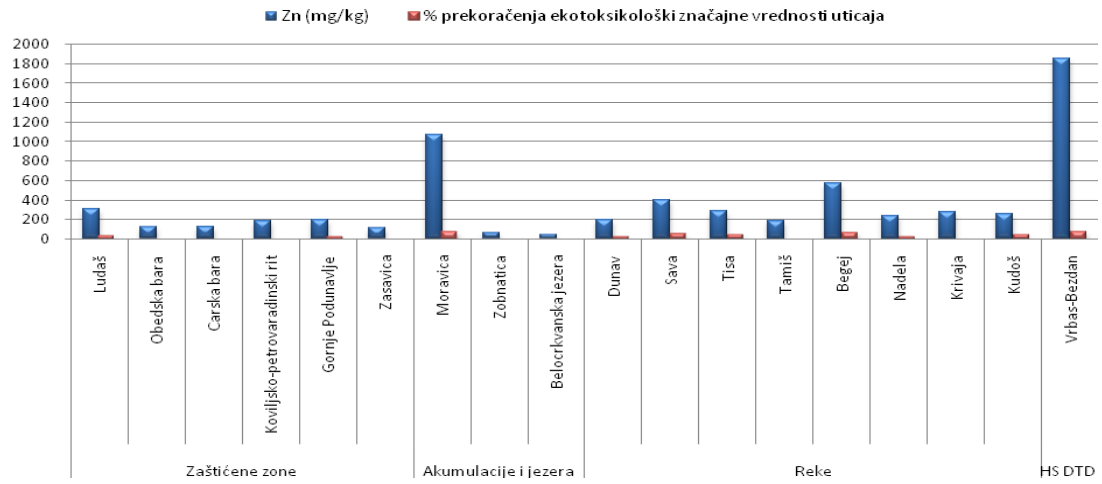
Jedan od najvećih uočenih problema u sedimentima ispitivanih vodotoka jeste prisustvo kadmijuma (slika 53). Značajno prekoračenje ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja (> 60%) zabeleženo je u jezeru Ludaš i Zasavici, zatim u akumulaciji Zobnatica i Belocrkvanskim jezerima, te u sedimentu Dunava, Save, Tise, Tamiša i Begeja. Moguće objašnjenje za njegovo široku rasprostranjenost jeste njegovo poreklo iz difuznih izvora zagađenja i to iz fosfatnog đubriva. Visok sadržaj kadmijuma u sedimentu može biti posledica njegovog lakog spiranja sa zemljišta za koga se slabo vezuje, i to uglavnom za karbonatnu frakciju, pa sama promena pH vrednosti može da izazove njegovu mobilnost, a na šta ukazuje pojava kadmijuma u uslovima visokog vodostaja. Dodatno, kadmijum je čest pratilac cinka koji može poticati iz procesa galvanizacije, pa to predstavlja jedno od mogućih objašnjenja izvora ovog metala. Uočena rasprostranjenost kadmijuma u sedimentu gotovo svih ispitivanih lokacija (izuzev akumulacije Moravica) i Kudoša, ne isključuje ni mogućnost da je visok sadržaj kadmijuma, delimično, posledica visokog prirodnog fona ovog teškog metala u zemljištima Vojvodine.



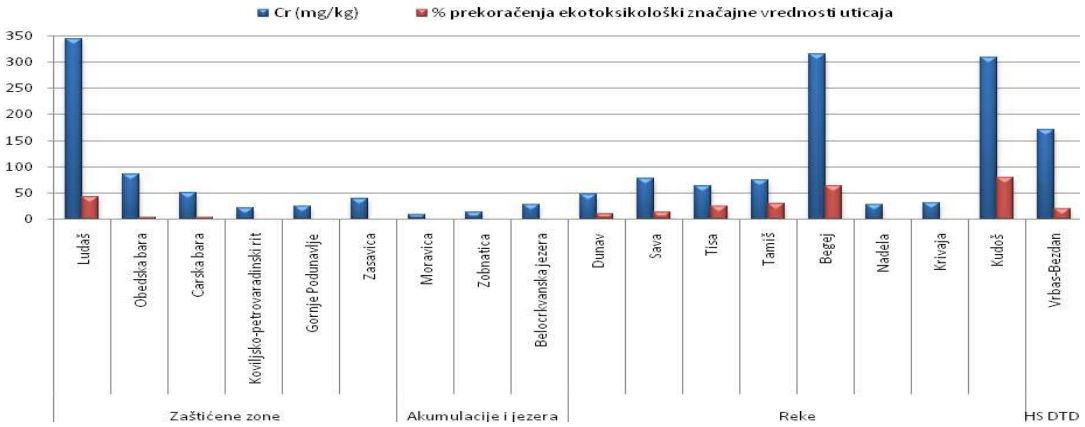
Slika 53. Prosečan sadržaj kadmijuma i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

Cink (slika 54) i hrom (slika 55) pokazuju sličnu rasprostranjenost, ukazujući na mogućnost antropogenog porekla ovih metala. Povišene koncentracije koje prekoračuju ekotoksikološki značajnu vrednost uticaja pri kojoj se očekuju verovatni negativni uticaji uočeni su u sedimentima Dunava, Tise, Tamiša, Begeja, Kudoša, DTD kanala Vrbas-Bezdan, a od zaštićenih zona u jezeru Ludaš. Cink predstavlja najveći problem u sedimentima Moravice, Begeja i DTD kanala Vrbas Bezdan, a hrom u Begeju i Kudošu, gde je u više od dve trećine ispitivanih uzoraka prekoračena ekotoksikološki značajna vrednost uticaja.

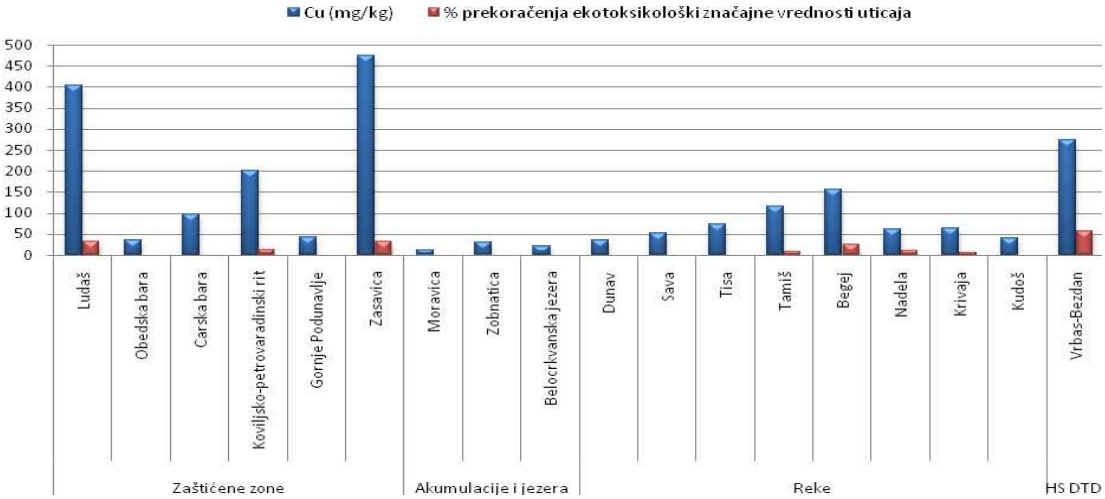
Bakar (slika 56) pokazuje nešto manju rasprostranjenost, pokazujući prekoračenje ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja od preko 50% u odnosu na ukupan broj ispitivanih uzoraka jedino u sedimentu DTD kanala Vrbas-Bezdan, dok je na ostalim lokacijama (Ludaš, Zasavica, Koviljsko-petrovaradinski rit, Tamiš, Begej, Nadela, Krivaja) ovo prekoračenje zabeleženo u manje od trećine ispitivanih uzoraka.



Slika 54. Prosečan sadržaj cinka i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

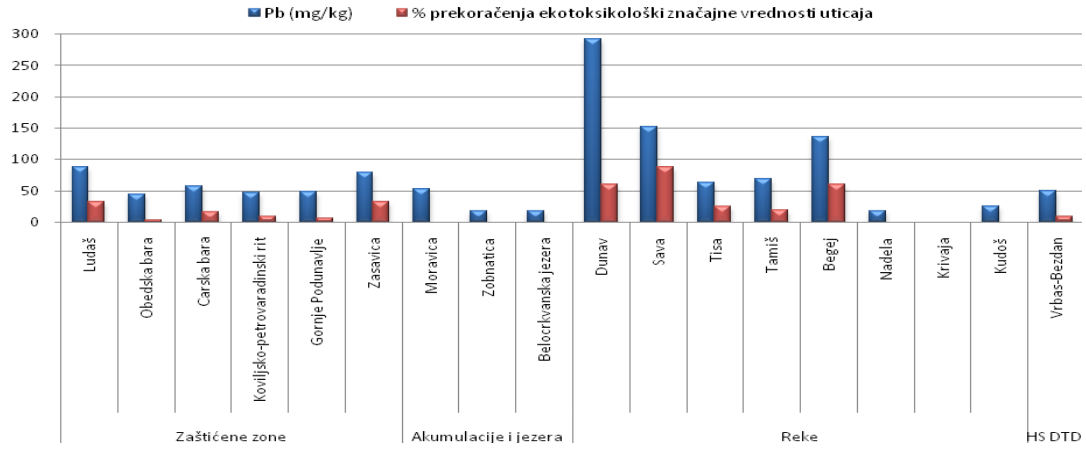


Slika 55. Prosečan sadržaj hroma i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja



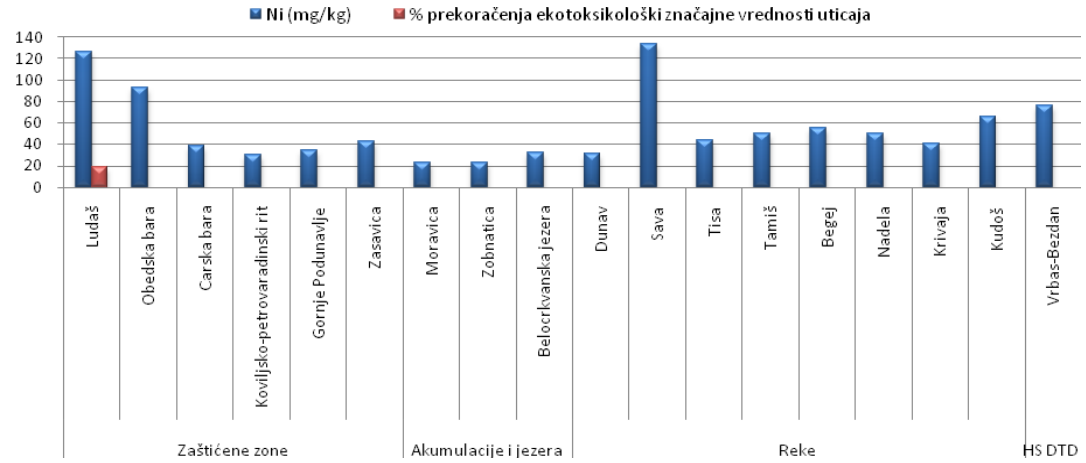
Slika 56. Prosečan sadržaj bakra i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

Problem povišenih koncentracija olova (slika 57) i prekoračenja ekotoksikološki verovatne vrednosti uticaja (> 60%) uočen je na većim plovnim putevima (Dunav, Sava, Begej) ukazujući jasno na antropogeni uticaj (saobraćaj) na sadržaj ovog metala.



Slika 57. Prosečan sadržaj olova i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

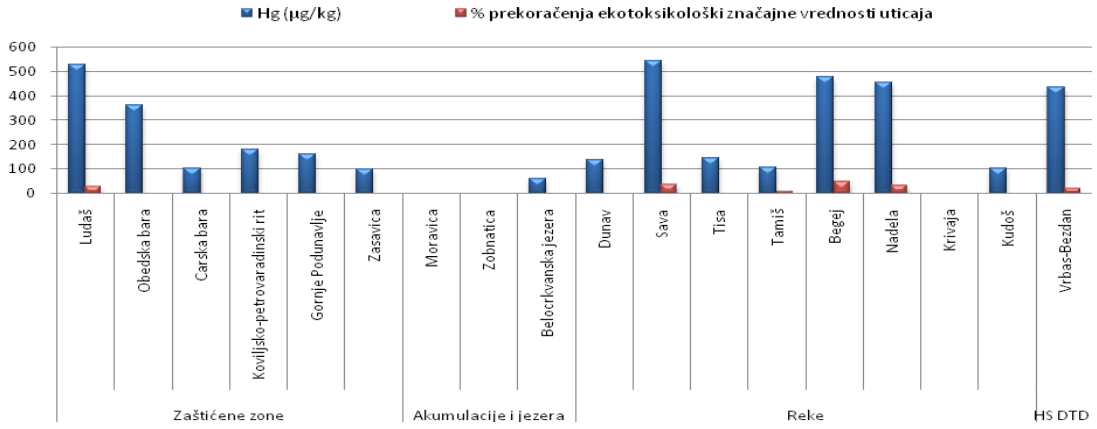
Problem nikla detektovan je jedino u sedimentu jezera Ludoš gde oko 20% ispitivanih uzoraka prekoračuje ekotoksikološki značajnu vrednost pri kojoj su negativni efekti očekivani (slika 58). Visok prosečan sadržaj nikla detektovan je u sedimentima Save i Obedske bare, ali su varijacije izmerenih vrednosti tokom ispitivanog perioda bile male, pa ni jedna vrednost nije prekoračila ekotoksikološki značajnu vrednost uticaja.



Slika 58. Prosečan sadržaj nikla i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

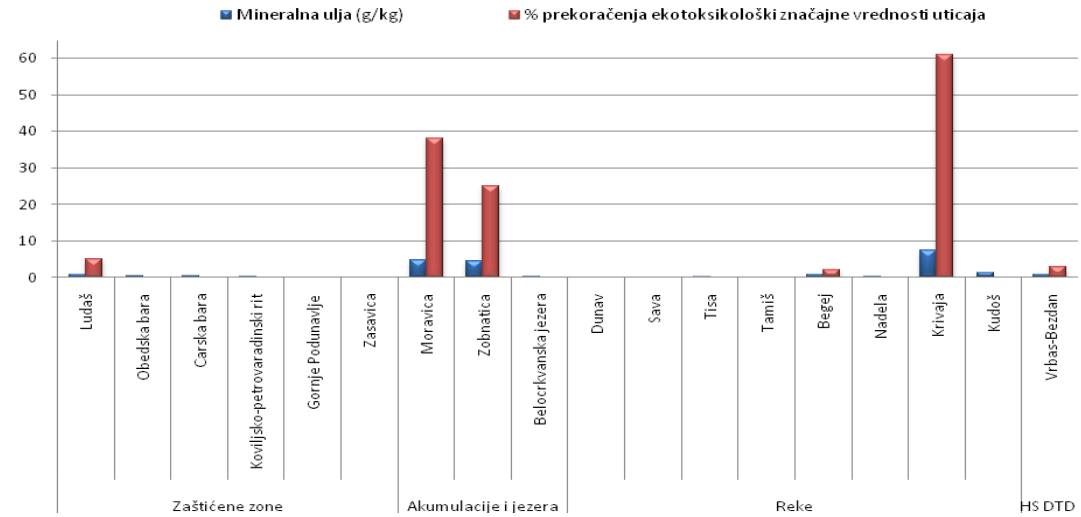
Saržaj žive je povremeno prekoračio ekotoksikološki značajnu vrednost uticaja u sedimentima jezera Ludoš, Save, Tamiša, Begeja, Nadele i DTD kanala Vrbas-Bezdan (slika 59). Najveći problem predstavlja u sedimentima Begeja, Nadele i Save gde je u

više od trećine ispitivanih uzoraka zabeleženo prekoračenje ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja.



Slika 59. Prosečan sadržaj žive i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

U pogledu sadržaja mineralnih ulja značajno prekoračenje ekotoksikološke vrednosti uticaja zabeleženo je u sedimentima Moravice, Zobnatice i Krivaje u više od četvrtine ispitivanih uzoraka (slika 60). Opterećenje akumulacija Moravice i Zobnatice mineralnim uljima je direktno povezano sa uočenim problemom u Krivaji sa čijom vodom se ove dve akumulacije napajaju.



Slika 60. Prosečan sadržaj mineralnih ulja i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja

PAH-ovi, koji mogu biti antropogenog, ali i prirodnog porekla su detektovani u svim ispitivanim uzorcima sedimenta i u svim ispitivanim periodima. U kanalima i rekama se suma PAH-ova kretala u veoma širokom opsegu od praktične granice određivanja (<5 µg/kg) do čak 16000 µg/kg koliko je određeno u sedimentu Kudoša.

Pored Kudoša, i sediment DTD kanala Vrbas-Bezdan iza Srbobrana je opterećen PAH-ovima (do oko 3 mg/kg). Od zaštićenih zona najugroženija je Koviljsko-petrovaradinski rit, gde se suma PAH-ova kretala i do oko 18 mg/kg, a potencijalni problemi su uočeni i u jezeru Ludaš (suma PAH do oko 7,8 mg/kg) i Obedskoj bari (do 3,2 mg/kg). Detektovane koncentracije PAH-ova ukazuju na potencijalne negativne ekotoksikološke uticaje na ispitivanim lokacijama. Na ostalim lokacijama detektovane vrednosti za sumu PAH-ova su maksimalno 1 mg/kg.

Iz grupe organohlornih pesticida utvrđeno je prisustvo izomera heksahlorcikloheksana, 4,4-DDT-a i njegovih metabolita (4,4'-DDE i 4,4'-DDD), heptahlora, heptahlorepoksida i endrin-aldehida, a sporadično i ostalih određivanih jedinjenja (aldrina, dieldrina, endrina i endosulfan-sulfata) i to u svim periodima uzorkovanja bez uočene pravilnosti u koncentracijama koje ukazuju na moguće negativne ekotoksikološke uticaje. Najugroženija zaštićena zona u pogledu sadržaja pesticida jeste jezero Ludaš gde maksimalno detektovane vrednosti pesticida iz grupe DDT-a u posmatranom periodu višestruko prekoračuju vrednosti verovatnih ekotoksikoloških uticaja (do 88 µg/kg 4,4'-DDE, do 180 µg/kg 4,4'-DDD, do 160 µg/kg 4,4'-DDT). Negativni ekotoksični efekti očekuju se i u Carskoj bari i Koviljsko-petrovaradinskom ritu zbog prekoračenja ekotoksikološki verovatnih vrednosti uticaja za heptahlorepoksid i derivate DDT-a.

Prisustvo polihlorovanih bifenila potvrđeno je u sedimentu Begeja i to u koncentracijama do 370 µg/kg što je iznad nivoa verovatno negativnih ekotoksikoloških uticaja.

Generalno, kvalitet sedimenata manjih vodotoka (Krivaja, Nadela, Kudoš, DTD Vrbas-Bezdan, Begej pod uticajem Aleksandrovačkog kanala) je lošiji u odnosu na ostale ispitivane vodotoke, jer su oni u većoj meri pod direktnim ili indirektnim uticajem neprečišćenih ili delimično prečišćenih otpadnih voda, a imaju manji potencijal za samoprečišćavanje. Visok sadržaj organskih materija i teških metala posledica su ispuštanja neprečišćenih ili delimično prečišćenih industrijskih i komunalnih otpadnih voda, ali i korozije metalnih struktura i konstrukcija (Cu, Zn), uticaja difuznih izvora, pre svega poljoprivrede (Cd, Cr), kao i saobraćaja (Pb).

8.2. Najugroženiji vodotoci u Vojvodini

Najveći deo prirodnih i veštačkih vodotoka, kao i kanalska mreža hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, nalazi se u III i IV klasi boniteta. Prekogranično zagađenje tranzitnih voda i otpadne vode koje ispuštaju industrijski centri Vrbas-Kula-Crvenka, Zrenjanin, Kikinda, Vršac, Senta i Pančevo predstavljaju najznačajnije faktore koji negativno utiču na stanje kvaliteta površinskih voda u Vojvodini. Dodatni problem predstavlja zagađenje od strane rasutih zagađivača, koje prema podacima nekih razvijenih zemalja, može iznositi 30-40% ukupne produkcije zagađenja, a ne sme se zanemariti ni trend porasta akcidentnih zagađenja.

Na osnovu višegodišnjih ispitivanja kvaliteta voda na teritoriji Vojvodine može se konstatovati sledeće:

- vode Dunava nalaze se u II klasi kvaliteta zahvaljujući znatnoj sposobnosti samoprečišcavanja (na pojedinim lokalitetima nizvodno od industrijskih i urbanih centara registruje se povećana eutrofizacija),
- vode Tise dolaze već prekomerno zagađene i nalaze se u III klasi sa povremenim odstupanjima ka IV klasi,

- vode Save dolaze prekomerno zagađene i uglavnom zadržavaju III klasu boniteta
- banatski vodotoci dotiču iz Rumunije prekomerno zagađeni i pretežno imaju IV klasu boniteta; najteža situacija je na Starom i Plovnom Begeju gde je kvalitet "van klase"
- kanalska mreža DTD je neujednačeno opterećena; najugroženija deonica je Vrbas-Bezdan (Veliki bački kanal) gde se kvalitet kategoriše kao "van klase"
- akumulacije pokazuju trend ubrzane eutrofizacije što u znatnoj meri ograničava njihovu primenu
- vode jezera Palić i Ludaš nalaze se uglavnom u III klasi sa uočenim trendom eutrofizacije, kao posledica neadekvatnog prečišćavanja otpadnih voda grada Subotice i osvežavanja njihovih voda.

Na osnovu raspoloživih podataka ne ulazeći pojedinačno u kvalitet površinskih voda (nije predmet ove Studije) utvrđeno je da su pojedini vodotoci u Vojvodini povremeno ili stalno izvan klase propisane Uredbom o kategorizaciji vodotoka. Najteža situacija, gde se javljaju zone čiji se kvalitet kategoriše kao "van klase", utvrđen je na Bosutu, Starom i Plovnom Begeju, kanalu Vrbas-Bezdan, Nadeli, Aleksandrovačkom kanalu, Kudošu i pojedinim deonicama Krivaje. Kao primer velike zagađenosti vodotoka u Vojvodini mogu se navesti neke izmerene vrednosti (tabela 35, slika 61) za BPK_5, fenole i amonijačni azot na nekim mernim mestima. Vidi se da njihove vrednosti dostižu nivo koji se može detektovati i u otpadnim vodama.

Tabela 35. *Vrednosti nekih od parametara koji ekstremno prelaze MD vrednosti u površinskim vodama u Vojvodini*

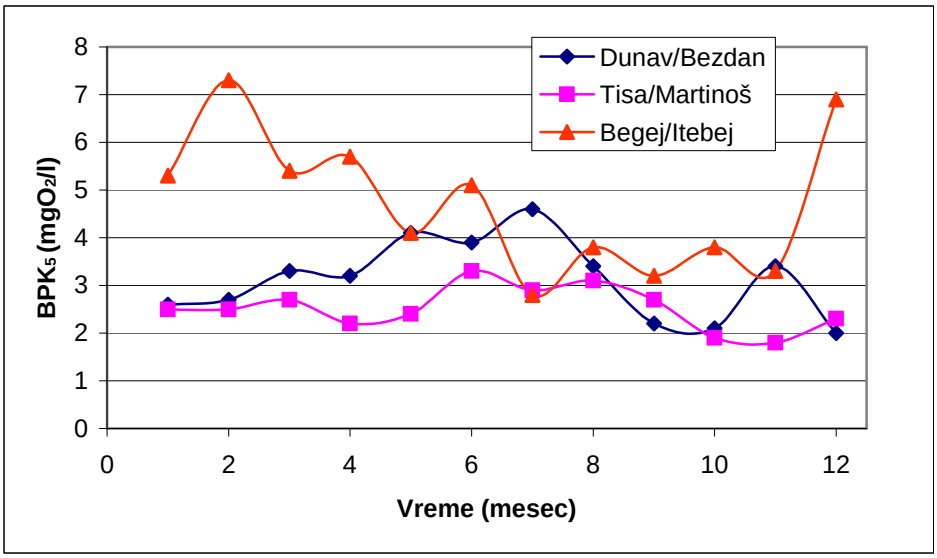
Reka	Merna stanica	BPK_5 (mgO_2/l)	Fenoli (mg/m^3)	NH_3 (mgN/l)
Stari Begej	Hetin	324	651	
Tamiš	Jaša Tomić	108	198	39
Kanal DTD	Vrbas II	288	107	
Kanal DTD	Bačko Gradište	170		
Zlatica	Vrbica		231	
Sava	Ostružnica			21
Krivaja	Srbobran			38

Kao primer uticaja otpadnih voda na klase površinskih voda odabrani su granični profili na Dunavu, Tisi i Begeju za period 1998-2003. godine (slika 61). Najveća koncentracija detektovana je u vodi Begeja. U dužem periodu voda Begeja se nalazila u III klasi, dok je voda Tise bila pretežno u drugoj klasi, a u 10. i 11. mesecu čak u I klasi. Voda Dunava je u letnjem periodu iz II klase prelazila u III klasu[8].

Povećani sadržaj organskih materija u vodi Begeja je posledica ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda Temišvara. U letnjem periodu pri povišenju temperature vode delimično se organske materije mikrobiološki razgrađuju te se njihov sadržaj u vodi snižava na profilu kod Itebeja. No, sigurno je da se u slučaju Begeja mogu dešavati i drugi procesi koji dovode do sniženja sadržaja organskih materija, a to je npr.

[8] Dalmacija B., Ivančev-Tumbas I., Analiza vode - kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata, Prirodno-matematički fakultet – Departman za hemiju, Novi Sad, 2004.

razblaživanje sa svežim vodama iz drugih vodotoka, jer takve mogućnosti postoje na teritoriji Rumunije.

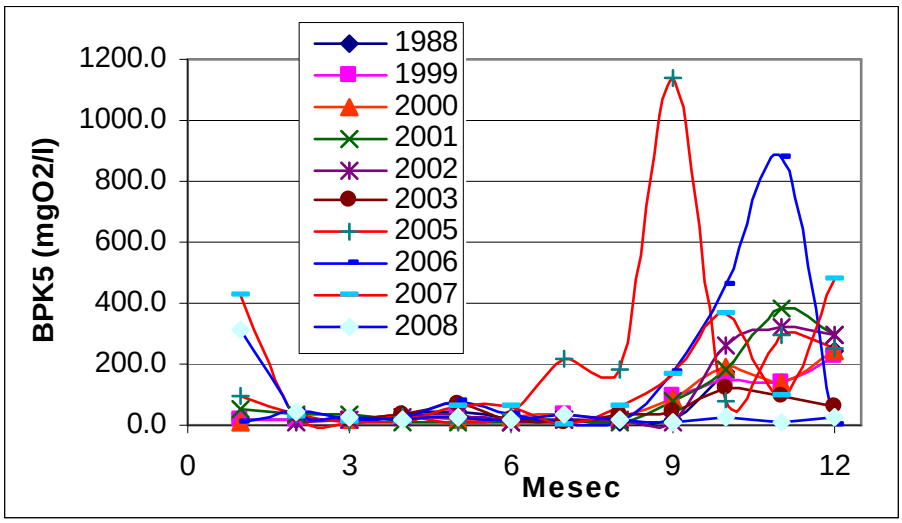


Slka 61. Sadržaj ukupnih organskih materija izmerenih preko BPK_5 u vodi Dunava, Tise i Begeja na ulaznim graničnim profilima

Kao drugi primer odabran je uticaj izlivanja otpadnih voda na kvalitet Velikog Bačkog kanala (DTD kanal Bezdan-Vrbas) na lokaciji profila "Vrbas II". Veći deo industrije koji se nalazi u oblasti Vrbas-Kula-Crvenka svoje neprečišćene otpadne vode ispušta u ovaj DTD kanal. Za transport jednog dela otpadnih voda služe lateralni kanali (delta I-61 i delta I-64) koji se ulivaju u DTD kanal neposredno iza brane. Drugi manji deo otpadnih voda se direktno ispušta u kanal. Prema tome pritisak neprečišćenih otpadnih voda se dešava u zoni kanala između brane (oko 6. rečnog kilometra) i triangla (0+000 rečnog kilometra), tj. ušća ovog kanala u DTD kanal Bogojevo-Bečej. Najveće organsko opterećenje otpadnih voda potiče od šećerana “Bačka“ i “Crvenka“. Ukupno opterećenje otpadnih voda organskim materijama iz šećerana je 1,23 tHPK/h ili 0,60 $tBPK_5$/h, što čini oko 78 % ukupnog organskog opterećenja u industrijskom basenu Vrbas-Kula-Crvenka. Poseban problem predstavlja kratak vremenski period ispuštanja otpadnih voda šećerana (oko 100 dana, koliko i traje prerada šećerne repe), čime se značajno narušava kvalitet vode lateralnog kanala I-64 i Velikog Bačkog Kanala. Metalna industrija, tj. Fabrika armature iz Kule ima najniže organsko opterećenje, svega 0,88 kg/h, što čini 0,1% ukupnog organskog zagađenja. Značajni zagađivači su i klanica "Carnex" i svinjogojska farma "Farmacoop". Ova dva zagađivača čine od 15,9-17,4 % od ukupnog zagađenja u basenu u zavisnosti da li je opterećenje računato preko HPK ili BPK_5.

Profil "Vrbas II" na Kanalu Vrbas-Bezdan se nalazi u blizini drugog rečnog kilometra, nizvodno nakon uliva svih otpadnih voda. Srednje mesečne vrednosti sadržaja organskih materija u periodu 1998-2003. godina su prikazane na slici 62. Na osnovu vrednosti BPK_5 u vodi Velikog Bačkog kanala na lokaciji mernog profila Vrbas II utvrđeno je da se voda nalazi daleko izvan IV klase. U jesenjem periodu vrednosti dostižu nivo sadržaja organskih materija u komunalnim vodama. Dramatično povećanje sadržaja ukupnih organskih materija u vodi kanala u jesenjem periodu je posledica rada

dve šećerane koje delimično prečišćene otpadne vode ispuštaju u lateralni kanal, pa zatim u Veliki Bački kanal[9].



Slika 62. Sadržaj organskih materija u vodi Velikog Bačkog kanala na profilu Vrbas II

Kao primer uticaja otpadnih voda na sadržaj kalcijuma u površinskim vodama na slici 63 prikazane su srednje mesečne vrednosti sadržaja kalcijuma u vodi Dunava kojom se napaja Veliki Bački kanal i u vodi kanala na profilima "Vrbas I" i "Vrbas II" za period 1998-2003. godina. Sadržaj kalcijuma u vodi je povećan na profilu "Vrbas II", naročito u jesenjem periodu. Porast koncentracije kalcijuma u vodi je posledica ispuštanja otpadnih voda fabrike ulja "Vital", koja kortisti $Ca(OH)_2$ za izdvajanje ulja iz otpadne vode i ispuštanja delimično prečišćenih otpadnih voda šećerana u Vrbasu i Crvenki u toku kampanje. Kampanja je najintenzivnija u jesenjem periodu. Kreč se u šećeranama koristi za saturaciju i izdvajanje organskih materija iz šećernog soka i za povećavanje pH vrednosti u lagunama u kojima se vrši anaerobno prečišćavanje otpadnih voda ovih šećerana[10].

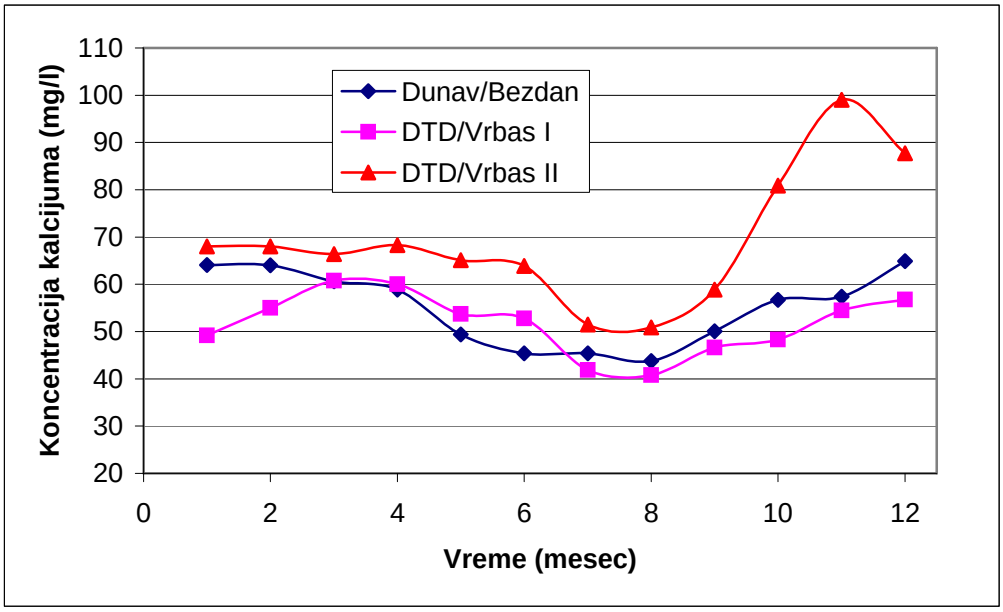
Još jedan primer zagađenosti vode i sedimenta je Nadela[11]. Ukupan sadržaj organskih materija i ugljovodonika u toku 2006. godine je prikazan na slikama 64 i 65. Vrednosti za HPK se kreću od 30 mg O_2/l koliko je kod Ustave »Debeljača«, do 80 mg O_2/l koliko je kod Ustave »Skrobara«, Ustave »Kovin« i nizvodno od Ivanova pre ušća u Dunav. Voda na svim ispitivanim lokacijama, sem kod Ustave Debeljača, se nalazi van klase prema Uredbi o klasifikaciji vodotoka. Vrednosti za BPK_5 se kreću od 13,8 mg O_2/l koliko je kod Ustave »Debeljača«, do 39 mg O_2/l koliko je kod Ivanova pre ušća u Dunav. Što se tiče vrednosti petodnevne biohemijske potrošnje kiseonika, voda na svim ispitivanim lokacijama, sem kod Ustave Debeljača, se nalazi van klase prema Uredbi o klasifikaciji vodotoka. Odnos HPK/BPK_5 daje informaciju o

[9] Revitalization of the Great Kanal-DTD and feasibility study for CWWTP in the region in cooperation with Norwegian Institute for water Research

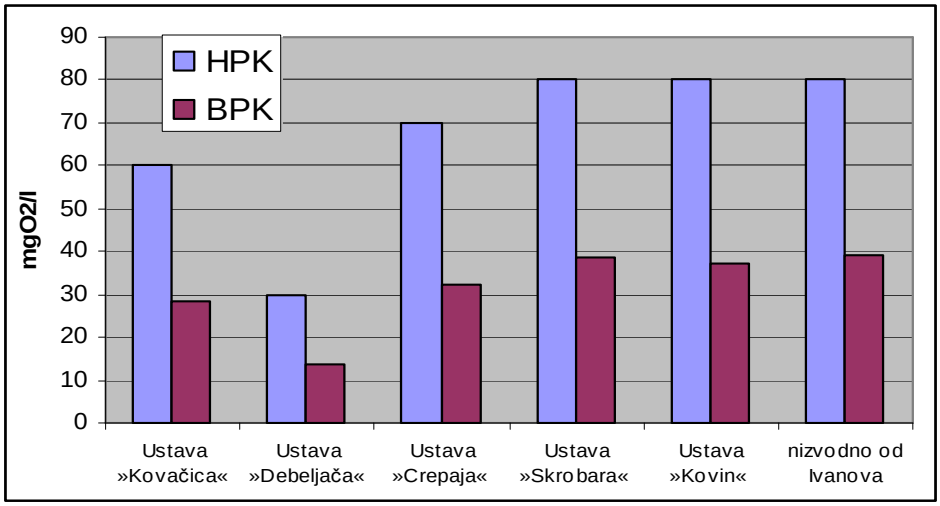
[10] Dejan Krčmar, *Ispitivanje uticaja otpadnih voda industrijskog basena Vrbas-Kula-Crvenka na Veliki bački kanal*, magistarski rad, PMF, Novi Sad, 2006.

[11] Monitoring kvaliteta vode i sedimenta u kanalu »Nadela«, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad, 2006

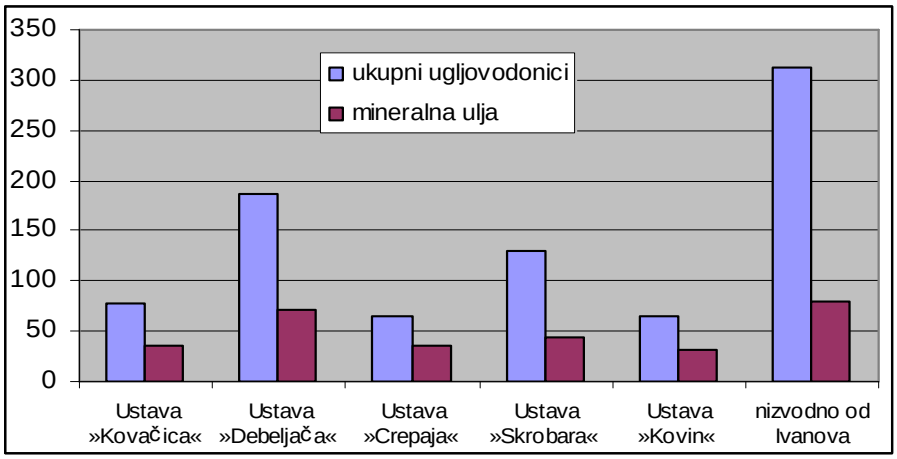
biorazgradljivosti organskog zagađenja, i kreće se u granicama od 2,05 do 2,16, što ne pokazuje odstupanja ni kod jedne lokacije. Sadržaj ukupnih ugljovodonika se kretao od 65 µg/l koliko je kod Ustave »Crepaja« do 313 µg/l koliko je nizvodno od Ivanova. Sadržaj mineralnih ulja se kretao od 32 µg/l koliko je kod Ustave »Kovin« do 80 µg/l koliko je nizvodno od Ivanova. Prema Pravilniku o opasnim materijama u vodama, voda kod Ustave Debeljača i nizvodno od Ivanova se svrstava u III/IV klasu, jer premašuje maksimalno dozvoljenu koncentraciju za I/II klasu od 50 µg/l. U tabeli 36 prikazani su rezultati za sadržaj metala u sedimentu ispitivanih lokacija Nadele.



