

UNIVERZITET U BEOGRADU  
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Bojan B. Hajdin

**UPRAVLJANJE RESURSIMA  
PODZEMNIH VODA SEVERNE BAČKE**

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Bojan B. Hajdin

**MANAGEMENT OF GROUNDWATER  
RESOURCES OF NORTHERN BAČKA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

**Mentor:**

**dr Zoran Stevanović,** redovni profesor, naučna oblast –  
Vodosnabdevanje i menadžment podzemnih  
voda, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki  
fakultet

**Članovi komisije:**

**dr Milojko Lazić,** redovni profesor, naučna oblast –  
Vodosnabdevanje i menadžment podzemnih  
voda, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki  
fakultet

**dr Dušan Polomčić,** redovni profesor, naučna oblast –  
Vodosnabdevanje i menadžment podzemnih  
voda, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki  
fakultet

**dr Dragan Povrenović,** docent, naučna oblast – Inženjerstvo zaštite  
životne sredine, Univerzitet u Beogradu,  
Tehnološko-metalurški fakultet

Datum odbrane \_\_\_\_\_

### **Zahvalnost autora**

Na ovom mestu želim istaći značajnu ulogu mnogih kolega koji su mi svojim savetima pružali podršku tokom istraživanja, izučavanja dokumentacione građe i konačne izrade disertacije.

Zahvalnost dugujem Dr Zoranu Stevanoviću, svom profesoru na studijama hidrogeologije, a zatim i mentoru disertacije. Na korisnim savetima tokom izrade rada zahvaljujem se svom profesoru od kojeg sam, takođe, kao student mnogo naučio tokom redovnih studija, Dr Milojku Laziću, kao i profesoru Dr Dušanu Polomčiću sa kojim sam na ovoj temi sarađivao još od realizacije projekta Sudehstra. Takođe, zahvaljujem se i docentu Dr Draganu Povrenoviću sa Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, koji je svojim učešćem u komisiji za odbranu disertacije učinio da kvalitet ovoga rada bude bolji.

Rad na disertaciji podržan je od mnogih kolega i stručnjaka zaposlenih u vodoprivrednim organizacijama, službama vodovoda i drugim institucijama. Veliku zahvalnost izražavam kolegama iz Sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine, Autonomne pokrajine Vojvodine, gospodinu Seke Lajošu, dipl. ing. geologije i Zoranu Popoviću dipl. ing. geologije.

Od početka rada ostvario sam saradnju sa kolegama iz preduzeća "Hidrozavod-DTD" d.o.o. iz Novog Sada, gospodinom Ratkom Jablanovićem, dipl. ing. geologije i kolegom Danilom Rakićem, dipl. ing. hidrogeologije koji su svoja iskustva podelili sa mnom. Na tome sam im veoma zahvalan.

Dragocene su bile konsultacije i znanja kolega Dušana Đurića, dipl. građ. ing. i Tibora Slimaka dipl. ing. geologije iz Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi" u Beogradu, kao i pomoć koju mi je pružala koleginica Dragana Milovanović, dipl. građ. ing. iz Ministarstva za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu, Direkcije za vode.

Veliku zahvalnost na dobroj volji i spremnosti da pomognu prilikom prikupljanja podataka izražavam svim kolegama zaposlenim u vodovodnim organizacijama gradova i naselja na području koje sam izučavao.

## **UPRAVLJANJE RESURSIMA PODZEMNIH VODA SEVERNE BAČKE**

### **Abstrakt**

Vodosnabdevanje gradova i naselja severne Bačke vrši se u potpunosti iskorišćavanjem podzemnih voda. Najznačajnije količine podzemne vode namenjene za piće zahvataju se iz izdani u vodonosnim pleistocenskim naslagama koje su poznate kao osnovni vodonosni kompleks, dok su danas u vodosnabdevanju manje zastupljene vode iz izdani u pliocenskim sedimentima i prve, slobodne izdani rasprostranjene plitko ispod površine terena.

Pored snabdevanja stanovništva, veliki potrošači podzemne vode su i industrijska preduzeća, a zbog loših uslova i nerazvijenih sistema za navodnjavanje sve veći korisnici voda prve izdani postaju i poljoprivredni proizvođači.

Geološka građa i ravničarski reljef Panonskog basena nepovoljno utiču na formiranje rezervi podzemnih voda i otežanu vodozamenu. Geohemijske karakteristike sredine uslovljavaju loš kvalitet vode osnovne izdani koja je najznačajnija za vodosnabdevanje stanovništva, pri čemu poseban problem predstavlja pojava arsena u vodi koji se u nekim delovima područja javlja u povišenim koncentracijama. Zbog velikog rasprostranjenja naslaga, podzemne vode ove izdani zahvataju se i na teritorijama susednih država, što raspolaganje resursima i njihovu zaštitu čini vrlo složenim.

Cilj rada jeste da se u složenim uslovima iskorišćavanja resursa podzemnih voda, dosadašnje loše stanje u oblasti vodosnabdevanja i iskorišćvanja podzemnih voda za druge potrebe, na prostoru severne Bačke uredi u skladu sa savremenim evropskim zakonima iz oblasti voda i ostvare uslovi za integralno upravljanje na principima održivog razvoja i raspolaganja ovim resursima.

Pored proučavanja opštih geoloških, hidrogeoloških i drugih karakteristika u radu je data ocena postojećeg stanja iskorišćavanja podzemnih voda, definisani su ciljevi budućeg upravljanja vodama i predložene mere za ostvarivanje tih ciljeva. Ove tri celine istražene su rešavanjem konkretnih zadataka. Utvrđena je trenutna potrošnja od strane postojećih kategorija korisnika vode, izvršeno sagledavanje kvaliteta podzemnih voda i analiziran aspekt zaštite i identifikovani glavni izvori zagađenja podzemnih voda. U radu je pored domaće prikazana i evropska zakonska regulativa sadržana u Okvirnoj direktivi o vodama, analizirane su buduće potrebe potrošača za period do 2030. godine i prikazana alternativna rešenja u vodosnabdevanju. Dat je predlog monitoring mreže, organizacija i vrste režimskih osmatranja i definisan niz drugih aktivnosti koje je potrebno realizovati kojima bi se obezbedilo buduće upravljanje resursima podzemnih voda.

Razvoj vodosnabdevanja u severnoj Bačkoj zahteva dalje proširenje vodovodnih sistema povezivanjem manjih naselja na izvorišta za centralizovano vodosnabdevanje. Neophodna je znatno bolja organizacija rada na izvorištima, uspostavljanje monitoringa i modernizacija distributivnih sistema u cilju smanjenja gubitaka vode. Proračuni buduće potrošnje uz demografsku i socio-ekonomsku analizu ukazuju na primarni značaj obezbeđenja kvaliteta zahvaćenih podzemnih voda u odnosu na deficitarne količine. Dugotrajna rešenja, pored podzemnih voda uključuju i mogućnost iskorišćavanja površinskih voda, obalskom filtracijom na novim izvorištima.

**ključne reči:** resursi podzemnih voda, vodosnabdevanje, održivo upravljanje, osnovni vodonosni kompleks, termomineralne vode, monitoring podzemnih voda

NAUČNA OBLAST: Geološko inženjerstvo

UŽA NAUČNA OBLAST: Vodosnabdevanje i menadžment podzemnih voda

UDK: 005.1:31

55:551.491.56:553.78.031.2

556.14/.31:628.1

(497.113) (043.3)

## **MANAGEMENT OF GROUNDWATER RESOURCES OF NORTHERN BAČKA**

### **Abstract**

Groundwater reservoirs are the sole resource for community water supplies in northern Bačka. Groundwater from Pleistocene water-bearing strata, or the principal composite Pleistocene aquifer is largely used for domestic water supplies, and some from Pliocene and shallow subsurface reservoirs.

The second larger users of groundwater are industries. Under the prevailing natural conditions and with underdeveloped systems of irrigation, agriculture is increasingly exploiting subsurface reservoirs.

The hydrogeology budget, outflow and storage of water, is unsuitable in the geological setting and level land of the Pannonian Basin. Moreover, groundwater in the principal reservoir for the community water supplies is affected by its chemical properties in general, and even by elevated arsenic concentration in particular. The distribution and control of this water resource is complicated, because the reservoir is extending into the bordering states.

This thesis is concerned with bringing in line the present complicated and inadequate exploitation and uses of groundwater resource in northern Bačka with the modern European water laws for an integral control based on the principles of sustaining capacity of the resource.

The status of groundwater resources, assessed on the geological, hydrogeological and related features of the area, is the basis for an aimed future strategy and management of water resources. The three status areas are investigated through concrete tasks. Water consumption at the moment is determined for each type of the water user. The quality and control aspects of groundwater are analysed and the principal water polluters

identified. Domestic and European legislation contained in the Water Framework Directive are mentioned in the 2030 water demand projection analysis and in the alternative water supply scenarios. A monitoring network, organization and types of water regime observations are suggested, supported by related activities for the future management of groundwater resources.

Any expansion of the water supply in northern Bačka will require connection of small communities with the central distribution system. This will involve improvement of water management at the point sources, monitoring and modernisation of the distribution systems in order to reduce water losses. The given estimate of future water consumption based on demographic and socio-economic analyses indicates the prevailing importance of quality groundwater in relation to the water deficit. Any long-term project should include the use of surface water by bank filtration in new source areas.

**Key words:** groundwater resources, water supply, sustainable management, principal water-bearing complex, thermomineral water, groundwater monitoring

SCIENTIFIC FIELDS: Geological engineering

SPECIAL TOPICS: Management of groundwater resources and water supply

UDC: 005.1:31  
55:551.491.56:553.78.031.2  
556.14/.31:628.1  
(497.113) (043.3)



## Sadržaj

1. Uvod .....	1
<b>I OPŠTE FIZIČKO-GEOGRAFSKE, GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SEVERNE BAČKE.....</b>	<b>4</b>
2. Geografski položaj istraživanog područja.....	4
3. Klimatske karakteristike .....	7
3.1. Temperatura vazduha .....	8
3.2. Padavine .....	9
3.3. Relativna vlažnost vazduha.....	11
3.4. Evapotranspiracija.....	13
3.5. Vetovi .....	14
4. Hidrografske i hidrološke karakteristike.....	15
5. Geomorfološke karakteristike .....	21
6. Geološka građa .....	27
6.1. Pregled ranije izvedenih geoloških istraživanja .....	27
6.2. Prikaz litostratigrafskih jedinica .....	29
6.3. Tektonika terena .....	51
6.4. Nastanak Panonskog basena .....	60
7. Hidrogeološke karakteristike istraživanog područja .....	63
7.1. Hidrogeološke karakteristike stena i izdvojeni tipovi izdani.....	63
7.1.1. Hidrogeološke karakteristike preneogenih naslaga .....	65
7.1.2. Hidrogeološke karakteristike neogenih sedimenata .....	66
7.1.3. Hidrogeološke karakteristike kvartarnih sedimenata .....	71
7.1.3.1. Hidrogeološke karakteristike pleistocenskih sedimenata .....	72
7.1.3.2. Hidrogeološke karakteristike lesnih sedimenata .....	75
7.1.3.3. Hidrogeološke karakteristike aluvijalnih i terasnih naslaga .....	76
<b>II POSTOJEĆE STANJE KORIŠĆENJA RESURSA PODZEMNIH VODA SEVERNE BAČKE I PERSPEKTIVE U DOKUMENTIMA REPUBLIKE SRBIJE .....</b>	<b>81</b>
8. Istorijat vodosnabdevanja na području severne Bačke .....	81
9. Iskorišćavanje podzemnih vodnih resursa severne Bačke prema planskim dokumentima Republike Srbije .....	86
9.1. Severna Bačka u Prostornim planovima Republike Srbije .....	86
9.2. Planovi vodosnabdevanja prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije .....	88
9.3. Procena iskorišćavanja podzemnih voda za različite namene.....	93

<b>III KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA NA PODRUČJU SEVERNE BAČKE</b> .....	112
<b>10. Izrada baze podataka postojećih izvorišta za centralizovano vodosnabdevanje</b> .....	112
10.1. Ankete na izvorištima .....	112
10.2. Izrada baze podataka izvorišta u severnoj Bačkoj.....	114
10.3. Karakteristike izvorišta na istraživanom području .....	121
<b>11. Režim podzemnih voda</b> .....	151
11.1. Režim podzemnih voda u okviru aluvijalne i terasne izdani .....	151
11.2. Režim podzemnih voda pleistocenske izdani .....	157
<b>12. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda</b> .....	161
12.1. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda aluvijalne i terasne izdani.....	162
12.2. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda pleistocenske izdani .....	164
12.3. Tretman podzemnih voda .....	169
<b>13. Ocena stepena ugroženosti podzemnih voda od zagađenja</b> .....	174
<b>14. Termomineralne vode na istraživanom području</b> .....	183
<b>IV OSNOVE ZA RACIONALNO UPRAVLJANJE RESURSIMA PODZEMNIH VODA NA PODRUČJU SEVERNE BAČKE</b> .....	189
<b>15. Zakonska regulativa i uloga podzemnih voda u vodoprivredi Republike Srbije</b> .....	193
<b>16. Međunarodni propisi u oblasti podzemnih voda - propisi Evropske unije</b> .....	196
16.1. Značaj, ciljevi i karakteristike Okvirne direktive o vodama (WFD) .....	197
<b>17. Proučavanje hidrogeoloških karakteristika međugraničnog područja Republike Mađarske i Republike Srbije - rezultati projekta SUDEHSTRA</b> .....	201
<b>18. Utvrđivanje rezervi podzemnih voda na području severne Bačke - elaborati o rezervama</b> .....	208
<b>V PREDLOZI REŠENJA UPRAVLJANJA RESURSIMA PODZEMNIH VODA NA PODRUČJU SEVERNE BAČKE</b> .....	212
<b>19. Bilans i rezerve podzemnih voda na istraživanom području</b> .....	212
<b>20. Modelska hidrodinamička ispitivanja</b> .....	230
20.1. Monitoring na izvorištima - uspostavljanje osmatračke mreže .....	231
20.2. Izrada hidrodinamičkog modela sa rezultatima .....	232

<b>21. Primena različitih mera i kriterijumi u upravljanju resursima podzemnih voda</b> .....	238
21.1. Ocena budućih potreba za vodosnabdevanje naselja i industrije .....	238
21.2. Organizacija monitoringa podzemnih voda .....	253
21.2.1. Objekti za osmatranje vodnih tela prve izdani .....	257
21.2.2. Objekti za osmatranje vodnih tela osnovnog vodonosnog kompleksa .....	257
21.3. Alternativna rešenja u vodosnabdevanju .....	258
21.3.1. Predlozi za otvaranje novih regionalnih izvorišta .....	265
21.4. Korisnici i prioriteti u korišćenju podzemnih voda .....	272
21.5. Uticaj klimatskih promena na vodne resurse .....	275
21.6. Edukacija stanovništva o značaju vodnih resursa .....	279
21.7. Preventivne mere zaštite podzemnih voda .....	282
<b>22. Zaključak</b> .....	286
<b>23. Literatura</b> .....	300

### Spisak grafičkih priloga

**PRILOG 1.** Geološka karta istraživanog područja

**PRILOG 2.** Geološki profili

**PRILOG 3.** Hidrogeološka karta istraživanog područja

**PRILOG 4.** Hidrogeološki profili

**PRILOG 5.** Karte rasporeda osmatračkih objekata za monitoring podzemnih voda na području severne Bačke

**PRILOG 6.** Karakteristike gradskih izvorišta na području severne Bačke

## **1. UVOD**

Plodno zemljište u prostranoj ravnici sa rekama Dunavom i Tisom, ritovi i močvare, predstavljaju osnovna prirodna obeležja Vojvodine i područja severne Bačke koje je predmet izučavanja u ovom radu. Zbog značaja koji od davnina imaju u vodosnabdevanju stanovništva karakteristikama ovog područja možemo dodati i podzemne vode o čijoj tradiciji korišćenja i danas svedoče stari arteski bunari i đermovi, koji su izrađivani još pre nekoliko vekova i postali simboli Vojvodine.

Oblast koja je istraživana deo je Panonskog basena, geotektonske jedinice nastale krajem krede, spuštanjem terena između Alpa, Karpata i Dinarida i formiranjem mora, Paratetisa u kojem su se smenjivale faze odvajanja, a zatim i povezivanja njegovih delova. Na taj način stvarani su baseni (mora), a u zapadnom delu Paratetisa, pre oko 30 miliona godina formirano je Panonsko more. Ovo more, koje je ime dobilo po starorimskoj provinciji Panoniji, nakon prekida veze sa ostatkom Paratetisa pretvoreno je u jezero, a zatim prešlo u fazu zabarivanja da bi pre više od 600 hiljada godina bilo isušeno i pretvoreno u plodnu Panonsku niziju.

Kao što najveće reke na ovom području predstavljaju međunarodne vodotokove, zbog jedinstvenih geoloških uslova koji su vladali u pojedinim delovima Panonskog basena, tercijarne naslage često se kontinuirano prostiru na velikim površinama i podzemne vode formirane na teritoriji jedne države, kreću se i iskorišćavaju na područjima susednih država. Na taj način podzemne vode postaju zajednička briga svih zemalja u regionu, posebno zbog činjenice da su često i u većini susednih država osnovni resurs koji se koristi za vodosnabdevanje stanovništva i industrije.

Privredni razvoj evropskih zemalja tokom prošlog veka negativno se odrazio na životnu sredinu, pre svega zagađivanjem prirodnih resursa i izmenom klime. Na udaru zagađivanja našli su se vodotoci kao glavni recipijenti otpadnih voda industrije, a zatim

se proces zagađivanja preneo i na podzemne vode. Niz problema koji je nastao u oblasti vodoprivrede, države Evropske unije započele su da rešavaju sprovođenjem zajedničke politike u ovoj oblasti izradom direktiva i smernica koje su postale obavezujuće za sve članice Unije. Okvirna Direktiva o vodama (Water Framework Directive), osnovni dokument koji je usvojen 2000. godine, zasniva se na principima integralnog upravljanja vodama na celom području zajednice i održivog razvoja kojim se obezbeđuje resurs za današnje i buduće generacije. Sprovođenjem ove savremene legislative već su postignuti značajni rezultati, a donošenjem novih direktiva vrši se dalje usklađivanje sa aktuelnom vodoprivrednom problematikom.

Srbija, iako nije član, kao evropska i podunavska država prihvatila je obaveze koje propisuje Evropska unija u oblasti voda. Može se reći da su učinjeni početni koraci ali predstoji rešavanje brojnih zadataka čiju realizaciju otežavaju faktori koji su posledica ekonomskog stanja i društvenih zbivanja kroz koje je naša zajednica prošla u proteklom periodu. Najveći problemi u oblasti upravljanja podzemnim vodama prouzrokovani su neracionalnim iskorišćavanjem i neadekvatnom zaštitom podzemnih voda.

I u pokrajini Vojvodini stanje i odnos prema podzemnim vodama može se oceniti prilično nepovoljnim, iako je ovo jedini vodni resurs koji se koristi za vodosnabdevanje. Glavne probleme predstavlja neracionalna potrošnja, prirodno loš kvalitet podzemnih voda osnovnog vodonosnog kompleksa iz kojeg se vrši vodosnabdevanje, zagađivanje izdanskih voda prve izdani u površinskom delu, zastareli i slabo kontrolisani sistemi vodosnabdevanja u seoskim sredinama, visok procenat gubitaka u vodovodnim mrežama.

Tokom dugodišnjeg iskustva u rešavanju različitih problema iz oblasti vodosnabdevanja i zaštite podzemnih voda, upoznao sam se sa problematikom vodosnabdevanja severnog dela Pokrajine koji pretežno pripada području Bačke. Naročito su važna znanja koja sam stekao kao učesnik na realizaciji međunarodnog projekta o izučavanju međugranične izdani na prostoru severnog dela Bačke i južne Mađarske.

Interesovanje za ovo područje nastavljeno je opredeljenjem da za izradu doktorske disertacije izaberem temu kojom će se detaljno izučiti mogućnosti racionalnog iskorišćavanja podzemnih voda i u skladu sa savremenom evropskom legislativom u oblasti voda ponuditi rešenja perspektivnog upravljanja ovim resursom. Tema rada definisana je nakon konsultacija sa profesorom Zoranom Stevanovićem koji je ujedno i mentor disertacije.

U radu su proučene hidrogeološke karakteristike područja severne Bačke, sintetizovani su podaci o hidrogeološkim karakteristikama izvorišta za vodosnabdevanje, prikupljeni podaci postojećoj eksploataciji na izvorištima. Analizirano je stanje trenutne potrošnje i izvršena prognoza potrebnih količina vode do 2030. godine. Sagledan je aspekt zaštite i zagađivanja podzemnih voda. Na kraju su predložena rešenja koja treba da obezbede kvalitetno i održivo vodosnabdevanje gradova i naselja u ovom delu Vojvodine.

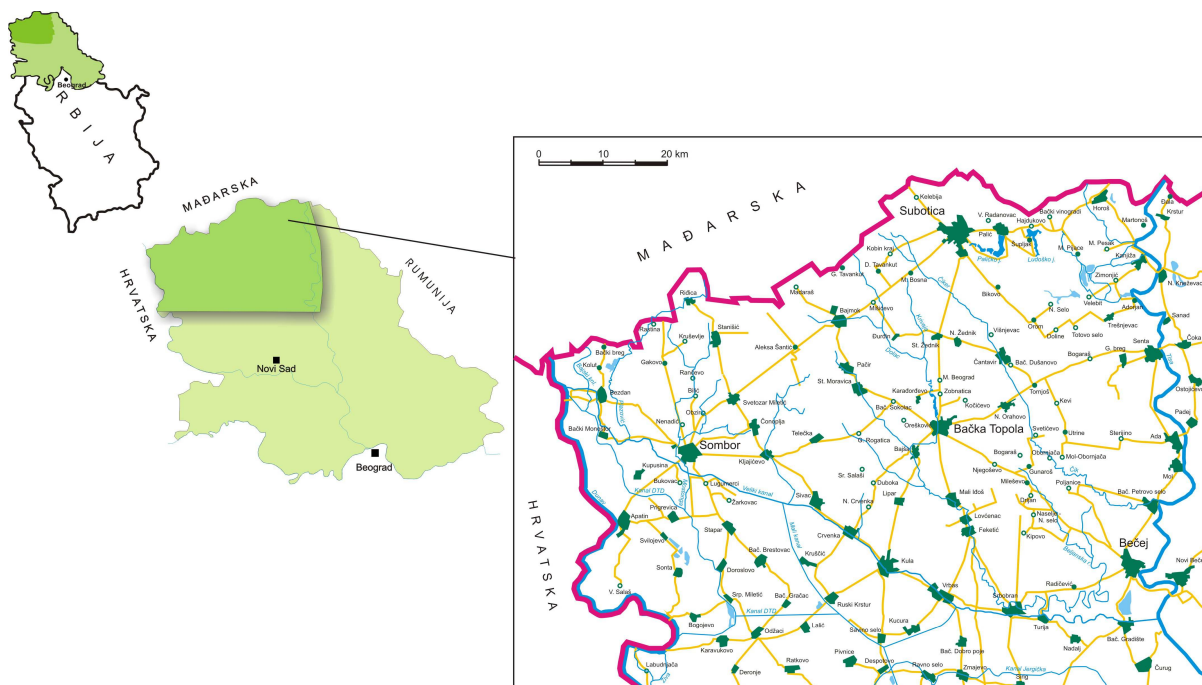
Tokom izrade disertacije nailazio sam na određene probleme od kojih su najznačajniji oni koji se odnose na nedostatak egzaktnih hidrogeoloških i drugih vrsta podataka kao posledice slabo organizovanog monitoringa podzemnih voda. Iako uobičajeni u našoj stručnoj praksi, ovi razlozi neprimereni su vremenu u kojem živimo. Danas, u doba razvijenih informacionih tehnologija, posedovanja moćnih baza podataka, softvera za izradu matematičkih modela i sl., ovi programski paketi nisu dovoljno primenjivi zbog nedostatka validnih ulaznih podataka. Na taj način su planiranje, organizacija, upravljanje i kontrola, kao osnovne funkcije savremenog menadžmenta podzemnih voda na ovom području veoma otežani.

Želja je da rad bude od koristi savremenim i budućim istraživačima. Stečena znanja u disertaciji trebala bi da doprinesu uspešnijem rešavanju zadataka i razvoju strategije upravljanja resursima na području severne Bačke.

# I OPŠTE FIZIČKO-GEOGRAFSKE, GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SEVERNE BAČKE

## 2. Geografski položaj istraživanog područja

Područje koje je predmet istraživanja nalazi se u severozapadnom delu Autonomne pokrajine Vojvodine. Obuhvata površinu od oko 5400 km<sup>2</sup>, što predstavlja oko jedne četvrtine teritorije Pokrajine. Granicu područja na zapadu čini reka Dunav, na istoku Tisa, na severu državna granica sa Mađarskom dok južnu granicu čini linija koja se prostire nešto južnije od Velikog bačkog kanala i naselja Crvenka, Kula, Vrbas i Srbobran (slika 1). U nazivu rada istraživano područje definisano je vodeći se geografskim određenjem prema kojem ono pokriva severni deo teritorije Bačke. Administrativno, područje pripada severnobačkom i zapadnobačkom okrugu i



Slika 1. Geografski položaj istraživanog područja

beleži smanjenje broja stanovnika, tako da je upoređujući prve podatke popisa iz 2011. godine sa prethodno izvršenim popisom 2002., broj stanovnika na ovom području smanjen za 9.5 %. Izražen je proces migracije iz ruralnih sredina u veće gradove, Suboticu i Novi Sad, zbog čega manja seoska naselja ostaju praktično napuštena.

Tabela 1. Upravni okrugi, opštine i naselja sa brojem stanovnika na području istraživanja (prema popisu stanovništva 2002. godine)

SEVERNO-BAČKI OKRUG					
Opština Bačka Topola (38245 st.)		Opština Mali Idoš (13494 st.)		Opština Subotica (148401 st.)	
Bagremovo	204	Lovćenac	3693	Bajmok	8586
Bajša	2568	<b>Mali Idoš</b>	<b>5465</b>	Bački Vinogradi	2039
<b>Bačka Topola</b>	<b>16171</b>	Feketić	4336	Bačko Dušanovo	741
Bački Sokolac	609			Bikovo	1824
Bogaraš	94			Višnjevac	639
Gornja Rogatica	477			Gornji Tavankut	1381
Gunaroš	1441			Donji Tavankut	2631
Zobnatica	309			Đurđin	1746
Kavilo	233			Kelebija	2168
Karađorđevo	590			Ljutovo	1181
Krivaja	986			Mala Bosna	1245
Mali Beograd	524			Mišičevo	446
Mićunovo	516			Novi Žednik	2848
Novo Orahovo	2029			Palić	7745
Njegoševo	632			Stari Žednik	2230
Obornjača	2			<b>Subotica</b>	<b>99981</b>
Tomislavci	696			Hajdukovo	2482
Panonija	798			Čantavir	7178
Pačir	2948			Šupljak	1310
Pobeda	342				
Svetičevo	205				
Srednji Salaš	172				
Stara Moravica	5699				
200140 stanovnika					

ZAPADNO-BAČKI OKRUG					
Opština Apatin (32813 st.)		Opština Kula (48353 st.)		Opština Sombor (97263 st.)	
<b>Apatin</b>	<b>19320</b>	Kruščić	2353	Aleksa Šantić	2172
Kupusina	2356	<b>Kula</b>	<b>19301</b>	Bački Breg	1388
Prigrevica	4781	Lipar	1807	Bački Monoštor	3920
Svilolevo	1364	Nova Crvenka	524	Bezdan	5263
Sonta	4992	Ruski Krstur	5213	Gakovo	2201
		Sivac	8992	Doroslovo	1830
		Crvenka	10163	Kljajićevo	6012
				Kolut	1710
				Rastina	566
				Riđica	2590
				Svetozar Miletić	3169
				<b>Sombor</b>	<b>51471</b>
				Stanišić	4808
				Stapar	3720
				Telečka	2084
				Čonoplja	4359
178429 stanovnika					

SEVERNO-BANATSKI OKRUG					
Opština Ada (18994 st.)		Opština Kanjiža (28379 st.)		Opština Senta (25568 st.)	
<b>Ada</b>	<b>10547</b>	Adorjan	1128	Bogaraš	724
Mol	6786	Velebit	366	Gornji Breg	1889
Obornjača	389	Doline	516	Kevi	887
Sterijino	234	Zimonjić	340	<b>Senta</b>	<b>20302</b>
Utrine	1038	<b>Kanjiža</b>	<b>10200</b>	Tornjoš	1766
		Mala Pijaca	1988		
		Mali Pesak	984		
		Martonoš	2183		
		Novo Selo	211		
		Orom	1561		
		Totovo Selo	709		
		Trešnjevac	1868		
		Horgoš	6325		
72072 stanovnika					

JUŽNO-BAČKI OKRUG					
Opština Bečej (40987 st.)		Opština Vrbas (45852 st.)		Opština Srbobran (17855 st.)	
Bačko Gradište	5445	Bačko Dobro P.	3929	Nadalj	2202
Bač. Petrovo s.	7318	<b>Vrbas</b>	<b>25907</b>	<b>Srbobran</b>	<b>13091</b>
<b>Bečej</b>	<b>25774</b>	Zmajevno	4361	Turija	2562
Mileševo	1118	Kosančić	163		
Radičević	1332	Kucura	4663		
		Ravno Selo	3478		
		Savino Selo	3351		
104694 stanovnika					



Kao i u ostalim delovima Vojvodine osnovne delatnosti su poljoprivreda, šumarstvo i vodoprivreda, prerađivačka industrija i trgovina. Posebno je zastupljena ratarska proizvodnja, naročito šećerna repa, suncokret, kukuruz i pšenica, a po proizvodnji ovih kultura područje Vojvodine je na prvom mestu u Srbiji. Pored šećerana u Crvenki, Vrbasu i Senti, zatim fabrika za proizvodnju suncokretovog ulja i biljnih masti u Somboru i Vrbasu, na ovom području se nalaze neki od najznačajnijih industrijskih pogona za preradu mesa kao što su „Carnex“ (Vrbas), „Topola“ i „Topiko“ (Bačka Topola), za proizvodnju konditorskih proizvoda „Jaffa“ (Crvenka), „Pionir“ Subotica, zatim prehrambenih proizvoda „Vitaminka“ (Horgoš), „Somboled“ (Sombor), „Apatinska pivara“ i drugi.

Zbog svog položaja područje severne Bačke predstavlja značajno tranzitno područje koje mrežom puteva povezuje zapadnu Evropu sa zemljama jugoistočne Evrope i Bliskog istoka. Pored toga, međunarodne reke Dunav i Tisa značajni su vodeni putevi prema Crnom moru.

Ravničarski predeli i prirodna bogatstva, kulturno-istorijske specifičnosti pružaju veoma povoljne mogućnosti za razvoj različitih vidova turizma. Obilje u vodi zahvaljujući pre svega Dunavu i Tisi omogućava razvoj turizma na rekama. Rukavci, mrtvaje i ade predstavljaju atraktivna mesta za ribolov, dok ritovi, močvare i šume sa brojnim vrstama ptica i divljači svrstavaju ovo područje u značajno odredište lovnog turizma koji je naročito bio zastupljen tokom osamdesetih godina prošlog veka.

Najpoznatiji turistički centar u ovom delu Vojvodine je Paličko jezero koje je sa uređenim kupalištima, sportskim objektima i kao kulturni centar poznato i šire, izvan granica naše države. U neposrednoj blizini je Ludoško jezero, koje od 1977. godine ima status močvare od međunarodnog značaja zbog velikog bogatstva od 214 vrsta ptica od kojih 140 vrsta predstavlja prirodnu retkost. Manje poznata, ali sa turističkim potencijalom su jezero Krivaje kod Bačke Topole i Kapetanski rit kod Velebita.

Istraživano područje odlikuje se pojavama termomineralnih voda koje su počele da se detaljno istražuju zahvaljujući istraživanjima nafte i gasa na celom području Vojvodine.

Najznačajnije banje u ovom delu Vojvodine su banja u Kanjiži i banja Junaković, ali bi prema potencijalu znatno bolje mogle biti iskorišćene i termomineralne vode u Bezdanu, na Paliću, Bečeju, kao i na drugim lokacijama na kojima su dubokim hidrogeotermalnim bušotinama dobijene vode pogodne za različite vidove banjskog turizma ili iskorišćavanja u rekreativne svrhe.

### **3. Klimatske karakteristike**

Klimatske karakteristike predstavljaju značajan činilac u proučavanju i oceni bilansa podzemnih voda. Pored statističke obrade prikupljenih podataka o klimatskim elementima značajni su i rezultati klimatologa i hidrologa koji svoja istraživanja poslednjih godina usmeravaju u izučavanje uticaja i posledica globalnih klimatskih promena na Zemlji.

Klima Bačke uslovljena je njenim geografskim položajem i orografskim specifičnostima. To je oblast sa umereno-kontinentalnom klimom i jasno izraženim godišnjim dobima, sa umereno hladnim zimama i toplim, suvim letima. Režim padavina odlikuje se srednjoevropskim odnosno podunavskim režimom raspodele padavina sa neravnomernom raspodelom padavina po mesecima.

Zahvaljujući orografskom sklopu terena Vojvodine, koji karakteriše kontinualna ujednačenost na celokupnom području, temperature vazduha su bez većih razlika u njenim pojedinim rejonima. Njena otvorenost prema severu i zapadu uslovljava jače uticaje vazdušnih strujanja i promena iz ovih pravaca. Hladni vetrovi sa severa, naročito tokom zime, jedna su od osnovnih karakteristika istraživanog područja.

Klimatski elementi, temperatura vazduha i padavine obrađeni su na osnovu podataka klimatoloških stanica (KS) u Somboru (88 mm), Zrenjaninu (80 mm) i Palić kod Subotice (102 mm) za period 1966-2008.godine. Podaci sa ovih stanica u potpunosti reprezentuju klimu ovog dela Vojvodine jer se nalaze na zapadnom, istočnom i severnom delu istraživanog terena.

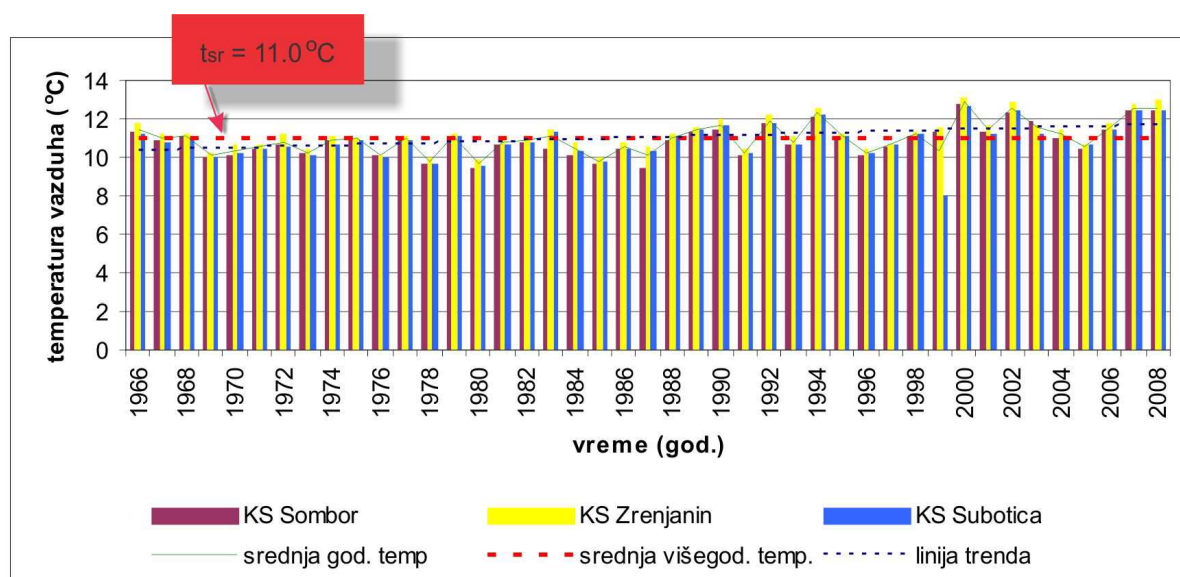
### 3.1. Temperatura vazduha

Na osnovu analize temperaturnog režima tri klimatološke stanice u analiziranom periodu minimalna srednja godišnja temperatura na području Bačke iznosi 9.1 °C, dok maksimalna srednja godišnja vrednost iznosi 12.9 °C. Srednja godišnja vrednost temperature za osmatrani period iznosi 11.0 °C.

Vrednosti srednjih mesečnih temperatura za osmatrani period variraju od -0.4 °C u januaru, koji je najhladniji mesec u godini, do +21,5 °C u julu, kao najtoplijem mesecu. Vrednosti temperature ukazuju na umereno - kontinentalni tip klimata.

Tabela 2. Srednje mesečne i godišnje visine temperature vazduha u Bačkoj, na osnovu merenja na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić u periodu 1966-2008. godine (prema RHMZ, Beograd).

1966-2008.	M E S E C												t <sub>sr</sub> (°C)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
SOMBOR	srednja	-0.4	1.8	6.1	11.2	16.9	19.9	21.3	20.7	16.2	11.1	5.3	1.0	10.9
	min	-6.2	-4.6	0.3	7.7	12.9	17.2	19.0	17.5	13.0	7.4	-0.1	-3.7	9.5
	max	5.8	6.9	9.3	14.5	25.0	24.6	23.9	24.8	19.2	15.7	9.4	5.0	12.8
ZRENJANIN	srednja	-0.3	1.9	6.3	11.5	17.0	20.0	21.6	21.2	16.8	11.7	5.8	1.2	11.2
	min	-6.1	-5.0	0.1	7.6	13.2	17.0	18.9	17.3	13.1	8.4	0.2	-3.9	9.9
	max	6.2	6.8	10.2	15.1	21.0	24.4	24.2	26.2	20.7	16.0	10.7	5.0	13.2
PALIĆ	srednja	-0.7	1.5	5.9	11.2	16.8	20.0	21.6	21.0	16.5	11.2	5.2	0.8	10.9
	min	-6.5	-4.9	0.4	7.8	13.0	17.2	19.1	17.4	13.1	7.5	-0.2	-4.3	8.0
	max	5.2	6.0	9.4	14.5	20.8	24.4	24.3	25.6	19.8	15.5	9.4	4.6	12.7
BAČKA	srednja	-0.4	1.7	6.1	11.3	16.9	19.9	21.5	21.0	16.5	11.3	5.4	1.0	11.0
	min	-6.3	-4.8	0.3	7.7	13.0	17.1	19.0	17.4	13.1	7.8	0.0	-4.0	9.1
	max	5.7	6.6	9.6	14.7	22.3	24.5	24.1	25.5	19.9	15.7	9.8	4.9	12.9



Slika 2. Histogram srednjegodišnjih temperatura vazduha na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić za period 1966-2008. godine (prema RHMZ, Beograd)

Novija istraživanja klimatologa i agrometeorologa koji istraživanja izvode za potrebe poljoprivrede ukazuju da je u proteklim decenijama došlo do blagog porasta temperatura vazduha. Analizama temperaturnog režima, prema ovim istraživanjima (Pavlović, 2009) na području Bačke je u poslednjih 50 godina došlo do porasta srednje godišnje temperature vazduha za 0.66 °C. Ove promene temperature uočljive su i na slici 2, na kojoj linija trenda ukazuje da je u analiziranom periodu od 1966. do 2008. godine, generalno došlo do porasta temperature vazduha. Prognoze istraživača su da će i u narednom periodu temperatura vazduha na području Bačke i Vojvodine imati trend blagog porasta. Ovakav trend porasta odražava se i na ostale elemente klime kao i na opšti vodni bilans u ovom regionu. Posledicama klimatskih promena više pažnje posvećeno je u poglavlju 21.5. rada.

### 3.2. Padavine

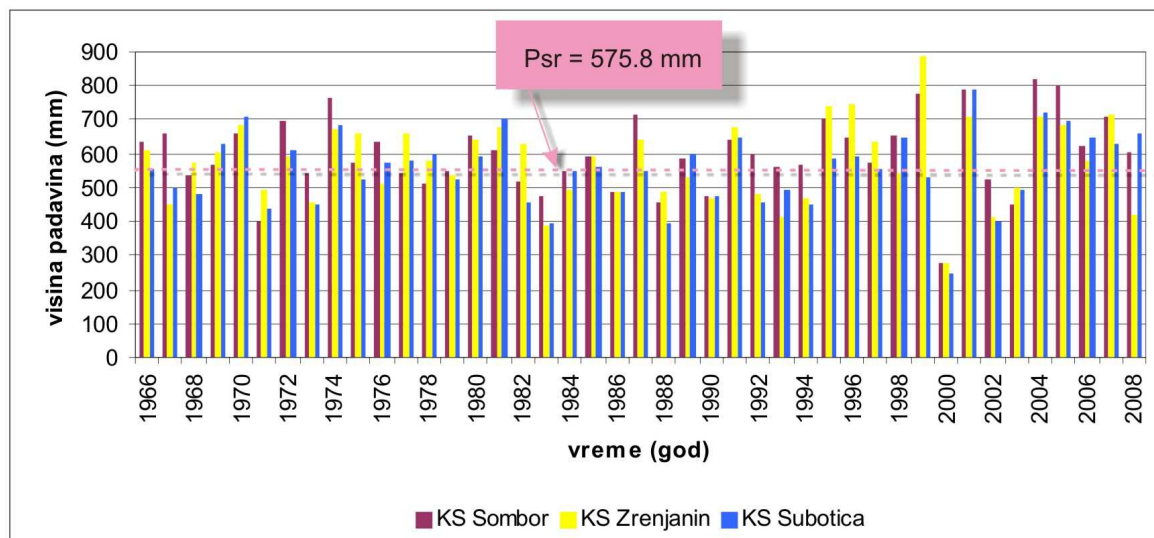
Padavine su jedan od najznačajnijih elemenata klime koje infiltracijom utiču na režim izdanskih voda, odnosno prihranjivanje izdani. Prikupljeni podaci za analizirani period prikazani su u tabeli 3 i grafički na histogramu (slika 3).

Vrednosti godišnjih suma padavina na području Bačke variraju od 267.7 mm do 830.7 mm. Prosečna vrednost godišnjih suma padavina za navedeni period iznosi 575.8 mm. Na histogramu godišnjih visina padavina može se videti da ne postoji ravnomernost u pogledu godišnjih visina padavina. Srednje mesečne vrednosti za osmatrani period variraju od 31.2 mm u mesecu februaru, do 79.8 mm u junu mesecu.

Atmosferski talozi izlučuju se i u vidu snega. Srednji godišnji broj snežnih dana za period od 1964-2002. godine iznosio je 24 dana.

Tabela 3. Srednje mesečne i godišnje količine padavina (u mm) u Bačkoj, na osnovu merenja na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić u periodu 1966-2008. godine (prema RHMZ, Beograd).

	1966-2008.	M E S E C												ΣP (mm)
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
SOMBOR	srednja	35.7	31.4	35.4	48.3	55.5	77.2	69.3	56.4	48.0	47.9	51.4	45.1	597.8
	min	3.4	1.0	3.0	0.5	13.0	9.8	10.4	5.5	0.8	4.9	6.2	0.2	277.5
	max	104.0	75.4	73.1	127.1	126.9	231.0	195.5	158.2	138.7	142.1	126.4	109.1	818.4
ZRENJANIN	srednja	34.5	31.3	35.5	45.6	53.5	85.0	62.0	46.8	47.9	41.9	45.9	44.2	574.3
	min	3.4	0.8	1.1	9.8	17.5	30.5	13.0	0.6	3.0	0.8	3.7	0.0	278.5
	max	96.0	100.0	98.2	97.0	153.0	173.7	188.5	185.3	185.3	138.4	134.6	128.4	884.6
PALIĆ	srednja	33.3	30.8	33.9	45.1	54.1	77.2	58.5	56.0	44.8	36.9	44.3	44.8	555.3
	min	2.2	1.2	1.4	2.9	2.3	8.0	8.1	4.3	0.6	1.2	3.3	0.0	247.1
	max	84.9	98.1	92.8	132.3	120.1	243.3	136.7	135.1	127.6	120.8	126.6	142.7	789.0
BAČKA	srednja	34.5	31.2	34.9	46.3	54.4	79.8	63.2	53.1	46.9	42.2	47.2	44.7	575.8
	min	3.0	1.0	1.8	4.4	10.9	16.1	10.5	3.5	1.5	2.3	4.4	0.1	267.7
	max	95.0	91.2	88.0	118.8	133.3	216.0	173.6	159.5	150.5	133.8	129.2	126.7	830.7



Slika 3. Histogram godišnjih visina padavina na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić, za period 1966 – 2008. godine (prema RHMZ, Beograd)

### 3.3. Relativna vlažnost vazduha

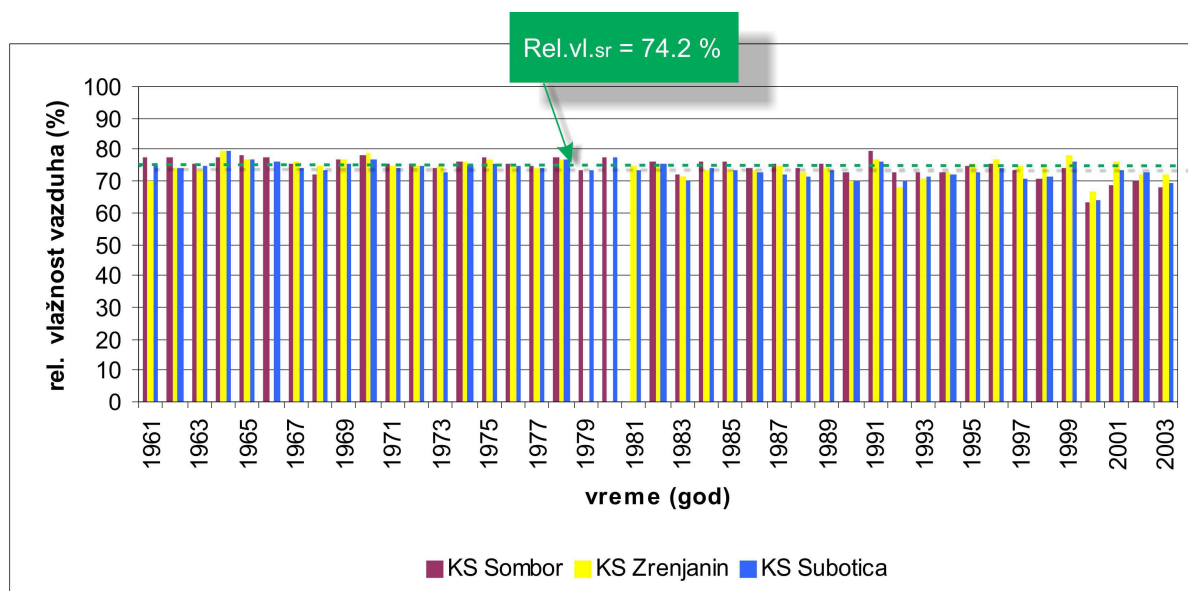
Relativna vlažnost vazduha istraživanog područja predstavlja značajan klimatski činilac koji ima direktan uticaj na veličinu isparavanja tako što povišena vlažnost vazduha uslovljava smanjenje isparavanja pri određenoj temperaturi vazduha.

Na području ovog dela Bačke vrednosti relativne vlažnosti vazduha, na osnovu podataka merenja za period 1961-2003. godina kreću se od 64.8 % do 79.2 %. Vlažnost vazduha je ujednačena i iznosi oko 74.2 %.

Ovakve vrednosti su rezultat uticaja temperature vazduha, vazdušnog pritiska, vetrova i ostalih klimatskih činioaca. Najveća vlažnost registrovana je tokom zime u decembru i januaru, a najmanja je tokom leta, u julu.

Tabela 4 . Relativna vlažnost vazduha (u %) u Bačkoj, na osnovu merenja na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić u periodu 1961-2003. godine (prema RHMZ, Beograd).

	1961-2003.	M E S E C												Sred. (%)
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
SOMBOR	srednja	85.1	79.7	72.2	68.5	66.4	67.2	67.6	69.1	73.8	76.1	83.4	86.3	74.6
	min	78.0	62.0	55.0	57.0	53.0	43.0	52.0	48.0	61.0	63.0	73.0	81.0	63.2
	max	93.0	90.0	86.0	77.0	81.0	76.0	77.0	80.0	82.0	87.0	91.0	92.0	79.3
ZRENJANIN	srednja	85.4	79.3	70.9	67.9	66.6	69.1	67.8	68.5	72.8	75.9	82.5	86.0	74.3
	min	79.0	70.0	55.0	58.0	53.0	54.0	57.0	50.0	58.0	67.0	73.0	79.0	66.9
	max	94.0	87.0	81.0	75.0	77.0	78.0	79.0	79.0	84.0	85.0	90.0	93.0	78.6
PALIĆ	srednja	85.6	80.2	72.3	67.5	65.8	65.6	64.6	66.3	71.1	75.0	83.1	86.8	73.7
	min	79.2	65.0	60.0	59.8	54.7	46.7	54.4	49.4	60.5	63.4	74.3	81.6	64.2
	max	91.1	88.7	88.3	76.5	75.9	74.3	77.0	76.4	82.2	85.9	91.7	92.7	79.8
BAČKA	srednja	85.4	79.7	71.8	67.9	66.3	67.3	66.7	67.9	72.5	75.6	83.0	86.4	74.2
	min	78.7	65.7	56.7	58.3	53.6	47.9	54.5	49.1	59.8	64.5	73.4	80.5	64.8
	max	92.7	88.6	85.1	76.2	78.0	76.1	77.7	78.5	82.7	86.0	90.9	92.6	79.2



Slika 4 . Relativna vlažnost vazduha na KS Sombor, KS Zrenjanin i KS Palić, za period 1961 – 2003. godine (prema RHMZ, Beograd)

### 3.4. Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je bilansni element klime čije poznavanje je za istraživano područje veoma važno za uspešnu poljoprivrednu proizvodnju. Za utvrđivanje potrebnih količina vode za navodnjavanje određenih poljoprivrednih kultura neophodno je poznavanje referentne evapotranspiracije ( $ET_0$ ). Uz korekciju referentne evapotranspiracije i odgovarajućeg koeficijenta poljoprivredne kulture ( $k_c$ ) izračunava se potencijalna evapotranspiracija. U nastavku, potrebna količina vode za navodnjavanje odgovarajuće kulture dobija se kao razlika između potencijalne evapotranspiracije i efektivnih padavina.

Sa stanovišta posebno je važno poznavanje vrednosti evapotranspiracije u periodima vegetacije biljaka, kada je ova vrednost znatno veća od padavina.

Srednje mesečne vrednosti referentne evapotranspiracije za područje Bačke prikazane su na osnovu podataka pet klimatoloških stanica za period 1966-1995. godine (Rajić, 2003), proračunate primenom modifikovane metode Penman-a. Prema ovim istraživanjima srednja višegodišnja vrednost referentne evapotranspiracije za područje Bačke iznosi 1004 mm.

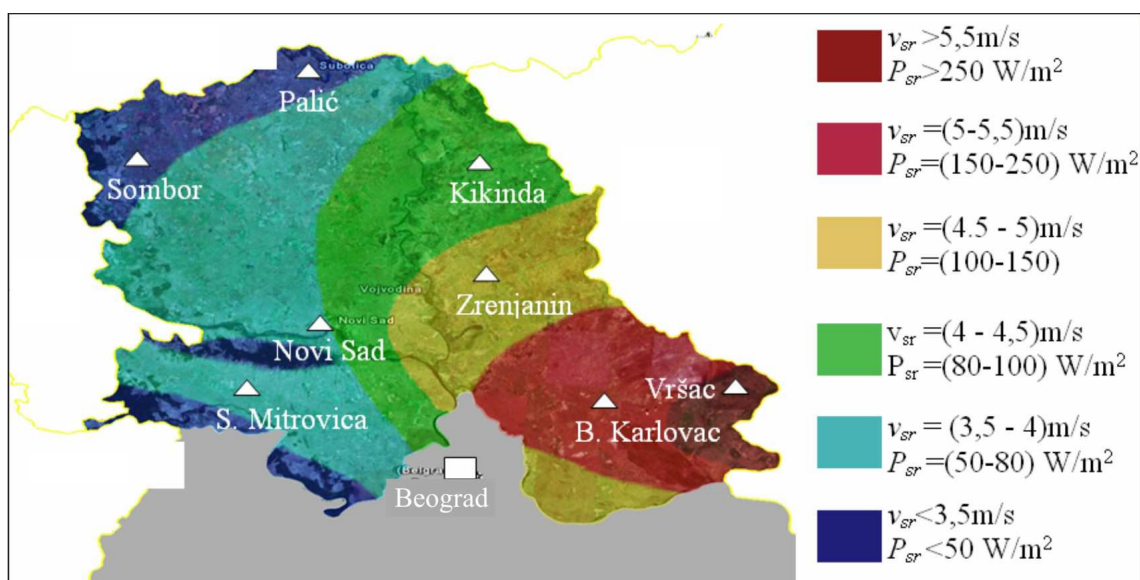
Tabela 5. Srednje mesečne vrednosti referentne evapotranspiracije,  $ET_0$  (mm), (1966-1995)

Stanica	Mesec												van-veg. per.	veg. per.	God. (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Palić	16	26	61	100	146	163	179	147	92	52	21	12	188	827	1015
Sombor	16	26	60	96	140	154	175	137	84	49	21	13	185	786	971
Vrbas	16	27	60	97	144	155	169	138	86	53	21	12	189	789	978
Bečej	15	28	63	98	149	160	174	148	92	54	23	13	196	821	1017
R. Šančevi	18	29	67	101	148	160	177	151	94	57	24	15	210	831	1041
BAČKA	16	27	62	98	145	158	175	144	90	53	22	13	193	811	1004



## 3.5. Vetрови

Vetar je veoma važan i karakterističan klimatski element na području Vojvodine. U celokupnom vodnom bilansu značajan je zbog uticaja na povećanje isparavanja. Suvi vetrovi redovno su praćeni visokim temperaturama vazduha i niskom vlažnošću vazduha. Naročito tokom proleća i u kasno leto, uzrokuju pojave eolske erozije. Eolska erozija u vojvođanskim prilikama najčešće nastaje kada vetar dostigne brzinu preko 10 m/s.



Slika 5. Raspored brzine i srednje snage vetra na visini 50 m u  $\text{W/m}^2$  (Katić, 2008).

Prema dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da eolska erozija u severnom delu Bačke iznosi  $1.325 \text{ m}^3/\text{km}^2$  godišnje produktivnog rastresitog zemljišta. U posmatranom periodu 1961-2003. godine, u Bačkoj je bilo "tišina" 102 %. Najčešći vetrovi su iz pravca severozapada (130 %) i severa (168 %). Na trećem mestu po čestini javljanja je jugoistočni vetar (košava) sa 120 %. Košava je vetar koji je iz polja visokog barometarskog pritiska (Ruske nizije), najčešće u jesen, usmeren ka Karpatima i Đerdapu. U Vojvodinu dolazi kao jugoistočni vetar, koji u klisuri dobija ubrzanje, tako da pri izlasku postaje olujni i slapovit.

Tabela 6. Čestina javljanja vetra po pravcima (u ‰) na KS Sombor za period 1961-2003. godine (prema RHMZ, Beograd).

smer vetra	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
čestina (‰)	168	60	82	120	118	98	111	130	102
brzina (m/s)	3.3	2.2	2.4	2.5	2	2.2	2.7	3.2	0

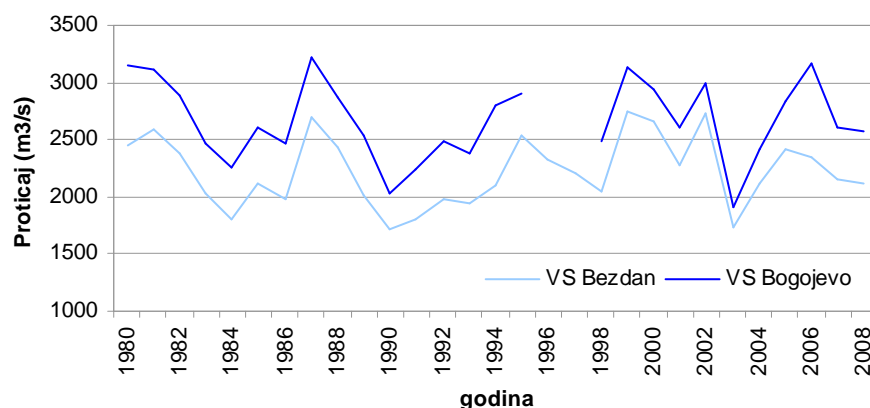
C - period "tišine"

#### 4. Hidrografske i hidrološke karakteristike

Istraživano područje odlikuje se bogatstvom prirodnih vodotokova, ali je hidrografski interesantno i zbog postojećeg hidrosistema "Dunav-Tisa-Dunav", koji je zbog primenjenih rešenja, sve do danas u svetu ostao značajan hidrotehnički sistem.