Slika 63. Srednja mesečna vrednost kalcijuma u vodi Dunava i Velikog Bačkog kanala za period 1998-2003. godina



Slika 64. Sadržaj organskih materija u površinskoj vodi izražen preko HPK i BPK_5



Slika 65. Sadržaj ukupnih ugljovodonika i mineralnih ulja u površinskoj vodi (μg/l)

Tabela 36. *Sadržaj metala u sedimentu ispitivanih lokacija Nadele*

Mesto uzorkovanja	Ni	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Hg
	mg/kg						
Ustava Debeljača	37	26	2,9	36	10	21	0,25
Ustava Crepaja	41	29	4,3	39	17	26	0,24
Ustava Jabuka	49	73	17	145	29	85	0,69
Ustava Beli narcis	44	38	4,7	92	12	41	0,54
Ustava Kovin	35	24	3,5	54	20	31	0,17
Ustava Ivanovo	38	57	< 1,3	644	23	285	0,84

U pogledu sadržaja metala u vodi uočeni su potencijalni problemi u pogledu sadržaja kadmijuma kod ustave Jabuka, jer je premašena vrednost od 5 μg/l koja je propisana za I/II klasu, dok je kod ustave Crepaja kvalitet vode van opsega definisanog našim Pravilnikom. Površinska voda kod ustave Kovin se nalazi van opsega definisanog našim Pravilnikom u pogledu sadržaja žive.

Kvalitet sedimenta nije zadovoljavajući u pogledu sadržaja pojedinih metala. Detektovano je ozbiljno zagađenje cinkom i bakrom kod Ustave Ivanovo, i kadmijumom kod Ustave Jabuka, dok su u sedimentu kod Ustava Crepaja, Kovin i Skrobara u pogledu sadržaja kadmijuma uočeni potencijalni problemi. Takođe, detektovan sadržaj žive u sedimentu kod Ustava Ivanovo, Jabuka i Beli narcis ukazuje na moguć negativni uticaj.

Na osnovu niza studija koje su tokom proteklih godina urađene definisani su najugroženiji vodotoci u Vojvodini[12,13,14,15,16,17,18]. U tabeli 37 prikazani su najugroženiji vodotoci i uzroci neispravnosti vode i sedimenta u ovim vodotocima.

[12] Referentni monitoring hemijskog kvaliteta površinskih voda i sedimenta Vojvodine kao podloga za projektovanje monitoringa 200-2004. godine u saradnji sa Pokrajinskim Sekretarijatom za zaštitu i unapređenje životne sredine

[13] Feasibility Study for Repair and rehabilitation of the Begej Canal (2003) in cooperation with Province Ministry for Environmental protection and Sustainable Development

[14] Monitoring voda i zemljišta na lokalitetu "Ratnog ostrva" Uprava za zaštitu i unapređenje životne sredine , Novi Sad, 2001-2004

Tabela 37. *Najugroženije deonice reka i kanala u AP Vojvodini*

Vodotok	Deonica	Uzrok neispravnsoti
Kanal Vrbas-Bezdan	Od 0+000 do 6+000 rečnog kilometra	Ispuštanje neprečišćenih otpadnih industrijskog basena Crvenka-Kula-Vrbas. Sadrži veliku količinu sedimenta, oko 400.000 m^3. Sediment pored orgasnkih materija sadrži i toksične metala: Cu, Cr, Ni, Zn.
Plovni Begej	Od Rumunske granice do prevodnice Klek	Ispuštanje otpadnih voda na teritoriji Rumunije, prvenstveno grada Temišvara. Najveća količina toksičnih materija je akumulirana u sedimentu, kao na primer metali: Cr, Ni, Pb, Cu, Cd, Hg.
Aleksandrovački kanal	Ceo tok	Ispuštanje otpadnih voda industrijske zone oko kanala (npr. kožara) i gradskih otpadnih voda. Sediment sadrži toksične metale prvenstveno hrom.
Begej	Tok kroz Zrenjanin do brane kod Stajićeva, a delimično do ušća u Tisu	Ispuštanje otpadnih voda industrije u samom gradu (npr. povremeno ispuštanje otpadnih voda uljare »Dijamant«) i uliv visoko zagađenih otpadnih voda Aleksandrovačkog kanala.
Kudoš	Nizvodno od Rume	Ispuštanje neprečišćenih gradskih otpadnih voda Rume i industrije kože. Sediment je akumulirao toksične količine hroma.
Krivaja	Nizvodno od Bačke Topole	Ispuštanje neprečišenih gradskih otpadnih voda Bačke Topole i delimično prečišćenih otpadnih voda industrije mesa iz Bačke Topole. Zatim, uticaj zagađenog sedeimenta iz akumulacije Moravica i povremenog ispuštanja sadržaja septičkih jama.
Kanal Bogojevo - Bečej	Od uliva kanala Vrbas-Bezdan do ušća u Tisu	Uticaj zagađenog sedimenta i zagađenog dela kanala Vrbas-Bezdan, uticaj otpadnih voda grada Vrbasa i Srbobrana. Zatim uticaj zagađenih voda reke Krivaje.
Tisa	Od Sente do brane na Tisi	Prekogranični uticaj iz Mađarske i industrijskih i komunalnih voda iz Sente, Ade i Mola.

8.3. Izvori zagađivanja voda

Kako je napred rečeno osnovni izvori zagađivanja voda u Vojvodini su naselja, industrija i poljoprivreda. Jedan deo zagađenja dospeva iz susednih država, naročito iz Rumunije, gde je naveći uticaj na kvalitet vode u Begeju i Tamišu. Zagađenje voda može biti slučajno, sa katkad ozbiljnim posledicama, mada je najčešće rezultat nekontrolisanih ispuštanja zagađujućih materija razilčitog porekla kao što su: komunalne otpadne vode, industrijske otpadne vode, otpadne vode iz objekata za uzgoj stoke i površinske vode koje otiču sa poljoprivrednog zemljišta, gradskih površina, saobraćajnica i neuređenih deponija. Zagađujuće materije koje se nalaze u tim otpadnim vodama su mnogobrojne, npr. kod komunalnih otpadnih voda su to najčešće aminokiseline, masne kiseline, sapuni, površinski aktivne supstance (iz deterdženata)

[15] Monitoring kvaliteta vode i sedimenta u kanalu »Nadela«, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad, 2006

[16] Revitalization of the Great Kanal-DTD and feasibility study for CWWTP in the region in cooperation with Norwegian Institute for water Research

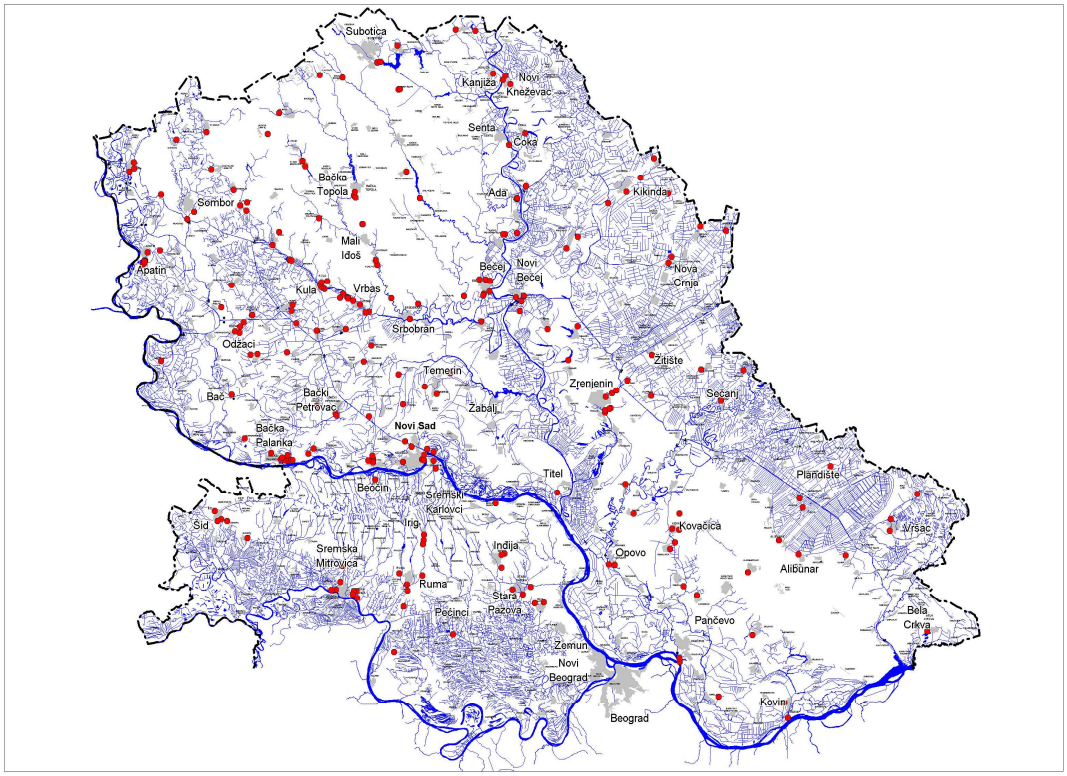
[17] Analiza nanosa u kanalu vrbas-bezdan, PMF, Novi Sad, 2000.

[18] Razvoj remedijacionih tehnika zagađenih lokaliteta**,** projekat Ministarstva nauke i zaštite životne sredine, Prirodno-matematički fakultet - Departman za hemiju

itd. U industrijskim otpadnim vodama zavisno od tipa industrijskog preduzeća to mogu biti: metali, nafta i derivati, različiti rastvarači, fenolna jedinjenja, organske kiseline, alkoholi, aldehidi itd. Zagađujuće materije u vodi antropogenog porekla se mogu podeliti u dve grupe: materije bez specifičnog toksičnog dejstva (belančevine, mast i ulja itd.) i sa specifičnim toksičnim dejstvom (metali, pesticidi itd.).

8.3.1. Tačkasti izvori zagađenja

Na teritoriji Vojvodine registrovano je 511 zagađivača voda. Njihova struktura po delatnosti je sledeća: industrija (326 zagađivača), poljoprivreda (stočarstvo-farme) (113 zagađivača), naselja (44 zagađivača) i ostalo (20 zagađivača). U ovu poslednju grupu spadaju medicinske ustanove (banje), korisnici termalnih voda, radionice za remont saobraćajnih sredstava itd. Na slici 66 prikazan je raspored naznačajnijih industrijskih zagađivača voda u Vojvodini.



Slika 66. Prostorni raspored najznačajnijih industriskih zagađivača voda u Vojvodini

Ukupna emisija kanalisanih otpadnih voda (komunalnih i indsutrijskih) u Vojvodini je oko 5 250 000 ES, a od toga oko 40 % zagađenja potiče od stanovništva. Međutim, podaci se odnose na kanalisane otpadne vode, te se mora uzeti u obzir i količina otpadnih voda iz domaćinstva koje se ispuštaju u septičke jame i upojne bunare (difuzni izvori zagađenja). Ove vode zagađuju podzemne vode (prvu izdan) i značajan deo površinskih voda, jer se sadržaj septičkih jama nekontrolisano ispušta najčešće u melioracione kanale.

Značajno zagađenje voda u Vojvodini potiče iz prehrambene industrije. Emisija iz ove industrijske grane čini oko 80% ukupnog industrijskog zagađenja u Vojvodini. Reč je, uglavnom, o veoma koncentrisanim efluentima i zato je udeo proticaja znatno manji u odnosu na ukupnu produkciju. Ovo je posebno bitno sa aspekta prečišćavanja ili predtretmana ovih otpadnih voda. Ova činjenica je važna kod donošenja odluka o visini dozvoljenih koncentracija pri ispuštanju u javnu kanalizaciju naselja pri zajedničkom tretmanu industrijskih i komunalnih otpadnih voda.

Od 447 industrijskih zagađivača, 293 zagađivača voda uopšte ne prečišćava svoje vode, 71 zagađivač svoje otpadne vode prečišćava zajedno sa komunalnim otpadnim vodama, a 83 zagađivača primarno obrađuje svoje otpadne vode. Od toga 33 je samo mehanička obrada, a 25 zagađivača imaju sekundarnu obradu (biološki tretman). Od ukupne količine industrijskih otpadnih voda koje nastaju na teritoriji Vojvodine sekundarnim prečišćavanjem je obuhvaćeno 10%. U tabeli 38 prikazana su postrojenja po stepenu prečišćavanja i nazivi značajnih preduzeća gde se ova postrojenja nalaze. Kod većine ovih postrojenja za tretman otpadnih voda veoma je ozbiljan problem održavanja. Zbog niskih cena komunalnih usluga, a može se reći i naknade za zaštitu voda održavanje ovih postrojenja je ispod dopustivog minimuma, posebno kod postrojenja sa manjim kapacitetom.

Tabela 38. *Postrojenja za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda*

Načini prečišćavanja	Broj postrojenja	Najčeće primenjene metode prečišćavanja	Naziv značajnih preduzeća
Zajedno sa komunalnim otpadnim vodama	71	primarni taložnik, neutralizacija, hvatač masti	Metaloprerađivačka industrija «Sava» Moravica, Klanica «Mohači» Moravica, Metaloprerađivačka industrija AD «Sila» Moravica, Mlekara Subotica, Fidelinka Subotica, proizvodnja sokova Fresh & Co – Subotica, Prima Produkt DOO Subotica pogon Kikinda, Banini AD Kikinda, Hemofarm Vrašac, Pivara Vršac- SL Pivnica, AD Imlek mlekara Vršac, Fabrika ulja „Sunce” Sombor
Primarno	83	mehanči postupci, neutralizacija	"Vital" Vrbas, Fabrika konzervi "Titel bland", "BEK" Zrenjanin, Farma "Peščara" Banatski Karlovci, DD "Galad" Kikinda, AD "Livnica" Kikinda, AD "Toza Marković" Kikinda, Fabrika ulja "Banat" Nova Crnja, "Lepenka" Novi Kneževac, "Koteksprodukt" Novi Sad, Industrija mesa "Matić" Srbobran, AD "Mlekara" Pančevo, "Nestlle ice cream" Stara Pazova, AD "Medoprodukt" Tavankut, "Matijević" Novi Sad itd.
Sekundarno	25	postupak sa aktivnim muljem, lagune, postupci sa fiksiranom biomasom (npr. biodiskovi)	AD "Hipol" Odžaci, AD "MSK" Kikinda, Pivara "Rodić" Novi Sad, "FSK" Elemir, "Petrohemija" Pančevo, "Jaffa" Crvenka, AD "Topola" Industrija mesa Bačka Topola, AD "Topiko" Bačka Topola, "Agroživ" Žitište, Fabrika šećera "Crvenka", Fabrika šećera "Kovačica", BAG-DEKO" Bačko Gradište, AD "Panon" Crvenka, AD Industrija mesa "Jabuka" Pančevo, AD "Alltech Fermin" Senta, "Zlatica" Farma, RRC Banja "Junaković" Apatin itd.

Primarni tretmani i predtremani u većini preduzeća rade sa smanjenom efikasnošću, posebno oni koji se nalaze na gradskoj kanalizaciji. U postrojenja za sekundarno (mehaničko-biološko) prečišćavanje otpadnih voda, pored klasičnih postupaka sa aktivnim muljem ubrajane su i lagune fabrika šećera, skroba i većih farmi. Međutim, u većini slučajeva ove lagune nemaju dovoljan kapacitet, te se biološki proces razgradnje organskih materija ne odvija do potrebnog stepena. Pored niske efikasnosti, okolina laguna je opterećena i neprijatnim mirisom, kao posledica anaerobne razgradnje organskih materija. Pored ovih većih postrojenja još nekoliko tipskih postrojenja manjeg kapaciteta za prečišćavanje otpadnih voda dislociranih objekata. Rad ovih postrojenja opterećen je sa nizom organizacionih i tehničkih problema, naročito poslednjih godina. Kao posledica malog broja postrojenja i slabog efekta postojećih, njihov uticaj na zaštitu voda nije posebno izražen.

Od ostalih mogućih mera zaštite voda izvesni rezultati su postignuti na polju recirkulacije i ponovne upotrebe voda i prethodnog prečišćavanja voda pre ispuštanja u zajedničko postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. Postoji oko pedesetak postrojenja za prethodno prečišćavanje, za uklanjanje sadržaja štetnih i opasnih materija, pre sekundarnog prečišćavanja. Ovaj broj predstavlja mali deo ukupnih potreba. Istovremeno većina postrojenja radi sa slabim efektom ili se nalazi van pogona već duže vreme.

Recirkulacija se primenjuje uglavnom kod rashladnih voda. Ponovna upotreba se ograničava na korišćenje rashladnih voda u druge svrhe. Tehničke mogućnosti ovih mera u industriji ni blizu nisu iskorišćene.

Da bi se sredilo stanje u ovom delu potrebno je sprovesti široku akciju. Nadležno ministarstvo moralo bi da zahteva da svako preduzeće poseduje vodoprivrednu dozvolu ili ako nema uslova da pripremi potrebnu dokumentaciju. Mora se promeniti politika preduzeća da skrivanjem dokumenta i podataka o količini i kvalitetu nastalih otpadnih voda i štimovanje kvaliteta otpadnih voda u trenutku uzorkovanja (npr. zasutavljanjem pogona koji produkuju najzagađeniju otpadnu vodu). Stvaranjem ovakvog lažnog stanja ohrabruje menadžment većine zagađivača, te ne pomišljaju na bilo koji Akcioni plan koji bi vodio trajnom rešenju zaštite voda. U principu ni jedan zakon (bilo zakon o vodama ili set zakona o zaštiti životne sredine) ne sprovodi se ili se samo delimično sprovodi, onoliko koliko bi se ublažilo negativno stanje javnog mnjenja. Kad se smire strasti, opet iz početka. Moraju se za svakog zagađivača uvesti ekonomski instrumenti kako bi se uspostavio pravi menadžment u ovoj oblasti. Instrumenti moraju imati, pored obezbeđivanja učešća zagađivača u upravljanju vodama, podsticajne mere, a na kraju kaznene mere.

Da bi se sproveli Akcioni planovi redukcije zagađenja iz tačkastih izvora neophodno je na prvom mestu u saradnji sa zagađivačima obezbediti potrebne podatke za upravljanje otpadnim vodama na nivou same fabrike. Upravljanje vodama na nivou fabrike podrazumeva pregled trenutnih situacija, prikupljanje neophodnih podataka vezanih za tokove vode unutar instalacije i podataka «sopstvenog monitoringa» otpadnih voda. Pri tome je neophodno razdvojiti i sprovesti dve vrste industrijskog monitoringa: *monitoring emisije* (industrijske emisije na mestu ispuštanja iz izvora zagađenja) i *monitoring procesa* (monitoring fizičkih i hemijskih parametara procesa u cilju provere, korišćenja kontrole procesa i tehnika optimizacije).

8.3.2. Difuzni izvori zagađenja

Difuzne izvore zagađenja voda nije lako utvrditi niti izračunati njihov ukupan doprinos opštem zagađivanju voda, ali su veoma značajni, jer im je kvantitativni i kvalitativni rast evidentan. U rasuto zagađenje ubrajaju se: hemizacija zemljišta zbog upotrebe mineralnih đubriva i pesticida u poljoprivredi, smetlišta (divlje neuređene deponije industrijskog i komunalnog otpada), atmosferske padavine (kisele kiše), saobraćaj i naselja bez kanalizacije.

*Izvori negativnog uticaja poljoprivredne proizvodnje***.** Obradive površine čine 84% ukupne površine Vojvodine. *Odvodnjavanje* zemljišta se uglavnom vrši gravitacionim kanalima. Od oko 1,78 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta sistemom kanala DTD odvodnjava se oko 1 milion ha. Pri prosečnoj količini padavina na teritoriji Vojvodine od 600 l/m^{2}god i prosečnom oticaju od ≈200-300 l/m^{2}god, sa ≈1 000 000 ha otiče oko 2 500 000 000 m^3/god. Spiranjem sa poljoprivrednih površina u površinske i podzemne vode dospevaju velike količine organskih i neorganskih zagađujućih materija. Uticaj poljoprivrednih aktivnosti na kvalitet voda je teško kvantifikovati prvenstveno zbog nestandardizovanog pristupa poljoprivrednoj proizvodnji (vrsta useva, količina i vrsta đubriva i pesticida, agrotehničke mere, sistem sađenja i sl.) i heterogenosti uslova na samim lokalitetima (osobine zemljišta (npr. sposobnost zadržavanja vode), hidrološki uslovi (padavine), nagib i dr.). Oko 85% zemlje pod usevima je u privatnom vlasništvu, pri čemu 65% individualnih poljoprivrednih domaćinstava poseduje zemljište u površini do 3 ha. Pravila dobre poljoprivredne prakse koja treba da zaštite vode se ne primenjuju zbog neznanja i nedostatka sredstava. Procenjuje se da 40% opterećenja ukupnim azotom u Dunavu potiče iz poljoprivrede. Neophodno je izvršiti proračun bilansa zagađujućih materija na nivou sliva baziran na godišnjim podacima o ukupnim količinama u svim proizvodima koji ulaze na (đubriva i seme) ili izlaze sa poljoprivrednih površina (biljni proizvodi), uzevši u obzir i biološko vezivanje i taloženje azota iz vazduha. Stoga je potrebno napraviti baze podataka pomoću kojih bi se izvršila kvantifikacija pritisaka na vodne kapacitete, koje bi sadržavale podatke svih individualnih poljoprivrednih proizvođača i poljoprivrednih dobara o utrošku đubriva, pesticida i drugih hemikalija, usevima, agrotehničkim merama, osobinama zemljišta i dr. Sada možemo samo da pretpostavljamo na osnovu uvoza i proizvodnje hemijskih sredstava: u prvih 6 meseci 2008. godine u Republiku Srbiju je uvezeno 896 tona aktivnih materija i pretkoncentrata (3400 tona u 2007. godini) i 4920 tona preparata (kao u 2007.), a proizvede se 7-8 hilada tona godišnje (ne postoje raspoloživi podaci samo za teritoriju Vojvodine). Godišnje se proizvede oko 600-700 hilada tona veštačkih đubriva, a uveze se 300-400 hiljada tona. U 2007. godini u Srbiji je potrošeno 950 000 tona veštačkih đubriva, što ukazuje na trend povećanja potrošnje s obzirom da je 2000. godine potrošeno 220 000 tona, a 2003. godine 300 000 tona. Ako se uzme u obzir da je 80-ih godina prošlog veka trošeno oko 1500000 tona godišnje, znači da je moguć dalji porast potrošnje, a samim tim i povećanog pritiska na vodotoke.

Kao primer mogućeg uticaja hemizacije zemljišta na kvalitet površinskih voda se mogu navesti podaci dva vodotoka Krivaja i Nadela. U toku 2007. i 2008. godine ispitan je kvalitet sedimenta vodotoka Krivaja i Nadela i nađene su visoke koncentracije Ni, Cu, Cd i Zn, a Cd je detektovan i u vodi, gde su mogli dospeti i spiranjem sa poljoprivrednih površina (Cd, Ni i Zn iz fosfornih đubriva i Cu iz stajnjaka).

U Vojvodini se *navodnjava* 20-25 000 ha što utiče na ukupnu količinu dostupnih voda, kao i na kvalitet ocednih voda nakon navodnjavanja.

Eolska erozija je prisutna na celom prostoru Vojvodine, a najizraženija je u južnom Banatu, istočnom Sremu i severnoj Bačkoj - 85% ukupnog poljoprivrednog zemljišta je pod uticajem erozije vetrom sa godišnjim gubitkom od oko 0,9 tona materijala po hektaru.

*Septičke jame***.** Nerešeno deponovanje sadržaja septičkih jama koji se u najvećem broju slučajeva odlaže u melioracione kanale.

*Smetilišta otpada***.** U Vojvodini se godišnje produkuje 440 000 tona smeća. Mali broj deponija je uređen (veći gradovi), a većina ostalih u stvari predstavlja smetilišta. Količina otpadnih voda sa deponije u najvećoj meri zavisi od atmosferskih padavina, površine deponije, karakteristika deponije i od prodiranja podzemnih voda u telo deponije. Sastav procednih voda u najvećoj meri zavisi od načina kretanja vode kroz telo deponije, karakteristika deponovanog materijala i drugih procesa koji se odvijaju u deponiji. Kako u Vojvodini nema uređenih deponija u smislu sprečavanja uticaja ocednih voda na kvalitet podzemnih i površinskih voda može se samo orjentaciono odrediti uticaj deponija (smetilišta) na kvalitet voda u Vojvodini. Za određivanje uticaja neuređenih deponija (smetilišta) na kvalitet voda moraju se uraditi istraživanja kvaliteta podzemnih i površinskih voda u blizini, prvo najveće neuređene deponije u Vojvodini (Zrenjanin, Subotica, Vršac, Pančevo itd.), a zatim manjih (Odžaci, Plandište, Inđija, Šid itd.) kako bi se predložile mere za remedijaciju ovih prostora nakon trajnog rešenja problema deponija (izgradnja regionalnih deponija).

Saobraćaj. Problem u Vojvodini predstavlja upotreba olovnih motornih benzina, za razliku od zemalja Evropske Unije gde su oni zabranjeni. Olovo oslobođeno sagorevanjem benzina završava na putevima i njihovoj okolini nošeno vetrom. Olovo koje se istaloži na putevima u naseljima sa atmosferskom kanalizacijom se spira padavinama i završava u površinskim vodama. Olovo sa otvorenih puteva se spira na zemljište pored puteva i na kraju završava u podzemnim vodama. Potrošnja motornih benzina u Vojvodini se od 2005. do 2007. godine nije menjala značajno (oko 700 000 t/god), ali je prisutno smanjenje potrošnje olovnog benzina sa 413 000 na 344 000 t/god i povećanje potrošnje bezolovnog benzina sa 286 000 na 353 000 t/god, tj. odnos potrošnje olovni/bezolovni benzin se smanjio sa 1,4 na 1. Ako se uzme da se poslednjih godina proizvede oko 325 000 tona MB-95 sa maksimalnim sadržajem olova od 400 mg/l i oko 50 000 tona MB-98 sa maksimalnim sadržajem olova od 600 mg/l, njihovim sagorevanjem se u životnu sredinu godišnje emituje oko 160 tona olova.

8.3.3. Akcidetna zagađenja

Akcidenti u vodenom ekosistemu se mogu definisati kao neočekivane pojave sa neželjenim posledicama. Po istoj formulaciji, hazardom se smatra bilo koja karakteristika koja ima mogućnost da prouzrokuje akcident tj. svaka situacija ili karakteristika tehnoloških sistema, uređaja ili procesa sa potencijalom da prouzrokuje štetu po živi svet u površinskim vodama. Stepen ugroženosti vodenog ekosistma na prvom mestu zavisi od veličine, obima i područja akcidenta, pa u tom smislu pojava akcidenata može imati značajne dugoročne negativne posledice u široj geografskoj oblasti. U tabeli 39 prikazani su podaci o većim akcidentnim zagađivanjima na teritoriji AP Vojvodine. Na žalost za većinu akcidentnih situacija na vodotocima nije poznat uzrok. Podaci ukazuju kako na nedovoljno razvijen sistem rane najave u monitoringu površinskih voda, tako i na lošu povezanost podataka iz katastra zagađivača sa sistemom monitoringa i obrade tih podataka u cilju zaštite i sprečavanja zagađivanja površinskih voda. Organizacija i opremanje službe za sprovođenje hitnih mera u

havarijskim slučajevima nije urađen. Ovo organizovanje je planirano na nivou Direkcije za vode.

Tabela 39. *Akcidentna zagađenja površinskih voda u AP Vojvodini*

Datum nastanka akcidenta	Lokacija akcidenta	Opis
April-jun 1999.	Dunav kod Novog Sada i Pančeva	Izliv nafte i naftnih derivata, žive, vinil-hlorida, PAH itd. Posledice ratnog razaranja naftne i petrohemijske indutrije
30. 01. 2000.	Sasar- Lapus i Somes-Tisa	Izliv sadržaja lagune jalovišta rudnika zlata *Baia Mare* u Rumuniji. Zagađenje reke Tise sa cijanidima i metalima.
01. 04. 2003.	Tamiš kod sela Sakula	Uginula riba, uzrok nepoznat.
29. 05. 2003.	I-61 „Delta“, kod CS Kula	Naftna mrlja, uzrok nepoznat.
2004. i 2005.	HS DTD Novi Sad – Savino Selo (triangl Savino Selo)	Izlivanje naftnih derivata, uzrok nepoznat.
18. 01. 2006.	Nadela (od Ivanova do Stračeva)	Uginula riba, uzrok nepoznat.
24. 01. 2006.	HS DTD Bečej-Bogojevo kod Srbobrana i Turije	Uginula riba, neprijatan miris, uzrok nepoznat.
06. 10. 2006.	Kanal Galovica, kod CS na Savi	Veća količina uginule ribe, neprijatan miris, uzrok nepoznat.
13. 10. 2006.	HS DTD Bački Petrovac - Karavukovo	Uginula riba, miris na materije fekalnog porekla, uzrok nepoznat.
29. 11. 2006. i 2007.	HS DTD Kosančić-Mali Stapar, kod Malog Stapara	Debeo beli sloj stvdnute masnoće, uzrok izlivanje otpadnih voda iz Fabrike ulja „Sunce“ Sombor.
2007.	Topolski kanal	Izlivanje otpadnih voda Kikindske mlekare.
2007.	Tisa	Izlivanje otpadnih voda Šećerane i Fermina u Senti.
05.09.2008.	Bosut	Uginulo je nekoliko tona ribe. Talas zagađenja je trajao više od mesec dana. Pretpostavlja se da je uzrok ovog zagađenja pojava barske biljke sočivice, koja je u uslovima izuzetno visokih temperatura i nedostaka dotoka vode izazvala deficit kiseonika.
2008	Hidrosistem Nadela kod Kovačice	Uginula riba, uzrok nepoznat.
2008.	Kanal Galovica kod Pećinaca	Uginula riba, uzrok nepoznat.
2008	Meliorativni kanal "Delta" kod Crvenke	Uginula riba, uzrok izmuljivanje kanala i ispust komunalnih otpadnih voda iz Crvenke.

8.3.4. Sistemi javnog odvođenja voda

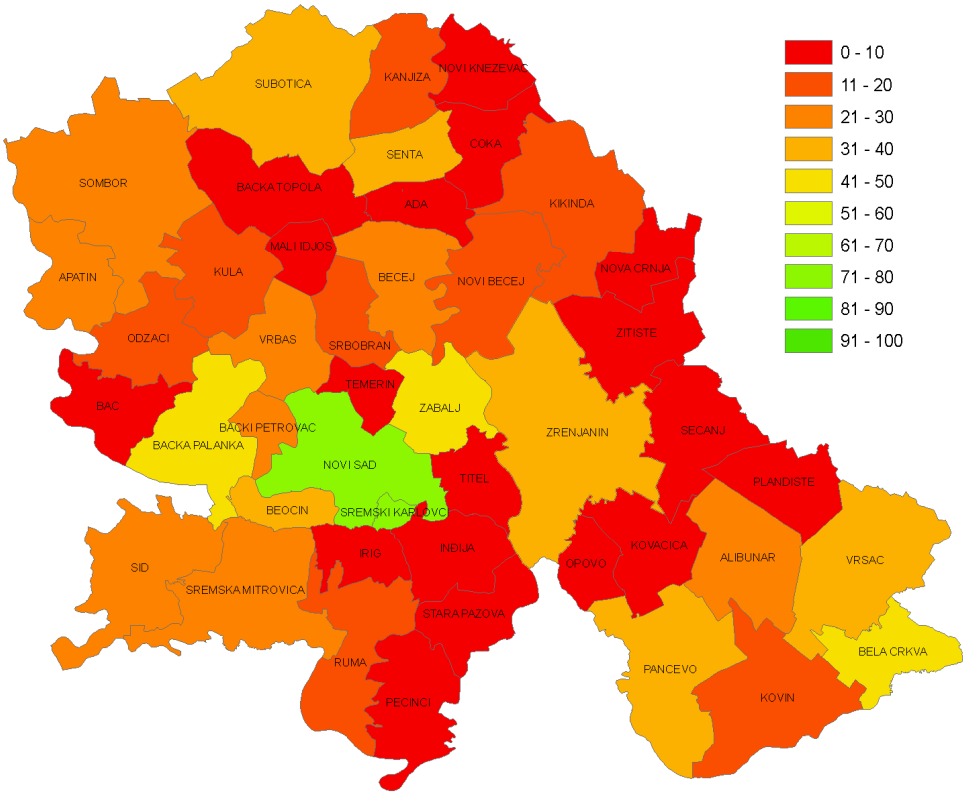
Od 463 naselja u Vojvodini samo 44 imaju bar neki od oblika kanalizacije otpadnih voda (slika 67). Na kanalizacione sisteme priključeno je oko 660 000 stanovnika, što je oko 30% od ukupnog broja. Sve što je od kanalizacije izgrađeno, izgrađeno je uglavnom do 1990 godine. U poslednje 2-3 godine počela je ponovo izgradnja kanalizacije u nekim naseljima. Još uvek ne postoji grad u kome su sva domaćinstava povezana na kanalizacionu mrežu. Na gradska postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda priključeno je svega 11% stanovnika, a svega 7% na postrojenja koja su u funkciji. U tabeli 40 prikazano je stanje kanalizacionih sistema po opštinama u Vojvodini.

Tabela 40. *Sistemi za odvođenje otpadnih voda po opštinama u Vojvodini*

Opština	Broj naselja sa kanalizacijom	Broj priključaka na javnu kanalizaciju	Obuhvaćenost kanalizacijom (%)	Dužina kanalizacione mreže (km)	Recipijent kanalizacije
ADA	0	0	0	0	/
ALIBUNAR	2 (Alibunar i Ban. Karlovac)	4770 + 1737	30 + 70	14.5 + 40 =54.5	DTD kanal
APATIN	1	2682	40	28.5	Dunav
BAČ	1	433	16	6.4	DTD kanal
BAČKA PALANKA	2 (Bačka Palanka i Čelarevo)		95 + 20	85 + 5	Dunav
BAČKA TOPOLA	1	1 600	15	12 155	Krivaja
BAČKI PETROVAC	1		30		DTD kanal
BEČEJ	1	3 668	38	55	DTD kanal
BELA CRKVA	1	3 328	80	48	Nera
BEOČIN	1	1 480	76	6.8	Dunav
ČOKA	1		30	14	Tisa
INĐIJA	1	220	10	8	Inđijski potok i Golubinački kanal
IRIG	1		20	2.7	Potok Jelence
KANJIŽA	2 (Kanjiža i Horgoš)	1 500		34	Tisa (Kanjiža) meliracioni kanali (Horgoš)
KIKINDA	1		29	83	Kanal “Kinđa”
KOVAČICA					
KOVIN	2 (Kovin i Gaj)	2 295 + 50	37.5 + 10	34.6 + 0.6	Kanal DTD
KULA	2 (Kula i Crvenka)	1 000 + 333	25 + 14	16 + 6	Kanal DTD
MALI IĐOŠ	1			720	Krivaja
NOVA CRNJA					

nastavak tabele 40.

Opština	Broj naselja sa kanalizacijom	Broj priključaka na javnu kanalizaciju	Obuhvaćenost kanalizacijom (%)	Dužina kanalizacione mreže (km)	Recipijent kanalizacije
NOVI BEČEJ	1		30	15.4	Kanal Šušanj
NOVI KNEŽEVAC					
NOVI SAD	6	28 000	75	788	Dunav
ODŽACI	1	1 308	38	12	Meliracioni kanal
OPOVO	1	90	0.7	3.2	Tamiš
PANČEVO	1		54	159	Dunav
PEĆINCI	1		12	1	Galovica
PLANDIŠTE	1	388	18		Kanal DTD
RUMA	1	2 535	35	47.2	Sava
SEČANJ	3 (Sečanj, J. Tomić, Krajišnik)	132	2	3.5	Tamiš
SENTA	1	3 683	50	36	Tisa
SOMBOR	1	4 300	40	80	Kanal Odžaci-Sombor
SRBOBRAN	1		20	5	DTD Bečej-Bogojevo
SREMSKA MITROVICA	2 (Sr. Mitrovica i Laćarak)	4 599	47	66	Sava
SREMSKI KARLOVCI	1				Dunav
STARA PAZOVA	2	1 580	8-10	6	Dunav
SUBOTICA	1	13 169	50	215	Jezero Palić
ŠID	1	3 486	60	27	Bosut
TEMERIN					
TITEL	1	350	6		Tisa
VRBAS	1	4 099		57.86	DTD Bečej-Bogojevo
VRŠAC	1	7 530	60	75	Mali ritski kanal
ZRENJANIN	1	11 116	68	110	Aleksandrovački kanal
ŽABALJ					
ŽITIŠTE					



Slika 67. Izgrađenost kanalizacionih sistema u Vojvodini

Prema raspoloživim podacima, tokom protekle četiri decenije započeto je ili je pak izgrađeno više od dvadeset centralnih postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda kapaciteta iznad 2000 ES. Njihove lokacije, osnovne karakteristike i problematika rada prikazane su u tabeli 41.

Ukupno izgrađeni kapacitet postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda je 592 100 ES. Od toga 3 sa prethodnim stepenom prečišćavanja, 17 sa drugim stepenom prečišćavanja i 2 sa tercijarnim tretmanom. Svega 3 uređaja imaju i postrojenja za obradu mulja. Trajno je van pogona 11 uređaja sa ukupnim kapacitetm od 83 500 ES.

Nijedno od postojećih postrojenja van funkcije ne može se uklopiti u buduća rešenja zbog malog kapaciteta, malih dimenzija objekata, fizičke zastarelosti objekata i opreme i zastarele tehnologije. Jedan deo uređaja radi sa nezadovoljavajućim efektom prečišćavanja.

Nezavisno od njihovih nedostataka u stalnoj funkciji se nalaze: Bač, Bečej, Horgoš, Kanjiža, Novi Banovci, Novo Miloševo, Gložan, Sombor, Subotica, Stara Moravica i Vršac. U probnom radu se nalazi Senta, Bački Petrovac i Pećinci. Na postrojenjima koji se nalaze u funkciji, osnovu tehnologije čini mehaničko-biološko prečišćavanje. Biološko prečišćavanje se sprovodi putem postupka sa aktivnim muljem.

Tabela 41. *Postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda kapaciteta iznad 2 000 ES*

Lokacija	Kapacitet		Vrsta postupka	Napomena
	m^3/d	ES		
Apatin	150	-	dvospratna talož.	Nedovoljan kapacitet. Tehnički zastarelo. Van funkcije. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Bač	2 000	13 000	AER-L	Neredovno održavanje. Tehničke smetnje u radu.
Bačka Palanka	300	-	dvospratna talož.	Nedovoljan kapacitet. Tehnički zastarelo. Van funkcije. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Bački Petrovac	1 000	4 000	AM	Pred puštanjem u rad.
Bečej	7 700	40 000	AM, tercij.	Radi sa smanjenim kapacitetom. Efekat prečišćavanja zadovoljavajući.
Horgoš	300	2 000	PL	Nedovoljan kapacitet. Nestabilan i pretežno nezadovoljavajući efekat prečišćavanja.
Gložan			MP	Niska efikasnost.
Inđija	3 000	10 000	AM	Van pogona. Tehnički neispravno. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Kanjiža	2 000	8 000	AM+FB	Povremeno preopterećenje. Tehničke smetnje naročito na delu FB (rotacioni biološki kontaktori-RBK).
Kikinda	11 000	40 000	AM	Nestabilan rad. Tehničke smetnje.
Kovin	150	-	dvospratna talož.	Nedovoljan kapacitet. Tehnički zastarelo. Van funkcije. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Kula	1 600	4 500	FB	Izgrađeni su samo građevinski objekti bez hidromašinske opreme. Objekti su fizički ispravni. Ne uklapaju se u buduće rešenje.
Novi Bečej	300	2 000	AM	Nedovoljan kapacitet. Tehnički zastarelo. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Novo Miloševo	300	2 000	AER-L	Nedovršena izgradnja. Nedostaje aeracioni sistem. Neredovno održavanje. Smetnje u procesu prečišćavanja.
Novi Banovci			AM	Povremeni poremećaji u procesu prečišćavanja.
Pećinci			AM	Nalazi se u probnom radu.
Ruma	3 900	40 000	AM	Tehnički zastarela oprema. Tehničke smetnje i neujednačeno odvijanje postupka prečišćavanja. Nedovoljan kapacitet.
Sombor	16 000	180 000	AM	Radi sa umanjenim kapacitetom. Povremeni poremećaji u postupku prečišćavanja, zbog nedostatka prethodnog prečišćavanja u nekim industrijama.
Stara Moravica	1 250	5 000	AM	Tehničke smetnje u radu zbog nepovoljnog uticaja otpadne vode industrije.
Subotica	30 000	110 000	AM	Poremećaji u postupku prečišćavanja zbog nedostatka prethodnog prečišćavanja u industrijama i zbog prevelikog hidrauličkog opterećenja za vreme velikih padavina.
Senta	3 000	16 600	AM	Nalazi se u probnom radu.
Vrbas	1 200	10 000	AM	Nakon puštanja u rad stavljeno je van funkcije. Mašinska oprema je fizički oštećena i ne funkcionalna. Ne uklapa se u buduće rešenje.
Vršac	8 000	90 000	AM	Zbog nedostatka prethodnog prečišćavanja industrijskih otpadnih voda, rad postrojenja je nestabilan.

AER-aerisana laguna; PL-prirodna laguna; AM-postupak sa aktivnim muljem; FB-postupak sa fiksiranom biomasom (BF-prokapnik, RBK- rotacioni biološki kontaktor); MP-mokra polja

Pored navedenih, većih centralnih postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda postoji izvestan broj manjih postrojenja do kapaciteta 2000 ES. O njihovim lokacijama i broju nema pouzdanih podataka. Jedan deo ovih postrojenja čine tzv. rotacioni biološki kontaktori (Biodisk, Biorol). Ovi uređaji služe prvenstveno za prečišćavanje otpadnih voda delova naselja, kao prelazno rešenje do izgradnje sistema kanalizacije celog naselja. Iz ove grupe evidentirani su uređaji na sledećim lokacijama: Nakovo, Čantavir, Mali Iđoš, Pećinci, Šimanovci itd. Drugi deo ovih postrojenja čine kombinaciju prethodnog anaerobnog i naknadnog biološkog postupka putem aktivnog mulja (PUTOX i sl.). Ovi uređaji se nalaze u Crvenki, Novom Bečeju i dr. Sa tim u vezi neophodno je izvršiti procenu uticaja ovakvih naselja i postrojenja na kvalitet kanala DTD. Zbog izuzetne osetljivosti recipijenata i verovatno veoma strogih normi koje će u budućnosti morati da se ispoštuju u pogledu kvaliteta vode kanalske mreže, zahtevi za kvalitetom prečišćenih voda neće biti postavljeni samo za postrojenja koja se odnose na naselja sa više od 2000 ES nego i manja. Strateški je interes proceniti broj ovakvih naselja i zahteve za kvalitetom njihovog efluenta imajući u vidu broj, odn. gustinu takvih naselja na pojedinom recipijentu i opterećenje koje on mora da podnese. Pre svega je važno opterećenje nutrijentima kako bi se sprečila eutrofizacija kanala.

9. VODOPRIJEMNICI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA

9.1. Opšte karakteristike vodoprijemnika

Na značajnu degradaciju kvaliteta vode u kanalima DTD i potencijalnu opasnost od daljeg, kontinualnog pogoršavanja kvaliteta ukazano je još 1972. godine u monografiji "Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav" (*Milovanov, 1972*). U 1970. godini registrovano je 54 industrijskih organizacija koje direktno, ili posredno, preko detaljne kanalske mreže, upuštaju svoje otpadne vode u Osnovnu kanalsku mrežu hidrosistema DTD (OKM HS DTD). Danas, od 511 zagađivača voda koliko je registrovano na teritoriji Vojvodine, na samom HS DTD nalazi se 125 zagađivača koji godišnje ispuste oko 40.000.000 m^3 u najvećoj meri neprečišćene ili nedovoljno prečišćene otpadne vode[1]**.** Najveći deo ovih voda sačinjavaju otpadne vode prehrambene industrije 70%, potom otpadne vode iz gradskih kanalizacija 8,2%, hemijska industrija 3,5%, tekstilna industrija 2,5%, industrija kože 0,8% i ostala industrija 4,5%.

U osnovnu kanalsku mrežu hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav u Bačkoj, kao recipijent otpadne industrijske vode upušta preko 70 većih ili manjih preduzeća. Najveći broj je lociran duž kanala Vrbas–Bezdan, sa izrazitom koncentracijom na potezu kanala Vrbas-Crvenka. Opterećenost hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav u Bačkoj industrijskim otpadnim vodama je velika, neujednačena i neravnomerna. Od 420 km osnovne kanalske mreže na oko 30% njene dužine danas je često vrednost kiseonika ispod biološkog minimuma.

Kvalitet vodotoka na teritoriji Bačke (Krivaja, Bajski kanal, Plazović, Kereš) na osnovu podataka redovnog monitoringa RHMZ karakterišu sledeće generalne karakteristike: promenljiv kiseonični režim, u pojedinim periodima povišen sadržaj organskih materija izražen preko HPK i BPK_5, povišen sadržaj amonijačnog, nitratnog i nitritnog azota, mangan. Suspendovane materije u povišenom sadržaju detektovane su u vodotoku Plazović i Kereš i povišen sadržaj isparljivih fenola u Krivaji, Bajskom kanalu i Kerešu. Od opasnih i štetnih materija u vodotoku Krivaja u pojedinim slučajevima registrovane su povišene vrednosti Hg i Cr^{6+}.

Vodotok Jegrička, ukupne dužine 65 kilometara, desna je pritoka reke Tise, a iako najveći i najduži vodotok u južnoj Bačkoj, zapravo nije reka. Prvih 35 kilometara toka je kanalisano (od ustave Despotovo do mosta na putu Temerin-Bačko Gradište), a preostalih 30 kilometara do uliva u Tisu predstavlja prirodni vodotok. Nakon izmuljivanja koje se prvi put sprovelo posle pola veka, Jegrička danas predstavlja zaštićeno područje od čega se 21% nalazi u drugom, a ostatak u trećem stepenu zaštite sa posebnim biljnim i životinjskim vrstama.

Ostala kanalska mreža Bačke (hidraulički baseni Novi Sad-Savino Selo, Bački Petrovac-Karavukovo, Odžaci-Sombor, Kucura-Bogojevo, Prigrevica-Bezdan) nalazi se u pogledu kvaliteta vode, u boljoj situaciji sa povremenim i mestimičnim zagađenjem.

[1] www.vodevojvodine.com

Kvalitet i protok banatskih vodotoka variraju tokom godine. Kroz Banat prolazi niz vodotoka, koji se slivaju sa zapadnih padina Karpata: Zlatica, Stari Begej, Plovni Begej, Tamiš, Brzava, Rojga, Moravica, Karaš i preko Osnovne kanalske mreže HS DTD sprovode se njihove vode u Dunav i Tisu. Karakteristično za ove vodotoke je da imaju vrlo neujednačen režim proticaja. Nakon prolaska poplavnih talasa, količine vode se u ovim vodotocima svedu na minimum, a u izuzetno sušnim periodima godine ovi vodotoci gotovo presušuju. Jedino Plovni Begej ima obezbeđenu minimalnu količinu protoka vode koju dobija iz Tamiša preko veznog kanala koji se nalazi na rumunskoj teritoriji, međutim ovaj vodotok je u velikoj meri ugrožen u pogledu kvaliteta vode jer se na ovom vodotoku nalaze velika naselja (Temišvar i Zrenjanin).

U osnovnu kanalsku mrežu HS DTD, u Banatu, kao recipijent otpadne vode upušta 54 industrijskih preduzeća. Najveći broj korisnika lociran je na Begeju u Zrenjaninu. Kanal Begej je vodotok sa dirigovanim režimom, koji je potpuno povezan sa Starim Begejom i Tamišem, kao i sa mrežom kanala Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav. Recipijent svih voda koje sa teritorije Rumunije dospevaju na teritoriju bivše Jugoslavije (izuzev reke Nere) je HS DTD. Ispitivanja kvalitativnih osobina Begeja na graničnom sektoru (prema podacima RHMZ) pokazuju da Begej već sa teritorije Rumunije dolazi jako zagađen (kao posledica uliva industrijskih i komunalnih otpadnih voda grada Temišvara i nizvodnih naselja na rumunskoj teritoriji). Nizvodno od Zrenjanina (profil Stajićevo) primajući otpadnu vodu mešovite kanalizacije i individualnih zagađivača, kanal Begej na ovom području postaje recipijent otpadnih voda. Opterećenje otpadnim vodama grada, koji koristeći postojeći neispravan kolektor otpadnih voda prevazilazi autopurifikacionu moć reke.

Vodotoke Zlatica, Karaš i Nera karakteriše promenljiv kiseonični režim, povišena sadržaj organskih materija izražen preko HPK i BPK_5, suspendovanih materija u pojedinim periodima godine i povišen sadržaj isparljivih fenola.

Kikindski kanal je recipijent otpadnih voda prehrambene i metalne industrije, gradskih komunalnih voda, voda sa farme. Uticaj otpadnih voda je veliki, pri čemu su u pojedinim periodima detektovane visoke koncentracije organskih materija i nutrijenata. Opterećenje vodotoka Kikindski kanal otpadnim vodama je veliko i kanal se nalazi izvan sposobnosti samoprečišćavanja.

Regionalni hidrosistem „Nadela“ je jedan od najvažnijih delova HS DTD i predstavlja višenamenski sistem pre svega za odvodnjavanje, navodnjavanje, snabdevanje naselja i industrije, prihvat suvišnih voda iz naselja i upotrebljenih voda iz industrije i drugih privrednih objekata i druge namene. Sistem se nalazi u istočnom delu Vojvodine i obuhvata delove opština Zrenjanin, Kovačica, Opovo, Pančevo i Kovin. Monitoring parametara površinske vode koje je sproveo Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu 2006. godine[2] ukazao je na alarmantno stanje kod ustave "Skrobara". Zabeležene su niske vrednosti rastvorenog kiseonika i visoke vrednosti organskih materija (HPK, BPK_5). Ovakav kvalitet vode uzrokovan je na prvom mestu ispuštanjem alkalne, mineralizovane i sa visokim organskim zagađenjem otpadne vode prehrambene industrije. Pored toga vodotok prima i otpadne vode naseljenih mesta i sa farmi, koje karakteriše visoko organsko zagađenje i visoke koncentracije nutrijenata, što za posledicu ima smanjenje sadržaja rastvorenog kiseonika u površinskoj vodi i pojavu eutrofizacije. Ovaj vodotok je malog kapaciteta, pri čemu je u pojedinim periodima (januar-maj) zabeleženo stanje bez proticaja vode. Dejstvom otpadnih voda koje sadrže velike količine organskih materija daleko iznad autopurifikacionih sposobnosti Nadele, značajno smanjuje sadržaj kiseonika u samom vodotoku.

[2] Prirodno-matematički fakultet Novi Sad (2006) Projekat: Monitoring kvaliteta vode i sedimenta u kanalu “Nadela”

Generalno posmatrajući, za kanale HS DTD je karakteristično da su formirani kao sporotekući vodotoci sa vrlo slabom aeracijom, čime se objašnjava promenljiv sadržaj rastvorenog O_2 od pojave supersaturacije do malih koncentracija, odnosno deficita. Zbog ovih pojava dolazi do formiranja makrofitske vegetacije, koja kasnije u procesu razgradnje povećava opterećenost vode organskim biorazgradljivim materijama.

9.1.1. HS Dunav-Tisa-Dunav u svetlu politike EU u oblasti voda

HS DTD danas zauzima značajno mesto u razvoju privrede Bačke i Banata, ali i šireg područja. Hidrosistem DTD ima višestruku namenu: prijem i sprovođenje stranih voda (voda koje dotiču sa teritorije drugih država) oko 3,0 milijardi m^3/god; prijem i odvođenje voda iz sistema za odvodnjavanje poljoprivrednog i drugog zemljišta čija površina iznosi oko 1.085.000 ha; dovođenje vode za potrebe sistema za navodnjavanje, ribnjaka, farmi, industrije i naselja, oko 270 miliona m^3/god; prijem, sprovođenje i razblaživanje upotrebljenih voda iz industrije, farmi i naselja 1,0 milijarde m^3/god; plovidbu kanalima za plovila nosivosti 200 do 1.000 t; odbranu od poplava; ribarstvo, rekreaciju i turizam. Upravo iz razloga višenamenske uloge, hidrosistem predstavlja kompleksan sistem sa stanovišta upravljanja sa jedne strane i važan strateški objekat sa druge strane.

Namena i značaj HS DTD (veštačko vodno telo prema terminologiji Okvirne Direktive o vodama) zahtevaju posebnu pažnju pri njegovoj identifikaciji u svetlu politike EU u oblasti voda.

Preliminarnom identifikacijom značajno izmenjenih i veštačkih vodnih tela u našoj zemlji, ustanovljena su dva veštačka vodna tela: HS DTD i Plovni Begej.

Prema Okvirnoj Direktivi o vodama, za veštačka vodna tela se traži da postignu dobar ekološki potencijal (neznatne promene vrednosti bioloških parametara u maksimalnom ekološkom potencijalu) i dobar hemijski status površinske vode. Primenjuju se elementi (biološki elementi, hidromorfološki elementi koji podržavaju biološke elemente, hemijski i fizičko-hemijski koji podržavaju biološke elemente tj. opšti parametri i specifične zagađujuće materije) za određivanje kvaliteta bilo koje od kategorija prirodnih površinskih voda (reke, jezera, prelazne vode i vode obalnog mora) koja je najsličnija veštačkom ili značajno izmenjenom vodnom telu o kome je reč. Usvajanjem vrednosti elemenata kvaliteta površinskih voda Dunava i Tise, HS DTD se deli na najmanje dva veštačka vodna tela a kvalitet ovih reka igra značajnu ulogu.

Pored toga, bitan uticaj na kvalitet vode HS DTD imaju: vodotoci koji se ulivaju u HS DTD (banatski), vode detaljne kanalske mreže, zagađivači koji nisu vezani za hidromorfološke izmene. Ovakvi uticaji dovode do različitih vrednosti elemenata kvaliteta HS DTD po pojedinim deonicama, značajno pogoršanje kvaliteta u odnosu na prirodne vodotoke, što nameće potrebu za njegovom podelom na više od dva veštačka vodna tela.

Na kvalitet pojedinih vodotoka (Kikindski kanal, Zlatica) prema pojedinim parametrima (kalijum) utiče strukturno-geološki sastav tla**.** Naime**,** ova dva vodotoka su istog sastava tla (nekoherentan materijal-glinovit, prašinast i jednoličan pesak na dnu sa profilima čisto koherentnog materijala sa neorganskom mršavom, peskovitom i masnom glinom)[3]. Ovo svakako predstavlja još jednu od osnova za pažljivo razmatranje podele HS DTD na više vodnih tela.

[3] Milovanov, D. (1972) Monografija: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav

Karakterizacija elemenata kvaliteta i identifikacija HS DTD zahteva u najmanju ruku unapređenije monitoring programe od onih koji se vrše sada.

Test određivanja može li željeni cilj u čiju svrhu služi HS DTD biti postignut i ostalim sredstvima, a sve u cilju postizanja poboljšanja uslova vodnog toka, zahteva slično kao i kada su u pitanju prirodni vodotoci, postavljanje pilot projekata na određenim deonicama. Najvažniji razlog za to je upravo to što je njegova svrha višenamenska. Podrazumeva se da ”ostala sredstva” treba da budu tehnički izvodljiva, značajno bolja opcija za životnu sredinu i da nisu disproporcionalno skupi.

Razmatranje kvalitativnih karakteristika, tehničkih i ekonomskih aspekata, aspekata upravljanja i buduće administracije neophodno je u procesu objedinjavanja ili podele HS DTD na vodna tela i donošenja konačne odluke, pre postavljanja Plana upravljanja rečnim slivom (2008/9 godina). Ovo svakako podrazumeva prezentovanje kriterijuma značaja objedinjavanja ili podele HS DTD na vodna tela korisnicima, preduzeću koje upravljanja ovim sistemom i široj zainteresovanoj javnosti, kao i donošenje odluka od zajedničkog interesa.

9.2. Upravljanje vodoprijemnicima na teritoriji AP Vojvodine

Za ispuštanje tretiranih ili netretiranih otpadnih voda u HS DTD vrši se posebna naplata od strane JVP «Vode Vojvodine» i namenjena je održavanju kanala. Tarife za ispuštanje otpadnih voda u HS DTD se publikuju svake godine u Službenom listu Autonomne Pokrajine Vojvodine. U periodu pre 2005. godine, visina naplate je određivana na sličan način kao i za ispuštanje u prirodne vodotoke, na osnovu količine ispuštene vode. Ovakvim sistemom naplate nije uzeta u obzir količina i vrsta kontaminanata prisutnih u otpadnim vodama, tretman otpadnih voda i remedijacija štete.

Svi gore navedeni razlozi bili su osnova za uspostavljanje modela metodologije obračuna naknade za korišćenje vodoprivrednih objekata za odvođenje otpadnih voda.

Činjenica da regulative i upravljačke procedure ustanovljene na nacionalnom nivou ne zahtevaju kao neophodnost primenu uniformnih uslova za celu zemlju, već uzimaju u obzir regionalnu varijabilnost potvrđena je usvajanjem "Metodologije obračuna naknada za korišćenje vodoprivrednih objekata za odvođenje otpadnih voda" od strane zakonodavnih vlasti AP Vojvodine 2005. godine[4]. Ovim metodološkim modelom, usko je povezana visina naplate za upotrebljene vode sa štetom prouzrokovanom ispuštanjem zagađene otpadne vode. Pored toga, obezbeđen je podsticaj kompanijama da ulažu u tretman otpadnih voda.

U nedostatku dovoljno dobro definisane zakonske norme u našoj zemlji, za metodologiju obračuna visine naknade usvojene su norme za efluent (ukupan fosfor, ukupan azot, organskih materija u efluentu određenih preko BPK_5 i HPK, suspendovane materije) iz evropske prakse[5].

Na ovakav način postavljen obračun naknade za korišćenje vodoprivrednih objekata za odvođenje otpadnih voda predstavlja važan korak u realizaciji principa «zagađivač plaća». Međutim, ne uzima u obzir ekološki potencijal samog recipijenta za prijem zagađujućih materija. Sa jedne strane, na ovaj način se svi uzvodni subjekti ravnopravno tretiraju, tj. omogućeno je dovođenje vode u vodotoku do kvaliteta da je mogu koristiti subjekti nizvodno od izliva otpadnih voda bez primene dodatnih tehnoloških postupaka koji se inače ne bi koristili da nema zagađivanja, a sa druge strane nije u potpunosti zadovoljen kombinovan pristup u upravljanju kvalitetom voda

[4] Sl. list AP Vojvodine, br. 2/05
[5] Council Directive 91/271/EEC, O J L 135, 30.05.1991., p. 40-52

zahtevan Okvirnom Direktivom o vodama. Kao što je napomenuto u predhodnom delu teksta, kvalitet vode i mogućnosti postizanja dobrog ekološkog potencijala se prema dosadašnjim podacima monitoringa razlikuju po deonicama HS DTD.

Jedan od mogućih načina dostizanja dobrog ekološkog statusa je uvođenje sistema prenosivih dozvola kao jednog od osnovnih instrumenata koji se koriste u kontroli zagađenja vodoprijemnika. Ukoliko postoje nesuglasice na nivou «raspodele vode» zajedničkog resursa, ovaj sistem predstavlja potencijalni instrument za upotrebu ili zagađenje voda i podrazumeva formiranje neophodnog tržišta na kojem se «trguje pravima na vodu». Ovaj princip podrazumeva mogućnost raspodele ukupne dozvoljene emisije između korisnika recipijenata za odvođenje otpadnih voda, pri čemu se istima izdaje dozvola za emitovanje ugovorene količine zagađenja u okviru određenog vremenskog perioda (najčešće od 1-5 godina). Korisnici recipijenata za odvođenje otpadnih voda na ovaj način stiču pravo na ispuštanje veće količine zagađenja, pri čemu ostali korisnici moraju da budu spremni da redukuju ekvivalentnu količinu datog zagađenja. Jedan od osnovnih uslova uvođenja sistema prenosivih dozvola je da polutant koji predstavlja sastavni konstituent efluenta ne sme pokazivati tendenciju ka bioakumulaciji ili prouzrokovati dugoročne štete u recipijentu (sistem nije primenjiv za efluente koji u svom sastavu sadrže nedozvoljene količine metala i ostalih toksičnih komponenata).

Prvi korak u sistemu prenosivih dozvola (uzimajući za primer dostizanje željenog standarda za BPK_5 u HS DTD) predstavlja raspodela ukupnog maksimalnog dnevnog opterećenja. Ovakva raspodela zahteva model samog vodoprijemnika kojim se uspostavlja veza između svakog korisnika i BPK_5 u vodi vodoprijemnika. Modelom se procenjuje opterećenje efluenta ovim parametrom koji vodoprijemnik može da razgradi, pri čemu se održava dovoljan nivo rastvorenog kiseonika potrebnog da podrži život akvatičnih organizama. Razlika rastvorenog kiseonika u vodoprijemniku i rastvorenog kiseonika potrebnog da podrži život akvatičnih organizama predstavlja osnovnu meru za dozvoljeni standard ispuštanja efluenta.

Postavke ovakvog načina modeliranja zabeležene su davne 1972. godine[6]. U cilju ilustracije, dat je primer Kanala Bezdan-Bečej, potez od Crvenke do Vrbasa. Prema proračunu, kod minimalnih brzina površina koja se pokriva jednodnevnim tokom iznosila je 262 000 m^2. Na ovoj površini pri koncentraciji kiseonika od 4,5 mg/l ili 50% na 20ºC, može se apsorbovati oko 250 kg/dan kiseonika, odnosno procenjena mogućnost opterećenja ovog basena, pod uslovom da se ne remeti ravnoteža apsorpcije i potrošnja kiseonika iznosi 1200 kg BPK_5/dan.

Mogućnost pristupa u grupisanju korisnika vodoprijemnika u smislu upuštanja upotrebljenih voda ogleda se u postavljanju ovog modela od deonice do deonice ili više deonica sistema. Deonice bi na taj način predstavljale određene segmente ukupnog toka pri čemu ukupna dozvoljena «kvota» opterećenja predstavlja zajedničko maksimalno dnevno opterećenje svih korisnika smeštenih na datom segmentu vodoprijemnika. Podelom ukupnog dostupnog opterećenja po svakom zagađivaču podjednako postoji mogućnost kasnijeg određivanja dozvoljenog emitovanog opterećenja na godišnjem nivou.

Uslovi za funkcionisanje sistema prodajnih dozvola: dovoljno velik broj izvora zagađivanja voda; jasno definisani izvori zagađenja; jednostavan način računanja količine zagađenja koje se emituje; potencijal za tehničkim inovacijama. Pored toga, uticaj na životnu sredinu treba da bude nezavistan od vremenskog perioda godine što može da predstavlja problem kada su u pitanju fabrike sa sezonskom proizvodnjom.

---

[6] Janković, K. (1972) Otpadne vode i kvalitet vode u kanalima, poglavlje u Monografiji: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav

Ovakvi uslovi u daljoj strategiji upravljanja vodotocima na teritoriji AP Vojvodine koji se generalno posmatrajući skoro svi mogu svrstati u osetljive zone zbog svoje namene i usporenog toka, zahtevaju pored unapređenja programa monitoringa karakterizacijom kvaliteta vode vodoprijemnika po deonicama ili segmentima određenim po ostalim kriterijumima i kontinualan monitoring industrijskih efluenata. Pored toga, određivanje dozvoljene «kvote» (ukupnog maksimalnog dnevnog opterećenja i dozvoljenog emitovanja zagađenja po zagađivaču na godišnjem nivou), uzimanje u obzir kampanjske proizvodnje pojedinih industrija, dozvole za proširenje postojećih proizvodnih kapaciteta samo u slučaju ako se time ne povećava ukupan nivo zagađenja u određenoj oblasti i obezbeđivanje mehanizma verifikacije ugovora između korisnika od strane nadležnih institucija.

Neophodno je naglasiti da upotreba prenosivih dozvola može da poveća ekonomske troškove, jer preduzeća mogu da se nađu u situaciji da kupuju takve dozvole, iako u datom momentu nemaju stvarnu potrebu za njima, što može nepovoljno da se odrazi na njihovu konkurentsku poziciju na tržištu. Sa druge strane, posebna privlačnost ovog instrumenta leži u okolnosti da dozvole mogu da budu uvedene bez značajnijeg povećanja finansijskog tereta za zagađivače (npr. besplatna raspodela dozvola postojećim zagađivačima).

Poređenjem iskustava zemalja, najveće praktično iskustvo u primeni instrumenta prenosivih dozvola imaju Sjedinjene Američke Države i Australija (obe federacije). U velikom broju razvijenih evropskih zemalja (Švedska, Danska, Španija, Holandija, Velika Britanija, Finska, Italija, Nemačka, Francuska, Austrija) primenjuje se sistem ekoloških poreza/ekološka poreska reforma. Ova vrsta poreza ima za osnovicu oporezivanja fizičku jedinicu supstanci koje vrše negativan uticaj na životnu sredinu. U zemljama centralne i istočne Evrope, jedan od vrlo važnih argumenata protiv implementacije ovakvog sistema je upravo taj što inicijativa za uvođenje ekološkog poreza stvara mogućnost za jačanje određenih političkih struja i stranaka koje u nameri da realizuju svoje političke interese stavljaju u drugi plan ciljeve zaštite životne sredine.

Zemlje EU, međutim, imaju mogućnost trgovine zagađenjem voda kroz kontekst Direktive koja se odnosi na tretman gradskih otpadnih voda (Council Directive 91/271/EEC). Različiti zahtevi su postavljeni za „osetljiva“ ili „manje osteljiva“ područja, pri čemu Direktiva ostavlja mogućnost državama članicama veću slobodu da biraju između limitirajućih vrednosti za efluent postrojenja za tretman otpadnih voda i ciljanog procenta redukcije ili izbor između redukcije P i N. Direktivom je ostavljena mogućnost za »trgovinu« u emisiji N i P. Članom 5(4) Direktive ukazuje se da se alternativno, zahtevi za osetljive oblasti ne moraju primenjivati ukoliko se pokaže da minimalan procenat redukcije ukupnog opterećenja koje ulazi na sva gradska postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u određenoj oblasti iznosi najmanje 75% za ukupan P i najmanje 75% za ukupan azot. »Ukupno opterećenja koje ulazi na sva gradska postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda« otvara mogućnost za »trgovinom« emisijom . Prva zemlja koja je pokazala interes za razradom scenarija ove mogućnosti je Holandija.

Svakako da strategija upravljanja vodoprijemnicima i otpadnim vodama koje se u njih upuštaju na teritoriji AP Vojvodine, što je pokazano i internacionalnim iskustvima, zahteva razmatranje mogućnosti kombinovanja emisionih standarda sa sistemom prenosivih dozvola.

9.2.1. Proračun ukupnog opterećenja vodoprijemnika sa otpadnim vodama iz naselja

U tabeli 42 prikazani su podaci ukupnog opterećenja izraženog preko ES pojednih vodotoka u Vojvodini u slučaju potpune izgrađenosti knalizacionih sistema i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja. U proračunu nije uzeta u obzir postojeća ili buduća industrijska postrojenja. Uzimajući da je granična vrednost emisije za komunalne vode 25 mgO_2/l može se lako utvrditi da će kroz pojedine vodotokove ili kanale teći u velikom procentu prečišćena otpadna voda sa sadržajem organskih materija preko maksimalnih vrednosti za II klasu vodotoka, koja se zahteva za ove vodotoke. Na primer za Vršački kanal ukupno opterećenje sa prečićenim otpadnim vodama bi iznosilo 333 $kgBPK_5$/dan ili za Nadelu 464 $kgBPK_5$/dan itd.

Tabela 42. *Ukupno opterećenje vodotoka sa otpadnim vodama naselja*

Recipijent	ES
Čik	36 230
Krivaja	142 617
Hs Tisa-Palić	12 556
Jezero Palić	232 300
Kereš	35 310
Stari Begej	15 553
Plovni Begej	18 719
Begej	192 040
Tisa	256 263
DTD Ban. Palanka-Novi Bečej	170 094
Tamiš G	24 193
Tamiš D	54 086
Kikindski Kanal	163 295
Zlatica	10 425
Karaš	7 143
Nera	29 606
Vršački Kanal	88 761
Nadela	123 898
Dunav	1 108 803
DTD Odžaci-Sombor	171 188
DTD Vrbas-Bezdan	114 221
DTD Bečej-Bogojevo	190 313
DTD Bački Petrovac-Karavukovo	71022
DTD Kanal Novi Sad-Savino Selo	45 390
Jegrička	105 870
Golubinački Kanal	125 337
Kudoš	90 604
Jarčina	22 233
Bosut	58 176
Sava	258 511

Navedeni podaci ukazuju da se mora izraditi studija koja će detaljno sagledati ovaj problem i predložiti mere za ublažavanje i gde je to moguće popravljanje stanja. Jedna od mera je smanjenje granične vrednosti emisije, što zahteva veća finansijska ulaganja u postrojenja i pažljiv odabir tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda. Druga mogućnost je razblaživanje vodotoka sa svežom površinskom vodom, ako postoji mogućnost, što opet zahteva ulaganja u pumpne stanice i povećanu potrošnju energije. Takođe, potrebno je sagledati i uticaj prečišćenih otpadnih voda postojeće industrije na ove vodotoke. Tako dobijeni podaci će omogućiti preduzimanje odgovarajućih mera u sistemu upravljanja vodama na teritoriji AP Vojvodine.

10. KVALITET PREČIŠĆENE VODE

10.1. Osnovni principi

Osnovu upravljanja kvalitetom voda u svetskoj praksi čine dva tipa graničnih koncentracija: jedna se odnosi na kvalitet voda u vodoprijemnicima (stream standards), druga na ispuštenu-otpadnu vodu (effluent standards).

U slučaju prvog tipa graničnih koncentracija, u vodoprijemnik se može ispuštati otpadna voda, bez ograničenja količine i kvaliteta, sve dok se ne prekorače propisane granične vrednosti (maksimalno dozvoljene koncentracije – MDK) kvaliteta za vodu vodoprijemnika. Diskutabilno je međutim, gde treba proveriti uticaj ispuštene otpadne vode na kvalitet vode vodoprijemnika, npr. nakon potpunog mešanja dve vrste voda, ili u određenoj tački, nizvodno od ispusta i sl. Primena se komplikuje u slučaju više ispustača na jednom vodoprijemniku, jer se javlja dilema, koji ispuštač u kom obimu ima pravo korišćenja slobodnog kapaciteta vodoprijemnika, tj. mogućnost opterećenja po pojedinim parametrima, uzimajući u obzir i samoprečišćavajuću moć vodoprijemnika.

Drugi tip graničnih vrednosti odnosi se na kvalitet ispuštene – otpadne vode (granična vrednost emisije). Predmetne granične vrednosti mogu se utvrditi na dva načina.

Po jednoj metodi one se određuju na osnovu „najbolje dostupne tehnologije prečišćavanja“ (BAT). Prednosti ovako utvrđenih graničnih vrednosti su njihova jednostavnost, lako se mogu kontrolisati, i na osnovu njih se lako mogu utvrditi mere za poboljšanje stanja.

Po drugoj metodi, utvrđuju se individualne granične vrednosti, posebno za svaki ispuštač, uzimajući u obzir:

- propisane granične vrednosti za kvalitet vode vodoprijemnika,
- opterećenje vode vodoprijemnika zagađenjem,
- mogućnost opterećenja vodoprijemnika,
- uslove razblaženja i
- samoprečišćavajuću moć vodoprijemnika.

Primena ove metode je prilično složena, i pretpostavlja poznavanja i korišćenje matematičkih modela za proračun kvaliteta i upravljanje kvalitetom voda.

Granične vrednosti emisije mogu se odrediti u vidu koncentracije zagađenja (M/L^3), ili masenog protoka (M/T).

Danas se u svetu primenjuje kombinovani pristup u upravljanju vodama koji je u osnovi Okvirne Direktive o vodama (Framework Directive 2000/60/EC) koji podrazumeva kontrolu emisije i uspostavljanje standarda kvaliteta okoline, primenjujući obe pomenute metodologije, odn. oba tipa graničnih koncentracija[1].

[1] Council Directive 2000/60/EC, OJ L 327/1, 22.12.2000., p. 1-72

10.2. Postojeća praksa

U proteklom periodu u Srbiji je primenjivan tip graničnih vrednosti za kvalitet vode vodoprijemnika.

Upravljanje kvalitetom voda, zasniva se na sledećim zakonskim dokumentima:

a. Uredba o kategorizaciji vodotoka[2];
b. Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije[3];
c. Odluka o maksimalno dopuštenim kocentracijama radionukleida i opasnih materija u međudržavnim vodama i vodama obalnog mora[4];
d. Pravilnik o opasnim materijama[5].

U dokumentu navedenog pod tačkom c. regulisan je izbor lokacije za kontrolu uticaja ispuštenih voda na kvalitet vode vodoprijemnika, i na taj način eliminisan je jedan od ranije navedenih nedostataka ovog tipa graničnih vrednosti. Ali kod primene u svakodnevnoj praksi, navedeni nedostaci su potencirani činjenicom, da u postupku pribavljanja vodoprivrednih uslova za ispuštanje voda, pozivajući se na ranije navedena dokumenta, određivanje dozvoljenog kvaliteta ispuštene vode nadležni organ je prevalio na budući ispuštač voda, odnosno na projektante objekata, iz koje se voda ispušta. Ovakav pristup se opravdava nedostatkom podataka, za adekvatnu primenu tipa graničnih vrednosti za pojedine lokacije ispuštanja voda, što je konačno dovelo do potpuno neregulisanog stanja kontrole i upravljanja kvalitetom voda.

U cilju prevazilaženja ovog nepovoljnog stanja, poslednjih godina, u okviru izdatih vodoprivrednih uslova, nadležni organi određuju kvalitet ispuštene vode, što praktično predstavlja prelazak na ranije navedeni tip graničnih vrednosti, propisan za ispuštenu vodu. U nedostatku odgovarajuće domaće zakonske regulative, kvalitet isputšene vode se utvrđuje na osnovu inostranih standarda i normativa.

Rukovodeći se lošim iskustvima primene tipa graničnih vrednosti za kvalitet voda vodoprijemnika, Vodoprivrednom osnovom Republike Srbije[6], predviđen je prelazak na tip graničnih vrednosti emisije. Ispravnost ovog stava potvrđuje i činjenica, da Okvirna Direktiva o vodama Evropske Unije isto primenjuje ovaj tip graničnih vrednosti.

Uopšteno govoreći, očekivano približavanje naših propisa propisima EU (IPPC Direktivi) i sa tim u vezi primena integrisanog pristupa kontroli i prevenciji zagađenja[7], odnosno primena kombinovanog pristupa upravljanju kvalitetom voda ostvareno je usvajanjem Zakona o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine[8]. Primena ovog zakona zahteva na dalje razvoj sekundarnih propisa, jačanje kapaciteta institucija nadležnih za sprovođenje propisa, kao i razvoj privrede u smislu jačanja kapaciteta za ulaganja u oblast zaštite životne sredine. Poslednji po redu, ali ne i značaju je segment jačanja svesti stanovništva o potrebi ulaganja društva u ovu oblast.