Najveća reka na istraživanom području je **Dunav**, druga po veličini evropska reka sa dužinom toka od 2588 km i površinom sliva od 817 000 km<sup>2</sup>. Na teritoriju Srbije ulazi kod Bezdana, preciznije kod naselja Batina. Dužina toka kroz Srbiju iznosi 588 km, a kroz Vojvodinu 370 km. Na području Vojvodine, od državne granice do ušća Nere ima karakter ravničarske reke izgrađujući ade i sprudove, meandre, mrtvaje i druge fluvijalne oblike. Na istraživanom području, između državne granice sa Mađarskom do ušća Drave, pad reke Dunav iznosi 5.71 cm/km, a brzina toka kod Apatina iznosi 1.5-2 m/s. Širina korita iznosi od 380 do 2.000 metara, a dubina od 5 do 23 metara. Kod Slankamena prima vode svoje najveće (leve) pritoke - reke Tise, a nizvodnije i reke Tamiš, Karaš i Nera.

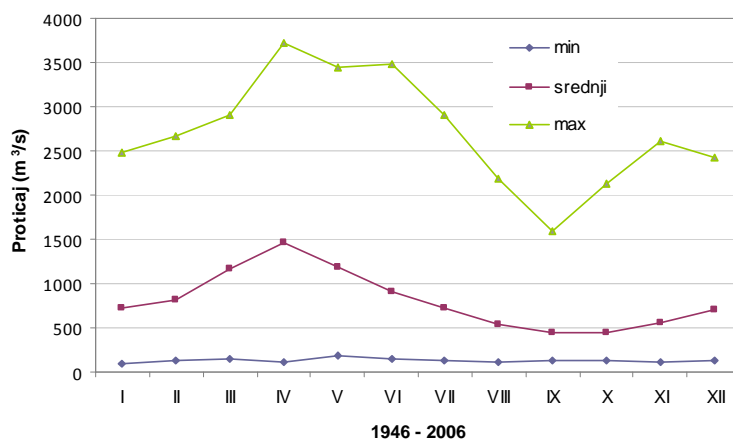
Analiza proticaja Dunava u delu toka na području severne Bačke izvršena je za dvadesetogodišnji period (1980-2008), na vodomernim stanicama Bezdan i Bogojevo. Utvrđeno je da je u analiziranom periodu proticaj Dunava na ulazu u Srbiju, kod Bezdana varirao od 1711 m<sup>3</sup>/s do 2749 m<sup>3</sup>/s (srednja vrednost proticaja 2222 m<sup>3</sup>/s), dok je nizvodnije na vodomernom profilu kod Bogojeva minimalni proticaj iznosio 1914 m<sup>3</sup>/s, a maksimalni 3218 m<sup>3</sup>/s (srednja vrednost proticaja 2672 m<sup>3</sup>/s).



Slika 6. Srednje godišnje vrednosti proticaja Dunava na vodomernim stanicama Bezdan i Bogojevo u periodu 1980-2008. godine. (prema RHMZ, Beograd)

Korišćenje potencijala Dunava nalazi se u razvojnim planovima svih zemalja kroz koje protiče. Voda Dunava se koristi za snabdevanje vodom stanovništva, industrije, poljoprivrede (irigacije), hidroenergetike, za plovidbu, ribarstvo, turizam, rekreaciju i dr.

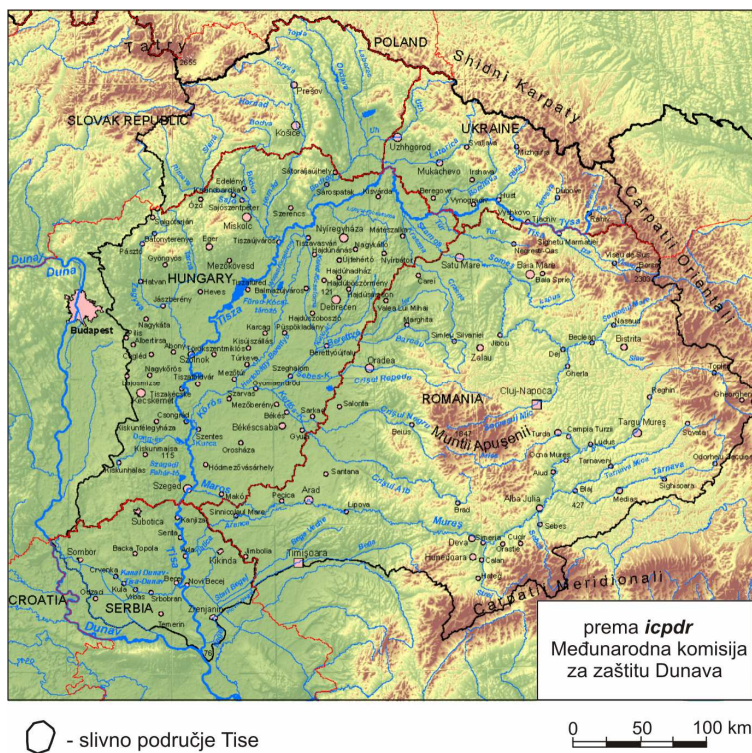
**Tisa** je najveća pritoka Dunava, koja protiče kroz četiri države (Ukrajina, Rumunija, Mađarska, Srbija), dok se slivna površina prostire i na područje Slovačke. Površina sliva iznosi oko 157000 km<sup>2</sup> pri čemu najveći deo sliva od 47 % čini ravničarski teren visine do 200 mm i sa njega dotiče njanjanja količina vode. Izvire u Karpatima i jedna je od



Slika 7. Srednje mesečne vrednosti proticaja Tise kod Sente u periodu 1946-2006. godine.

najstarijih reka na svetu. Tisa nastaje spajanjem Bele i Crne Tise. Njena ukupna dužina iznosi 966 km.

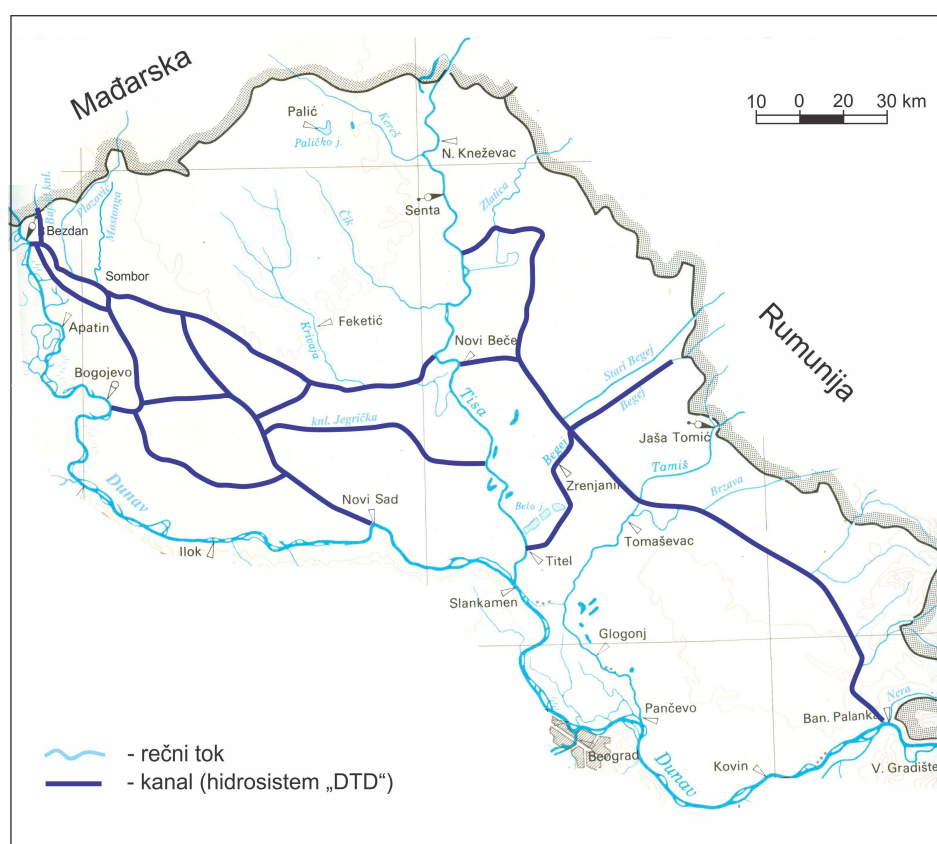
Kroz Vojvodinu protiče dužinom od 167 km i kao leva pritoka uliva se u Dunav kod Slankamena. Tipična je ravničarska reka i prirodni tok ranije je znatno meandriraio i stvarao mrtvaje. Vestačkim putem skraćena je za trećinu, ali je zadržala mali pad i težnju ka stvaranju meandara. Karakterišu je visoki vodostaj je u aprilu, usled topljenja snega na Karpatima i najniži u oktobru. Kod Novog Bečeja prosečni višegodišnji proticaj kreće se između 766 m<sup>3</sup>/s do 4000 m<sup>3</sup>/s. U delu toka od Moriša (Mađarska) do ušća u Dunav, dužine 175 km, pad korita reke iznosi svega 0.035 ‰, zbog čega su brzine protoka vrlo male i u periodu malih voda kreću se između 15 i 20 cm. Širina korita je relativno ujednačena i iznosi između 200 i 250 m. Dubina Tise iznosi oko 4 m. Na našoj teritoriji veće pritoke s leve strane su Zlatica i Begej, dok sa desne strane prima vode iz Velikog kanala. Plovna je od Solnoka u Mađarskoj do ušća. Izgradnjom brane kod Novog Bečeja, 1975. godine bitno su izmenjene hidrodinamičke karakteristike i flora i faune reke.



Slika 8. Slivno područje reke Tise

Potok **Plazović (Kidoš)** izvire u Mađarskoj istočno od Baje, slivna površina mu je 1007 km<sup>2</sup> i većim delom se nalazi u Mađarskoj. Kao recipijent, na našoj teritoriji prihvata male slivove Kolut i Riđicu. Vrlo je krivudav, a na kraćem potezu od 5 km teče između nasipa.

Potok **Mostonga** izvire severozapadno od Stanišića u severnoj Bačkoj i protiče kroz ovo naselje, Sombor, Doroslovo, Srpski Miletić, Karavukovo, Deronje i Bač, a u dunavsku inundaciju uliva se između Bačkog Novog Sela i Mladenova. Iskopom kanala Bezdan-Bečež podeljen je na Severnu i Južnu Mostongu.



Slika 9. Rečna mreža i kanalski sistem "Dunav-Tisa-Dunav" na području Bačke i Banata (prema Vode Vojvodine)

Potok **Kereš** izvire u Mađarskoj kod Kiškunhalaša, a uliva se u Tisu kod Adorjana. Sliv Keraša je veličine 976 km<sup>2</sup>. Deo voda delom dobija i sa slivova jezera Ludoš i Palić sa kojima je vezan.

**Čik** je duboko usečeni vodotok koji vode dobija najviše iz vodonosnih naslaga u srednjem i donjem delu toka. Ima sliv veličine 570 km<sup>2</sup>, pretežno u Srbiji. Izvire u blizini sela Čikerije u Mađaraskoj, a uliva se u Tisu neposredno ispred Bačkog Petrovog Sela.

**Krivaja** izvire na liniji Bajmok-Tavankut, a uliva se u Crnu Baru, odnosno kanal Bezdán-Bečej kod Turije. Duga je 115 km, vodom se prihranjuje iz lesnih naslaga u kojima je duboko usekla svoje korito.

Slivno područje **Jegričke** formirano je na području Južne Bačke, tj. na njenoj lesnoj terasi. Obuhvata površinu od 144.200 ha, sa izduženim oblikom sliva od oko 100 km, prosečne širine oko 14,5 km. Tokom 1957. godine za hidrosistem "DTD" prokopano je korito reke širine 4-5 m, tako da su stvorena tri basena, terasasto raspoređena sa stepenicama u Zmajevu (preliv) i Žablju (ustava). Ovom izgradnjom je u potpunosti izmenjen prirodni režim i površinskih i podzemnih voda. Jegrička je danas desna pritoka reke Tise, čija dužina iznosi oko 65,4 km. Iako je najveći i najduži vodotok Južne Bačke, Jegrička ne predstavlja pravu reku, nego čitav niz bara povezanih širim ili kraćim udubljenjima.



*Slika 10. Jegrička i njeno slivno područje*

Njen prirodni početak nalazi se na području naselja Despotovo, Silbaš, Parage, Ratkovo i Pivnice. Kod Despotova spajaju se depresije - krakovi Jegričke i formiraju jedinstveni vodotok, koji se na 37 km, kod Žablja, uliva u Tisu. Osnovna namena regulisanog

vodotoka Jegričke je za odvodnjavanje, a zatim za snabdevanje vodom industrije, ribnjaka, zalivnih sistema i u sportsko-rekreativne svrhe.

I pored prirodnih tokova, hidrografsko obeležje Vojvodine predstavlja kanalski sistem **“Dunav-Tisa-Dunav”**, specifičan kao obiman poduhvat u hidrotehnici čija je izgradnja počela krajem XVIII veka, značajan je i danas za celokupnu privredu ovog regiona. Delovi tehničkih rešenja koji su po prvi put korišćeni u gradnji ovog sistema, kasnije su primenjivani na drugim objektima u svetu.

Potreba da se plodno vojvođansko tlo zaštititi od negativnog uticaja voda, a močvarni delovi područja kultivišu datira još iz IV veka i perioda rimskog carstva, kada je u Sremu iskopan prvi kanal za odvodnjavanje koji je i danas u upotrebi. Sa kompleksnijim melioracionim radovima započeto je u XVIII veku izradom veštačkog korita Plovnog Begeja dužine 70 km.

Do XVIII veka, na području Bačke podvodno je bilo preko 50 % zemljišta, a naseljenost je iznosila 2-3 stanovnika na km<sup>2</sup>. Početak stvaranja uslova za privredni razvoj Bačke predstavlja prokopavanje kanala Sivac-Vrbas, 1785. godine, tokom kolonizacije za vreme vladavine Marije Terezije. Izgradnja kanala u Bačkoj vršena je u četiri faze i odvijala se između 1793. i 1901. godine sa ciljem da se ovim kanalima izvrši spajanja Dunava i Tise.

Savremeni kanalski hidrosistem “Dunav-Tisa-Dunav” u upotrebi je od 1977. godine. Ukupna dužina kanalske mreže iznosi 649 km, a sistem čini brana na Tisi kod Novog Bečeja, 25 ustava, 16 prevodnica, 5 crpnih stanica i drugi objekti.

Osnovna namena hidrosistema “Dunav-Tisa-Dunav” jeste prijem i odvođenje suvišnih voda sa područja Bačke i Banata, sa površine od oko 1 milion hektara. Pored ovoga, sistem je namenjen odbrani od poplava sa izgrađenih 1362 km nasipa. Projektovano je da se iz ovog kanalskog sistema navodnjava 510 000 ha zemljišta, ali se trenutno navodnjava svega oko 40 000 ha.

Hidrosistem je projektovan i za snabdevanje vodom industrije, za plovidbu, odvođenje otpadnih voda, ribarstvo, turizam i rekreaciju. Pojedini delovi kanalskog sistema danas

se nalaze u veoma lošem stanju, kao što je to slučaj sa deonicom od Crvenke do Srbobrana, na kojoj je usled izlivanja neprerađenih otpadnih voda industrije na ovom području kanal zapunjen otrovnim industrijskim talogom tako da dubina kanala iznosi svega nekoliko desetina centimetara. Voda je zagađena do nivoa da je u potpunosti uništen živi svet u ovom delu kanala.

I u današnje vreme hidrosistem “Dunav-Tisa-Dunav” predstavlja jedan od najvećih svetskih hidrotehničkih objekata. Njegov značaj vremenom nije umanjen i nasuprot tome, on postaje sve veći, posebno zbog klimatskih promena i važnosti stabilnog obezbeđenja vode za potrebe različitih privrednih delatnosti. Naravno, neophodne su opsežne mere rekonstrukcije i regeneracije i pre svega čišćenje kanala.

## **5. Geomorfološke karakteristike**

Osnovne konture današnjeg reljefa Vojvodine stvorene su dejstvom endogenih sila, odnosno tektonskim pokretima koji su se tokom geološke istorije različitim intenzitetom odvijali na ovom prostoru. Regionalni rasedi pretercijarne faze i neotektonska aktivnost usloveli su inicijalne oblike reljefa koji su kasnije preoblikovani dejstvom egzogenih sila.

Tektonski pokreti usloveli su spuštanje ili izdizanje pojedinih delova oblasti, formirajući samu panonsku depresiju, najznačajnije tektonske potoline i sa druge strane morfološki najizraženije oblike reljefa nastale tektonskim izdizanjem blokova, horstovske strukture Frušku goru i Vršачke planine.

Dalje oblikovanje reljefa odvijalo se, primarno, pod uticajem egzogenih procesa koji su i danas aktivni. Na području Bačke izdvajaju se sledeći genetski tipovi reljefa: fluvijalni, fluvio-barski, eolski, eluvijalni, deluvijalno-proluvijalni, kolvijalni, i antropogeni (Grupa autora, 2005) .



Veliki uticaj na formiranje reljefa imaju reke Dunav i Tisa koje su svojim dejstvom uslovile formiranje fluvijalnih oblika; aluvijalne ravni, rečne terase, plavinske lepeze, rečna ostrva, mrtvaje.



prema Geomorfološkoj karti „Geoavod-Gemini“-Beograd

Slika 11. Geomorfološka karta istraživanog područja

*Aluvijalna ravan* Dunava prostire se od mađarske granice do Đerdapa. Kod Bezdana njena nadmorska visina je 85 m, a pre ulaza u Đerdapsku klisuru 68 m.

Aluvijalna ravan Tise formirana je s obe strane reke. Blago je nagnuta u smeru oticanja Tise, s nadmorskim visinama od 82 m kod Segedina, do 79 m kod ušća u Dunav. Zbog geološke građe korita pretežno od glina i prašiniastih peskova nije karakteristično formiranje ostrva i ada na Tisi.

Najznačajniji oblici fluvijalnog reljefa su *rečne terase*. Na celom području Vojvodine konstatovana su dva nivoa rečnih terasa., blago nagnuta u smeru oticanja rečnih tokova. Niža rečna terasa širine i do 10 km najrazvijenija je s leve strane Dunava, južnije od istraživanog područja, između Bačke Palanke i Novog Sada. Niža rečna terasa utvrđena je i s leve strane Tise, od mađarske granice do Ečke, gde se javlja u vidu manjih i većih isprekidanih terasnih zaravni. Znatno manjih dimenzija su niža rečna terasa formirana u dolini Krivaje u delu toka između Bačke Topole i Srbobrana kao i niža rečna terasa u dolini Čika, nedaleko od ušća u Tisu.

Viša rečna terasa razvijena je s leve strane Dunava i Tise i pokrivena je lesom. Nagnuta je ka jugoistoku. Njena nadmorska visina kreće se od 91 m kod Bezdana do 82 m kod Bavaništa. Granicu prema aluvijalnoj ravni čini terasni odsek relativne visine 3-5 m. Zbog toga što je pokrivena lesom kod ranijih istraživača pominje se i kao lesna terasa. Kako je na ovoj terasi izgrađen i veliki broj naselja, u literaturi je poznata i kao "Varoška terasa".

Na aluvijalnim ravnima i rečnim terasama Dunava i Tise, kao i na napuštenim fluvio-barskom dnu, obrazovani su *ocedni rečni tokovi*. To su slabi, uglavnom meandrirajući rečni tokovi, koji nastaju ocedivanjem bara i močvara, a zbog izuzetno ravnog terena, oticanje vode u njima je veoma usporeno, zbog čega se uglavnom nalaze u fazi zabarivanja. Na području Bačke značajniji ocedni tokovi su Jegrička i Mostonga, a zastupljeni su i u ostalim delovima Vojvodine.

U bačkom lesnom području zastupljene su i *doline u lesu*, orijentisane u smeru nagiba lesne zaravni, sever-severozapad - jug-jugoistok. Najveće doline imaju rečni tokovi Krivaja i Čik. Zbog veoma malog nagiba ovi tokovi nalaze se u fazi zabarivanja, zbog čega su u velikoj meri obrasli barskom vegetacijom.

U severnom delu Bačke, u Subotičkoj peščari utvrđene su i rekonstruisane dve *doline u eolskim peskovima*. Jedna zapadno od Subotice, vodi preko Kelebijske bare i Paličkog jezera do Ludoškog jezera. Druga dolina prostire se iz Mađarske i istočno od Subotice pruža se duž državne granice. Paličko i Ludoško jezero ispunjavaju vodom samo pojedine delove nekadašnjih aktivnih dolina, koje su danas većim delom prekrivene eolskim peskovima (Grupa autora, 2005).

Na rečnim terasama utvrđena su *stara, napuštena rečna korita*, koja su u ranijim periodima za sobom ostavili tokovi Dunava i Tise. Polukružni delovi nekadašnjeg korita Dunava zastupljeni su na rečnim terasama od Bezdana na severozapadu, do Tise na jugoistoku. Ova napuštena korita nedaleko od Ečke i Zrenjanina, za koja se na osnovu veličine pretpostavlja da pripadaju Dunavu, ukazuju da je Dunav ranije proticao istočno od Titelskog brega i današnjeg toka Tise.

Reka Tisa takođe je formirala napuštena korita, u najvećem broju istočno od današnjeg toka Tise, na prostoru od Zrenjanina do reke Zlatice, na severu.

Kombinovanim dejstvom fluvijanog i barskog procesa nastali su oblici reljefa: bare i močvare, mrtvaje, reke i jezera u fazi zabarivanja.

Na aluvijalnim ravnima i rečnim terasama Dunava i Tise konstatovan je veći broj *bara i močvara*, plitkih ulegnuća u kojima se danas stvaraju organogeno-barski sedimenti.

Duž najvećih tokova, Dunava i Tise brojni su napušteni meandarski delovi tokova, *mrtvaje*. U njima se danas stvaraju organogeno-barski sedimenti.

*Reke u fazi zabarivanja* su manji ravničarski rečni tokovi koji zbog malog nagiba terena otiču veoma sporo, te su obrasli bujnom vegetacijom. Ranije pomenuti vodotoci Krivaja i Čik, na istraživanom području predstavljaju tipične primere ovakvih rečnih tokova.

Jedina prirodna jezera na teritoriji Vojvodine su Paličko i Ludoško jezero. Karakteriše ih poligenetsko razviće jer je njihov nastanak vezan za fluvijalni proces koji je kasnije smenjen eolskim i barskim (Grupa autora, 2005). Jezera su formirana u rečnim dolinama nastalim proticanjem rečnog toka koji je dolinu formirao usecajući se u les. U uslovima intenzivnih padavina rečni tok je normalno funkcionisao, da bi usled klimatskih promena došlo do smanjenjem padavina i fluvijalni proces postepeno bio smenjen eolskim. Jezera su formirana u trenutku potpunog pregrađivanja dolina navejanim eolskim materijalom. Ozbiljnu opasnost za ova jezera danas predstavlja aktivan proces zabarivanja jezera koji vodi ka njihovom pretvaranju u bare i močvare.

*Fluvio-barsko dno Panonskog basena* izdvojeno je na širem prostoru Vojvodine i predstavlja napušteni oblik smenjenog fluvio-barskog procesa. Predstavlja područja sa ranijim vodenim površinama pri čemu je deponovanje eolskih naslaga vršeno u vodenoj, rečno-barskoj sredini, da bi nakon isušivanja ovih prostra usled klimatskih faktora tokom kvartara, eolski peskovi nastavili da se deponuju na suvom tlu. Nadmorska visina ovog područja iznosi između 80 i 90 m.

Dejstvom vetra, u uslovima hladne i suve klime tokom pelistocena značajnu ulogu u morfološkom oblikovanju reljefa Vojvodine imao je eolski proces. Na ovaj način formirane su lesne zaravni, peščare i drugi oblici eolskog reljefa. Na istraživanom delu Bačke najveća po prostranstvu je Bačka lesna zaravan (Telečka), južnije se nalazi Titelski breg, u Banatu banatska i tamiška lesna zaravan, a u Sremu: sremska i fruškogorska lesna zaravan. Lesne zaravni su nastale navejavanjem eolskog materijala, pretežno na fluvio-barskom dnu Panonskog basena.

*Bačka lesna zaravan* je najveća zaravan u Vojvodini rasprostranjena na površini od 2800 km<sup>2</sup>. Od ostalih delova terena jasno se izdvaja lesnim odsecima relativne visine 10-20

m. Utvrđeno je da je bačkim lesom prekrivena velika aluvijalna lepeza Dunava, koja se prostire od Budimpešte i završava u Bačkoj južnim obodom lesne zaravni. Blago je nagnuta ka jugoistoku, sa nadmorskim visinama od 90 do 125 m. Lesna zaravan u Bačkoj sastavljena je od više horizonata lesa, razdvojenih slojevima smeđe boje ili pogrebenim zemljama. Ovi slojevi posledica su prekida u navejavanju eolske prašine usled klimatskih promena tokom pleistocena; lesne naslage stvarane su u uslovima hladne i suve klime, a smeđe zone u periodima tople i vlažne klime. Ispitivanjima je konstatovano da stvaranje lesa nije istovremeno započelo na celom području Vojvodine. Ono je najpre započelo na kopnenim površinama, Fruške gore i Vršačkih planina (Grupa autora, 2005). Zbog vremenski različitog nastanka procesa formiranja sremski i titelski čini 5-7 lesnih slojeva i 4-6 slojeva pogrebene zemlje, dok su u bačkom lesu razvijena samo 1-2 sloja pogrebene zemlje. Nastanak bačkog lesa vremenski je vezan sa nastankom najmlađih lesnih horizonata sremskog i titelskog lesa.



*Slika 12. Karakteristični izgled područja rasprostranjenja lesa: put B. Topola - M. Idoš (levo) i profil kod Sente (desno)*

Na Bačkoj lesnoj zaravni izdvojene su i *lesne dine* prosečne dužine 1-2 km, razvijene zapadno od Subotice i južno od Ludoškog jezera. Orijentacija lesnih dina saglasna je pravcu duvanja dominantnog vetra, SZ-JI.

Eolske naslage navejane su na višoj rečnoj terasi koja se pominje pod nazivom *lesna terasa* ili "varoška" terasa. Navejan je u periodu stvaranja najmlađeg, završnog horizonta na lesnim zaravnima Vojvodine.

U severnom delu istraživanog područja formirana je *peščara* (Subotička peščara), prosečne visine na lesnoj zaravni 102-125 m, pri čemu njeni najviši delovi dostižu visinu od 143 m. Manje površine pod eolskim peskovima zastupljene su zapadno od Subotice, kod Tavankuta, Riđice i Bačkog Brega. Dominantnu morfološku ulogu u njihovom formiranju imao je severozapadni vetar.

Značajan uticaj na morfološke procese i izmenu reljefa ima čovekova delatnost. Obradom zemlje, izgradnjom nasipa, prokopavanjem kanala za potrebe navodnjavanja i odvodnjavanja, izgradnjom ribnjaka, usporen je razvoj prirodnih procesa. To se posebno odnosi na fluvijalni i barsko-močvarni proces čiji intenzitet je usporen izradom nasipa u cilju sprečavanja poplava ili kanala kojima su barski i močvarni tereni isušivanjem pretvoreni u velike poljoprivredne površine.

## 6. Geološka građa

### 6.1. Pregled ranije izvedenih geoloških istraživanja

Prve podatke o geološkim istraživanjima i građi ovog dela Vojvodine nalazimo u radovima nastalim u drugoj polovini XIX veka kada su prikazani podaci o bušenju prvih arteskkih bunara Halavacz (1882, 1886-1889), Zigmund (1885), Petrović (1891).

Uslovi i razvoj nastanka Panonskog basena, njegova geološka građa, bili su interesantni za proučavanje poznatim istraživačima među kojima treba spomenuti Kobera (1921), Cvijića (1924), Laskareva (1949-1951), P. Stevanovića (1968-1977).

Prva geofizička merenja koja su rezultirala izradom gravimetrijske karte Bačke i Banata izvedena su u toku Drugog svetskog rata.

Posle Drugog svetskog rata na području Vojvodine započeta su brojna i obimna istraživanja za potrebe pronalazača nafte i gasa, istraživanja geotermalne energije i hidrogeološka istraživanja za potrebe vodosnabdevanja, pri čemu se došlo do novih, značajnih geoloških podataka. Istražna bušenja dubokih naftno-geoloških bušotina počela su 1948. godine, a ispitivanja materijala iz bušotina vršena su primenom paleontoloških i sedimentno-petroloških metoda prvo u Geološkom institutu Srpske akademije „Jovan Žujović“, a kasnije u okviru specijalističkih službi „Naftagasa“. Od 1949. godine počela je primena geofizičkih ispitivanja. U početku su vršena gravimetrijska i magnetometrijska ispitivanja, a od 1953. godine i reflektivna seizmika. Rezultati geofizičkih ispitivanja omogućili su detaljnije sagledavanje litologije dubljih delova terena, kao i sagledavanje strukturnih oblika.

U seizmičkim i gravimetrijskim radovima Zavoda za geološka i geofizička istraživanja tokom 1964, 1968, 1970, 1972 i 1973. godine autori daju prikaz podloge kvartarnih sedimenata na teritoriju Bačke.

Prvi podaci o mezozoiku datiraju iz pedesetih godina prošlog veka. O mezozoiku podine panonskog basena u dubokim bušotinama pisali su Aksin, Nikolić, Kemenci, Čanović, Pantić i Šećerović.

Na osnovu podataka iz dubokih bušotina Marinović (1961) daje geološki sastav jugoistočnog dela Panonskog basena, a 1977. godine stratigrafski prikaz miocenskih sedimenata.

Regionalni prikaz geološkog sastava neogene podloge i sedimenata neogenih basena sa tektonskom interpretacijom i istorijom stvaranja terena, dao je Nikolić (1975).

U studiji o vodosnabdevanju Vojvodine Nikolić, Marinović, Kosanović (1967) izdvajaju dva hidrogeološka kompleksa kao glavne nosioce podzemnih voda za piće koji se nalaze u okviru mlađeg pliocena i kvartara. Ovu problematiku dalje su proučavali i proširili Aksin, Nikolić, Marinović, Alimpić i Milosavljević (1976), a Marinović (1982), pored navedene problematike daje i prikaz geološkog sastava Vojvodine.

Na osnovu podataka iz dubokih bušotina Marinović (1977) daje stratigrafski prikaz miocenskih sedimenata (pretorton, torton i sarmat) u pokrivenim terenima Vojvodine.

Jedan od najvažnijih dokumenata o geološkoj građi istražnog terena su rezultati istraživanja za potrebe izrade listova OGK SFRJ 1:100 000, koji predstavljaju osnovni dokument pri izvođenju svih istraživanja iz oblasti geologije.

Dosadašnja brojna izvedena geološka istraživanja rezultirala su velikom fondovskom dokumentacijom organizacija "NIS-Naftagasa"- Novi Sad, "Geološki zavod Srbije" i „Geoinstitut“ iz Beograd, koja su vršila istraživanja na ovom području.

## 6.2. Prikaz litostratigrafskih jedinica

Geološka građa područja severne Bačke proučena je na osnovu podataka dubokih bušotina za istraživanje ugljovodonika (nafte i gasa), istraživanja za eksploataciju termomineralnih voda, izvedenih geofizičkih ispitivanja, kao i podataka bušenja za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrije. Izvor podataka predstavljaju i Tumači Osnovne geološke karte (OGK) za listove koji pokrivaju ovaj deo Vojvodine (prilozi 1 i 2).

Generalno posmatrano, istraživani teren izgrađuju stene prekambriumske, paleozojske mezozojske, tercijarne i kvartarne starosti.

### **P r e k a m b r i j u m (?) i P a l e o z o i k (Pz)**

Prekambrijumske i paleozojske tvorevine predstavljaju najstarije stene na istraživanom području. One čine bazu (osnovno gorje) mlađim sedimentnim stenama. Pod uticajem visokih temperatura i pritisaka izvršena je prekristalizacija paleozojskih sedimenata zbog čega su predstavljene metamorfnim stenama. Zastupljeni su kristalasti škriljci različitog stepena kristaliniteta, gnajsevi, mikašisti filiti, kvarciti, peridotiti, metamorfisani



serpentiniti. Prateći magmatizam u ovom periodu uslovio je i prisustvo intruzivnih, efuzivnih i žičnih stena.

Intenzivnim tektonskim procesima, ove stene jako su izrasedane i dovedene u različite visinske položaje. Na površini terena javljaju se izvan istraživanog područja: južnije to je Furška gora, a jugoistočno Vršački breg i okolina Bele Crkve.

U vertikalnom profilu, na osnovu dubokih bušotina konstatovane su na različitim dubinama. Prema podacima bušenja na širem području Sombora nalaze se pliće ispod površine terana u zoni Male Crvenke, na dubini 495 m, zatim nešto dublje kod Bajmoka, 678 m (bušotina Ba-1/H) i Moravice 893 m. Na području Kule u dubokim bušotinama na dubini 1055 m (Kl-1) i 852 m (Kl-2) konstatovane su kisele magmatske stene. U zoni Bečaja paleozojske stene nalaze se na dubini 1420 m (Bč-7) odnosno 1521 m (Bč-3), predstavljene mikašistima i gnajsevima.

U severnom delu istraživanog terena na području Subotice-Kanjiže i istočnije, kod Novog Kneževca, prema podacima dubokog bušenja, paleozojske stene nalaze se na dubinama od 1380 do 2086 m. Predstavljene su gnajsevima, mikašistima, kristalastim škriljcima granoblastične do lepidoblastične strukture, škriljave, okcaste trakaste i plisirane teksture.

Nešto južnije od ovog područja, u dubokoj bušotini u Senti (Stg-1) paleozojski škriljci, gnajsevi, mikašisti, filiti, kvarciti, generalno se nalaze na dubini preko 1600 m. Na području Ade, na dubini 1930 m, u bušotini Ads-1 konstatovani su sivo zeleni granitoidi i sivo-zeleni gnajsevi.

### **M e z o z o i k (Mz)**

Mezozojske tvorevine karakterišu rasedanje i vulkanski proboji i pojava na različitim dubinama. Na osnovu podataka izradom dubokih bušotina i podataka iz Tumača OGK na istraživanom području mezozojski kompleks izgrađuju trijaski i kredni sedimenti.

Stene jurske starosti utvrđene su južnije od istraživanog područja (južna Bačka) i srednjem Banatu (Čanović i Kemenci, 1988).

## **Trijas (T)**

### **Trijas (T?, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>)**

Na području severne Bačke stene trijaske starosti utvrđene su dubokim bušotinama kod Bačkog Monoštora, Kupusine, Bačke Topole, Gornjeg brega, Orahova, Adorjana, Sente, Trešnjevca, Čantavira, Velebita, Martonoša, Palića i Bačkog Vinograda.

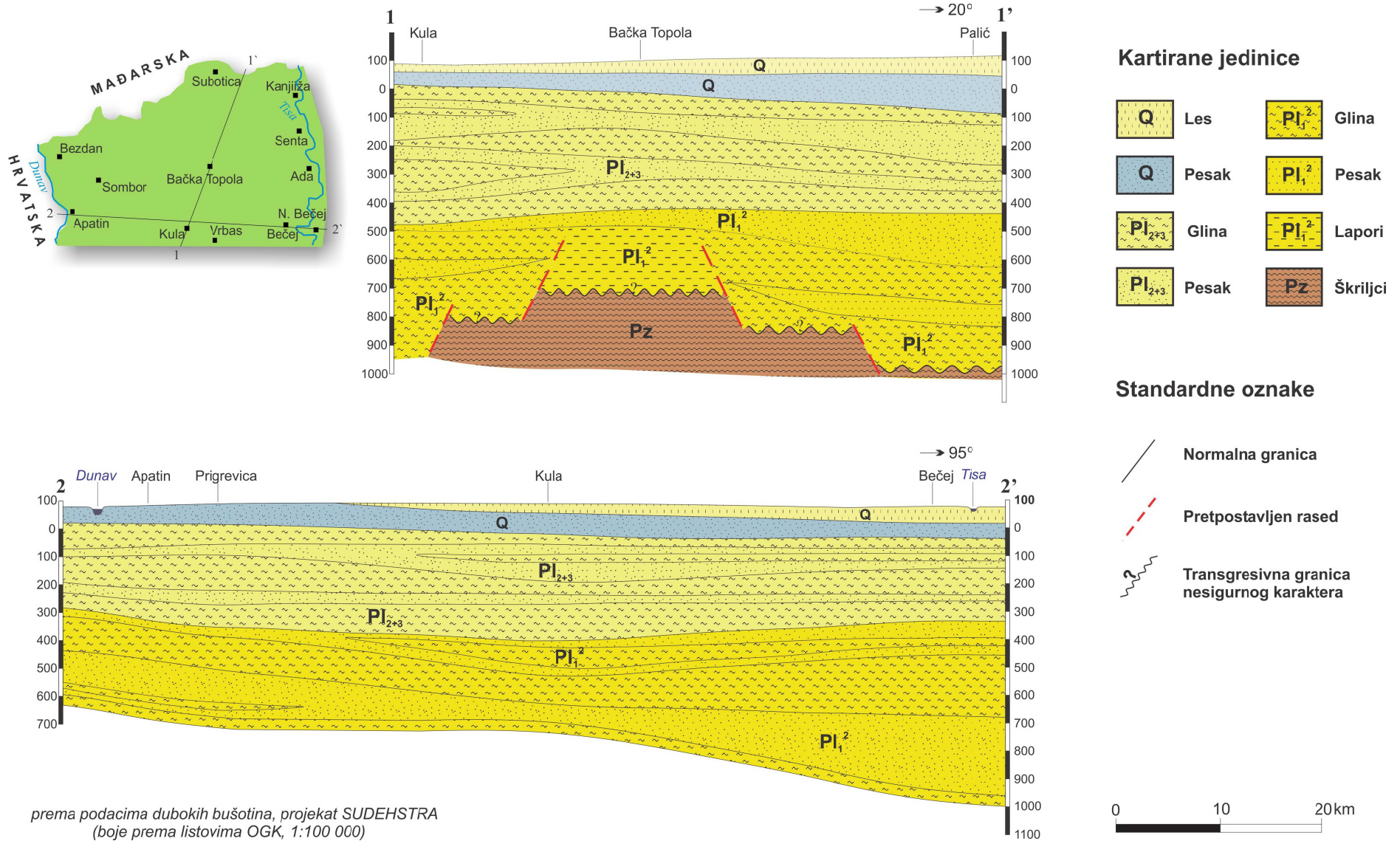
Trijaske naslage leže na različitim dubinama, od 553 m (Bačka Topola) do 1457 m (Bački Vinogradi). Njihova debljina je različita, od 10 m (Orahovo) do 627 m kod Velebita, koja predstavlja i jedinu lokaciju na kojoj je utvrđena podina trijaskih naslaga.

U zapadnom delu istraživanog područja, kod Bačkog Monoštora u podlozi neogena na dubini ispod 1010 m i kod naselja Kupusine na dubini ispod 1245 m, nabušeni su dolomiti za koje se pretpostavlja da su trijaske starosti. Njihova starost nije preciznije određena (oznaka: **T ?**).

### **Donji trijas (T<sub>1</sub>)**

Stene koje pripadaju donjem trijasu konstatovane su na nekoliko lokacija, uglavnom u severnom delu istražnog područja (Palić, Bački Vinogradi, Bajša, Martonoš, Čantavir, Novi Kneževac, Senta, Orahovo, Gornji Breg i Adorjan). Predstavljene su kvarcnim konglomeratima, pešćarima, alevrolitima, karbonatnim pešćarima, glincima i laporcima, krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i dolomitičnim brečama.

Naslage donjotrijaske starosti (*kampilski potkat*) utvrđene su u bušotinama u okolini Novog Kneževca. Konstatovane su na dubinama od 995 m do 2040 m. Iznad njih se nalaze naslage srednjeg trijasa ili donjeg pontaa.



prema podacima dubokih bušotina, projekat SUDEHSTRA  
(boje prema listovima OGK, 1:100 000)

Slika 13. Regionalni geološki profili severne Bačke

Naslage donjeg trijasa predstavljene su peskovitim krečnjacima, vapnovito-glinovitim alevrolitima i dolomitičnim krečnjacima. Biostratigrafskim proučavanjima u ovim sedimentima su pronađene retke foraminifere: *Meandrospira pustila*, *M. cheni*. U višem delu serije nalaze se vapnoviti alevroliti, peščari, peskovito-glinoviti krečnjaci, laporci i glinci u smenjivanju.

### Srednji trijas (T<sub>2</sub>)

Stene srednjeg trijasa utvrđene su u bušotinama kod Bačke Topole i severnom delu, u okolini Velebita, Čantavira, Trešnjevca i istočnije, kod Novog Kneževca. Srednjotrijaske tvorevine izgrađuju krečnjaci, laporoviti krečnjaci, masivni prekristalisali krečnjaci, dolomitima. U stenama je utvrđena raznovrsna asocijacija fosila uglavnom rekristalisala i razorena.

U bušotinama kod Novog Kneževca tvorevine srednjeg trijasa su predstavljene dolomitičnim i laporovitim krečnjacima, dolomitima i dolomitskim brečama. Stratigrafska pripadnost je definisana pronalaskom odgovarajuće mikrofaune: retke bentoske foraminifere (*Turitelletta mesotriassica*, *Fronducularia Woodwardi*, *Nodosaria ordinata*, *Arenovidalina chialingchiangensis*, *Ophthalmidium* sp, i dr.), zoospore (*Globochaete alpina*) i ostaci pelaških molusaka. Na ovom prostoru debljina naslaga srednjeg trijasa iznosi od 47 m do 233 m, a bušotine su završene u ovim naslagama.

### Gornji trijas (T<sub>3</sub>)

Na nekoliko lokacija u severnoj Bačkoj, na osnovu podataka iz dubokih bušotina (Čanović i Kemenci, 1988), konstatovane su naslage gornjotrijaske starosti. U bušotinama kod Bajše, Čantavira, Sente i Bačkog Monoštora litološkom korelacijom utvrđeni su sedimenti karnijsko-retskog kata predstavljeni organogeno-detritičnim i ooidnim krečnjacima. To su stene sive i sivozelene boje izgrađene od spariklitskog ili mikristskog veziva, bentoskih foraminifera (*Pilamminella kuthani*, *Aulotortus sinuosa*, *Agathammina austroalpina*, *Earlandia gracilis*) i bogatog detritusa algi, hidrozoa, korala, spongija, moluska i dr.

## **Kreda (K)**

### **Gornja kreda (K<sub>2</sub>)**

Na području severne Bačke gornjokredni sedimenti konstatovani su u dubokim bušenjem na području Bečeja. Ove naslage više su rasprostranjene u delovima južne Bačke, južnog i srednjeg Banata.

U zoni Bečeja tvorevine gornje krede leže diskordantno preko kristalastih škriljaca. u litološkom pogledu predstavljena je karbonatnim i flišnim sedimentima, taloženim u klastično-karbonatnoj i basenskoj faciji. U bušotini Bč-7 tvorevine gornje krede utvrđene su na dubinama ispod 1257 m. Debljina im je procenjena na oko 250 m.

Gornjokredni sedimenti konstatovani su u više dubokih bušotina izvedenih na području Sente. Nalaze se na dubinama oko 1300 m (Gr-2 i Gr-4), zatim 1395 m (Stg-1) i 1000 u bušotini Tš-1. Izgrađeni su od krečnjaka, laporaca i peščara.

U bušotini kod Petrovog Sela, na dubini ispod 1926 m, takođe su konstatovane naslage gornje krede, u podini pontskih naslaga. Predstavljene su gornjokrednim tamnosivim alevrolitima, laporcima, peščarima i faunom foraminifera mlađeg senona: *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncana linneiana*, *Hedbergella sp.*, *Minuoxia sp.* i dr. Bušotina je završena u ovim sedimentima na dubini 2115 m.

U nekim bušotinama lokaliteta kod Velebita, prisustvo krednih naslaga samo je pretpostavljeno. Stene su predstavljene sivim paleontološki sterilnim alevrolitima i glincima. Izdvojene su u povlati srednjotrijaskih karbonatnih sedimenata, a u podini pontskih tvorevina.

## **K e n o z o i k (Kz)**

### **Tercijar (Tc)**

Tercijarni sedimenti imaju veliko rasprostranjenje na području severne Bačke. Utvrđeni su geofizičkim ispitivanjima i izradom dubokih bušotina. Zastupljeni su sedimenti

pretortona, marinski, brakični i kaspibrakični sedimenti tortona, sarmata, panona, ponta (donji i gornji) i jezerski paludinski slojevi. Utvrđene su i vulkanske tvorevine lave i tufovi. Debljina tercijarnih sedimenata varira u pojedinim delovima područja pri čemu se idući od zapada prema istoku i severoistoku njihova dubina povećava. Geofizičkim ispitivanjima konstatovano je da se u paleodepresijama, na području severoistočnije od Novog Kneževca neogeni sedimenti nalaze i na dubinama ispod 3600 m. Iako se u geološkoj literaturi u okviru rasprostranjenja tercijarnih naslaga uglavnom pominje samo razviće neogenih sedimenata, novijim istraživanjima i paleontološkim analizama uzoraka iz dubokih bušotina, konstatovane su i naslage paleogena. Izvor podataka o razvoju kenozoika, predstavljali su i radovi ranijih istraživača koji su izučavali najmlađu geološku periodu.

### ***Paleogen (Pg)***

#### **Eocen (E ?)**

Tvorevine paleogena u severnoj Bačkoj utvrđene su u dubokoj bušotini kod Subotice na 1291 m dubine. Paleogen je zastupljen eocenskim sedimentima od kriptokristalastih laporovitih krečnjaka sa retkim zrnima kvarca, zatim pretaloženih ostataka krednih pelaških molusaka i fonaminifera (*Hedbergella infracretacea*).

### ***Neogen (Ng)***

Kao što sto raniji istraživači konstatovali (Grupa autora "Geologija Srbije", 1977) u okviru kompleksa neogena, sedimenti miocena u Vojvodini su znatno manje debljine od pliocena. Razlog ovome jesu tektonski pokreti koji su usloveli naglo tonjenje kopna tokom gornjeg panona.

### ***Miocen (M)***

Naslage miocenske starosti imaju veliko rasprostranjenje na istraživanom području. Paleontološki nalazi fosilne makro i mikro faune i flore omogućili su detaljno

rašćlanjivanje miocena na donji, srednji gornji miocen. Kod različitih autora naslage donjeg miocena često se svrstavaju kao pretortonske tvorevine.

### **Donji miocen (M<sub>1</sub>)**

Tvorevine donjeg miocena konstatovane su u dubokim bušotinama na više lokacija severne Bačke: kod Rastine, Riđice, Subotice, Martonoša, Palića, naselja Male pijace, Žednika, Đurđina, Ade, Velebita, Trešnjevca, Bačke Topole, Bajše i Petrovog Sela. Leže diskordantno preko metamorfnih stena paleozoika, trijaskih karbonatnih naslaga i pretpostavljene gornje krede. U njihovoj povlati leže tortonski i panonsko-pontski sedimenti.

Konstatovani su na različitim dubinama, od 752 m (Velebit) do 2050 m (Martonoš). Debljina im varira od 14 m (Ada) do 478 m (Bačka Topola).

Predstavljene su kopnenim i morskim facijalnim tvorevinama. Kopnene tvorevine čine breče, konglomerati, peščari, alevroliti i glinci. Krupnozrni klastiti - breče, konglomerati, uglanom su slabo sortirani od fragmenata škriljaca, kvarcita, vulkanita, trijaskih organogenih krečnjaka. Karakteristike kontinentalnih klastita jesu crvena i sivo-zelena boja, česta litofacijalna smena i često potpuno odsustvo fosilnog materijala. Do sada su identifikovani samo palinološki spektri u najstarijim nivoima kontinentale serije.

Jedini nalasci morskog donjeg miocena na prostoru severne Bačke utvrđeni su u bušotinama kod Rastine i Riđice. To su stene heterogenog granulometrijskog sastava, od loše sortiranih klasta granita, vulkanita (dijabazi, trahiandeziti), škriljaca, kvarca. Mikrofauna je zastupljena malim brojem primeraka fonaminifera i ostrakoda. Utvrđene su vrste *Ammonia beccari*, *Elphidium flexuosum*, *Textularia sp.*, karakteristične za plitkovodne i oslađene areale.

## Torton (M<sub>2</sub><sup>2</sup>)

Tvorevine tortona predstavljene su produktima morske sedimentacije i delom magmatske aktivnosti.

Utvrđene su u na više lokacija u severnoj Bačkoj: kod Rastine, Horgoša, Bačkog Vinograda, Martonoša, Sente, Ade, Mola, Bačke Topole, Bajše, Čantavira, Gornjeg brega, Orahova, Tornjoša, Utrina, Žednika, Bikova, Đurđina, Velebita, Petrovog sela i Bačkog Monoštora.

Konstatovane su na dubinama od 437 m (Đurđin) do 2301 m kod Horgoša. Debljina naslaga iznosi od 6 m (Ada) do 406 m kod Đurđina.

U okviru naslaga tortona moguće je razlikovati:

- grubozrne klastite koji predstavljaju bazalnu seriju donjeg tortona, predstavljeni brečama, konglomeratima i konglomeratičnim pešćarima, sa retkim ostacima fosilne faune mekušaca, detritusa algi i briozoa, plitkovodne bentoskih foraminifera i ostrakoda.

- organogeno-detritične krečnjake relativno male debljine od nekoliko metara do nekoliko desetina metara sa očuvanim ljušturama mekušaca, ehinida, korala, algi, bentonitskih foraminifera i ostrakoda.

- pelitske karbonate, deponate nešto dubljih voda otvorenog mora izgrađene od glinovito-karbonatne osnovne mase i ljuštura planktonskih foraminifera. Fauna planktonskih foraminifera zastupljena je vrstama: *Praeorbulina glomerosa circularis*, *Orbulina suturalis*, *Globigerinoides bisphericus* i dr. Zastupljenost ovih oblika često je masovna kada izgrađuju faciju "globigerinskih krečnjaka".

- vulkanogeno-sedimentne naslage, koje predstavljaju produkte višefazne vulkanske aktivnosti nastale istovremeno sa sedimentima plitkog mora. Najveća debljina ovih



stena konstatovana je kod Žednika i iznosi oko 400 m. Osnovnu masu čine padavinski lapiliti kao produkti glavne mase pirokalstičnog toka. Sastoje se od odlomaka plovućaca, vulkanskog pepela i vulkanskog stakla.

### **Sarmat (M<sub>3</sub><sup>1</sup>)**

Sarmatske tvorevine su utvrđene u bušotinama kod mesta Riđica, Čikerije, Kelebija, Palić, Subotica, Gornji breg, Bajša, Čantavir, Senta, Bačka Topola, Stara Moravica i Petrovo Selo. Konstatovane su na dubinama od 474 m u bušotini Či-3 do 1268 m u bušotini 3-1, do 1539 m u bušotini PS-1 u Petrovom Selu. Debljina ovih naslaga relativno je mala i iznosi od 20 m u bušotini Su-2 do 70 m u bušotini Sg-1.

Ooidni bioklastični krečnjaci konstatovani su u bušotinama kod Gornjeg brega i zapadno od Bačke Topole, izgrađeni su od ooida, onkoida, bioklasta, detritičnih minerala i mikritskog ili sparitskog cementa. Sukcesivno u oblastima sa razvijenim ostrvskim nizovima formirane su facije transgresivnih klastita, peskovito-alevrolitičnih laporaca i peskovitih., biogenih i ooidnih krečnjaka mlađeg sarmata. Utvrđene su u bušotinama kod Subotice (Su-1, Su-2, Sg-1), Palića (Pć-4, Pj-1,2, Pg-1), Kelebije (Ke-1, ), Ada (Ada-2, 3. 10) i jednog dela Gornjeg brega (Gr-2). Pojedini intervali mogu sadržati i nagomilanja mekušaca (*Calliostoma podolicoformis*, *Cerastoderma politioanei politioanei*, *Cerastoderma ex gr. winbonense* i dr.) kada čine lumakelu.

Posebno mesto u okviru sarmata severne Bačke pripada vulkanitima Kelebije. Utvrđeni su u većini bušotina, u bazi ili podini sarmatskih naslaga. Javljaju se kao uklopci vulkanoklasta u okviru biogenih krečnjaka ili u vidu proslojaka pefitskih tufita i rastresitih tufova riocacitskog sastava, a retko i kao riocacitske lave (ingnimbriti). O starosti ovih vulkanita postoje protivrečna mišljenja.

U zapadnom delu područja istraživanja sarmatski sedimenti utvrđeni su kod Telečke i predstavljeni su pešćarima, laporcima, laporima, konglomeratima i glinama, Debljina naslaga iznosi oko 100 metara.

Na severu istraživanog područja u dubokim bušotinama kod Palića, sarmatski sedimenti predstavljeni su klastitima (mikrobreče, konglomerati, konglomeratični peščari), laminiranim laporcima i ooidnim krečnjacima. Debljina sedimentata sarmata na ovom delu terena je različita i kreće se od 20 (Su-2) do 60 m (Pg-1). Konstatovane su bogate asocijacije makrofaune (*Calliostoma podolicoformis*, *Cardium*, *latisulcum*, *Irus* sp.) i mikrofaune (fonaminiferi *Elphidium*, *Triloculina*, ostrakodi *Xestoleberis*, *Aurila*, *Loxococoncha*), koje su karakteristične za sedimente mlađeg sarmata.

### **Panon (M<sub>3</sub><sup>2</sup>)**

Na istraživanom području sedimenti panona leže diskordantno preko tvorevina paleozoika ili konkordantno sa sedimentima mlađeg sarmata.

Izostaje uglavnom lokalno, na antiformalnim strukturnim oblicima gde pont direktno leži na stenama starijih formacija. Utvrđen je u bušotinama kod Rastina, Riđice, Kelebije, Bajmoka, Subotice, Palića, Horgoša, Martonoša, Malih Pijaca, Žednika, Bikova, Tornjoša, Orahova, Kupusina, Ade, Čantavira, Sente, Bačke Topole, Bajše i Petrovog Sela.

Konstatovan je na dubinama od 568 m u bušotini kod Bajše, do 1895 m u bušotini kod Martonoša. Debljina panonskih sedimentata iznosi od 12 m u bušotini Ke-6 kod Kelebije, do 125 m u bušotini Kps-1/H kod Kupusina. Debljina ovih sedimentata kod Bajmoka iznosi od 25 do 175 m i u bušotini Ba-1/H zastupljeni su na dubini u intervalu od 300 do 475 m. Interpretacijom elektro-karotažnog dijagrama bušotine u Kanjiži (Kž-1), bez pouzdanijih stratigrafskih konstatovano je prisustvo sedimentata panonske starosti u intervalu 1489-1458 m.

Panon je predstavljen basenskom facijom laporaca i laporovitih krečnjaka sa radiksima (*Radix croatica*) i obodnom facijom karbonatnih peščara i peskovitih krečnjaka sa melanopsisima.

## *Pliocen (Pl)*

### **Pont (Pl<sub>1</sub><sup>1-2</sup>)**

Početak pontu povezuje se sa ponovnim uspostavljanjem veze između Panonskog basena i dakijske oblasti i drugih delova istočno od Karpata. Tokom sarmata ova veza prekinuta je tektonskim pokretima u južnom delu Karpata (Stevanović P., 1951).

Donjopontski (Pl<sub>1</sub><sup>1</sup>) i gornjopontski (Pl<sub>1</sub><sup>2</sup>) sedimenti imaju veliko rasprostranjenje na istraživanom području. Leže uglavnom konkordantno preko panona, dok je na nekim lokacijama, u dubokim bušotinama konstatovan transgresivan odnos preko paleozojskih sedimenata. Poređenjem razvoja naslaga pontu na području Vojvodine, konstatovano je da donji pont jednobrazno razvijen u Bačkoj i Banatu, dok je gornji pont zbog oplićavanja raznovrsniji u ova dva dela Pokrajine (Grupa autora "Geologija Srbije", 1977)

U zapadnom delu područja, u okolini Sombora debljina sedimenata donjeg pontu iznosi oko 500 m, a gornjeg pontu 210 m. Izgrađeni su od laporaca, laporovitih glina, peskovitih glina, glinovitih peskova i peskovite gline.

Na istoku, u rejonu Bečeja sedimenti donjeg pontu (Pl<sub>1</sub><sup>1</sup>) izgrađeni od različitih varijacija lapora, laporaca i peščara konstatovani su na dubini 900 m (Bč-7). Na ovom području debljina se procenjuje na oko 250 m. Peščari u okviru ove serije, ukoliko nisu zaglinjeni mogu biti interesantni sa hidrogeološkog aspekta. Granica donjeg i gornjeg pontu je oštra i uočljiva u litološkom pogledu: gornjopontski sedimenti taloženi su u kaspibrakičnoj sredini i u odnosu na donji pont sadrže znatno više psamitsku komponentu. Izgrađeni su od laporovitih i ugljevitih gлина i raznih varijeteta peskova, od čistih do glinovitih i laporovitih. Generalni izgled sedimenata gornjeg pontu u profilu je smenjivanje glina i peskova sa svim mogućim varijacijama. Debljina peskovitih slojeva varira od nekoliko metara do oko 15-20 m. Debljina gornjopontskih slojeva iznosi 250-300 m.

U severnom delu istraživanog područja sedimenti ponta su utvrđeni u svim bušotinama na prostoru Kanjiže, a dalje i kod Novog Kneževca. Utvrđeni su na dubinama od 852 m (NK-2) do 1403 m (Fi-1). Najveća debljina donjopontske sedimentne serije utvrđena je u bušotini NKs-1 i iznosi 684 m.

Na ovom prostoru donjopontski sedimenti izgrađeni su od svetlo do tamnosivih i sivo-zelenih stena glinovito-alevrolitsko-peskovito-laporovite asocijacije. Ređe se javljaju i nešto grubozrniji klastiti. Ponekad se nalaze ugljeviti proslojci. Paleontološkim ispitivanjima u njima je utvrđeno prisustvo kaspibrakične faune donjeg pont. Od ostataka makrofaune nalaze se *Dreissensia* sp., *Paradacna abichiformis*, *Gyraulus* sp. itd., dok je mikrofauna predstavljena sa *Silikoplacentina majzoni*, *S. inflata* i dr.

Na prostoru Kanjiže i Novog Kneževca konkordantno iznad tvorevina donjeg pont. nalaze se sedimenti gornjeg pont. Najpliće se nalaze u bušotini NK-2, na dubini od 587 m, a najdublje su utvrđeni u bušotini NKs-1, na dubini od 1046 m. Debljina gornjopontskog paketa sedimenata iznosi od 262 (u bušotini NK-4) do 418 m (u bušotini Fi-1).

Litološki sastav je raznovrstan. Karakteriše ga naizmenična smena svetlosivih, sivih, sivo-zelenkastih, zelenkastih, sivo-crvenkastih i crvenkastih peskova, peščara, alevrolita, zatim laporaca i glina. Često se sreću proslojci tamno-mrkih do crnih ugljevitih glina i uglja. Paleontološkim ispitivanjima ovih naslaga u bušotini NK-2 utvrđeno je prisustvo asocijacije kaspibrakičnih fosila (*Paradacna* sp., *Monodacna* sp., *Limnocardium* sp., *Vivipara spuria*, *V. cf. lignitarium*, *Dreissensia* sp., *Anodonta* sp. itd.) karakteristične za gornji pont.

U ovom, severnom delu terena, na području Palića sedimenti donjeg i gornjeg pont. takođe su konstatovani u svim dubokim bušotinama. Debljina sedimenata donjeg pont. kreće se od 215 m (Pć-11) do 425 m (Pj-2). Izgrađeni su od laporovitih krečnjaka, laporaca i peskovitih laporaca, glinaca i proslojcima uglja.

Gornjopontski sedimenti na prostoru Palića imaju ujednačenu debljinu koja iznosi oko 200 m, osim u bušotini Su-2 gde njihova debljina iznosi 259 m. Predstavljani su

smenom raznobojnih peskovitih glina, glinovitih peskova, lapora, laporovitih glina, i proslojaka ugljevitih glina i uglja.

Na području Sente i Ade, sedimenti donjeg i gornjeg ponta takođe su utvrđeni u dubokim bušotinama.

Dubine na kojima se nalaze sedimenti donjeg ponta jako variraju na području Sente. Na prostoru Gornjeg brega konstatovani su na dubini od 691 m, a kod Sente na 1323 m. I njihova debljina u ovom rejonu varira između 50 m i 280 m.

Sedimenti gornjeg ponta na području Sente zastupljeni su u intervalu od 437 m do 1043 m. Najdublji delovi ovih naslaga predstavljani su glinovitim laporima i peskovito-laporovitim glinama. Nasuprot glinovitoj, u gornjim slojevima izraženije su peskovito-glinovite komponente. Kao stalni pratioci na širem prostoru Sente sreću se i proslojci uglja, ugljevitih glina.

Na području Ade i Mola sedimenti donjeg ponta izgrađeni su od lapora, laporaca i peščara. Prevladuje laporovita komponenta, a peščari se javljaju u vidu proslojaka i tankih slojeva debljine 5 - 10 m. Sedimenti donjeg pontaja javljaju se na dubini od oko 1070 do preko 1700 m. Debljina im varira od oko 500 do oko 650 m.

Sedimenti gornjeg ponta nastavljaju se u kontinuitetu konkordantno na sedimente donjeg ponta. Prelaz između donjeg i gornjeg ponta je postepen i teško uočljiv u odsustvu faune. Sedimenti gornjopontske starosti taloženi su u kaspibrakičnoj sredini i u odnosu na donji pont sadrže znatno više psamitske komponente. Prisutne su brojne slatkovodne forme, što ukazuje na intenzivno oslađivanje kaspibrakične sredine. Sedimenti su izgrađeni od laporovitih i ugljevitih glina i raznih varijeteta peska, od čistog do glinovitog i laporovitog. Generalni profil sedimenata gornjeg pontaja je smenjivanje glina i peska sa svim mogućim varijacijama. Debljina peskovitih slojeva varira od nekoliko metara do 15 - 20 m. Serija gornjopontske starosti zaleže približno na dubini između 780 i 1180 m. Njihova debljina dosta je ujednačena i kreće se između 300 - 350 m.

### Paludinski slojevi (Pl<sub>2+3</sub>)

Završnu seriju tercijarnog (neogenog) kompleksa stena predstavljaju paludinski sedimenti. Zastupljeni su na celom području istraživanja, na različitim dubinama i različite debljine. Predstavljani su slatkovodnim naslagama jezerskih, jezersko-rečnih i močvarnih depozicionih sredina. Izgrađeni su od peskova, glina, šljunkovito-glinovitih peskova sa proslojcima lignita. U facijalnom pogledu to su subakvatični sedimenti sa osobinama kontinentalnih, eolskih i plavinskih naslaga.

Paludinski slojevi leže sinhrono preko sedimenata gornjeg ponta, horizonta sa *Prosodacna vodopići* i drugom slatkovodnom faunom. Navise postepeno prelaze u rečno-jezerske naslage kvartara sa *Viviparus diluvianus*, *Corbicula fluminalis* i dr. Litološki sastav i njihov položaj dobro su upoznati na osnovu brojnih bušenja na više lokacija istražnog područja.

U zapadnom delu područja (Sombor) debljina slojeva iznosi do 250 m. Izgrađeni su od peskova, šljunkovito-glinovitih peskova, glina, ugljevitih glina i proslojaka lignita. U severozapadnom delu, kod Rastine, granica između gornjopontskih i donjopaludinskih slojeva nalazi se na dubini 160 m dok je istočno, kod Horgoša ona konstatovana na 1135 m.

U istočnom delu, na području Bečeja donja granica paludinskih slojeva kreće se između 600 i 700 m. Litološki sastav im je promenljiv, sa čestim vertikalnim i horizontalnim smenjivanjem raznovrsnih peskova, gline, tanjih slojeva šljunka, ugljevitih glina i lignita. Debljina ovih sedimenata u ovom rejonu kreće se od 400-450 m.

Na severu, kod Sente granica između paludinskih slojeva i gornjeg ponta nalazi se na dubinama od 437 m (bušotina Gr-4) do 812 m (bušotina Stg-1), a granica paludinskih i kvartarnih sedimenata je između 150 i 200 m dubine. Paludinske slojeve izgrađuju peskovite gline, glinoviti peskovi, a u višim delovima paludinski sedimenti obično su predstavljeni peskovima različite granulacije.

Na području Ade paludinski slojevi se kontinualno nastavljaju na gornjopontske. Granica između njih je postepena što otežava stratigrafsko raščlanjavanje, u tom razdoblju kaspibrakični režim sedimentacije prelazi u rečno-jezerski. Donja granica im se kreće između 780 i 920 m. Litološki sastav im je veoma promenljiv, sa čestim horizontalnim i vertikalnim smenjivanjima. Izgrađeni su od glina i peskova, u raznim oblicima i odnosima. Pesak je različite granulacije i često zaglinjen. Javlja se u paketima od 10 - 20 m. Glina se javlja kao čista masna i češće kao peskovita, laporovita i ugljevita. U gornjim delovima serije javljaju se proslojci lignita. Debljina paludinskih slojeva kreće se od oko 650 - 700 m.

### **Kvartar (Q)**

Kvartarne naslage rasprostranjene su na celom istražnom području. Od površine terena vertikalno se prostiru od nekoliko desetina metara do dubine od preko 100 m, a u severnim delovima Bačke i do 200 m. Regionalno posmatrano njihova debljina povećava se od juga prema severu. Kvartarne naslage izgrađuju peskovito-šljunkoviti sedimentni, gline, peskovi, les i varijacije peskovitih i glinovitih sedimenata. Tokom geološke istorije, u okviru sedimenata kvartara izdvajaju se naslage različitog facijalnog razvića: limničkog, limno-fluvijalnog, barskog, barsko-močvarnog, fluvijalnog, fluvijalno-proluvijalnog, eolskog i aluvijalnog razvoja. Zbog uslova sedimentacije, prelaz između paludinskih slojeva i kvartarnih sedimenata je postepen, tako da je granicu među njima često teško definisati.

Građa kvartarnih sedimenata data je na osnovu podataka Tumača odgovarajućih listova OGK, kao i podataka brojnih izvedenih geoloških istraživanja na području severne Bačke. Prikazana su i saznanja naših ranijih istraživača.

## Pleistocen (Q<sub>1</sub>)

### Rečno – jezerski niz (aj-d,g)

Rečno-jezerske naslage predstavljaju najstarije kvartarne tvorevine koje leže preko paludinskih naslaga. Donja granica ovih sedimenata, registrovana je dubokim bušotinama na različitim dubinama što je posledica divergencijskih procesa tonjenja i izdizanja panonskog basena tokom valahijske tektonske faze. Dubina granice povećava se od zapada prema severoistoku. Na zapadu konstatovana je na dubinama od oko 45 m, na 77 m (kod Pačira), istočnije na 150 m (kod Sivca). U severnom delu Bačke, kod Subotice kontakt je na dubini oko 180 m, a kod Horgoša na 240 m.

Osnovna karakteristika policikličnih rečno-jezerskih je višegradna smena peskovitih, šljunkovitih i glinovitih naslaga koja se odvijala tokom više sedimentacionih ciklusa. Osnovnu komponentu u građi pleistoceničkih naslaga čine peskovi sa alevrit-peskovima. Najniži delovi, pretežno su izgrađeni od grubo dendritičnih sedimenata. Najviši delovi ovog kompleksa izgrađeni su od peskovito-glinovitih alevrita, peskovitih alevrita i alevritskih peskova smeđe, smeđe-sive ili sive boje koji se međusobno smenjuju. U vertikalnom rasporedu ovih naslaga postoji određena pravilnost u sedimentaciji tako da se iznad šljunkova ili srednjozrnih peskova (facija korita) najčešće nalaze alevriti i alevritske gline (facije povodnja).

U okviru najstarijeg odeljka pleistocena konstatovana je brojna fauna i prisustvo polena. Od makrofaune zastupljeni su *Viviparus böckhi*, *Teodocsus prevastianus*, *Fagota acicularis*, *Neritina transversalis* i dr. Ostrakode su zastupljene vrstama: *Scottia tumida*, *Scottia ex gr.* i dr. Fauna i flora ukazuju na depoziciju u rečnoj sredini u okviru facije korita, povodnja i rečno-barskih sedimenata.

### Rečno – barski niz (ab-m)

Kontinualno preko najstarijih kvartarnih sedimenata leže rečno-barske tvorevine i utvrđene su istražnim bušenjem. U nižim delovima izgrađene su od peskova, a u višim



od peskovitih alevrita i alevritskih peskova, koji se međusobno smenjuju. U zapadnom delu istraživanog područja, kod Sivca debljina im je oko 30 m, u području Crvenke utvrđeni su u intervalu od 75 do 10 m. Izgrađeni su od alevritskih, peskovitih i grubo disperznih glina sa sočivima šljunka. U ovim naslagama utvrđena je brojna mikro i makro fauna: *Planorbis planorbis sa zubom*, *Pisidium obtusale laponicum*, *Planorbis carinatus*, *Cangodan ex. gr. rostrata*, *Scottia browina* i druge.

#### Rečni niz (a-r,w?)

Sedimenti rečnog niza konstatovani su istražnim bušenjem. Na zapadu su nabušeni u intervalu od kota 95 do 75 apsolutne visine, a prosečne debljine oko 20 m. Na istoku su registrovani od kote 100 do kote 60 m apsolutne visine sa srednjom debljinom oko 40 m. U okviru ovog kompleksa, u litološkom smislu moguće je izdvojiti dva paketa:

- donji paket, koji predstavlja kontinualni nastavak sedimentacije iz Mindela i pripada faciji korita, a izgrađen je od šljunkova i peskova;
- gornji paket uglavnom izgrađuju finiji sedimenti: peskovito glinoviti alevriti, alevriti, peskovi i alevritski pesak sa proslojcima šljunka.

#### Eolski niz: les (l-w)

Sedimenti lesa zauzimaju znatno prostranstvo u Bačkoj, na prostoru Telečke lesne zaravni. Sa zapadne strane Telečke ograničeni su lesnim odsekom, čija visina se kreće od 8 do 10 m, dok su prema istoku razvijeni na širem području. Kao posledica raznih egzogenih agenasa, površ je blago zatalasana i ispresecana povremenim vodotocima. Les je porozan i podložan eroziji pa su vodotoci na pojedinim lokalitetima usečeni i do 10 m sa strmim dolinskim stranama.

Les je predstavljen sa dva lesna horizonta koji su međusobno razdvojeni pogrebenom zemljom.

Barski les (donji horizont) je navejavan neposredno preko starijih rečnih tvorevina (r,w?), i predstavljen je pretežno barskim peskovitim i peskovito-glinovitim alevritima.

Nalazi se na celom prostoru lesnog platoa Telečke. Konstatovan je plitkim istražnim bušenjem, ali je registrovan i na pojedinim mestima na površini terena, pretežno u hipsometrijski nižim delovima. Debljina ovog lesnog horizonta je različita i kreće se od 2,5 do 5,5 m.

Pogrebena zemlja kontinualno leži preko sedimenata lesa. Nejednake je debljine od 0,5 do 1,5 m. Nastala je kao posledica humifikacije gornje zatalasane površine lesa, a predstavljena je peskovitim alevritima i peskovito-glinovitim alevritima.

Kopneni les (gornji horizont) se na nekim mestima, u zavisnosti od sedimentacione sredine, lateralno smenjuje sa barskim lesom. Predstavlja najviše završne delove eolske akumulacije na području ove lesne zaravni. Ovaj eolski horizont predstavljen je peskovitim alevritima i peskovito-glinovitim alevritima, svetlo žute i svetlo mrkosive boje. Debljina lesa je različita u zavisnosti od morfološkog oblika površi, sredine navejavanja i kasnijih egzogenih agenasa, kreće se od 2 do 6 m.

#### Fluvijalni niz: rečna terasa (t<sub>2</sub>-w)

Tvorevine rečnih terasa leže preko rečnih sedimenata i na zapadu istraživanog područja su srednje debljine od 5 do 8 m. Stvarani su tokom gornjeg virna. Ove rečne terase predstavljene su srednjozrnim i sitnozrnim peskovima, peskovitim alevritima i peskovito-glinovitim alevritima, koji se međusobno smenjuju. Srednjozrni i sitnozrni peskovi pretežno zauzimaju niže delove terasnih tvorevina ili se javljaju kao tanki proslojci i mala sočiva.

Rečna terasa Tise relativne je visine od 7-12 m, formirana na nadmorskoj visini 82-90 m. Prostire se istočno i zapadno od njenog sadašnjeg toka na površini od oko 100 km<sup>2</sup>. U literaturi je poznata kao Varoška terasa ili Lesna terasa, stvarana u gornjem pleistocenu. Izgrađena je od peskova, alevrita facije korita, u donjem delu, dok gornji deo izgrađuju alevriti i gline facije povodnja i starača.

### Eolski niz: peskovi (p-w)

Po svom stratigrafskom položaju eolski peskovi stariji su od tvorevina aluvijalne terase i verovatno navejavani u toku gornjeg Virma.

U morfološkom smislu to su izduženi grebeni, približnog pružanja SSZ-JJI. U okviru ovih eolskih peskova moguće je, na osnovu položaja i granulometrijskih osobina, izdvojiti dve mikrofacije: sitnozrni peskovi i alevriti, mlađi, debljine od 0,5 do 12 m i sitnozrni i srednjevzrni peskovi, stariji, debljine od 0,5 do 3,5 m.

Najrazvijeniji su severno i severozapadno od Subotice u okviru Subotičke peščare. Eolske tvorevine koje izgrađuju Subotičku peščaru predstavljaju završni deo velikog kompleksa eolskih peskova koji prelazi iz Mađarske na našu teritoriju. Pored žutih i beličasto žutih peskova, na određenim dubinama nalaze se karbonatne i peščarske konkrecije različitog oblika i veličine, od 1-5 cm. Manji pojas eolskih peskova javlja se i zapadno od Tavankuta, a izolovane partije i severno i severoistočno od Ridice.

### Holocen (Q<sub>2</sub>)

Aluvijalna terasa (6-8 m) u jugozapadnom delu područja, u morfološkom smislu je zaravnjena površ sa hipsometrijskim visinama od 86 do 89 m. Sa istočne strane ograničena je terasnim odsekom II rečne terase. Sedimenti ove terase pretežno su stvarani tokom donjeg holocena, ali pojedini delovi bili su i kasnije plavljeni, tokom gornjeg holocena, u periodima visokog vodostaja Dunava.

Na severoistoku terena, kod Kanjiže formirana je mlađa rečna terasa (visine 3-5 m). Aluvijalna ravan terase je pravca pružanja koji se poklapa sa tokom Tise, S-J. Izgrađena je od slabo vezanih peskova i alevrit-peskova.

U okviru ove mlađe terase, moguće je izdvojiti više različitih fluvijalnih facija: facija povodnja, facija mrtvaja i facija korita.

#### Facija povodnja (ap')

Ove tvorevine su stvarane na području aluvijalne terase, u vreme visokog vodostaja Dunava, nejednake su debljine od 2 do 4 m i leže preko sitnozrnih i srednjezrnih peskova facije korita.

U severnom delu povodanjska facija je stvarana na prostoru od oko 20 km<sup>2</sup> pri izlivanju vode iz korita Tise. Ukupna debljina sedimenata ovde iznosi 3-5 m.

#### Facija mrtvaja (am')

Kao posledica migracije Dunava prema zapadu i jugozapadu, stvarale su se mrtvaje, odnosno starače. U njima, ili samo u njihovim fragmentnim delovima, konstatovane su grubo disperzne gline, koje se smenjuju sa sivim i smeđim sitnozrnim peskovima. Debljina im se kreće oko 1 m.

Ova facija izdvojena je i u okviru aluvijalne ravni Tise. Izgrađeni su od alevritskih peskova, alevrit-glina, supeskova i suglina i od lesoidnih tvorevina sa karbonatnim konkrecijama. Debljina sedimenata iznosi od 3 do 5 m.

#### Facija korita: sprud (as')

Na mestima gde su vode povodnja gubile snagu transporta, stvarani su morfološki pozitivni oblici, raznih dimenzija, često znatnog pružanja, pretežno konveksnog oblika. Različite su debljine od 0,5 do 2 m a izgrađeni su od alevritskih srednjezrnih peskova sive boje, koji se povremeno smanjuju sa peskovito-glinovitim alevritima.

#### Padinski niz: proluvijum (ps)

Moguće ga je izdvojiti na više mesta, pretežno u području lesnog odseka. Preovlađuju peskovito-glinoviti alevriti, po litološkom sastavu su slični lesu, od koga i vode poreklo.

Nejednake su debljine i leže uglavnom na padinama lesnog odseka ili preko sedimenata II rečne terase.

Padinski niz: deluvijum (d)

Deluvijalne tvorevine konstatovane su duž lesnog odseka i predstavljene su peskovito-glinovitim alevritima. Debljina im je različita, ali se pretežno kreće od 2 do 4 m.

Barska facija: barski i organogeno-barski sedimenti (b)

Kao posledica fluvijalne i eolske erozije nastala su udubljenja koja su istovremeno ili nešto kasnije popunjavana vodom. U jugozapadnom delu područja (Sombor, Apatin) bare su pretežno fluvijalnog porekla i ispunjene su sedimentima izgrađenim od alevrita, peskovitih i glinovitih alevrita. Debljina ovih sedimenata je različita i kreće se od 0,25 do 1,0 m.

Organogeno-barski sedimenti stvarani su i na drugim delovima istraživanog područja. Na severu, pojave treseta registrovane su u zonama dinskih depresija od Subotice do Horgoša. Tresetne pojave su lokalnog karaktera. Treset je debljine 0.1-0.25 m.

Facija korita: Aluvijon (al)

Na više mesta u jugozapadnom delu područja, u napuštenim i novoformiranim vodotocima, izdvojene su aluvijalne tvorevine. Predstavljene su raznim varijetetima peskova, alevritskih peskova kao i peskovito-glinovitim alevritima. Tačnu debljinu teško je odrediti, s obzirom da oni leže preko sličnih ili skoro istih peskova facije rečnog korita. Morfološki to su najniži delovi terena.

Istočno, reka Tisa sa svojim meandrima je izrazito ravničarska reka sa padom od svega 2 m na dužini toka od 20 km zbog čega se vrši taloženje sedimenata fine granulacije. Isti sedimenti konstatovani su u aluvijalnim ravnima manjih tokova i po obudu Paličkog i Ludoškog jezera.

## Slatine i slatinasta zemljišta

Na istraživanom području izdvojeni su močvarni tereni, koji pripadaju slatinama i slatinastim zemljištima. To su hidrogena zemljišta, stvorena pod dejstvom oscilacija podzemnih voda, odnosno kao posledica uzlaznog i silaznog kretanja soli. Slani zemljišni pokrov sadrži koncentrat soli do zasićenja.

### 6.3. Tektonika terena

Proučavanjem tektonskih karakteristika ovog dela Panonskog basena bavio se veliki broj istraživača u okviru izučavanja alpske orogeneze i nastanka potolina na ovom području. O tektonskoj evoluciji basena pisali su Kober (1928-1952), Muratov (1949), P. Stevanović (1951), Slavin (1957), K. Petković (1960), a zahvaljujući izradi dubokih naftnih bušotina i geofizičkim ispitivanjima omogućena su saznanja o strukturnim karakteristikama i neotektonskoj aktivnosti JI dela Panonskog basena (Marković et al., 1993.-1997.).

Među značajnim pitanjima na koje raniji istraživači (Grupa autora, Geologija Srbije, 1976) nisu imali jasne odgovore bilo je i pitanje međusobnih odnosa glavnih geotektonskih jedinica. Jedno od njih bilo je i pitanje pripadnosti starog potonulog kopna (paleoreljefa) Panonskog basena. Odgovori na ova pitanja indirektno su dobijani pri razmatanju i raspravama o međusobnom odnosu planina Fruške gore sa slavonskim planinama (Psunj, Krndija, Papuk Požeška gora), sve do Zagrebačke gore. Nakon provobitih razlika u shvatanjima, prevladalo je mišljenje da ove horst-planine (ili "ostrvske" planine, jer su tokom razvoja basena bile kopno) pripadaju unutrašnjim Dinaridima i da predstavljaju (markiraju) obod ove geotektonske jedinice.

Izradom dubokih bušotina na celom području Srbije, u drugoj polovini prošlog veka, utvrđeno je da su geološke tvorevine Šumadije razvijene po istom tipu, da se pružaju dalje na sever, ispod tercijarnih naslaga u Vojvodini i da su konstatovane i na Fruškoj gori. Takođe, potvrđeno je da se stene Srpskog-kristalastog jezgra pružaju dalje, na

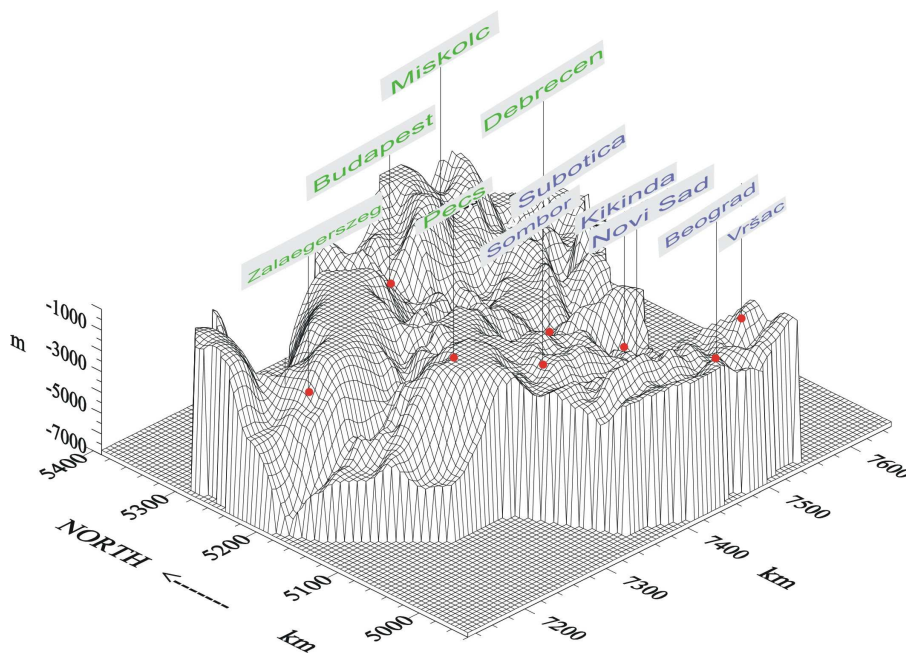
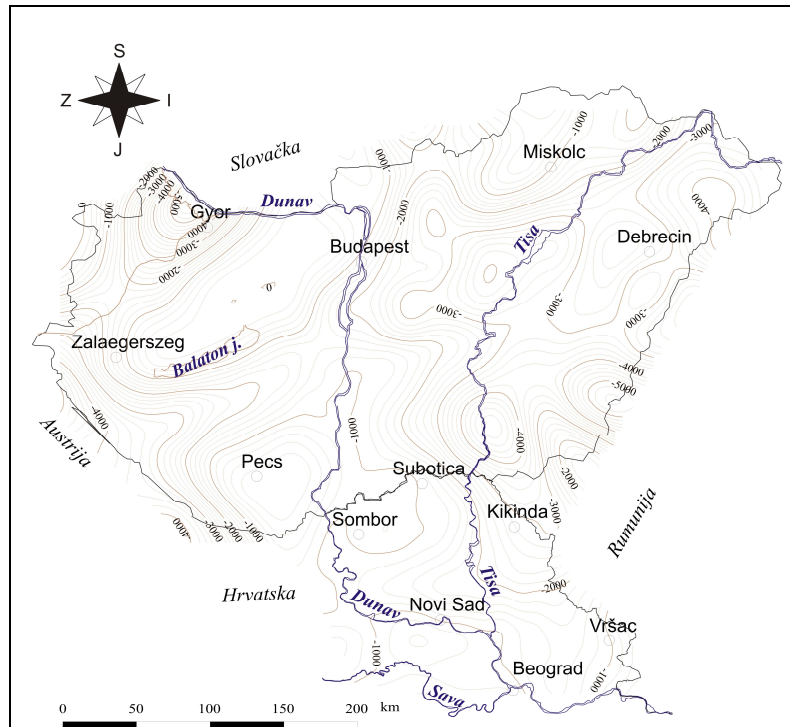
sever, vezujući se sa stenama Vršачkih planina. Tako je zaključeno da paleoreljef ovog dela Panonskog basena (južni i jugoistočni deo) izgrađuju stene koje pripadaju različitim geotektonskim jedinicama, a koje su na ovom području izrasedane, razlomljene i potonule.

Prema savremenim istraživanjima (Čalić et al., 2012) paleoreljef Panonskog basena čine tri strukturne jedinice: Vardarska zona, Srpsko-makedonska masa i blok Tisa-Dakija (megastruktura Tisija). Blokovi Srpsko-makedonske mase su spuštene i prekriveni sedimentima, a Vršачke planine predstavljaju najseverniji izdanak na površini. Najseverniji izdanak Vardarske zone je Fruška gora, a blok Tisija (čiji je generalni pravac pružanja JZ-SI) od Vardarske zone odvojen je Dravskim rovom.

Sagledavanje regionalnih strukturnih karakteristika oblasti izvršeno je i za potrebe izrade karte stratoizohipsi pretercijarne podloge Panonskog basena područja Mađarske i Srbije i na osnovu izrađenog blok-dijagrama (Marković et al., 1993).

Analizom karte, regionalno posmatrano uočava se generalna orijentacija struktura u pravcu SI-JZ koja je naročito izražena na teritoriji Mađarske. Najmarkantniju strukturu ovog dela Panonskog basena predstavlja diskontinuirana depresija, koja se pruža između Zalegeršega (Zalaegerszeg) i Pečuja (Pecs) i nastavlja dalje ka SI. Ovaj regionalni rased između Miškolca (Miskolc) i Debrecina (Debrecen) kontroliše reku Tisu u gornjem delu toka.

Kompleksnim izučavanjem strukturno-tektonskih odnosa i neotektonskih karakteristika Panonskog basena u Vojvodini, iz 1993. godine (Marković et al., 1993) izdvojena su i interpretirana ukupno četiri reperska strukturna horizonta.

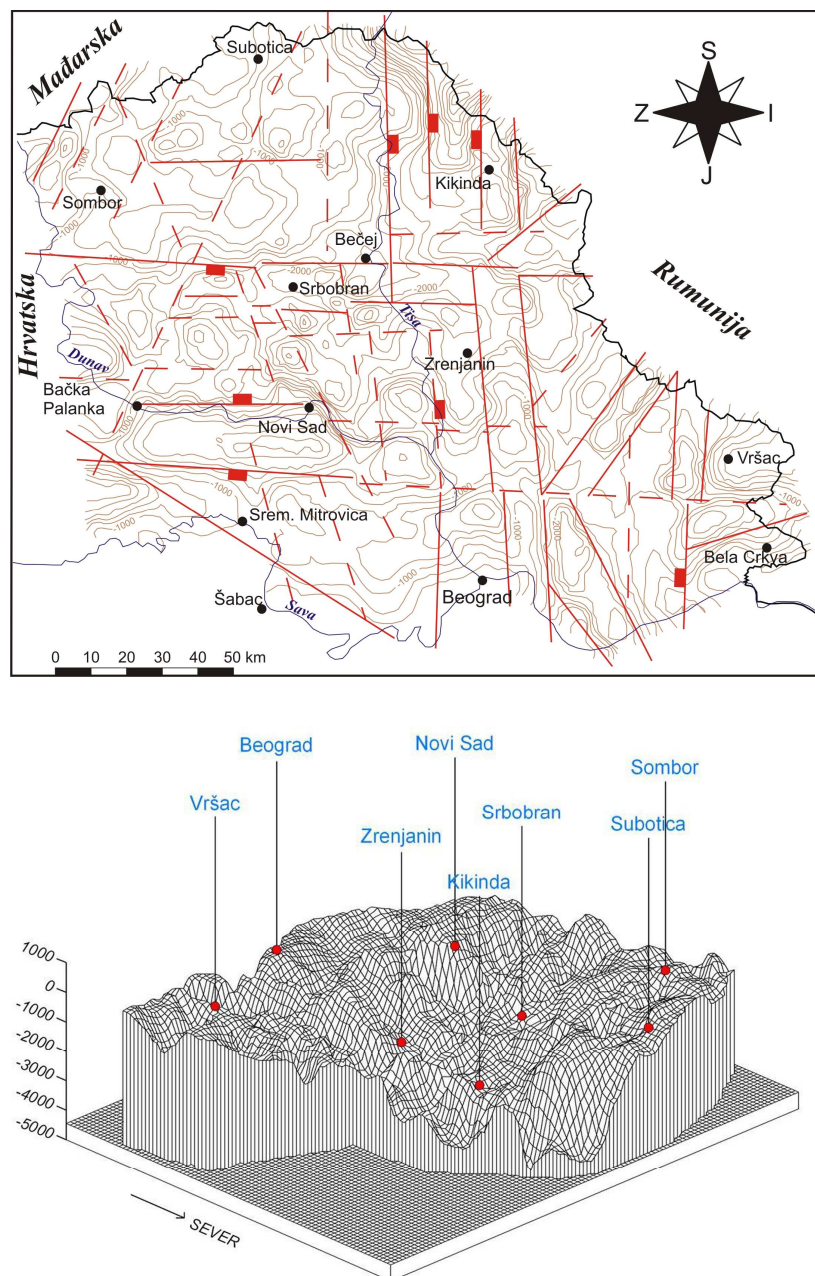


Slika 14. Karta stratoizohipsi pretercijarne podloge Panonskog basena u Mađarskoj i Srbiji i blok-dijagram prostornog položaja pretercijarne podloge (Marković et al., 1993)



### 1. Strukturni horizont po podini tercijarnih naslaga

Strukturni sklop podloge tercijarnih naslaga Panonskog basena na teritoriji Srbije razlikuje se od Mađarske. Sve utvrđene razlomne strukture grupišu se po orijentacija u dva para međusobno upravni sistema (Marković et al., 2003). Prvi sistem čine rupture



Slika 15. Strukturna karta po podini tercijarnih sedimenata i blok dijagram podine tercijarnih sedimenata. (Marković et al., 1993)

orijentisane pravcem I-Z odnosno S-J. One daju osnovno obeležje uređenju rupturnog sklopa istraživanog područja. Drugi par predstavljaju strukture pravca pružanja SZ-JI, odnosno SI-JZ (slika 15).

Kod razloma orijentacije I-Z ističu se tri velike strukture. Prva se pruža pravcem Bečej-Srbobran i razdvaja relativno izdignuto područje na severu od velike centralne depresije na jugu. Druga struktura je locirana pravcem Novi Sad - Bačka Palanka, uglavnom duž toka Dunava i predstavlja južni obod centralne depresije. Treći razlom pruža se južnim obodom Fruške gore i prostire na istok, prema Rumuniji.

Najznačajniju strukturu orijentacije S-J predstavlja razlom duž toka Tise. Istočno od ovog raseda područje je generalno spuštено u odnosu na zapadno područje.

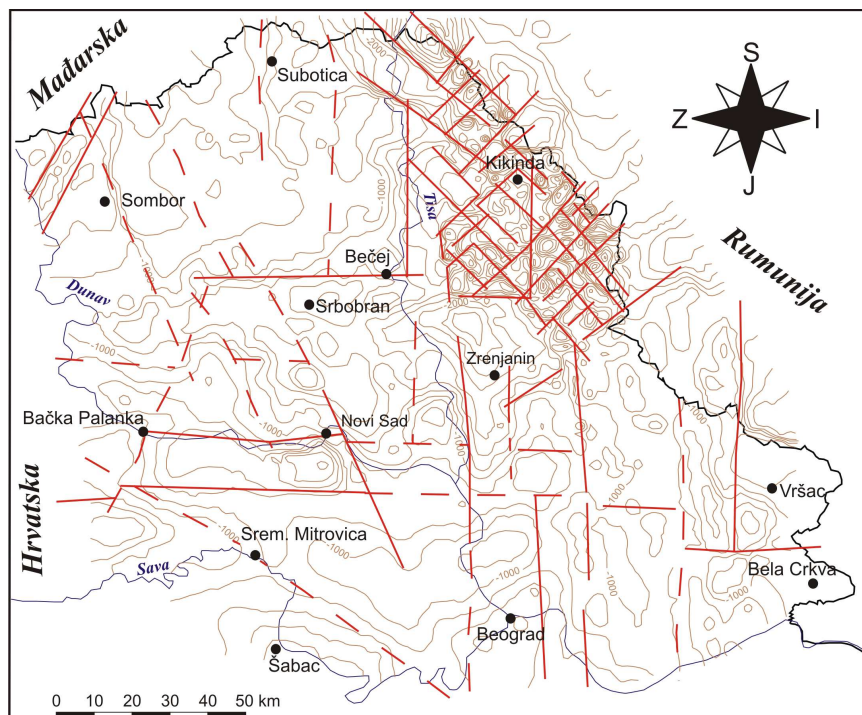
Iz sistema struktura orijentacije SZ-JI i SI-JZ značajnija po prostiranju je ruptura koja se pruža od Bačke Palanke do Subotice (pravac SI-JZ). Razlomna struktura orijentacije SZ-JI sa prekidima se može pratiti od Novog Sada u pravcu Srbobrana i dalje do Somobora.

## *2. Strukturni horizont po podini panonskih naslaga*

Strukturalna karata ovog repnog horizonta ukazuje na veliku sličnost uređenja regionalnog rupturnog sklopa kao i u podini tercijarnih naslaga.

U istočnom delu područja, u zoni kikinjske depresije veoma je zastupljen sistem razloma SZ-JI i SI-JZ. Razlomi razdvajaju sedimente ovog repnog horizonta na manje blokove, kilometarskih do dekametarskih dimenzija, dajući terenu parketnu strukturu.

Tektonske strukture su miocenske starosti i stvarane u neotektonskoj fazi evolucije terena. Sličnost sa starijim strukturama iz podloge tercijara ukazuje da neotektonska aktivnost predstavlja samo obnavljanje starije aktivnosti i to sa identičnim znakom pokreta.

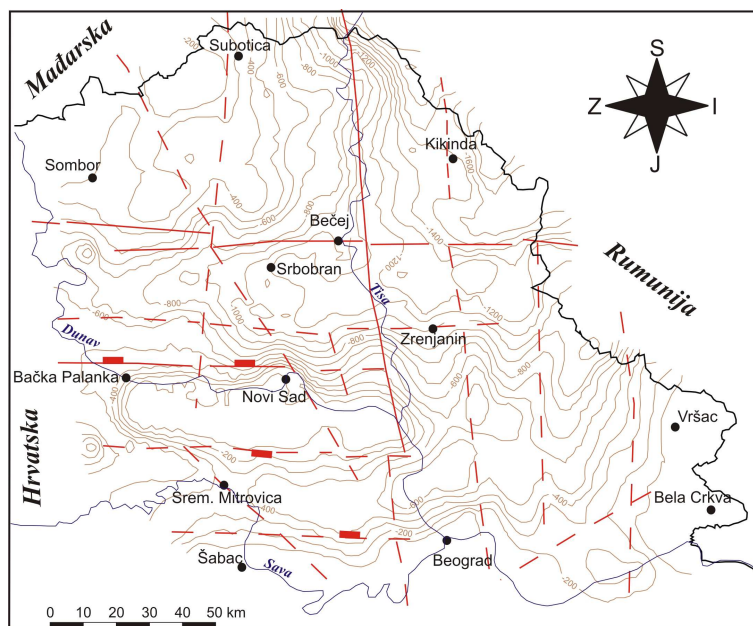


Slika 16. Strukturna karta po granici sarmatskih i panonskih sedimenata (Marković et al., 1993)

### 3. Strukturni horizont po granici donjo i gornjopontskih naslaga

Interpretacija strukturne karte trećeg repnog horizonta koji u litološkom pogledu predstavlja laporovita serija, daje jednostavnu sliku regionalnog rupturnog sklopa (slika 17, po Marković et al., 1993).

U odnosu na prethodni repni horizont postavljen u podini panonskih sedimenata, nastavljena je neotektonska aktivnost. Može se konstatovati da tektonska aktivnost u oblasti, u periodu do gornjeg Ponta predstavlja nastavak pretercijarnih pokreta sa istim karakteristikama. Razlike se javljaju samo u intenzitetu, odnosno iznosu relativnih izdizanja i spuštanja blokova.



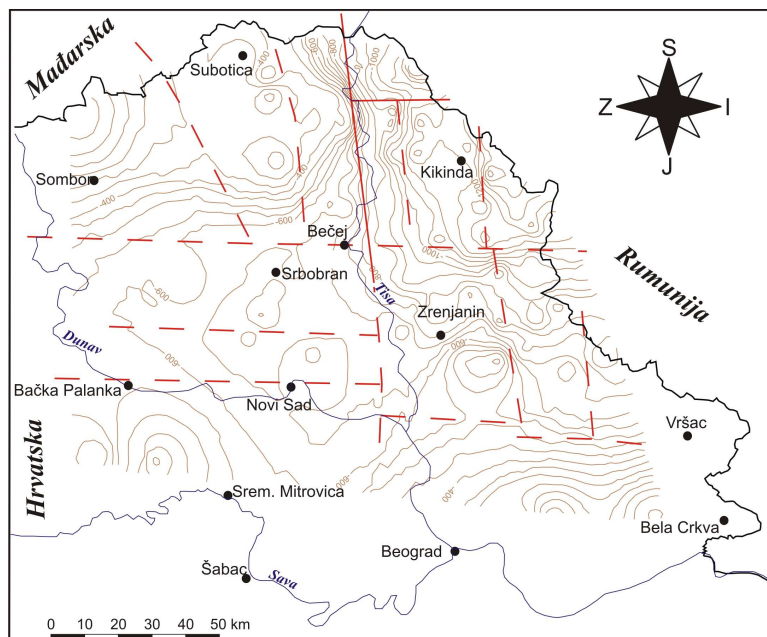
Slika 17. Strukturna karta po granici donjo i gornjopontskih sedimenata (Marković et al., 1993)

#### 4. Strukturni horizont po povlati gornjopontskih sedimenata

Horizont po povlati gornjopontskih naslaga predstavlja poslednji, četvrti reporni horizont za analizu strukturnih karakteristika ovog dela Panonskog basena.

Slika sklopa (slika 18) ukazuje na praktično identične karakteristike prethodna tri starija horizonta. U povlati gornjopontskih sedimenata očigledna je velika centralna depresija u području Srbobrana. Jedna od karakteristika predstavlja stepeničasto spuštanje bloka u području Sombor-Subotica po sistemu razloma lociranih duž Tise ka depresiji Kikinde. U okviru ove depresije utvrđena su stepeničasta kretanja, relativna izdizanja pojedinih blokova idući od severa prema jugu.

Poseban značaj za istraživano područje ima poznavanje tektonske aktivnosti koja se odvijala tokom tercijara. Rekonstrukcija ovih ovih aktivnosti izvršena je strukturnim istraživanjima po izdvojenim repornim horizontima.



Slika 18. Strukturna karta po površati gornjopontskih sedimenata (Marković et al., 1993)

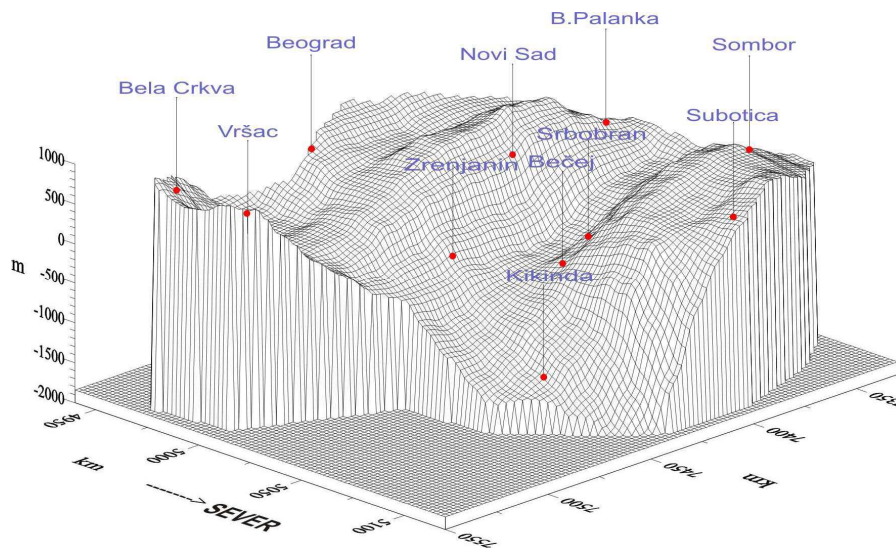
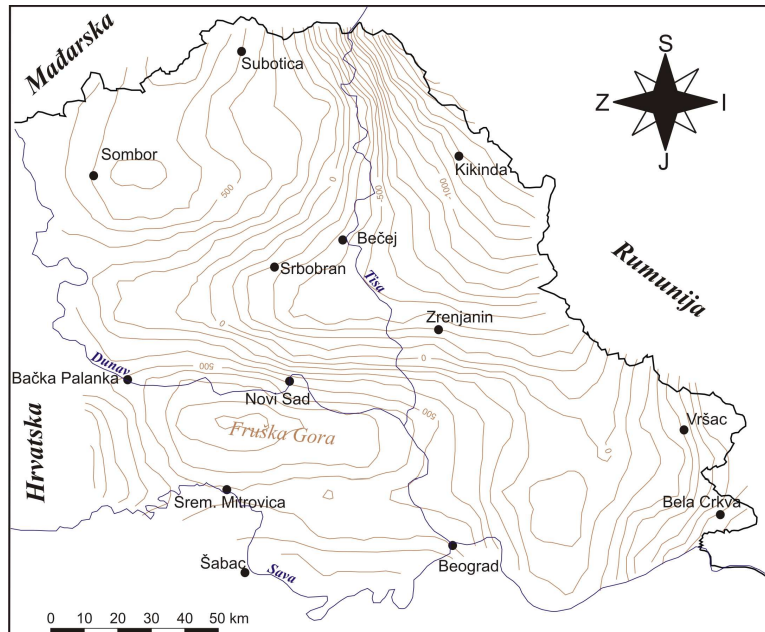
Morfološka korelacija površine savremenog reljefa i podloge tercijara, obrađena kroz iznos relativnih vertikalnih pokreta omogućava uvid u neotektonsku aktivnost tokom neogena i kvartara (slika 19).

Pokreti započeti pre oko 25 miliona godina nastavljeni su po starim strukturama u podlozi tercijara sa različitim intenzitetom i sa povremenim promenama znaka kretanja pojedinih blokova.

Zapadno područje ovog dela Panonskog basena izdiže se u odnosu na istočni deo koji tone duž rasedne sturkture pravca S-J koju markirane tokom Tise. Blok razvijen u području Sombor-Subotica izdiže se uz ukupni iznos pozitivnih vertikalnih kretanja koja prelaze 600 m.

Na širem prostoru Srbobrana nalazi se centralna depresija pružanja I-Z. Tonjenje se intenzivira od zapada prema istoku, uz iznos relativnog spuštanja depresije od preko 500 m. Južno od ove depresije nalazi se fruškogorski horst istog pružanja. Ukupna relativna izdizanja ove strukture prelaze 800 m.

Najintenzivnija spuštanja zahvatila su severoistočno područje Vojvodine. U zoni Kikinde maksimalna tonjenja tokom neogena i kvartara dostižu 1800 m. Idući ka jugu intenzitet tonjenja je sve manji i depresija oplićava.



Slika 19. Sumarni iznos relativnih vertikalnih neotektonskih pokreta kroz tercijar i kvartar (Marković et al., 1993)

#### 6.4. Nastanak Panonskog basena

Istraživano područje pripada jugoistočnom delu Panonskog basena, jedinstvenoj geotektonskoj oblasti čiji je postanak vezan za orogene pokrete i formiranje alpskog planinskog sistema na području Evrope. Ovi pokreti odvijali su se tokom više faza ubiranja, a poseban značaj za razvoj basena imala su ubiranja tokom paleogena kojima se u potpunosti menja raspored kopna i mora, klima, biljni i životinjski svet na prostoru Evrope. Orogeni pokretu uslovili su izdizanje venačnih planina, dok su na prostoru između masiva formirane potoline (međuvenačne mase ili internidi, po L. Koberu, 1931). Nastale su intenzivnim rasedanjem stare mase, spuštanjem pretercijarnih stenskih kompleksa i njihovim tonjenjem. U izmenjenim fizičko-geografskim uslovima, nastavkom ubiranja krajem oligocena i početkom neogena, izdizanjem planinskih masiva odvaja se od okeana Tetis more koje počinje da samostalno egzistira, Paratetis (Laskarev, 1924), koje će u daljoj geološkoj istoriji povremeno ostvarivati vezu sa Tetisom, ali će se zatim izdeliti na više jezera i konačno potpuno nestati.

Paratetis, koji su istraživači nazivali i „unutrašnjim morem“ u fazi svog maksimalnog prostiranja na evropskom kontinentu prekrivao je područje od kranjeg istočnog dela Alpa, Karpata i Dinarida, Balkan planina do Krima i Kavkaza. Prostor između planinskih masiva činile su potoline u vidu perifernih, predgornih depresija ( Ronski basen, predkarpatska depresija) i unutrašnjih ili centralnih basena kao što su Panonski, Crnomorski i Kaspijski.

Tektonska aktivnost i ubiranja koja su se odvijala tokom neogena, periodično su uzrokovala međusobno povezivanje odnosno izolaciju morskih basena, što je uslovljavalo niz specifičnosti i razvoj različitih facija u njima. Tokom miocena, u tortonu, Paratetis je predstavljao jedinstveno more povezano na zapadu sa Tetisom u kojem su egzistirale marinske facije. Današnji izgled (konture) Panonski basen zadobija početkom tordona, a po njegovom obodu postojalo je više zaliva kao što je npr. Tuzlanski, Kolubarski i dr. baseni. Tokovi Drave i Save predstavljali su (markiraju) unutarpanonske rovove.

Regresijom u Tetisu do koje je došlo tokom sarmata, prekinuta je veza sa Paratetisom koji je i dalje ostao povezan sa Dakijskim basenom na istoku, preko đerdapskog i oltskog moreuza. Prekid je uslovio oslađivanje vode i stvaranje brakične sredine i nestajanje morske faune uz osiromašenje školjki i puževa. U ovoj fazi dolazi do spuštanja današnjeg područja Šumadije, nastaje moravska potolina, a more, koje je plitko, dopire do Kruševca.

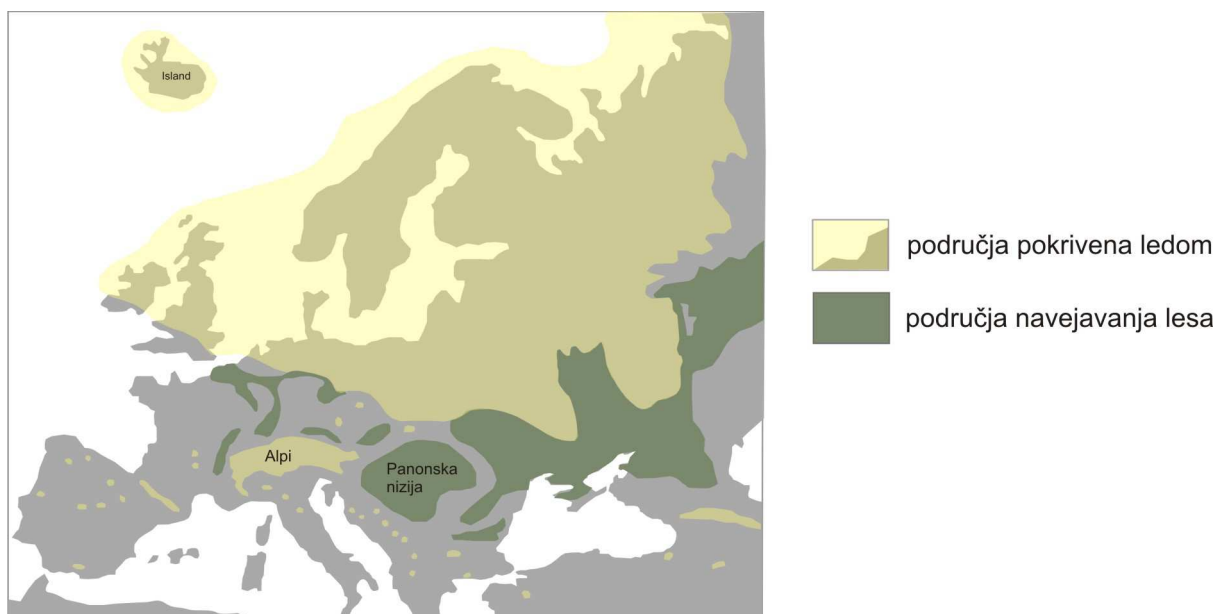
Tokom panona, izdizanjem u Karpatima, prekida se veza Panonskog basena sa istočnim delom Paratetisa (Vlaškopontijsko more), basen se potpuno izdvaja i nastavlja samostalno da egzistira pretvarajući se dalje u veliko jezero. Usle prekida veze preko Đerdapa i spuštanja kopna Srbije došlo je do velike transgresije i prodora mora na jug do Niša i ostvarivanja komunikacije sa starim Egejskim jezerom i neogenim jezerima na Kosovu i Metohiji. Daljim oslađivanjem vode, fauna se menja i razlikuje od faune u ostalim delovima Paratetisa (iz ove periode u Panonskom basenu karakteristična je pojava roda školjki *Congerina*). Razvoj Panonskog basena tokom miocena praćen je snažnim vulkanizmom koji se nastavio i u pliocenu sve do kvartara.

U poslednjoj neogenoj epohi, pliocenu, poslednji put u istoriji postojanja Panonski basena uspostavljena je veza sa istočnim delom Paratetisa koji ponovo predstavlja jedinstveno more od Alpa do Aralskog mora i u kojem egzistira brakična odnosno kaspibrakična fauna (pont). Nivo mora opada usled oticanja vode preko Đerdapa, more se postepeno povlači iz Šumadije, pored postojećeg velikomoravskog zaliva formira se i Kolubarski basen. Krajem donjeg pliocena, usled novih snažnih pokreta alpske orogeneze prekinute su veze između postojećih basena (prekidom između moreuza), i oni nastavljaju izolovano da postoje. U srednjem i gornjem pliocenu (donji i gornji paludin) u Panonskom basenu formirano je jezero („paludinsko jezero“) u kojem se razvijaju limničke facije. Ono se kasnije raspada na veći broj manjih jezera koja se zatim pretvaraju u bare i močvare. U narednoj periodi, u kvartaru, sredinom pleistocena, formiraće se rečna mreža i glavni tok Dunav koji prikuplja preostale vode velikog evropskog mora Paratetisa i njegovog dela Panonskog mora koji su nastali pre 30 miliona godina, a iščezli pre 600 000 godina.



Početak periode kvaratara (pleistocen) karakteriše globalna izmena klime i naglo zahlađenje koje predstavlja uvod u ledeno doba. U Evropi, ledena masa spušta se iz predela Skandinavije i Baltika i nagomilava južnije, prekrivajući područja severnoevropskih zemalja, a ledena kapa (kalota) dopire do Švajcarske, Austrije, Italije, Francuske. Tokom kvartara smenjivale su se ove hladne (glacijali) i epohe otopljenja (interglacijali) koji su ponovo značajno uticali na izmenu fizičko-geografskih karakteristika i živog svet na prostoru Evrope.