Trenutno je stanje takvo da set propisa vezanih za primenu IPPC Direktive nije upotpunjen i da nedostaju važni propisi u smislu definisanja graničnih vrednosti emisije. Što se tiče kontrole imisije i postavljanja standarda kvaliteta okoline, stanje u oblasti je

---

[2] „Službeni glasnik SRS“, br.5/68, 03. 02. 1968., str. 61-64
[3] Sl. list SFRJ, br. 6/78
[4] Sl. list SFRJ, br. 8/78
[5] „Službeni glasnik SRS“, br.31/82, 19. 06. 1992., str. 1516-1518
[6] Vodoprivredna osnova Republike Srbije (1996/2002), Beograd
[7] Council Directive 96/61/EEC
[8] "Službeni glasnik RS", br. 135/04

još gore, pošto su propisi zastareli i zahtevaju kompletno inoviranje, uključujući i osnovni Zakon o vodama. Kako su procesi donošenja zakona i podzakonskih akata dugotrajni, strateški interes je vreme potrebno za to iskoristiti u smislu tačne procene stanja i potreba i jačanje društvene svesti o problemu. Mišljenja smo da je loša praksa samo izvršiti prevođenje i usvajanje Direktiva EU. Neophodno je proceniti efekte, kako kratkoročne, tako i dugoročne na širu društvenu zajednicu (npr. privredu i lokalne zajednice koje će morati da izvrše ulaganja u prečišćavanje otpadnih voda) i rokove u kojima smo realno sposobni ispoštovati nove propise, kao i neophodne uslove imajući u vidu koristi koje će promene doneti. Time bismo imali mogućnost da utičemo na dinamiku i vrednost investicija na optimalan način pregovarajući sa pozicije potpunog poznavanja sadašnjeg stanja i promena koje će različite aktivnosti u smislu postavljanja zahteva izazvati, odn. procene posledica u budućnosti.

U tom smislu AP Vojvodina ima odgovarajuće specifičnosti usled guste kanalske mreže hidrosistema DTD (ukupne dužine 20000 km). Protok i kapacitet je takav da se depoziti vrlo lako formiraju, posebno pod uticajem oko 300 tačkastih izvora zagađenja (uglavnom neprečišćenih otpadnih voda) i difuznog zagađenja kakvo je ono koje potiče od poljoprivredne aktivnosti. Ove činjenice ukazuju da kvalitet prečišćenih voda koje će se upuštati u kanale mora biti izuzetno visok, čak i viši od zahtevanog Direktivom EU koja se odnosi na tretman gradskih otpadnih voda, jer je prihvatna moć vodotoka veoma mala. Gustina zagađivača, kvalitet otpadne vode i prihvatna moć recipijenta diktiraju kvalitet prečišćenih voda. To direktno utiče i na prostorno planiranje i razvoj privrede u regionu jer sa porastom broja zagađivača može da raste i količina otpadnih voda.

Zemlje članice EU su u obavezi da primenjuju Direktive EU donoseći svoje nacionalne propise koji u određenim segmentima mogu biti i strožiji od Direktiva EU, ako je to neophodno.

Na osnovu svega izloženog može se zaključiti da AP Vojvodina predstavlja područje na kome će se verovatno morati pristupiti i takvim merama sledeći primere nekih razvijenih zemalja sa sličnim problemima, kao što je Holandija. Karakteristika te zemlje je da je na 20% postrojenja za tretman otpadnih voda protok efluenta veći od 30% protoka recipijenta, a leti taj procenat ide do čak 40%. Jasno je da usled takvog stanja visok kvalitet efluenta mora da dostigne kvalitet površinske vode. Do 2010. godine kada se očekuje da u Holandiji stupe na snagu strožiji zahtevi za kvalitet efluenata vrednosti maksimalnog tolerišućeg rizika su postavljene kao standardi za recipijente. Za azot i fosfor to su 2,2 mg N/l i 0,15 mg P/l. Naš interes je definisati sopstvene standarde i odrediti najbolje dostupne tehnologije za preradu otpadnih voda, odn. izvršiti procenu do koje mere prikupljanjem i centralnom preradom otpadnih voda ili osvežavanjem vode iz velikih vodotoka stanje kvaliteta vode može da se održi na zadovoljavajućem nivou.

10.3. Kvalitet prečišćenih gradskih otpadnih voda prema direktivi 91/271/EEC

Navedena Direktiva reguliše problematiku sakupljanja, prečišćavanja gradskih otpadnih voda i određenih industrijskih grana[9]. Prema tumačenju stručnih naziva korišćenih u tekstu, pod nazivom „gradska otpadna voda“ podrazumeva se domaća

[9] Council Directive 91/271/EEC, O J L 135, 30.05.1991., p. 40-52

upotrebljena voda ili njena mešavina sa industrijskom otpadnom vodom u naselju i/ili kišnicom.

Prema Direktivi, vrsta i stepen prečišćavanja, određuje se u zavisnosti od vrste vodoprijemnika, u smislu, da li se radi o „osetljivom“ ili „manje osetljivom“ području (definicija ovih naziva daje se kasnije u tekstu). Industrijske otpadne vode koje se ispuštaju u javnu kanalizaciju (indirektni ispuštači), treba da odgovaraju propisanim uslovima ispuštanja, što se obezbeđuje prethodnim prečišćavanjem.

Zahtevani kvalitet prečišćenih otpadnih voda, prema prečišćavanju otpadnih voda u slučaju direktnog ispuštanja u vodoprijemnike prikazan je u tabeli 43.

Tabela 43. *Zahtevi prema prečišćavanju otpadnih voda u slučaju direktnog ispuštanja u vodoprijemnike*

Parametar	Koncentracija	Najmanji % smanjenja [1]	Referentna metoda merenja
a. Osetljive i manje osetljive oblasti			
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK_5 na 20^oC) Nitrifikacije[2]	25 mg/l O_2	70-90 40 (2000 do 10 000 ES)	Homogenizovan, nefiltriran, nedekantovan uzorak. Određivanje rastvorenog kiseonika pre i posle 5 dana inkubacije na 20 ± 1^oC, u potpunom mraku. Dodatak inhibitora nitrifikacije
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	125 mg/l O_2	75	Homogenizovan, nefiltriran, nedekantovan uzorak. Kalijum-dihromat.
Ukupne suspendovane materije	35 mg/l[3] (više od 10 000 ES) 60 mg/l (2000 do 10 000 ES)	90l[3] (više od 10 000 ES) 60 (2000 do 10 000 ES)	Filtrovanje reprezentativnog uzorka kroz membranski filtar 0,45 µm. Sušenje na 105^oC i vaganje. Centrifugiranje reprezentativnog uzorka (najmanje 5 min. sa srednjim ubrzanjem od 2800 do 3200 g). Sušenje na 105^oC i vaganje.
b. Osetljive oblasti			
Ukupan fosfor	2 mg/l P (1000 do 100 000 ES) 1 mg/l P (više od 100 000 ES)	80	Molekularna apsorpciona spektrofotometrija
Ukupan azot[4]	15 mg/l N (10 000 do 100 000 ES) 10 mg/l N (više od 100 000 ES)[5]	70-80	Molekularna apsorpciona spektrofotometrija

[1] Smanjenje u odnosu na opterećenje ulazne vode.

[2] Parametar može biti zamenjen nekim drugim: ukupan organski ugljenik (TOC) ili ukupna potrošnja kiseonika (TOD), ako se može uspostaviti zavisnost između BPK_5 i ovih parametara.

[3] Ovaj parametar je neobavezan.

[4] Ukupan azot: Zbir ukupnog Kjeldal-azota (organski N plus NH_4), nitrati NO_3-N i nitriti NO_2-N.

[5] Alternativno, dnevna prosečna vrednost ne sme preći 20 mg/l. Ovaj zahtev odnosi se na vodu sa temperaturom od 12^oC ili više, tokom rada biološkog reaktora postrojenja za prečišćavanje otpadne vode. Kao zamena za uslov koji se odnosi na temperaturu, može se primeniti ograničenje vremena rada, koje uzima u obzir regionalne klimatske uslove. Ova alternativa se može primeniti ako se može pokazati da je ispunjen uslov praćenja koji sledi kasnije.

Alternativno, zahtevi prema prečišćavanju za pojedina postrojenja, mogu odstupati od zahteva iznetog u ranijoj tabeli, ako se dokaže da najmanji procenat smanjenja organskog opterećenja, na svim gradskim postrojenjima, u datoj osetljivoj oblasti, dovodi do najmanjeg stepena smanjenja od 75% opterećenja ukupnog azota i ukupnog fosfora.

Uslovi ispuštanja u javnu kanalizaciju, odnosno kriterijumi prethodnog prečišćavanja, se propisuju na osnovu sledećih opštih načela:

- zaštititi zdravlje osoblja koje radi u sabirnim sistemima i postrojenjima za prečišćavanje;
- obezbediti da sabirni sistemi, postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i oprema na njima ne budu oštećeni;
- obezbediti neometani rad postrojenja za prečišćavanje otpadne vode i obradu mulja;
- obezbediti da prečišćena otpadna voda, koja se izliva sa postrojenja za prečišćavanje, ne utiče nepovoljno na životnu sredinu i da kvalitet vode vodoprijemnika odgovara drugim Direktivama Zajednice;
- obezbediti da se mulj koji nastaje kod prečišćavanja otpadne vode, može odlagati bez štetnog dejstva na životnu sredinu.

10.3.1. Merila za utvrđivanje osetljivih i manje osetljivih oblasti

A. Osetljive oblasti

Vodena sredina svrstava se u osetljivu oblast ukoliko spada u jednu od sledećih grupa:

a. Prirodna slatkovodna jezera, druge slatkovodne sredine, estuarijumi i obalne vode koje su eutrofne ili mogu postati eutrofne u bliskoj budućnosti, ako se ne preduzmu potrebne zaštitne mere.

   Potreba za razmatranje redukcije sadržaja vrste hranljivog elementa zasniva se na sledećim elementima:

   - jezera i tokovi koji se ulivaju u jezera (akumulacije), zatvoreni zalivi sa slabom izmenom vode, kod kojih može doći do nagomilavanja hranljivih materija. U ovim slučajevima redukcija fosfora je obavezna, izuzev ako se dokaže da izostanak uklanjanja ne utiče bitno na intenzitet eutrofikacije.

   Ako se voda izliva iz velikih aglomeracija, redukciju azota treba isto razmotriti:

   - estuarijumi, zalivi i druge obalne vode, kod kojih je slaba izmena vode, ili u koja ulazi velika masa hranljivih elemenata. U ovim slučajevima izlivanje otpadnih voda iz malih aglomeracija nije od značaja, ali kod izlivanja iz velikih aglomeracija redukcija sadržaja fosfora i azota je obavezna, izuzev ako se dokaže da izostanak ove mere ne utiče značajno na intenziet eutrofikacije.

b. Površinske slatke vode namenjene za pripremu vode za piće u zemljama članicama (Direktiva Saveta 75/440/EEC[10] i njene izmene).

c. Oblasti u kojima se zahteva oštriji kriterijum prečišćavanja otpadnih voda nekim drugim direktivama.

[10] Council Directive 75/440/EEC, OJ L 194, 25.07.1975., p. 26-31

B. Manje osetljive oblasti

Masa morske vode ili oblast, označava se kao manje osetljiva, ako ispuštanje otpadne vode ne utiče nepovoljno na životnu sredinu, kao rezultat morfoloških, hidroloških i hidrauličkih uslova u toj vodenoj masi.

Kod utvrđivanja manje osetljive oblasti, treba uzeti u obzir i uticaj ispuštenog zagađenja na životnu sredinu iz susednih oblasti. Manje osetljive oblasti utvrđuju se na osnovu sledećih elemenata: otvoreni zalivi, estuarijumi i druge obalne vode, sa dobrom izmenom vode, u kojima ne vladaju povoljni uslovi za odvijanje eutrofizacije ili smanjenja koncentracije rastvorenog kiseonika, usled ispuštanja gradskih otpadnih voda. Zemlja članica, koja primenjuje kriterijume prečišćavanja za osetljive oblasti na celoj svojoj teritoriji, nije dužna vršiti razvrstavanje oblasti.

10.4. Predlog kriterijuma za određivanje kvaliteta prečišćenih gradskih otpadnih voda u budućnosti

Kriterijumi za određivanje kvaliteta prečišćenih gradskih otpadnih voda moraju da uzmu u obzir detaljnu analizu posmatranog slivnog područja, sa aspekta zahteva Okvirne Direktive o vodama Evropske Unije, i ostalih Direktiva koje je Evropska Unija do sada usvojila.

Ocenom sadašnjeg i budućeg statusa raspoloživih vodoprijemnika u Vojvodini i na osnovu merila iz prethodnog dela predlaže se, da svi vodoprijemnici svrstavaju u osetljive oblasti. Ovo odluka se može podkrepiti činjenicom da je predviđeno da se voda iz kanala koristi za zalivanje u poljoprivredi. Radi toga se predlaže da se uradi studija koja bi eksplicitno utvrdila koji bi vodotoci bili svrstani u osetljive zone i time zahtevali strožije norme za granične vrednosti emisije, tj. bolji kvalitet prečišenih otpadnih voda. Jedan od mogućih predloga graničnih vrednosti kvaliteta prečišćenih gradskih otpadnih voda prikazan je u tabeli 44[11].

Predlaže se, da se granična vrednost navedenih karakterističnih pokazatelja mogu izraziti u vidu koncentracije (M/L^3) ili pak kao stepen prečišćavanja (%), tj. smanjenje vrednosti navedenog pokazatelja, u odnosu na njenu vrednost u ulaznoj (sirovoj) vodi.

U slučaju ispuštanja voda u vodna tela, koja služe kao izvorište za vodosnabdevanje stanovništva i za kupanje, pored navedenih graničnih vrednosti emisije, treba obezbediti i mikrobiološko stanje ispuštene vode, koji neće sprečiti obezbeđenje higijenske ispravne vode za piće i kupanje, u skladu sa važećim propisima (Direktiva o vodi za kupanje 76/160/EEC[12], Direktiva o vodi za piće 80/778/EEC[13] dopunjeno Direktivom 98/83/EC[14]).

Granične vrednosti emisije, prikazane u tabeli 44, predstavljaju tehnološke granične vrednosti, koje se mogu ostvariti najboljim dostupnim tehnikama za prečišćavanje gradskih otpadnih voda. U slučaju zajedničkog odvođenja i prečišćavanja domaćih i industrijskih otpadnih voda, putem sistema javne kanalizacije, navedenu listu

[11] 28/2004 KvVM rendelet a vizszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairol – I számú melléklet, Techológiai határértékek. (Uredba 28/2004. Ministarstva za zaštitu životne sredine [Rep. Mađarske] o graničnim vrednostima ispuštanja opasnih materija u vodama i o pravilima njihove primene – Prilog 1 – Tehnološke granične vrednosti)
[12] Council Directive 76/160/EEC, OJ L 31, 05.02.1976., p. 1-7
[13] Council Directive 80/778/EEC, OJ L 229, 30.8.1980, p. 11–29
[14] Council Directive 98/83/EC, O.J. L 330/32, 5.12.98, p. 32–54

zagađenja u tabeli, treba dopuniti sa listom graničnih vrednosti štetnih i opasnih supstanci, poreklom iz industrije, poljoprivrede drugih aktivnosti stanovništva.

Tabela 44. *Zahtevane granične vrednosti* [(1)] *prema kvalitetu prečišćene gradske otpadne vode*

Kapacitet postrojenja (ES)	HPK_b [(3)]		BPK_5 [(2) (3)]		Ukup.susp. mat. [(3)]		Ukupan P		Ukupan N	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l 1.V-15.XI	mg/l 16.XI-30.IV.
< 600	300	70	80	75	100	-	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]
601-2000	200	75	50	80	75	-	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]
2001-10 000	125	75	25	70-90	35	90	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]	-[(4)]
10 001-100 000	125	75	25	70-90	35	90	2[(5)]	80	15[(5)]	25[(5)]
> 100 000	125	75	25	70-90	35	90	1[(5)]	80	10[(5)]	20[(5)]

[(1)] Potrebno je udovoljiti samo jednoj od navedenih vrednosti, (prosečnoj dnevnoj) koncentraciji ili stepenu redukcije (%);
[(2)] Može biti zamenjen drugim parametrom: ukupan organski ugljenik (TOC), ukupna potrošnja kiseonika (TOD), ako se može uspostaviti zavisnost između BPK_5 i ovih parametara;
[(3)] U slučaju određivanja u efluentu iz laguna HPK i BPK_5 treba određivati u filtriranom uzorku, ali ukupan sadržaj suspendovanih materija u vodi ne sme prekoračiti 150 mg/l;
[(4)] U slučaju potrebe nadležni organ može odrediti pojedinačne vrednosti za konkretan slučaj;
[(5)] Ove granične vrednosti treba obezbediti u osetljivim oblastima za nitrat, kod postrojenja kapaciteta > 10 000 ES.

Organizacija zadužena za eksploataciju javnog sistema kanalizacije, preuzima obavezu odvođenja industrijskih otpadnih voda na osnovu dogovora između industrije i komunalnog preduzeća. Uslovi odvođenja regulišu se ugovorom između ova dva subjekta. Organizacija može preuzeti obavezu odvođenja, samo onih industrijskih otpadnih voda, koje može prečištiti usvojenom tehnologijom na centralnom postrojenju naselja, i u količine za koju ima potreban kapacitet. Industrijske otpadne vode sa sadržajem supstanci, koje se ne mogu ukloniti na centralnom postrojenju naselja, moraju se podvrgavati prethodnom prečišćavanju, pre ispuštanja u javnu kanalizaciju.

Prethodno prečišćavanje se sprovodi, na mestu nastajanja parcijalnog toka industrijske otpadne vode, sa sadržajem opasnih supstanci. Kvalitet prethodno prečišćene otpadne vode, treba da odgovara tehnološkim graničnim vrednostima emisije, propisane za pojedine vrste industrija, na osnovu najbolje dostupne tehnike prečišćavanja za slučaj direktnog ispuštanja u vodena tela. Ove tehnološke granične vrednosti emisije mogu se naći, u zakonskim propisima članica Evropske Unije. Ističe se, da se tehnološke granične vrednosti emisije određuju na osnovu najbolje dostupne tehnike dotične tehnologije (proizvodnje) i mogućeg efekta prečišćavanja otpadnih voda iz te tehnologije. U slučaju primene tehnoloških graničnih vrednosti emisije na mestu nastajanja parcijalnih tokova raznovrsnih otpadnih voda, njihovo mešanje je dozvoljeno samo u slučaju sprovedenog prethodnog prečišćavanja. Mešanje parcijalnih tokova otpadnih voda, bez prethodnog prečišćavanja na izvoru nastajanja, dozvoljava se samo uz prethodnu računsku dokaznicu, da smanjenje opterećenja pojedinih opasnih materija nakon prethodnog prečišćavanja mešanih voda, iznosi najmanje toliko koliko bi iznosilo pri odvojenom prethodnom prečišćavanju pojedinih parcijalnih tokova.

U tabeli 45 predlažu se granične vrednosti pokazatelja kvaliteta otpadnih voda, za upuštanje u javnu kanalizaciju, na osnovu dostupne dokumentacije članica EU[15].

[15] 28/2004 KvVM rendelet a vizszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairol – 4 számú melléklet, A közcsatornába bocsátható szennyvizek szennyezőanyagok tartalmának küszöbértékei. (Uredba 28/2004. Ministarstva za zaštitu životne sredine [Rep. Mađarske] o graničnim vrednostima ispuštanja opasnih materija u vodama i o pravilima njihove primene – Prilog 2 – Granične vrednosti opasnih materija u otpadnim vodama koja se ispuštaju u javnu kanalizaciju).

Tabela 45. *Granične vrednosti upuštanja otpadnih voda u javnu kanalizaciju*

Red. broj	Pokazatelj	Upuštanje povremenog karaktera	Kontinualno ispuštanje u gradsku kanalizaciju
1.	pH	ispod 6,5 iznad 10 mg/l	ispod 6,5 iznad 10 mg/l
	Z a g a đ e n j e	mg/l	mg/l
2.	Hemijska potrošnja kiseonika	1000	1000
3.	Biohemijska potrošnja kiseonika BPK_5	500	500
4.	Ukupan neorganski azot (Nnu)	120	120
5.	Ukupan azot (Nu)	150	150
6.	Amonijak-amonijačni azot	100(1)	100(1)
7.	Taložne materije-10 min.	150(2)	150(2)
8.	Ukupan fosfor (Pu)	20	20
9.	Ekstrakt sa organskim rastvaračem (ulja, masnoća)	50(3)	50(3)
10.	Mineralna ulja (4)	5	10
11.	Fenoli (fenolindeks)	5	10
12.	Katran	1	5
13.	Ukupno gvožđe	10	20
14.	Ukupan mangan	5	5
15.	Sulfid	0,5	5
16.	Sulfat	400	400
17.	Aktivni hlor	30	30
18.	Ukupne soli	2500	2500
19.	Fluoridi	20	50
	Opasne i toksične materije		
20.	Ukupan arsen	*	0,2
21.	Ukupan barijum	*	0,5
22.	Cijanidi-lako isparljivi	0,1	0,1
23.	Ukupni cijanidi	1	1
24.	Ukupno srebro	*	0,2
25.	Ukupna živa	*	0,05
26.	Ukupan cink	*	2
27.	Ukupan kadnijum	*	0,1
28.	Ukupan kobalt	*	1
29.	Hrom VI	*	0,5
30.	Ukupan hrom	*	1
31.	Ukupno olovo	*	0,2
32	Ukupan kalaj	*	2
33.	Ukupan bakar	*	2
34.	Ukupan nikl	*	1
35.	Molibden	*	0,5
36.	BTEX (benzol, toluol, etilbenzol, ksilol)(5)	*	0,1
37.	Organski rastvarač(5)	*	0,1
38.	Azbest	30	30
39.	Toksičnost	Odnos razblaženja za LC50% (toksikološki test na ribama)	
40.	Temperatura	40°C	40°C

(1) Određuje se za 24-časovni srednje kompozitni uzorak.

(2) Samo u tom slučaju se određuje, ako je zapremina taloživih materija, nakon 10 min. taloženja veća od $5x10^{-3}$ m^3/m^3.

(3) U slučaju manjeg dnevnog protoka od 100 m^3/d, za materije biljnog i životinjskog porekla, granična vrednost je trostruka, a iznad toga dvostruka.

(4) Iznad 10 m^3/d.

(5) Granična vrednost je izražena u 10^{-3} m^3/m^3.

* Kod indirektnog ispuštanja opasnih i toksičnih materija granične vrednosti se regulišu posebnim aktom, na osnovu prethodnih ispitivanja.

Iz svega navedenog jasno je da kriterijume kvaliteta efluenata kod nas treba redefinisati u skladu sa evropskim direktivama imajući u vidu prethodno pomenute specifičnosti AP Vojvodine, odnosno osetljivost recipijenata. U zavisnosti od prihvatne moći recipijenta, gustine i vrste zagađenja koje se u dati recipijent uliva neophodno je proceniti da li i do koje mere treba pooštriti granične vrednosti emisije date u Direktivama EU. Posebnu pažnju pri tome treba obratiti na nutrijente, ali i na ostale supstance, kao i na broj malih naselja koja Direktivama nisu obuhvaćena, a jesu specifičnost Vojvodine. Pri definisanju kriterijuma u obzir se mora uzeti i projekcija privrednog rasta i istovremeno uticaj izbora postupaka za prečišćavanje otpadnih voda na taj rast. Zahteve za smanjenjem koncentracije azota i fosfora koji su znatno strožiji od onih propisanih Direktivom EU nemoguće je ispoštovati sadašnjim stanjem na postrojenjima za tretman otpadnih voda.

Problematici kvaliteta prečišćene vode pripadaju i problemi kontrole emisije zagađivača koji obuhvataju: propise o laboratorijama, metodama, organizaciji spoljnog i untrašnjeg monitoringa u preduzećima, njegovom obimu i frekvenciji. Sve su to oblasti koje u ovom sektoru tek treba razviti radi uspešnog dostizanja cilja.

11. NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NASELJA

11.1. Koncept najbolje dostupne tehnike prečišćavanja otpadnih voda naselja

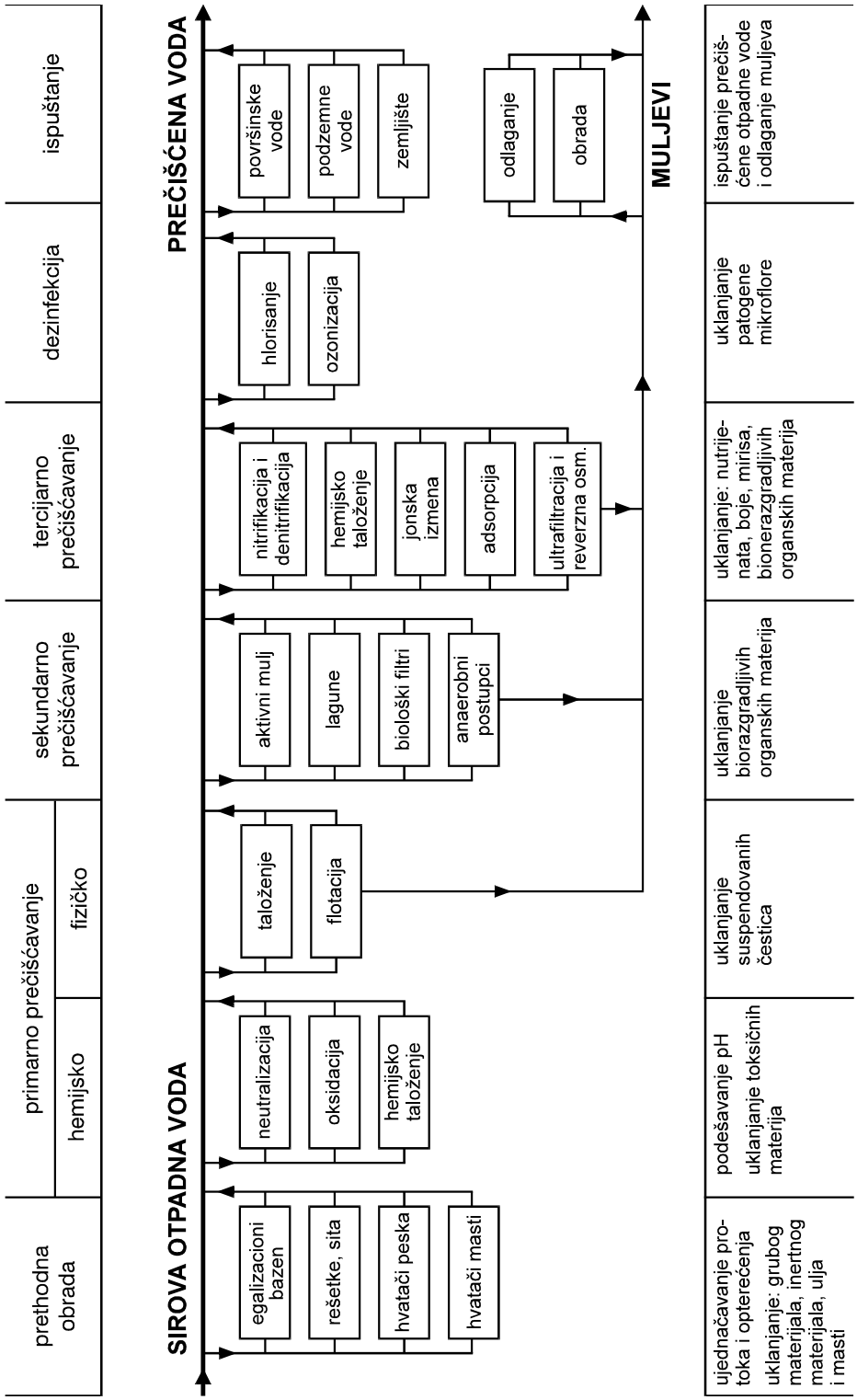
U okviru izrade Studije „Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini“ (u daljem tekstu: Strategija), u ovom poglavlju se koncipiraju ***najbolje dostupne tehnike prečišćavanja otpadnih voda***. Termin „najbolja dostupna tehnika“[1] se koristi u zakonodavnoj praksi Evropske Unije. Definicija termina je data u poglavlju 6. Preuzimajući taj termin u svom značenju, i primenjujući ga ovde na prečišćavanje otpadnih voda naselja (vidi tekst u okviru), termin „najbolje dostupne tehnike pripreme vode“ (u daljem tekstu: tehnike; ili: tehnike prečišćavanja) obuhvata ***procese prečišćavanja otpadnih voda naselja*** (gde se pod procesom podrazumeva više povezanih postupaka prečišćavanja, videti sliku 68), u čijem su koncipiranju primarno uzeti u obzir sledeći činioci:

(i) kvalitet sirove otpadne vode (videti podatke u poglavlju 8);
(ii) zahtevi u pogledu kvaliteta prečišćene otpadne vode (videti podatke u tabeli 42, poglavlje 10), u prvom redu zavisno od karakteristika recipijenta u koji se ispuštaju prečišćene otpadne vode; i
(iii) podobnost primene datih postupaka prečišćavanja otpadne vode u praksi, pod tehničkim i ekonomskim uslovima.

U Strategiji je izabran prilaz problematici prečišćavanja otpadnih voda naselja, tako da se naselja grupišu *prema veličini*, samim tim to je i grupisanje *prema količini vode* koju naselja troše (uzimajući u obzir da približno 95% vode dospeva u otpadne vode, što je za potrebe izrade Strategije prihvatljiva aproksimacija). U odnosu na veličinu naselja koncipira se i tip procesa prečišćavanja otpadnih voda naselja.

U ovom momentu, na stepenu razrade problematike prečišćavanja otpadnih voda neophodnom za potrebe Strategije, se usvaja kao postulat, koji se dalje ne razrađuje, neophodnost da se otpadne vode industrije i drugih većih producenata otpadnih voda koji svoje otpadne vode ispuštaju u javnu kanalizaciju i koje se obrađuju zajedno sa otpadnim vodama stanovništva, ***dovedu do nivoa opterećenosti otpadnih voda stanovništva***, u sopstvenim postrojenjima za delimično prečišćavanje svojih otpadnih voda, kako bi se bez izrazitijih problema mogle obrađivati zajedno sa otpadnim vodama stanovništva na centralnom postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda naselja. Pošto je centralizovano prečišćavanje otpadnih voda naselja dominantna praksa u svetu u oblasti prečišćavanja otpadnih voda, to su procesi prečišćavanja otpadnih voda naselja koncipirani kao procesi koji se odvijaju u centralizovanom postrojenju, u kome se obrađuju sve otpadne vode koje dospevaju javnom kanalizacijom (videti tekst u okviru), sa poželjnim izuzetkom atmosferskih otpadnih voda, ukoliko je u naselju predviđena ili izgrađena separatna kanalizacija za tzv. atmosferske vode (sreću se i nazivi „kišna kanalizacija“ i „oborinska kanalizacija“).

[1] na engleskom: Best Available Technique; termin opšte prihvaćen po svojoj skraćenici BAT



Slika 68. Opšta šema procesa prečišćavanja otpadnih voda, koja obuhvata komunalne i industrijske otpadne vode, u slučaju prečišćavanja sa otpadnim vodama naselja

Definicija otpadnih voda

Otpadna voda naselja je zbir, ***smeša*** (1) otpadne vode iz domaćinstava, tj. otpadne vode stanovništva (čiji je udeo u komunalnoj otpadnoj vodi u pravilu najveći); (2) otpadnih voda svih ostalih *producenata* otpadnih voda koje jedno naselje može da ima: vanprivredni objekti (škole, bolnice, administrativne zgrade, itd.) i privredni objekti (zanatske radnje, servisi, trgovački centri, fabrike, itd.); pranje ulica i ostalih površina u naselju; i (3) oborinske (atmosferske) vode.

Otpadne vode industrije predstavljaju takođe zbir, smešu (1) otpadnih voda iz procesa proizvodnje fabrike/pogona; (2) otpadnih voda od zadovoljavanja higijenskih i ostalih potreba zaposlenih, tzv. sanitarne otpadne vode (toaleti, kupatila, kuhinje, restorani, itd.); i (3) oborinske vode.

Gradske otpadne vode predstavlja mešavinu (1) komunalnih otpadnih voda i (2) industrijskih otpadnom vodom u naselju i (3) oborinske (atmosferske) vode.

Tabela 45. *Karakteristike otpadne vode naselja*[2]

Karakteristike	**Koncentracija, mg/l**	
	Opseg	**Tipično**
Fizičke		
Suva materija (suvi ostatak)		
Ukupno	300-1200	700
Suspendovane čestice, ukupno	100-400	220
Suspendovane čestice, isparljive (*)	70-300	150
Rastvorene materije, ukupno	250-850	500
Rastvorene materije, isparljive (*)	100-300	150
Hemijske		
Organski ugljenik		
BPK_5	100-400	250
HPK	200-1000	500
Ukupni azot (kao N)	15-90	40
Ukupni fosfor (kao P)	5-20	12
pH	7-7,5	7,0
Hloridi	30-85	50

(*) Gubitak žarenjem suvog ostatka, približno odgovara sadržaju organske materije.

11.2. Koncipiranje procesa prečišćavanja otpadnih voda

U koncipiranju tipa procesa prečišćavanja otpadnih voda, tj. najbolje dostupne tehnike (BAT) prečišćavanja, počeće se od velikih naselja (tu se računaju naselja preko 20.000 stanovnika), pa zatim procesi prečišćavanja za manja naselja (od 5.000 do 20.000 stanovnika), i na kraju rešenja za procese prečišćavanja otpadnih voda malih naselja (ispod 5.000 stanovnika), tabela 46.

Kao što se iz podataka tabele 46 može sagledati, rešavanjem otpadnih voda velikih naselja, iako se radi o brojno najmanjoj grupi naselja (14 naselja ili svega 3% od ukupnog broja), rešavaju se otpadne vode trećine stanovništva Vojvodine. Poznato je,

[2]Gaćeša, S., Klašnja, M. (1994) Tehnologija vode i otpadnih voda, Jugoslovensko udruženje pivara, Beograd

da je u Vojvodini izgrađeno nekoliko postrojenja za centralizovano prečišćavanje otpadnih voda većih i velikih naselja, od kojih neka (na primer u Rumi) uopšte ne rade, pa do postrojenja koje dosta dobro rade (na primer u Vršcu, Somboru i Kikindi). Svakako da bi prilaz rešavanju problema otpadnih voda većih i velikih naselja, koji se predlaže u Strategiji, obuhvatio i proveru funkcionisanja (efikasnosti rada i kapaciteta obrade otpadnih voda; uopšte proveru svih relevantnih tehno-ekonomskih parametara) dosad izgrađenih postrojenja, na osnovu čega bi se formulisali predlozi mera za poboljšanje funkcionisanja i nadgradnju tih postrojenja.

Tabela 46. *Rapored stanovništva po naseljima i potrošnja vode*[3]

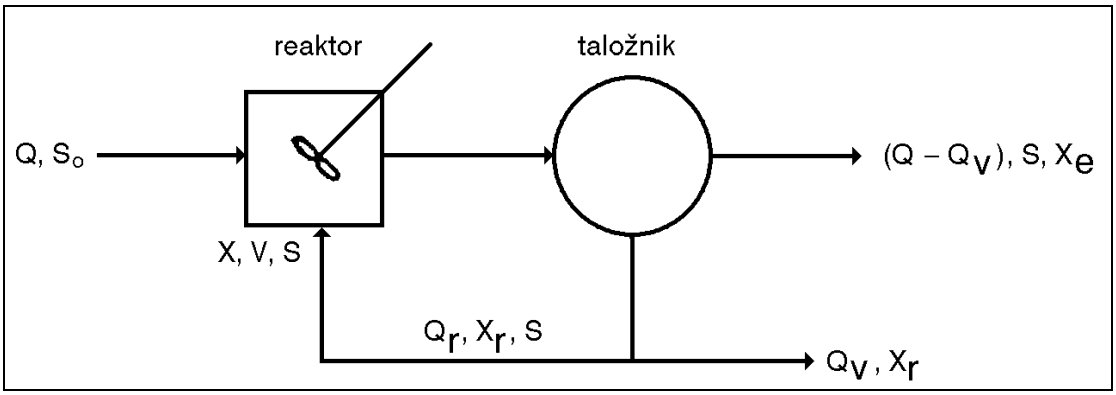
Veličina naselja	L/s po naselju	Broj naselja	Ukupan broj stanovnika	% stanovništva	% kumulativan
<250	0,5	38	6.033	0,29	0,3
250-500	0,5-0,9	32	12.591	0,6	0,9
500-1.000	0,9-2,1	59	44.140	2,2	3,1
1.000-1.500	2,1-3,1	74	91.707	4,5	8,4
1.500-2.000	3,1-4,2	41	71.519	3,5	11,9
2.000-3.000	4,2-5,2	67	160.556	7,9	19,8
3.000-4.000	5,2-8,3	48	161.532	8,0	27,8
4.000-5.000	8,3-10,4	17	78.005	3,8	31,6
5.000-7.500	10,4-15,6	34	210.891	10,5	42,1
7.500-10.000	15,6-21	12	102.818	5,1	52,6
10.000-20.000	21-42	20	295.001	14,6	67,2
20.000-50.000	42-104	9	277.550	13,7	80,2
50.000-100.000		4	308.312		
100.000-200.000		1	191.405		
>200.000		0	0		

Što se tiče obrade otpadnih voda ostalih naselja (iz grupe naselja sa preko 20.000 stanovnika za koja smo usvojili, za potrebe ove Strategije, da spadaju u velika naselja), koja nisu pokrivena postojećim postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, za obradu otpadnih voda tih naselja je sasvim logičan izbor tip procesa prečišćavanja komunalnih otpadnih voda kakav je danas vladajući u svetskoj praksi; a to je tip procesa koji se sastoji od:

(a) ***postupaka prethodne obrade*** (uklanjanje grubog materijala rešetkom; uklanjanje inertnog materijala, u tzv. hvataču peska),
(b) ***primarnog prečišćavanja*** (u pravilu se primenjuje postupak uklanjanja suspendovanih čestica u gravitacionom taložniku), i
(c) ***sekundarnog prečišćavanja*** (uklanjanja biorazgradivog organskog jedinjenja, daleko najčeće nekom od izvedbi aerobnog biološkog procesa prečišćavanja sa aktivnim muljem, slika 69)[4], često kombinovanog sa

[3] Republički zavod za statistiku (2004) Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. godini
[4] Metcalf & Eddy (1991) Wastewater Engineering, treatment disposal reuse. McGraw-Hill

(d) tzv. ***tercijarnim prečišćavanjem***, koje se u slučaju obrade otpadnih voda naselja u pravilu sastoji od uklanjanja tzv. nutrienata, azota i fosfora, koji su glavni uzročnik eutrofikacije (videti tekst u okviru) prijemnika prečišćenih otpadnih voda; ili se tercijalno prečišćavanje izvodi kao posebna faza procesa prečišćavanja, nakon sekundarnog prečišćavanja, slike 70 i 71.