U glacijalnim periodima sa severnih zaleđenih područja (inlandajski) vetrovi su donosili prašinski materijal koji se usled opadanja transportne moći taložio u tada stepom prekrivenoj Panonskoj niziji. To je proces nastajanja lesa koji se intenzivno odvijao na širem području. Les je taložen na kopnu (kopneni les) i vodenoj sredini (barski les u Vojvodini). Utvrđeno je da je najmlađi glacijalni period, vreme najintenzivnijeg stvaranja lesa u Vojvodini.



Slika 20. Rasprostranjenje leda u Evropi tokom ledenog doba i područja na kojima je taložen les.

Ove klimatske promene značajno su uticale na reljef Vojvodine. U glacijalnom dobu dominantan je bio eolski proces (stvaranje lesa), dok se u interglacijalnim periodima, usled otapanja leda vrši priliv velikih količina vode u vodotokove i povećava njihova

transportna snaga zbog čega fluvijalni proces ima primarni uticaj na izmenu reljefa. Najznačajniji vodotok na ovom području, Dunav, snabdevan je vodom na račun topljenja snega i glečera čime je dobijao velike količine vode i imao veoma visoke vodostaje. U tim periodima razlivaio se i plavio velike površine Vojvodine, pomerajući i svoje korito.

U određenim klimatskim uslovima i tokom holocena fluvijalni proces vršio je snažan uticaj na oblikovanje reljefa u Vojvodini. Plavljenja Dunava u holocenu bila su dugotrajna, tako da je u pojedinim delovima ostvaren rečno-barski režim, a mestimično barski, čemu je pogodovala i blaga klima koja je omogućavala razvoj biljnog i životinjskog sveta.

## **7. Hidrogeološke karakteristike istraživanog područja**

### 7.1. Hidrogeološke karakteristike stena i izdvojeni tipovi izdani

Način postanka i prikazani geološki razvoj usloveli su hidrogeološke karakteristike stenskih kompleksa koji izgrađuju Panonski basen. Na bazi strukture poroznosti stena koje su zastupljene na području severne Bačke, generalno se mogu izdvojiti sledeći tipovi izdani:

- zbijeni tip izdani u stenama sa intergranularnom poroznošću,
- složeni, karstno-pukotinski tip izdani u stenama paleozojske, mezozojske starosti i u starijim miocenskim sedimentima,
- vodonepropusni delovi kompleksa izgrađeni od stena slabih filtracionih karakteristika izdvojeni su kao "uslovno" bezvodni delovi terena.

Na osnovu hidrodinamičkih karakteristika izdani mogu se izdvojiti sledeći tipovi :

- izdani sa slobodnim nivoom,
- izdani sa nivoom pod pritiskom (artenske ili subartenske)
- izdani složenog tipa.

Zahvaljujući podacima iz dubokih bušotina koje su izrađivane uglavnom za potrebe istraživanja nafte i gasa na prostoru Vojvodine, sredinom sedamdesetih godina prošlog veka izvršena je hidrogeološka rejonizacija prema fizičkim osobinama i hemijskom sastavu podzemnih voda koje se u vertikalnom profilu formiraju u okviru kompleksa kvartarnih, tercijarnih i mezozojskih naslaga, koje ispunjavaju Panonski basen.

Prema ovoj, opšteprihvaćenoj kategorizaciji (Marinović, 1982) na području Vojvodine postoje ukupno četiri **hidrogeološka sistema**, a u okviru svakog je na osnovu fizičko-hemijskih specifičnosti i izdašnosti moguće izdvojiti više **hidrogeoloških kompleksa**.

Položaji sistema su definisani stratigrafski jer su dubina zaleganja i debljina svakog sistema promenjivi u zavisnosti od lokaliteta. Generalno, na ovaj način izdvojene su sredine sa podzemnom vodom pogodnom za vodosnabdevanje i vode koje egzistiraju u dubljim delovima basena i koje po svojim fizičko-hemijskim karakteristikama predstavljaju mineralne i termomineralne vode.

Prvi hidrogeološki sistem obuhvata naslage kvaratara i gornjeg ponta i u okviru njega su u najvišem delu formirane izdani značajne za vodosnabdevanje. Pored prve izdani sa slobodnim ili subarteskim nivoom za ove potrebe iskorišćavaju se vode izdani formirane u starijim kvartarnim naslagama (pleistocen) kao i vode iz izdani u vodonosnim naslagama paludinskih slojeva (gornji pliocen). Na istraživanom području vode od značaja za vodosnabdevanje, u okviru ovog sistema prostiru se maksimalno do dubine od oko 200 m. Ukupna dubina rasprostranjenja I hidrogeološkog sistema u severnoj Bačkoj varira od 600 do 1200 m.

Ispod ovog sistema, nastavlja se II hidrogeološki sistem u naslagama donjeg ponta i panona. Prostire se do dubine oko 2000 m, ali su vodonosni delovi sistema sa termomineralnim vodama koje se formiraju zastupljeni znatno manje od vodonepropusnih naslaga koje izgrađuju laporci, peščari i laporoviti krečnjaci.

Treći hidrogeološki sistem izgrađuju prepanonske stene miocena, tvorevine paleogena i mlađeg mezozoika. Debljina sistema može znatno da varira zbog čega stene sistema

zaležu do dubine 2200, a mestimično čak i do 3000 m. U okviru miocenskog kompleksa u zastupljene su marinske i marinsko-bočatne naslage zbog čega su vode poluslane do veoma slane sa velikom mineralizacijom.

Četvrtom hidrogeološkom sistemu pripadaju metamorfne i magmatske stene, krečnjaci i dolomiti trijaskе starosti. Vrlo usporena vodozmena i velika mineralizacija, karakteristike su ovog sistema.

Karakteristike podzemnih voda izdvojenih hidrogeoloških sistema detaljnije su opisane u poglavlju o pojavama termomineralnih voda na istraživanom području (pog. 14), obzirom da u dubljim delovima I sistema i ostalim sistemima egzistiraju termomineralne vode.

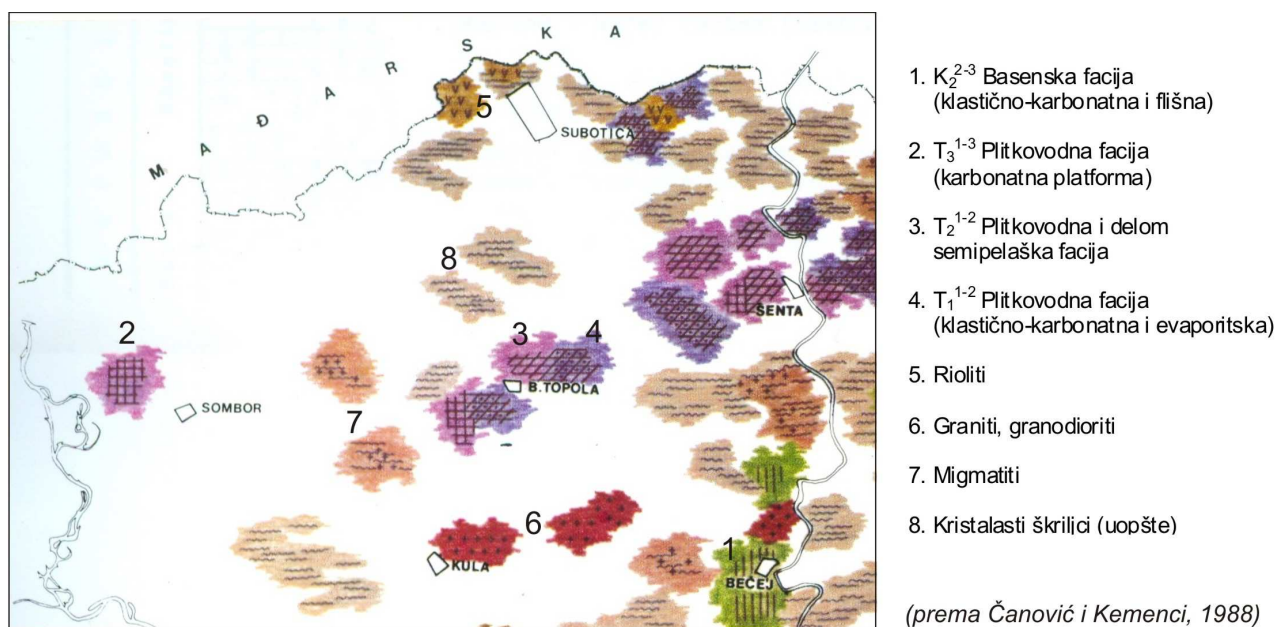
Prema stepenu istraženosti i zbog značaja koji imaju izdanske vode pojedinih stenskih kompleksa u pogledu iskorišćavanja, u nastavku su prikazana hidrogeološka svojstva preneogenog kompleksa stena, naslaga neogene starosti i najmlađih, kvartarnih sedimenata. Hidrogeološka karta i profili istraživanog područja prikazani su na priložima 3 i 4.

#### 7.1.1. Hidrogeološke karakteristike preneogenih naslaga

Preneogenom kompleksu stena pripadaju prekambrijumske, paleozojske i stene mlađeg mezozoika koje izgrađuju podinu Panonskog basena i stene paleogena. Ovaj geološki kompleks izgrađuju metamorfne i magmatske stene (prekambrijum i paleozoik), krečnjaci, dolomiti, laporovit krečnjaci, kvarcni konglomerati, peščari, alevroliti, laporci i glinci (trijas), karbonatne i flišne naslage, peščari (kreda).

Naslage zaležu do dubina i preko 2000 m što je jedan od razloga njihove nedovoljne hidrogeološke izučenosti. Podaci o njima poznati su na osnovu podataka istraživanja nafte i gasa (Čanovići & Kemenci, 1988). U zonama rasprostranjenja krečnjaka, peščara, konglomerata i čvrstih izlomljenih i poremećenih stena različitog litološkog

sastava formira se složena, pukotinsko-karstna izdan. Zbog dubine na kojoj se nalazi, izdan je pod pritiskom u poluzatvorenim i zatvorenim hidrogeološkim strukturama, tako da su uslovi prihranjivanja i vodozamene veoma otežani. Najznačajnije sredine kompleksa predstavljaju ispucali trijaski krečnjaci i dolomiti, koji mogu imati veću izdašnost i relativno manju mineralizaciju. Iz ovih naslaga zahvataju se količine vode koje variraju između 8 i 17 l/s, sa temperaturama do 82 °C, najčešće između 40 °C do 60 °C i mineralizacijom od 0.5 g/l ali i do 50 g/l (Martinović et al., 2010). Zbog visokih pritisaka, ali i pojave gas-lift sistema bušotine su samoizlivne. Značaj voda formiranih u preneogenim naslagama još uvek nije dovoljno poznat zbog nepotpune hidrogeološke istraženosti sredine.



Slika 21. Geološka podloga panonskog basena na istraživanom području, prema podacima iz bušotina.

#### 7.1.2. Hidrogeološke karakteristike neogenih sedimenata

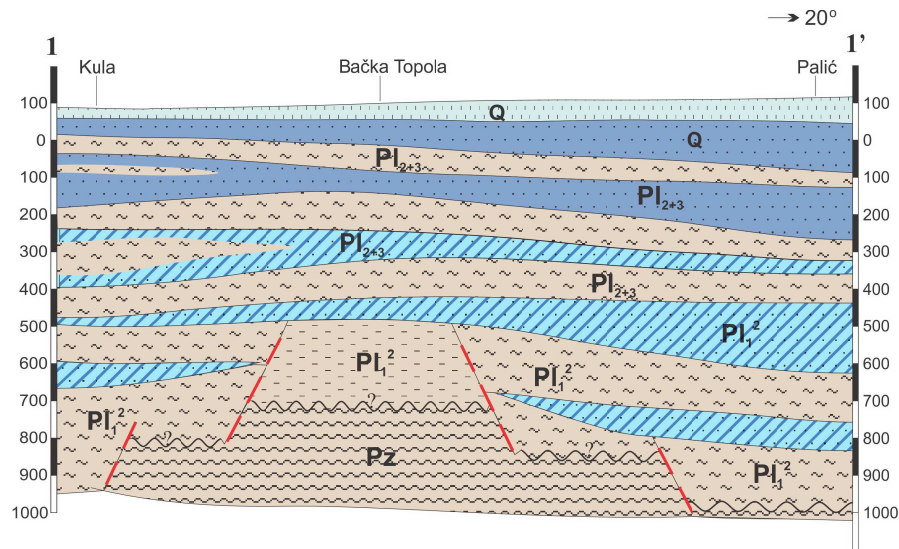
Na području severne Bačke u okviru neogenog kompleksa veću zatupljenost imaju pliocenske u odnosu na miocenske naslage. Poseban ekonomski značaj imaju sedimenti pontona, zbog rezervi nafte i gasa koje sadrže, dok su vodopropusne gornjopaludinske

peskovite naslage istraživane i značajne sa aspekta vodosnabdevanja. Ova dva člana neogena najinteresantniji su i u pogledu rezervi i iskorišćavanja termomineralnih voda u odnosu na ostale jedinice geološkog stuba.

Najstarije litološke članove neogene serije čine tortonske, sarmatske i panonske naslage. One su i nosioci nafte, gasa i termomineralnih voda. Na površini terena javljaju se na Fruškoj gori dok u severnom Banatu zaležu do dubine od oko 3500 m. U heterogenom delu serije od peščara, konglomerata i krečnjaka formiran je karstno-pukotinski tip izdani, dok vodonepropusni deo kompleksa čine lapori, laporci i gline. Vode iz najstarijih neogenih naslaga karakterišu se temperaturom najčešće između 40 °C i 50 °C i visokom mineralizacijom i do 50 mg/l. Korišćenje ovih voda vezano je za probleme njihove agresivnosti i inkrustabilnosti, čime je umanjen i praktični značaj voda iz ovog dela neogenog kompleksa.

Znatno rasprostranjenje na području severne Bačke imaju naslage ponta. Donjopontske naslage pretežno od glinovitih, alevrolitsko-peskovitih i laporovitih naslaga, zatim peščara i laporovitih krečnjaka u hidrogeološkom pogledu nemaju veći značaj, osim u slučajevima kada naslage peščara nisu zaglinjene i kompaktne. U vodopropusnim delovima kompleksa, pretežno od peščara formira se pukotinski tip izdani. Temperature voda najčešće su u intervalu 50-60 °C, sa mineralizacijom do 20 g/l, a kapaciteti izvedenih bušotina se kreću uglavnom do 5 l/s.

U skladu sa uslovima sedimentacione sredine i litološkim sastavom, gornjopontski sedimenti taloženi su u kaspibrakičnoj sredini i odlikuje ih veće učešće peskovitih naslaga u odnosu na sedimente donjeg ponta. U gornjopontskom kompleksu koji je na istraživanom području debljine između 300 i 350 m, zastupljeno je više vodonosnih



### Kartirane jedinice

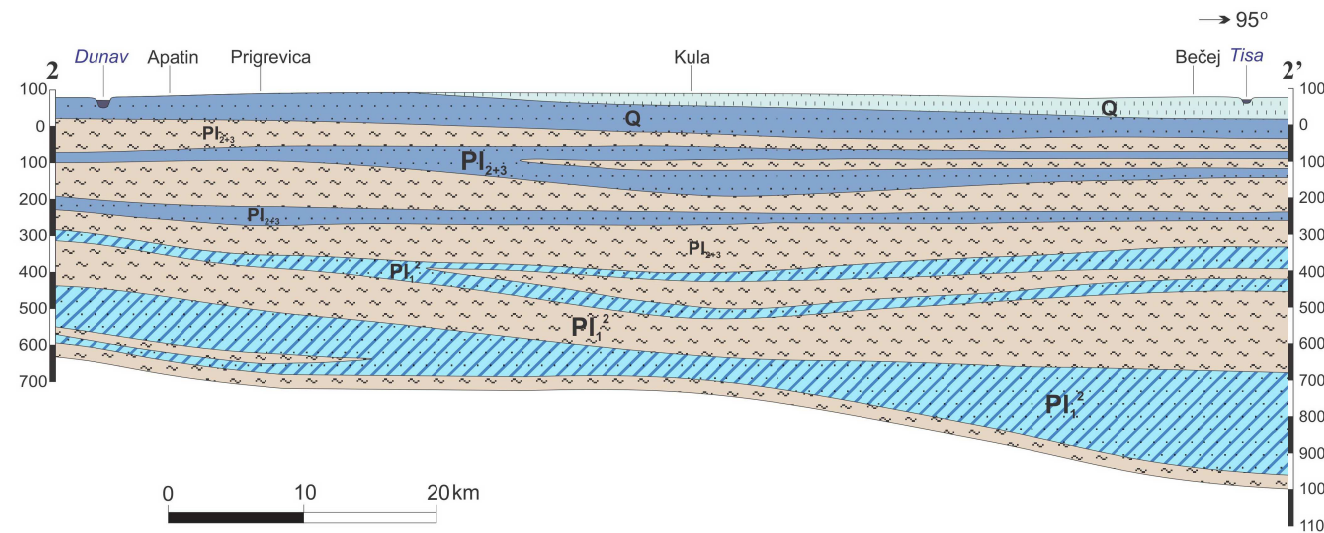
	Les		Glina
	Pesak		Pesak
	Glina		Lapori
	Pesak		Škriljci

### Hidrogeološke oznake

	Izdan sa slobodnim nivoom ili nivoom pod manjim pritiskom sa malomin. vodom
	Izdan sa nivoom pod pritiskom sa malomineralizovanom vodom
	Izdan sa nivoom pod pritiskom sa termomineralnom vodom
	Uslovno „bezvodni“ delovi terena

### Standardne oznake

	Normalna granica
	Pretpostavljen rased
	Transgresivna granica nesigurnog karaktera



Slika 22. Regionalni hidrogeološki profili severne Bačke

slojeva u kojima je formiran zbijeni tip izdani. U vertikalnom profilu izraženo je smenjivanje peskovitih i glinovitih naslaga.

U severnom delu Bačke gornjopontski sedimenti nabušeni su na više lokacija. Ispitivanjima u dubokim bušotinama u Kuli, Paliću i Kanjiži u okviru ovih naslaga do dubina od 1200 m utvrđeno je više vodonosnih slojeva koje izgrađuju sitnozrni i srednjozrni peskovi sa slabo vezanim peščarima. Njihova debljina prelazi i više desetina metara. Prema rezultatima izvedenih opita crpenja, u pogledu filtracionih karakteristika vodonosnih slojeva vrednosti koeficijenta transmisibilnosti su najčešće reda veličine  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, ređe  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, koeficijent filtracije kreće se u rasponu  $10^{-4}$  m/s do  $10^{-5}$  m/s. Specifična izdašnost izdani iznosi  $\mu \sim 2.68 \cdot 10^{-3}$ . Izdašnosti bunara kreću se od 1.5 l/s do 11.5 l/s. Vode iz ovih naslaga su sa povišenom mineralizacijom, od 2.13 do 3 g/l i temperaturama od 38 °C do 65 °C, zbog čega nemaju značaj za vodosnabdevanje. Nasuprot tome, sedimenti gornjopontske starosti predstavljaju sredinu iz koje se najčešće eksploatišu termomineralne vode na prostoru severne Bačke.

Izdani u okviru pontskih naslaga karakteriše usporena vodozmena i prihranjivanje iz udaljenih područja do kojih se prostiru. Kod izdani u peščarima, često su ograničenog rasprostranjenja u vidu sočiva, zbog čega su rezerve podzemnih voda u njima male, uz otežane uslove prihranjivanja.

Najmlađi član tercijarne serije, paludinski slojevi imaju veliko rasprostranjenje, a na osnovu vršenih istraživanja znatno je više podataka o njihovim karakteristikama. Bušenjem su konstatovani u svim dubokim bušotinama, zbog čega su njihove hidrogeološke karakteristike date za pojedine lokalnosti.

Regionalno posmatrano, zbijena izdan koja se formira u peskovitom delu kompleksa na jugu ograničena je Fruškom gorom, dok se na severu pruža dalje na teritoriju Mađarske. Od zapada gde su naslage sve manje debljine i postepeno se gube, idući na istok peskovite paludinske naslage raslojavaju se na više tanjih slojeva i tonu u centralnim delovima područja.



U zavisnosti od područja basena debljine paludinskih i povlatnih kvartranih naslaga variraju, vodonosni slojevi se nalaze na različitim dubinama i broj peskovitih slojeva je različit.

Na zapadu u zoni Sombora i Apatina, paludinske naslage nalaze se na dubini počev od 70 m od površine. Idući na istok, slojevi dublje zaležu i veće su debljine. Na području Bačke Topole paludinski slojevi rasprostranjeni su počev od 140 m dubine i zaležu do dubine oko 780 m. U intervalu od 300 m do 780 m nalaze se 4 horizonta sitnozrnih do srednjozrnih peskova.

Južno, na području Kule paludinski slojevi rasprostranjeni su počev od 120 m dubine i zaležu do dubine 455 m. U okviru serije izdvojeno je pet horizonata sitnozrnih do srednjozrnih peskova, debljine do 20 m.

Na istoku područja, kod Bečeja, paludinski slojevi nalaze se dublje, počev od 140 m i do dubine od 503 m izdvojeno je više slojeva peska koji izgrađuju pet vodonosnih horizonata. Debljina pojedinih slojeva peska u okviru jednog horizonta iznosi i do 20 m. Dubina do koje zaležu paludinski sedimenti na ovom području iznosi oko 680 m.

U severnom delu, na području Kanjiže u okviru paludinskih naslaga koje se prostiru od 197 m do dubine 777 m nalazi se sedam slojeva kvarc-liskunovitog peska, debljine 15 do 30 m. Peskovi su sitnozrni do srednjozrni.

U zoni Subotice i Palića rasprostranjenje ovih naslaga slično je prethodnom lokalitetu, što je dokazano bušenjem dve duboke bušotine na području Palića i subotičkom izvorištu.

Vodonosne slojeve u višim delovima naslaga izgrađuju sivi kvarcni sitnozrni i srednjezrni i krupnozrni peskovi. Prosečna krupnoća ovih peskova je oko 0.25 mm. U dubljim delovima peskovi su pretežno liskunoviti a ređe kvarcni sive do sivozelene boje. Generalno posmatrano, u paludinskoj seriji učešće peskovitih sedimenata smanjuje se u pravcu zapada i juga područja zbog postepenog približavanja obodnim delovima

Panonskog basena. Pored toga filtracione karakteristike ovih peskova smanjuju se idući od zapada prema istočnim delovima područja istraživanja.

Na osnovu rezultata izvedenih opita crpenja vrednosti koeficijenta filtracije uglavnom su reda  $10^{-4}$  m/s, ređe  $10^{-3}$  m/s. Prosečna vrednost koeficijenta transmisibilnosti je reda veličine  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

Prihranjivanje izdani se vrši infiltracijom voda pleistocenske izdani i preticanjem iz dubljih arteskkih izdani, zatim infiltracijom od padavina u područjima gde slojevi izbijaju na površinu terena. To je područje Fruške gore, ali i udaljena područja Karpata i planina u Mađarskoj.

Najznačajniji vid pražnjenja izdani je veštačkim putem, bunarima kojima se zahvataju vode paludinskih slojeva. Eksploatacija se vrši bunarima izdašnosti do 20 l/s. U određenim hidrogeološkim uslovima, pražnjenje, kao i njeno prihranjivanje moguće je preticanjem u dublje vodonosne slojeve starijih geoloških formacija.

### 7.1.3. Hidrogeološke karakteristike kvartarnih sedimenata

Kvartarne naslage, prekrivaju celo područje severne Bačke. Prema genetskim tipovima i u facijalnom pogledu ovi sedimenti su limničkog, limno-fluvijalnog, fluvijalno-barskog, barskog, barsko-močvarnog, fluvijalnog, fluvijalno-proluvijalnog, eolskog i aluvijalnog razvića. Uslovi sedimentacije uticali su na litološki sastava naslaga i njihove filtracione karakteristike.

Regionalno posmatrano njihova debljina povećava se od juga prema severu i od zapada prema istoku. Saglasno povećanju debljine kvartarnih naslaga ( od 70 m kod Sombora do oko 140 m kod Bečeja), u vertikalnom profilu povećava se i broj vodonosnih slojeva čija debljina varira od nekoliko metara do nekoliko desetina metara.

Zbog postojanja više genetskih tipova i različitosti u pogledu facijalnog razvića sedimenata u okviru kvartara kao i njihovom različitom nivou istraženosti i značaju koji imaju, dalja razmatranja usmerena su na karakteristike zbijene izdani u okviru pleistocenskih sedimenata, lesnih naslaga i eolskih peskova kao i aluvijalnih i terasnih naslaga.

#### 7.1.3.1. Hidrogeološke karakteristike pleistocenskih sedimenata

Najstariji član kvartarnog kompleksa predstavljaju glinoviti i peskoviti rečno-jezerski sedimenti taloženi u više faza (ciklusa) tokom pleistocena. Rasprostranjeni su na celom području severne Bačke na dubinama koje variraju od 10 do preko 100 m, prostirući se izvan istraživanog područja, na zapadu u Hrvatsku, severno u Mađarsku, istočno u Banat i Rumuniju i na jugu do Fruške gore gde su delimično otkriveni na njenim padinama. Zbog sličnih uslova sedimentacije koji su vladali krajem pliocena i početkom pleistocena, prelaz između gornjopaludinskih i najnižih pleistocenskih sedimenata je postepen, tako da često nije moguće jasno odrediti granicu između ovih naslaga.

Podina kompleksa u području između Dunava i Telečke nalazi se na dubinama 50-100 m, a povećava se idući na severoistok, prema Subotici i Horgošu, na dubinu 175-180 m. U centralnom delu Telečke u zoni Bačke Topole podina je na dubina oko 140 m. Južnije, u nivou Crvenka – Vrbas – Srbobran – Bečej dubina do podine iznosi 130-150 m.

Ukupna debljina pleistocenske serije se povećava od zapada prema istoku; u priobalnom delu Dunava debljina iznosi 20 m, kod Sombora 28 m, dalje u zoni Crvenke 52 m i 81 m kod Vrbasa. Debljina naslaga je u severnim delovima veća u odnosu na južne delove područja; u zoni Subotice i Horgoša iznosi oko 98 m i opada prema Malom Idošu i Bačkoj Topoli na 50 do 60 m debljine.

Pleistocenske naslage izgrađuju gline i peskovi različitih frakcija, ređe i peskoviti šljunkovi. Vodonosni delovi kompleksa razdvojeni su alevritima i alevritskim glinama. Vodonosni slojevi često bočno isklinjavaju i vertikalno su razdvojeni, što otežava

interpretaciju profila pri povezivanju slojeva. I pored toga, regionalno posmatrano, oni predstavljaju jedinstvenu vodonosnu sredinu od Dunava, na zapadu, do Tise na istoku.

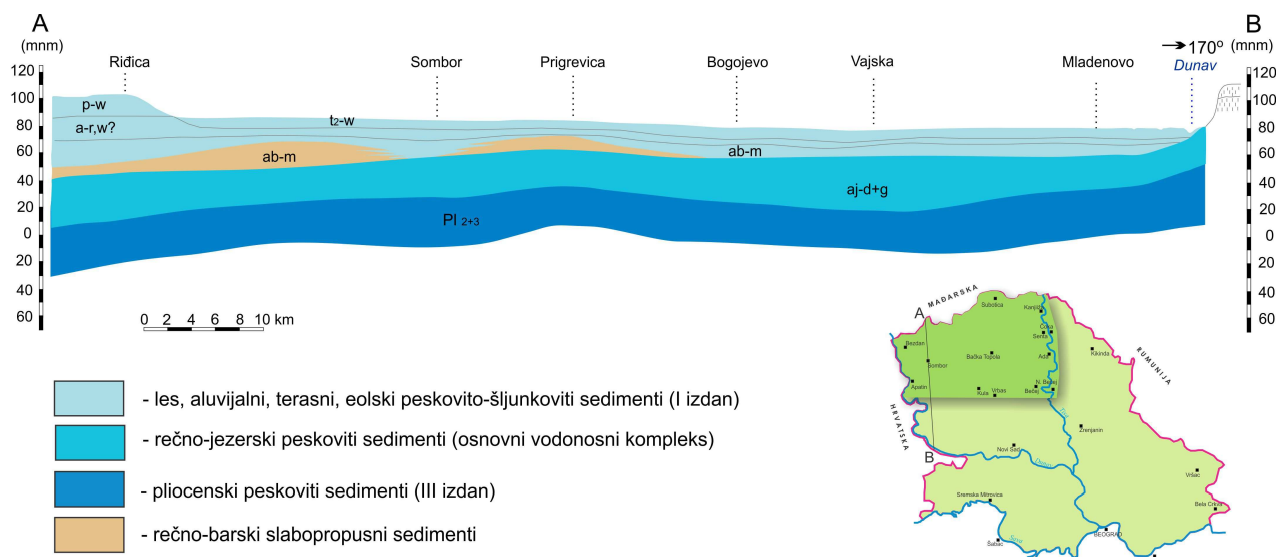
Zbog značaja koji imaju u vodosnabdevanju na celom području Vojvodine vodonosne pleistocenske naslage poznate su kao *osnovni vodonosni kompleks*, a izdan koja se u njima formira često se označava kao "osnovna izdan". Na najvećem broj izvorišta sa kojih se vrši centralizovano vodosnabdevanje gradova, ali i lokalnim „mikro-vodovodima“ u manjim naseljima kao i pojedinačnim bunarima u severnoj Bačkoj vrši se eksploatacija podzemnih voda iz ovih naslaga. Njihove hidrogeološke karakteristike dobro su upoznate i prezentirane u narednim poglavljima, prilikom prikaza karakteristika izvorišta za vodosnabdevanje najvećih naselja.

U zavisnosti od debljine naslaga koja je promenjiva i dubine zaleganja, formirano je više vodonosnih horizonata u okviru kojih egzistira artenska ili subartenska izdan.

Intenzivnom dugogodišnjom eksploatacijom za potrebe vodosnabdevanja stanovništva i industrije izmenjene su hidrodinamičke karakteristike izdani, tako da u današnjim uslovima ona na najvećem delu severne Bačke predstavlja subartensku izdan sa značajnim opadanjem nivoa u proteklom periodu. Isticanje samoizlivom konstatovano je u severoistočnom delu terena, iz bunara u zoni Horgoša i Kanjiže i periodičnog je karaktera tokom godine.

Filtracione karakteristike upoznate su na osnovu izvođenja dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja uglavnom za potrebe vodosnabdevanja. Na osnovu ispitivanja granulometrijskog sastava iz bušotina, vrednosti koeficijenta filtracije su reda veličine  $10^{-4}$  do  $10^{-5}$  m/s. Donji delovi kompleksa od krupnozrnih peskova, mestimično i peskovitih šljunkova karakterišu se boljim filtracionim karakteristikama.

Na osnovu rezultata opita crpenja izvednih na većem broju izvorišta na području severne Bačke kojima se zahvataju vode iz ove izdani, vrednosti koeficijenta filtracije su reda  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  m/s, dok je srednja vrednost koeficijenta transmisibilnosti reda  $10^{-2}$  -  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.



Slika 23. Rasprostranjenje osnovnog vodonosnog kompleksa i odnos sa izdanima u drugim naslagama.

Delovi kompleksa koji se označavaju kao vodonepropusni, izgrađeni od glinovitih frakcija, karakterišu se koeficijentom filtracije u rasponu  $10^{-6}$  do  $10^{-8}$  m/s.

Prihranjivanje pleistocenske izdani vrši se podzemnim doticajem iz udaljenijih područja, sa teritorija Mađarske i Rumunije na kojima se prostiru ove naslage. Zatim infiltracijom voda površinskih tokova (Dunav, Tisa, manji vodotokovi i kanali) i infiltracijom padavina u područjima Fruške gore i Vršackih planina. Pri određenim uslovima izdan se prihranjuje preticanjem voda iz izdani koje su formirane u starijim naslagama.

Dominantan vid praznjenja izdani vrši se veštački, eksploatacijom bunarima, zatim infiltracijom voda u površinske tokove i postojeću kanalsku mrežu. Može se pretpostaviti, bez dovoljno egzaktnih podataka, da deo voda iz ove izdani na pojedinim delovima terena pretiče dublje, u naslage u podini kvartarnog kompleksa koje izgrađuju sedimenti pliocena.

Hidrogeološke karakteristike osnovnog vodonosnog kompleksa kao najznačajnije izdani sa aspekta vodosnabdevanja predmet su detaljnijih izučavanja u nastavku rada.

### 7.1.3.2. Hidrogeološke karakteristike lesnih sedimenata

Značajan deo istraživanog područja severne Bačke čini površina koja je prekrivena naslagama lesa. Lesni plato Telečke izgrađuje hipsometrijski više delove područja, koje se lesnim odsecima jasno izdvaja od ostalih delova terena.

Debljina lesnih naslaga Telečke je promenjiva i varira od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Donji horizont predstavljen je barskim lesom od barskih peskovitih i peskovito-glinovitih alevrita. Kopneni les koji predstavlja gornji horizont izgrađuju peskovito-glinoviti alevriti. U vertikalnom profilu lesnog kompleksa izdvaja se sloj debljine do 1.5 m pretežno izgrađen od glinovitih alevrita („pogrebena zemlja“) koji je nastao u periodu otopljenja, između dva glacijala (interglacijal).

Specifična geneza lesa uslovlila je karakterističnu poroznost naslaga sa znatno izraženom propusnošću u vertikalnom pravcu u odnosu na horizontalnu cirkulaciju. U cevastim kanalima i šupljinama formira se zbijeni tip izdani koji se karakteriše (u vertikalnom pravcu) koeficijentom filtracije reda veličine  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$  m/s, ređe i  $10^{-4}$  m/s. Sloj „pogrebene zemlje“ je znatno slabijih filtracionih svojstava (reda oko  $10^{-9}$  m/s), on praktično predstavlja barijeru cirkulaciji i uslovljava i formiranje "visećih" izdani - nezavisne izdani manjeg rasprostranjenja.

Izdani koja se formira je sa slobodnim nivoom podzemne vode i prihranjuje se infiltracijom padavina. Karakteristične su oscilacije nivoa tokom godine koje variraju od nekoliko metara do 20 m i zavisne su od perioda godine.

Izražena vertikalna cirkulacija poseban značaj ima u prihranjivanju dublje izdani, što predstavlja vid pražnjenja izdani iz lesa. Pored toga ova izdani prazni se podzemnim oticajem ka obodnim delovima terena. Generalni smer cirkulacije podzemnih voda lesnog platoa Telečke je ka jugoistoku, prema Tisi. Lokalno, u zapadnom obodnom delu Telečke, vode izdani prihranjuju terasne naslage Dunava.

Izdani u lesnim naslagama i pored velikog rasprostranjenja nemaju značaj za centralizovano vodosnabdevanje, već se bunari koriste za uglavnom individualne potrebe stanovništva i navodnjavanje, čime se izdan veštački prazni.

#### 7.1.3.3. Hidrogeološke karakteristike aluvijalnih i terasnih naslaga

U okviru kompleksa kvartarnih sedimenata, od srednjeg pleistocena do holocena na istraživanom području taložene su peskovito-šljunkovite i glinovite naslage koje izgrađuju aluvijalne i terasne naslage. Rasprostranjene su u priobalju Dunava na zapadu i aluvijalnoj ravni Tise, u istočnom delu područja. Granicu rasprostranjenja terasnih naslaga prema centralnom delu područja čini obod Telečke visoravni. Debljina naslaga varira u granicama od 10 do 30 m.

Vodonosne peskovite naslage često su prisutne na površini terena, a izdan koja se u okviru njih formira je sa slobodnim nivoom ili pod manjim pritiskom (subarteska izdan). Poznata je kao „prva“ izdan, a zbog svojih hidrodinamčkih karakteristika uobičajen naziv je i „slobodna“ izdan. Rasprostranjenje plitko ispod površine terena i rezerve podzemnih voda koje se u ovim izdanima formiraju uslovljeni su intenzivno korišćenje ovih voda za vodosnabdevanje stanovništva i industrije u velikom broju naselja, a poljoprivredni proizvođači ove vode često koriste i za navodnjavanje izradom plitkih bušenih bunara.

U podini aluvijalnih i terasnih sedimenata nalaze se starije, rečno-jezerske, pleistocenske naslage koje su sličnog litološkog sastava zbog čega često nije moguće jasno izdvojiti granicu između njih. Stratigrafski odnosi uslovljavaju i delimičnu povezanost „slobodne“ izdani i osnovnog vodonosnog kompleksa i međusobne uticaje u pogledu prihranjivanja izdani i cirkulacije podzemnih voda.

Zbog značaja za vodosnabdevanje detaljno su istraživane izdani u aluvijalnim naslagama, posebno aluvijon Dunava.

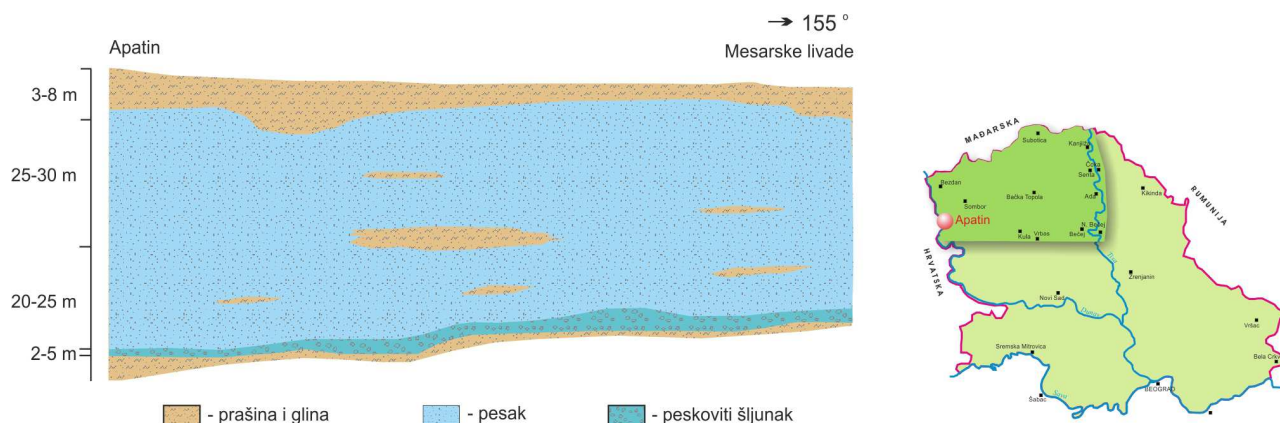


Slika 24. Kategorizacija izdani sa slobodnim nivoom na području Vojvodine

Karakteristike aluvijalnih naslaga Dunava u severozapadnom delu Bačke dobro su istražene na području Apatina za potrebe izvorišta za vodosnabdevanja grada i izvorišta pivare (Lazić, 2005). Detaljno utvrđivanje hidrogeoloških karakteristika izvršeno je u široj zoni Apatina, u priobalju na lokacijama Budžak i Mesarske Livade (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", 2006), za potrebe izgradnje vodovodnog sistema regionalnog značaja.

Na osnovu podataka ovih istraživanja, debljina kvartarnih naslaga u priobalju Dunava iznosi između 60 m i 70 m od čega veći deo izgrađuju sedimenti starijeg kvartara (pleistocena), iznad kojeg su sve do površine terena taloženi sedimenti holocene starosti. Ceo kompleks izgrađuju glinoviti, peskoviti, peskovito-šljunkoviti i šljunkovite naslage pri čemu se učešće krupnozrnijih sedimenata povećava sa dubinom.



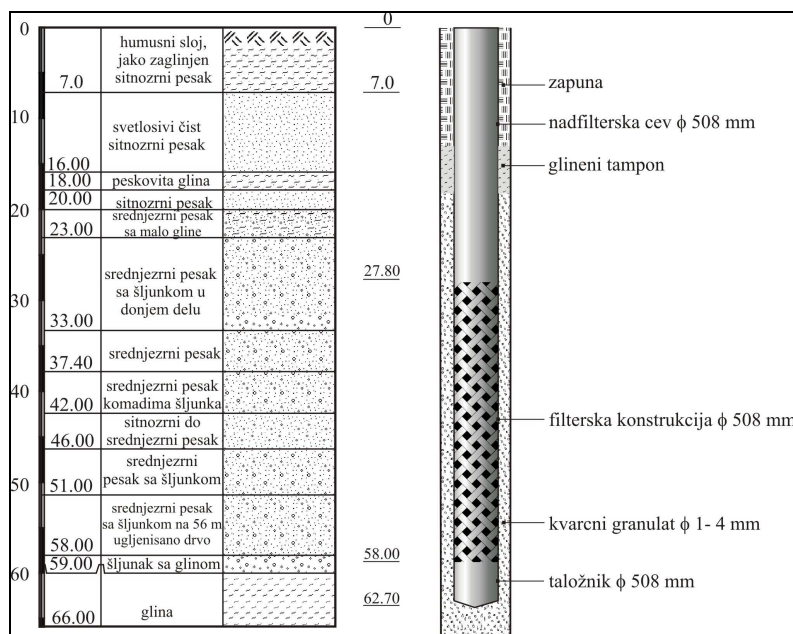


Slika 25. Hidrogeološki profil kroz aluvijalne naslage Dunava, duž leve obale, na deonici Apatin - Mesarske livade (Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2006).

Litostratigrafski, na podini od gornjopaludinskih glina leže šljunkovi, peskoviti šljunkovi i krupnozrni peskovi sa proslojcima glina, pleistocene starosti, ukupne debljine oko 35 m. Dalje su zastupljeni pretežno sitnozrni peskovi koji idući prema površini prelaze u prašinate peskove i gline, tako da površinski sloj izgrađuju zaglinjeni peskovi i gline. Prelaz između starijih i mlađih kvartarnih naslaga je postepen i teže uočljiv.

Boljim filtracionim karakteristikama odlikuju se dublji delovi kompleksa u kojima je formiran zbijeni tip izdani sa nivoom pod pritiskom (subarteska izdan). Prosečne vrednosti koeficijenta filtracije su reda veličine  $10^{-3}$  do  $10^{-4}$  m/s, a transmisibilnosti  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Povlatni slabovodopropusni sloj debljine 3-6 m karakterišu vrednosti koeficijenta filtracije od  $10^{-5}$  do  $10^{-8}$  m/s.

Dominantni vid prihranjivanja izdani predstavlja infiltracija površinskih voda iz korita Dunava. Uticaj reke i dobra hidraulička povezanost potvrđeni su režimskim osmatranjima koja se vrše na izvorištu za vodosnabdevanje Apatina. Udaljavajući se od reke, njen uticaj slabi a povećava se značaj terasnih naslaga rasprostranjenih istočnije iz kojih se infiltrira deo voda. Na širem području značajan je uticaj padavina u prihranjivanju izdani, posebno u zonama gde je površinski sloj izgrađen od peskovitih naslaga povoljnijih filtracionih karakteristika. Deo podzemnih voda ove izdani poreklom je iz tercijarnih naslaga iz kojih se u odgovarajućim uslovima vrši preticanje voda iz duboke izdani.



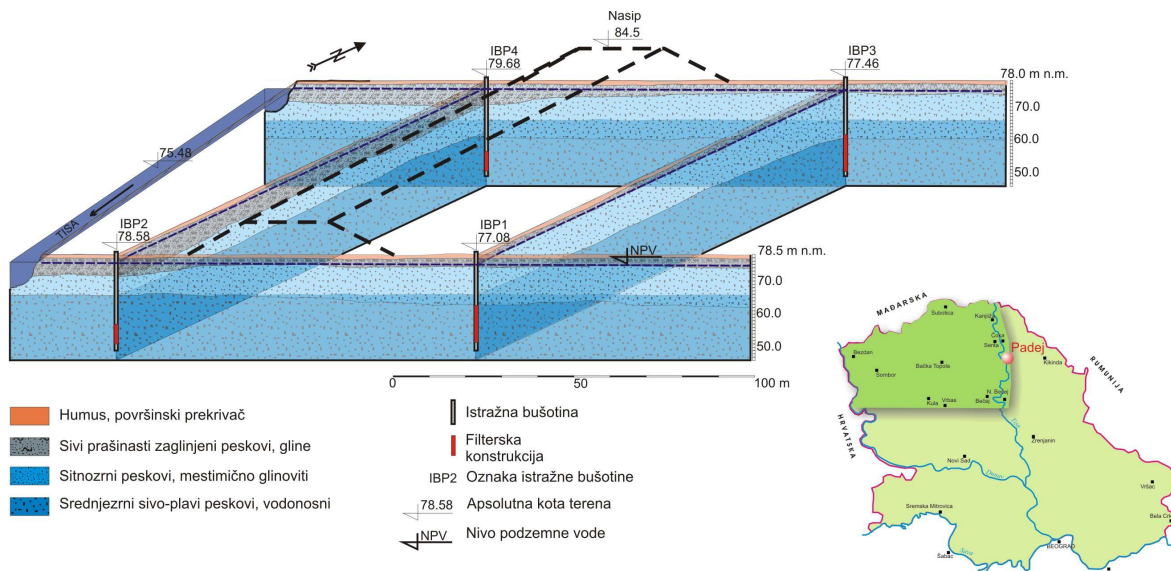
Slika 26. Litološki profil i tipska konstrukcija bunara na izvorištu apatinskog vodovoda (Lazić, 2010)

Dosadašnjim izučavanjima izdani utvrđene su mogućnosti formiranja značajnih dinamičkih rezervri u priobalju Dunava zbog čega predstavlja perspektivnu sredinu od regionalnog značaja za vodosnabdevanje većeg broja naselja ovog dela Bačke. Istraživanjima na lokalnosti Mesarske Livade i Budžak, kod Apatina, rezerve podzemnih voda ove izdani procenjene su na 1.9 m<sup>3</sup>/s (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", 2006).

Aluvijalni sedimenti Tise karakterišu se slabijim filtracionim svojstvima od dunavskih, jer su izgrađeni od sitnozrnog i često zaglinjenog peska. Zbog toga je njihova vodopropusnost reda 10<sup>-3</sup> - 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s, a koeficijent filtracije reda veličine 10<sup>-4</sup> - 10<sup>-5</sup> m/s.

Nivo podzemnih voda je pod uticajem Tise, najčešća amplituda oscilovanja nivoa tokom godine iznosi oko 3 m. Uslovi prihranjivanja izdani su dosta povoljni zbog hidrauličke povezanosti sa rekom i infiltracijom voda iz lesnog pokrivača koji zbog svojih svojstava omogućava i prihranjivanje od atmosferskih padavina. Na povoljne

uslove prihranjivanja značajan uticaj ima brana kod Novog Bečeja, kojom se ostvaruje uspor toka i bolja infiltracija.



Slika 27. Blok dijagram sa rasporedom istražnih bušotina i litološkim sastavom aluvijalnih naslaga Tise u zoni Padeja (Stevanović Z. et al., 2006).

Litološki sastav i filtracione karakteristike detaljnije su istražene novijim hidrogeološkim istraživanjima aluvijalnih naslaga Tise u zoni Padeja (Stevanović Z. et al., 2006, Stauder et al., 2012). U vertikalnom profilu, do dubine 30 m zastupljeni su peskoviti sedimenti različitih frakcija pri čemu se krupnoća zrna povećava sa dubinom i varira od zagljenih peskova u površinskoj zoni, prašnastih do sitnozrnih peskova i daljim prelazom ka srednjozrnim i krupnozrnim peskovima.

U skladu sa granulometrijskim sastavom, boljim filtracionim karakteristikama odlikuju se donji delovi naslaga sa vrednostima transmisibilnosti u granicama  $10^{-3} - 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  i koeficijentom filtracije reda veličine  $10^{-5} \text{ m/s}$ .

Na nivou dosadašnje istraženosti, procenjuje se da bi bunarima moglo da se zahvati oko 15 l/s po bunaru. Limitirajući faktor u iskorišćavanju podzemnih voda jeste njihov kvalitet zbog povišenih sadržaja gvožđa, mangana, amonijaka i arsena.

# **II POSTOJEĆE STANJE KORIŠĆENJA RESURSA PODZEMNIH VODA SEVERNE BAČKE I PERSPEKTIVE U DOKUMENTIMA REPUBLIKE SRBIJE**

## **8. Istorijat vodosnabdevanja na području severne Bačke**

Nestajanjem paludinskog jezera koje je predstavljalo poslednju fazu u razvoju Panonskog basena, ovaj prostor postaje plavljeno područje, močvarno i sa nizom ritova zbog čega je dugo bilo nepristupačno za nastanjivanje. Ipak, ravnica sa rekama Dunavom, Savom i Tisom, privlačila je čoveka zbog povoljnih uslova za lov i ribolov, a sa razvojem zemljoradnje i radi plodnog zemljišta koje je ostajalo nakon poplava i povlačenja reka u svoja korita.

Arheološki nalazi ukazuju da se još od starijeg kamenog doba (paleolita) čovek spuštao u ravnicu radi lova na mamute i ribolova. Vinčanska i Potiska kultura iz srednjeg neolita koje su se razvijale uz reke Dunav i Tisu svedoče o zemljoradničkoj i stočarskoj aktivnosti stanovništva. Reke i područja uz njih predstavljale su sredine u kojima je čovek stvarao svoje naseobine i postepeno prilagođavao ovaj prostor stvarajući povoljnije uslove za svoju egzistenciju. Reke su obezbeđivale i vodu za piće i hranu.

Prodor Rimskog Carstva na ove prostore u drugoj polovini I veka pre nove ere doneo je progres i nov način života izgradnjom gradova, puteva, razvojem poljoprivrede, uvođenjem vinogradarstva na Fruškoj gori i drugih delatnosti. Ostaci vodovoda u nekoliko gradova ukazuju da se u ovo doba planski organizovalo obezbeđenje vode za piće. U Sirmijumu koji je krajem III veka p.n.e. postao metropola Carstva izgrađeni su najveći vodovodni i kanalizacioni sistemi.

U dugoj istoriji Vojvodine smenjivali su se razni narodi koji su osvajali i nametali svoju vlast donoseći svoje kulturu i običaje i vršeći uticaj na život stanovništva. Taj uticaj nije uvek vodio u pravcu napretka, tako je privredni razvoj područje prekinut dolaskom Huna u V veku kada se usled brojnih ratova sve do X veka dominira nomadski način života. Stanovništvo se vodom snabdeva iz reka i bara jer nema uslova za kopanje bunara. Malo je podataka o izradi vodozahvata i iz perioda turske vladavine na prostoru severne Bačke.

Iz istorijskih podataka o životu u Somboru saznaje se da je od nastanjivanja grada stanovništvo za piće, kuvanje i pranje koristilo vodu iz reke Mostonge. U opisu grada iz 1665. godine Evlija Čelebija piše da u njemu postoje četiri bunara koja se koriste za piće. To su bili bunari do 6 m dubine sa vodom gorkog i slanog ukusa.

Tokom XVIII veka Bačku kao i Banat naseljava stanovništvo susednih država, broj stanovnika se značajno povećao, nastavlja se dalja kultivacija zemljišta, pustare i močvare pretvaraju se u obradivo zemljište, razvija se trgovina i zanatstvo. Za vodosnabdevanje se koriste rečne vode ali i kopani plitki bunari. Đermovi, plitki vodozahvati dubine nekoliko metara, postaju obeležje Vojvodine.



*Slika 28. "Zaboravljeni salaš", ulje na platnu (www.topalski.com)*

Snabdevanje vodom iz plitkih bunara često je dovelo do pojave epidemija jer je voda u njima mogla lako da se zagađi. U potrazi za kvalitetnom vodom, 1850. godine u Banatskim Karlovcima izbušen je prvi artesian bunar u Vojvodini, nakon čega i u njenim drugim delovima počinju da se buše dublji bunari iz kojih je voda pod pritiskom isticala na površinu. Na području Bačke i Potisja između 1890. i 1894. godine izbušeno je preko 40 bunara dubine 20-350 m, ali su bušeni i dublji. U Subotici je na lokaciji železničke stanice od 1882-1884. godine trajala izrada bušotine dubine 600.94 m ali nije dobijena artesianka voda. U Somboru je 1887. godine zbog povećanih potreba za vodom započela izrada prvog dubokog (artesianog) bunara koji je bušen do oko 390 m dubine. Zbog nezadovoljavajućeg kvaliteta vode visoke mineralizacije (suvi ostatak iznosio je 2.8 g/l), bunar je zarušen i ugrađen filter na dubini 150 m. Izdašnost bunara sa samoizlivom iznosila je 0.98 l/s.

Do 1914. godine u Somboru je izbušeno 28 artesiankih bunara, a do 1918. godine, za vreme austrougarske vlasti na području Vojvodine izbušeno je preko 200 artesiankih bunara. Izradom artesiankih bunara građanima je obezbeđena kvalitetnija voda za piće. Vodu su po gradu raznosili vodari konjskim kolima. Ova profesija zadržala se sve do početka izgradnje javnih vodovoda.



*Slika 29. Stari Sombor, artesianki bunar u gradu (levo) i vodari sa vodom na konjskim kolima (desno)  
([www.vodokanal.co.rs](http://www.vodokanal.co.rs))*

Veliki broj ovih bunara izveden je i u periodu 1918-1940. godine. U Bačkoj je evidentirano 1285 bunara od kojih je 358 imalo pozitivan pijezometrijski nivo. Bunari su uglavnom imali ugrađenu konstrukciju prečnika 2-3<sup>6</sup>, a najveći broj njih imao je

izdašnost ispod 1 l/s, dok su ostali bili nešto veće izdašnosti, između 2 i 3 l/s. Od 1929. godine izrada bunara bila je u nadležnosti Ministarstva građevina Kraljevine Jugoslavije. Propisi o izradi i korišćenju bunara pored poštovanja rokova izvođenja bunara, predviđali su i obavezu vođenja dnevnika bušenja, čuvanje uzoraka stena i njihovu predaju Banskoj upravi. Za bušenje i korišćenje bunara bile su izdavane koncesije i definisana prava i obaveze koncesionara.

U periodu posle Drugog svetskog rata nastavljeno je sa izradom bunara ali su bušeni većim prečnikom. Pedesetih godina prošlog veka bušenjem počinju da se bave specijalizovana preduzeća ( „Izvor“ iz Novog Sada, „Bunar“ u Subotici, „Geosonda“ iz Beograda i dr.) u kojima radove po prvi put počinju da vode geološki inženjeri i tehničari. Značajan doprinos za razvoj i poznavanje geološke građe ovog područja i hidrogeoloških karakteristika terena ima preduzeće „Naftagas“ iz Novog Sada koje je osnovano 1949. godine za potrebe istraživanja i proizvodnju nafte i gasa. U okviru ove organizacije veliki broj hidrogeoloških istraživanja za potrebe vodosnabdevanja izveli su stručnjaci pogona „Hidrosonda“.

Početak šezdesetih godina započinje sprovođenje hidrogeoloških istraživanja za potrebe otvaranja izvorišta podzemnih voda koja će se koristiti za javno vodosnabdevanje gradova (među prvima Sombor, 1961; Subotica, 1962; Senta, 1964. i dr.). Istražni hidrogeološki radovi obuhvatali su izvođenje istražnih bušotina, izradu granulometrijskih analiza, izradu eksploatacionih bunara, izvođenje testa crpenja i utvrđivanje kvaliteta podzemne vode. Kapaciteti formiranih izvorišta najčešće su iznosili 10 do 20 l/s, a ređe do 60 l/s. Kontinuirana osmatranja režima podzemnih voda na izvorištima u ovom periodu nisu vršena.

Već u ovom periodu, na osnovu izvedenih hidrogeoloških istraživanja izdvojeni su peskoviti i šljunkovito-peskoviti sedimenti starijeg kvartara, pleistocenska kao najznačajnija vodonosna sredina koja će se koristiti za potrebe vodosnabdevanja. Zbog iskorišćavanja ovih naslaga na najvećem broju izvorišta ova sredina označena je kao *osnovni vodonosni kompleks*. Manji broj naselja snabdevao se vodom iz pliocenih naslaga ili iz „prve“ plitke izdani ispod površine terena sa slobodnim nivoom podzemnih voda.

Naselja sa manjim brojem stanovnika problem vodosnabdevanja rešavala su priključivanjem više domaćinstava na jedan ili više bunara formirajući tako manje vodovodne sisteme – mikro-vodovode kojih je moglo biti i više u jednom naselju. Vremenom, mikrovodovodi su takođe postali specifičnost ovog područja i u manjim naseljima i danas predstavljaju osnovni vid organizovanog vodosnabdevanja.

Tokom sedamdesetih godina, formiran je veći broj izvorišta javnih vodovoda i industrijskih preduzeća, ali eksploatacija podzemnih voda nije praćena adekvatnim režimskim osmatranjima zbog čega se javljaju problemi ubrzanog opadanja nivoa podzemnih voda. Vremenom, ovaj problem proširuje se na celo područje rasprostranjenja osnovne izdani i preforsirana eksploatacija na izvorištima uslovljava regionalno smanjenje rezervi podzemnih voda. Tako se pogoršavalo opšte stanje u vodosnabdevanju, obzirom da i kvalitet podzemnih voda nije zadovoljavajući kako zbog prirodnih uslova sredine, tako i zbog zagađivanja površinskih i podzemnih voda i neadekvatnog sprovođenja mera zaštite na izvorištima.

Prevazilaženje nastalih problema zahteva nov pristup u istraživanjima i uvođenje novih aktivnosti na izvorištima. Tokom devedesetih godina, istraživanja na izvorištima se usmeravaju u pravcu utvrđivanja efekata dotadašnje eksploatacije i davanja prognoze i mogućnosti povećanja kapaciteta izvorišta. Razvoj informatičkih tehnologija olakšava ove zadatke primenom programa za hidrodinamičko modeliranje, izrade baze podataka i sl. Rešenja budućeg vodosnabdevanja razmatraju se kroz mogućnosti proširenja lokalnih izvorišta ali i otvaranja novih izvorišta.

Kraj XX veka severna Bačka je dočekala sa nedovoljnim brojem centralizovanih sistema vodosnabdevanja, posebno u manjim naseljima, zatim sa generalno lošim kvalitetom podzemne vode zbog neprimenjivanja adekvatnih tehnoloških tretmana za poboljšanje njenog kvaliteta, nastavkom zagađivanja vodotokova i degradacijom kvaliteta površinskih voda.

U prvoj deceniji ovog veka, u novim društvenim okolnostima čine se naponi da se u oblasti vodosnabdevanja dostigne znatno viši nivo organizovanosti i kvaliteta težeći



usaglašavanju sa evropskim standardima. Ove aktivnosti državne institucije sporovode i kao članovi su više stručnih međunarodnih organizacija i udruženja.

## **9. Iskorišćavanje podzemnih vodnih resursa severne Bačke prema planskim dokumentima Republike Srbije**

Problematika vodosnabdevanja i korišćenje podzemnih voda u Srbiji predstavlja jednu od najznačajnijih tema koja se razmatra u strateškim državnim dokumentima o vodama, Prostornom planu Republike Srbije i Vodoprivrednoj osnovi. U nastavku je dat prikaz predlaganih rešenja u pogledu iskorišćavanja podzemnih vodnih resursa na području severne Bačke sadržanim u ovim planskim dokumentima za period do 2021. godine kao i osvrt na sadržaj "Strategije vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini" izrađenoj 2007., a zatim dopunjenoj 2009. godine.

### 9.1. Severna Bačka u Prostornim planovima Republike Srbije

Prostorni plan kao strateški razvojni dokument kojim se organizuje, koristi i uređuje prostor naše države značajan je i za razvoj vodoprivredne strategije.

Pored određivanja pravaca urbanizacije i uređenja naselja, utvrđivanja osnovnih infrastrukturnih sistema u Prostornom planu navode se načela i kriterijumi korišćenja prirodnih resursa i njihova zaštita. Iskorišćavanje resursa podzemnih voda jedan je od važnih strateških segmenata koji se razmatra u Prostornim planovima (PPS).

Prostorni plan Republike Srbije koji je danas aktuelan izrađen je 1996. godine. Kada je reč o korišćenju voda, prioritet u snabdevanju vodom stanovništva daje se lokalnim izvorištima podzemnih i površinskih voda, a nedostajuće količine bi se obezbeđivale iz velikih regionalnih sistema. Dugoročno posmatrano, prema PPS, vodosnabdevanje će se zasnivati na izgradnji integralnih vodoprivrednih sistema, pri čemu osnov čine velika izvorišta i višenamenske akumulacije, ali je za ove potrebe predviđeno i intenziviranje

primene veštačkog prihranjivanja upuštanjem površinskih voda u podzemnu sredinu i zahvatanje bunarima.

Prostornim planom predviđeno je formiranje regionalnih sistema vodosnabdevanja, pri čemu se do racionalnih granica koriste lokalna izvorišta, a deficitarne količine vode dopremaju iz regionalnih sistema. Osnovu regionalnih sistema za vodu visokog kvaliteta čine izvorišta podzemnih i površinskih voda pri čemu se primarno iskorišćavaju lokalna izvorišta podzemnih i površinskih voda, a deficitarne količine dopremaju se regionalnim sistemima.

Prema ovom dokumentu, sporoobnovljive podzemne vode treba koristiti samo za snabdevanje naselja i u prehrambenoj industriji koja zahteva kvalitetne vode za piće. Ovakav slučaj na području severne Bačke predstavljaju rezerve podzemnih voda osnovnog vodonosnog kompleksa, pri čemu probleme u korišćenju stvara loš kvalitet sirovih voda zbog čega je neophodno predvideti adekvatne tehnološke tretmane za poboljšanje kvaliteta.

Kada se razmatraju rešenja budućeg vodosnabdevanja Vojvodine, Prostornim planom predviđeno je da se izgradi ukupno pet regionalnih sistema vodosnabdevanja. Područje Bačke snabdevalo bi se, prema ovom konceptu iz dva regionalna sistema, bačkog sistema i Sistema gornje Tise. U vreme izrade Prostornog plana nivo istraženosti lokaliteta budućih regionalnih izvorišta nije bio dovoljan, tako da oba rešenja imaju karakter idejnih rešenja. U nešto širem obimu rešenje je razrađeno u Vodoprivrednoj osnovi Srbije i detaljnije prikazano u narednom poglavlju.

Do danas nije realizovano nijedno od pet regionalnih izvorišta u Vojvodini koja su Prostornim planom predviđena za izgradnju do 2010. godine. Teška ekonomska situacija u proteklom periodu, ali i kvalitet nekih od predloženih rešenja u pogledu njihove opravdanosti, osnovni su razlozi ovake situacije.

Na istraživanom području planirana je i izgradnja nekoliko višenamenskih akumulacija površinskih voda manjih zapremina (mikroakumulacija): Stanišić (kota uspora: 99

mnm), Panonija (100 mnm), Pačir (103 mnm), Moravica (98.7 mnm), Tavankut (116.5 mnm), Bačka Topola (98 mnm), Srbobran (83 mnm), Svetičevo (93.5 mnm), Velebit (94.4 mnm), Mali Idoš (95 mnm), Čonoplja (102 mnm). Prvenstvena namena ove vrste akumulacija u Vojvodini jeste za potrebe navodnjavanja.

## 9.2. Planovi vodosnabdevanja prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije

Vodoprivredna osnova Srbije predstavlja bazni dokument kojim se utvrđuje strategija korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda na teritoriji države. Aktuelna Vodoprivredna osnova Srbije izrađena je 1996. godine i usvojena 2002. godine, na osnovu Zakona o vodama Republike Srbije iz 1991. godine.

Planovi i rešenja Vodoprivredne osnove Srbije (VOS) obuhvataju period do 2021. Za razliku od VOS-e iz prethodnih faza, vodoprivredni razvoj Srbije sagledava se kroz formiranje integralnog, kompleksnog i jedinstvenog vodoprivrednog sistema Srbije koji čine sistem vodosnabdevanja i sistem vodotoka.

Kada se razmatra planiranje budućeg snabdevanja stanovništva vodom, VOS daje prednost izvorištima koja su povoljnija sa ekonomskog aspekta, zatim izvorištima koja su izložena manjim rizicima od ugrožavanja kvaliteta i potrebno ih je adekvatno zaštititi i unaprediti odgovarajućim merama zaštite.

U skladu sa ovakvim konceptom, perspektivna rešenja iz oblasti vodosnabdevanja stanovništva i industrije pronalaze u razvoju regionalnih izvorišnih sistema sa kojih se kvalitetnom vodom za piće snabdeva veći broj naselja jednog regiona, uz očuvanje postojećih lokalnih izvorišta.

Drugo polazište aktuelne VOS-e predstavlja naglašen značaj očuvanja životne sredine zbog čega je kroz određena rešenja posebno naglašen aspekt zaštite površinskih i podzemnih voda.

Koliko su pojedina rešenja iz VOS-e realna, može se sagledavati već danas, obzirom da je od njene izrade protekla polovina razmatranog planskog perioda. Treba imati u vidu da je Vodoprivredna osnova nastala u vreme teške ekonomske situacije u Srbiji koja se odrazila veoma nepovoljno na celokupnu društvenu delatnost i neracionalno gazdovanje prirodnim resursima, na šta su ukazivali i sami autori prilikom izrade VOS-e, tako da neka tadašnja polazišta u planiranju nisu mogla predstavljati realnu podlogu za planiranje budućeg iskorišćavanja vodnih resursa. Ovde su izložene najvažnije prognoze i rešenja iz VOS-e, koja se odnose na oblast vodosnabdeavanja, a posebno istraživanog područja severne Bačke.

Jedan od najvažnijih parametara za davanje ocene o potrebama i potrošnji vode stanovništva i industrije u budućem periodu predstavlja prognoza specifične potrošnje vode koja se izražava kroz količinu vode potrebnu stanovniku u toku dana za zadovoljenje potreba ("norma potrošnje" u VOS). Prema VOS-e, za vremenski presek 2021. godine, norma potrošnje za gradske korisnike procenjuje se na 600 l/st/dan. Za potrebe stanovništva, od ove količine domaćinstvima je namenjeno 230 l/st/dan, potrebe industrije koje koriste vode iz javnih vodovoda ocenjuju se na 170 l/st/dan, a potrebe za javne ustanove iznose 90 l/st/dan. Predviđeno je da će gubici u vodovodnom sistemu iznositi 18 %.

Za seosko stanovništvo specifična potrošnja u 2021. godini, prema VOS-e iznosiće 400 l/st/dan. Od toga domaćinstva će koristiti 215 l/st/dan, a preostali deo vode je namenjen potrebama za domaće životinje i drugoj javnoj potrošnji. I u ovom slučaju predviđena je vrednost gubitaka u mreži oko 18 %.

U tabeli 7 dat je pregled potreba za vodom do 2021. godine, prema VOS-e, za stanovništvo i deo industrije koji koristi vodu za piće (prehrambena industrija i dr.). Prikaz je dat za gradove i naselja na istraživanom području.

Uzimajući u obzir sve relevantne faktore od značaja za prognozu budućih potreba i potrošnju vode (demografska kretanja, specifičnu potrošnju, privredni i ekonomski

Tabela 7. Potrebe za vodom 2021. godine. (prema VOS, 2002.).

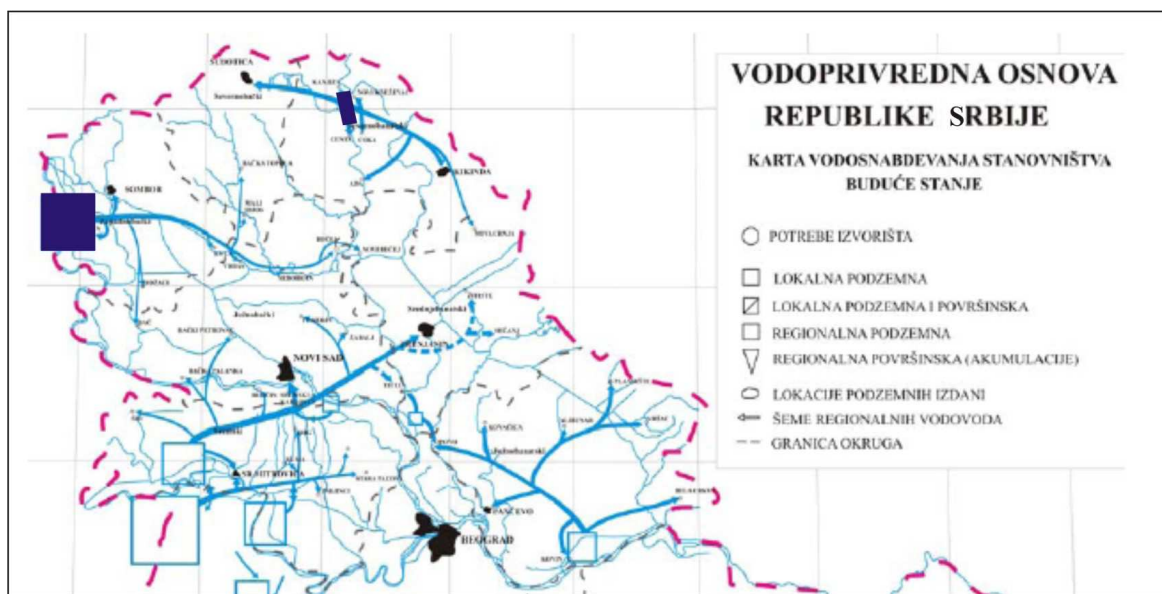
Grad	stanovništvo (l/s)	industrija (l/s)	ukupno (l/s)
Subotica	1709	231	1940
Bačka Topola	441	51	492
Mali Idoš	98	10	108
Kanjiža	162	35	197
Senta	409	41	450
Ada	346	38	384
Sombor	1208	140	1348
Apatin	752	48	799
Kula	450	295	745
Srbobran	270	6	276
Vrbas	650	73	723
Bečej	469	79	549

razvoj društva i dr.) i imajući u vidu da se nalazimo na sredini planskog perioda, danas možemo konstatovati da su prognoze potrošnje u Vodoprivrednoj osnovi predimenzionisane i znatno prevazilaze realne potrebe u pogledu količina vode koje će do 2021. godine biti neophodno obezbediti za stanovništvo u gradovima severne Bačke. Kao primer može poslužiti najveći grad, Subotica koja je tokom 2009. godine potrebe vodosnabdevanja stanovništva zadovoljavala eksploatacijom od oko 280 l/s. Nije realno očekivati da će u narednih deset godina potrebe porasti šest puta u odnosu na današnje i dostići 1709 l/s kako je to projektovano Vodoprivrednom osnovom, tim pre što se prema demografskim predviđanjima u planiranom periodu ne očekuje značajniji porast stanovništva. U odnosu na trenutnu potrošnju i predviđeni porast broja stanovnika do 2021. godine, nerealnim se čine i projekcije potrošnje vode i za druge gradove prikazane u tabeli 7.

Prema Vodoprivrednoj osnovi, u rešenjima perspektivnog vodosnabdevanja Vojvodine polazi se od konstatacije da je eksploatacija iz osnovnog vodonosnog kompleksa uslovila višegodišnje permanentno opadanje nivoa podzemnih voda zbog čega rešenja budućeg vodosnabdevanja treba tražiti iskorišćavanje dela voda Dunava i Tise izgradnjom infiltracionih bazena u njihovim aluvijonima, odnosno veštačkom infiltracijom. Izvorišta bi imala regionalni značaj jer bi se sa njih kvalitetnom vodom snabdevao veći broj naselja.

Na osnovu prethodnih istraživanja kao pogodna lokacija u aluvijonu Dunava određeno je područje između Bezdana i Bogojeva koje bi predstavljalo izvorište "Bačkog regionalnog sistema" sa kojeg bi se, prema VOS-e neposredno ili veštačkom infiltracijom vodom snabdevala naselja Apatin, Sombor, Odžaci, Bač, Kula, Mali Idoš, Bačka Topola, Vrbas, Srbobran, Bečej i Novi Bečej, a alternativno i naselja u opštini Subotica. Predviđena je mogućnost povezivanja ovog sa sistemom gornje Tise. Jedan od uslova jeste ostvarenje međudržavne saradnje kojom bi se očuvao kvalitet Dunava.

U toku izrade Vodoprivredne osnove nivo istraženosti ove lokacije nije bio dovoljan, tako da je u pogledu kapaciteta ocenjeno da u uslovima prirodnog prihranjivanja njegov kapacitet iznosi 3.5 m<sup>3</sup>/s, dok bi u uslovima veštačkog prihranjivanja kapacitet iznosio 8.0 m<sup>3</sup>/s.



■ - Regionalna izvorišta u Bačkoj i na području gornje Tise

Slika 30. Regionalni sistemi vodosnabdevanja Vojvodine, prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije

Kasnije izvedenim detaljnim hidrogeološkim i hidrodinamičkim istraživanjima (Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2006), uzimajući u obzir sve aspekte u cilju nalaženja optimalnog rešenja, konstatovana je perspektivnost ovog područja u pogledu snabdevanja većeg broja naselja u regionu i ocenjeno realnim da se sa budućeg izvorište na ovoj lokaciji obezbedi oko 2 m<sup>3</sup>/s kvalitetne vode za piće.

Drugi sistem predstavlja "Regionalni sistem gornje Tise" kojim se pored postojećih izvorišta predviđa iskorišćavanje prerađenih voda Tise. Ovim sistemom vodosnabdevanja bila bi obuhvaćena Subotica, Kanjiža, Novi Kneževac, Senta, Čoka, Ada, Kikinda i Nova Crnja. Vodoprivrednom osnovom nije dat kapacitet ovog izvorišta. I ovo rešenje predviđa ostvarivanje međudržavne saradnje u cilju očuvanja kvaliteta voda Tise.

U današnjim uslovima osnovni problem za realizaciju regionalnog sistema gornja Tisa, pored nedostatka finansijskih sredstava i loše ekonomske situacije šire u regionu, predstavlja kvalitet voda Tise i postojanje većeg broja industrijskih i drugih zagađivača u srednjem i gornjem delu toka, izvan teritorije Srbije, koji su poslednjih godina neadekvatnim tretmanom otpadnih voda industrije prozrokovali nekoliko teških incidentnih zagađenja ovog vodotoka.

Od izrade oba planska dokumenta prošlo je dosta vremena, a politički i društveno-ekonomski događaji u našoj državi, počev od 2000. godine, direktno ili indirektno značajno su uticali na mnoge strateške planove i rešenja koja su sadržana u Prostornom planu i Vodoprivrednoj osnovi. U oblasti vodoprivrede, značajna preusmeravanja u strategiji iskorišćavanja podzemnih i površinskih voda, njihovoj zaštiti i vodosnabdevanju usledila su orijentacijom ka zakonima Evropske unije kojima se ova oblast uređuje kroz Direktive o vodama. Iako su mnoga rešenja iz PPS i VOS saglasna sa evropskim, postoje i bitne različitosti, zbog kojih se realizacija nekih rešenja u našim planskim dokumentima danas dovodi u pitanje. Evropska legislativa ove oblasti takođe je detaljno razmatrana u ovom radu, ali kada se govori o razlikama među dokumentima, ovde je potrebno istaći da najznačajnije razlike postoje u pogledu normi i novih kriterijuma koji se odnose i na kvantitet i kvalitet podzemnih i površinskih voda, pri čemu savremeni evropski zakoni, kroz visoke standarde na posebno mesto postavljaju zaštitu i očuvanje životne sredine kao faktor *održivog razvoja* koji predstavlja osnovni princip savremenog evropskog zakonodavstva u oblasti prirodnih resursa.

Buduće vodosnabdevanje gradova i naselja na području Vojvodine predmet je planskog dokumenta "Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini" (u nastavku

Strategija), koji su 2007. godine izradili istraživači Univerziteta u Novom Sadu (Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju) i stručnih institucija u Vojvodini.

U dokumentu je izvršen pregled stanja sadašnjeg vodosnabdevanja i karakteristike postojećih vodovodnih sistema u Pokrajini, a zatim izložena koncepcija budućeg vodosnabdevanja. u skladu sa evropskim propisima iz oblasti voda U pogledu razvoja sistema budućeg snabdevanja vodom, Stragijom se podržava koncepciju proširenja postojećih izvorišta podzemnih voda i kasnija izradu regionalnih izvorišta, kao što je to predviđeno i Vodoprivrednom osnovom.

Naročito se ističe neophodnost poboljšanja kvaliteta podzemnih voda i na osnovu dosadašnjeg poznavanja kvaliteta detaljno su prikazani neophodni sistemi za tehnološku obradu sirove podzemne vode na izvorištima gradova i naselja. Analizom su obuhvaćene i otpadne vode sa mogućnostima primene postupaka prečišćavanja. Pažnja je posvećena rešavanju problema zagađenja voda kanalskog sistema DTD.

Značaj ovog planskog dokumenta, pre svega, predstavljaju sistematizovana tehnološka rešenja obrade sirove vode na izvorištima. Njihovom realizacijom značajno bi se unapredilo vodosnabdevanje stanovništva i industrije na prostoru Pokrajine.

### 9.3. Procena iskorišćavanja podzemnih voda za različite namene

Jedan od osnovnih zadataka u procesu upravljanja rezervama podzemnih voda predstavlja sagledavanje potreba svih kategorija korisnika i mogućnosti njihovog racionalnog iskorišćavanja. Pored trenutnih potreba, dalje izučavanje ove problematike usmereno je ka razmatranju mogućnosti perspektivnog vodosnabdevanja zbog čega su na osnovu analize raspoloživih podataka izvršene i procene budućih potreba stanovništva i industrije za kvalitetnom vodom. Izučavanje ove teme otežano je nedostatkom različitih vrsta podataka koji su neophodni za izvođenje različitih proračuna i utvrđivanje egzaktnih vrednosti.



Na početku je potrebno istaći da se danas na prostoru severne Bačke podzemne vode koriste za potrebe vodosnabdevanja stanovništva, industrije i manjim delom u poljoprivredi za navodnjavanje. Vodosnabdevanje stanovništva, kao što je već ranije istaknuto, vrši se u potpunosti iskorišćavanjem podzemnih voda. Vodosnabdevanje pomoću javnih vodovoda organizovano je uglavnom u većim gradovima, ali i u njima se određeni procenat stanovništva vodom snabdeva iz individualnih sistema koje čini jedan ili više bunara, mikrovodovoda. U seoskim naseljima, mikrovodovodi predstavljaju osnovni način obezbeđenja vode. Za potrebe industrije uglavnom se koriste podzemne vode koje se manjim delom obezbeđuju iz postojećih vodovodnih sistema namenjenih stanovništvu, dok se veća industrijska preduzeća vodom snabdevaju iz sopstvenih bunara. Njima se zahvataju ili vode prve izdani ili iz osnovnog vodonosnog kompleksa, za prehrambenu industriju koja koristi i visokokvalitetne vode za piće. U poljoprivredi, za potrebe navodnjavanja koriste se površinske vode, ali se zbog dugogodišnje zapuštenosti kanalskog sistema i nerazvijenosti sekundarne kanalske mreže sve više koriste podzemne vode prve izdani. Najveći korisnici su individualni poljoprivrednici koji iz pomenutih razloga bušenjem plitkih bunara obezbeđuju vodu za svoje potrebe uglavnom u voćarstvu i povrtarstvu. Niska cena izrade plitkih bunara i potrebne opreme, ali i slabo sprovođenje kontrole i sankcionisanja, uslovljavaju ekspanziju ovog vida navodnjavanja poslednjih godina. Pобољшanje ove situacije moglo bi se očekivati u narednim godinama jer je su sve izraženije suše i velike štete u poljoprivredi uticale na pokretanje aktivnosti koje imaju za cilj unapređenje i revitalizaciju sistema za navodnjavanje. Čišćenje kanalske mreže, njeno širenje, zatim primena savremenih irigacionih sistema uslovlili bi veće iskorišćavanje površinskih voda i sa druge strane očuvanje podzemnih voda.

Nedovoljan fond podataka koji je uslovljen lošom organizacijom ili nesprovođenjem režimskih osmatranja na istraživanom području osnovni je problem zbog kojeg je i danas teško govoriti o potrošnji, realnim potrebama pojedinih kategorija korisnika, racionalnom gazdovanju raspoloživim rezervama podzemnih voda ili pitanjima vezanim za perspektivno vodosnabdevanje. Problemi su naročito izraženi kod kategorije industrijskih potrošača i za potrebe navodnjavanja u poljoprivredi, gde su podaci o zahvaćenim količinama podzemnih voda neopuzdani ili potpuno nepoznati.

Ovakvo stanje omogućilo je da i najznačajniji planski dokumenti često sadrže nerealne procene. Tako su u Vodoprivrednoj osnovi Srbije (VOS) iznete procene prema kojima će potrebe za vodom u naseljima na istraživanom području severne Bačke, do 2021. godine dostići 8 m<sup>3</sup>/s, a ukupno za celu Pokrajinu 50 m<sup>3</sup>/s. Predviđeno je da će u projektovanom periodu specifična potrošnja gradskog stanovništva (sa industrijom i dr. potrošačima) iznositi 600 l/st/dan, a seoskog 450 l/st/dan. Danas je jasno da su sve procenjene vrednosti predimenzionisane, ali je situacija u pogledu monitoringa i dalje praktično nepromenjena.

Pomenuta "Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini", takođe sadrži analizu potrošnje i predloge normativa buduće potrošnje zasniva na normativima koji se primenjuju u evropskim zemljama.

U ovom poglavlju analizirano je iskorišćavanje podzemnih voda u oblastima vodosnabdevanja stanovništva, zahvatanja podzemnih voda za potrebe industrije i sve veće eksploatacije za potrebe navodnjavanja obradivih površina koje su u vlasništvu individualnih poljoprivrednika.

Za ocenu trenutne potrošnje i racionalnog iskorišćavanja podzemne vode za vodosnabdevanje stanovništva u današnjim uslovima, podaci su morali biti prikupljeni na izvorištima. Na osnovu podataka o eksploataciji procenjena je specifična potrošnja vode. Posebno su analizirani podaci potrošnje industrijskih preduzeća koja se vodom snabdevaju sa sopstvenih izvorišta.

U tabeli 8 prikazani su zvanični podaci Republičkog zavoda za statistiku (RZS) o količinama voda koje su eksploatisane (zahvaćene) na izvorištima i količinama koje su isporučene<sup>1</sup> u periodu 2005-2009. godine. Poređenjem prikupljenih podataka u vodovodim službama sa zvaničnim podacima (RZS), treba napomenuti da se u tabelama RZS podaci delimično odnose na ukupnu eksploataciju na celom području opštine, a delimično se odnose na potrošnju naselja (B. Topola, M. Idoš i dr.), što u

---

<sup>1</sup> Isporučene količine vode predstavljaju eksploatisane količine umanjene za količine gubitaka u mreži i odražavaju stvarnu potrošnju svih kategorija potrošača.

suštini predstavlja grešku. Ovo je posebno značajna pri proračunu specifične potrošnje koja je direktno zavisna od broja stanovnika.

Tabela 8. Prosečna godišnja eksploatacija podzemnih voda na izvorištima i isporučene količine vode (RZS).

Opština	2005		2006		2007		2008		2009	
	eksploat.	isporuč.	eksploat.	isporuč.	eksploat.	isporuč.	eksploat.	isporuč.	eksploat.	isporuč.
( l/s )										
B.Topola	39	34	37	37	40	37	45	40	40	36
Mali Iđoš	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10
Ada *	25	17*	27	19	29	20	27	19	27	19
Subotica - grad	281	225	286	233	219	219	292	236	287	213
Kanjiža	59	50	54	54	46	46	64	54	58	50
Senta	41	32	42	29	42	29	42	37	43	32
Apatin	69	61	67	59	52	48	62	50	55	49
Kula	58	53	49	40	74	61	74	60	73	59
Sombor - grad	198	167	224	223	249	205	244	194	227	185
Bečej	105	99	123	113	108	70	106	69	85	51
Srbobran	24	22	23	23	23	23	23	23	25	24
Vrbas	110	77	111	80	110	83	104	80	102	79
<b>Ukupno</b>	<b>1026</b>	<b>836</b>	<b>1058</b>	<b>924</b>	<b>1009</b>	<b>856</b>	<b>1098</b>	<b>877</b>	<b>1031</b>	<b>808</b>
<b>Gubici</b>	190		134		153		221		224	
<b>Σ VOJVODINA</b>	<b>4843</b>	<b>3838</b>	<b>4900</b>	<b>3798</b>	<b>5029</b>	<b>3884</b>	<b>4982</b>	<b>3778</b>	<b>4843</b>	<b>3716</b>
<b>% od Vojvodine</b>	21	22	22	24	20	22	22	23	21	22

\* - vrednosti isporučenih količina izračunate na osnovu zahvaćenih količina i vrednosti gubitaka koji u Adi iznose 30 %.

Kao što se iz tabele vidi eksploatisane količine na izvorištima javnih vodovoda i količine koje se iskorišćavaju generalno su ujednačne tokom više proteklih godina. One čine četvrtinu ukupno eksploatisanih količina u Pokrajini. Da bi se danas mogli analizirati efekti dugogodišnje eksploatacije bilo bi neophodno poznavati i ostale parametre režima, pre svega oscilacije nivoa podzemnih voda, ali ova vrsta analize nije moguća, jer eksploataciju na izvorištima ne prate kontinuirana režimska osmatranja nivoa podzemnih voda. Određene informacije daju podaci o osmatranjima nivoa podzemnih voda koja su poslednjih godina vršena u sklopu utvrđivanja i kategorizacije rezervi podzemnih voda i izrade elaborata o rezervama na izvorištima. Analiza podatak iz ovih dokumenata pokazuje da postojeći režim eksploatacije nije uslovio dalja sniženja

podzemnih voda, koja su bila izražena sedamdesetih godina prošlog veka, u vreme industrijske ekspanzije.

Za pregled potrošnje i potreba pojedinih kategorija korisnika podzemnih voda na istraživanom području ilustrativni su podaci RZS o eksploatisanim (zahvaćenim) i isporučenim količinama vode sa izvorišta tokom 2010. godine (tabela 9). Tabela je prikazana kako bi se stekao uvid na koji način se zahvaćene vode sa pojedinih izvorišta dalje raspodeljuju i kolika je zastupljenost po pojedinim kategorijama potrošača. Podaci pokazuju da se ni tokom 2010. godine režim eksploatacije na izvorištima nije menjao u odnosu na prethodni period.

Za proračune izvedene u nastavku rada korišćeni su podaci prikupljeni terenskim istraživanjima i obilaskom vodovodnih službi na istraživanom području u periodu 2009-2011. godine. Za ocenu trenutne potrošnje pošlo se od podataka prikazanih u poglavlju 19 gde su prikazane količine podzemnih voda koje se zahvataju na svim javnim izvorištima opštinskih centara, mikrovodovodima u selima i potrošnja podzemne vode iz bunara u vlasništvu industrijskih preduzeća. U tabeli 10 dat je sumarni pregled zahvaćenih količina podzemnih voda na izvorištima.

Važan parametar koji treba utvrditi jeste specifična potrošnja vode koja predstavlja količinu vode koja se utroši zadovoljenje potreba stanovništva izražena po glavi stanovnika (l/st/dan). Proračun je izvršen za potrošnju vode u gradovima u kojima se vodosnabdevanje vrši iz centralizovanih vodovodnih sistema i mikro-vodovoda za koje su poznati ulazni parametri ili ih je moguće odrediti. Za seoska naselja opština primenjena je drugačija metodologija proračuna jer parametri kao što je na primer količina gubitaka nisu pouzdano utvrđeni.

Da bi se odredila specifična potrošnja vode u gradskim sredinama potrebno je poznavanje vrednosti sledećih parametara:

1. Isporučene količine vode, za čije utvrđivanje je prethodno potrebno poznavati veličinu gubitaka u vodovodnoj mreži. Gubici u vodovodnim

Tabela 9. Eksploatacija podzemnih voda, zahvaćene i isporučene količine pojedinim kategorijama korisnika u toku 2010. godine (Republički zavod za statistiku).

Opština / Grad	Zahvaćene količine	Ukupno isporučene količine	Isporučene domaćinstvima	Isporučene industriji	Isporučene ostalima (hoteli, bolnice i dr.)	Gubici
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Ada - grad	-	25	23	0	2	-
Apatin	55	49	42	3	5	6
Bačka Topola - grad	39	36	32	2	2	3
Bečej	94	60	48	3	8	35
Kanjiža	49	43	37	0	6	6
Kula	80	66	55	1	10	14
Mali Idoš - naselje	-	12	11	0	1	-
Senta - grad	39	29	25	2	1	10
Sombor - grad	210	163	136	13	14	47
Srbobran	26	24	23	1	1	2
Subotica - grad	272	198	156	29	13	74
Vrbas	91	73	64	0	8	18

Tabela 10. Sumarni pregled zahvaćenih količina podzemnih voda na izvorištima u severnoj Bačkoj

	Opština (l/s)	Grad (l/s)	Industrija sopstveni bunari (l/s)
Ada	37	33	11
Apatin	63	52	67
B. Topola	54	22	46
Bečej	122	96	99
Kanjiža	58	25	53
Kula	95	46	93
Mali Idoš	30	15	5
Senta	60	50	68
Sombor	215	145	171
Srbobran	42	30	21
Subotica	337	258	321
Vrbas	104	65	97
<b>U K U P N O</b>	<b>1216</b>	<b>837</b>	<b>1052</b>

sistemima naselja već su analizirani u prethodnim poglavljima (tabela 11). Na osnovu ovih vrednosti izračunate su isporučene količine čiji korisnici su stanovništvo, pravna lica i preduzeća kao i industrijska preduzeća koja su priključena na vodovodni sistem.

Tabela 11. Proračun isporučenih količina voda sa izvorišta u gradskim sredinama

Javni vodovodi i mikrovodovodi u gradu	Zahvaćene količine (l/s)	G u b i c i		Isporučene količine (l/s)
		(%)	(l/s)	
Ada	33	30	10	23
Apatin	52	12	6	46
B. Topola	22	9	2	20
Bečež	96	43	41	55
Crvenka	20	28	6	14
Kanjiža	25	9	2	23
Kula	46	17	8	38
Mali Iđoš	15	25	4	11
Senta	50	24	12	38
Sombor	145	14	21	124
Srbobran	30	7	2	28
Subotica	258	21	54	204
Vrbas	65	26	17	48

2. U daljem postupku potrebno je odrediti broj stanovnika - korisnika vode. Zbog nedovoljno pouzdanih podataka o broju domaćinstava koji su priključeni na vodovodni sistem, u proračunu je broj korisnika određen na osnovu podataka vodovodnih službi i usvojeno je da trenutno 85 % stanovnika grada i naselja koristi vodu sa postojećih izvorišta u gradu. Sa pojedinih gradskih izvorišta deo zahvaćenih voda isporučuje se i okolnim naseljima, pa se u oceni broja korisnika i o ovome vodilo računa pri izračunavanju specifične potrošnje što je naznačeno ispod tabele. Na osnovu ovako usvojenih veličina, dobijene su vrednosti specifične potrošnje prikazane u tabeli 12. U proračunu su za broj stanovnika korišćeni podaci popisa stanovništva iz 2011. godine.

U seoskim naseljima (mesnim zajednicama) opština sistem vodosnabdevanja najčešće je na niskom organizacionom nivou, bez dovoljne kontrole procesa

eksploatacije i bez režimskih osmatranja. Iz tih razloga nije moguće izvršiti detaljniju analizu potrošnje i u sprovođenju proračuna neophodno je određene vrednosti usvojiti na osnovu raspoloživih podataka, primenom principa analogije ili na osnovu statističkih pokazatelja.

Tabela 12. Specifična potrošnja u gradskim naseljima na istraživanom području

Javni vodovodi i mikrovodovodi u gradu	Broj stanovnika obuhvaćen vodosnabd.	85 % od ukupnog broja stanovnika	Isporučene količine (l/s)	Specifična potrošnja (l/s)
Ada	15384	13076	23	153
Apatin	22495	19121	46	206
B. Topola	14596	12407	20	140
Bečej	24908	21172	55	223
Crvenka	9003	7653	14	163
Kanjiža	9696	8242	23	237
Kula	17973	15277	38	216
Mali Iđoš*	4830	4106	11	237
Senta	18397	15637	38	210
Sombor	47485	40362	124	266
Srbobran	11968	10173	28	237
Subotica	96483	82011	204	215
Vrbas	23910	20324	48	205

Ada\* - naselja Ada i Mol

Apatin\*\* - naselja Apatin, Prigrevica i Svilojevo

Bečej\*\*\* - Bečej i Radičević

3. Da bi odredili isporučene količine podzemne vode veličina gubitaka mora biti usvojena jer gubici nisu pouzdano utvrđeni. Usvojena je jedinstvena vrednost gubitaka za sva seoska naselja (mesne zajednice) i iznosi 25 % od zahvaćenih količina. U tabeli 13 su dobijene količine podzemnih voda koje su isporučene potrošačima.

Tabela 13. Proračun isporučениh količina podzemnih voda sa izvorišta u seoskim naseljima opština na istraživanom području

Mesne zajednice na području opštine (l/s)	Ukupno zahvaćeno (l/s)	G u b i c i		Isporučene količine (l/s)
		(%)	(l/s)	
Ada	4	25	90	<b>268</b>
Apatin	11			
B. Topola	32			
Bečej	24			
Kanjža	33			
Kula	29			
Mali Idoš	15			
Senta	10			
Sombor	70			
Srbobran	12			
Subotica	79			
Vrbas	39			
<b>U K U P N O</b>	<b>358</b>			

4. Specifična potrošnja vode u naseljima (mesnim zajednicama) utvrđena je na osnovu podataka o višegodišnjoj eksploataciji, ali su ovde morale biti uvedene i određene pretpostavke. U seoskim sredinama jedan broj domaćinstava poseduje sopstevne bunare tako da je pretpostavljeno da prikazane količine zahvaćenih podzemnih voda koristi oko 80 % stanovnika naselja. Ovako usvojenim vrednostima izvršen je proračun specifične potrošnje i prikazan je u tabeli 14.

Za ocenu racionalnosti iskorišćavanja podzemnih voda na istraživanom području, poređena je potrošnja sa iskustvima drugih zemalja, pre svega sa preporukama u zemljama Evropske unije.

Specifična potrošnja u gradskim sredinama, izračunata na osnovu isporučениh količina podzemnih voda sa izvorišta kreće se između 153 (Ada) i 266 l/st/dan (Sombor). Na osnovu rezultata zaključci u pogledu racionalnosti potrošnje razlikuju se u zavisnosti



Tabela 14. Specifična potrošnja u seoskim naseljima opštine na istraživanom području

Mesne zajednice na području opštine (l/s)	Broj stanovnika mesnih zaj.	80% od broja stanovnika mesnih zaj.	Isporučene	Specifična
			količine (l/s)	potrošnja (l/s)
Ada	1401	149109	268	155
Apatin	6159			
B. Topola	19097			
Bečej	12301			
Kanjiža	15299			
Kula	16186			
Mali Idoš	7096			
Senta	4564			
Sombor	38084			
Subotica	4284			
Srbobran	43875			
Vrbas	18040			
<b>U K U P N O</b>	<b>186386</b>			

od primenjenih kriterijuma u pogledu normi potrošnje. Norme potrošnje u svetu se znatno razlikuju, posebno u zemljama Evropske unije gde su kriterijumi usmereni u pravcu smanjenja potrošnje, u skladu sa opredeljenjem očuvanja vodnih resursa i opšte racionalizacije u pogledu iskorišćavanja prirodnih dobara. Razlike postoje i između zemalja Unije, ali je zajednička težnja smanjenje potrošnje. Osnovne mehanizme smanjenja potrošnje predstavljaju povećanje cene vode kao i korišćenje tehnološki usavršene opreme i uređaja koji troše manje vode. Prema iskustvima Mađarske, neposredno nakon pristupanja u Evropsku uniju, potrošnja vode opala je i za 40 % zbog uvođenja ekonomske cene vode da bi se nakon toga ona stabilizovala i danas čak i blago porasla.

Preporuke o specifičnoj potrošnji različite su u evropskim zemljama. Tako se za potrošnju u domaćinstvima u Nemačkoj predviđa potrošnja između 120 i 130 l/st/dan, u Engleskoj između 130 i 170 l/st/dan, Austriji 120 l/st/dan. Prema preporukama EU norme potrošnje daju se u zavisnosti od broja stanovnika gradova.

Poređenjem normi specifične potrošnje vode u evropskim zemljama, potrošnja u severnoj Bačkoj, kao što se na osnovu proračuna može zaključiti, povećana je u nekoliko gradova tako da bi se prema aktuelnim evropskim kriterijumima koji se baziraju na broju stanovnika moglo reći da se podzemne vode relativno neracionalno iskorišćavaju. Sa druge strane, u odnosu na domaće norme i potrošnju vode u drugim regionima u Srbiji, koja je viša i iznosi prosečno oko 300 l/st/dan, iskorišćavanje vode u većini naselja severne Bačke je znatno racionalnije.

Prilikom proučavanja potrošnje vode na istraživanom području, primetno da se u postojećim planskim dokumentima gradova nailazi na greške koje su nastale pogrešnim odabirom ulaznih podataka. Tako se, na primer, zbog nepoznavanja ukupnog broja domaćinstava (korisnika) priključenih na vodovodni sistem za proračun uzima ukupan broj stanovnika grada iz poslednjeg popisa, čime se znatno smanjuje relana vrednost specifične potrošnje. Problem postaje još veći kada se ovako dobijene vrednosti uzimaju kao osnov pri projektovanju i na osnovu njih vrši planiranje eksploatacije i potrošnje u razvojnim dokumentima opština i gradova. Drugi primer pogrešnog pristupa predstavljaju slučajevi da se za pojedine gradove proračun potrošnje vrši na osnovu podataka o naplaćenim količinama vode tokom godine. Kada se zna da je procenat tzv. „fakturisanih“ količina znatno manji od količina koje se realno potroše (ima slučajeva u pojedinim gradovima da naplativost iznosi svega nešto više od 50 % od ukupnog broja korisnika), jasno je da se na ovaj način prave velike greške u ocenama potrošnje, ali i prognozama budućih potreba.

Treba naglasiti da u proračun nisu uključene količine podzemnih voda koje predstavljaju gubici u mreži, čime bi vrednosti specifične potrošnje bile veće. U nastavku je analizirana potrošnja u industriji, kao značajnom korisniku podzemnih voda na ovom području.

Kao što je poznato, u ovom delu Bačke nalaze se velika industrijska preduzeća, a među njima je i veliki broj onih koja se bave se prehrambenom proizvodnjom i imaju potrebe za visokokvalitetnom vodom. Najveći deo industrije vodu obezbeđuje iz sopstvenih

bunara ili izvorišta, u zavisnosti od potreba eksploatacijom iz prve ili izdani osnovnog vodonosnog kompleksa, do oko 200 m dubine.

Zahvatanje i potrošnju vode industrijskih preduzeća posebno je teško analizirati jer se na ovim izvorištima ne vrše praktično nikakva osmatranja elemenata režima podzemnih voda. Pregledom postojećih podataka, može se zaključiti da su podaci nepouzdana i veoma često se u dokumentima ili izveštajima veoma razlikuju. Tako se u godišnjim izveštajima nadležnih vodoprivrednih organizacija mogu naći i desetostruko manje vrednosti o utrošenim količinama podzemnih voda u odnosu na podatke službi industrijskih izvorišta. I ovde je prisutan problem dostavljanja podataka na osnovu fakturisanih količina, što onemogućava realnu procenu potrošnje i iskorišćavanja resursa podzemnih voda.

Koliko je teško analizirati potrošnju vode u industriji pokazuju podaci u tabeli 15 o zahvaćenim količinama vode za potrebe industrije iz različitih izvora snabdevanja u 2005. i 2006. godini (podaci RZS) i ista vrsta podataka koju vodovodi dostavljaju Pokrajinskom sekretarijatu za energetiku i mineralne sirovine, za 2010. godinu.

Iako su u pitanju podaci za različite periode, razlike u zahvaćenim količinama podzemnih voda iz sopstvenih bunara u vlasništvu industrijskih preduzeća su vrlo velike za pojedine opštine (primeri Sente, Sombora ili Subotice).

Velika industrijska preduzeća u ovom delu Vojvodine predstavljaju značajne potrošače vode i može se pretpostaviti da su vrednosti RZS za 2005. i 2006. godinu realnije. Tokom poslednje decenije prošlog veka koju je karakterisalo ekonomsko osiromašenje zemlje, pad industrijske proizvodnje i prekid rada mnogih preduzeća, potrebe i potrošnja vode u industriji značajno su smanjene. Ponovnim oporavkom privrede potrebe za vodom su u porastu, ali se danas ne može preciznije govoriti o trenutnoj potrošnji. Osim konstatacije da se za industrijske potrebe koriste značajne količine podzemnih voda, nije moguće utvrditi tačne vrednosti, niti se može odrediti uticaj eksploatacije na opšte stanje nivoa podzemnih voda, sniženja koja se ostvaruju, jer se na ovim izvorištima ne vrše osmatranja.

Tabela 15. Zabvaćene količine vode za potrebe industrije iz različitih izvora snabdevanja u 2005. i 2006.godini (podaci RZS) i podaci o zabvaćenim količinama tokom 2010.(podaci PSEM)

Opština	Godina	Podaci RZS				Podaci PSEM
		Ukupno zabvaćene količine	Podzemne vode iz sopst. vodozahvata	Površinske vode	Podzemne vode iz javnog vodov.	Podzemne vode iz sopst. vodozahvata u 2010. (l/s)
(l/s)						
Ada	2005	7.3	7.3	0.0	0.0	2.3
	2006	7.8	7.7	0.0	0.1	
Apatin	2005	66.6	65.4	0.0	1.2	49.2
	2006	66.8	65.7	0.0	1.1	
B.Topola	2005	51.5	45.1	0.0	6.4	20.6
	2006	47.6	40.6	0.0	7.0	
Bečej	2005	107.1	98.7	0.0	8.4	19.5
	2006	114.2	103.3	0.0	10.8	
Kanjiža	2005	67.1	63.8	0.0	3.3	8.3
	2006	52.9	49.6	0.0	3.4	
Kula	2005	129.2	114.5	13.6	1.1	9.7
	2006	92.7	73.5	18.7	0.4	
Mali Idoš	2005	0.2	0.1	0.0	0.1	0.5
	2006	0.2	0.1	0.0	0.1	
Senta	2005	230.2	68.4	157.7	4.1	45.7
	2006	204.2	67.6	136.6	0.0	
Sombor	2005	184.1	180.3	0.0	3.8	22.5
	2006	174.4	170.9	0.0	3.6	
Srbobran	2005	20.6	20.6	0.0	0.0	-
	2006	21.3	21.3	0.0	0.0	
Subotica	2005	355.3	323.4	0.6	31.4	27.8
	2006	338.7	320.6	0.6	17.6	
Vrbas	2005	210.1	161.7	48.2	0.3	90.3
	2006	104.2	53.5	50.7	0.0	

Jedna od delatnosti u kojoj upotreba podzemnih voda dobija sve veći značaj jeste njihovo iskorišćavanje u poljoprivredi za potrebe navodnjavanja obradivog

poljoprivrednog zemljišta. Poznato je da je potrošnja vode za ove potrebe uvek veoma velika, bilo da je u pitanju kontinualno ili dopunsko navodnjavanje. Pored toga, kada se u obzir uzmu i površine koje se obrađuju u Vojvodini, tada iskorišćavanje vode i potrebe u poljoprivredi zauzimaju važno mesto pri razmatranju raspodele i upravljanja vodnim resursima u ovom regionu.

Od 2 153 000 ha ukupne površine Vojvodine, poljoprivredno zemljište zauzima oko 83% (1 789 000) ha, od čega je obradivo 77 % ili 1 647 000 ha .

Klimatski uslovi u ovom delu Srbije ne pogoduju poljoprivrednoj proizvodnji na obradivim površinama jer su padavine vremenski neravnomerno raspoređene i najveći deficiti javljaju se tokom vegetacionog perioda biljaka, naročito u julu i avgustu mesecu, kada su potrebe gajenih kultura za vodom najveće. Zbog toga je u ovim uslovima neophodno dopunsko navodnjavanje čiji efekti su promenjivi tokom više godina u zavisnosti od količine padavina. Efekti su izraženiji tokom sušnih godina kada je povećanje prinosa višestruko za pojedine zasejane kulture.

U proteklom periodu na području Vojvodine navodnjavano je 30 000-40 000 ha zemljišta pod različitim poljoprivrednim kulturama. Ovako mali procenat (1.9 % do 2.4%) navodnjavanih površina posledica je loših ekonomskih uslova i odnosa zajednice prema ovoj delatnosti. Izgrađeni višenamenski kanalski sistem "Dunav-Tisa-Dunav" koji obezbeđuje odvodnjavanje sa površine od 1 milion hektara i iz kojeg može da se navodnjava 500 000 hektara zemljišta danas je na brojnim deonicama zapušten i često veoma zagađen. Najveći deo od 20 000 km postojećih kanala u Vojvodini je neupotrebljiv.

Privatni poljoprivredni proizvođači zbog visoke cene opreme za navodnjavanje i nemogućnosti da se priključe na kanalsku mrežu, opredelili su se da buše bunare i navodnjavanje vrše podzemnom vodom uglavnom iz prve izdani. Poslednjih godina sve veći broj proizvođača problem navodnjavanja rešava na ovaj način koji postaje i sve pogodniji jer cena izrade bunara za ove namene na tržištu iznosi svega 200 do 300 eura. Nadležne vodoprivredne organizacije nemaju kontrolu nad ovim aktivnostima i

praktično su potpuno nepoznati postojeći broj ovakvih bunara, površine koje se na ovaj način navodnjavaju i količine podzemnih voda koje se eksploatišu za ove potrebe.

Kao potvrdu ovome mogu se navesti potpuno nerealni zvanični podaci o iskorišćavanju podzemnih voda: prema podacima RZS u periodu 2002-2010. godine za potrebe navodnjavanja ukupnih obradivih površina u Vojvodini se iskorišćavalo između 14 l/s (2010) i 61 l/s (2003) podzemne vode, što je nerealno i ukazuje na potpuno nepoznavanje stanja u ovoj oblasti. Ovakvi podaci zajedno sa situacijom u kojoj privatni proizvođači racionalno rešenje navodnjavanja nalaze u iskorišćavanju podzemnih voda, pored svih raspoloživih površinskih vodotokova (Dunav, Tisa, kanal DTD i dr.) ukazuje na veoma neuređen i loš odnos društva i to kako prema resursima podzemnih voda tako i poljoprivrednom proizvodnjom.

Treba istaći da Zakonom o vodama pa i u svim drugim strateškim državnim dokumentima, podzemna voda praktično nije predviđena za potrebe navodnjavanja. Za to su namenjene površinske vode, a zatim i otpadne vode ukoliko zadovoljavaju određene kriterijume koji mogu da se postignu određenim tehnološkim tretmanima koji su za nas još uvek uglavnom skupi. Potrošnja podzemne vode od 1 l/s u druge svrhe izuzev za piće, Zakonom o vodama predviđena je samo kao dopunska količina koja se može koristiti i za druge namene (pa i za navodnjavanje), ali se u tom pogledu često vrši zloupotreba i iskorišćavaju znatno veće količine čemu doprinosi nedovoljna kontrola od strane nadležnih inspeksijskih službi.

U uslovima koji su analizirani, utvrđivanje potreba vode za navodnjavanje je posebno složen zadatak jer njegovo rešavanje zahteva poznavanje niza faktora, počev od klimatskih uslova, vrste biljnih kultura, površina koje se navodnjavaju, izbora metode kojom se navodnjava i brojnim drugim podacima.

Nizak nivoa poznavanja svih neophodnih podataka ne omogućava davanje precizne prognoze potrebnih količina vode za ove namene, već se ova problematika može razmatrati na nivou grubih ocena koje se zasnivaju na malom broju podataka i procenjenim vrednostima.

U oceni navodnjavanih površina i trenutne potrošnje podzemnih voda za ove potrebe pošlo se od analogije sa poznatim vrednostima vezanim za karakteristike poljoprivredne proizvodnje u ostalim delovima Vojvodine.

Na ukupnoj površini od 514 809 ha istraživanog područja (5148 km<sup>2</sup>), poljoprivredno zemljište, prema procenama, čini 427 292 ha, od čega je obradivo 393 109 ha. Najveći deo ovih površina navodnjava se vodom iz vodotokova, kanalske mreže i akumulacija, dok podzemne vode, prema dosadašnjim iskustvima, koriste uglavnom individualni proizvođači na površinama sa voćem, povrćem, krmnim biljem i vinogradima. U ovom delu Vojvodine oko 12 % poljoprivrednog zemljišta zastupljeno je pomenutim kulturama, što iznosi 45 286 ha.

Prema podacima (Lazić, 1990) navodnjavanje poljoprivrenih površina na ovom području vrši se tokom šest meseci u godini. Od aprila do septembra meseca površine se periodično navodnjavaju i obavi se ukupno oko 260 h nalivanja. Količine vode potrebne za navodnjavanje određuju se u zavisnosti od klimatskih faktora i vrste biljnih kultura, a prema podacima iz prakse usvojeno da količina vode potrebna za 1 ha navodnjavane površine odnosno "radni" hidromodul iznosi 0.6 l/s/ha.

Na osnovu usvojenih vrednosti utvrđeno je da se tokom celog perioda (260 sati) za navodnjavanje 1 ha poljoprivredne površine pod gore pomenutim kulturama utroši oko 562 m<sup>3</sup> podzemne vode.

Kako nije poznat podatak koliko se obradivog zemljišta, od 45 286 ha koje je predmet analize, navodnjava dalje je proračun izvršen za više varijanti, u zavisnosti od površine koja se navodnjava. U oceni realnosti pojedinih varijanti, pre svega treba konstatovati da se na ukupnoj površini deo obradivog zemljišta ne navodnjava, jedan deo navodnjava se površinskom vodom, a deo (manji) podzemnom vodom.

U tabeli 16 prikazani su rezultati koji se odnose na količine podzemnih voda koje se utroše u zavisnosti od površine koja se zaliva. Samo iz teoretskih razloga proračun vode

izvršen i za slučaj kada bi se navodnjavala celokupna površina, što iz gore pomenutih razloga, svakako nije realno.

Tabela 16. Varijante moguće potrošnje podzemne vode za navodnjavanje u zavisnosti od površine koja se navodnjava

Navodnjavana površina		Iskorišćena podz. voda tokom 260 h navodnjavanja (m <sup>3</sup> )	Potrošnja podz. vode za navodnjavanje u periodu april-sept. (l/s)
(%)	(ha)		
100	45286	25.432.618	1635
50	22643	12.716.309	818
25	11322	6.358.154	409
15	6793	3.814.893	245
10	4529	2.543.262	164
5	2265	1.271.743	82
1	453	254.405	16

Iako se ne može pouzdano tvrditi, od prikazanih rešenja, verovatnim se mogu smatrati rešenja koja se odnose na navodnjavanje između 5 % i 10 % poljoprivredne površine, manje verovatnim varijanta da se na ovaj način navodnjava 15 % obradivog zemljišta. Količine podzemnih voda koje se troše za ovu namenu su značajne, one se u najrealnijim varijantama kreću između 82 l/s i 245 l/s, ali mogu biti i veće ukoliko su površine koje se navodnjavaju bunarima veće od procenjenih.

Razmatrana potrošnja podzemnih voda odnosi se na rezerve voda prve izdani, što se može zaključiti i na osnovu činjenice da se eksploatacija vrši plitkim bunarima. Zbog toga bi u nastavku bilo značajno, u skladu sa mogućnostima koje pružaju raspoloživi podaci sagledati uticaj ovih količina na ukupni bilans voda prve izdani, a indirektno i na prihranjivanje dublje izdani odnosno osnovnog vodonosnog kompleksa.

Na osnovu skromnog fonda podataka izvršena je analiza uticaja primenom bilansne metode na istraživanom području. Elemente bilansa koje je moguće koristiti u proračunu su visina padavina, evapotranspiracija i modul oticaja na ovom području. Na osnovu ovih vrednosti određena je količina vode koja se infiltrira u prvu izdan:



<b>P</b> količina padavina (l/s)	<b>E</b> evapotranspiracija (l/s)	<b>q</b> (god. veličina oticaja sa istraž. područja) (l/s)	<b>I<sub>ef</sub> - infiltracija</b> (P-E-q) (l/s)
93994	75195	6178	12621

Treba naglasiti da za ocenu ukupnih rezervi prve izdani treba uključiti i rashodne elemente bilansa, što je predmet detaljnije analize u nastavku rada, u poglavlju 19. U jednačini bilansa, izlazne elemente čine količine vode koje se zahvataju za potrebe navodnjavanja, industrije i vodosnabdevanje stanovništva, zatim podzemni oticaj u dublje izdani i posebno izdvojen element predstavlja oticaj iz izdani u rečne tokove i kanale.