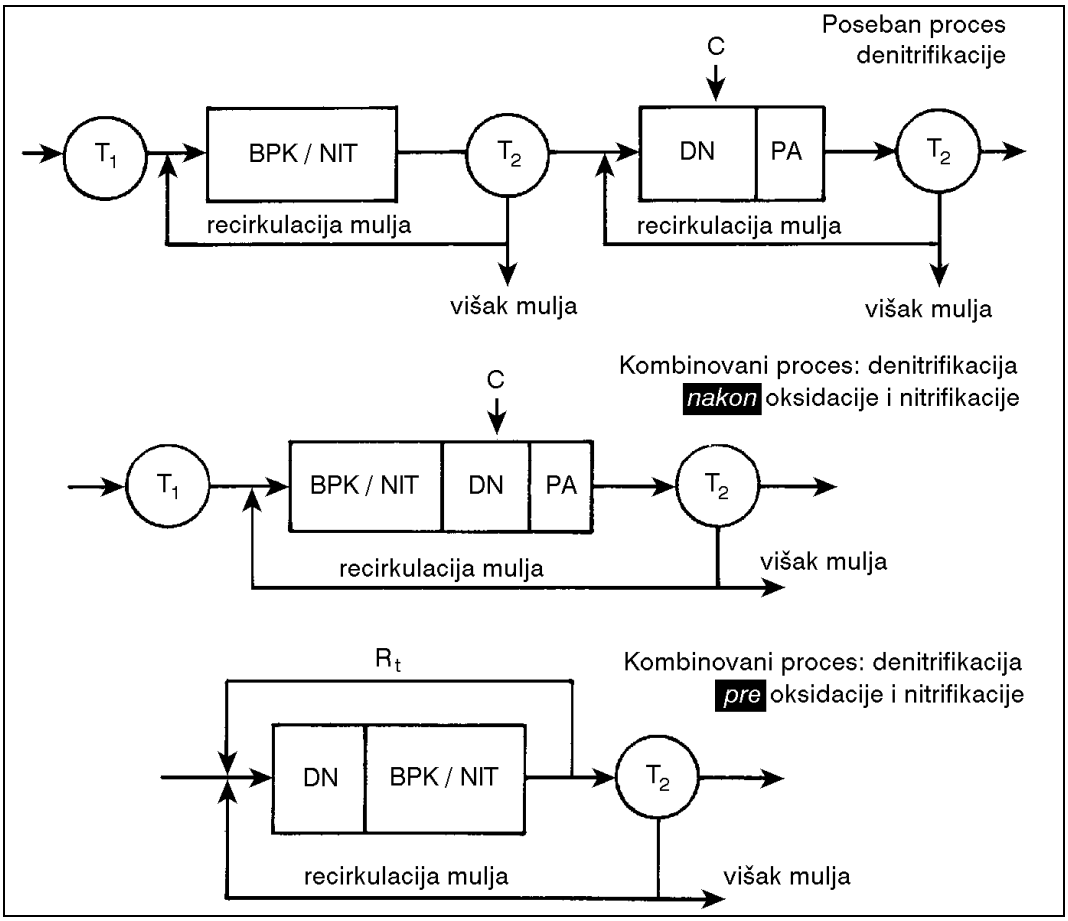


Slika 69. Uprošćena šema procesa prečišćavanja otpadne vode sa aktivnim muljem, sa recirkulacijom mulja

Oznake na slici 69.

Q – protok otpadne vode, m^3/d
So – koncentracija organskog zagađenja u influentu, kao BPK ili HPK, mg/L
X – koncentracija akt. mulja, kao organska suva materija suspendovanih čestica, mg/L.
V – zapremina reaktora, m^3
S – koncentracija organskog zagađenja u sistemu i efluentu, kao BPK ili HPK, mg/L
Q_V – protok viška aktivnog mulja, m^3/d
Q_R – protok recirkulisanog aktivnog mulja, m^3/d
X_E – koncentracija mulja u efluentu, mg/L.
X_R – koncentracija mulja u recirkulacionom vodu, mgL
Q_E – protok prečišćene otpadne vode, efluenta, m^3/d

Tercijarno prečišćavanje se nameće kao neminovnost ukoliko se prečišćena otpadna voda ispušta u prijemnik koji je osetljiv na eutrofikaciju, jer se u tom slučaju pooštravaju norme za sadržaj azota i fosfora u (sekundarno) prečišćenoj otpadnoj vodi, (vidi poglavlje 10, tabela 42). U pojedinim slučajevima, ukoliko mikroflora prečišćene vode može u značajnoj meri negativno da utiče na mikrofloru prijemnika, neophodno je izvesti i dezinfekciju prečišćene otpadne vode, za šta se u savremenoj praksi preporučuje prevođenje prečišćene otpadne vode preko posebno konstruisanih UV-lampi.



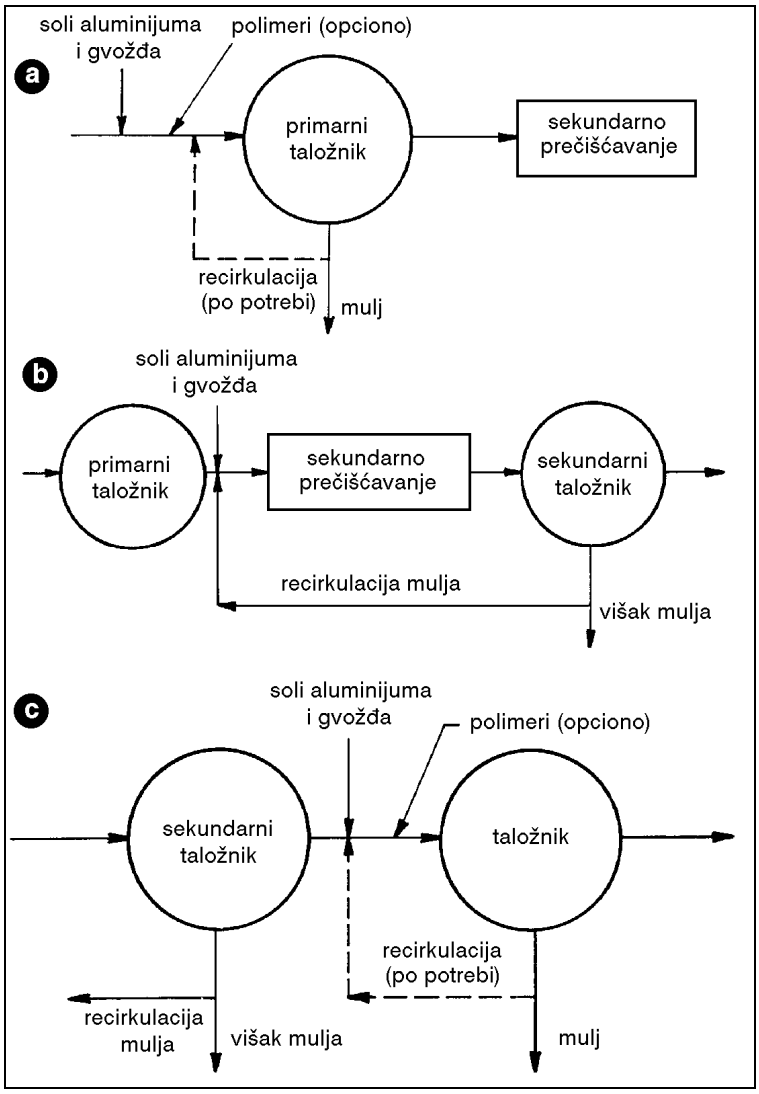
Slika 70. Postupci denitrifikacije sa suspendovanom mikroflorom

T_1 – primarni taložnik, T_2 – sekundarni taložnik, BPK/NIT – uklanjanje BPK/nitrifikacija, DN – denitrifikacija, PA – naknadna aeracija, R_t – recirkulacija reaktorske tečnosti, C – spoljni izvor ugljenika

Definicija postupaka prečišćavanja

Primarno prečišćavanje otpadnih voda može da obuhvata postupak (i) ujednačavanja količine i opterećenja otpadnih voda; te postupke uklanjanja: (ii) krupnog (grubog) materijala iz otpadnih voda; (iii) lako taloživih suspendovanih čestica; (iv) slobodnih ulja i masti; i (v) suspendovanih čestica. Treba naglasiti, da se postupci nabrojani pod (i)-(iv) često definišu kao postupci ***prethodne obrade*** otpadnih voda (engleski: *preliminary treatment*, *pretreatment*) – koji se koriste u prvom redu sa ciljem zaštite i/ili olakšavanja daljeg procesa prečišćavanja – a da se samo „(v) uklanjanje suspendovanih čestica“ smatra primarnim prečišćavanjem. Primarnim prečišćavanjem se *ne može* prečistiti otpadna voda do stepena koji dopušta njeno direktno ispuštanje u vodoprijemnik; ali se može, u određenim slučajevima, prečistiti u dovoljnoj meri da se dozvoli njeno ispuštanje u javnu kanalizaciju, jer su uslovi za kvalitet otpadnih voda koji se ispuštaju u javnu kanalizaciju daleko blaži od uslova za direktno ispuštanje u prijemnik. U postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda naselja je uobičajeno da se od postupaka prethodne obrade i primarnog prečišćavanja postavljaju postupci (ii), (iii) i (v), ili se umesto postupka (iii) kombinuje, u jednoj opremi, postupak (iii) i (iv).

Sekundarno prečišćavanje otpadnih voda obuhvata postupke uklanjanja koloidno dispergovanog i rastvorenog *biološki razgradljivog* organskog zagađenja. Ti postupci su zasnovani na aktivnosti odgovarajuće mikroflore, koja koristi biološki razgradljive organske materije zagađenja kao svoj supstrat. Sekundarnim prečišćavanjem se u većini slučajeva otpadna voda prečišćava do stepena koji dopušta njeno direktno ispuštanje u vodoprijemnik. Međutim, standardnim sekundarnim prečišćavanjem se iz otpadne vode ne uklanjaju u dovoljnoj meri tzv. *nutrijenti*, odnosno materije koje sadrže azot i fosfor, i koji su uzročnici *eutrofikacije* prijemnika vode (o eutrofikaciji videti tekst u okviru); tako da se, u slučaju da je prijemnik sekundarno prečišćenih otpadnih voda podložan eutrofikaciji, mora primeniti i ***tercijalno prečišćavanje*** otpadnih voda, sa ciljem uklanjanja nutrijenata. Postupci tercijalnog prečišćavanja, odnosno uklanjanja azota i fosfora, mogu se uključiti u sistem sekundarnog prečišćavanja ili izvesti kao *poseban stepen* prečišćavanja, nakon primenjenog sekundarnog prečišćavanja.

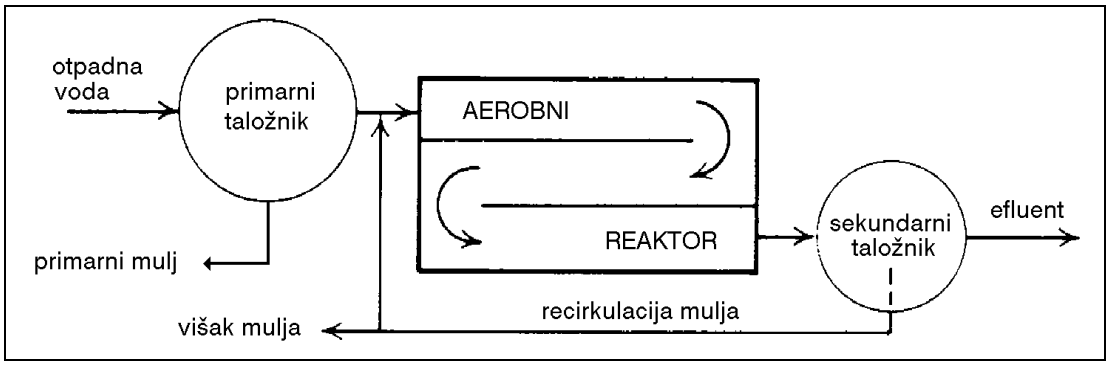


Slika 71. Uklanjanje fosfora: (a) tokom primarnog prečišćavanja, (b) u procesu sekundarnog prečišćavanja, (c) poseban stepen nakon sekundarnog prečišćavanja

Koja izvedba procesa sa aktivnim muljem će se primeniti u svakom konkretnom slučaju, odnosno koji postupak sa aktivnim muljem (postupci se međusobno razlikuju ne samo po performansama, tabela 47) zavisi od niza faktora, i analiza mora da se izvede za svako naselje. U načelu, za najveća naselja to bi verovatno bila neka od varijanti konvencionalnog postupka, slika 72; a za manja naselja, pogotovo ako je veći udeo industrijskih otpadnih voda, verovatno tzv. postupak sa potpunim mešanjem, s obzirom da podnosi veće varijacije hidrauličkog, a pogotovo organskog opterećenja.

Tabela 47. *Vrednosti osnovnih tehnoloških parametara nekih postupaka sa aktivnim muljem*

Postupak	Opterećenje		Hidr. vreme zadrž. (h)	Starost mulja (dan)	Recirk. Odnos Q_R/Q	Uklo-njeno BPK_5 (%)
	$\frac{kgBPK_5}{kg\ oSM \times d}$	$\frac{kgBPK_5}{m^3 \times d}$				
Konvencionalni	0,2-0,5	0,3-0,6	4-8	3-15	0,25-0,75	85-95
Potpuno mešanje	0,2-1,0	0,8-1,9	3-5	1-15	0,25-1	85-95
Produžena aer.	0,05-0,15	0,16-0,4	18-36	20-30	0,5-1,5	75-95



Slika 72. Konvencionalni postupak sa aktivnim muljem, reaktor sa klipnim tokom

Potreba za novim tehnologijama u tretmanu otpadnih voda javlja se u slučajevima specifičnih zahteva u pogledu kvaliteta efluenta. To može u slučajevima potrebe za visokim stepenom prečišćavanja „tradicionalnog“ zagađenja komunalnih otpadnih voda poput organskih materija, azota i fosfora usled male prihvatne moći recipijenta i/ili strogih zahteva za ograničenje emisije, ili pak specifična primena za uklanjanje sintetskih organskih polutanata prisutnih u visokim koncentracijama u pojedinim industrijskim otpadnim vodama ili u niskim koncentracijama u komunalnim otpadnim vodama gde se tradicionalnim tretmanima ne može postići zadovoljavajući stepen prečišćavanja.

Poslednjih godina intenzivirana su istraživanja hibridnih procesa u oblasti tretmana otpadnih voda. Pod hibridnim procesima podrazumevaju se procesne kombinacije najčešće membranske filtracije i nekog drugog procesa kao što je adsorpcija na aktivnom uglju ili pak peščana filtracija, odnosno konvencionalni tretman. Prvi proces je izuzetno značajan u smislu uklanjanja organskih mikropolutanata iz otpadnih voda industrije, otpadnih voda od pranja filtara, ocednih voda deponija i dr, posebno kada se radi o perzistentnim sintetskim polutantima.

Eutrofikacija je proces obogaćivanja neke sredine u nutrijentima (glavnim nutrientima se smatraju azot i fosfor) do koga dolazi kada neki polutanti mogu da igraju ulogu nutrijenata za fotosintetičke organizme, i koji se direktno ili indirektno unose u ekosistem. Porast sadržaja nutrijenata izaziva preterani rast pojedinih biljnih vrsta i dovodi do nestajanja drugih vrsta. Eutrofikacija je naročito problem za priobalne i unutrašnje vode, gde može doći do ogromnog porasta algi, što dovodi do smanjenja koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi, što negativno utiče na biljke, ribe, i ostale forme živog sveta u vodi; sem toga, te alge luče toksine koji mogu da budu opasni po životinje i ljude. Akumulisanje viška azota u zemljištu može da dovede do povećanja koncentracije nitrata u podzemnoj vodi, što tu vodu čini neprihvatljivom za piće sa higijenskog aspekta (prevelike koncentracije nitrata u vodi su opasne po zdravlje). Eutrofikacija takođe izaziva izlučivanje azota iz zemljišta, što dovodi do zakišeljavanja površinske i podzemne vode.

Manja naselja u Vojvodini, sa brojem stanovnika od 5.000 do 20.000, su gotovo pet puta brojnija grupa od velikih naselja (preko 20.000 stanovnika): 66 naselja, ili 14,5% od ukupnog broja naselja u Vojvodini; ali je udeo stanovnika koji živi u njima manji od udela stanovništva koji obitava u velikim naseljima: 30,2% prema 37,5%. Dakle, manje od trećine stanovništva, samim time proporcionalno toliko otpadnih voda; ali u slučaju da se otpadne vode svakog tog naselja prečišćavaju u sopstvenom postrojenju, to je 66 postrojenja. S obzirom na kapacitet tih postrojenja, samo za najveća naselja iz te grupe, od 10.000 do 20.000 stanovnika (videti tabelu 46) bi ***eventualno*** bili pogodni postupci kakvi se primenjuje na velikim naseljima, dakle neki od postupaka sa aktivnim muljem i kontinualnim protokom otpadne vode (tehno-ekonomska analiza svakog pojedinačnog slučaja, ili grupisanih najvećih naselja iz ove grupe bi dala konačan odgovor; ali se, na osnovu poznavanja materije, može osnovano pretpostaviti takav scenario). Međutim, za manja naselja iz te grupe, 7.500 do 10.000 stanovnika, a pogotovo za najmanja naselja, 5.000 do 7.500 st., može se usvojiti da standardni, kontinualni, postupci prečišćavanja sa aktivnim muljem ne bi bili, u tehno-ekonomskom smislu, prihvatljivi kao rešenje za prečišćavanje otpadnih voda tih naselja. Rešenja najbolje dostupne tehnike (BAT) za tu veličinu naselja bi morali da se traže u dva pravca:

(1) od postupaka sa aktivnim muljem (tj. sa *suspendovanom* mikroflorom) bi u obzir došao (i) takozvani ***SBR postupak*** (od engleskog: Sequencing Batch Reactor), odnosno šaržni tip postupka sa aktivnim muljem, ili *eventualno* (ii) postupak sa produženom aeracijom, ali pre (iii) ***aerisana laguna***; ili
(2) postupci sa imobilisanom mikroflorom, (i) biofiltracija ili (ii) tzv. biodisk (engleski: Rotating Biological Contactor).

Prednost bi, smatramo, trebalo dati SBR postupku, jer je to veoma *elastičan* i *robustan* sistem, što je značajna prednost u obradi otpadnih voda malih naselja, koja se karakterišu velikim dnevnim, pa i nedeljnim varijacijama protoka i opterećenja otpadnih voda; a jedan od velikih problema sa kojim se sreću postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u malim naseljima je problem održavanja opreme.

S obzirom na poznatu ekonomsku činjenicu, da investicioni i eksploatacioni troškovi nekog postrojenja rastu sa smanjenjem kapaciteta, to bi ***sniženje cene*** prečišćavanja otpadnih voda naselja ove veličine moralo da se traži u više pravaca. Na primer, sa aspekta ***smanjenja investicionih troškova*** (engleski: Capital costs), jedno od rešenja bi bilo, s obzirom na značajan broj naselja u ovoj grupi (66 naselja), da se sagleda mogućnost unifikacije opreme (oprema jednog proizvođača, koja bi bila

izabrana nakon pilot ispitivanja dva ili tri rešenja, odabrana na osnovu prethodne studije) ili, za najmanja naselja iz ove grupe, nabavka celih prethodno fabrikovanih postrojenja (engleski: Package (pre-engineered) Treatment Plants); a sa aspekta ***smanjenja eksploatacionih troškova*** (engleski: O&M costs) bi, smatramo, bila dobra praksa oformljenje *organizacije* (agencije, privatne firme, ili neke druge forme organizacije ili preduzeća) koja bi objedinjavala *kontrolu i održavanje* većeg broja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja iz ove grupe.

Za najbrojniju grupu naselja u Vojvodini, za mala naselja (preko četiri petine od ukupnog broja naselja u Vojvodini, 82,5%, su naselja sa do 5.000 stanovnika, odnosno 376 od ukupno 456 naselja su mala naselja, i u njima živi ispod trećine stanovništva Vojvodine, tabela 46), rešenje za prečišćavanje njihovih otpadnih voda je najteže rešiv problem, prevashodno sa tehno-ekonomskog stanovišta. Kada se pogleda raspored naselja po veličini, unutar grupacije malih naselja (videti podatke tabele 46), vidi se da najmanji udeo pripada najmanjim i najvećim naseljima iz te grupe (16% naselja sa do 500 stanovnika, 17% naselja sa 3.000 do 5.000 sta.), a da je skoro polovina naselja (48,45) u grupi naselja sa 1.000 do 3.000 stanovnika. Ovi podaci, posmatrani sami za sebe, odnosno po scenariju da svako naselje ima sopstveni prečistač otpadnih voda (treba imati na umu da je u Evropskoj Uniji prihvaćen stav da se obavezno prečišćavaju otpadne vode naselja sa preko 2000 tzv. ekvivalentnih stanovnika, što znači i sa manjim stvarnim brojem stanovnika jer u tzv. ekvivalentne stanovnike se ubrajaju svi ostali producenti otpadnih voda u naselju), u velikoj meri opredeljuju koncepciju izbora najbolje dostupne tehnike u prečišćavanju.

Za grupu najvećih, iz grupacije malih naselja, za naselja od 3.000 do 5.000 stanovnika, izbor tehnike prečišćavanja je u osnovi na istim postavkama kao i izbor procesa za grupaciju naselja od 5.000 do 20.000 st., koja je razmatrana u prethodnom tekstu, s tim da je nesto sužen izbor, i svodi se na SBR postupak i postupke sa imobilisanom mikroflorom (tzv. biofiltre). Razlog za izostavljanje produžene aeracije i aerisane lagune je sve izraženija neravnomernost protoka otpadnih voda što se veličina naselja smanjuje, tako da smatramo da treba dati prednost šaržnom sistemu, tj. SBR-u. Biofiltri se zadržavaju kao opcija izbora jer se u njima aeracija odvija tzv. prirodnom promajom, što značajno pojednostavljuje i pojeftinjuje postupak; ali bi njihova glavna mana, sklonost ka blokiranju biofiltra grubim i suspendovanim materijalom, morala biti rešavana dobro odabranom prethodnom obradom vode, što donekle usložnjava i poskupljuje rešenje sa biofiltrom. Primena drugih postupaka biofiltracije bi se morao prethodno ispitati. Konačan izbor između navedenih rešenja se samo može obaviti na osnovu pouzdanih podataka „sa terena“, odnosno sveobuhvatnog „snimanja“ rada postrojenja koja bi bila postavljena po različitim tehnologijama (odabranim na osnovu prethodne studije).

Za najveću grupu naselja, od 1.000 do 3.000 stanovnika, koja broji 182 naselja, unutar koje po broju dominiraju naselja sa 1.000 do 1.500 st. (74 naselja) i naselja sa 2.000 do 3.000 st. (67), smatramo da bi za veća naselja prednost verovatno imao SBR postupak, dok bi za manja naselja prednost verovatno pripala biofiltrima. U svakom slučaju, sva postrojenja za ovu grupaciju naselja bi trebalo da budu prethodno fabrički izrađena postrojenja, jer s obzirom na brojnost ove grupe naselja, samim tim i potencijalno veliki broj postrojenja, za ovu veličinu naselja, građenje postrojenja „po meri“ je daleko skuplje rešenje nego izbor iz ponude postrojenja koja se grade u serijama, ma koliko da su te serije male.

Za grupu najmanjih naselja, sa do 1.000 st., a pogotovo za naselja do 500 stanovnika, rešenje za prečišćavanje otpadnih voda tih naselja treba tražiti u primeni

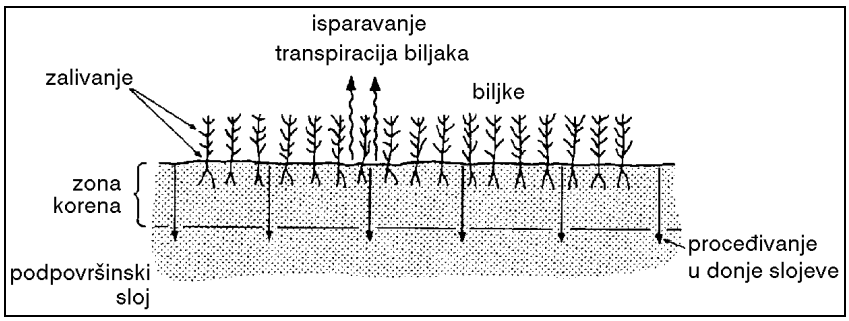
velikih septičkih tankova, kao što je tzv. Imhoff tank, kombinovanim sa naknadnim prečišćavanjem efluenta iz takvih tankova, na primer na peščano-šljunčanim filtrima.

Za prečišćavanje otpadnih voda malih naselja preporučuju se i tzv. prirodni sistemi prečišćavanja (engleski: Natural Treatment Systems), koji su u najvećem broju slučajeva tzv. sistemi prečišćavanja zemljištem, jer se zemljište koristi za prečišćavanje. Radi se o kompleksnom (biološkom, hemijskom i fiziko-hemijskom) procesu uklanjanja zagađenja otpadne vode koji se odigrava na površini i u gornjem, površinskom sloju zemljišta. U prečišćavanju učestvuju mikroorganizmi koji obitavaju u zemljištu i biljke koje tu rastu ili su tu zasađene, zatim interakcije između zemljišta i zagađenja otpadne vode, kao što je hemijsko taloženje, adsorpcija, jonska izmena. Taj kompleksan proces se drži pod kontrolom regulisanjem količine otpadne vode kojom se natapa zemljište, da ne bi došlo do prodiranja neprečišćene otpadne vode u podzemne vode ili do oceđivanja u površinske vodotokove, i do njihovog zagađivanja. Sem toga, dodaje se otpadna voda u količini koju može da „prihvati“ zemljište, a da ne dođe do prevladavanja anaerobnih uslova u zemljištu što rezultira padom kapaciteta prečišćavanja otpadne vode.

Zemljište se može koristiti kao proces ***tercijarnog*** prečišćavanja otpadne vode (prečišćene u procesu sekundarnog prečišćavanja), prevashodno u cilju *uklanjanja nutrijenata* (što je preporučljivije za uslove naše zemlje, u prvom redu s obzirom na našu klimu; ili kao proces ***sekundarnog*** prečišćavanja, za uklanjanja organskog zagađenja otpadne vode (napomena: pokušano je u našoj zemlji sa korišćenjem postupaka prečišćavanja zemljištem za sekundarno prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, ali su rezultati bili slabi).

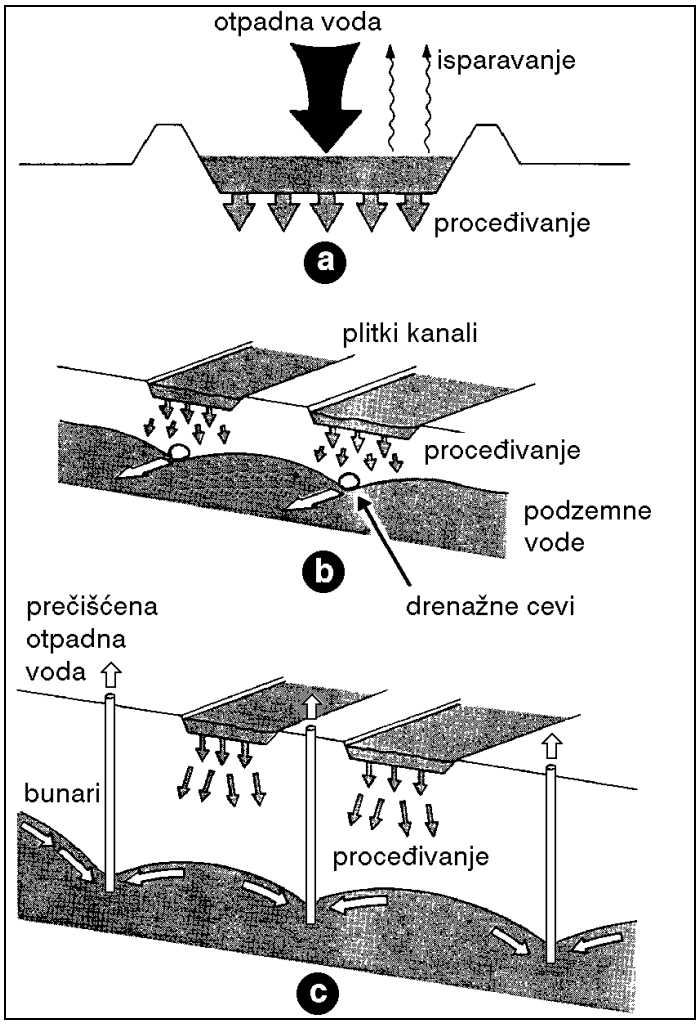
Tri najzastupljenija sistema prečišćavanja su: (i) navodnjavanje zemljišta otpadnom vodom, (ii) brza infiltracija otpadne vode kroz zemljište i (iii) prelivanje zemljišta otpadnom vodom. U svetu je ređe zastupljeno korišćenje prirodnih ekosistema močvara (ili veštačkih močvara; tzv. mokrih polja) za prečišćavanje otpadnih voda; mada se kod nas u poslednje vreme zagovara upravo korišćenje tzv. mokrih polja. Akvakultura, opšti naziv za lagune u kojima se uzgajaju vodene biljke i ribe koje se zatim prerađuju u stočnu hranu ili se koriste u industriji, mogu da se primene i za prečišćavanje otpadne vode; pri čemu je obično težište i dalje na prirastu biomase a manje na efektu prečišćavanja otpadne vode, koji je po pravilu dosta slab.

Navodnjavanje (slika 73) je najčešće korišćen sistem, a smatra se najpouzdanijim i najboljim sistemom prečišćavanja otpadne vode zemljištem, odnosno daje najbolji kvalitet obrađene otpadne vode. Obično se navodnjava obradivo zemljište na kome se gaje usevi i druge biljne kulture čijom se prodajom nadoknađuje deo troškova takvog sistema prečišćavanja. Izbor biljaka koje će se gajiti zavisi takođe od niza faktora: kapaciteta usvajanja azota, količine vode koju usvajaju i tolerancije prema povećanoj vlagi zemljišta, otpornosti na zagađenje iz otpadnih voda; i u tom pogledu pogodne su razne vrste trava.



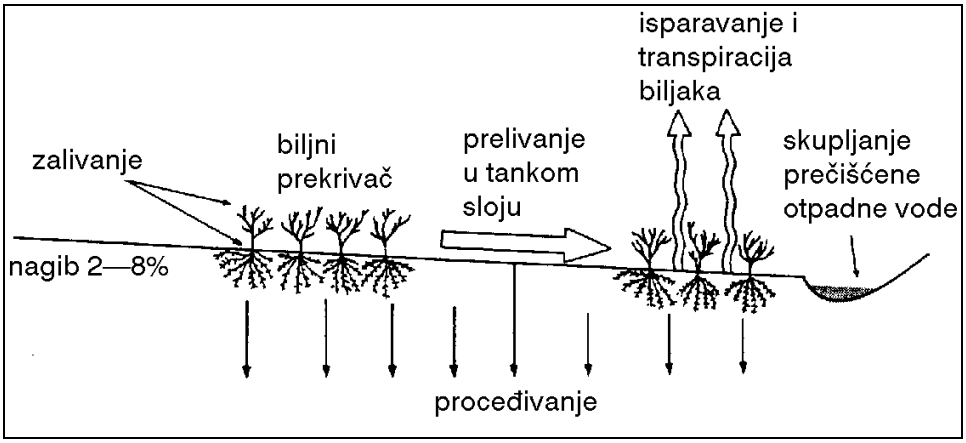
Slika 73. Prečišćavanje otpadne vode navodnjavanjem zemljišta

Brza infiltracija je sistem prečišćavanja zemljištem koji se sastoji u periodičnom nalivanju otpadnom vodom plitkih kanala ili bazena iskopanih na zemljištu velike propustljivosti (peskovito i šljunkovito zemljište), slika 74**a**, pri čemu se voda prečišćava tokom proceđivanja kroz sloj zemlje do nivoa podzemnih voda. Ukoliko se ne dozvoljava da prečišćena otpadna voda dospe u podzemne vode, sakuplja se drenažnim (perforiranim) cevima, slika 74**b**, u odgovarajuće kanale ili izvlači na površinu preko sistema bunara, slika 74**c**. Najveći deo otpadne vode se proceđuje, a samo mali deo isparava (obično nema vegetacije). Napomena: za prečišćavanja efluenta septičkih tankova, kod postupaka za prečišćavanje otpadnih voda najmanjih naselja, ovaj postupak bi mogao da dođe u obzir, pod uslovom da problem ne bi bio značajna emisija mirisa.



Slika 74. Prečišćavanje otpadne vode brzom infiltracijom kroz zemljište: (a) šema procesa; sakupljanje i povrat prečišćene otpadne vode (b) drenažnim cevima, i (c) sistemom bunara

Prelivanje zemljišta je sistem prečišćavanja pri kome se blago nagnuto glatko zemljište male vodopropustljivosti, obraslo biljnim pokrivačem, na vrhu nagiba poliva sa otpadnom vodom koja u tankom sloju teče, preliva, niz nagib i sakuplja u podnožju, slika 75. Izbor biljaka je od bitne važnosti u ovom sistemu jer značajno utiče na kapacitet i efikasnost prečišćavanja.



Slika 75. Prečišćavanje prelivanjem zemljišta otpadnom vodom

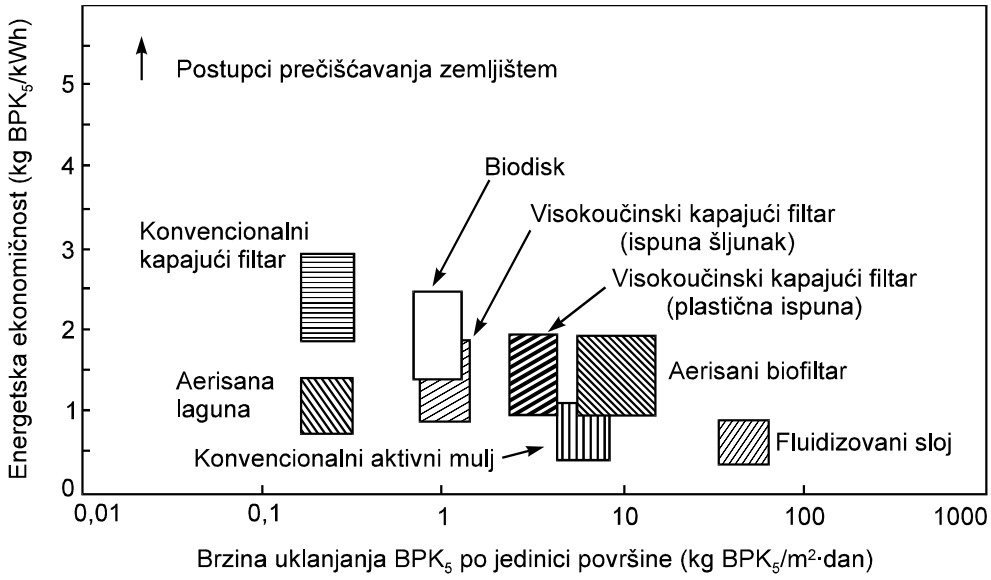
Sisteme za prečišćavanje zemljištem karakterišu, u opštem slučaju, relativno veliki investicioni troškovi ali mali eksploatacioni troškovi. Preporučljivo je da se dobijena biomasa ***ne koristi za ishranu*** ljudi (obično se i zabranjuje njeno korišćenje u svežem stanju), odnosno mora se prethodno utvrditi da li u biomasi ima patogenih mikroorganizama i toksičnih materija (teški metali, pesticidi, itd.) poreklom iz otpadne vode.

Tzv. *mokra polja*, odnosno veštačke močvare (engleski: construcred wetlands) mogu da budu (i) sistemi sa *slobodnom vodenom površinom* (*free water surface systems* – SWS) i (ii) sistemi sa tokom vode ispod površine (*subsurface flow systems* – SFS), kakvi sistemi se i zagovaraju u našoj praksi, i sa kakvim se za sada i nemaju dobra iskustva na izgrađenim sistemima. Prema iskustvu nekih zemalja u regionu, primena ekstenzivnih tehnologija se preporučuje, do kapaciteta od 600 ES.

Kod kapaciteta ispod 600 ES, uporednom ekonomskom analizom treba dokazati opravdanost izbora ekstenzivne tehnologije, umesto intenzivne. Pri tome, analiza treba da obuhvati, pored investicionih i troškove eksploatacije tokom 15 godina (troškovi košenja, odvoza deponovanja biljaka, sađenje novih biljaka, kontrolu vodonepropustljivosti, zamena korenastog filtarskog sloja i sl.). Analiza svakako treba da obuhvata troškove i koristi društvene zajednice imajući u vidu namenu plodnog zemljišta koja bi se za ovakve svrhe koristila. U Americi se npr. *mokra polja* sa slobodnim površinskim tokom retko koriste za primaran tretman zbog potencijalne izloženosti patogenima, već uglavnom za poliranje efluenata laguna, kapajućih filtara i dr. Polja sa tokom ispod površine koriste se uglavnom za tretiranje primarnog efluenta do sekundarnog standarda, ali je potrebno napomenuti da je primena ove tehnike tek u razvoju i da je i za nju neophodno uraditi veoma pažljivu procenu koristi i troškova kako u investiciji, tako i u dugoročnoj eksploataciji. Sa tim u vezi posebnu pažnju treba posvetiti pojedinim vrstama zagađenja kao što su nutrijenti, ulja i masti, metali i organski mikropolutanti (deterdženti, različite hemikalije koje se koriste u domaćinstvima, lekovi, metaboliti). Uklanjanje azota koje se postiže mokrim poljima prema literaturnim navodima je dobro, mada je prirodno nivo obično veći od 1 mg/l organski azot se akumulira u vegetaciji i kasnije možda biti oslobođen ili recikliran. Uklanjanje nitrata je uglavnom dobro. Uklanjanje fosfora mokrim poljima nije sasvim efikasno. Što se tiče metala podataka nema dovoljno i oni su retki i raznovrsni. Tako npr. efikasnost uklanjanja za kadmijum se kreće od 75-99%, 40-96% za bakar, 0-86% za olovo, 49-88% za nikal, i 33-96% za cink. Akumulacija toksičnih organskih i

neorganskih mikropolutanata može formirati toksična polja. Procena ponašanja različitih mirkopolutanata u tretmanima komunalnih otpadnih voda je u svetu jedna od značajnih naučnih tema o kojoj se ne zna dovoljno, ali je činjenica da se nedovoljno prečišćenim otpadnim vodama koncentracija supstanci koje se nedovoljno ili sporo razgrađuju u ciklusu vode povećava, a za određen deo njih efekti na zdravlje ljudi još uvek nisu ni poznati. Zabrinjavajuća je njihova sposobnost prodiranja u podzemne vode, pa čak i činjenica da su detektovane i u vodi za piće. Utvrđeno je da irigacija i filtracija kroz zemljište mogu izazvati zagađenje vode pojedinim lekovima. O ovim problemima kod nas se još uvek ništa ne zna jer ispitivanja nisu rađena. Važan aspekt za procenu učinka ove tehnologije je problem sa klimatskim faktorima (npr. pojave velikih padavina koje uslovljavaju plavljenje i velike promene u opterećenju močvarnog polja ili osetljivost biljnih i životinjskih vrsta na različite fizičko-hemijske faktore).

Prednosti prirodnih sistema prečišćavanja su primarno u manjoj potrebnoj energiji za rad tih sistema (slika 76), jer se najveći deo energije uzima iz prirodnog okruženja; ali su potencijalne ***slabosti*** tih sistema brojne, jer su to sistemi koji se ***moraju*** projektovati i oformiti tačno za datu lokaciju, njene geografske, mikroklimatske, pedološke i ostale karakteristike, sa pažljivo izabranim i dimenzionisanim postrojenjem za *prethodnu obradu* otpadnih voda. Oformljenje takvih sistema zahteva multidisciplinarno znanje, tim stručnjaka različitih profila; vođenje procesa je dosta teško, zbog osetljivosti procesa na okruženje (tipična greška je shvatanje da su to u potpunosti samoregulišući procesi i da vođenje procesa praktično nije ni potrebno), a kontrola procesa je zametna i relativno skupa. Sve su to razlozi za stav, da se eventualnoj široj primeni prirodnih procesa prečišćavanja za obradu otpadnih voda malih naselja ne može prići bez prethodnog *sveobuhvatnog* i *dugotrajnog* (najmanje jedna godina; ali i tada ostaje problem sagledavanja situacija koje se ne moraju pojaviti u jednoj godini, kao što su izuzetno obilne padavine, ili jaka zima) praćenja pilot postrojenja, sa kojih bi se sakupilo dovoljno podataka za relevantnu ocenu prihvatljivosti prirodnih procesa prečišćavanja za prečišćavanje otpadnih voda malih naselja u Vojvodini.



Slika 76. Izbor načina sekundarnog prečišćavanja u odnosu na utrošak energije

Bilo koji sistemi prečišćavanja da budu izabrani za mala naselja, od suštinske je važnosti da ta postrojenja u malim naseljima ne budu ostavljena sama sebi, jer je teško, praktično nemoguće, obezbediti svu potrebnu logistiku za rad tih sistema. Prema tome, nameće se ***kao neophodnost*** formiranje organizacije, ili organizacija, za upravljanje tim sistemima, kontrolu sistema, i pogotovo, njihovo održavanje. Bez kvalifikovane pomoći sa strane, ti sistemi, ostavljeni sebi, ako i budu započeli uspešno svoje funkcionisanje, to zasigurno neće moći da održe u kontinuitetu. To pokazuju i iskustva razvijenih zemalja, a to je još veći problem u situaciji i na stepenu razvoja na kome se mi nalazimo.

U tabeli 48 dat je pregled najboljih dostupnih tehnika za prečćišćavanje gradskih otpadnih voda

Tabela 48. *Pregled najbolje dostupne tehnologije za prečišćavanje gradskih otpadnih voda*

<table>
<tr><th colspan="4">Kapacitet postrojenja</th></tr>
<tr><td>do 1000 ES</td><td>1000 – 10 000 ES</td><td>10 000 – 50 000 ES</td><td>veći od 50 000 ES</td></tr>
<tr><td colspan="4">P R I M A R N A - M E H A N I Č K A F A Z A (1)</td></tr>
<tr><td>- Cođenje kroz rešetku:
gruba rešetka
fina rešetka</td><td>- Cođenje kroz rešetku:
gruba rešetka
fina rešetka</td><td>- Cođenje kroz rešetku:
gruba rešetka
fina rešetka</td><td>- Cođenje kroz rešetku:
gruba rešetka
fina rešetka</td></tr>
<tr><td>- Cođenje kroz sito
perforacija iznad 2 mm</td><td>- Cođenje kroz sito
perforacija iznad 2 mm</td><td>- Cođenje kroz sito
perforacija iznad 2 mm</td><td>- Cođenje kroz sito
perforacija iznad 2 mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- Primarno taloženje
dvospratna taložnica</td><td>- Odvajanje peska
gravitaciono</td><td rowspan="2">- Odvajanje peska
gravitaciono
aerirani peskolov
aerirani peskolov-hvatač masnoća</td><td rowspan="2">- Odvajanje peska i masnoća (kombinovano)
gravitaciono
aerirani peskolov
aerirani peskolov-hvatač masnoća</td></tr>
<tr><td>- Odvajanje masnoća
gravitaciono</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- Odvajanje peska
gravitaciono
aerirani peskolov
aerirani peskolov-hvatač masnoća</td><td>- Primarno taloženje</td></tr>
<tr><td colspan="4">S E K U N D A R N A - B I O L O Š K A F A Z A (2)</td></tr>
<tr><td>- Postupci na osnovu prirodnih procesa (ekstenzivni postupci)
prirodne lagune
mokra polja (wetland)
razlivanje po zemljištu (landfill)</td><td>- Postupci sa fiksiranom biomasom
rotacioni i biološki kontaktori od više jedinica
biološki filtri (niskooptereći)</td><td>- Postupci sa fiksiranom biomasom
biološki filtri (nisko, srednje i visoko opterećeni)
dvostepeni biološki filtri (visoko i nisko opterećeni)</td><td>- Postupak sa aktivnim muljem sa nitrifikacijom
dvostepeni postupci (visoko opterećeni-nisko opterećeni)</td></tr>
<tr><td>- Postupci sa fiksiranom biomasom
rotacioni biološki kontaktori
biološki filtri (niskooptereći)</td><td rowspan="2">- Postupci sa aktivnim muljem
aerirane lagune
totalna oksidacija</td><td rowspan="2">- Postupci sa aktivnim muljem
totalna oksidacija sa nitrifikacijom</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>- Postupci sa aktivnim muljem
(totalna oksidacija)
aerobno-anaerobno</td></tr>
</table>

nastavak Tabele 48.

<table>
<tr><th colspan="5">T E R C I J A R N A F A Z A (3)</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- Biološka denitrifikacija
prethodna, stepenasta, simultana, alternativna, intermitentna</td><td colspan="2">- Biološka denitrifikacija
prethodna, stepenasta, simultana, alternativna, intermitentna</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- Defosforizacija
biološka (u slučaju potrebe simultana hemijska)</td><td colspan="2">- Defosforizacija
biološka + simultana hemijska</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">- Dezinfekcija
hlornim preparatima (Cl_2, NaOCl)
UV zracima</td></tr>
<tr><th colspan="5">O B R A D A M U L J A</th></tr>
<tr><th colspan="5">P R I M A R N O Z G U Š N J A V A N J E</th></tr>
<tr><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">- Gravitaciono
statičko
mehaničko</td><td>Primarni mulj</td><td>Sekundarni i terc. mulj</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-Gravitaciono
statičko
mehaničko</td><td>- Gravitaciono mehaničko</td></tr>
<tr><td>- Veštačko mašinski</td></tr>
<tr><th colspan="5">S T A B I L I Z A C I J A</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">- Istovremena aerobna biološka</td><td>- Istovremena aerobna biološka</td><td colspan="2" rowspan="2">- Odvojena aerobna biološka
(mezofilna, termofilna)</td></tr>
<tr><td>- Odvojena aerobna biološka
(mezofilna, termofilna)</td></tr>
<tr><td>- Gašenim krečom</td><td colspan="2" rowspan="2">- Anaerobna biološka
(mezofilna)</td></tr>
<tr><td>- Pečenim krečom</td></tr>
<tr><th colspan="5">S E K U N D A R N O Z G U Š N J A V A N J E</th></tr>
<tr><td></td><td>- Gravitaciono
statičko</td><td colspan="3">- Gravitaciono
statičko
mehaničko</td></tr>
<tr><th colspan="5">D E H I D R A T A C I J A</th></tr>
<tr><td>- Lagune za mulj</td><td>- Sušna polja</td><td rowspan="2">- Mašinska
trakasta filter presa
dekanter centrifuga</td><td colspan="2" rowspan="2">- Mašinska
trakasta filter presa
dekanter centrifuga
ramska filter presa
vakum dobošasti filter</td></tr>
<tr><td>- Sušna polja</td><td>- Mašinska
trakasta filter presa
dekanter centrifuga</td></tr>
</table>

12. KRITERIJUMI PRIORITETA ZAŠTITE VODA

Imajući u vidu ugroženost potencijalnih izvorišta vode za piće u Vojvodini (površinske vode i vode prve izdani) neophodno je kao prioritet postaviti kanalisanje naselja i izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u oblasti komunalne vodoprivrede i to na osnovu podataka o kompletnoj emisiji u smislu količine i kvaliteta otpadnih voda naselja i industrije koja je smeštena u naseljima.

Treba uspostaviti osnove integrisanog upravljanja kvalitetom voda u smislu uspostavljanja sistema „zagađivač plaća“, a u skladu sa setom zakona o integrisanoj kontroli i sprečavanju zagađenja. U tom smislu akutan je problem nedostajućeg podzakonskog akta vezanog za granične vrednosti emisije, a propise u vezi sa kontrolom imisije u potpunosti je neophodno inovirati. Kako se radi o dugotrajnim procesima, preporuka je **osloniti se na najbolje dostupne tehnologije** (vidi poglavlje 11) **za preradu voda i izvršiti procenu da li je Vojvodini s obzirom na specifičnost recipijenta kanala DTD neophodno uvesti strožije kriterijume nego što traži legislativa EU**, poput slučaja u Holandiji (a u vezi sa opterećenjem vodotoka nutrijentima). U svemu navedenom predlažemo da se slede Direktive EU (u prvom redu WFD[1] i IPPC[2], Direktiva o nitratima[3]) uz preporuku da se vodi računa o specifičnostima Vojvodine i lokalnom rasporedu industrije i zaštićenih zona. Uskladjivanje sa Direktivom EU, karakterizacija elemenata kvaliteta i identifikacija HS DTD zahteva unapređenje monitoringa.

Preduslov za zadovoljavajući kvalitet ambijentalnih voda u Vojvodini su prečišćene komunalne otpadne vode i rešen problem industrijskih otpadnih voda. Imajući u vidu osetljivost vojvođanskih vodoprijemnika neophodno je pažljivo izvršiti procene pritisaka na vodotoke i identifikaciju vodnih tela, jer će te aktivnosti imati direktan uticaj na dalji razvoj uslovljavanjem emisije zagađenja, odn. stepena prerade otpadnih voda pre upuštanja u vodotoke (vidi poglavlje 9). **Navedeni podaci ukazuju da se mora izraditi studija koja će detaljno sagledati ovaj problem i predložiti mere za ublažavanje i gde je to moguće popravljanje stanja**. Jedna od mera je smanjenje granične vrednosti emisije, što zahteva veća finansijska ulaganja u postrojenja i pažljiv odabir tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda. Druga mogućnost je razblaživanje vodotoka sa svežom površinskom vodom, što opet zahteva ulaganja u pumpne stanice i povećanje potrošnje energije. Takođe, potrebno je sagledati i uticaj prečišćenih otpadnih voda postojeće industrije na vodotoke. Tako dobijeni podaci će omogućiti preduzimanje odgovarajućih mera u sistemu upravljanja vodama na teritoriji AP Vojvodine. Predlažemo kao cilj razvoja za naselja od 5.000-10.000 stanovnika potrošnju od 130 l/st/dan dok je kod većih naselja to 150 l/st/dan. Svako

[1] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (WFD)

[2] Council Directive 96/61/EEC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control (IPPC)

[3] Direktivom 91/676/EEC

rasipanje vode neophodno je sankcionisati odgovarajućim merama, jer predstavlja neracionalno trošenje resursa.

Prioriteti su:

1. Izgradnja sitema za prečišćavanje otpadnih voda i to pre svega na rizičnim recipijentima (kanali hidrosistema DTD), a onda i na onim koji to nisu. Pri tome su svakako prioritet veća naselja od manjih, odnosno naselja koja ispuštaju veće količine zagađenja. Neophodno je podržavati aktivnosti uvođenja kanalizacije i sprečavanja nekontrolisanog upuštanja otpadnih voda u podzemlje, jer time direktno ugrožavamo kvalitet podzemnih voda. Kanalizacija se ne sme graditi bez postrojenja za preččišćavaanje otpadnih voda. Preporuke za najbolje tehnologije za preradu komunalnih otpadnih voda su date u Strategiji i zavise od broja stanovnika koji su priključeni na kanalizaciju, a u skladu su sa Direktivama EU. Neophodno je da one u sebi sadrže elemenat upravljanja muljem sa postrojenja.

2. Konstatovan je nedostatak podataka za nekanalisane otpadne vode za koje se mora uraditi tačnija procena radi kanalisanja i izgradnje postrojenja za prečišćavanje. Taj posao treba obavljati uporedo sa prvim zadatkom.

3. Veoma važan problem je donošenje kriterijuma za upuštanje prečišćenih industrijskih voda u kanalizaciju. Predlažemo izradu jedinstvenog akta za teritoriju Vojvodine koji bi se odnosio na sva upuštanja u javnu kanalizaciju, saglasno karakteristikama kanalizacionog sistema i sistema za prečišćavanje.

4. Imajući u vidu veliku osetljivost vodotoka i situaciju na terenu u pogledu velikog broja malih naselja koja dobijaju sredstva za rešavanje problema prečišćavanja otpadnih voda, predlažemo da se uradi Studija efikasnosti najboljih dostupnih tehnologija u **izvednom obliku** na nekoliko naselja kako bismo imali podatke o stepenu prečišćavanja koji je moguće postići u realnim uslovima (sastav i količine otpadnih voda, temperaturna kolebanja tokom godine i dr.), jer bez tih podataka je nemoguće održivo upravljati sistemom. Na taj način bi se dobila jasnija slika o aktivnostima koje je neophodno preduzeti u smislu integrisanog upravljanja onog momenta kada na snagu stupe odredbe Okvirne Direktive EU o vodama, odn. odgovor na pitanje da li se može postici zadovljavajući stepen primenom tehnoloških rešenja ili se mora raditi i razblaživanje vode vodotoka i u kojoj meri.

Pristup rešavanju preoblema treba da prati proces analize razloga za nisku efikasnost postojećih sistema za prečišćavanje. Jako je bitno utvrditi da li je to ljudski faktor, da li su u pitanju tehnički problemi, promena opterećenja, itd. Otkrivanje razloga zašto pojedina postojeća postrojenja ne funkcionišu pomoglo bi usmeravanju odgovarajuće akcije na rešavanje problema. Svakako da bi prilaz rešavanju problema otpadnih voda većih i velikih naselja, koji se predlaže u Strategiji, obuhvatio i proveru funkcionisanja (efikasnosti rada i kapaciteta obrade otpadnih voda; uopšte proveru svih relevantnih tehno-ekonomskih parametara) dosad izgrađenih postrojenja, na osnovu čega bi se formulisali predlozi mera za poboljšanje funkcionisanja i nadgradnju tih postrojenja.

Prioriteti u izgradnji postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz naselja su sledeći (veličina postrojenja koja je prikazana u prioritetima može da podrazumeva i povezivanje nekoliko naselja i zajedničko prečišćavanje njihovih otpadnih voda. Na taj način nekoliko manjih naselja mogu biti prebačeni u viši prioritet, ako za to ima tehničkog i tehnološkog opravdanja):

I. **Izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda na osetljivim vodotocima (HS DTD i malovodni vodotoci i Tisa do brane kod Bečeja)**
   a. Objekti prvog prioriteta: sanacija postojećih postrojenja;
   b. Objekti drugog prioriteta: naselja > 50.000 ES (velika postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   c. Objekti trećeg prioriteta: naselja od 10.000-50.000 ES (srednja postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   d. Objekti četvrtog prioriteta: naselja od 2.000-10.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima);
   e. Objekti petog prioriteta: naselja < 2.000 ES. (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima).

II. **Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na neosetljivim vodotocima (vodotocima na čiji kvalitet postoji prekogranični uticaj: Dunav, Sava i Tisa ispod brane kod Bečeja)**
   a. Objekti prvog prioriteta: naselja > 100.000 ES (velika postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima);
   b. Objekti drugog prioriteta: naselja od 20.000 - 100.000 ES (srednja postrojenja na neoesetljivim vodoprijemnicima);
   c. Objekti tećeg prioriteta: naselja od 2.000 - 10.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima);
   d. Objekti četvrtog prioriteta: naselja < 5.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima).

III. **Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na područjima utvrđenim posebnim prioritetima iz međunarodnih (bilateralnih i multilateralnih) vodoprivrednih sporazuma** (u slučaju problema sa podzemnim vodama ova mesta mogu da imaju veći prioritet bez obzira na kašnjenje međudržavnih dogovora oko zaštite vodotokova sa značajnim prekograničnim uticajima):
   a. Naselja u zoni Srpsko-Rumunskih vodoprivrednih interesa,
   b. Naselja u zoni Srpsko-Mađarskih vodoprivrednih interesa,
   c. Naselja u zoni Srpsko-Hrvatskih vodoprivrednih interesa,
   d. Zaštita Crnomorskog sliva od nutrijentnih materija iz otpadnih voda.

Prioriteti izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja zajedno sa industrijom u naselju su prikazani u tabeli 49. Veličina naselja po količini produkovanih otpadnih voda izraženih po ES (ekvivalent stanovniku) je uzeta iz tabele 20, poglavlje 4.

Na gantogramu 2 prikazan je vremenski plan izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja.

Tabela 49. *Plan izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz naselja i industrije u naselju*

Red prioiteta	Oblast / Aktivnost	Nosioc aktivnosti	Rok realizacije aktivnosti	Potrebna sredstva (1.000 €)	Veća mesta i ukupan broj ekvivalent stanovnika (ES)*, **
1	2	3	4	5	6
I	**Izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda na osetljivim vodotocima (HS DTD i malovodni vodotoci i Tisa do brane kod Bečeja)**				
I-1	**1. Objekti prvog prioriteta (sanacija postojećih postrojenja)**	Lokalna samouprava (Javno komunalno preduzeće)	2009 – 2015.		Sombor, Subotica, Ruma, Vršac, Senta, Kanjiža, Horgoš, Bečej, Kikinda, B.Petrovac, S.Moravica, Krivaja, i dr.
	Priprema dokumentacije		2009-2012.	3.855	
	Sanacija postrojenja		2010-2015.	38.550	
			Ukupno	42.405	
I-2	**Objekti drugog prioriteta: >50.000 ES (velika postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava (Direkcija ili Javno komunalno preduzeće)	2009 - 2014.		Kula+Vrbas, Zrenjanin, Inđija i dr.
	Priprema dokumentacije		2009-2012.	5.100	
	Sanacija postrojenja		2010-2014.	51.000	
			Ukupno	56.100	
I-3	**Objekti trećeg prioriteta: od 10.000-50.000 ES (srednja postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava	2011 – 2018.		Odžaci, Crvenka, Bačka Topola, Srbobran, Čantavir, Bajmok, S.Pazova, Šid, Ada+Mol, M.Idoš, Novi Bečej, N.Kneževac, Čoka i dr.
	Priprema dokumentacije		2011-2014.	10.600	
	Izgradnja postrojenja		2013-2018.	106.000	
			Ukupno	116.600	
I-4	**Objekti četvrtog prioriteta: od 2.000-10.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava	2015 - 2030.		Ečka, Perlez, Kumane, Bašaid, Alibunar, Crepaja, Plandište, Vojka, Gajdobra, Sivac, Maglić, Kulpin, Žednik, R.Krstur, B.Gradište, B.P.Selo, Žabalj,Čurug, itd.
	Priprema dokumentacije		2015-2028.	22.423	
	Izgradnja postrojenja		2017-2030.	224.280	
			Ukupno	246.708	
I-5	**Objekti petog prioriteta: <2.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava	nakon 2030. krajnje vreme izgradnje nije definisano		
	Priprema dokumentacije		nakon 2030.	4.186	
	Izgradnja postrojenja		nakon 2030.	41.860	
			Ukupno	46.046	
			Ukupno za poziciju I	**507.859**	

nastavak tabele 49.

1	2	3	4	5	6
II	**Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na neosetljivim vodotocima (vodotocima na čiji kvalitet postoji prekogranični uticaj: Dunav, Sava i Tisa ispod brane kod Bečeja)**				
II-1	**Objekti prvog prioriteta: >100.000 ES (velika postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava (Direkcija ili Javno komunalno preduzeće)	Do kraja 2020.		Novi Sad, Pančevo
	Priprema dokumentacije		***	7.440	
	Izgradnja postrojenja		do 2020	74.400	
			Ukupno	81.840	
II-2	**3. Objekti drugog prioriteta: od 20.000-100.000 ES (srednja postrojenja na noesetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava (Javno komunalno preduzeće)	2020-2027.		Apatin, Bačka Palanka S.Mitrovica itd.
	Priprema dokumentacije		2020-2024.	5.250	
	Izgradnja postrojenja		2022-2027.	52.500	
			Ukupno	57.750	
II-3	**1. Objekti trećeg prioriteta: od 5.000-20.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava	2025-2030.		Elemir, Begeč, Beočin, S.Karlovci, Titel itd.
	Priprema dokumentacije		2025-2027.	8.690	
	Izgradnja postrojenja		22026-2030.	86.900	
			Ukupno	95.590	
II-4	**5. Objekti četvrtog prioriteta: <5.000 ES. (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)**	Lokalna samouprava	nakon 2030. krajnje vreme izgradnje nije definisano		
	Priprema dokumentacije		nakon 2030.	3.953	
	Izgradnja postrojenja		nakon 2030.	39.525	
			Ukupno	43.478	
			SVEGA (II)	**278.658**	
III.	**Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na područjima utvrđenim posebnim prioritetima iz međunarodnih (bilateralnih i multilateralnih) vodoprivrednih sporazuma**				
III.1	Naselja u zoni Srpsko-Rumunskih vodoprivrednih interesa	Ministarstvo vodoprivrede	Nakon**** međudržavnih dogovora		
III.2	Naselja u zoni Srpsko-Mađarskih vodoprivrednih interesa	Ministarstvo vodoprivrede	Nakon**** međudržavnih dogovora		
III.3	Naselja u zoni Srpsko-Hrvatskih vodoprivrednih interesa	Ministarstvo vodoprivrede	Nakon**** međudržavnih dogovora		
III.4	Zaštita Crnomorskog sliva od nutrijentnih materija iz otpadnih voda	Ministarstvo vodoprivrede	Nakon**** međudržavnih dogovora		
			SVEGA(III)	**27.558**	
			(I+II+III)	**814.075**	

Napomena:

I *U tabeli navedeni nazivi naselja predstavljaju samo primere pripadnosti naselja pojednim kategorijama prioriteta.

II **Nazivu naselja podrazumeva se i pripadnost okolnih naselja, za koje se utvdi optimalnost zajedničkog prečišćavanja otpadnih voda.

III ***Priprema dokumentacije kod ovih gradova je u toku

IV ****U slučaju problema sa otpadnim vodama ova mesta mogu da imaju veći prioritet bez obzira na kašnjenje međudržavnih dogovora oko zaštite vodotokova sa značajnim prekograničnim uticajima

Gantogram 2. *Dinamika izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz naselja*

Godina	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda na osetljivim vodotocima (HS DTD i malovodni vodotoci i Tisa do brane kod Bečeja)																							
Objekti prvog prioriteta: sanacija postojećih postrojenja																							
Objekti drugog prioriteta: naselja > 50.000 ES (velika postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti trećeg prioriteta: naselja od 10.000-50.000 ES (srednja postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti četvrtog prioriteta: naselja od 2.000-10.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti petog prioriteta: naselja < 2.000 ES (mala postrojenja na osetljivim vodoprijemnicima)																							
Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na neosetljivim vodotocima (vodotocima na čiji kvalitet postoji prekogranični uticaj: Dunav, Sava i Tisa ispod brane kod Bečeja																							
Objekti prvog prioriteta: naselja > 100.000 ES (velika postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti drugog prioriteta: naselja od 20.000 - 100.000 ES (srednja postrojenja na neoesetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti tećeg prioriteta: naselja od 2.000 - 10.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)																							
Objekti četvrtog prioriteta: naselja < 5.000 ES (mala postrojenja na neosetljivim vodoprijemnicima)																							
Izgradnja postrojenja za prečiščavanje otpadnih voda na područjima utvrđenim posebnim prioritetima iz međunarodnih (bilateralnih i multilateralnih) vodoprivrednih sporazuma (u slučaju problema sa podzemnim vodama ova mesta mogu da imaju veći prioritet bez obzira na kašnjenje međudržavnih dogovora oko zaštite vodotokova sa značajnim prekograničnim uticajima)																							

Pored akutnog problema ispuštanja otpadnih voda i kvaliteta recipijenata u drugom koraku je važno sagledati problem i predložiti rešenja za:

1. izmuljivanje sedimenata iz kanala (posebno toksičnog sedimenta),
2. upravljanje deponijama i rešenje odlaganja otpada sa postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

Podrazumeva se da je sve ove aktivnosti neophodno raditi u duhu bilateralne i trilateralne saradnje, posebno kada je u pitanju monitoring i upravljanje međunarodnim vodotocima.

Druge važne akcije koje je neophodno preduzeti su:

1. **uputiti apel Ministarstvu zaštite životne sredine i prostorno planiranje za hitno donošenje svih podzakonskih akata koji nedostaju, a vezani su za Zakon o integrisanoj kontroli i sprečavanju zagađenja iz 2004. godine, posebno granične vrednosti emisije za otpadne vode.**
2. **uputiti apel za donošenje novog Zakona o vodama i podzakonskim aktima (vezanim za kontrolu zagađivača, za opasne materije u vodama, problem izmuljivanja sedimenta i dr.).**

13. STRATEGIJA ISTRAŽIVANJA U OBLASTI VODOSNABDEVANJA I ZAŠTITE VODA

Na osnovu svega do sada navedenog jasno je da su specifičnosti vodosnabdevanja i zaštite voda u Vojvodini brojne u pogledu kvaliteta sirove vode, upravljanja i zaštite voda, prerade voda, potrebe za primenom različitih tehnologija, kao i unapređenjem propisa koji se ovim problemom bave.

U prethodnim poglavljima jasno je izražen plan akcije za poboljšanje stanja. Za svaki od navedenih aspekata vodosnabdevanja dati su predlozi projekata koje je neophodno sprovesti. Ovi projekti imaju za cilj da obezbede neophodne informacije koje će biti upotrebljene za inoviranje propisa i donošenje odluka o investicijama u oblasti proizvodnje i distribucije vode za piće i zaštite voda. Sve navedene predloge projekata možemo razvrstati u tri grupe:

1. ***projekti u okviru kojih je neophodno prikupiti dodatne informacije na terenu*** (o kvalitetu i kvantitetu sirovih voda, kako izvorišta u eksploataciji tako i novih, potencijalnih izvorišta, broju stanovnika upućenih na odgovarajuća izvorišta, snimanje stanja mreže i sadašnjeg stanja prerade i kvaliteta isporučenih voda, potrebnom zahtevanom kvalitetu recipijenata prečišćenih otpadnih voda, trenutnim problemima u zaštiti voda itd).

2. ***istraživački projekti u smislu***
   a. ***iznalaženja optimalnih procesa prerade voda za piće*** (za mikro i makroregionalne sisteme),
   b. ***iznalaženje optimalne tehnologije za prečišćavanje otpadnih voda*** (za mala naselja i za grupu naselja) i
   c. ***poboljšanja i razvoja novih metoda za ocenu kvaliteta voda***.

   U okviru ovih projekata vršila bi se ispitivanja: primene različitih tehnologija na različitim tipovima sirove vode koja se koristi za vodosnabdevanje, razvoj novih metoda za praćenje kvaliteta koje se do sada nisu koristile u praksi kod nas, a u skladu su sa našim potrebama i stanjem u oblasti u svetu, istraživanja promena kvaliteta u distributivnoj mreži.

   Kada su u pitanju otpadne vode ispitale bi se nove tehnologije za prečišćavanje otpadnih voda naselja koja bi svoje prečišćene vode ispuštale u recipijente sa ograničenim ekološkim potencijalom.

3. ***projekti u oblasti upravljanja*** koji bi se bavili unapređenjem zakonskih propisa u oblasti vodosnabdevanja i unapređenjem upravljanja kvalitetom u organizacijama koje se bave proizvodnjom, preradom i prečiščćavanjem voda. Ovi projekti imaju za cilj razvoj zakonskih propisa koji bi bliže regulisali pojedine probleme u praksi i razradu planova upravljanja kvalitetom u organizacijama koje se bave preradom i distribucijom vode, kao i prečišćavanjem otpadnih voda.

Stručan kadar kako na lokalnom, pokrajinskom, tako i na republičkom nivou postoji za realizaciju svih navedenih projekata. Pomoć u smislu konsultativnih aktivnosti i usavršavanja domaćeg kadra je uvek dobrodošla u smislu razvojne funkcije. Međutim, što se tiče materijalnih i institucionalnih kapaciteta neophodnih za sprovođenje, mišljenja smo da je neophodno izvršiti njihovo unapređenje, odnosno jačanje.

Naime, kapaciteti Univerziteta, Instituta za zaštitu zdravlja i drugih specijalizovanih instituta zadovoljavajući su u pogledu kadra i analitičke opreme za većinu merenja. Projekti u kojima bi se vršila merenja i prikupljale informacije na terenu u potpunosti mogu da se izvedu sa postojećim kapacitetom institucija koja postoje u društvu.

Ono što je osnovni nedostatak, a od izuzetno velike važnosti jeste ***integrisani pristup u istraživačkom i inovativnom smislu***. U razvijenom svetu je ovakav pristup odavno poznat, jer uvek se više isplati dobro istražiti problem i način njegovog rešavanja pre nego što se donese odluka o investiciji koja, ako je rađena samo na osnovu „literaturnih podataka“ lako može biti neuspešna. Kod nas je do sada uglavnom postojala praksa ***literaturnog*** rešavanja problema bez istraživanja stanja, istraživanja načina kojim se to stanje može poboljšati. Naravno, postoje konvencionalne tehnologije i procesne kombinacije koje rešavaju probleme i daju krajnji proizvod odgovarajućeg kvaliteta i bez prethodnih istraživanja. Ali, danas postoje i nove, napredne tehnologije koje bi bilo možda interesantno primeniti i na našem tržištu, koje rešavaju i druge probleme kojih možda u ovom trenutku i nismo svesni, a koji će se pojaviti. Dalje, detaljno ispitivanje na ***pilot-uređaju*** daje otvorenu mogućnost poređenja više atraktivnih rešenja na osnovu konkretnih podataka i merenja na vodi koja će se zaista i prerađivati, a ne samo uopštena teorijska razmatranja zasnovana na tuđim iskustvima koja ne moraju uvek dobro biti preslikana na stanje stvari kod nas. Ono uvek daje mogućnosti za unapređenje i razvoj.

Kvalitet resursa vode za piće u Vojvodini je takav da je za definisanje tehnologija pripreme neophodno vršiti opsežna istraživanja radi optimizacije procesnih parametara[1]. Dosadašnja negativna iskustva sa nizom gradova u kojima su postavljene pogrešne tehnologije rezultovala su u pojavi niza problema u radu postrojenja i kvalitetu vode za piće (npr. Beočin, Apatin). Vrednost investicija koje će trebati sprovesti je vrlo visoka, a sa druge strane prisutni problemi koje te investicije treba da reše su kompleksni u stručnom pogledu i nalažu pristup rešavanje ***pilot-istraživanjima***, a ne samo ***projektovanje na osnovu literaturnih podataka*** i sporadičnim merenjima. U tom smislu je neophodna podrška strukovnih organizacija i vlasti, jer dosadašnja praksa parcijalnog rešavanja problema u lokalnim sredinama često puta se nije pokazala dovoljno efikasnom pre svega zbog nedovoljne količine materijalnih sredstava i odabira pogrešnih rešenja usled nekompetentnosti.

13.1. Uloga "PILOT" istraživanja u definisanju tehnologije pripreme vode za piće i prečišćavanju otpadnih voda

Pilot istraživanja jedina mogu omogućiti racionalan namenski plasman materijalnih sredstava za investicije uz garanciju kvalitetne konsultantske usluge i istraživanja. Ilustracije radi predstavljeni su problemi sa kojima se susreću oni koji

[1] Ispitivanje procesnih parametara i optimizacija tehnologije pripreme vode za piće za grad Apatin, PMF, novembar 2000.

donose odluke pri odabiru tehnologije npr. za uklanjanje arsena (tabela 50). Slična je situacija za bilo koji parametar koji je neophodno uskladiti sa propisima. Jedino pilot istraživanjima moguće je dobiti pravi odgovor u smislu optimalne tehnologije imajući u vidu investicione i operativne troškove i postignuti rezultat u smislu kvaliteta vode i krajnje ciljeve u pogledu upravljanja postrojenjem i otpadom.

Tabela 50. *Značajni parametri za odluku o tehnologiji za uklanjanje arsena*

	Tehnologija 1	Tehnologija 2
Investicija	Visoka (50-70 % ukupnih troškova)	Niska (< 20 % ukupnih troškova)
Operativni troškovi	Vrlo niski (< 5 % ukupnih troškova)	Visoki (75-80% ukupnih troškova)
Servis i zahtevi u toku rada	Srednji	Niski
Odlaganje mulja	Značajni	Niski /Nikakvi
Pouzdanost	Zavisi od operatera	Visoka
Konkurentnost	Da	Da ako je kapacitet > 50.000 BV

Značajan segment ukupnih istraživanja su istraživanja procesa i procesnih tehnologija prečišćavanja i pripreme vode za piće, bilo da se radi o novim naučnim saznanjima, bilo da se radi o novim i inoviranim tehnološkim rešenjima. Prvu fazu svakako čine fundamentalna istraživanja koja predstavljaju bazu za nove pomake i otvaraju puteve za kreaciju novih rešenja u tehnici i tehnologiji pripreme vode za piće. Druga faza su laboratorijska istraživanja koja predstavljaju neophodan korak u proveri ideja za celovita rešenja i tzv. "pilot" istraživanja (treća faza) koja predstavljaju sinteznu proveru, u prethodnom postupku osmišljenih rešenja, pre njihove finalizacije. Sama engleska reč "pilot" predstavlja tehnički termin za poluindustrijski ogled. Pilot istraživanja su izuzetno korisna za :

- utvrđivanje procesnih parametara u uslovima koji su slični realnim;
- proveru efekata tehnologije osmišljene na bazi prethodnih istraživanja;
- poređenje dve ili više tehnologija odabranih u prethodnom postupku;
- definisanje efekata i optimizovanje pojedinih procesnih faza;
- proveru efekata dva ili više procesa u okviru iste tehnološke linije;
- proveru efekata različitih konfiguracija tehnološke linije komponovane od istih procesnih faza;
- definisanje i optimizovanje procesnih parametara uređaja i opreme;
- utvrđivanje dejstva pojedinih (ili grupe) procesnih supstanci ili procesnih medijuma;
- proveru i optimizovanje rada uređaja i postrojenja u funkciji;
- edukaciju, usavršavanje i transfer "*now-how*".

Osim nespornog značaja u oblasti istaraživanja, osvajanja i usvajanja novog, "pilot" istraživanja, posebno u našim uslovima, imaju ogroman značaj u procesu realizacije novih ili inoviranja postojećih kapaciteta za prečišćavanje otpadnih voda i pripremu vode za piće. Ovo stoga što se uz nevelike troškove (reda 0,5 do 1 % investicija u stvarna postrojenja) kroz "pilot" istraživanja najrealnije mogu proveriti koncepcijske zamisli, uporediti više mogućih varijanti rešenja, optimizovati delove procesa ili cele tehnološke linije i egzaktno definisati podloge za projektovanje.