Sprovedenim proračunom bilansa podzemnih voda u okviru prve izdani (pog. 19), na osnovu utvrđenih i usvojenih vrednosti pojedinih elemenata bilansne jednačine, dobijena je vrednost rezervi podzemnih voda prve izdani od 6.1 m<sup>3</sup>/s.

Ako se ovome priključe usvojene količine podzemnih voda za navodnjavanje u rasponu od 82 l/s do 245 l/s, ukupne količine podzemne vode prve izdani koje se zahvataju za različite potrebe variraju između 800 l/s i 1000 l/s. Na osnovu dobijenih vrednosti moglo bi se zaključiti da je u odnosu na ukupnu količinu vode (6.1 m<sup>3</sup>/s), prihranjivanje izdani veće od njenog pražnjenja i da izdan nije ugrožena u pogledu precrpljivanja. Međutim, za davanje generalne ocene o potrošnji treba u obzir uzeti uticaj izražene promenljivosti najznačajnijih klimatskih faktora u toku godine, padavina i evapotranspiracije na rezerve podzemnih voda.

Na istraživanom području, tokom vegetacionog perioda biljaka, od aprila do septembra, vrednosti evapotranspiracije značajno prevazilaze količine padavina što se vidi iz tabela 3 i 5 i razmatranja u poglavlju o klimatskim karakteristikama područja. Pored toga, upravo u ovom periodu potrebe za vodom su najveće, pa je i zahvatanje podzemnih voda intenzivno. Višestruko povećanje potrošnje u ovom periodu od strane svih kategorija korisnika značajno umanjuje rezerve podzemnih voda stvarajući deficit koji se okončava tek u periodima sa padavinama i visokim vodama.

Ako se ima u vidu da je za sprovođenje proračuna bilo neophodno grubo proceniti određene parametre zbog nepoznavanja njihovih vrednosti, možemo pretpostaviti da je realno stanje i nepovoljnije jer varijabilnost ovih ulaznih parametara može značajno menjati konačne rezultate. Tako, na primer, situacija u pogledu rezervi podzemnih voda postaje znatno nepovoljnija ako je površina koja se navodnjava veća od ovde pretpostavljene, ili ako je potrošnja vode nešto veća od usvojene.

Obzirom na hidrogeološke uslove i prirodu hidrauličke povezanosti sa dubljom izdani, na ovaj način dodatno se osiromašuju i rezerve osnovnog vodonosnog kompleksa koji predstavlja deo vodnog resursa na kojem se bazira snabdevanje vodom stanovništva na ovom prostoru.

Bez obzira na sve procene i pretpostavke veličina (pojedinih vrednosti), generalno se može zaključiti da dalje nekontrolisano crpenje podzemne vode iz prve izdani vodi ka narušavanju prirodnih mogućnosti izdani i nemogućnosti da obnavlja svoje rezerve i rezerve podzemnih voda dubljih izdani, njenom precrpljivanju uz sve prateće negativne efekte. Povećanje deficita podzemnih voda prve izdani usled iskorišćavanja podzemnih voda za navodnjavanje, može usloviti ponovno značajnije opadanje nivoa podzemnih voda na širem području, pogoršanje kvaliteta vode, negativno se odraziti na intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju sa značajnim posledicama na privredu regiona. Obzirom na prirodu veze sa dubljom izdani koja se koristi za vodosnabdevanje najvećeg broja stanovnika, osnovni vodonosni kompleks na ovaj način dodatno osiromašuje rezerve ovih naslaga koje, inače, i dalje ostaju najznačajniji deo vodnog resursa na kojem se bazira snabdevanje vodom stanovništva na ovom prostoru.

## **III KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA NA PODRUČJU SEVERNE BAČKE**

Podzemne vode predstavljaju jedini resurs koji se koristi za vodosnabdevanje stanovništva na području severne Bačke. U seoskim sredinama vodosnabdevanje se vrši zahvatanjem podzemne vode pojedinačnim bunarima za individualna domaćinstva ili iz grupe bunara organizovani kao „mikrovodovodi“ koji se koriste za vodosnabdevanje većeg broja domaćinstava. U gradskim sredinama pored dva pomenuta načina, formirana su i izvorišta sa kojih javne vodovodne organizacije vrše centralizovano vodosnabdevanje stanovništva.

Upoznavanje karakteristika izvorišta vršeno je tokom terenskih istraživanja i izradom pripremljenih anketa koje su popunjavane u saradnji sa stručnjacima u nadležnim vodovodnim službama. Ankete sadrže pitanja čijim odgovorima se dobija jasna slika o karakteristikama svih segmenata vodovodnog sistema i radu službe vodovoda. Za potrebe obrade podataka prikupljenih anketiranjem projektovana je baza podataka koja je prema sadržaju atributa identična pitanjima iz anketnih listova. Izrada anketa i projektovanje baze podataka za potrebe obrade podataka kao metodološki postupak u istraživanjima primenjeni su na osnovu pozitivnih iskustava u radu na drugim projektima <sup>2</sup>.

### **10. Izrada baze podataka postojećih izvorišta za centralizovano vodosnabdevanje**

#### 10.1. Ankete na izvorištima

Izvorište kao hidrogeološka sredina iz koje se vrši eksploatacija podzemnih voda, predstavlja složen sistem zbog čega je za njegovo upoznavanje neophodan planski i sistematizovan pristup.

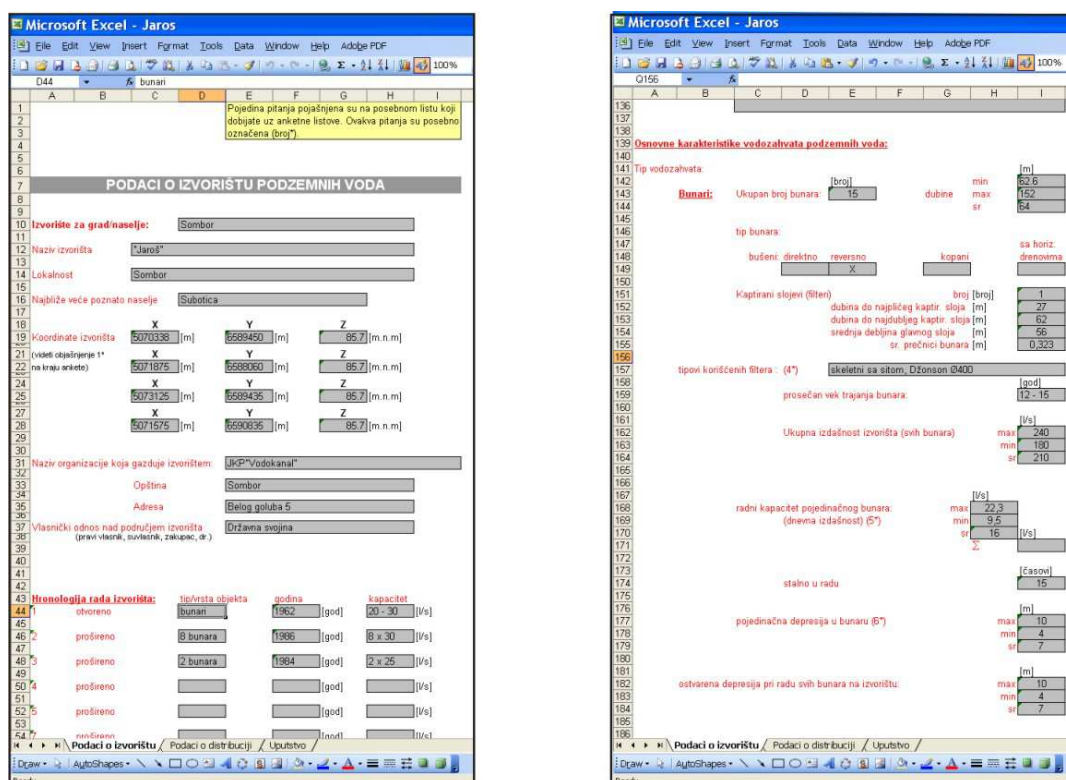
---

<sup>2</sup> Postupak je primenjen u realizaciji međunarodnog projekta „Održivi razvoj mađarsko-srpske međugranične izdani – SUDEHSTRA“ (2008) i grupi strateških projekata „Istraživanje, optimalno korišćenje i održivo upravljanje podzemnim vodnim resursima Srbije“ koji se realizuju od 2006. godine.

Da bi se obezbedio jedinstven postupak prikupljanja podataka na svim izvoristima, istraživanja su sporevedena metodom anketiranja. U anketama je formulirano preko 170 pitanja klasifikovanih po oblastima na koje su odgovore davali stručnjaci vodovodnih službi nadležni za pojedine oblasti, od nadležnih u sektoru upravljanja, hidrogeologa i inženjera hidrotehnike do stručnjaka elektro, mašinske i drugih oblasti.

Istraživanjima su obuhvaćeni različiti segmenti rada vodovodnih službi i karakteristike izvorišta od upoznavanje sa istorijatom, kadrovskom strukturom i organizacijom rada vodovodnih službi do geoloških i hidrogeoloških karakteristika šire zone izvorišta. Prikupljeni su i podaci o distributivnom sistemu kao delu vodovodnog sistema.

Izradi anketnih listova prethodilo je detaljno upoznavanje sa svim karakteristikama izvorišta. Obiđeni su i na karti locirani svi bunari i istražne bušotine i posebno su analizirani način merenja i sprovođenje režimskih osmatranja na izvorištu. Upoznat je rad pogona za preradu vode i vrste tehnoloških postupaka koji se primenjuju u obradi vode. Aspekt zaštite upotpunjen je utvrđivanjem postojećih i potencijalnih zagađivača u široj izvorišnoj zoni i konstatovano stanje pogledu održavanja zona sanitarne zaštite.



Slika 31. Izgled anketnih listova

Nakon anketiranja prikupljeni podaci iz anketnih listova unesti su u bazu podataka koja je projektovana za ove potrebe. Sadržaj anketnih listova identičan je sadržaju obrazaca u bazi podataka. Njihov detaljan sadržaj dat je pri prikazu karakteristika baze podataka.

## 10.2. Izrada baze podataka izvorišta u severnoj Bačkoj

Ranija pozitivna iskustva u primeni baze podataka kao alata koji omogućava efikasnu obradu podataka, posebno kada je prikupljen veliki broj podataka koji pripadaju različitim skupovima primenjena su u istraživanjima i izradu ovog rada. Pored mogućnosti obrade i izdvajanja podataka pretraživanjem po različitim kriterijumima, jedna od prednosti projektovane baze podataka je u tome što ona može predstavljati deo budućeg kompleksnog geološkog informacionog sistema za teritoriju Vojvodine. Prvi put ova baza podataka je projektovana za prilikom izrade projekta SUDEHSTRA, zatim i za potrebe grupe nacionalnih strateških projekata kojima je cilj bio utvrđivanje rezervi podzemnih, organizacija monitoringa i zaštite podzemnih voda na teritoriji Srbije, koji se realizuju od 2006. godine. Kao autor baze podataka, sva iskustva i prednosti baze ponovo sam primenio za potrebe ovoga rada.

Na osnovu podataka iz anketnih listova formirane su sve neophodne podloge i kreirani objekti baze podataka analitičkog tipa. Po svojoj strukturi baza podataka je relaciona sa odgovarajućim vezama između svih kreiranih tabela; vrste veza između tabela su "jedan prema jedan" i "jedan prema više". Baza je izrađena u programu MS Access koji je svojim formatom u potpunosti kompatibilan sa postojećim Geološkim informacionim sistemom Srbije.

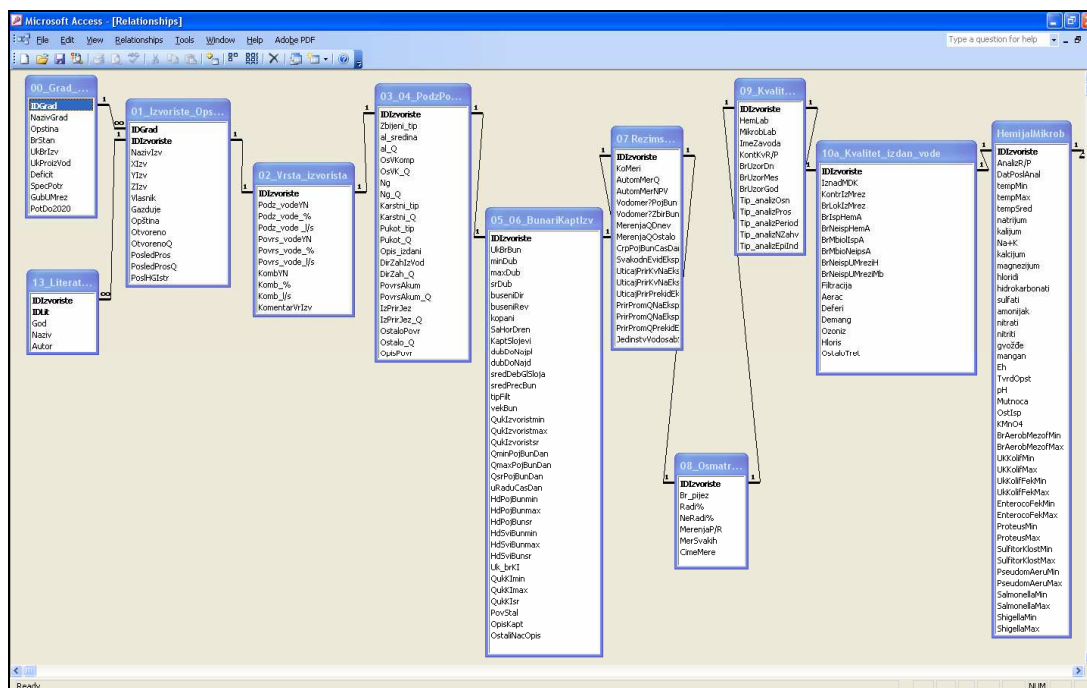
Za unos podataka izrađeno je 9 obrazaca (Forms) sa sadržajem i redosledom pitanja kako je to dato u anketnim listovima. Svaki obrazac predstavlja posebnu tematsku celinu, sa pitanjima iz odgovarajućih oblasti. Izrađeni su sledeći obrasci:

1. Obrazac "Opšte karakteristike grada / naselja"
2. Obrazac "Opšte karakteristike izvorišta"

3. Obrazac "Karakteristike bunara na izvorištu"
4. Obrazac "Režimska osmatranja i osmatrački bunari"
5. Obrazac "Kvalitet podzemnih voda izvorišta"
6. Obrazac "Kvalitet sirove vode izvorišta - analiza"



Slika 32. Naslovna strana baze podataka izvorišta na području severne Bačke (Vojvodine)



Slika 33. Prikaz relacionih odnosa jednog dela postojećih tabela u bazi podataka

7. Obrazac "Zaštita i zagađivanje izvorišta"
8. Obrazac "Rezerve podzemnih voda"
9. Obrazac "Podaci o distributivnom sistemu"

**Obrazac "Opšte karakteristike grada / naselja"** - Predstavlja uvodni obrazac sa opštim karakteristikama grada/naselja kao što su ukupan broj stanovnika, brojem izvorišta sa kojih se grad/naselje snabdeva vodom za piće i opštim podacima o distributivnom sistemu koji su sadržani u anketnom listu. Odgovarajućim komandnim dugmetom prelazi se na obrasce koji sadrže podatke o karakteristikama svih postojećih izvorišta za dati grad/naselje.

**Obrazac "Opšte karakteristike izvorišta"** - Ovaj obrazac sastoji se iz pitanja koja su sadržana u okviru četiri grupe: grupa pitanja koja se odnosi na osnovne podatke o izvorištu (organizaciona struktura vodovodne službe, istorijat izvorišta i njegovo proširenje), zatim grupe koju čini spisak najznačajnijih dokumenata o izvedenim istraživanjima na izvorištu, koji predstavljaju izvor podataka značajan za detaljnije upoznavanje problematike. Obrazac sadrži i pitanja o tipu vodonosne sredine.

**Obrazac "Karakteristike bunara na izvorištu"** - Osnovne karakteristike vodzahvatnih objekata podzemnih voda, u zavisnosti od načina zahvatanja voda, prikazana su kroz pitanja o bunarima, drugačijem načinu kaptiranja. Prikazani su svi potrebni podaci o karakteristikama bunara (dubina, izdašnost, depresija u bunaru i dr.), položaju i broju slojeva koji su kaptirani.

**Obrazac "Režimska osmatranja i osmatrački bunari"** - Predstavlja obrazac sa podacima o osmatranjima i merenjima na izvorištima podzemnih voda. Zastupljena su sva pitanja kako bi se dobila potpuna informacija o broju osmatračkih objekata, učestalosti merenja, uticaju različitih prirodnih faktora na režim eksploatacije i dr.

**Obrazac "Kvalitet podzemnih voda izvorišta"** - Sadrži pitanja koja se odnose na sistem kontrole kvaliteta vode, kako na izvorištu, tako i u nadležnim ustanovama, kao i tipovima analiza koje se vrše na izvorištu. Deo pitanja odnosi se na statističke podatke o

**OPŠTE KARAKTERISTIKE GRADA / NASELJA**

**25 Sombor**

Opština: Sombor  
 Broj stanovnika: 51471  
 Ukupan broj izvorišta za vodosnabdevanje: 2  
 Ukupna proizvodnja vode (l/s): 415  
 Nedostatak količina (l/s):  
 Specifična potrošnja (l/s/dan):  
 Gubici u mreži (l/s):  
 Potrebe u vodi do 2020 god. (l/s):

**OPŠTE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA**

Izvorište br. 6 Naziv izvorišta Jaroš Koordinate (m): X 5073000 Y 7358100 Z 85.5 mnm

Organizacija koja gazduje izvorištem: JKP "Vodokana"  
 Opština: Sombor  
 Vlasnički odnos nad područjem izvorišta: Državna svojina  
 Otvoreno (god): 1962 Q (l/s): 30  
 Poslednje proširenje (god): 1986 Q (l/s): 30  
 Poslednje godišnje izvođenje hidrogeol. i drugih istraživanja: 2007

Tip vodonosne sredine: **PODZEMNE**  
 Zbijeni tip izdani: da  
 Karstni tip izdani: ne  
 Pukotinski tip izdani: ne

Tip vodonosne sredine: **POVRŠINSKE**  
 Direktni zahvat iz vodotoka: ne  
 Površinska akumulacija: ne  
 Ostalo: ne

**KARAKTERISTIKE BUNARA I KAPTIRANIH IZVORA NA IZVORIŠTU**

Izvorište br. 3 Naziv izvorišta Jaroš

Ukupno izdavanje: 15  
 Dubine bunara (m): min 40, max 152, srednja 47  
 Ukupna izdašnost izvorišta svih bunara (l/s): min 180, max 240, srednja 210

Tip bunara / po načinu izrade / (broj bunara):  
 bušeni direktno: 15  
 bušeni reversno: 15  
 kopani bunar: 15  
 sa horizontalnim drevovima: 15

Radni kapacitet pojedinačnog bunara / dnevna izdašnost (l/s): min 10, max 22, srednja 16  
 stalno u radu (sat): 15

Pojedinačna depresija u bunaru (m): min 4.0, max 10.0, srednja 7.0  
 Otvorena depresija pri radu svih bunara na izvorištu (m): min 4.0, max 10.0, srednja 7.0

Tipovi korišćenih filtera: sjelečni sa šitom, Džonson  
 Prosečan vek trajanja bunara (god): 15

**REŽIMSKA OSMATRANJA I OSMATRAČKI BUNARI**

Izvorište br. 3 Naziv izvorišta Jaroš

Da li postoji uticaj prirodnih karakteristika kvaliteta vode na režim eksploatacije: da  
 ako postoji, navedite koji su: inkrustacija  
 Koliko (prosečno) traje prekid eksploatacije (dan/god):  
 Da li postoje prirodne promene izdašnosti zbog kojih se eksploatacija prekida: ne  
 ako postoje, navedite koje su:  
 Koliko (prosečno) traje prekid eksploatacije (dan/god):  
 Da li su sve zone istraživanja ili svi objekti za eksploataciju vode povezani u jedinstven vodosabirni sistem (da li su vode "mešaju"):  
 Broj piježometara: 0 u funkciji (%): van funkcije (%):  
 Učestanost merenja nivoa podz. voda vrši se svakih (dan): 15  
 Oprema (uređaj) kojom se vrši merenje nivoa podz. voda: meračem nivoa

**KVALITET PODZEMNIH VODA IZVORIŠTA**

Izvorište br. 6 Naziv izvorišta Jaroš

Da li u okviru izvorišta postoji hemijska laboratorija: da  
 Da li se vrši kontrola kvaliteta vode iz mreže i na koliko lokacija: No  
 Broj hemijskih ISPRAVNIH uzoraka sirove vode u poslednjoj godini: 66  
 Broj hemijskih NEISPRAVNIH uzoraka sirove vode u poslednjoj godini: 16  
 Broj mikrobioloških ISPRAVNIH uzoraka sirove vode u poslednjoj godini: 70  
 Broj mikrobioloških NEISPRAVNIH uzoraka sirove vode u poslednjoj godini: 2

Tip analiza (broj/god):  
 Osnovni: 72  
 Prošireni: 2  
 Periodični: 2  
 Novi zahvati: 2  
 Epidemiološka indikacija: 2

Tehnološki tretmani podzemnih voda:  
 Filtracija: da  
 Demanganizacija: da  
 Aeracija: da  
 Ozonizacija: ne  
 Defenzicija: da  
 Hlorisanje: da

Slika 34. Obrasci baze podataka izvorišta u severnoj Bačkoj



### KVALITET SIROVE VODE IZVORIŠTA - ANALIZA

**Jaroš**

Izvoriste br.  Prikazana analiza je  Datum izrade

**ANALIZA VODE**

**FIZICKO - HEMIJSKE OSOBINE**

Temperatura vode (C) min:  max:  srednja:

Joni (mg/l)

Natrijum	100.00	Elektroprov. (µS)	800.00
Kalijum	3.60	Opšta tvrdoća (dH)	19.0
(Na+K)		pH	7.9
Kalcijum	72.70	Mutnoća (NTU)	
Magnezijum	42.00	Ostatak ispar. (mg/l)	503
Hloridi	21.00	Utrošak kMnO4 (mg/l)	12.4
Hidrokarbonati			
Sulfati			
Amonijak			
Nitrati			
Nitriti			
Gvožđe			
Mangan	0.06		

**MIKROBIOLOŠKI SASTAV**

Broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml  min  max

Ukupne koliformne bakterije u 100 ml

Ukupne koliformne bakterije fekalnog porekla u 100 ml

Prisustvo Enterococcus fekalnog porekla u 100 ml

Prisustvo Proteus vrsta u 100 ml

Prisustvo sulfotoredukujućih klostridija u 100 ml

Prisustvo Pseudomonas aeruginosa u 100 ml

Prisustvo Salmonella u 1000-2000 ml

Prisustvo Shigella u 1000-2000 ml

[Zaštita i zagađivanje...](#)

### ZAŠTITA I ZAGAĐIVANJE IZVORIŠTA

**Jaroš**

Izvoriste br.  god.

Da li postoji projekat zaštite izvorista (god. izrade)

Organizacija koja je izradila projekat

Da li postoji projekat zaštite, da li su nekim drugim dokumentom (aktom) utvrđene zone sanitarne zaštite na izvoristu

Da li postoji zaštitna ograda oko (grve) zone sanitarne zaštite

Opis dimenzija i vrste zaštitne ograde

Da li je služba vodovoda zadovoljna sa primenom mera i postupcima kontrola prostora u okviru i li ZSZ

**Neophodni dokumentacioni materijal i aktivnosti za zaštitu izvorista od zagađivanja**

Linearizacija ZSZ izvorista na kartama određene razmere

Karta ranjivosti podz. voda izvorista - analiza osetljivosti na zagađenje

Karta zagađivača izvorista

Katastar zagađivača izvorista sa prikazom zagađivačkih materija

Lista restrikcija u ZSZ izvorista

Mere zaštite izvorista - aktivnost na njihovom sprovođenju

Remedijacioni plan

Plan za nepredviđive okolnosti

Hidrodinamički model izvorista

Anketar

Datum

[Zaštita i zagađivanje...](#)

### REZERVE PODZEMNIH VODA

**Jaroš**

Izvoriste br.  godina izrade

Da li postoje elaborati o rezervama

Da li za izvoriste postoji istažno pravo

Da li su službe ministarstava sugerišale ili inicirale potrebu izrade Elaborata o rezervama

Da li postoji druga vrsta tehničke dokumentacije koja sadrži raspoložive podatke o rezervama podzemnih voda na izvoristu

Da li postoje znaci da se na izvoristu vrši nadseplotacija

Organizacija i autor koji su izradili elaborat

**Klasifikacija rezervi (l/s)**

A	B	C1	C2	Suma
	180	60		240

[Zaštita i zagađivanje...](#)

[Distributivni sistem...](#)

### PODACI O DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

**Jaroš**

Izvoriste br.

Opština

Spisak svih naselja koja su obuhvaćena vodovodnim sistemom

Ukupna količina vode koja se proizvodi (l/s)

Ukupna srednja dnevna proizvodnja vode

Srednjemesečna proizvodnja vode

Maksimalna mesečna proizvodnja vode

Realna procena voda koja nedostaje (l/s)

Specifična potrošnja (l/st/dan)

Tip vodovoda

Rezervoari broj

zapremina (l)

Procena srednjih gubitaka u mreži (l/s)

Procena potrebnih količina vode do 2020. god (l/s)

Datum

Anketar

[Zaštita i zagađivanje...](#)

[Rezerve podzemnih voda...](#)

[GRAD / NASELJE >>>](#)

Upravljanje resursima podzemnih voda severne Bačke

Slika 34 (nastavak). Obrasci baze podataka izvorista u severnoj

broju analiza koje se urade tokom godine i ispravnosti odnosno neispravnosti uzoraka vode u pogledu kvaliteta. Vrste tretmana kojima se podvrgava "sirova" voda izvorišta, takođe su zastupljeni u okviru ove grupe pitanja.

**Obrazac "Kvalitet sirove vode izvorišta - analiza"** - Anketiranjem na izvorištima predviđeno je da se u sklopu podataka o kvalitetu vode, prikažu jedna hemijska i bakteriološka analiza koje reprezentuju fizičko-hemijske karakteristike i mikrobiološki sastav vode sa izvorišta. Ovaj obrazac praktično je podobrazac prethodnog o kvalitetu podzemnih voda izvorišta i njegovo popunjavanje je obavezno prilikom anketiranja.

**Obrazac "Zaštita i zagađivanje izvorišta"** - Pored pitanja koja su uobičajena pri izučavanju zaštite podzemnih voda, na osnovu konsultacija sa pomenutim stručnjacima, u obrascu su sadržana i pitanja iz savremenih evropskih zakonskih dokumenata koji tretiraju problematiku zaštite podzemnih voda. U obrascu se kroz pitanja detaljnije analiziraju postojeći i potencijalni zagađivači na izvorištu.

**Obrazac "Rezerve podzemnih voda"** - Pruža osnovne informacije o izvedenim istraživanjima za potrebe određivanja rezervi podzemnih voda kao i podatke o dosadašnjoj izradi elaborata o rezervama, istražnom pravu, ispunjavanju obaveza u tom smislu prema nadležnom ministarstvu. Za izvorišta na kojima je izvršeno određivanje rezervi podzemnih voda, u obrascu su sadržani podaci o količinama po pojedinim kategorijama rezervi u pogledu stepena njihove istraženosti.

**Obrazac "Podaci o distributivnom sistemu"** - Sadrži podatke vodovodne službe izvorišta o tehničkim karakteristikama vodovodnog sistema, broju i vrstama potrošača, gubicima u mreži i projekcijama u pogledu količina za vodosnabdevanje do 2020. godine. Deo opštih podataka o distributivnom sistemu u anketnom listu, sadržan je u prvom, uvodnom obrascu baze podataka.

Obzirom na namenu ove baze podataka, pored ugrađenih standardnih procedura, u cilju bolje funkcionalnosti projektovani su i izrađeni upiti (Query) za specijalna i napredna pretraživanja.

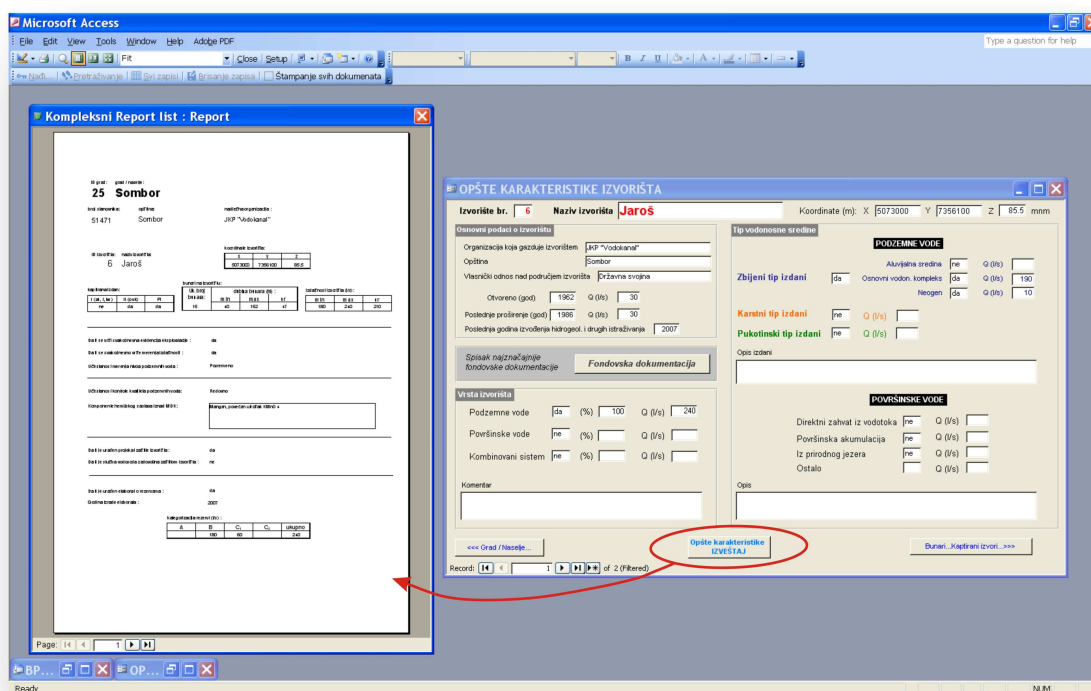
Pretraživanje je moguće po više kriterijuma (ključeva), odnosno pretraživanjem svih postojećih pitanjima u okviru jednog obrasca. Pretraživanje u okviru obrazaca vrši se pomoću posebno kreiranog menija koji sadrži komande za unos traženog podatka, aktiviranje pretraživanja i prikaza rezultata po zadatom kriterijumu, a zatim povratka na sve zapise u bazi:

## NAĐI > PRETRAŽIVANJE > SVI ZAPISI



U ovom meniju nalaze se i komande za brisanje podataka i štampanje izveštaja.

Finalni deo baze predstavljaju izlazni izveštaji (Report) sa opštim podacima o izvorištima i moguće ih je štampati radi publikovanja ili arhiviranja.



Slika 35. Prikaz obrasca sa opštim karakteristikama i izveštaja za štampanje.

Izrada izveštaja zavisna je od potrebe prikaza različitih vrsta podataka i u zavisnosti od potreba moguće je kreiranje izveštaja raznih sadržaja. Značajnu mogućnost predstavlja izrada izveštaja koji prikazuje rezultate dobijene kompleksnijom obradom podataka.

Bazu podataka moguće je dalje proširivati dodavanjem alfa-numeričkih podataka o izvorištima, ali i jednostavnijim grafičkim priložima. Njen budući sadržaj u tom pogledu zavisan je od potreba njenih korisnika i zahvaljujući njenoj fleksibilnosti moguće su dopune i izmene strukture baze.

### 10.3. Karakteristike izvorišta na istraživanom području

Sastavni deo hidrogeoloških istraživanja područja severne Bačke predstavljala su terenska istraživanja u okviru kojih je izvršeno upoznavanje načina vodosnabdevanja naselja i karakteristike postojećih izvorišta. Posebno su obrađeni podaci o izvorištima sa kojih se vrši centralizovano vodosnabdevanje naselja i koja su uglavnom formirana za vodosnabdevanje gradskih naselja sa većim brojem stanovnika. Zbog značaja i složenosti ovakvih vodovodnih sistema podaci o njima uneti su u bazu podataka i obrađeni sa maksimalnom detaljnošću koja je bila uslovljena raspoloživim podacima o pojedinim segmentima sistema.

Za ukupno 25 izvorišta od kojih je najveći broj izvorišta javnog vodosnabdevanje opštinskih centara grafički su prikazane litološke, hidrogeološke, hidrodinamičke i druge karakteristike izvorišta. Prikaz je izvršen za izvorišta iz sistema "Potiski vodovodi", a zbog veće kapaciteta i izvorišta pivare u Apatinu. Zbog obima grafičkih priloga, oni su dati u na kraju rada (prilog 6).

Nedostatak egzaktnih podataka predstavlja osnovni problem za bolje poznavanje karakteristika i funkcionisanja postojećih sistema za vodosnabdevanje na ovom području i to je razlog zbog kojeg je bilo moguće da se prikažu samo veća izvorišta koja poseduju, najčešće manji fond egzaktnih podataka. Nije bilo moguće prikazati detaljne karakteristike izvorišta za vodosnabdevanje naselja Mali Iđoš. Može se konstatovati da

zahvaljujući istraživanjima elaborata o utvrđivanju i kategorizaciji rezervi podzemnih voda na izvorištima, danas, veće vodovodne organizacije ipak raspolažu određenim fondom reprezentativnih podataka među kojima su značajni rezultati kontinuiranih jednogodišnjih osmatranja elemenata režima podzemnih voda na izvorištima.

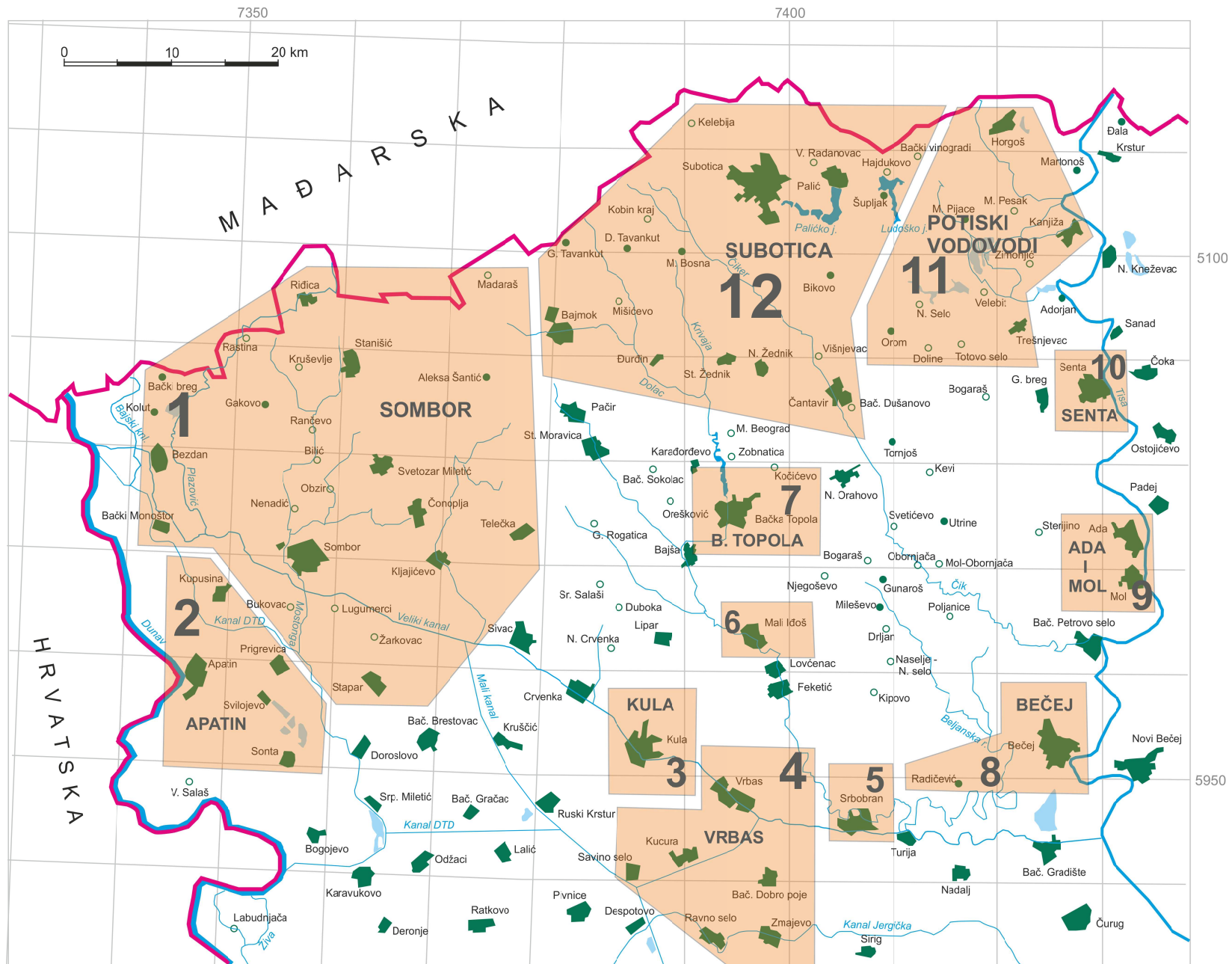
Svi grafički prilozi u potpunosti su reprezentativni i izrađeni na osnovu rezultata izvedenih hidrogeoloških istraživanja. Litostratigrafske karakteristike na profilima date su na osnovu podataka istražnog bušenja i izrade eksploatacionih bunara na izvorištima i drugim lokacijama. Konstruktivne karakteristike bunara i litološki profili u zoni bunara, takođe su nastali na osnovu podataka bušenja i podataka izvođača radova. Hidrodinamičke karakteristike su uglavnom rezultat obaveznog dela istraživanja koji se izvode pri utvrđivanju i kategorizaciji rezervi podzemnih voda na izvorištima. Prilozi su radi bolje preglednosti izrađeni u razmeri koja je prilagođena formatu ovog rada. U nastavku je dat tekstualni opis ovih izvorišta, prema redosledu kao na slici 36.

## **1. Izvorišta u Somboru**

Vodosnabdevanje Sombora vrši se sa postojećeg izvorišta "Jaroš" i još ukupno osam dubljih bunara na različitim lokacijama u gradu. Delatnost vodosnabdevanja vrši Javno komunalno preduzeće "Vodokanal".

### **Izvorište "Jaroš"**

Na lokaciji severoistočno od grada, 1961. godine formirano je ovo izvorište izradom bunara kojima su počele da se zahvataju vode prve izdani. Danas se sa 15 bunara dubina između 40 do 65 m zahvataju vode iz prve izdani, a jednim bunarom dubine 152 m eksploatiše se podzemna voda iz dublje izdani formirane u gornjopliocenskim, (paludinskim) naslagama. Na izvorištu se eksploatiše od 180 do 240 l/s vode. Kapaciteti bunara iznose između 9.5 do 22.3 l/s. U zavisnosti od režima eksploatacije na izvorištu se ostvaruje depresija od 4 do 10 m. Bunari su izrađeni reversnom metodom bušenja, prečnika  $\Phi$  323 mm. Filteri su sa skeletnom perforacijom ili tipa "Johnson".



Slika 36. Analizirana izvorišta na području severne Bačke

U sirovoj vodi sadržaji , gvožđa, mangana i organskih materija su u povišenim koncentracijama prema kriterijume vode za piće. U pogonu za preradu vode vrši se prerada tehnološkim tretmanima filtracije, aeracije, deferizacije i demanganizacije, kao i hlorisanja.

Za izvorište je urađen elaborat o rezervama 2007. godine, od strane organizacije "Hidrozaovod - DTD" iz Novog Sada. Ukupne rezerve utvrđene su u količini 240 l/s, klasifikovane kao "B" kategorija u količinama 180 l/s, dok je količina od 60 l/s svrstana u kategoriju "C<sub>1</sub>".

Gradevinski fakultet iz Beograda, 2005. godine izradio je projekat zaštite izvorišta. Prva zona sanitarne zaštite oko bunara ograđena je žičanom ogradom. Potencijalni zagađivači identifikovani su u okviru poljoprivredne aktivnosti koja se vrši i mogućnost zagađivanja vodonosne sredine naftnim derivatima.

Planovi budućeg vodosnabdevanja baziraju se na zahvatanju podzemnih voda prve izdani i proširenje kapaciteta izvorišta do 400 l/s. Dalji razvoj predviđa postepeno priključenje okolnih naselja opštine na ovaj sistem vodosnabdevanja.

### **Duboki bunari na području grada**

U cilju obezbeđenja dopunskih količina vode, krajem sedamdesetih godina prošlog veka na području grada započela je izrada bunara kojima se zahvataju vode izdani formirane u gornjopaludinskim naslagama, u intervalima od 115-152 m dubine.

Danas postoji ukupno osam bunara, koji su dislocirani u gradskoj zoni. Veoma su značajni za vodosnabdevanje grada jer pojedinačni kapaciteti bunara iznose od 10 do 30 l/s. Na osnovu količina vode koje se eksploatišu, prema istraživanjima, rezerve podzemnih voda iz ovih vodozahvata određene su na 45.08 l/s, svrstane u kategorije "B" i "C<sub>1</sub>".

Vode iz ovog kompleksa su stabilnijeg kvaliteta, ali ih karakteriše povišen sadržaj arsena i fluorida (prema konstatacijama "Hidrozaovod - DTD", Novi Sad.).

U pogledu zaštite, zahvaljujući prirodnim uslovima u kojima vode egzistiraju vladaju povoljniji uslovi, ali zbog lokacija bunara u gradskom području postoji određeni rizik od zagađenja.

## **2. Izvorišta u Apatinu**

Vodosnabdevanje Apatina vrši se sa izvorišta koje je formirano u aluvijonu Dunava, nedaleko od same reke, ali je zbog značaja koje ima za privredu grada i zbog većeg kapaciteta prikazano i izvorište koje se koristi za vodosnabdevanje poznate pivare.

### **Izvorište za vodosnabdevanje grada**

Vodosnabdevanje Apatina i još dva naselja ove opštine (Svilojevo i Prigrevica) i kompleksa "Banja Junaković" u nadležnosti je Javno-komunalnog preduzeća „Naš dom“ koje je 1970. godine formirano u blizini postojećeg dunavskog keja, istočno od grada.

Izvorište je formirano u aluvijalnoj ravni Dunava, u neposrednoj blizini obale reke. Ispod aluvijalnih naslaga do oko 35 m dubine, rasprostranjeni su sedimenti starijeg kvartara – pleistocena u okviru kojih se do dubine od oko 70 m prostiru peskovite i šljunkovite vodonosne naslage debljine i preko 30 m. Ovi slojevi predstavljaju osnovnu sredinu iz koje se bunarima vrši eksploatacija podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja grada. Velika debljina vodonosnih naslaga, dobrih filtracionih svojstava i dobra hidraulička povezanost sa rekom omogućavaju formiranje značajnih rezervi podzemnih voda, naročito ovde, u priobalnom području.



Rad izvorišta započeo je izradom jednog bunara kapaciteta oko 40 l/s. Njegovo proširenje bušenjem novih bunara odvijalo se u skladu sa razvojem grada odnosno potreba sve većeg broja potrošača. Na izvorištu postoji ukupno šest bunara, ali su danas u eksploataciji tri. Njihove dubine su od 60 do 63 m, a pojedinačni kapaciteti iznose do 30 l/s.

Danas aktivni bunari su dubina do 63 m, izvedeni reversnom metodom bušenja prečnika  $\Phi$  820 do  $\Phi$  1100 mm i ugrađenom bunarskom konstrukcijom prečnika  $\Phi$  506 i  $\Phi$  508 mm. Ugrađeni filteri su mostičavi ili rešetkasti sa plastičnim sitom. Prosečna dnevna proizvodnja iznosi 53 l/s. Na osnovu podataka izvedenih opitnih crpenja na izvorištu, pri radu svih bunara na izvorištu, kapacitetom od 90 l/s formira se depresija od 14 m.

Sirove vode karakterišu povišeni sadržaji gvožđa, mangana, amonijaka, a povremeno su povišeni i sadržaji organskih materija (utrošak  $\text{KMnO}_4$ ). Za potrebe smanjenja koncentracija ovih komponenti i popravljavanja kvaliteta podzemnih voda instaliran je sistem koji je trenutno u probnoj fazi, kojim se vrše tehnološki tretmani filtracije, deferizacije, demanganizacije i hlorisanja. Sistem predstavlja jedno od retkih postrojenja ovog tipa na istraživanom području (sličan sistem instaliran je u vodovodu u Subotici).

Za izvorište je izrađen elaborat o rezervama podzemnih voda (Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju) i određeno je da količine voda koje pripadaju kategoriji „B“ iznose 52 l/s, a 39 l/s svrstano je u „C<sub>1</sub>“ kategoriju.

Na izvorištu su uspostavljene zone sanitarne zaštite i može se konstatovati da se u zoni izvorišta sprovode mere zaštite. U široj zoni izvorišta danas se nalazi veći broj potencijalnih izvora zagađenja, to su brodogradilište i luka (marina), zatim asfaltni put i okolne poljoprivredne površine.

### Izvorište AD „Apatinska pivara“

Pivara je proizvodnju započela 1756. godine, a zbog svojih potreba tokom osamdesetih godina prošlog veka formirano je izvorište u zoni Dunava i neposrednoj blizini izvorišta vodovoda. Danas se eksploatacija vrši sa pet bunara od kojih je prvi iz ove grupe izveden 1988. godine.

Svi bunari izvedeni su u periodu 1988-2008. godine i istih su konstruktivnih karakteristika do dubina između 63 i 68.3 m. Izvedeni su reversnom metodom bušenja prečnikom  $\Phi$  1000 mm, sa ugrađenom bunarskom konstrukcijom  $\Phi$  500 mm. Bunarima se zahvataju podzemne vode aluvijalnih i pleistocenskih naslaga.

Dobra hidraulička veza sa rekom (obalska filtracija) i debljina peskovito-šljunkovitih naslaga koja iznosi i preko 40 m, ostvaruje uslove za izradu vodozahvata velikih kapaciteta. Prema službi vodovoda, maksimalni kapacitet pojedinačnog bunara iznosi i do 170 l/s. Današnja eksploatacija vrši se kapacitetima koji ne prelaze 50 l/s po bunaru čime se u potpunosti zadovoljavaju potrebe pivare, a bunari se na taj način optimalno koriste. Crpenjem kapacitetom između 160 i 200 l/s u zoni izvorišta ostvaruje se sniženje nivoa podzemnih voda od oko 6.2 m.

Podzemne vode sa izvorišta sadrže povišene koncentracije gvožđa, mangana i amonijaka. Koncentracija gvožđa dostiže 4.96 mg/l, mangan 0.57 mg/l, amonijak 2.76 mg/l. Sadržaj arsena je na dozvoljenoj granici, a povremeno je i blago povišen (0.014 mg/l). U pogonu fabrike vrše se svi neophodni tehnološki tretmani za smanjenje koncentracija ovih komponenti. U vodi se povremeno konstatuje i prisustvo aerobnih mezofilnih bakterija (do 3000 u ml vode).

Izradom elaborata o rezervama određene su rezerve podzemnih voda u količini od 91 l/s, od čega je količina od 52 l/s svrstana u "B" kategoriju, a 39 l/s u kategoriju "C<sub>1</sub>".

Iako je osamdesetih godina ovo izvorište formirano izvan urbanog dela grada, bliže obali Dunava, ono je okruženo železničkom prugom, asfaltnim putem, dunavskim

kejom i objektima luke, stadionom, a privatni stambeni objekti danas su sve bliže izvorištu. Na izvorištu se sprovode mere zaštite.

### **3. Izvorišta u Kuli**

Za vodosnabdevanje Kule zaduženo je JKP "Komunalac". Potrebne količine vode za vodosnabdevanje obezbeđuju se eksploatacijom podzemnih voda bunarima sa izvorišta "Krsturski put" i "Štolc".

#### **Izvorište "Krsturski put"**

Izvorište "Krsturski put" nalazi se 1 km jugozapadno od grada. Eksploatacija vode sa ovog izvorišta počela je 1969. godine kada su izbušena prva 3 bunara. Izvorište je prošireno u više navrata (1972, 1981, 1993 i 1995 godine sa ukupno 6 bunara).

Na izvorištu se zahvataju vode prve izdani pomoću tri bunara, izdašnosti oko 9 l/s i sa tri bunara iz izdani u okviru osnovnog vodonosnog kompleksa, kapacitetom 13 l/s.

Ukupna izdašnost izvorišta je oko 40 l/s, prosečna eksploatacija iznosi oko 22 l/s, a pojedinačni kapacitet bunara od 6 l/s do 13.5 l/s. Bunari imaju ugrađene mostičave filtere i dubine su od 65 m do 135 m.

U pogledu kvaliteta javljaju se problemi sa podzemnom vodom koja se zahvata iz prve izdani, koja je zbog male dubine izložena zagađenju sa površine terena. Iz ovih razloga bunari koji kaptiraju ovu izdan tokom godine povremeno se isključuju iz sistema vodosnabdevanja.

Na izvorištu se ne vrše kontinualna merenja nivoa podzemnih voda i aktivnosti monitoringa se praktično ne sprovode.

Za izvorište je 2007. godine izrađen elaborat o rezervama ("Hidrozavod-DTD", Novi Sad) i utvrđene su rezerve kategorije "B" od 27 l/s i kategorije C<sub>1</sub> od 3 l/s.

### **Izvorište "Štolc"**

Izvorište "Štolc" nalazi se severoistočno od grada i čini ga 9 reversnih bunara u nizu. Prvi bunari su izbušeni 1983. godine i nakon toga je prošireno u dva navrata i to 1985. sa 2 nova bunara i 1987. sa još dva bunara. Svi bunari kaptiraju izdan osnovnog vodonosnog kompleksa sa ukupnom izdašnošću od oko 25 l/s. Prečnik bunara je  $\Phi$  630 mm a dubine su od 139 m do 152 m i sa ugrađenim mostičavim filterima.

Crpenjem na izvorištu u proseku od 20 časova dnevno ostvaruje se depresija od 6.3 m do 9.92 m pojedinačno u bunaru dok ukupna depresija izvorišta iznosi od oko 4.99 m. U pogledu režimskih osmatranja, na izvorištu se svakodnevno vrši merenje izdašnosti, ali se nivoi podzemnih voda ne osmatraju

Na izvorištu su elaboratom o rezervama 2007. godine ("Hidrozavod-DTD", Novi Sad), rezerve podzemnih voda kategorisane u "B<sub>1</sub>" kategoriju 35 l/s i 6 l/s u kategoriju "C<sub>1</sub>".

## **4. Izvorišta u Vrbasu**

### **Izvorište u Vrbasu "Vodozahvati"**

Vodosnabdevanje Vrbasa vrši se zahvatanjem podzemnih voda na izvorištu koje je 1972. godine otvoreno jugoistočno od grada i koje je do danas više puta proširivano. Na izvorištu se zahvataju podzemne vode prve izdani i vode iz osnovnog vodonosnog kompleksa. Maksimalni kapacitet izvorišta iznosi 140 l/s, a prosečna 60 l/s

Danas je u eksploataciji 11 bunara. Od ukupnog broja bunara, dva su izvedena direktnom metodom, a devet reversnom. Na izvorištu je izvedeno pet plitkih bunara

koji kaptiraju slojeve na dubinama 14-63 metra. Ukupno šest dubljih bunara kaptiraju slojeve koji su na dubinama do 160 metara. Najveći broj bunara ima ugrađene konstrukcije  $\Phi$  323 mm, dok po jedan ima konstrukciju prečnika  $\Phi$  315 mm i  $\Phi$  232 mm. Pojedinačni proticaji bunara se kreću u rasponu 3 l/s do 20 l/s. Prema podacima službe vodovoda plitki bunari su u radu neprekidno, a duboki 12 sati u toku dana.

Na izvorištu postoji mreža osmatračkih pijezometara, koji su tokom izrade elaborata o rezervama podzemnih voda osmatrani jednom nedeljno. Pijezometri su dubine do 60 metara, dok se duboka izdan osmatrala pomoću pet bunara koji nisu više u upotrebi.

Iznad dozvoljenih vrednosti u sirovoj vodi javlja se mutnoća i sadržaj amonijaka. Tretira se filtracijom, aeracijom, deferizacijom, demanganizacijom i hlorisanjem. Vodozahvatni objekti su propisno ograđeni žičanom ogradom. Elaborat o rezervama izrađuje "Hidrozaod DTD" iz Novog Sada, ali do završetka terenskih istraživanja za potrebe ovog rada, elaborat nije finalizovan.

Značajan korisnik podzemnih voda na području opštine Vrbas jesu industrijska preduzeća, među najznačajnijima "**Carnex**" koji pored pogona u gradu poseduje farme svinja u Vrbasu, Bačkom Dobrom polju i Savinom selu. Na lokacijama ovih pogona nalaze se izvorišta sa plitkim bunarima kojima se zahvataju podzemne vode prve izdani. Ovo preduzeće je tokom 2006. i 2007. godine finansiralo izradu elaborata o rezervama podzemnih voda ("Hidrozaod-DTD", Novi Sad) nakon čega je izvršena ocena rezervi od 27.78 l/s (pogon "Carnex" u Vrbasu), zatim 29.18 l/s "Farmacoop" u Vrbasu, "Milan Kuč" u Savinom selu od 10.69 l/s i farma u Bačkom Dobrom Polju rezerve u količini od 13.52 l/s. Količine na svim lokacijama svrstane su u "B" kategoriju rezervi.

Od većih industrijskih preduzeća treba pomenuti i poljoprivredno preduzeće "**Sava Kovačević**" koje na ukupno 5 lokacija poseduje bunare. Tri bunara dubine do 70 m kaptiraju prvu izdan, a sa dva dublja do 140 m dubine zahvataju se vode osnovnog vodnosnog kompleksa. Bunari se koriste za vodosnabdevanje malog broja potrošača (uglavnom tehnička voda) i oko 1500 grla stoke na farmi. Na svih pet lokacija,

elaboratom o rezervama iz 2008. godine ("Hidrozavod-DTD") utvrđene su rezerve podzemnih voda kategorije "B" u količini od 2.7 l/s i "C<sub>1</sub>" kategorije 4.8 l/s.

## **5. Izvorišta u Srbobranu**

### **Izvorište za vodosnabdevanje Srbobrana - "Popovača"**

Vodosnabdevanje Srbobrana vrši se sa izvorišta "Popovača" i "Staro Vašarište". Izvorištima upravlja JKP "Graditelj" iz Srbobrana.

#### **Izvorište "Popovača"**

Nalazi se na severnoj periferiji naselja, pored puta Novi Sad - Subotica. Izvorište je formirano 1971. godine i od tada je izrađeno ukupno 10 bunara, od čega 9 bunara direktnom metodom i 1 reversnom. Na svim bunarima filteri su tipa Gavrilko. Danas je aktivno 7 bunara dubine 125-136 m kojima su zahvaćene podzemne vode iz osnovnog vodonosnog kompleksa. Na lokalitetu Srbobrana u okviru ovog kompleksa, u profilu su konstatovana ukupno 3 vodonosna sloja, na dubinama od 103 m do 133 m.

Prosečni kapacitet ovoga izvorišta iznosi 15 l/s, a tokom istraživanja za potrebe izrade elaborata o rezervama ("Hidrozavod-DTD", Novi Sad), 2010-2011. godine maksimalni kapacitet crpenja nije prelazio 20.5 l/s. Podacima ovih istraživanja, dinamički nivo podzemnih voda na izvorištu iznosi 11.1 m do 12.1 m, od površine terena.