Svetska i naša iskustva ukazuju da male investicije u "pilot" istraživanja donose velike koristi i u kvalitativnom smislu (izbor optimalnog rešenja i dokaz njegove valjanosti) i u kvantitativnom smislu (značajne uštede kako u fazi investiranja tako i u fazi operativnog rada)[2,3]. *Mutschman i Stimmelmayr, 1988*. ukazuju da je uvek potrebno izvršiti poluindustrisjka istraživanja kod pripreme vode za piće koje sadrže organske materije[4]. Autori takođe ukazuju da nalazišta vode u prirodi ne liče jedno na drugo, pa se priprema mora projektovati individualno, tj. za svaki slučaj posebno. Američka agencija za zaštitu životne sredine (US EPA) preporučuje da se za velike sisteme sa vrednošću za sadržaj organskog ugljenika većom od 4 mg/l u tački prve dezinfekcije moraju sprovesti pilot istraživanja za uklanjanje organskih materija pomoću aktivnog uglja ili membranskim tehnologijama.

Pilot koji bi bio zadovoljavajući za teritoriju cele pokrajine treba da je modularan i pokretan. U sebi treba da ima jedinice za sve konvencionalne i napredne procese:

- aeraciju i predozonizaciju
- koagulaciju i flokulaciju
- taložnik
- peščane filtre ili dvo- odn. tromedijumske filtre
- mogućnost rada sa aktivnim ugljem u prahu i drugim adsorbentima
- ozonizaciju
- filtre sa granulovanim ugljem u prahu
- jedinicu za membransku filtraciju (sa barem dva različita tipa membrana u odnosu na tok ulazne i izlazne vode: *out/in* i *in/out* i različitim tipovima membrana (rad na niskim i visokim pritiscima)
- jedinicu za jonsku izmenu
- dezinfekciju
- malu pokretnu laboratoriju.

Ove procese bi lako bilo kombinovati s obzirom na modularnu prirodu i na taj način tražiti optimalna rešenja za svaku posebnu situaciju u pogledu kvaliteta sirove vode i broja stanovnika koje treba snabdevati vodom, odn. troškova koje različite tehnologije nose. Posebno treba naglasiti probleme koji nastaju sa otpadom koji nastaje pri obradi vode za piće, a o kojima se kod nas još ne razmišlja na adekvatan način. Međutim, u skladu sa evropskim propisima i kod nas će se uskoro o tome morati ozbiljno voditi računa. Istraživanja na pilotu mogu da istovremeno sa podacima o

---

[2] Dalmacija B., Bečelić M., Ivančev-Tumbas I., (2003) Uloga "pilot" istraživanja u definisanju tehnologije pripreme vode za piće, *Voda i mi*, **32,** 4-5

[3] Dalmacija B., Bečelić M., Klašnja M., Prole M., Zorić S., Đukić Z., Pojatar S. (2004) Primena Poluindustrijskog postrojenja za proveru tehnologije pripreme vode za piće za grad Banja Luka, *Kvalitet voda*, **2,** 6-8.

[4] Mutschmann J., Stimmelmayr F.: Snabdevanje vodom, Priručnik, ODJP "Glas srpske", Banja Luka i DIP "Građevinska knjiga" Beograd, 1999

tehnologiji daju merene podatke o potrošnji sirovina i količini i karakteristikama otpada koji nastaje.

Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu do sada je istraživanja ovog tipa radio za tri vodovoda: Kikinda, Banja Luka i Zrenjanin[5,6,7,8]. U sva tri slučaja rezultat istraživanja je optimalna tehnologija prerade vode za piće. Pilot-postrojenja koja su korištena u radu ostala su u vlasništvu pomenutih vodovoda. Međutim, mišljenja smo da nema potrebe da svaka lokalna zajednica kojoj je potreban pilot za pronalaženje optimalne tehnologije i sama poseduje takav pilot u vlasništvu i da jedan od strateških ciljeva pokrajine treba da bude pomoć u stvaranju pomenutog univerzalnog pokretnog pilot postrojenja kojim će se moći vršiti ispitivanja na različitim mestima, prema prioritetu i potrebi za sve stanovnike na teritoriji Vojvodine. On bi bio dovoljno kompleksan da omogući ispitivanje svih postojećih tehnologija i optimalnih procesnih kombinacija. Na osnovu njih bile bi definisane optimalne tehnologije za svaki tip izvorišta i omogućena tačnija procena investicija za izradu modernih fabrika za preradu vode. Takođe, kasnija unapređenja i rešavanje problema u praksi takođe bi bila olakšana, jer istraživanjem problema na pilotu relativno brzo (od 6 meseci do 1-3 godine u zavisnosti od kompleksnosti zadatka) dolazi se do sigurnih i kvalitetnih rešenja.

Ovakvim pristupom bio bi jasno trasiran put razvoja oblasti vodosnabdevanja kod nas, ojačani istraživački i inovacioni kapaciteti koji bi sa novim investicijama u oblasti doprineli daljem razvoju pokrajine.

13.2. Formiranje „Centra za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda”

Imajući sve prethodno navedene probleme u vidu u vezi sa kvalitetom i stanjem u oblasti vodosnabdevanja i potrebama u smislu razvoja AP Vojvodine smatramo da je neophodno stvoriti uslove za formiranje inkubatora poslovnih kompanija u ovoj oblasti. Domaće kompanije u ovoj oblasti su jako retke u smislu da se bave proizvodnjom opreme i njenom ugradnjom, a posebno razvojem, što je pre svega posledica loše prakse u zaštiti voda, u preradi voda za piće i generalno veoma lošeg stanja u oblasti voda. Razvoj jedva da i postoji i na nivou je pojedinačnih primera studija izvodljivosti ili projekata pilot postrojenja u dva grada posle kojih se ništa značajno u pogledu investicija nije dogodilo. Pojedine lokalne zajednice pokušavaju da unaprede stanje, ali nema sinhronizovanog pristupa problemu između organa vlasti i zainteresovanih zajednica. To pre svega znači da je neophodno stvoriti materijalnu osnovu razvoja u smislu kompletne mobilizacije domaćih resursa.

---

[5] Istraživačko poluindustrijsko (Pilot) postrojenje za pripremu vode za piće u Kikindi, *Prirodno-matematički fakultet - Institut za hemiju*, Novi Sad, 1998

[6] Istraživačko poluindutrijsko (Pilot) postrojenje za pripremu vode za piće za Kikindu, III faza, *Prirodno-matematički fakultet - Institut za hemiju*, Novi Sad, 2002.

[7] Istraživačko poluindustrijsko postrojenje za pripremu vode za piće iz površinskih voda (reka Vrbas), Banja Luka, 2004.

[8] Arsenic and pesticide removal from natural water by an effective, safe and compact-sized separation system, EUREKA projekat, Prirodno-matematički fakultet - Departman za hemiju u saradnji sa ELKEDE Technology and Design Centre S.A. - Greece, ENNEA Enter Per Le Nuove Technologie L’energia E L’ambiente - Italy, LIMNOS Company for applied ecology - Slovenia, ECOIND National Research and Development Institute for Industrial Ecology - Romania i JKP Vodovod i kanalizacija, Zrenjanin. (Uklanjanje arsena i pesticida iz prirodnih voda efikasnim, bezbednim i kompaktnim separacionim sistemom)

„Centar za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda” koji bi bio formiran pri univerzitetu idealna je sredina, pre svega zbog razvoja u oblasti koje je neophodno propratiti nizom obrazovnih, naučnih i inovativnih aktivnosti. S druge strane, na Univerzitetu već postoje razvijene grupe koje se bave pojedinim oblastima iz vodosnabdevanja i zaštite voda. To bi bilo veoma korisno i za preduzetnike i ekonomsko jačanje Pokrajine pod uslovom da se propisi u oblasti do kraja zaokruže i usaglase sa evropskim propisima. Onog momenta kada se stvore uslovi za značajne investicije u oblasti vodosnabdevanja i zaštitu voda, očekuje se i razvoj kompanija iz oblasti proizvodnje opreme za vodosnabdevanje i zaštitu voda. To će značiti i stvaranje novih radnih mesta, mogućnosti saradnje sa stranim kompanijama, pokretanje proizvodnje opreme u domaćim uslovima i njena ugradnja. Stvoriće se potreba za uslugama konsaltinga odnosno razvoja u celoj oblasti, što zahteva razvoj i u oblasti obrazovanja i davanja intelektulanih usluga.

Kako je razvoj novih poslova okosnica budućeg ekonomskog razvoja regije, a strateški cilj AP Vojvodine razvoj poslovne saradnje na relaciji privreda-obrazovanje-nauka, neophodno je za početak formirati jezgro ovakvog „Centra“ u vidu inovacionog ili istraživačko-razvojnog centra prema Zakonu o inovacionoj delatnosti (Sl. Glasnik RS, 110/05), gde između ostalog autonomna pokrajina, jedinice lokalne samouprave, naučno-istraživačke institucije i praktično sva zainteresovana pravna i fizička lica mogu biti osnivači i suosnivači ovakve jedne inovacione organizacije. Zajedno sa nosiocima zakonodavne i izvršne vlasti ona bi bila zamajac u pogledu razvoja biznisa u oblasti vodosnabdevanja i zaštite voda. Iniciranje i upošljavanje domaće pameti i mobilizacija postojećih malih i srednjih preduzeća koja već postoje, kao i stvaranje novih kompanija, moguće je izvršiti samo paralelnom akcijom u smislu: zakonskog regulisanja u skladu sa međunarodnim normama i sopstvenim potrebama i upotrebom već postojeće infrastrukture i ljudskih resursa koji postoje na Univerzitetu i u institucijama koja vrše kontrolu kvaliteta i upravljanje vodama.

Novoformirani Centar bi vršio implementaciju strateških opredeljenja pokrajine u oblasti vodosnabdevanja i zaštite voda, obavljao primenjena i razvojna istraživanja, primenjivao naučne rezultate i tehnološke procese za razvoj tehnologija u pripremi vode za piće, za preradu i odvođenje otpadnih voda i za razvoj sistema integrisanog upravljanja vodama. Radom Centra brzo bi se stekli uslovi za upošljavanje postojećih preduzeća i stvaranje novih u ovoj oblasti koje bi ulaskom u aranžmane sa Centrom mogle da ostvare infrastrukturnu podršku razvojno-istraživačkog, odn. inovacionog centra i nakon nekoliko godina izađu osnažene kako na lokalno, tako i na regionalno tržište.

Zaključak:

Obim poslova koji se moraju u oblasti vodosnabdevanja i zaštite voda u budućnosti uraditi nedvosmisleno ukazuje da je neophodno oformiti instituciju u okviru planiranog Naučno-tehnološkog parka na Univerzitetu u Novom Sadu (napr. *Centar za razvoj vodosnabdevanja i zaštitu voda*) koja bi se na nivou Pokrajine bavila poslovima istraživanja, planiranja i razvoja i kroz svoje aktivnosti objedinjavala sve aktere na terenu u oblasti vodosnabdevanja i zaštite voda. Pri tome je neophodno koristiti već postojeće resurse (unutrašnji potencijal) Univerziteta u Novom Sadu (kadar i opremu), lokalnih i pokrajinskih organa Uprave. **Za formiranje „Centra za razvoj vodosnabdevanja i zaštite voda” potrebno je sačiniti poseban eleborat**.

14. PROCENA TROŠKOVA ZA SPROVOĐENJE STRATEGIJE ODRŽIVOG RAZVOJA VODOVODA I KANALIZACIJE U AUTONOMNOJ POKRAJINI VOJVODINI

Prilikom izrade procene troškova za sprovođenje strategije održivog razvoja vodovoda i kanalizacije u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini pošli smo od ciljeva razvoja koje je potrebno postići u jednom dugoročnom periodu. Dati ciljevi u zavisnosti od raspoloživih finansijskih resursa i utvrđenih prioriteta mogu biti ostvareni u roku do 20 godina, a sastoje se od:

- razvoja evropskog koncepta javnih servisa vodovoda i kanalizacije,
- zadovoljenja potreba stanovništva za vodom,
- obezbediti kvalitet vode za piće prema Direktivi 98/93 EC,
- obezbediti prečišćavanje gradskih otpadnih voda u saglasnosti sa Direktivom 91/271/EEC,
- unapređenje pristupa informacijama, obrazovanja i svesti stanovništva da treba da štedi vodu,
- institucionalna i zakonska regulativa povezana sa Evropskom unijom, u pogledu razmene ideja i rešenja, itd.
- razvoj naučnog istraživanja u pogledu integralnog upravljanja u oblasti voda, u cilju uvođenja tehničkih i naučnih programa i obezbeđenja zaštite životne okoline,
- stalni monitoring parametara sistema za snabdevanje vodom i odvođenja otpadnih voda, koji obezbeđuje kvalitet usluga,
- izrada instrukcija i stalnog obrazovnog programa poboljšanja pružanja usluga,
- kontakti sa javnošću i njeno podsticanje da zajedno sa nadležnim institucijama zaduženim za snabdevanje vodom identifikuje projekte i definiše politiku u oblasti snabdevanja vodom i odvođenjem otpadnih voda,
- regionalna i međunarodna saradnja na polju snabdevanja pijaćom vodom i odvođenja otpadnih voda,
- kontrolisano otvaranje tržišta za usluge snabdevanja vodom i odvođenje otpadnih voda i stimulisanje konkurencije u ovoj oblasti,
- zaštita životne sredine uz održivi razvoj.

Postizanje ovih visokih ciljeva postavila je pred sebe svaka od zemalja Jugoistočne Evrope koja je kandidat za člana ili je postala član Evropske Unije u svojim strateškim dokumentima. Institucije zadužene za ovu oblast u Republici Srbiji i Gradu Beogradu postavile su iste ciljeve u strateškim dokumentima a na isti način i AP Vojvodina treba da izradi strategiju vodosnabdevanja, odvođenja i prečišćavanja otpadnih voda.

14.1. Polazne osnove

Polazne osnove koje su uzete u obzir kod procene potrebnih investicija u oblasti snabdevanja vodom za piće, odvođenjem i prečišćavanjem otpadnih voda su:

a) Rok za usaglašavanje sa direktivama Evropske Unije za vodu i otpadnu vodu je do 20 godina, sa početkom od 2008. godine (ovo je najraniji rok obzirom na status Republike Srbije u procesu pridruživanja EU, ali bi sve nove investicije trebalo započinjati u skladu sa standardima EU kako ne bi dolazilo do dupliranja troškova).

b) Broj stanovnika je odlučujući faktor u proračunu potrebnih finansijskih sredstava za investicije u vodovod i kanalizaciju. Polazna osnova su podaci iz Popisa stanovništva 2002. godine po kome na teritoriji Autonomne Pokrajine Vojvodine živi 2.031.992 stanovnika, od čega:

   - u gradskim naseljima živi 1.014.231 stanovnik,
   - u seoskim naseljima živi 1.017.761 stanovnik.

Klasifikacija urbanih naselja prema broju stanovnika je sledeća:

Kategorija	Kriterijum broj stanovnika	Broj naselja	Ukupan broj stanovnika	% uk. broja stanovnika	% u odn. na urbana naselja
Grad i velika naselja	preko 100.000	2	291.386	14,34	28,73
Naselja kateg. 1-3	preko 20.000	12	488.861	24,06	48,20
Mala naselja	ispod 20.000	35	233.984	11,51	23,07
Ukupno urbana naselja		49	1.014.231	49,91	100,00
Ukupno stanovnika AP Vojvodine			2.031.992	100,00	

U AP Vojvodini ima 417 seoskih naselja u kojima živi od 100 do 6.000 stanovnika i osnovna delatnost je poljoprivreda.

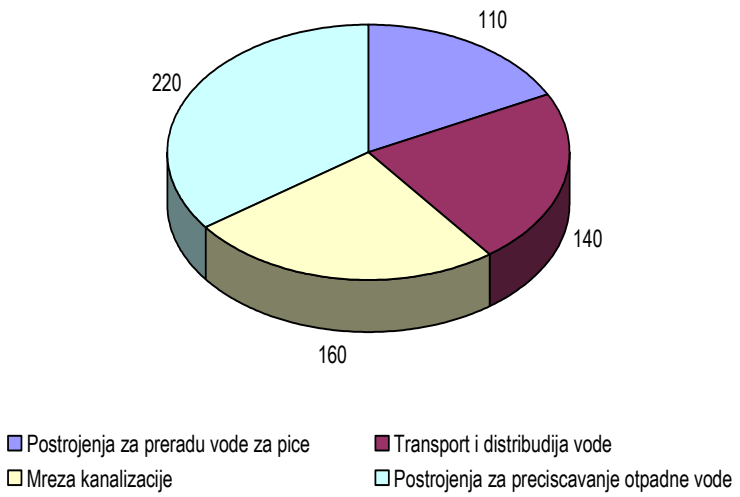
AP Vojvodina spada u gusto naseljena područja sa 94 stanovnika po m^2.

c) Prema vrsti vodovoda i kanalizacije koje koriste, ukupno stanovništvo, možemo razvrstati na tri kategorije, i to:
   - korisnici gradskih vodovoda sa više naselja i kanalizacijom 619.468 stanovnika,
   - korisnici lokalnih-mesnih vodovoda bez kanalizacije 1.325.602 stanovnika,
   - bez vodovoda 86.922 stanovnika.

d) Ukupno potrebne investicije su procenjene na osnovu specifičnih indikatora, izračunatih kao odnos između vrednosti investicionih potreba za modernizaciju sistema i broja stanovnika. Izvor podataka je „Strategija održivog razvoja vodovoda i kanalizacije – Rumunija 2025“, metodologije i preporuke za procenu troškova usaglašavanja sa EU normama.

14.2. Procena investicija potrebnih za vodovod i kanalizaciju u urbanim sredinama

Analiza rezultata projekata čija je realizacija u toku i odobrenih studija izvodljivosti pokazuju sledeće specifične vrednosti investicija potrebnih za izgradnju, rehabilitaciju i modernizaciju postojećih kapaciteta u urbanim sredinama, izražene u EUR po stanovniku:



Imajući u vidu prethodne podatke, ukupan iznos investicija za izgradnju, rehabilitaciju i modernizaciju postojećih sistema za snabdevanje vodom i kanalizaciju u gradskim naseljima iznosi:

Broj stanovnika	Vrsta investicije	Specifična vrednost (€/stanovnik)	Ukupna investicija (€)
1.014.231	***VODOVOD***	***250***	***253.557.750***
	KANALIZACIJA	***380***	***385.407.780***
	UKUPNO:	***630***	***638.965.530***

Ukupna suma potrebnih investicija za izgradnju, rehabilitaciju i modernizaciju vodovoda i kanalizacije u urbanim naseljima a u skladu sa evropskim standardima iznosi 639 miliona EUR. Ukoliko pretpostavimo ravnomerno investiranje u projektovanom roku od 20 godina, srednja godišnja vrednost ulaganja iznosi 32,0 miliona EUR.

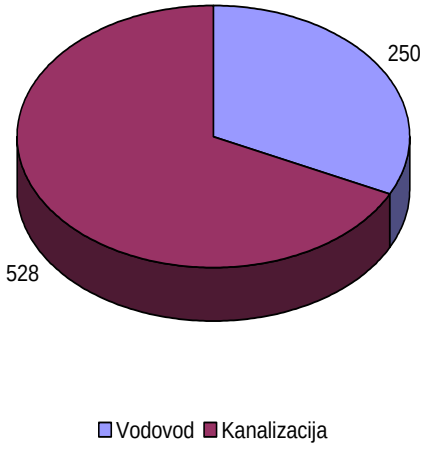
14.3. Procena investicija potrebnih za vodovod i kanalizaciju u ruralnim sredinama

Specifična vrednost investicija za vodovod i kanalizaciju u ruralnim sredinama veća je u odnosu na urbane sredine iz sledećih razloga:

- u ruralnim sredinama snabdevanje vodom vrši se putem lokalnih - mesnih vodovoda bez postrojenja za prečišćavanje vode,
- kanalizacija, kao zatvoreni kanalski sistem za odvođenje otpadnih voda, u ruralnim sredinama gotovo da ne postoji, otpadne vode prihvataju se u septičke jame koje su u većini propusne i funkcionišu kao „upojne jame“,
- 8,5% stanovništva u ruralnim naseljima nema vodovod.

Prilagođavanje ruralnih naselja evropskim standardima u oblasti vodovoda i kanalizacije zahteva vremenski period od 20 godina i to zbog velikog broja seoskih naselja (417), nepostojanja projekata za izgradnju vodovoda i kanalizacije, kao i povezivanja na regionalne sisteme za snabdevanje zdravom pijaćom vodom i izgradnje uređaja za prečišćavanje otpadnih voda u više faza.

Specifične investicije po stanovniku u EUR za izgradnju vodovoda i kanalizacije u ruralnim naseljima iznose:



Imajući u vidu prethodne podatke, ukupan iznos investicija za izgradnju sistema za snabdevanje vodom i kanalizaciju u ruralnim naseljima iznosi:

Broj stanovnika	Vrsta investicije	Specifična vrednost (€/stanovnik)	Ukupna investicija (€)
1.017.761	Snabdevanje vodom za piće	250	254.440.250
	Kanalizacija i PPOV	528	537.377.808
	UKUPNO:	***778***	***791.818.058***

Ukupna suma potrebnih investicija za izgradnju vodovoda i kanalizacije u ruralnim naseljima a u skladu sa evropskim standardima iznosi 792 miliona EUR. Ukoliko pretpostavimo ravnomerno investiranje u projektovanom roku od 20 godina, srednja godišnja vrednost ulaganja iznosi 39,6 miliona EUR.

14.4. Procena ukupnih investicija za vodovod i kanalizaciju

Ukupna vrednost investicija za izgradnju, rehabilitaciju i modernizaciju javnog servisa za snabdevanje vodom, odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda na osnovu prethodnih kalkulacija iskazanih u Eurima iznosi:

- vodovod i kanalizacija u urbanim naseljima 638.965.530
- vodovod i kanalizacija u ruralnim naseljima 791.818.058

U K U P N O: 1.430.783.588

Uzimajući u obzir sadašnje stanje i vreme potrebno za realizaciju ovih investicija, godišnji prosek potrebnih finansijskih sredstava iz svih potencijalnih izvora finansiranja u narednih 20 godina za Autonomnu Pokrajinu Vojvodinu iznosi 71,5 miliona Eura.

Iskazana kalkulacija, dokazaće svoju realnost u toku realizacije projekta, međutim odstupanja će biti mala jer su se kao takva pokazala i u okruženju. Svakako, iskazane vrednosti mogu poslužiti kao polazna osnova za izradu strategije održivog razvoja vodovoda i kanalizacije u AP Vojvodini i rasporeda sredstava iz kojih će se finansirati planirani objekti.

Obelodanjivanje investicionih potreba na ovako visokom nivou može da obezbedi rast i razvoj celokupnog regiona a posebno industrije, sektora usluga u svim oblastima i zapošljavanja koja prate ovako velike investicione poduhvate na dugi rok, tu podrazumevamo projektovanje, proizvodnju vodovodnog i kanalizacionog materijala (cevi, zatvarači, spojnice, vodomeri itd.), građevinska operativa, građevinske mašine, proizvodnja betona i asfalta, zaštitne opreme i niz drugih proizvodnji i usluga. Činjenica da u našoj zemlji gotovo da nema odgovarajuće proizvodnje navedenih materijala i da se skoro sve uvozi (primer: rekonstrukcija vodovoda u Beogradu, Novom Sadu i Nišu) otvara mogućnost da se privuku odgovarajući strani investitori-proizvođači kvalitetnog materijala, što se i dogodilo u drugim zemljama u tranziciji, čime bi snizili troškove izgradnje a uposlili domaće kapacitete. Jedna od veoma značajnih mera bilo bi uvođenje odgovarajućih standarda u projektovanje, podrazumevajući prvenstveno odabir materijala za izgradnju. Uključivanje nauke i struke i primena standarda po svim ključnim pitanjima je neophodno radi sprovođenja ovako krupnih investicionih poduhvata što treba da dovede do tipizacije projekata, materijala, izvođenja i nadzora radova.

14.5. Modeli finansiranja investicija u sektoru vodovoda i kanalizacije na teritoriji Autonomne Pokrajine Vojvodine

Postoji više modela za finansiranje izgradnje sistema vodovoda i kanalizacije koji se u ranijem vremenu uglavnom manifestovao u kombinaciji državnog finansiranja, od lokalne samouprave do republike u zavisnosti od značaja objekta i samodoprinosa građana. U novije vreme finansiranje investicija u sektoru vodovoda i kanalizacije pomera se ka

kreditnom zaduživanju komunalnih preduzeća i lokalnih samouprava, međunarodnim donacijama, postoje ideje o privatizaciji komunalnih sistema i izgradnji kapitalnih objekata putem koncesija, za koje postoji pravni osnov ali još nisu pokrenute u ovoj oblasti. Tokom 2006. i 2007. godine u finansiranje investicija u ovom sektoru uključuje se značajno Nacionalni investicioni program koji se realizuje sa nivoa Republike Srbije a u drugoj polovini 2007. godine na teritoriji AP Vojvodine kreće sa radom Fond za kapitalne investicije koji takođe predviđa velika finansijska sredstva za ove namene.

Analiza trenutne situacije na terenu pokazuje da lokalne samouprave sa svojim komunalnim preduzećima konkurišu sa istovetnim projektima kod više potencijalnih investitora, da dugoročno planiranje sa verifikovanim i usvojenim planovima razvoja vodosnabdevanja, odvođenja i prečišćavanja otpadnih voda gotovo ne postoji kod preduzeća zaduženih za te poslove a upravo oni treba da budu nosioci investicionih aktivnosti. Svakako da je u realizaciji ovakvih poslova potrebna savršena koordinacija i organizacija rada između svih zainteresovanih strana kako se raspoloživi resursi ne bi bespotrebno rasipali.

Uzimajući u obzir napred iznete činjenice i finansijske pokazatelje, smatramo da je moguće primeniti model finansiranja investicija u kome se deli učešće u finansiranju između svih zainteresovanih učesnika, čime se podiže odgovornost i povećava kontrola utroška sredstava a što se primenjuje kao model finansiranja u zemljama EU. Trenutno zainteresovani učesnici, ne računajući potencijalne privatne investitore, sredstva iz strukturnih fondova Evropske unije i međunarodne finansijske institucije, su AP Vojvodina preko Fonda za kapitalne investicije – lokalne samouprave odnosno 45 opština – lokalna komunalna preduzeća koja upravljaju i održavaju postojeće sisteme vodovoda i kanalizacije – građani korisnici usluga vodovoda i kanalizacije.

Investiciona ulaganja potrebna za izgradnju sistema vodovoda i odvođenja i prečišćavanja otpadnih voda po stanovniku na godišnjem nivou iznose:

- za urbana naselja 31,5 EUR;
- za ruralna naselja 36,9 EUR;

Prosečna godišnja vrednost investicionog ulaganja po stanovniku u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini u narednih 20 godina treba da iznosi 35,2 EUR.

Procentualno učešće u investiranju između zainteresovanih učesnika ovim modelom nije fiksirano, svakako treba da zavisi od razvijenosti svake pojedine opštine, finansijskog stanja komunalnih preduzeća i utvrđenih prioriteta. Precizniju raspodelu udela u finansiranju investicija nije moguće izračunati obzirom da nije poznat finansijski kapacitet učesnika. Početno utvrđeni odnosi mogu da se menjaju kroz vreme u zavisnosti od finansijske moći i uključivanja novih zainteresovanih učesnika u finansiranju investicija.

ANEKSI

A.1. KRATKI PRIKAZI PROJEKATA VEZANIH ZA VODOSNABDEVANJE POJEDINIH REGIONA U AP VOJVODINI

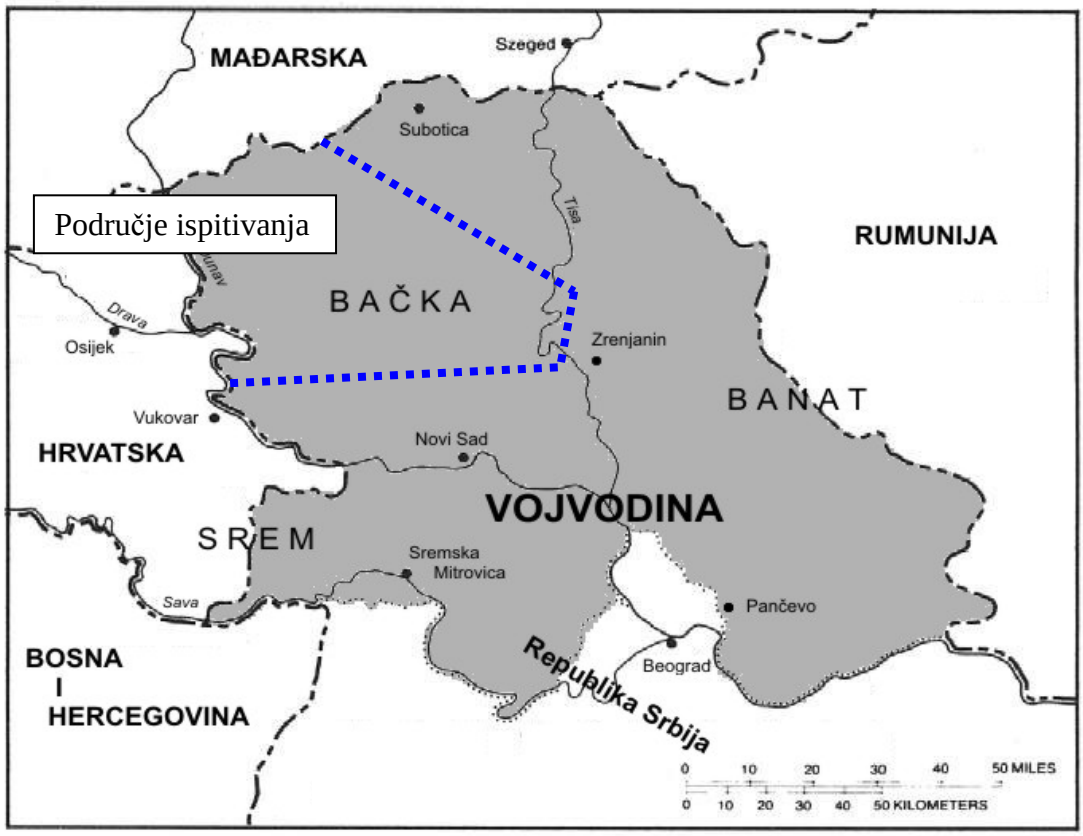
A.2. PROCENA TROŠKOVA PRIPREME VODE

A1. KRATKI PRIKAZI PROJEKATA VEZANIH ZA VODOSNABDEVANJE POJEDINIH REGIONA U AP VOJVODINI

A.1.1. REZIME STUDIJE IZVODLJIVOSTI "ODRŽIVA REŠENJA NA UNAPREĐENJU KVALITETA VODA ZA PIĆE SA POVIŠENIM SADRŽAJEM ARSENA U TRI VOJVOĐANSKA REGIONA"

A.1.1.1. Knjiga I: Generalni pregled

Studija izvodljivosti sa nazivom «Održiva rešenja za poboljšanje kvaliteta pijaće vode zagađene arsenom u tri regiona Vojvodine» (u daljem tekstu: Studija) je pripremljena kao predlog nalaženja rešenja za probleme vodosnabdevanja u Vojvodini, bazirana na pilot regionu Zapadne Bačke (u daljem tekstu: pilot region), predstavljenom na slici 77.



Slika 77. Pilot područje u Zapadnoj Bačkoj

Zadatak Studije je bio i da istraži stanje postojećih sistema za snabdevanje vodom i da pokaže jednu realističnu sliku trenutnog stanja, pružajući tako osnovu za buduće analize. Kod izrade rešenja, Studijom je obuhvaćena detaljna razrada sledećih tema za pilot region: kapaciteti i kvalitet podzemnih voda, efikasnost tretmana vode,

integritet distributivnog sistema, ekonomičnost srazmera i ciljeva, cena vode i tarifni sistem, socioekonomska pitanja i agregacija servisa pijaće vode.

Rezultati hidrogeoloških istraživanja su pokazali da u regionu postoji veoma dobro izvorište (Mesarske livade-Apatin-Budžak) podzemne vode sa maksimalnim kapacitetom od 1,9 m^3/s. Takođe, postoji mogućnost za upoređenje više scenarija za ovu oblast. Izgradnju novih objekata i infrastrukture moguće je uraditi u fazama, a postoji i mogućnost za produžavanje sistema i u Srednju Bačku, pa i dalje u Banat. U proširenom pilot regionu živi 370.293 stanovnika (po popisu 2002.) u sledećim opštinama:

- Pilot region Zapadna Bačka: Sombor, Apatin, Odžaci i Kula sa 219.444 stanovnika
- Južna, Srednja i Istočna Bačka i deo Banata: Bač, Vrbas, Srbobran, Bečej i Novi Bečej, sa 150.849 stanovnika

Sistem je izračunat na osnovu populacije od 370.293 za devet opština sa prosečnom potrošnjom vode od 150 l/dan po stanovniku. Osnovni pilot region se sastoji od četiri opštine zapadne Bačke sa 219.444 stanovnika. Celokupni sistem i varijante rešenja su kalibrirani prema maksimalnim dnevnim potrebama za regularni režim potrošnje, gde su potrebni rezervoari za izjednačenje potrošnje u toku jednog dana. Računska vrednost maksimalne dnevne potrošnje je 123.457 m^3, tj. 1428,9 l/s. Ova količina je uzeta kao osnova za dimenzioniranje vodosnabdevanja i distributivnih objekata. Prosečna potrošnja je nešto niža, i iznosi oko 76.072 m^3/dan, ili 880,5 l/s.

Za svaku varijantu rešenja je potrebno izgraditi adekvatne objekte za tretman vode za piće. Razmatrane su tri varijante rešenja:

- Makro-regionalna varijanta – bazira se na novim resursima podzemne vode kod Dunava,
- Separatna varijanta – korišćenje svih postojećih resursa podzemne vode po naseljenim mestima
- Mikro-regionalna varijanta, povezivanjem nekoliko gradova, opština ili naseljenih mesta sa dve, regionalno zavisne mogućnosti:
    - Korišćenje postojećih podzemnih resursa i nalaženje novih, dodatnih resursa.
    - Nalaženje novih resursa podzemne vode u aluvionu reke Dunav.

A1.1.2. Knjiga II: Podzemni resursi

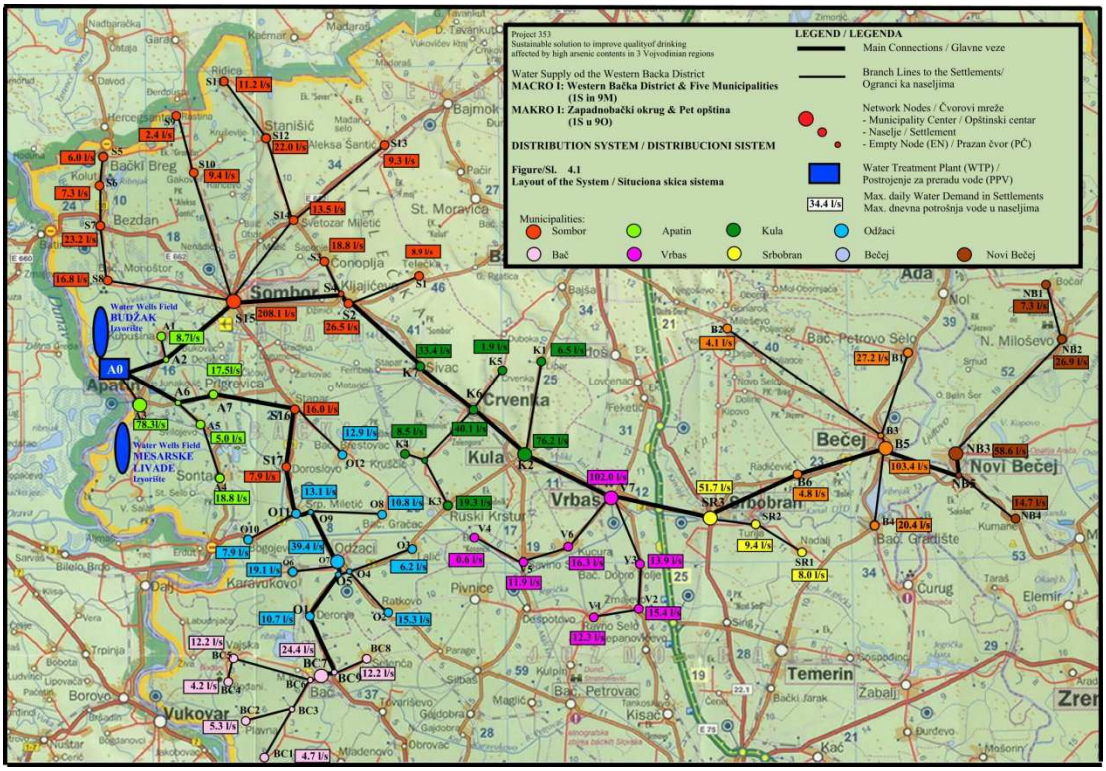
Prva faza istraživanja (izvršena u 2005.), obuhvata studiju na sektorima Budžak i Mesarske Livade, u okruženju Apatina, poslužila je kao podloga za definisanje regionalnog izvorišta. Ovaj resurs vode mogao bi biti centralna tačka vodosnabdevanja Zapadne Bačke kao i primarni izvor za makro-regionalne varijante. Izvedena su i kompleksna istraživanja i hemijske analize podzemnih resursa vode. Ona su ukazala na mogućnost razvijanja resursa vode i do 2 m^3/s (ili oko 160 do 240 l/s po kilometru toka reke), kao i da se ova podzemna voda mora tretirati. Pored ovih rezultata, Knjiga 2 predstavlja i podatke za sve resurse podzemnih voda pilot regiona za izračunavanje investiranja i troškova rada i održavanja separatnog i mikro-regionalnih scenarija. Informacija je u nekim segmentima imala generalni karakter, ali ipak dovoljna za upoređenje sa elementima tretmana i distribucije.

A.1.1.3. Knjiga III: Tretman vode

Knjiga 3 predstavlja različita rešenja (tehnologije), šeme za tretman (fabrike) vode i objekte za šest različitih vrsta sirove vode, a uzima u obzir potrebnu količinu potrošnje vode za makro-, mikro- i separatnu varijantu. Osnovni cilj svih vrsta tretmana jeste proizvodnja dovoljne količine pijaće vode sa zadovoljavajućim kvalitetom, uzimajući u obzir relevantne hemijske analize za amonijak, gvožđe, mangan, organsku materiju i arsen. Da bi se istražila efektivnost neke od tehnologija, neophodno je ispitati rešenja sa pilot postrojenjima pre izrade projekta fabrike vode. Dalje, nakon odabiranja varijante za realizaciju, treba definisati sledeće: resurse podzemnih voda sa adekvatnom količinom i kvalitetom, faze realizacije sistema, program za izradu i osnove reference za projekte kojI će biti realizovani u budućnosti.

A.1.1. 4. Knjiga IV: Distributivni sistem

U Knjizi 4 su razrađene tri varijante rešenja za distributivni sistem:
Makro-regionalna varijanta (tri podvarijante) – jedan sistem vodosnabdevanja (SVS) za četiri ili više opština, kaptiranjem vode iz regionalnih podzemnih izvora u okolini Apatina; jedna centralna fabrika vode (FV). Najveće ulaganje po glavi stanovnika zahtevaju makro-regionalni scenariji kod kojih sistem obuhvata celu teritoriju od devet opština. Sa druge strane, operativni troškovi i održavanje ovih sistema su niski. Na slici 78. Predstavljena je varijanta MAKRO I.

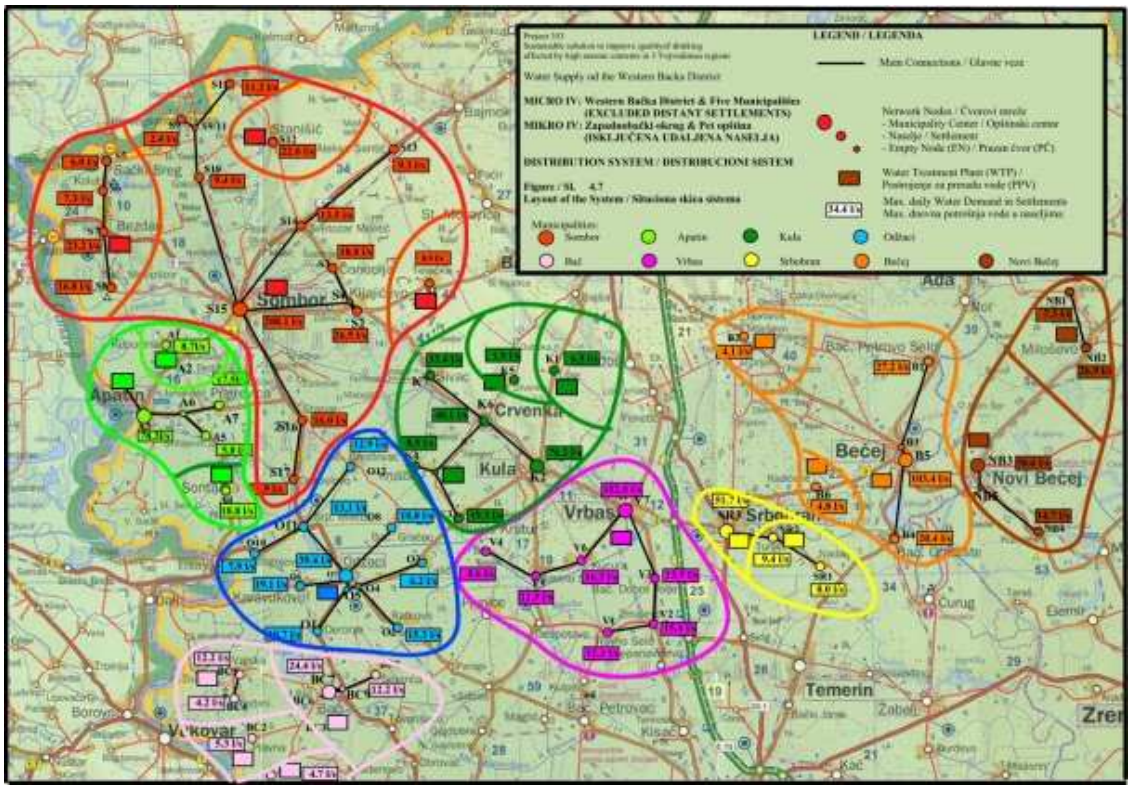


Slika 78. MAKRO I

- Separatna varijanta (jedna varijanta) – svako naselje ima svoj SVS, koji se oslanja na sopstvene resurse vode i lokalne FV. Ova varijanta zahteva najmanje ulaganje, ali su operativni troškovi i održavanje ovih sistema veoma visoki. Na slici 78 pored

MAKRO I predstavljana je i separtana varijanta sa kružićima i maksimalnim dnevnim potrebama naselja.

- Mikro-regionalna varijanta (četiri podvarijante) – regionalni SVS sa FV i resursima vode za svaku opštinu, ili sa jednim resursom vode i jednom FV za najviše tri opštine (oko 100.000 stanovnika). Troškovi investicije, operativni troškovi i održavanje ovih sistema su negde između makro i separatne varijante. Relativno veliki troškovi investicije po glavi stanovnika proizilaze iz velike dužine cevovoda i malog broja stanovnika. Na osnovu ovih zaključaka, razvijena je MIKRO IV varijanta gde naselja sa visokim troškovima povezivanja nisu uključena u regionalni sistem (slika 79). Ova naselja su fizički odvojena od sistema, svako od njih ima svoj lokalni sistem sa resursom vode, tretmanom vode, kao i svoj distributivni sistem, ali organizaciono, oni su predviđeni kao integralni deo mikro-regionalnog sistema kojem pripadaju. Kod ove MIKRO IV varijante, troškovi investicije se redukuju i za 20% u odnosu na ostale mikro varijante.



Slika 79. MIKRO IV, plan sistema

- Uzimajući u obzir loš kvalitet i nedovoljnu količinu vode jugoistočno od Apatina, mogućnost formiranja regionalnog sistema za opštine Odžaci, Kula i Bač, analizirana je u Mikro-varijanti III, koja se oslanja na resurs vode u Apatinu. Opštine Sombor i Apatin nisu uključene u ovaj sistem. One imaju odvojene mikro-regionalne sisteme. Troškovi investicije u ovom slučaju su veliki. Veliki deo investicije je za transport vode od FV u Apatinu do granice sa sistemom (Srpski Miletić).

- Troškovi investicije za osnovne konstrukcije i opremu za distributivni deo sistema su veoma veliki i mogu iznositi čak i više od 50% celokupnih troškova investicije regionalnog sistema.
- Sa druge strane, operativni troškovi i održavanje su najmanji kod makro varijanti i najveći kod separatne varijante a struktura je veoma različita. Participacija za radove za operativne troškove i troškove održavanja iznosi oko: 50% kod MAKRO varijanti, 70-78% kod MIKRO varijanti i 90% kod SEPARATNE varijante.

Makro- i mikro- varijante su projektovane po principu polaganja bazične distributivne mreže tako da one povezuju mesta sa najvećom količinom potrošnje vode. Sistem distribucije vode je planiran tako da se on deli na istočni i južni deo u makro-scenariju. Predviđene su i pumpne stanice koje su neophodne za transport vode duž primarne mreže. Odvojeni rezervoari duž primarne mreže nisu predviđeni, osim u slučajevima gde se postojeći rezervoari koriste na linijama glavnog cevovoda. Lokalne crpne stanice će obezbediti potrebni pritisak za svako naselje pojedinačno (ili za manju grupu naselja), dok će regulacija distribucije vode biti regulisana rezervoarima, npr. vodotornjevi.

A.1.1.5. Knjiga V: Finansijska izvodljivost i socio-ekonomsko sagledavanje

U zavisnosti od odabranih kriterijuma, finansijske i ekonomske analize utiču na razne varijante sistema.

- Prema finansijskim analizama Mikro II se pokazala kao najbolja zbog njene profitabilnosti datom rastu tarifa.
- Sa ekonomske strane, Separatna varijanta predstavlja najveći volumen isplativosti zahvaljuljući velikom broju ekonomskih potencijala, kao što je stvaranje novih radnih mesta.

A.1.2. PRETHODNA STUDIJA IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE REGIONALNOG VODOVODNOG SISTEMA DUBOVAC-ZRENJANIN-KIKINDA

Izgradnja regionalnog vodovodnog sistema Dubovac-Zrenjanin-Kikinda zasniva se na konceptu centralizovanog vodosnabdevanja. Ovom Studijom opravdanosti obuhvaćene su sledeće opštine: Pančevo, Kovačica, Kovin, Opovo, Plandište, Žitište, Zrenjanin, Kikinda, Nova Crnja, Novi Bečej i Sečanj. Dodatno su uzete u razmatranje i najsevernije opštine Novi Kneževac i Čoka. Razmatrane varijante regionalnog sistema vodosnabdevanja obuhvataju svih 13 opština ili manje, u zavisnosti od potreba i zainteresovanosti subjekata za priključenje.

Koncept regionalnog sistema Dubovac-Zrenjanin-Kikinda je zahvatanje vode sa potencijalnog izvorišta Kovin-Dubovac koja se nakon prerade u PPV-u dalje distribuira ka opštinama koje su obuhvaćene ovom Studijom. Regionalno izvorište podzemnih voda formiralo bi se u branjenom području rejona Kovin-Dubovac, u zaleđu nasipa za odbranu od visokih voda Dunava. Predviđeno je da izvorište sačinjavaju maksimalno 30 bunara sa horizontalnim drenovima, na međurastojanju od 400 m. Broj bunara zavisi od usvojene regionalne varijante vodosnabdevanja odnosno odgovarajućih potreba za vodom. Linija bunara nalazi se na min 100 m od nasipa za odbranu od velikih voda. Bunarski niz bi počinjao u blizini postojeće CS »Vrba« a završavao bi se oko 12 km uzvodno. Projektovano je da se u bunare utisnu po 4 horizontalna drena, dužine između

40 i 50 m po drenu. Kapacitet bunara dobijen je hidrodinamičkim proračunima za zadate kote nivoa između bunara (oko 65,00 mnm) i veličine je oko 80 l/s. Bunari su opremljeni sa po 2 crpke, kojima se voda direktno potiskuje na postrojenje za tretman. Opremanje bunara zasebnim crpnim agregatima je povoljno sa aspekta sigurnosti sistema: ispad jednog ili više bunara ne ugrožava kaptiranje vode sa ostalih objekata.

Kapacitet postrojenja za prečišćavanje vode Kovin-Dubovac je cca 2,5 m^3/s. Na osnovu kvaliteta vode, kao i iskustava pri izgradnji sličnih sistema, definisan je proces prečišćavanja vode, koji obuhvata sledeće faze: aeracija, retenzija, filtracija i dezinfekcija.

Cevovodi su dimenzionisani na maksimalne dnevne potrebe za vodom (Q = 2400 l/s). U ovoj studiji se pošlo od toga da se voda cevovodom dovodi do samog naselja u danu maksimalne dnevne neravnomernosti, a časovna neravnomernost se pokriva rezervoarima u naseljima.

Pumpne stanice su dimenzionisane na zahtevani protok i visinu dizanja. Za pumpne stanice koje se nalaze neposredno pored rezervoara nije određivana zapremina crpilišta jer zapremina rezervoara ima i ulogu crpilišta.

Rezervoari su projektovani kao "prekidni" čvorovi do kojih se voda dovodi regionalnim cevovodom. Rezervoari su podeljeni na: rezervoare koji služe za dnevne potrošnje i crpilišta koja se nalaze u okviru crpnih stanica.

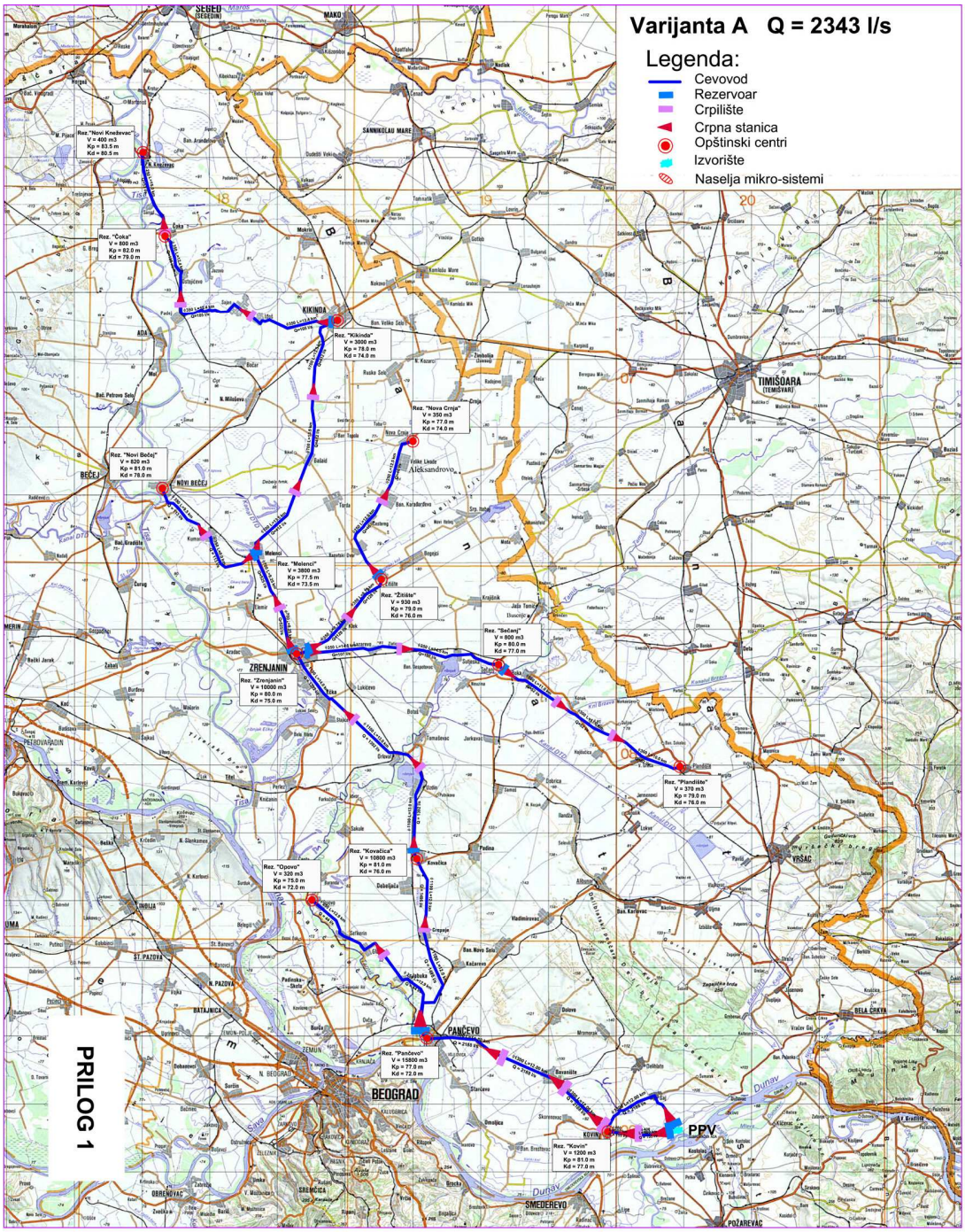
Analizirano je pet varijanti vodosnabdevanja Banata.

U tabeli 51 dat je kratak prikaz predloženih varijanti vodosnabdevanja predmetnog područja, a na slikama od 80-84 su prikazane trase razvodne vodovodne mreže za te varijante.

Tabela 51. *Prikaz varijanti vodosnabdevanja opšiina obuhvaćenih Studijom*

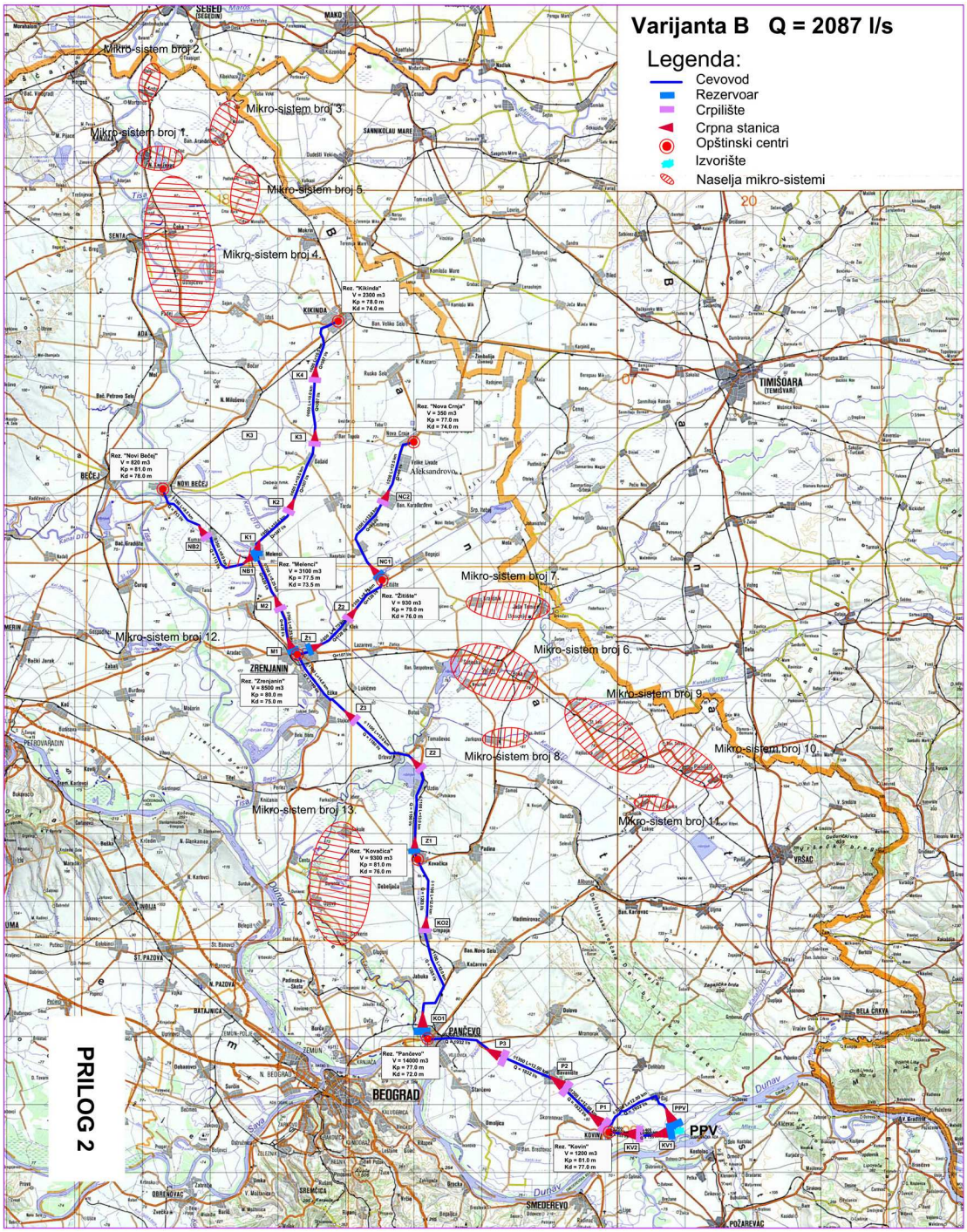
Varijanta	Količina vode	Dužina razvodne mreže	Opštine obuhvaćene varijantnim rešenjem
Varijanta A	Q = 2343 l/s	L = 384 km	Kovin, Pančevo, Zrenjanin, Opovo, Kovačica, N.Bečej, Kikinda, Čoka, N.Kneževac, Sečanj, Plandište, Žitište, N.Crnja.
Varijanta B	Q = 2087 l/s	L = 245 km	Kovin, Pančevo, Zrenjanin, N.Bečej, Kikinda, Žitište, N.Crnja.
Varijanta C	Q = 1894 l/s	L = 384 km	Kovin, Pančevo (200 l/s), Zrenjanin, Opovo, Kovačica, N.Bečej, Kikinda, Čoka, N.Kneževac, Sečanj, Plandište, Žitište, N.Crnja.
Varijanta D	Q = 1262 l/s	L = 384 km	Kovin, Pančevo (200 l/s), Opovo, Kovačica, N.Bečej, Kikinda, Čoka, N.Kneževac, Sečanj, Plandište, Žitište, N.Crnja.
Varijanta E	Q = 1006 l/s	L = 245 km	Kovin, Pančevo (200 l/s), Kovačica, N.Bečej, Kikinda, Žitište, N.Crnja.

Varijanta A. U proračunu ove varijante se ušlo sa pretpostavkom da će voda biti isporučena do svih potrošača (trinaest opština) koji su obuhvaćeni ovom Studijom. Ukupna količina vode sa kojom se ušlo u proračun iznosi Q = 2343 l/s. Ukupna dužina razvodne mreže iznosi 384 km. Sistem je razgranat i sastoji se od primarnog i sekundarnih cevovoda. Primarni cevovod se prostire u dužini od 168,5 km dok dužina sekundarnih cevovoda iznosi 215,5 km i povezuje ostale opštine koje su obuhvaćene ovom Studijom (slika 80).



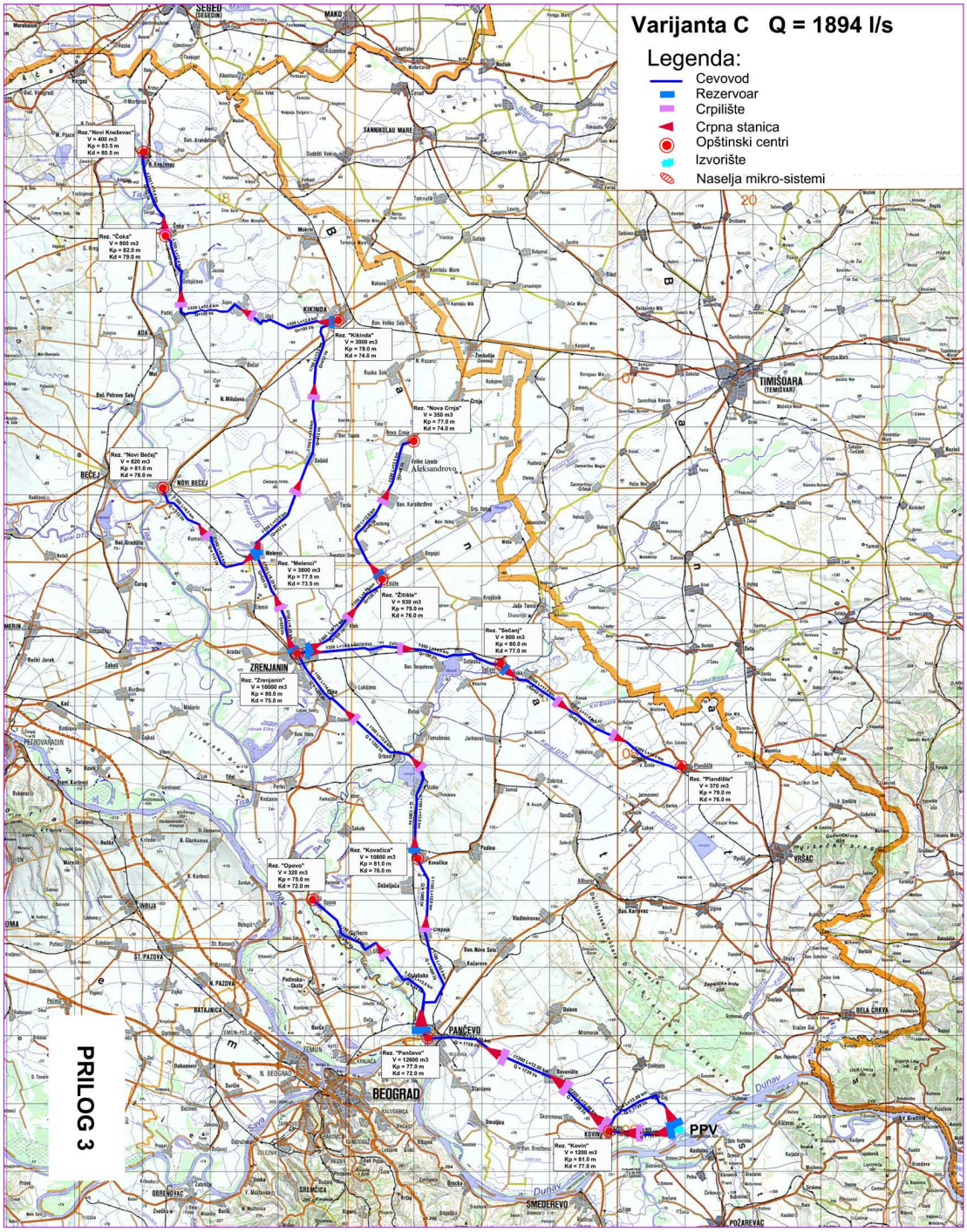
Slika 80. Varijanta A

Varijanta B. Varijanta B podrazumeva snabdevanje vodom osam opština koje su obuhvaćene ovom Studijom. Ukupna količina vode sa kojom se ušlo u proračun iznosi Q = 2087 l/s. Ukupna dužina razvodne mreže iznosi 245 km. Sistem je razgranat i sastoji se od primarnog i sekundarnih cevovoda. Primarni cevovod se prostire u dužini od 168,5 km dok dužina sekundarnih cevovoda iznosi 76,5 km i povezuje ostale opštine koje su obuhvaćene ovom Studijom (slika 81).



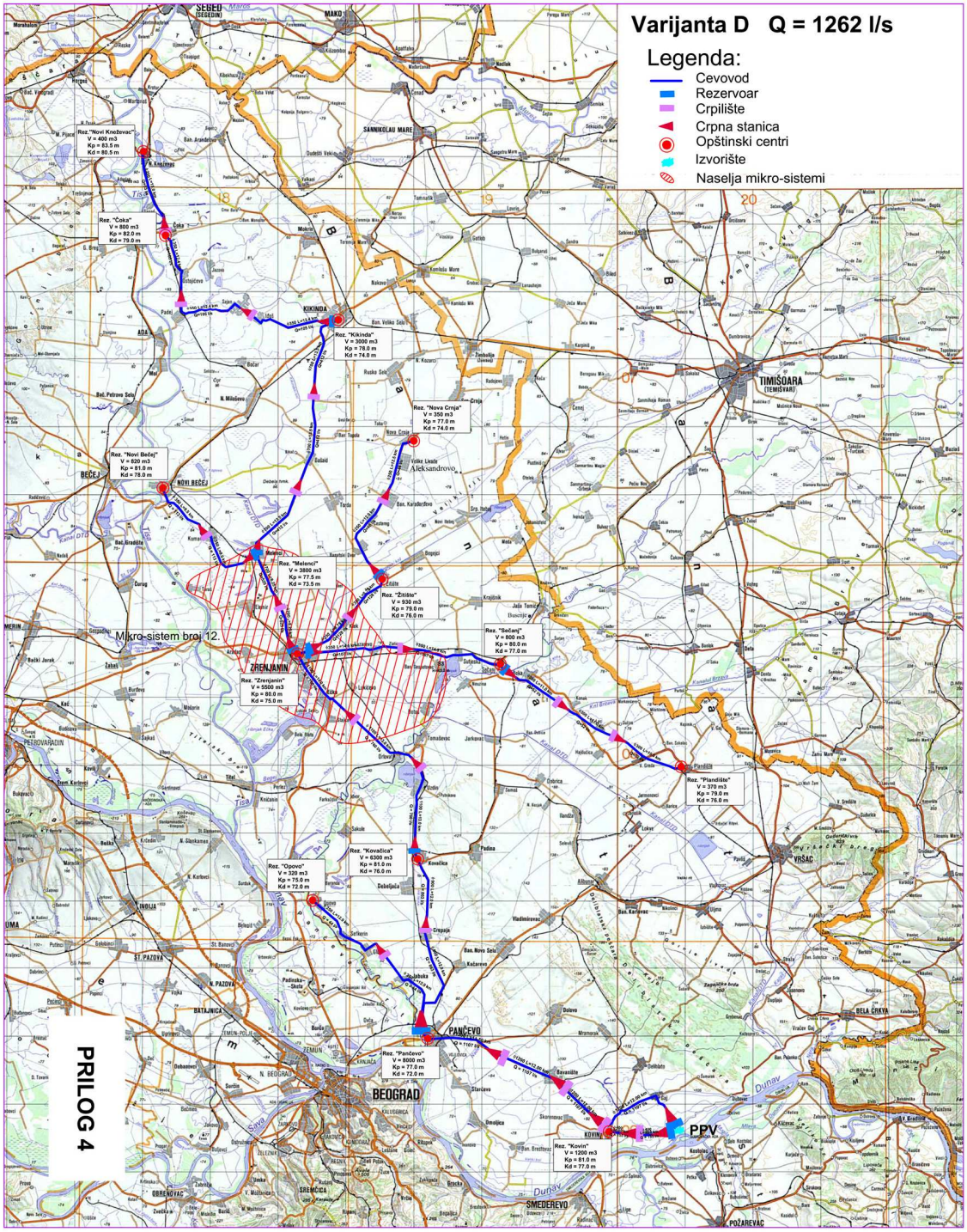
Slika 81. Varijanta B

Varijanta C. Varijanta C podrazumeva snabdevanje vodom svih trinaest opština koje su obuhvaćene ovom Studijom. U odnosu na varijantu A ovde je opštini Pančevo dodato 200 l/s. Ukupna količina vode sa kojom se ušlo u proračun iznosi Q = 1894 l/s. Ukupna dužina razvodne mreže iznosi 384 km. Sistem je razgranat i sastoji se od primarnog i sekundarnih cevovoda. Primarni cevovod se prostire u dužini od 168,5 km dok dužina sekundarnih cevovoda iznosi 215,5 km i povezuje ostale opštine koje su obuhvaćene ovom Studijom (slika 82).



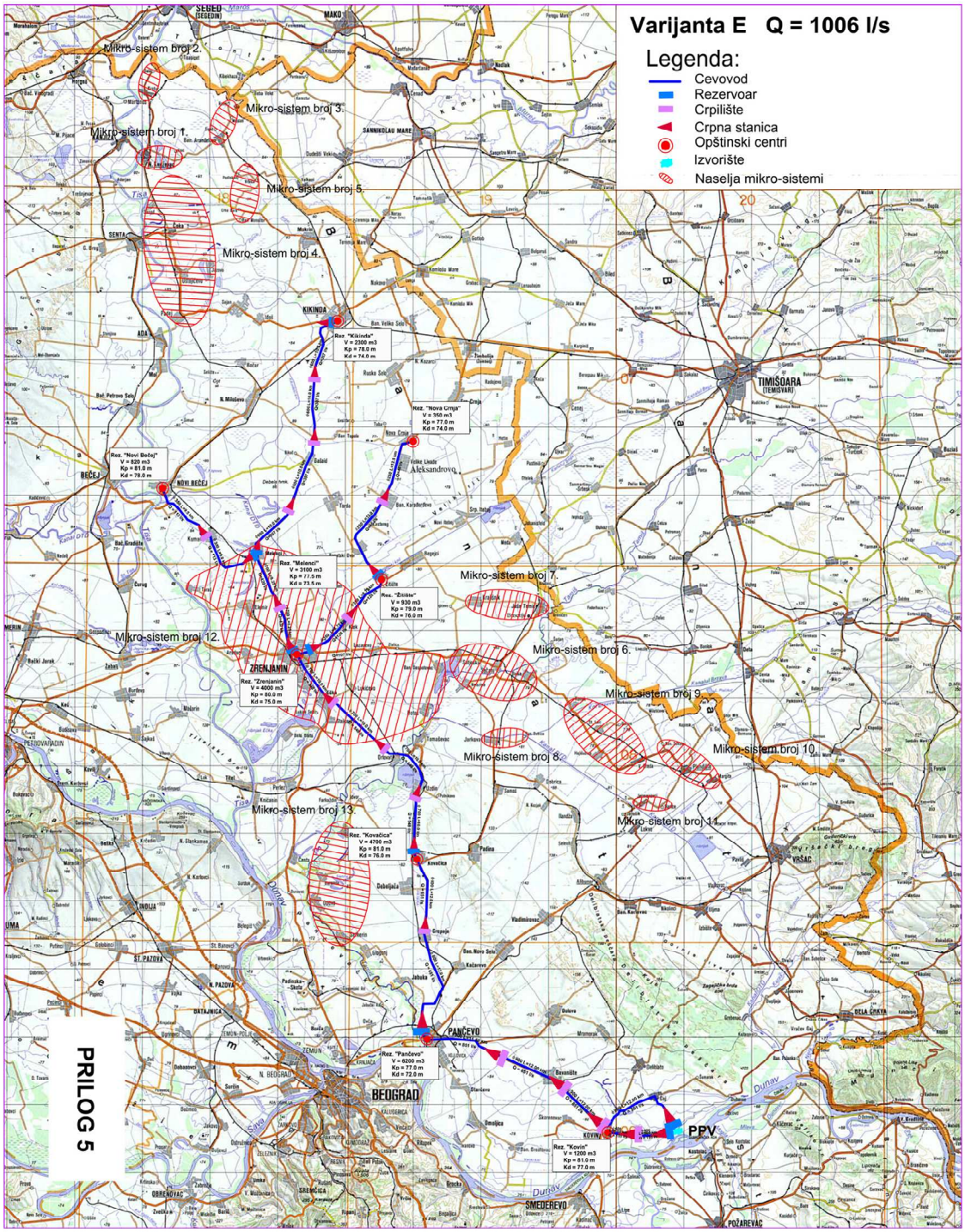
Slika 82. Varijanta C

Varijanta D. Varijanta D podrazumeva snabdevanje vodom dvanaest opština koje su obuhvaćene ovom Studijom. Ukupna količina vode sa kojom se ušlo u proračun iznosi Q = 1262 l/s. Ukupna dužina razvodne mreže iznosi 384 km. Sistem je razgranat i sastoji se od primarnog i sekundarnih cevovoda. Primarni cevovod se prostire u dužini od 168,5 km dok dužina sekundarnih cevovoda iznosi 215,5 km i povezuje ostale opštine koje su obuhvaćene ovom Studijom (slika 83).



Slika 83. Varijanta D

Varijanta E. Varijanta E podrazumeva snabdevanje vodom sedam opština koje su obuhvaćene ovom Studijom. Ukupna količina vode sa kojom se ušlo u proračun iznosi Q = 1006 l/s**.** Ukupna dužina razvodne mreže iznosi 245 km. Sistem je razgranat i sastoji se od primarnog i sekundarnih cevovoda. Primarni cevovod se prostire u dužini od 168,5 km dok dužina sekundarnih cevovoda iznosi 76,5 km i povezuje ostale opštine koje su obuhvaćene ovom Studijom (slika 84).



Slika 84. Varijanta E

A2. PROCENA TROŠKOVA PRIPREME VODE

Tabela 52. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces A (tabela 23 i slika 35)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	177,4
Broj postrojenja	45
Troškovi izgradnje postrojenja, €	2.089.430
Amortizacija opreme, €	602.294
Ukupni investicioni troškovi, €	2.691.680
Eksploatacioni troškovi, €/god	155.282

Tabela 53. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces B (tabela 24 i slika 36)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	1.306,9
Broj postrojenja	141
Troškovi izgradnje postrojenja, €	13.547.990
Amortizacija opreme, €	4.147.490
Ukupni investicioni troškovi, €	17.695.479
Eksploatacioni troškovi, €/god	1.239.374

Tabela 54. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces C (tabela 25 i slika 37)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	279,4
Broj postrojenja	25
Troškovi izgradnje postrojenja, €	5.057.400
Amortizacija opreme, €	2.386.550
Ukupni investicioni troškovi, €	7.443.949
Eksploatacioni troškovi, €/god	583.366

Tabela 55. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces D (tabela 26 i slika 38)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	582,3
Broj postrojenja	43
Troškovi izgradnje postrojenja, €	10.530.218
Amortizacija opreme, €	4.980.566
Ukupni investicioni troškovi, €	15.510.784
Eksploatacioni troškovi, €/god	2.303.807

Tabela 56. T*roškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces E (tabela 27 i slika 39)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	417,6
Broj postrojenja	45
Troškovi izgradnje postrojenja, €	6.197.208
Amortizacija opreme, €	2.693.801
Ukupni investicioni troškovi, €	8.891.009
Eksploatacioni troškovi, €/god	1.655.200

Tabela 57. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces F (tabela 28 i slika 40)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	92,2
Broj postrojenja	5
Troškovi izgradnje postrojenja, €	1.894.325
Amortizacija opreme, €	1.033.783
Ukupni investicioni troškovi, €	2.928.107
Eksploatacioni troškovi, €/god	519.722

Tabela 58. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces G (tabela 29 i slika 41)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	229,3
Broj postrojenja	11
Troškovi izgradnje postrojenja, €	7.576.915
Amortizacija opreme, €	4.827.211
Ukupni investicioni troškovi, €	12.404.127
Eksploatacioni troškovi, €/god	1.373.264

Tabela 59. *Troškovi pripreme vode za naselja sa kvalitetom vode koji omogućava da se primeni proces H (tabela 30 i slika 42)*

Kapacitet pripreme vode, l/s	1.394,1
Broj postrojenja	80
Troškovi izgradnje postrojenja, €	7.576.915
Amortizacija opreme, €	4.827.211
Ukupni investicioni troškovi, €	12.404.127
Eksploatacioni troškovi, €/god	1.373.264