Voda koja se zahvata na ovom izvorištu ima povišene sadržaje gvožđa i amonijaka. Dugogodišnja proučavanja fizičko-hemijskih karakteristika vode na ovom izvorištu ukazuju na stabilnost kvaliteta, bez promena u proteklih 40 godina. Od tehnoloških tretmana vrši se samo njeno hlorisanje.

Tokom 2011. godine izvršen je bilans rezervi podzemnih voda za oba izvorišta ("Hidrozaod-DTD", Novi Sad) i utvrđene su količine od 15.4 l/s vode koje pripadaju "B" kategoriji i 5.1 l/s koje su određene kao količine svrstane u "C<sub>1</sub>" kategoriju.

U pogledu zaštite podzemnih voda značaj ima položaj i dubina vodonosnih naslaga čime su one zaštićene od direktnog prodora zagađenja sa površine terena. Izvorište je ograđeno žičanom ogradom, a u njegovoj neposrednoj blizini nalaze se hipodrom i stambeni objekti koji predstavljaju potencijanu opasnost po izvorište.

### **Izvorište "Staro Vašarište" ili "Industrijska zona"**

Naziv je dobilo po lokaciji u industrijskoj zoni grada na desnoj strani kanala DTD. Izvorište je formirano 1976. godine i na njemu su izbušena 2 bunara kojima su zahvaćene podzemne vode iz osnovnog vodonosnog kompleksa. Bunarom B-1 zahvataju se vode u intervalu 52-92 m dubine i ovaj bunar više nije u eksploataciji. Bunar B-2 (1979) dubine je 135 m, izveden direktnom metodom, prečnika bušenja 445 mm i konstrukcijom  $\Phi$  323 mm.

Sa izvorišta se vodom snabdeva južni deo grada kapacitetom 5 l/s. U pogledu kvaliteta, sirove vode karakterišu povećani sadržaji gvožđa i amonijaka. Izradom elaborata o rezervama podzemnih voda na izvorištima Srbobrana, na ovom izvorištu određene su rezerve podzemnih voda koje pripadaju kategoriji "B" u količini od 3.6 l/s i C<sub>1</sub> kategoriji 6.4 l/s.

## **6. Izvorište u Malom Idošu**

Izvorištem za javno vodosnabdevanje naselja Mali Idoš upravlja preduzeće "Kiš-Komunal" d.o.o. Za izvorište i karakteristike sistema vodosnabdevanja postoji veoma mali fond podataka, zbog čega karakteristike izvorišta nisu mogle biti prikazane grafički. Mali Idoš predstavlja seosko naselje i centar istoimene opštine u kojoj sistem

vodosnabdevanja ima karakter mikrovodovoda. Vodom za piće naselje se snabdeva iz pet bunara na različitim lokacijama u naselju. Zahvataju se vode osnovnog vodonosnog kompleksa do dubine 110 m. Ukupna izdašnost izvorišta iznosi oko 15 l/s.

Izdašnost bunara meri se povremeno dok se osmatranja nivoa podzemnih voda ne vrše. U pogledu kvaliteta, vode koje se zahvataju sadrže povišene koncentracije gvožđa, a povećana je i mutnoća vode. Od tretmana vrši se samo hlorisanje vode.

## **7. Izvorište u Bačkoj Topoli**

### **Izvorište za vodosnabdevanje Bačke Topole**

Vodosnabdevanje Bačke Topole vrši Javno preduzeće "Komgrad" sa izvorišta koje je locirano u severnom, prigradskom delu grada. Izvorište čini 6 bušenih bunara koji su dislocirani, dve istražne bušotine i pogon za preradu vode. Područje izvorišta je u državnom vlasništvu i JP "Komgrad" je korisnik zemljišta.

Centralizovano vodosnabdevanje grada započelo je 1976. godine izradom jednog bunara dubine do 90 m i kapaciteta oko 10 l/s. Dalje proširenje nastavljeno je izradom novih bunara, posebno u periodu 1995-1999. godine. Poslednji bunar izrađen je 2008. godine, a kompleksna hidrogeološka istraživanja izvršena su u periodu 2006-2009. godine u cilju utvrđivanja rezervi podzemnih voda ovog izvorišta.

Vodosnabdevanje grada se vrši u potpunosti na bazi iskorišćavanja podzemnih voda iz peskovitih, starijih kvartarnih (pleistocenskih) slojeva do dubine 122 m. Vodonosne naslage rasprostranjene su na dubinama između 70 i 110 m, pri čemu se izdvajaju dva sloja peskova na dubinama 70-90 m i 95 do 110 m. U ovim intervalima postavljeni su bunarski filteri različitih tipova: mostičavi, skeletni i slotirani.



Eksploatacija na izvorištu vrši se pomoću 6 bunara od kojih je samo jedan izveden reversnom metodom. Izdašnosti bunara su u rasponu od 7 do 22.5 l/s. Crpenjem vode ostvaruju se depresije u bunaru maksimalno do 14 m. Prema stručnjacima vodovoda, maksimalna izdašnost izvorišta iznosi 45 l/s. Prema rezultatima u elaboratu o rezervama utvrđeno da količine koje se svrstavaju u "B" kategoriju iznose 21.7 l/s, a u kategoriju "C<sub>1</sub>" 9.7 l/s. Prema službi vodovoda na izvorištu nema indikacija o preforsiranoj eksploataciji, a prosečna proizvodnja iznosi oko 24 l/s.

Voda koja se zahvata na izvorištu prema Pravilniku vode za piće hemijski je neispravna zbog povišenih koncentracija gvožđa (do 0.5 mg) i amonijaka (1.53 mg). Zbog toga se u pogonu za preradu vrše aeracija, filtracija (kroz peščane filtere) i hlorisanje sirove vode.

Vodovodni sistem organizovan je tako da se sirova voda sa svih bunara dovodi do pogona za preradu, gde se vrši njena tehnološka obrada aeracijom i filtracijom i hlorisanje, a zatim se prevodi u rezervoar zapremine 1500 m<sup>3</sup> odakle se potisnim sistemom pomoću 3 pumpe distribuira potrošačima. Dužina vodovodne mreže iznosi 35 km.

Sa izvorišta za vodosnabdevanje Bačke Topole vodom za piće snabdeva se oko 90 % stanovništva grada. Pored toga postoje još četiri "mikrovodovoda" koji imaju po jedan bunar i koriste se za vodosnabdevanje manjeg broja domaćinstava. Preduzeće "Komgrad" nema uvid u funkcionisanje rada ovih mikrovodovoda uz primedbu da ni sami korisnici ovih sistema ne raspolažu egzaktnim podacima o svojim vodozahvatima.

U pogledu zaštite od zagađenja, zbog dubine na kojoj je kaptirana izdan onemogućen je direktan prodor zagađujućih materija sa površine terena. Osim postavljene ograde oko bunara nisu preduzete druge mere zaštite kao što je zabrana poljoprivredne i ostalih aktivnosti u užoj zoni izvorišta.

## 8. Izvorište u Bečeju

### Izvorište "Vodozahvatno polje"

Vodosnabdevanje Bečeja vrši se sa izvorišta "Vodozahvatno polje" kojim upravlja JP "Vodokanal". Izvorište je formirano 1980. godine izradom cevastih bunara sa početnim kapacitetom od svega 20 l/s.

Eksploatacija se u potpunosti vrši iskorišćavanjem podzemnih voda osnovnog vodonosnog kompleksa sa ukupnom izdašnošću od 108 l/s. Na izvorištu je izvedeno 14 bunara, 6 direktnom i 8 reversnom tehnologijom bušenja. Dubine bunara iznose između 100 i 136 m. Prečnici bunara su pretežno  $\Phi$  323 mm, a kaptirana su 3 vodonosna horizonta. Pojedinačno, bunari imaju izdašnost prosečno 7 l/s, minimalno 3 l/s a maksimalno 12 l/s.

Izvorište poseduje dobar dokumentacioni fond podataka, a može se konstatovati i da se pored svakodnevnog praćenja eksploatisanih količina vode preduzimaju i mere osmatarnja nivoa podzemnih voda koja se vrše jednom mesečno, redovno i kontinuirano već dve decenije

Podzemna voda na ovom izvorištu karakteriše se povišenim sadržajima gvožđa i amonijaka. Vode na ovom području često karakteriše pojava gasova: metana, vododniksulfida i ugljendioksida. Sirova voda obrađuje se tretmanima filtracije, aeracije, deferizacije i hlorisanja.

Za izvorište je izrađen elaborat o rezervama 2006. godine. Autor projekta je organizacija "Tehnoproing" iz Novog Sada. Rezerve iznose 240 l/s, klasifikovane u kategoriju "A", 100 l/s i "B" kategoriju u količinama od 140 l/s.

Za izvorište nije izrađen projekat zaštite, ali se u ovu svrhu primenjuju smernice Detaljnog urbanističkog plana iz 1983. godine.

Prema službi vodovoda, ima indicija da se na izvorištu vrši eksploatacija iznad mogućnosti prirodnog obnavljanja rezervi, odnosno nadeksploatacija što za posledicu ima i permanentno opadanje pijezometarskog nivoa.

Dužina vodovodne mreže, prema službi vodovoda, iznosi 140 km, a voda se distribuira potisnim sistemom.

## **9. Izvorište u Adi**

Vodosnabdevanje Ade i Mola sa postojećih izvorišta podzemnih voda vrši JKP "Standard" koje je 1984. godine preuzelo rukovođenje ovom delatnošću, koja je pre toga bila u nadležnosti pojedinih mikrovodovoda. Izvorišta za vodosnabdevanje nalaze se na tri lokacije: u Adi se nalaze 3 bunara (V-1, V-2 i V-3), u Molu dva (V-5 i V-6) i između ova dva naselja, na izvorištu koje se označava kao Novo izvorište tri bunara (V-4/1, V-4/2 i V-4/3).

Bunarima se zahvataju podzemne vode iz vodonosnih naslaga osnovnog vodonosnog kompleksa (pleistocen) u intervalu od 52 do 136 m dubine. Bunari u Adi koji su najstariji bušeni su prečnicima  $\Phi$  450/290 i  $\Phi$  320/290 mm sa ugrađenim kolonama  $\Phi$  323 mm, dok su bunari na druge dve lokacije bušeni većim prečnicima,  $\Phi$  800 i  $\Phi$  900 mm i kolonama prečnika  $\Phi$  323 mm. Bunari su dubine o 85 do 142 m.

Pojedinačne maksimalne izdašnosti bunara su uglavnom između 10 i 18 l/s, dok bunari na Novom izvorištu imaju značajno veće kapacitete, od 45 l/s. Na izvorištu se maksimalno eksploatiše do 39 l/s (izuzetno i u veoma kratkom periodu i 47 l/s), dok srednja izdašnost iznosi 27 l/s. Statički nivoi u bunarima kreću se od 6 do 8.6 m, dok u toku eksploatacije, dinamički nivo opada do dubine 11 m ili 13 m.

U pogledu fizičko-hemijskih karakteristika, podzemna voda sadrži povećane koncentracije organskih materija, arsena i natrijuma. Poseban problem predstavljaju

koncentracije arsena ( do 0.125 mg/l u dostupnim analizama) zbog toga što se vode sa izvorišta hlorigu i ne vrše drugi tretmani. U pojedinim analizama beleže se i povećani sadržaji natrijuma (260 mg/l).

Tokom 2008. godine izvršena je kategorizacija rezervi podzemnih voda na postojećim izvorištima ("Tehnoproing", Novi Sad). Ukupne rezerve od 47 l/s razvrstane su u kategoriju "B" 39 l/s i "C<sub>1</sub>" kategoriju 8 l/s.

## **10. Izvorišta u Senti**

Vodosnabdevanje ovoga grada vrši se sa dva izvorišta podzemnih voda lociranih u severnom i južnom delu grada, na osnovu čega su i ova izvorišta dobila nazive "Sever" odnosno "Jug". Javno komunalno-stambeno preduzeće "Senta" nadležno je za delatnost vodosnabdevanja i ono je korisnik područja ovih izvorišta.

Zahvatanje vode na ovim izvorištima vrši se iz izdani koja je formirana u starijim kvartarnim pleistocenskim peskovitim naslagama, poznatih kao osnovni vodonosni kompleks.

### **Izvorište za vodosnabdevanje Sente - izvorište "Sever"**

Izvorište "Sever" je prvo izvorište sa kojeg se od 1979. godine vrši centralizovano vodosnabdevanje Sente. Izvorište čine dva bunara kojima se zahvataju vode iz kvartarne pleistocenske izdani (osnovni vodonosni kompleks) rasprostranjene na dubini od 45-90 m.

Izvorište je formirano u severnom delu gradu izradom bunara kojim se eksploatišu vode iz peskovitog vodonosnog sloja na dubini od 45 do 87 m. Dubine bunara su 83 m (B-1/I/79) i 85 m (B-3/I/82). Pojedinačne izdašnosti bunara tokom vremena opadaju,

tako da je izdašnost bunara B-1/I/79 sa početnih 20 l/s opala na 10 l/s, dok je bunar B-3/I/82 na početku imao izdašnost oko 7 l/s, a njegov današnji kapacitet iznosi svega 2.5 l/s. U slučaju ovog izvorišta, prema režimu eksploatacije, potencijalni kapacitet ovog izvorišta je veći u odnosu na količine koje se zahvataju postojećim bunarima. U prilog ovoj konstataciji je eksploatacija koja se vrši iz izdani formirane u peskovitim vodonosnim naslagama debljine čak 40 m (kontinualan peskoviti sloj, prema postojećoj dokumentaciji). Pretpostavlja se da razlog maloj izdašnosti bunara predstavljala loša izrada samih bunara.

Bunari se u eksploataciju uključuju prema potrebi i najčešće koriste tokom letnjih meseci, kada zbog povećane potrošnje vode u gradu bunarima na drugom postojećem izvorištu "Jug" ne može da se ostvari potrebna proizvodnja vode.

U pogledu kvalitativnih karakteristika sirova voda ne zadovoljava propisane kriterijume vode koja se koristi za piće jer su u vodi konstatovani povišeni sadržaji amonijaka, arsena,  $KMnO_4$ , povremeno i boja. I pored neophodnosti primene više tehnoloških postupaka u cilju smanjenja koncentracija pojedinih komponenti hemijskog sastava, jedini tretman koji se primenjuje jeste hlorisanje.

U pogledu zaštite podzemnih voda može se reći da postoje povoljni prirodni uslovi jer je izdan formirana na znatnoj dubini i zaštićena vodonepropusnim naslagama. Izvorište okružuju poljoprivredne površine i stambeni objekti. Bunari su zaštićeni zaštitnom ogradom.

Elaborat u cilju utvrđivanja rezervi podzemnih voda na ovom izvorištu izrađen je 2006. godine ("Hidrozaovod DTD", Novi Sad). Rezerve podzemnih voda klasifikovane su u "B" kategoriju, 4.93 l/s i "C<sub>1</sub>", 16.29 l/s.

Dužina vodovodne mreže iznosi oko 100 km. Prosečna eksploatacija sa oba izvorišta iznosi oko 42 l/s.

## Izvorište za vodosnabdevanje Sente - izvorište "Jug"

Izvorište "Jug" predstavlja glavno izvorište za vodosnabdevanje grada. Formirano je 1987. godine i danas se eksploatacija podzemne vode vrši sa šest bunara dubine do 95 m. Zahvataju se vode iz pleistocenskih peskovitih naslaga koje se nalaze na dubinama počev od 44.5 do 74 m.

Od ukupno šest bunara, dva bunara izbušena su direktnom metodom bušenja, a ostala četiri reversnom metodom. Prečnici bušenja bunara iznose  $\Phi$  445 mm, 820 mm i 900 mm, sa ugrađenom bunarskom konstrukcijom prečnika  $\Phi$  323 mm. Filteri koji su ugrađivani su tipa "Johnson", mostičavi, slotirani ili tipa "Kreka", u zavisnosti od izvođača bunara. Pojedinačna izdašnost bunara prosečno iznosi oko 11 l/s uz ostvarivanje depresije u bunarima između 1.1 i 4.65 m. U početnoj fazi eksploatacije bunari su imali veće kapacitet u odnosu na današnje, tako da je npr. kapacitet bunara B-2/I/89 sa početnih 25 l/s opao na 12.5 l/s (2006 godine). Maksimalna izdašnost ovog izvorišta varira između 50 i 60 l/s.

Izdašnost bunara, kao i na izvorištu "Sever" prati se povremeno tako da ne postoji evidencija o dnevnoj eksploataciji. Osmatranja nivoa podzemnih voda se ne vrše, odnosno ona se izvode samo povremeno i kontrolnog su karaktera.

U pogledu kvaliteta, iznad dozvoljenih vrednosti u sirovoj vodi javljaju se amonijak, arsen, natrijum ortofosfati, ali i pored znatne dubine na kojoj se izdan nalazi u sirovoj vodi povišen je i sadržaj organskih materija (povećan utrošak  $\text{KMnO}_4$ ). Primenjuje se jedino hlorisanje vode.

U pogledu zaštite izvorišta, primenjene su mere fizičke zaštite ograđivanjem izvorišta žičanom ogradom. I za ovo izvorište potencijalnu opasnost predstavljaju velike poljoprivredne površine koje ga okružuju kao i lokalni put za Adu.

U sklopu izrade Elaborata o utvrđivanju rezervi, koje je 2006. realizovao "Hidrozaod DTD", izvedena su hidrogeološka istraživanja u cilju utvrđivanja rezervi i za izvorište

"Jug". Prema rezultatima istraživanja kategorija "B" rezervi ocenjena je na 53.68 l/s i "C<sub>1</sub>" na 66.96 l/s.

## 11. Izvorišta u sistemu "Potiski vodovodi"

### Izvorište za vodosnabdevanje Kanjiže – sistem „Potiski vodovodi“

U severoistočnom delu istraživanog terena, na području opštine Kanjiža od 1968. godine vrši se organizovano vodosnabdevanje Kanjiže, Horgoša i još osam manjih naselja. Delatnost vrši preduzeće D.O.O "Potiski vodovodi", koje pored vodosnabdevanja vrši poslove vezane za odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda, servisiranje vodovodnih uređaja i obavlja izgradnju hidrograđevinskih objekata i po ovakvom načinu funkcionisanja jedinstveno je na području severne Bačke.

Najveća naselja na području opštine su Kanjiža (10200 stanovnika) i Horgoš (6325) i to su dva najveća izvorišta sa kapacitetima većim od 50 l/s. U tabeli 17 je dat pregled količina koje se eksploatišu na izvorištima naselja opštine Kanjiža i koje su pod

Tabela 17. Naselja na području opštine Kanjiža pod nadzorom d.o.o. „Potiski vodovodi“: (Dokumentacija vodovoda).

Naselje	Br. stanovnika	Br. priključaka	Br. bunara	Ukupna izdašnost bunara (l/s)
<b>Kanjiža</b>	10200	4554	9	124
Horgoš	6325	2594	5	59
Velebit	366	173	1	12
Doline	516	125	1	12
Zimonjić	340	110	-	-
Mala Pijaca	1988	520	2	30
Orom	1561	815	3	29
Totovo Selo	709	260	2	22
Trešnjevac	1868	722	3	34
Fodor škola		67	1	10

nadzorom D.O.O. „Potiski vodovodi“. U naseljima Zimonjić i Fodor škola, postojeći bunari u proteklom periodu su napušteni, a naselje Fodor škola danas je priključeno na sistem vodosnabdevanja naselja Mala Pijaca. Naselje Zimonjić povezano je na vodovodni sistem u Kanjiži.

Vodovodni sistemi u ovim manjim naseljima od kojih neka imaju svega nekoliko stotina stanovnika praktično je identičan u pogledu organizacije sistema: voda koja se zahvata bunarima odvodi se do crpne stanice u kojoj se vrši hlorisanje vode, a zatim se sistemom potisnog tipa distribuira potrošačima.

Izvorište za vodosnabdevanje grada Kanjiže sastoji se od 9 reversno bušenih bunara dubine 116m do 214 m, kojima se podzemne vode u okviru izdani formiranih u peskovitim naslagama pleistocenskih i gornjopliocenskih naslaga (paludinski slojevi). Maksimalna izdašnost izvorišta iznosi 124 l/s, ali se prosečna eksploatacija iznosi oko 35 l/s.

Bunari na izvorištu nakon 10 do 15 godina zamenjuju se novim, tako da danas postoji nekoliko napuštenih bunara pored kojih su izvedeni novi. Režim rada bunara permanentno se prati, a automatizovanim sistemom regulisano je naizmeično uključenje bunara kako bi se svi bunari ravnomerno eksploatisali u cilju produženja veka trajanja svakog bunara.

Na području izvorišta nalazi se i postrojenje za preradu vode koje se sastoji od crpne stanice sa rezervoarima, stanicom za hlorisanjem i pumpnim postrojenjem.

U pogledu režimskih osmatranja koja se sporovode na izvorištu u Kanjiži može se konstatovati da je ovo izvorište, kao i sva ostala koja su u sistemu „Potiski vodovodi“ na visokom nivou automatizacije merenja i kontrole sistema proizvodnje. Osmatranja nivoa podzemnih voda u bunarima, nisu predviđena ovim načinom praćenja tako da se ona vrše povremeno (jednom mesečno) dok se permanentno prati zbirna količina vode koja se eksploatiše. Sistem se još uvek razvija i trenutno ne postoji u samo tri naselja koja su pod nadzorom ovog preduzeća.



Sirove vode sa izvorišta karakterišu povišene vrednosti gvožđa, amonijaka i arsena. Voda se u ovom trenutku ne tretira na potreban način, obzirom da se primenjuje samo postupak hlorisanja.

U pogledu zaštite i sprovođenja mera zaštite, može se konstatovati da služba vodovoda primenjuje mere kojima se obezbeđuje izvorište i svi objekti u okviru njega. I ovde je primenjen visok nivo automatizovane kontrole sistemom video-nadzora i obaveštavanja.

Preduzeće „Potiski vodovodi“ izradilo je Elaborat o rezervama za sva izvorišta koja su u njegovoj nadležnosti. Elaborat je izradila firma „Hidrozaod DTD“ iz Novog Sada, 2007. godine. Rezerve podzemnih voda „B“ kategorije na izvorištu u Kanjiži određene su na 48.7 l/s, a kategorije „C<sub>1</sub>“ 56.0 l/s.

Vodovodni sistem koji je potisnog tipa dužine 192 km, obuhvata i 10 crpnih stanica.

### **Izvorište za vodosnabdevanje Horgoša – sistem „Potiski vodovodi“**

Naselje Horgoš vodom za piće snabdeva se sa izvorišta na kojem se eksploatacija podzemne vode vrši pomoću pet bunara.

Postojeći bunari u eksploataciji su dubine između 119 i 270 m, izrađeni u periodu od 1989. do 2004. godine reversnom metodom bušenja. Bunari kaptiraju po jedan vodonosni sloj, pri čemu četiri bunara zahvataju vode iz vodonosnih pleistocenskih naslaga, a poslednjim bunarom izrađenim 2004. godine eksploatacija se vrši iz vodonosnih naslaga na intervalu dubine 237-261 m koje po starosti pripadaju gornjoplicenskim, paludinskim slojevima. Maksimalni kapacitet izvorišta iznosi 65 l/s, a prosečna oko 20 l/s, pri čemu se najveće količine vode zahvataju iz pleistocenskih peskovitih naslaga. Bunari su bušeni prečnicima  $\Phi$  850 mm i  $\Phi$  445 mm i sa ugrađenim eksploatacionim kolonama  $\Phi$  323 mm. Filterski delovi konstrukcije su prečnika  $\Phi$  139 mm do  $\Phi$  350 mm, različitog tipa: mostičavi, rešetkasti ili slotirani. Prosečan vek

trajanja bunara je do 15 godina, a na izvorištu se nalazi pet bunara koji danas više nisu u upotrebi. Dinamički nivoi u bunarima variraju od 9 m do 15 m od površine terena.

Kao i na ostalim izvorištima pod nadzorom „Potiskih vodovoda“ i na izvorištu u Horgošu permanento se vrši praćenje više parametara – pojedinačne izdašnosti bunara, promene pritiska u sistemu, ali se praćenje oscilacija nivoa podzemnih voda u bunarima vrši jednom u toku meseca.

Voda na izvorištu karakteriše se povišenim sadržajima amonijaka (sr. vrednost 0.8 mg/l), arsena (0.0185 mg/l) i gvožđa (0.35 mg/l). I pored koncentracija koje su iznad dozvoljenih prema Pravilniku u vodi za piće, ne vrši se adekvatan tehnološki tretman za njihovo smanjenje, već se sirova voda jedino hlariše.

Za izvorište u Horgošu izrađen je Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištu u sklopu obimnih istraživanja koja je „Hidrozaod DTD“ izveo na svim izvorištima koja su pod nadzorom d.o.o. „Potiski vodovodi“. Na osnovu ovih istraživanja na horgoškom izvorištu rezerve podzemnih voda klasifikovane su u „B<sub>1</sub>“ kategoriju, 45.9 l/s i kategoriju „C<sub>1</sub>“, 48.1 l/s.

U pogledu zaštite izvorišta preduzete su adekvatne mere koje se sastoje od fizičkog obezbeđenja izvorišta ograđivanjem i stalnim video nadzorom. Bunari su propisno zaštićeni i zaključani i veoma dobro održavani. Do danas nisu preduzimana istraživanja u cilju utvrđivanja zona sanitarne zaštite na izvorištu. Obilaskom šire zone izvorišta, konstatovano je da blizina postojećih domaćinstava može predstavljati potencijalnu opasnost za izvorište.

### **Ostala izvorišta za vodosnabdevanje naselja u sistemu „Potiski vodovodi“**

U sistemu vodosnabdevanja "Potiski vodovodi" pored Kanjiže i Horgoša nalazi se još šest naselja: Doline, Mala Pijaca, Orom, Totovo selo, Trešnjevac i Velebit. Ova mala naselja, često sa svega nekoliko stotina stanovnika, vodom za piće se snabevaju uglavnom iz jednog ili dva bunara u naselju, a samo Orom i Trešnjevac koriste po tri

bunara. Izvorišta su manjih kapaciteta u odnosu na Horgoš i Kanjižu (maksimalno do 30 l/s). Podaci o rezervama podzemnih voda preuzeti su iz Elaborata o rezervama koji je izrađen za sva naselja koja su u sistemu Potiskih vodovoda („Hidrozaovod DTD“-Novi Sad, 2007).

Naselje **Doline** – vodom za piće snabdeva se iz jednog bunara koji je izbušen klasičnom metodom do dubine 130 m i ugrađenom bunarskom konstrukcijom do 113 m. Kaptiran je inteval od 79.5 – 109.5 m. Kapacitet ovog bunara iznosi 12 l/s, sa maksimalnom depresijom od 18 m. Sirova voda sadrži u povišenim koncentracijama gvožđe (analiza od 15.04.2010. god.: 0.65 mg/l) i amonijak (0.72 mg/l), a povremeno i arsen.

Naselje **Mala Pijaca** vodom za piće snabdeva se iz dva bunara izvedena klasičnom metodom bušenja do dubina 112 m i 114 m. Bunari kaptiraju peskoviti sloj u intervalu 82-110 m (pleistocenske naslage). Ukupni kapacitet bunara iznosi oko 30 l/s. Iznad MDK u sirovoj vodi javlja se gvožđe (analiza od 15.04.2010.: 0.38 mg/l), amonijak (0.54 mg/l) i povremeno arsen.

U naselju **Orom** za vodosnabdevanje se koriste tri bunara dubina 130 m, 137 m i 144 m, izvedena klasičnom metodom u periodu od 1984. do 2001. godine. Bunari kaptiraju isti vodonosni sloj na dubini 94-126 m (pleistocenski peskovi). Početni kapaciteti bunara bili su veći u odnosu na današnje, tako da su bunari pojedinačno (prema podacima crpenja iz perioda izrade) imali izdašnost do 26 l/s uz pojedinačnu depresiju od 12.50 m. Danas, ukupna izdašnost sva tri bunara iznosi oko 30 l/s, uz depresiju u bunarima, koja prema službi vodovoda iznosi oko 18 m. Podatak o današnjoj vrednosti dinamičkih nivoa u bunarima ipak treba prihvatiti sa rezervom, obzirom da se ne vrše redovna osmatranja nivoa podzemnih voda. U pogledu kvaliteta, i u vodi iz ovih bunara konstatovani su povišeni sadržaji gvožđa (analiza od 15.04.2010.: 064 mg/l), amonijaka (0.68 mg/l) i povremeno arsena.

Naselje **Totovo selo** danas se vodom za piće snabdeva iz jednog bunara, dok drugi postojeći bunar tokom istraživanja nije bio u eksploataciji i o kojem ne postoji

dokumentacija (izveden je 2001. godine). Pored ova dva, nalazi se i jedan napušten bunar u blizini aktivnog bunara B-2. Bunarom B-2 izvedenim 1984. godine klasičnom metodom eksploatiše se podzemna voda iz pleistocenskih naslaga u intervalu dubine 82-122 m. U pogledu kapaciteta postoje različiti podaci, prema službi vodovoda ukupni kapacitet izvorišta iznosi 22 l/s, dok prema podacima drugih dokumenata kapacitet jedinog aktivnog bunara iznosi 7 l/s. Objašnjenje za ovakve razlike izdašnosti može biti mogućnost da bunar koji trenutno nije u eksploataciji ima kapacitet od oko 15 l/s. Nakon izrade ovog bunara statički nivo podzemne vode iznosio je 15.0 m. Sniženje u bunaru prilikom crpenja kapacitetom od 7 l/s ostvaruje se obaranje nivoa podzemne vode za 3 m (dinamički nivo na izvorištu iznosi 18 m). U pogledu fizičko-hemijskih karakteristika, one su slične kao u okolnim naseljima: voda je određene boje, povišeno je gvožđe (analiza od 15.04.2010.: 0.38 mg/l), zatim amonijak (analiza od 15.04.2010.: 0.50 mg/l) i povremeno arsen.

U naselju **Trešnjevac** izbušena su tri bunara za vodosnabdevanje stanovništva. Bunarima dubine 107-127 m kaptirana je pleistocenska izdan na intervalima dubine 109-123 m. Kapaciteti bunara kreću se između 1 i 12 l/s uz maksimalni dinamički nivo podzemnih voda od 18 m. Ukupna izdašnost svih bunara iznosi 34 l/s i podaci o eksploataciji svakodnevno se evidentiraju. Osmatranja nivoa podzemnih voda ne vrše se redovno, već samo jednom u toku mesec dana. Kvalitet vode vrši se redovno. Iznad MDK u sirovoj vodi javljaju se gvožđe (analiza od 15.04.2010.: 0.38 mg/l) i amonijak (0.59 mg/l), a na osnovu rezultata raspoloživih hemijskih analiza, u uzorcima vode u Trešnjevcu koncentracije arsena su u dozvoljenim granicama. Voda se tretira samo hlorom.

U naselju **Velebit** za vodosnabdevanje stanovništva koristi se jedan bunar izveden 1987. godine. Prilikom izrade bunara voda je isticala pod pritiskom (+0.63 m). Kapacitet bunara tokom crpenja iznosio je 16 l/s pri sniženju nivoa od 5.2 m. Filterski deo postavljen je u intervalu 63.5-76.56 m. Danas se bunar eksploatiše kapacitetom 12 l/s. Merenja količina vode i osmatranja nivoa podzemne vode vrše se povremeno, dok se kontrola kvaliteta vrši redovno. Sirova voda u povišenim koncentracijama sadrži

gvožđe (analiza od 15.04.2010.: 0.55 mg/l) i amonijak (0.58 mg/l). Tehnološki tretman obuhvata samo hlorisanje vode.

Na kraju aktivnosti sprovedenih prilikom anketiranja izvorišta u nadležnosti d.o.o. "Potiski vodovodi", na području opštine Kanjiža sumirani su rezultati kompleksnih hidrogeoloških istraživanja na ovim izvorištima izvedenih u cilju utvrđivanja i kategorizacije rezervi podzemnih voda. Rezerve podzemnih voda određene su za izdani pod pritiskom, dok prva izdan sa slobodnim ili subarteskim nivoom nije bila predmet istraživanja. Autori istraživanja "Hidrozavod-DTD" proračun rezervi izvršili su na osnovu izvedenih probno-eksploatacionih crpenja ili praćenjem eksploatacije. Rezultati su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 18. Rezerve podzemnih voda na izvorištima pod nadzorom d.o.o. "Potiski vodovodi" za prvu izdan pod pritiskom (interval dubine 63-156m). Prema "Hidrozavod DTD".

Naselje	Kategorija rezervi			Ustaljeno sniženje (m)
	"B" (l/s)	"C <sub>1</sub> " (l/s)	"B"+"C <sub>1</sub> " (l/s)	
<b>Kanjiža</b>	48.7	56.0	104.7	4.35 - 6.70 *
<b>Horgoš</b>	45.9	48.1	94.0	4.35 - 16.01
<b>Martonoš</b>	6.2	2.1	8.3	12.30 - 20.80
<b>Adorjan</b>	3.0	1.1	4.1	7.80
<b>Fodor škola</b>	0.2	0.2	0.4	1.90
<b>Mala Pijaca</b>	2.8	1.3	4.1	14.20
<b>Mali Pesak</b>	0.7	0.3	1.0	5.50
<b>Velebit</b>	0.9	0.2	1.1	8.20
<b>Trešnjevac</b>	3.5	1.8	5.3	16.10 - 23.20
<b>Orom</b>	3.4	1.5	4.9	15.70
<b>Totovo selo</b>	1.1	1.1	2.2	17.70
<b>Doline</b>	0.6	0.4	1.0	16.50
<b>UKUPNO</b>	<b>117.0</b>	<b>114.1</b>	<b>231.1</b>	-

\* - vrednost sniženja u zavisnosti od bunara

Tabela 19. Rezerve podzemnih voda na izvorštima pod nadzorom d.o.o. "Potiski vodovodi" za prvu izdan pod pritiskom (interval dubine 169-261m). Prema "Hidrožavod DTD".

Naselje	Kategorija rezervi			Ustaljeno sniženje (m)
	"B" (l/s)	"C <sub>1</sub> " (l/s)	"B"+"C <sub>1</sub> " (l/s)	
<b>Kanjža</b>	59.7	54.8	114.5	6.02 - 8.01 *
<b>Horgoš</b>	15.0	5.5	20.5	3.47
<b>UKUPNO</b>	<b>74.7</b>	<b>60.3</b>	<b>135.0</b>	-

\* - vrednost sniženja u zavisnosti od bunara

## 12. Izvorišta u Subotici

Najveći grad severne Bačke vodu za piće obezbeđuje sa više izvorišta i iz individualnih bunara na području grada. Najznačajnije je izvorište je "Vodozahvat I" sa 31 bunarom, zatim "Vodozahvat II" sa 5 bunara, «Integral» sa 2 bunara, zatim dva bunara na lokaciji gradske bolnice i jedan bunar pod nazivom «Graničar» koji nije povezan u cevovodni sistem i koristi se za vodosnabdevanje stanovništva u severoistočnom delu grada.

Vodosnabdevanje grada vrši se u potpunosti na bazi iskorišćavanja podzemnih voda na izvorštima koja su u nadležnosti JKP «Vodovod i kanalizacija», koje je i vlasnik područja izvorišta.

### Izvorište „Vodozahvat I“

Izvorište «Vodozahvat I» formirano je 1962. godine u severnom delu Subotice, tada nenaseljenom predgrađu. Razvoj grada i povećanje potreba u vodi za piće uslovljavalo je ubrzano proširivanje izvorišta na kojem je danas u eksploataciji ukupno 31 bunar.

Na «Vodozahvatu I» eksploatišu se podzemne vode u okviru pleistocenskih peskovitih naslaga, iz izdani koje su formirane do dubine 190 m. U pogledu stratigrafske pripadnosti dubljih litoloških članova, postoje različiti stavovi i može se naići na mišljenje da najdublji delovi vodonosng kompleksa koji se eksploatišu na izvorištu

pripadaju pliocenskim, paludinskim slojevima. Ovakvo mišljenje povezuje se sa velikom dubinom, ali nema drugih pouzdanih podataka kojim bi se argumentovale ovakave tvrdnje. Zbog stava o pleistocenskoj starosti peskovitih naslaga na izvorištu, koji prevladava kod najvećeg broja istraživača, u radu je usvojeno da se zahvatanje podzemnih voda vrši iz naslaga koje pripadaju osnovnom vodonosnom kompleksu.

Bunari su bušeni reversnom metodom, prečnika 323 mm (najveći broj bunara), sa ugrađenim uglavnom slotiranim filterima. Dubine bunara na izvorištu su između 101 do 190 m. Kapacitet pojedinačno po bunaru iznose između 10 l/s i 30 l/s. Na izvorištu se eksploatiše ukupno između 280 l/s i 330 l/s.

Nakon višegodišnje eksploatacije izdašnosti bunar opada zbog čega se oni zamenjuju novim koji se izrađuje u neposrednoj blizini starog. Konstatovano je da svaka naredna generacija bunara ima manju izdašnost. Iz ovih razloga na izvorištu se redovno vrši i mehaničko-hemijska regeneracija bunara.

Monitoring na izvorištu obuhvata režimska osmatranja nivoa podzemnih voda, količina crpne vode i redovnu kontrolu kvaliteta podzemne vode.

Sirovu podzemnu vodu sa izvorišta karakterišu povišeni sadržaji gvožđa, amonijaka i arsena. Na izvorištu instaliran je savremeni pogon za preradu i filtraciju vode (sistem «Culligan» - Italija), Pored pomenutog tretmana na izvorištu se vrši i hlorisanje vode.

Određivanje rezervi podzemnih voda u na izvorištima u Subotici vrši se fazno, po izvorištima. Tokom 2010. godine izrađen je elaborat o rezervama podzemnih voda za izvorište "Vodozahvat I " i utvrđene su količine od 200.8 l/s ("Hidrozaovod-DTD", Novi Sad).

Na izvorištu se sprovode mere zaštite, a ovo nekada slabo naseljeno predgrađe danas se sve više urbanizuje. Izgradnja stambenih i privrednih objekata predstavlja potencijalnu opasnost sa aspekta zaštite ovog izvorišta.

Ukupna dužina vodovodne mreže iznosi 436 km. Vodovodni sistem je potisnog tipa, u okviru kojeg su izgrađena i tri rezervoara zapremine 3000 m<sup>3</sup>. Gubici u vodovodnoj mreži procenjuju se na 20 %. U narednom periodu predviđa se proširenje kako izvorišta "Vodozahvat I", tako i drugih postojećih izvorišta izradom novih bunara.

### **Izvorište za vodosnabdevanje Subotice – izvorište "Vodozahvat II"**

Osamdesetih godina prošlog veka zbog povećanja potreba grada i dopunskih količina vode za piće u severoistočnom delu grada, prema Paliću formirano je izvorište „Vodozahvat II“ izradom četiri istražno-eksploataciona bunara ukupnog kapaciteta 73 l/s kojima su kaptirane vodonosne naslage na dubini od 100-190 m.

Danas se ovo izvorište sastoji od 10 bunara, od kojih je u eksploataciji sedam linijski raspoređenih na pet lokacija paralelno putu Subotica-Palić. Namena ovog izvorišta jeste dopuna glavnom izvorištu „Vodozahvat I“ u periodima maksimalne dnevne potrošnje vode, a najveće količine vode namenjene su za vodosnabdevanje MZ Radanovac i jednog dela MZ Palić.

Vodonosne naslage iz kojih se vrši eksploatacija po starosti pripadaju starijem kvartaru (pleistocen) odnosno osnovnom vodonosnom kompleksu.

Voda se zahvata reversno bušenim bunarima, velikog prečnika  $\Phi$  1000 mm i  $\Phi$  820 mm, sa ugrađenom bunarskom konstrukcijom  $\Phi$  508 mm i  $\Phi$  323 mm. Kaptirana su tri vodonosna horizonta filterima različitih konstrukcija: mostičavi, slotirani, rešetkasti. Ukupni kapacitet izvorišta je 73 l/s, sa pojedinačnim izdašnostima bunara od 9 do 16 l/s (maksimalne izdašnosti pojedinih bunara, na osnovu opita crpenja iznose i 25 l/s). Bunari na izvorištu se uključuju u sistem prema potrebi, u zavisnosti od trenutne potrošnje.

Režimska osmatranja na ovom izvorištu obuhvataju nedovoljno učestala merenja nivoa podzemnih voda koja se vrše samo jednom u toku mesec dana, a izdašnost se meri



jednom u toku sedam dana. Kvalitet vode kontroliše se u sklopu redovnih aktivnosti kontrole na svim izvorištima podzemnih voda za vodosnabdevanje Subotice.

Najveći problem izvorišta predstavlja kvalitet sirove vode, zbog povišenih sadržaja gvožđa (srednja vr. 0.56 mg/l), amonijaka (0.564 mg/l) i arsena (0.091 mg/l). I pored ovoga, na izvorištu se voda tretira jedino hlorom. Plan razvoja grada i naselja opštine predviđa izgradnju pogona za preradu vode kapaciteta 400 l/s sistemom kakav je instaliran na izvorištu "Vodozahvat I" ("Culligan" sistem zatvorenih filtera).

Elaboratom o rezervama utvrđene su količine od od 21,8 l/s kategorije "B" i 20,7 l/s kategorije C<sub>1</sub>, odnosno ukupne rezerve u količini od 42,5 l/s.

Sa aspekta zaštite značaj ima budući plan razvoja grada i znatno proširenje industrijske zone u ovom prigradskom području, što predstavlja veoma nepovoljnu okolnost za zaštitu ovog izvorišta, pa i njegovu perspektivnost.

Izvorište obezbeđuje i vodu za piće za stanovništvo i industriju severoistočnog dela Subotice. Izvorište je cevovodom  $\Phi$  300 mm povezano sa MZ Radanovac, a cevovodom  $\Phi$  400 mm direktno je priključeno na vodovodnu mrežu grada.

### **Izvorište za vodosnabdevanje Subotice – izvorište "Integral"**

Izvorište "Integral" locirano je u južnom delu Subotice, na području mesne zajednice Aleksandrovo. Formirano je 1985. godine sa ciljem da dopunskim količinama podzemnih voda omogući efikasnije vodosnabdevanje grada koji se inače najvećim delom snabdeva sa izvorišta "Vodozahvat I".

Na izvorištu se nalaze dva bunara, od kojih je prvi izveden 1985. godine (B-1/1/85 - "stari" bunar), a drugi 2001. godine (B-2/1/01 - "novi" bunar). Stariji bunar izveden je reversnom metodom bušenja do dubine 185 m, prečnika bušenja  $\Phi$  800 mm sa ugradjenom bunarskom konstrukcijom  $\Phi$  614/323 mm. Kaptira četiri peskovita vodonosna horizonta na intervalu dubine 111-162 m, koji po starosti pripadaju

pleistocenu. Maksimalna izdašnost ovog bunara na osnovu testa crpenja iznosi 16.5 l/s, ali se eksploatacija vrši kapacitetom 5.6 l/s.

Drugi bunar izveden je 2001. godine do dubine 184 m. Bunar je bušen reversnom metodom sa prečnikom bušenja  $\Phi$  820 mm i ugradjenom eksploatacionom kolonom  $\Phi$  323 mm. Kaptirani su slojevi na dubini od 107-173 m, pleistocenske starosti. Maksimalni kapacitet bunara je 37.5 l/s, ali se eksploatiše kapacitetom 26 l/s.

Maksimalna izdašnost izvorišta iznosi 53.5 l/s, ali se potrebe grada zadovoljavaju sa 32 l/s sa ovog izvorišta.

Problemi sa kvalitetom vode, identični su sa kao i na ostalim izvorištima grada, jer sirova voda sadrži povišene koncentracije gvožđa, amonijaka i arsena. Obrada vode u cilju smanjenja sadržaja ovih komponenti se ne vrši i jedino se obavlja hlorisanje.

U sklopu izrade elaborata o rezervama za izvorište Vodozahvat II, 2011. godine određene su bilansne rezervi i ovog izvorišta. Od ukupne količine od 29.4 l/s, kategoriji "B" pripada 13,8 l/s, a kategoriji "C<sub>1</sub>" 15. 6 l/s.

U pogledu zaštite izvorišta, preduzete su mere zaštite bunara ograđivanjem prostora izvorišta žičanom ogradom i zaštitnim kućicama bunara. Na izvorištu se ne vrši stalni nadzor od strane službe obezbeđenja, tako da mere zaštite vodozahvatnih objekata nisu dovoljne.

## **11. Režim podzemnih voda**

### 11.1. Režim podzemnih voda aluvijalne i terasne izdani

U izdani koja se formira u aluvijalnim i terasnim naslagama, režim nivoa podzemnih voda je pod direktnim uticajem klimatskih i hidroloških faktora. Hidrološki faktori

imaju dominantan uticaj u priobalju reka, a udaljavajući se od reke ka centralnom delu područja raste uticaj padavina.

Najveće reke Dunav i Tisa, kao ravničarske reke sa malim gradijentom pada korita i dobrom hidrauličkom povezanošću sa podzemnim vodama peskovito-šljunkovitim naslaga, generalno posmatrano uslovljavaju relativno visoke nivoe podzemnih voda u ovom delu Panonskog basena. U neposrednom priobalju ovih reka (u zoni oko 500 m) u periodima niskih vodostaja izdani je sa slobodnim nivoom, a pri visokim je arteska (Josipović & Soro, 2012). Oscilacije nivoa podložne su sezonskim i godišnjim kolebanjima. Najviši nivoi su u proleće (mart-maj), a niži krajem jeseni (oktobar-novembar).

Poseban uticaj na režim podzemnih voda ima i međusobni položaj aluvijalnih i naslaga starijeg kvartara (pleistocena). Naime, u ovoj zoni aluvijalne naslage leže preko pleistocenskih naslaga i čine jedinstven kompleks zbog čega su izdani direktno hidraulički povezane. Preko aluvijalne izdani ostvaruje se prihranjivanje podinske subarteske izdani osnovnog vodonosnog kompleksa, a sa druge strane u određenim periodima ostvaruje se preticanje voda iz osnovne u aluvijalnu izdan.

Uticaj reka na podzemne vode utvrđen je u dosadašnjim hidrogeološkim istraživanjima. Prema istraživanjima iz 1996.godine (Škorić M., 1996) intenzivan uticaj Dunava konstatuje se na daljini od oko 2 km, pri čemu je najveći na udaljenosti 500 m od reke. Istraživanjima Instituta "Jaroslav Černi" iz 2004. godine, u priobalnoj zoni Dunava, kod Apatina, takođe je utvrđeno da se podzemne vode, u zavisnosti do blizine reci nalaze pod jačim ili slabijim uticajem reke, a tokom godine nivoi podzemnih voda osciliraju između 1.7 i 2.5 m. Detaljnim ispitivanjima u ovoj zoni i izvođenjem opitnih crpenja utvrđeno je da je doticaj vode iz pravca Dunava ka bunarima raspoređenim u nizu duž reke, osam do deset puta veći od doticaja iz zaleđa (lokacija Budžak), odnosno pet do šest puta na lokaciji Mesarske livade. Razlika u doticaju na ove dve lokacije je posledica položaja lokacije, odnosno blizine reci.

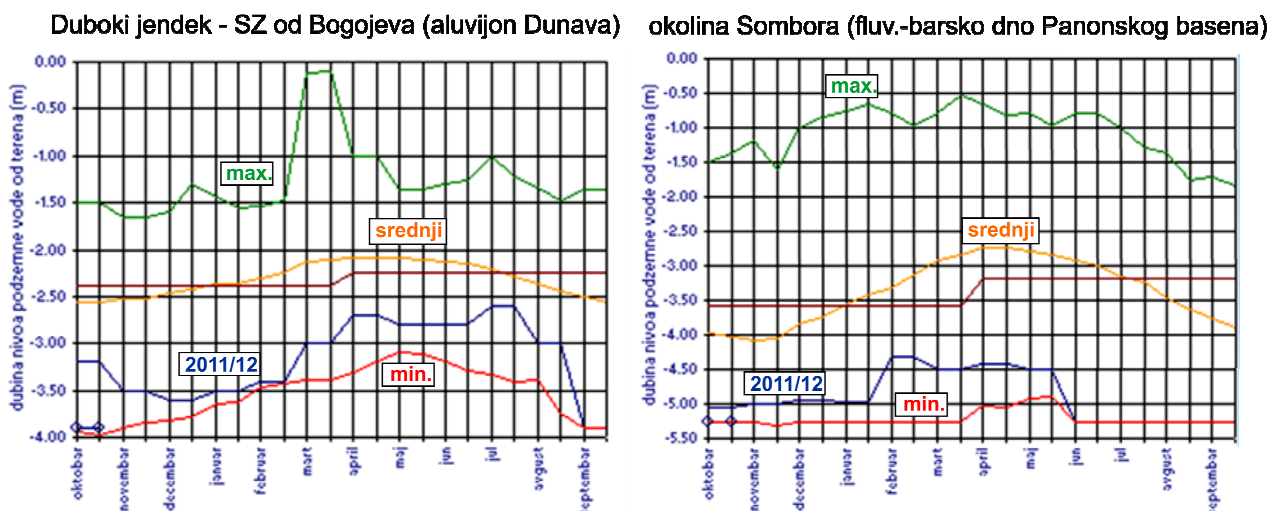
Značajna saznanja o režimu podzemnih voda ove izdani pružaju podaci vodoprivrednih preduzeća "Zapadna Bačka" koje od 1951. godine vrši osmatranja nivoa podzemnih voda na području Sombora sve do Dunava i "Severna Bačka" koje ista merenja vrši na području Subotice.

Na osnovu analize podataka za period 1951.-2012. godine u neposrednoj zoni Dunava (Duboki jarak, kod Bogojeva) nivo podzemne vode oscilira u granicama između 0.1 m (minimalne izmerene vrednosti ) i 4.0 m (maksimalne vrednosti) od površine terena (slika 37).

Udaljavanjem od Dunava na istok, na području rasprostranjenja lesne terase i fluvio-barskih sedimenata nivo podzemnih voda je na 3 m sa oscilacijama do dubine 5.2 m od površine terena, kod Sombora. Dalje, u zoni kontakta između terasnih naslaga i lesne zaravni nivo je plitko ispod površine terena, od 0.9 m i tokom godine opada do 1.8 m (naselje Svetozar Miletić). Visok nivo podzemnih voda posledica je doticaja podzemnih voda iz lesnih naslaga koje gravitiraju ka hipsometrijski nižim delovima terena. Ovo su područja u kojima se podzemne vode pojavljuju na površini terena u periodima godine sa velikim količinama padavina.

Na lesnoj zaravni Telečke, koja se izdiže i predstavlja najviši deo ovog područja, utvrđene su najveće dubine do nivoa podzemnih voda. Prosečne dubine do nivoa kreću se između 4 i 8 m, ali se lokalno nalaze i na većoj dubini. Podzemne vode gravitiraju obodnim delovima platoa, u pravcu Dunava i Tise.

Hidraulički gradijenti izdani u okviru terasnih naslaga su vrlo mali,  $I = 1.2 - 5.0 \cdot 10^{-4}$ , pa je i oticaj prema Dunavu i Tisi veoma spor (brzina,  $v = 2 \cdot 10^{-3}$  m/dan), zbog čega je vodozmena vrlo usporena (Josipović & Soro, 2012). Dvojaku funkciju u režimu ove izdani ima kanalska mreža DTD iz koje se izdan prihranjuje u letnjem periodu ili se vrši pražnjenje izdani tokom zime.



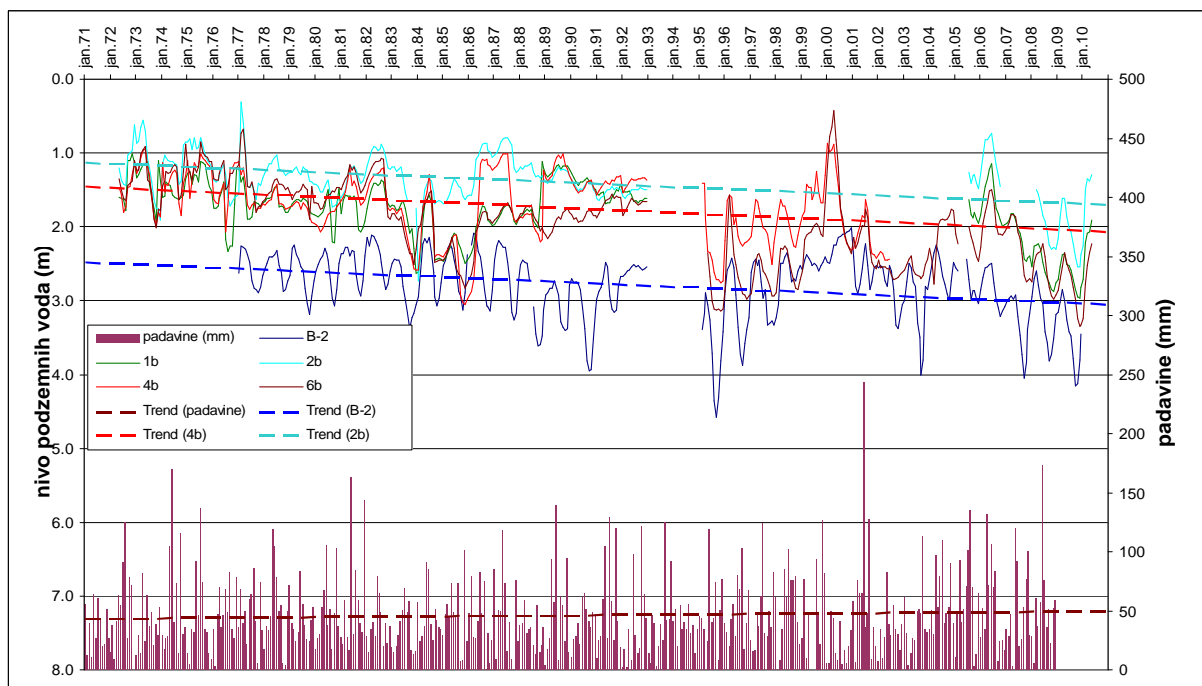
Slika 37. Oscilacije nivoa podzemnih voda u aluvijonu Dunava (levo) i okolini Sombora u periodu 1951-2012. godine (na osnovu podataka VDP "Zapadna Bačka", Sombor)

Za potrebe upoznavanja karakteristika režima podzemnih voda prve izdani u severnom delu područja izvršena je obrada podataka merenja nivoa podzemnih voda koje od sredine prošlog veka na širem području Subotice vrši VP "Severna Bačka". Iz grupe osmatračkih objekata izdvojeno je pet plitkih bunara za koja postoje podaci kontinuiranih višegodišnjih merenja u periodu od 1971. do 2010. godine. Imajući u vidu uticaj padavina i evapotranspiracije na režim ove izdani izvršena je i uporedna analiza oscilacija nivoa podzemnih voda i padavina kao i nivoa podzemnih voda i temperature vazduha.

U zavisnosti od lokacije istražnih objekata, nivo izdani se nalazi plitko ispod površine terena, od svega 0.3 m do 2 m i opada do dubina 2.7 m i 4.6 m. Prema ovim podacima nivo izdani oscilira između 2 i 3 m. Nivo izdani saglasan je površini terena i generalni pravac kretanja podzemnih voda prve izdani na ovom području je od severozapada ka jugoistoku.

Analizom podataka (slike 38 i 39) konstatovano je generalno opadanje nivoa podzemnih voda u posmatranom periodu. Na ovo ukazuje praktično identičan izgled linija trenda za tri bunara koje pokazuju da u periodu od 40 godina veličina opadanja nivoa podzemnih voda iznosi oko 0.5 m.

S druge strane, u istom periodu zabeleženo je čak i manje povećanje količina padavina (slika 38), dok je merenjima temperature vazduha u utvrđeno povećanje temperature za nešto više od 1 °C (slika 39).

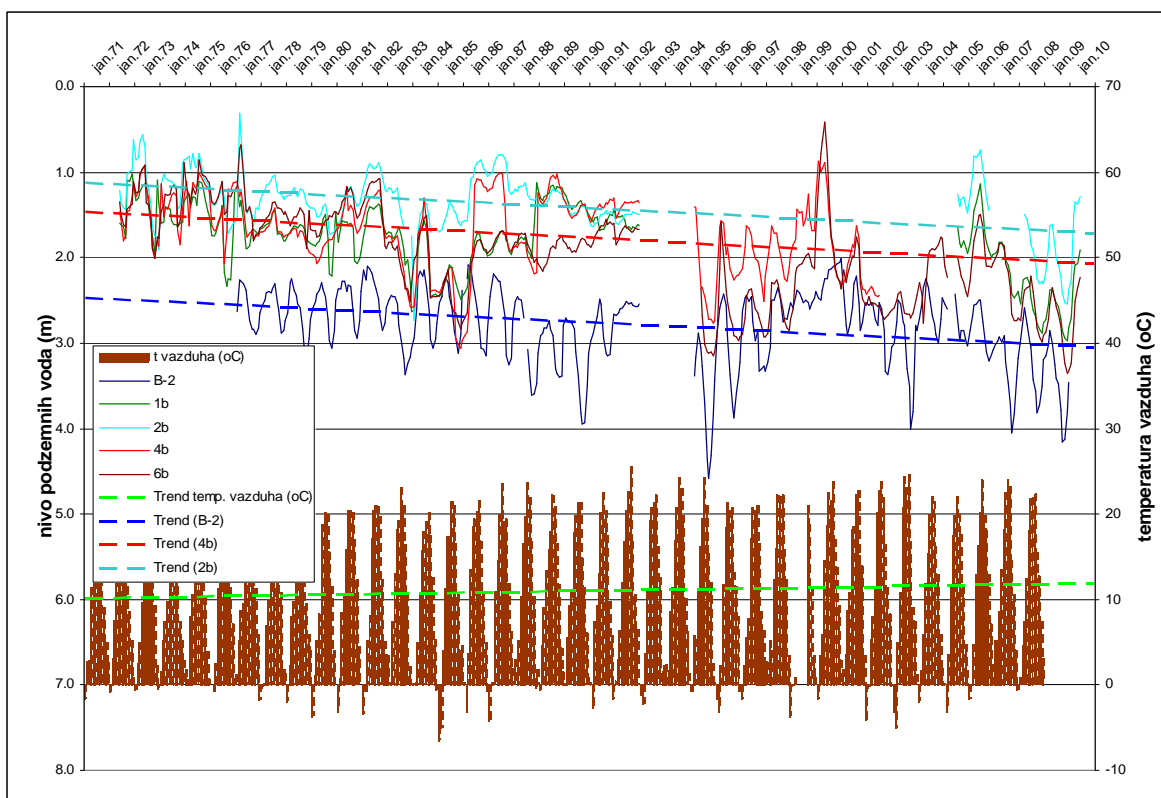


Slika 38. Uporedni dijagram oscilacija nivoa podzemnih voda prve izdani i padavina u severnom delu Bačke, u periodu 1971-2010. godine (na osnovu podataka VDP "Severna Bačka", Subotica)

Zbog postojanja podzemnih voda plitko ispod površine terena, povećano je isparavanje vode i na taj način temperatura vazduha ima uticaj na opadanje nivoa podzemne vode.

Ipak, uzimajući u obzir aktivnosti na ovom području, može se pretpostaviti da je generalno sniženje podzemnih voda prve izdani prvenstveno posledica antropogenog faktora, pre svega njihovog iskorišćavanja u tehničke svrhe i za potrebe navodnjavanja poljoprivrednih površina od strane individualnih poljoprivrednika. Ove delatnosti predstavljaju i objašnjenje razloga zbog kojeg se beleži opadanje nivoa podzemnih voda i pored toga što se za isti period konstatuje povećanje padavina.

U aluvijonu Tise podzemne vode se nalaze na nešto većim dubinama u odnosu na priobalje Dunava, između 2.3 i 3.5 m. Uticaj Tise intenzivan je u zoni 400-500 m od nasipa, odnosno korita reke.



Slika 39. Uporedni dijagram oscilacija nivoa podzemnih voda prve izdani i temperture vazduha u severnom delu Bačke, u periodu 1971-2010. godine (na osnovu podataka VDP "Severna Bačka", Subotica)

Malo je egzaktnih podataka osmatranja na osnovu kojih se može zaključivati o karakteristikama režima podzemnih voda aluvijalnih naslaga Tise. Hidrogeološkim istraživanjima kod Padeja (Stevanović Z. et al., 2006) konstatovana je dobra hidraulička veza između aluvijalne izdani i Tise. Ovde je zbog pretežno glinovitih povlatnih naslaga do 6 m dubine u aluvijalnim sitnozrnim do srednjozrnim peskovima formirana izdan pod subarteskim pritiskom.

Znatan uticaj na vodni režim na području Bačke i Vojvodine uopšte, uslovljen je antropogenim faktorom, izgradnjom hidrotehničkih objekata građenih u cilju (veštačke)

regulacije prirodnog režima voda. Na području severne Bačke režim podzemnih voda uslovljen je kanalskom mrežom sistema "Dunav-Tisa-Dunav" i branom na Tisi kod Novog Bečeja. Na širem području dugogodišnjim osmatranjima je konstatovan i značajan uticaj rada đerdapskih hidrocentrala na podzemne vode znatno uzvodnije od brana.

### 11.2. Režim podzemnih voda pleistocenske izdani

Pleistocenske naslage rasprostranjene su na celom području severne Bačke na dubinama između 40 i 200 m. Zbog dubine na kojoj se nalaze vodonosni slojevi i udaljenih zona prihranjivanja formirana izdan karakteriše se stabilnim nivoom podzemnih voda posmatrano u višegodišnjem periodu.

Režim pleistocenske izdani je pod još većim uticajem veštačkih faktora jer vodonosni slojevi ovih naslaga predstavljaju *osnovni vodonosni kompleks* iz kojeg se vrši vodosnabdevanje najvećeg broja naselja na ovom i celom području Vojvodine.

Intenzivna višegodišnja eksploatacija i porast potreba u vodi uslovlili su zahvatanje količina voda koje prevazilaze mogućnosti prirodnog prihranjivanja što je uslovlilo smanjenje pritiska i regionalno opadanje nivoa podzemne vode ove izdani. Prema ranijim istraživačima (Vasiljević M., 1998) sniženja nivoa na najvećem delu Vojvodine su uglavnom manja od 10 m, ali u današnjim uslovima porasta potrošnje kao posledice razvoja Pokrajine nema pouzdanih podataka o vrednostima obaranja nivoa podzemnih voda.

Precrpljivanje ove izdani, pored opadanja nivoa, ima negativne posledice i u pogledu režima kvalitativnih karakteristika voda. Sniženjem pritiska u izdani stvaraju se uslovi za prodor voda iz dubljih izdani sa povišenom mineralizacijom i temperaturom, gasovima (ugljovodonici) i drugih komponenti hemijskog sastava, ali i intenzivno prihranjivanje iz prve izdani.



Za potrebe proučavanja režima nivoa podzemnih voda pleistocenske izdani, na području severne Bačke vršena su kontinualna osmatranja nivoa u periodu avgust, 2008. - mart, 2010. godine. Automatizovana merenja dajverima vršena su na pet odabranih lokacija (tabela 20).

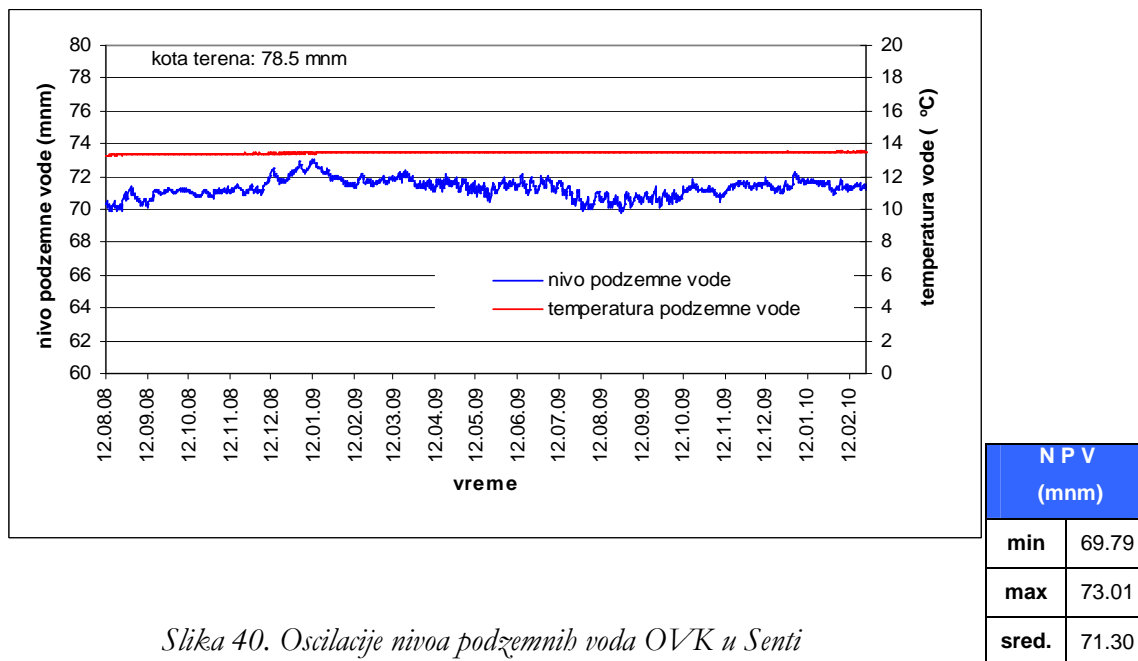
U cilju praćenja oscilacija nivoa u prirodnim uslovima sredine, težilo se da uređaji budu postavljeni u napuštenim bunarima i istražnim bušotinama koji su udaljeni od izvorišta ili izvan neposrednog uticaja bunara koji su u eksploataciji. Ovi uslovi su ostvarni u Senti, Bečeju i Malom Idošu, dok su u Bajmoku i Subotici morali biti postavljeni u zoni postojećih izvorišta, zbog čega je period merenja bio kraći, do sredine maja 2009. godine. Merenja u Bajmoku i Subotici zbog toga su manje reprezentativna, a uticaj

Tabela 20. Merenja oscilacija nivoa podzemnih voda na području severne Bačke.

Naselje	Lokalnost	Oznaka osmatračkog obj.	PARAMETRI			
			Dubina objekta (m)	Početni stat. nivo podz. vode (m)	Dajver postavljen na dubini (m)	Učestanost merenja
<b>Senta</b>	Stara fabrika "Šampinjon"	Napušten bun.	86-89	8.20	20.00	na 6 h
<b>Bečej</b>	Janiga salaš	P-1, pijezometar	150	12.89	19.90	na 4 h
<b>Subotica</b>	Izvorište "Vodozahvat I"	B-4, napušten	90	17.57	30.00	na 6 h
<b>Bajmok</b>	Kosovski trg 1	B-3, napušten	oko 100	6.12	20.00	na 6 h
<b>Mali Idoš</b>	Vašarska ulica	Napušten bun.	oko 90	0.90	5.00	na 6 h

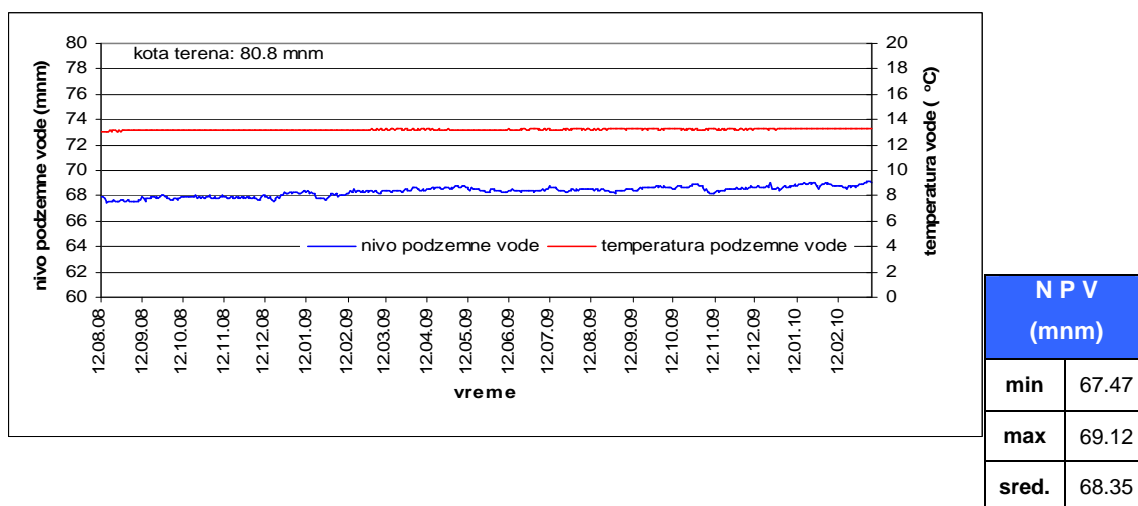
eksploatacije je očigledan i na dijagramima. I pored toga i ova merenja odražavaju tipičan karakter režima nivoa podzemnih voda pleistocenske izdani.

Analizom nivograma na svim lokacijama, može se konstatovati da je režim nivoa pleistocenske izdani stabilan tokom vremena. Minimalni nivoi podzemnih voda (u odnosu na površinu terena) konstatovani su u januaru mesecu, a maksimalni krajem

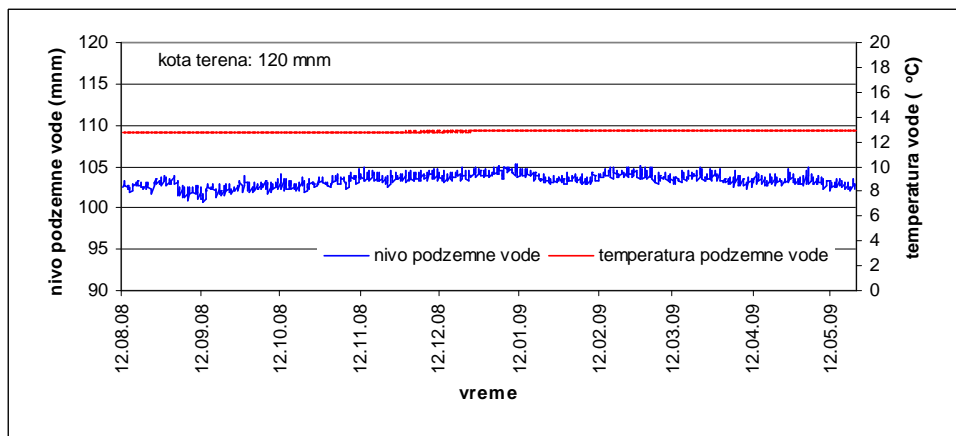


Slika 40. Oscilacije nivoa podzemnih voda OVK u Senti

avgusta. Amplitude oscilovanja nivoa podzemnih voda tokom ispitivanja pleistocenske izdani nisu prelazile 3.5 m.

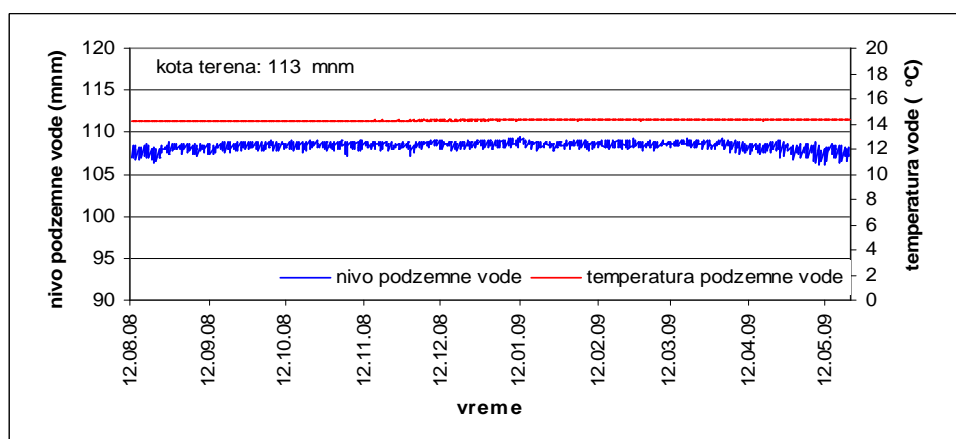


Slika 41. Oscilacije nivoa podzemnih voda OVK u Bečeju



N P V (m)	
min	100.75
max	105.37
sred.	103.35

Slika 42. Oscilacije nivoa podzemnih voda OVK u Subotici

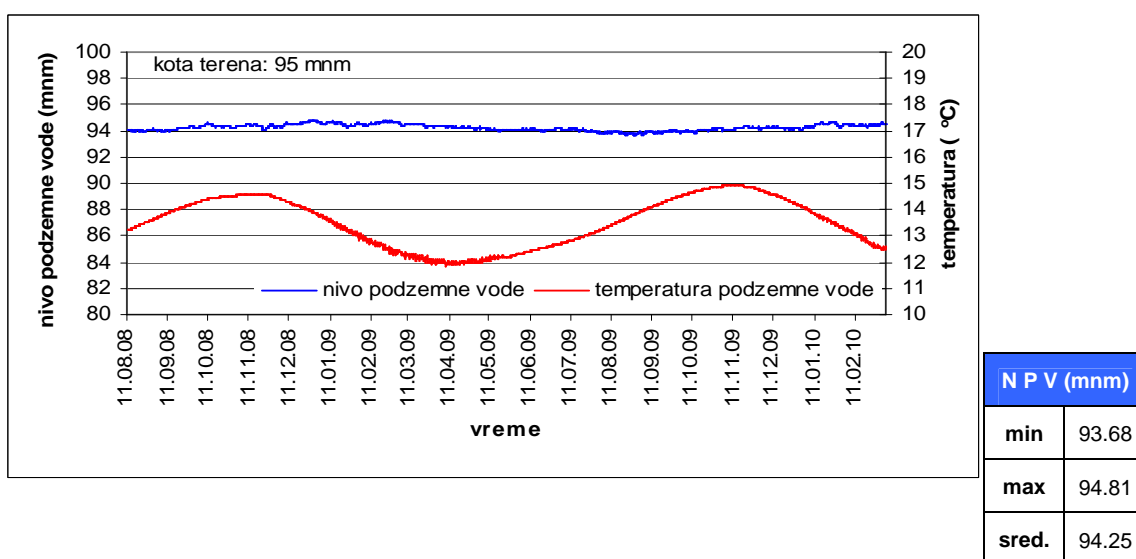


N P V (mnm)	
min	106.11
max	109.36
sred.	108.36

Slika 43. Oscilacije nivoa podzemnih voda OVK u Bajmoku

Raspon oscilacija nivoa tokom istraživanog perioda (raspon između min. i max. vrednosti) iznosi 1.13 m u Malom Idošu i 3.25 m (Bajmok). Liniju nivoa na dijagramima za Bajmok i Suboticu karakterišu oscilovanja zbog uticaja okolnih bunara, ali i pored toga generalni izgled ukazuje na stabilan režim. Zbog uticaja okolnih bunara na izvoristu „Vodozahvat I“ u Subotici, nivo podzemne vode je znatno dublji (max. i do 19.25 m) nego u bunarima na ostalim lokacijama.

Uređajem (dajverom) istovremeno su vršena i merenja temperature podzemne vode. Dobijene vrednosti i izgled krive temperature takođe potvrđuju konstataciju o stabilnosti režima. Vrednosti temperature su ujednačene prosečna vrednost iznosi oko 13.5 °C. Oscilacije temperature vode u bunaru u M. Idošu verovatno su posledica položaja dajvera koji je ovde postavljen na dubinu 5 m od površine terena, zbog čega je moguć intenzivniji uticaj temperaturnih promena pripovršinskog dela terena odnosno temperatura vazduha.



Slika 44. Oscilacije nivoa podzemnih voda OVK u Malom Idošu

## 12. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda

Dugogodišnjim radom vodovodnih službi i brojnim hidrogeološkim istraživanjima na istraživanom području dobro su proučene i upoznate fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda. Kvalitet podzemnih voda česta je tema pri razmatranju strategije vodosnabdevanja stanovništva i industrije na ovom prostoru, jer u pogledu kvaliteta sirove podzemne vode često ne zadovoljavaju kriterijume upotrebe za piće. Kako su sa aspekta vodosnabdevanja najznačajnije vodonosne sredine do dubine od oko 200 m, najviše podataka odnosi se na rezultate ispitivanja voda u okviru rasprostranjenja aluvijalnih i terasnih naslaga i podzemnih voda iz pleistocenske, odnosno izdani osnovnog vodonosnog kompleksa.

### 12.1. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda aluvijalne i terasne izdani

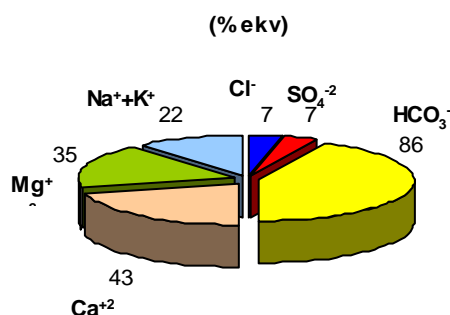
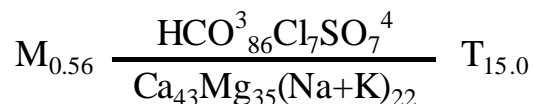
Podzemne vode iz izdani u mlađim kvartarnim, aluvijalnim sedimentima i terasnim naslagama koriste se najviše za vodosnabdevanje naselja u zapadnom delu istraživanog područja (Sombor i Apatin). Pored geološkog sastava naslaga, primarni značaj za kvalitet voda slobodne izdani ima njen prostorni položaj. Blizina površini terena omogućava intenzivnu infiltraciju padavina, dok u zonama rečnih tokova veliki uticaj na njihov sastav imaju površinske vode kojima se prihranjuje izdan. Pored ovoga, sve izraženiji i često presudan je antropogeni uticaj na kvalitet podzemnih voda.

Na osnovu raspoloživih rezultata hemijskih analiza, vode ove izdani su bez boje i mirisa, ali u pojedinim lokalnosti one su žute boje zbog prisustva huminskih (organskih) materija. Vode su pretežno slaboalkalne, sa povišenom temperaturom koja varira između 12 i 15 °C. Mineralizacija voda, na osnovu dostupnih analiza, je u rasponu između 382 i 730 mg/l.

U pogledu sadržaja makro-komponenti hemijskog sastava, hidrokarbonati predstavljaju dominantni anjon, zatim slede hloridi i sulfati sa približno istom koncentracijom.

U katjonskom sastavu u najvećem broju uzoraka na prvom mestu po sadržaju zastupljen je kalcijum, a zatim magnezijum, ali je moguć i obrnuti raspored, kada dominantan katjon predstavlja magnezijum. Joni natrijuma i kalijuma imaju manje koncentracije ali su oni dominantni katjoni u podzemnoj vodi na izvorištu "Jaroš" u Somboru. Prema dosadašnjim saznanjima njihova koncentracija na pojedinim delovima terena povećava se sa dubinom.

Analize voda koje su rađene na celom području istraživanja pokazuju da vode u okviru rasprostanjenja aluvijalnih i terasnih naslaga pripadaju hidrokarbonatnoj klasi, kalcijumskoj grupi voda, redje natrijsko-kalijskoj, sa srednjim sadržajima jona koji se mogu prikazati formulom Kurlova:



Slika 45. Dijagram zastupljenosti makrokomponenti hemijskog sastava podzemnih voda izdani u aluvijalnim i terasnim naslagama.

Vode ove izdani karakteriše povišen sadržaj pojedinih komponenti hemijskog sastava u odnosu na propisane maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK) u vodi za piće.

Iz ovih razloga konstatuje se veliki procenat fizičko-hemijski neispravnih uzoraka vode u svim vodovodnim službama koje se vodom snabdevaju iz ove izdani. Uzroci neispravnosti su boja (na pojedinim lokalnostima), mutnoća, povećani sadržaji gvožđa, mangana, organskih materija i amonijaka (na pojedinim lokalnostima, npr. Apatin).

Antropogeni, negativan uticaj na kvalitet i njeno zagađenje ogleda se u prisustvu pesticida i drugih komponenti usled primene agrohemijjskih sredstava na poljoprivrednim površinama. Vode prve izdani izložene su intenzivnom zagađivanju otpadnim vodama industrije koje sadrže fenole, deterdžente i mnoga druga jedinjenja.

U pogledu mikrobiološkog sastava, neispravnost voda prouzrokovana je prisustvom koliformnih bakterija fekalnog porekla i aerobnih mezofilnih bakterija.

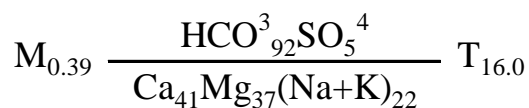
## 12.2. Fizičko-hemijske karakteristike podzemnih voda pleistocenske izdani

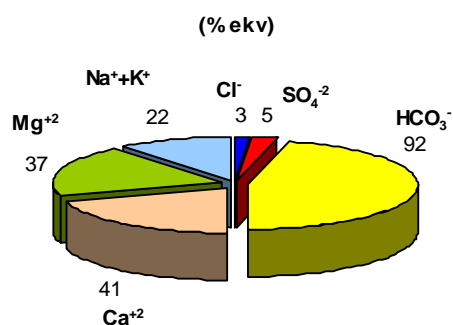
Pleistocenske naslage rasprostranjene su na celom području Bačke i predstavljaju osnovnu vodonosnu sredinu iz koje se vrši zahvatanje voda za potrebe vodosnabdevanja. Dubina na kojoj se nalaze i debljina naslaga variraju što ima uticaj i na njihova fizičko-hemijska svojstva. Kvalitet voda za potrebe ovog rada proučen je na osnovu rezultata hemijskih analiza koja se redovno vrše u 73 naselja severne Bačke u kojima se eksploatišu vode ove izdani. Pored ovoga analiziran je veliki broj rezultata hemijskih analiza vodovodnih službi većih gradova i okolnih naselja.

Vode pleistocenskih naslaga su uglavnom bez mirisa i ukusa, bezbojne ili žute usled prisustva huminskih materija. Karakterišu se povišenom temperaturom između 14 do 18 °C, neutralne su ili slaboalkalne sa vrednostima pH u rasponu 7 do 8. Mineralizacija varira od 260 do 943 mg/l u zavisnosti od lokalnosti, ali generalno, veće vrednosti imaju vode na području južne Bačke.

Hidrokarbonati su dominantni u anjonskom sastavu sa znatno većim vrednostima u odnosu na hloride i sulfatne jone. U pogledu katjenskog odnosa postoji određena prostorna zavisnost u pojavljivanju zemnoalkalnih i alkalnih elemenata koja je utvrđena hidrohemijским ispitivanjima podzemnih voda ovoga kompleksa. Prema ovoj pravilnosti joni  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  preovlađuju u podzemnim vodama na području Telečke visoravni, Subotice i Horgoša, dok su  $\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$  uglavnom dominantni katjoni u vodama na ostalom delu istraživanog područja.

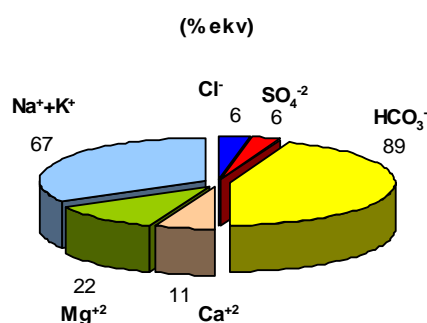
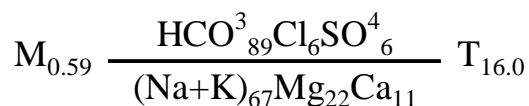
Tako srednji sadržaji jona prikazani formulom Kurlova za podzemne vode pleistocenskog kompleksa na području Telečke visoravni, Subotice i područja Horgoša iznose:





Slika 46. Dijagram zastupljenosti makrokomponenti hemijskog sastava podzemnih voda izdani u pleistocenskim naslagama, na području Telečke, Subotice i Horgoša

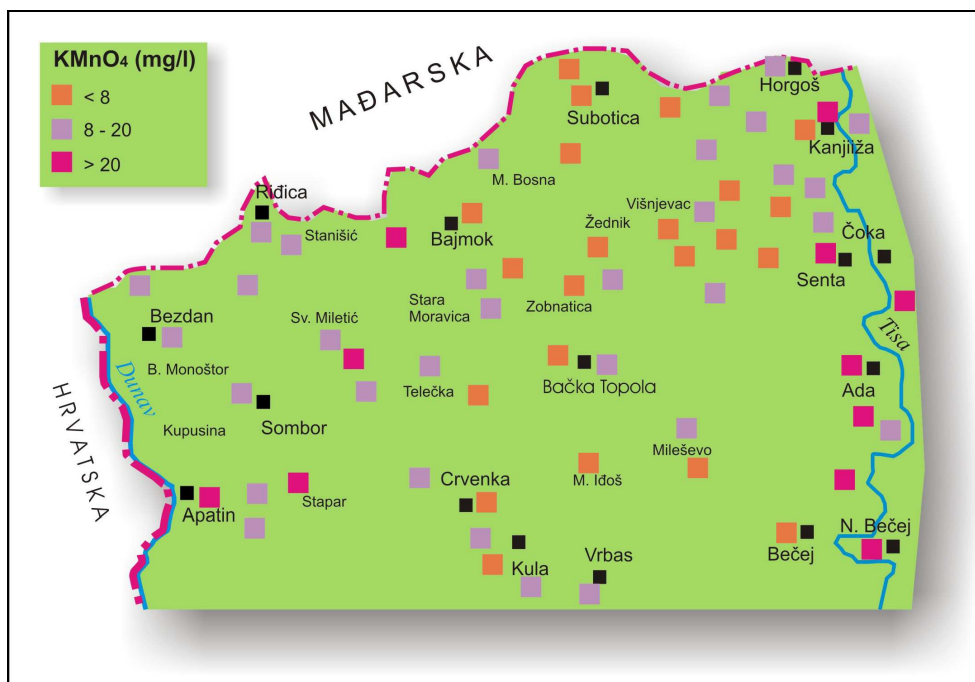
Za ostale delove istraživanog područja osrednjena formula Kurlova ima sledeći izgled:



Slika 47. Dijagram zastupljenosti makrokomponenti hemijskog sastava podzemnih voda izdani u pleistocenskim naslagama na ostalim delovima istraživanog područja (zapadna Bačka, južni delovi istraživaog područja)

Vode karakterišu povišena temperatura, često boja, mutnoća i povećani sadržaji gvožđa, mangana, organskih materija, amonijaka, arsena rezidualni hlor. Koncentracije gvožđa manje su nego u vodama prve izdani, ali ipak iznad maksimalno dozvoljenih količina u vodi za piće (do 1 mg/l, ređe 1.5 mg/l). Zbog prisustva organskih materija vode imaju žutu boju i predstavlja čestu pojavu u podzemnim vodama na prostoru Vojvodine. Na istraživanom području najčešće pojave "žute vode" su u okolini Bečeja i području duž Tise.



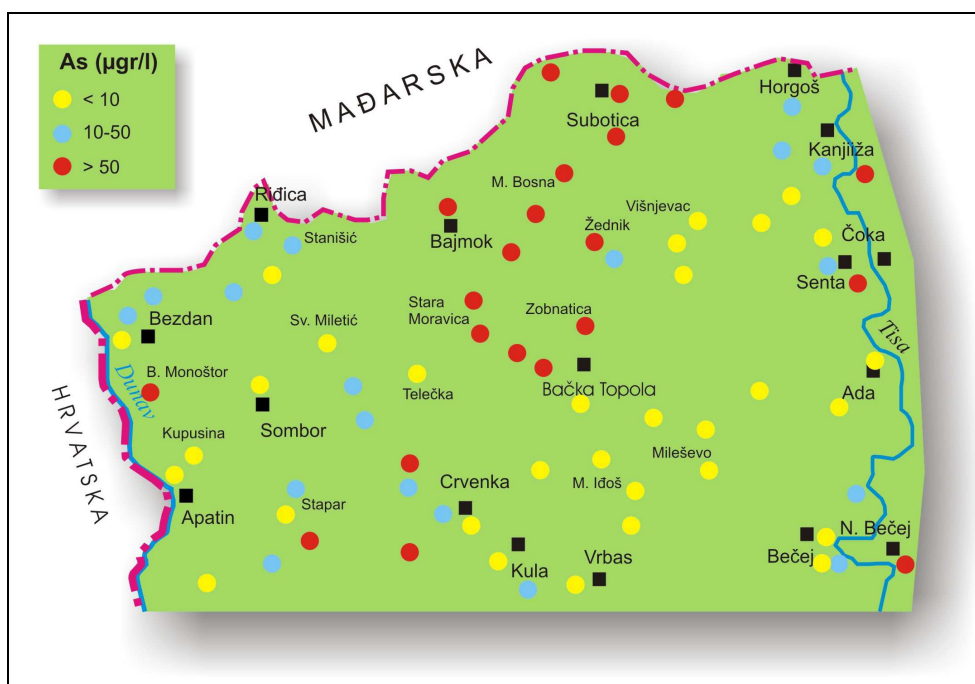


Slika 48. Utrošak kalijum-permanganata u podzemnim vodama pleistocenskog kompleksa severne Bačke

Sadržaj amonijum jona povišen je na najvećem delu područja. Na osnovu vrednosti u vodama osnovnog vodonosnog kompleksa može se konstatovati da se koncentracije amonijum jona povećavaju udaljujući se od Dunava ka središnjem delu područja. Poreklo amonijum jona najčešće je genetsko odnosno vezano je za geološku građu sredine i nije prouzrokovano antropogenim uticajem i zagađenjem tla i vode.

Ispitivane vode dublje izdani karakteriše povišen sadržaj arsena, što zbog njegove toksičnosti predstavlja značajan problem u upotrebi za piće. Na istraživanom području arsen je takođe geološkog porekla (neorganski, petovalentni). Koncentracije iznad povišenih konstatovane su praktično na celom područje rasprostranjenja ove izdani. Najsloženija situacija u ovom pogledu je na području Subotice gde se njegov sadržaj kreće od 0.02 - 0.173 mg/l. U zapadnom delu severne Bačke, idući prema Dunavu, koncentracija arsena se smanjuje tako da se u zoni Apatina nalazi na granici MDK ili je periodično blago povišena. Na slici 49 dat je pregled lokacija sa povišenim koncentracijama arsena na području severne Bačke.

Aeracija i filtracija kao standardna procedura kojom se uklanjaju ostali metali ne može ukloniti arsen ukoliko su njegove koncentracije znatno iznad MDK. I pored potrebe da se na više lokacija izvrši smanjenje koncentracije arsena u sirovoj vodi, samo u vodovodu u Subotici instalirano je postrojenje ("Calligan" sistem) kojim se sadržaj ovog toksičnog elementa svodi u dozvoljene granice.



Slika 49. Sadržaj arsena u podzemnim vodama pleistocenskog kompleksa na području severne Bačke

Kvalitet voda pleistocenske izdani sa aspekta mikrobiološkog sastava, povoljniji je zahvaljujući dubini na kojoj se nalaze, zaštićene od uticaja sa površine terena vodonepropusnim glinovitim naslagama. Ovo je razlog što se analizama u toku jedne godine konstatuje mali procenat mikrobiološke neispravnosti uzoraka vode, koji iznosi do 10 %. Neispravnost voda javlja se usled prisustva povećanog broja koliformnih bakterija fekalnog porekla, streptokoka fekalnog porekla i aerobnih mezofilnih bakterija.

Na osnovu brojnih rezultata izrađenih hemijskih i mikrobioloških analiza na izvorištima opštinskih centara i ostalih naselja opština izvršen je i pregledni prikaz povišenih

Tabela 21 . Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće severne Bačke u 2002. godini  
 (prema Strategiji vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini, 2009)

Opština / grad / naselje		fizičko-hemijske analize		mikrobiološke analize	
		% neisprav.	iznad MDK	% neisprav.	uzrok neispravnosti
Ada	grad	87.5	mutnoća, boja, miris, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak,	13.79	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. kolifor. bakterija, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	naselja opštine	100	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak, elektroprov.	15.79	aerobne mezofilne, Streptokoke fekalnog porekla
Apatin	opština / mesto	62.8	boja, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, mangan, amonijak	39.1	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Bačka Topola	grad	100	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak	9.3	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
	naselja opštine	91.7	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak	16.8	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
Bečej	grad	60.7	miris, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak, rezid. hlor	0.74	aerobne mezofilne bakterije
	naselja opštine	90.9	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak, elektroprov.	43.5	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija, Streptokoke fekalnog porekla, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Kanjiža	grad	100	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, mangan, amonijak, arsen, rezid. hlor,	7.2	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
	naselja opštine	56	mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak, rezid. hlor,	9.7	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
Kula	opština / mesto	61.9	boja, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, mangan, amonijak	31	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Mali Iđoš		96.7	boja, miris, mutnoća, gvožđe, amonijak	8.7	koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
Senta	opština / mesto	100	boja, miris, mutnoća, KMnO <sub>4</sub> , gvožđe, amonijak, elektroprov.		

tabela 21 (nastavak)

Opština / grad / naselje		fizičko-hemijske analize		mikrobiološke analize	
		% neisprav.	iznad MDK	% neisprav.	uzrok neispravnosti
Sombor	opština / mesto	59.1	boja, mutnoća, $\text{KMnO}_4$ , gvožđe, mangan, amonijak	20.2	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije
Subotica	grad	53.5	boja, miris, mutnoća, $\text{KMnO}_4$ , gvožđe, mangan, amonijak, arsen, rezid. hlor,	7.2	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
	naselja opštine	76.7	boja, miris, mutnoća, $\text{KMnO}_4$ , gvožđe, mangan, amonijak, arsen, rezid. hlor,	6.8	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija
Vrbas	grad	96.4	boja, miris, mutnoća, $\text{KMnO}_4$ , gvožđe, mangan, amonijak, elektroprov.	8.2	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
	naselja opštine	100	boja, miris, mutnoća, $\text{KMnO}_4$ , gvožđe, amonijak, elektroprov, hloridi, rezid. hlor,	30.8	aerobne mezofilne, koliformne fekalnog porekla, povećan br. koliformnih bakterija, Proteus vrste, Streptokoke fekalnog porekla, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

koncentracija komponenti hemijskog sastava u vodama koje se zahvataju na ovim izvorištima za vodosnabdevanje stanovništva i industrije kao i njihov bakteriološki sadržaj (tabela 21). U pitanju je statistička obrada uzoraka voda bez obzira na pripadnost određenoj izdani.

### 12.3. Tretman podzemnih voda

Rezultati izrađenih analiza sirove podzemne vode potvrđuju činjenicu da kvalitet voda koje se na izvorištima zahvataju nije zadovoljavajući sa aspekta njihove upotrebe za piće. Rešavanje problema vezanih za kvalitet podzemne vode predstavlja primarni zadatak u okviru kojega treba utvrditi mogućnosti i vrste tehnoloških postupaka obrade u cilju dostizanja kvaliteta vode za piće prema važećim propisima.

Na istraživanom području, ne vršeći izdvajanje prema izdani iz kojih se zahvataju, podzemne vode najčešće sadrže povišene koncentracije gasova ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , ponekad i

H<sub>2</sub>S), zatim gvožđa, mangana, amonijaka, organskih materija, rastvorenih neorganskih materija, natrijuma, bora i arsena. U vodi se najčešće istovremeno nalazi više ovih komponenti što predstavlja problem kada je u pitanju tehnološka obrada jer je često potrebno primeniti više procesa. Pored problema zbog nemogućnosti ukljanjanja pojedinih komponenti u potpunosti, znatno veći problem za naše vodovode predstavljaju materijalna sredstva koja je potrebno obezbediti za primenu odgovarajuće tehnologije obrade. Ovo je razlog zbog kojeg se u najvećem broju gradova i naročito seoskih naselja ne vrši adekvatna tehnološka obrada sirove vode.

Najčešći i često jedini vid obrade je dezinfekcija vode, odnosno hlorisanje. Ono se primenjuje neselektivno, često i u uslovima kada to nije dozvoljeno, kao što je slučaj kada se vrši hlorisanje podzemna vode koje sadrži organske materije čime se stvaraju jedinjenja veoma opasna po zdravlje.

Iako se na velikom broju izvorišta zahvataju podzemne vode sa povišenim sadržajem arsena jedino u Subotici, i to samo na izvorištu "Vodozahvat I" postoji postrojenje (sistem "Culligan") kojim se vrši neophodna obrada i uklanjanje arsena. Pored ovoga grada, u Apatinu je instalirano savremeno postrojenje (takođe, "Culligan" sistem) koje je tokom ovih istraživanja funkcionisalo u eksperimentalnoj fazi i postojala je potreba određene dopune u tehnologiji obrade. U ostalim naseljima ne vrši se potrebna obrada vode, prvenstveno iz ekonomskih razloga.

Savremeni evropski propisi odgovarajuće postupke obrade vode propisuju prema konceptu "najbolje dostupne tehnike za obradu vode"<sup>3</sup> kojim se zadovoljavajući kvalitet vode dostiže primenom najboljeg načina (u tehnološkom smislu) koji je "dostupan" u pogledu ekonomskih i tehničkih uslova koje jedna zajednica može da obezbedi.

Problematika kvaliteta i obrade podzemne vode detaljno i savremenom metodologijom obrađena je u "Strategiji vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini" (Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2007) - u nastavku Strategija. Od malobrojnih

---

<sup>3</sup> "Best Available Technique" (BAT) - engl. Termin za princip koji se koristi za rešavanje problema u širem smislu.

savremenih radova o ovoj temi treba spomenuti i zaključke istraživanja koja su izvedena u aluvijonu Tise, kojima su istraživane hidrogeološke karakteristike ovog područja, kvalitet i efekti tehnološke obrade podzemnih voda iz ovih naslaga (Stauder et al, 2007; Stevanović Z. et al, 2007).

Definisanje procesa obrade koji je potrebno primeniti na postojećim izvorištima podzemnih voda izvršeno je uzimajući u obzir a) kvalitet sirove vode; b) važećeg Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće i c) mogućnosti primene procesa sa aspekta tehničkih i ekonomskih uslova.

Na izvorištima je najčešće potrebno primenjivati više tehnoloških procesa što je zavisno od pojave pojedinih komponenti i njihovih sadržaja.

U tabeli 22 dat je pregled procesa (postupaka) koje bi trebalo primeniti na postojećim izvorištima.

U periodu 2005-2006. godine na osnovu međunarodnog projekta<sup>4</sup>, izvedena su istraživanja u cilju utvrđivanja poboljšanja mogućnosti vodosnabdevanja opština Kikinda, Novi Bečej, Bečej i Zrenjanin, područja na kojem podzemna voda koja se decenijama koristi ne zadovoljava kriterijume upotrebe za piće. Izradom većeg broja analiza podzemnih voda uzimanih iz 16 bunara na izvorištima gradova, utvrđen je veći broj komponenti hemijskog sastava koji je iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija propisanih u vodi za piće (Strauder, 2007). Vode koje su analizirane na ovim lokacijama sadržale su visoke koncentracije organskih materija, huminske materije, gasove (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S), gvožđe, mangan, amonijak, arsen i bor.

Rezultati nemačkih stručnjaka koji su vršili ispitivanja mogućnosti uklanjanja pojedinih komponenti u laboratorijskim uslovima (u Nemačkoj) i *in situ* (na izvorištima), ukazali su da su efekti primenjenih procesa obrade različiti za pojedine komponente. Tako je

---

<sup>4</sup> Projekat je realizovan u okviru Nemačko-srpskog Poslovnog saveta, a učesnici na projektu bili su Departman za tehnologiju, Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe, Nemačka, zatim "IK Consulting" i "Ehting" iz Beograda, kao i Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološkog fakulteta iz Beograda.

Tabela 22. Neophodni tehnološki tretmani sirove vode na izvorištima severne Bačke ("Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini", 2007).

dezinfekcija	
opština B. Topola	Bagremovo
	Bogaraš
	Njegošovo
degazacija/aeracija, filtracija, dezinfekcija	
opština B. Topola	Bačka Topola
	Gornja Rogatica
	Gunaroš
	Pobeda
	Svetičevo
	Srednji Salaš
	Bajša
	Mičunovo
opština Bečej	Bečej
	Radičević Mileševo
opština Ada	Utrine
opština Senta	Bogaraš
opština Mali Idoš	Lovćenac
	Mali Idoš
	Feketić
opština Subotica	Višnjevac
	Čantavir
opština Kanjiža	Velebit
	Doline
	Zimonjić
	Orom
	Totovo selo
opština Kula	Trešnjevac
	Lipar
	Nova Crvenka
degazacija/aeracija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	
opština Apatin	Apatin
	Prigrevica
	Svilojevo
	Sonta
opština Sombor	Telečka
	Čonoplja
degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	
opština Kanjiža	Male Pijace
	Horgoš
	Mali Pesak
	Martonoš
opština Sombor	Novo selo
	Aleksa Šantić
	Bezdán
	Gakovo
	Klijajićevo
	Rastina
	Riđica
Sombor	
opština B. Topola	Novo Orahovo
opština Vrbas	Panonija
opština Srbobran	Savino selo
	Nadali
opština Kula	Turija
	Kula
	Crvenka

degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	
opština B. Topola	Bački Sokolac
	Karađorđevo
	Krivaja
	Mali Beograd
	Orešković
	Pačir
	Stara Moravica
	Zobnatica
opština Ada	Kavilo
	Ada
	Mol
	Obornjača
opština Vrbas	Sterijino
	Bačko Dobro polje
	Kucura
opština Bečej	Kosančić
	Bačko Gradište
opština Subotica	Bajmok 29,9
	Bački Vinogradi 6,6
	Bikovo
	Gornji Tavankut
	Donji Tavankut
	Đurđin
	Kelebija
	Mala Bosna
	Mišičevo
	Novi Žednik
	Palić
	Stari Žednik
	Subotica
	Bačko Dušanovo
	Ljutovo
Hajdukovo	
Šupljak	
degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, filtracija GAU, adsorpcija, dezinfekcija	
opština Kanjiža	Kanjiža
opština Kula	Kruščić
	Sivac
opština Ada	Adorjan
opština Vrbas	Zmajev
degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, membranska separacija, dezinfekcija	
opština Vrbas	Vrbas
opština Sombor	Bački Breg
	Kolut
	Svetozar Miletić

degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, membranska separacija, dezinfekcija	
opština Sombor	Bački Monoštor
	Doroslovo
	Stanišić
	Stapar
opština Kula	Ruski Krstur
opština Bečej	Bačko Petrovo selo
opština Srbobran	Srbobran
opština Apatin	Kupusina
opština Vrbas	Ravno selo
opština Senta	Senta

zaključeno da je za obradu sirove podzemne vode uglavnom potrebna primena procesa aeracije, flokulacije, ozonizacije, filtracije i dezinfekcije i da se ovakvom obradom uglavnom dostiže zadovoljavajući kvalitet za piće, ali je takođe utvrđeno da je za uklanjanje ili smanjenje sadržaja nekih komponenti potrebna primena složenih i skupih postupaka (kao što je primena reversne osmoze za uklanjanje arsena, natrijuma, amonijaka, huminskih materija - slučaj Zrenjanina). Generalni zaključak ukazao je na neophodnost primene složenih tehnoloških postupaka uz instalaciju relativno skupih postrojenja kako bi se izvršila popravka kvaliteta podzemne vode koja se dubljim bunarima zahvata na ovim izvorištima.

Nastavak ovog projekta predstavljala su istraživanja aluvijalnih naslaga Tise u cilju ispitivanja mogućnosti formiranja izvorišta uz Tisu, sa kojeg bi se plitkim bunarima, na račun obalske filtracije obezbedile dodatne količine vode za buduće vodosnabdevanje ovih opština (Stevanović Z. et al, 2007).

Rezultati ispitivanja ukazali su na pozitivne efekte u smislu poboljšanja kvaliteta vode zahvaćene izvedenim plitkim bunarima što je posledica njihovog hemijskog sastava, filtracije kroz poroznu sredinu i mešanja površinskih voda (koje čine i do 80 % od ukupno zahvaćenih količina, što zavisi od blizine bunara reci) sa podzemnim vodama.

Najveći značaj obalske filtracije ogleda se u efikasnom mehaničkom i biološkom prečišćavanju infiltriranih rečnih voda pri kretanju kroz poroznu sredinu, tako da se gotovo u potpunosti uklanjaju suspendovane materije i patogeni mikroorganizmi, u značajnoj meri eliminišu se rastvorene organske materije. Tokom dugotrajnih crpenja utvrđena su blaga sniženja koncentracija gvožđa, mangana i arsena.

Primena rešenja za vodosnabdevanje otvaranjem izvorišta u aluvijonu Tise ima neke značajne prednosti u odnosu na dosadašnju praksu iskorišćavanja podzemnih voda dubljih izdani. Pre svega, obalskom filtracijom obezbeđuju se veće količine vode jer su u pitanju površinske vode.



U pogledu sadržaja nepoželjnih komponenti, plitkim bunarima zahvataju se vode bez prisustva arsena ili bora, koje sadrže vode dubljih izdani (OVK i paludinskih naslaga) i za čije je uklanjanje potrebno obezbediti skupe tehnološke procese.

Prema ovim istraživanjima, primena procesa aercije-oksidacije-flokulacije-filtracije-dezinfekcije značajno se snižavaju sadržaji pojedinih komponenti kao što su metan, amonijak, gvožđe, mangan i arsen i dostiže zadovoljavajući nivo kvaliteta vode za piće.

Treba uzeti u obzir da rečne vode sadrže povišene koncentracije organskih materija, zagađivače antropogenog porekla (teške metale, ostatke farmaceutika i dr.), ali najznačajniju potencijalnu opasnost u njihovoj upotrebi predstavljaju mogućnosti akcidentnih zagađenja kakva su se već događala u prošlosti. Može se navesti primer iz 2000. godine kada se kod naselja Baja Mare (Rumunija) u rudniku zlata izlilo hiljade tona mulja sa cijanidima i teškim metalima, nakon čega je u Srbiji utvrđena koncentracija cijanida od 2.9 mg/l i nagli porast vrednosti teških metala (Stauder et al, 2007). U basenu Tise utvrđene su 92 rizične lokacije kao mogući izvori zagađenja, od čega se 16 nalazi u Srbiji, zbog čega je Tisa svrstana u grupu ranjivih vodotokova u jugoistočnoj Evropi sa aspektom potencijalnog rizika od zagađenja

### **13. Ocena stepena ugroženosti podzemnih voda od zagađenja**

Istraživani deo Bačke predstavlja privredno razvijeno područje u kojem su pored poljoprivrede razvijene i mnoge grane industrijske proizvodnje. Sa aspekta zaštite životne sredine uopšte, može reći da prirodne karakteristike oblasti udružene sa antropogenim faktorom uslovljavaju visok rizik zagađenja podzemnih voda.

Savremeni pristup u istraživanju problematike zaštite podzemnih voda obuhvata utvrđivanje faktora koji vrše "pritisk" (impact) na podzemne vode, na osnovu čega je moguće dati i ocenu rizika od zagađenja podzemnih voda na jednom području.

Za ocenu stanja u pogledu zaštite podzemnih voda potrebno je analizirati uticaj prirodnih karakteristika, a zatim sagledati i postojeće kompleksno stanje u oblasti postojećih privrednih delatnosti, pre svega stepenu primene mera zaštite u industriji i poljoprivredi i načinu organizovanosti i funkcionisanja komunalnih sistema u urbanim i ruralnim sredinama.

Od prirodnih faktora koji su nepovoljni u pogledu zaštite podzemnih voda treba istaći sledeće:

- ▶ Konfiguracija terena i ravničarsko područje, zbog malih padova korita vodotokova uslovljavaju spor proticaj površinskih voda, a sa druge strane subhorizontalni položaj vodonosnih slojeva uslovljava sporu cirkulaciju i pražnjenje podzemnih voda. U ovakvim uslovima vrši se spora propagacija zagađenja koje zbog toga dugotrajno deluje u sredini.
- ▶ Najveći vodotokovi, Dunav i Tisa predstavljaju međunarodne reke zbog čega je kontrola kvaliteta vode izvan državne granice praktično nemoguća. Zbog hidrauličke povezanosti sa podzemnim vodama, eventualno zagađenje rečne vode vrlo brzo se prenosi i u aluvijalnu poroznu sredinu zagađujući i podzemne vode. U prošlosti je bilo dovoljno slučajeva incidentnog zagađenja, posebno Tise, kao što je dati primer zagađenja u Rumuniji, kod naselja Baja Mare. Bez međunarodne saradnje i strogo poštovanja dogovorenih obaveza nesigurno je planiranje izvorišta na bazi iskorišćavanja voda tranzitnih tokova.
- ▶ Položaj vodonosnih naslaga sa dobrim filtarcionim svojstvima (peskovi, les) u kojima je formirana izdan sa slobodnim nivoom (prva izdan), plitko ispod površine terena, ili direktno na površini čime je omogućena brza infiltracija zagađenja sa površine u podzemlje. Obzirom na regionalno rasprostranjenje stenskih masa i međugranični karakter izdani koje su u njima formirane, podzemne vode izložene su mogućnosti zagađenja na velikom području koje teritorijalno pripada različitim državama.

► Zbog dubine (prosečno preko 100 m), uslovi zaštite izdani osnovnog vodonosnog kompleksa (osnovne izdani) su povoljniji, ali je njihovo zagađenje moguće posredno, preticanjem iz povlatnih vodonosnih naslaga, odnosno prve izdani. Opasnost od zagađenja veća je u aluvijalnom području Dunava, gde su prva izdan i izdan osnovnog vodonosnog kompleksa u direktnom kontaktu.

Rizik od zagađenja prisutan je na izvorištima zbog intenzivnog crpenja režimom koji bi mogao usloviti opadanje nivoa podzemnih voda osnovne izdani. Precrpljivanjem izdani narušava se ravnoteža pritisaka, zbog čega postoji mogućnost prodora voda iz dubljih horizonata koje su pod veći pritiscima ili veća infiltracija voda iz povlatnih naslaga. Na ovaj način u izdan osnovnog vodonosnog kompleksa mogu dospeti termomineralne vode sa visokom mineralizacijom ili vode iz naftnih i gasnih ležišta. Prodor metana ili ugljendioksida iz dubljih naslaga u podzemne vode osnovne izdani česta su pojava na području Bačke, a kao primer mogu se navesti ovakvi slučajevi pri izradi bušotina i bunara u Bečeju. Još od 1950. godine na području Bečeja utvrđeno je ležište ugljendioksida, a detaljno je opisana erupcija gasa 1969. godine (bušotina Bč-5) koja je trajala osam meseci kada je dalji prodor gasa sprečen. Metan je konstatovan u intervalu dubine od 50-130 m, a zabeležena su eksplozije ovog gasa u vodi na nekoliko lokacija u gradu (Grupa autora, 1982).

Znatno veće pritiske na podzemne vode i probleme u pogledu zagađenja prouzrokuje delatnost čoveka, odnosno antropogeni faktor. Najznačajniji načini zagađivanja tla, površinskih i podzemnih voda na ovom području predstavljaju kanalizacione vode, otpadne vode industrije i aktivnosti u poljoprivredi.

► Kanalizacioni sistemi izgrađeni su jedino u većim gradovima u kojima centralizovano vodosnabdevanje vrše vodovodne službe pri čemu je kanalizacionom mrežom obuhvaćeno do 50 % domaćinstava, prosečno između 35% - 40 %. Ostalo stanovništvo gradova i manjih naselja poseduje septičke jame, što stvara izuzetno veliku opasnost po zagađenje podzemnih voda prve izdani. U kanalizaciju dospevaju otpadne vode domaćinstava, otpadne vode manjih industrijskih preduzeća i oborinske vode (gradske otpadne vode). Oko 40 %

kanalizacionih voda potiče od stanovništva. Komunalne otpadne vode sadrže mikroorganizme od kojih su neki patogene, a od specifičnih zagađivača u njima zastupljeni su azot, fosfor, masti i deterdženti.

► Industrija je najveći zagađivač na području severne Bačke. Veliki broj industrijskih preduzeća, u zavisnosti od delatnosti produkuje otpadne vode različitog sastava. Na istraživanom području najzastupljenija je prehrambena industrija (ona čini oko 80 % ukupnog industrijskog zagađenja u Vojvodini). Osnovni zagađivači su organske materije poreklom iz šećerana, klanca i industrija mesa, stočnih farmi. Pored ovih, nalaze se i druge različite vrste zagađujućih materija: neorganske soli, kiseline i baze, organske materije, suspendovane materije, boje, toksične materije, mikroorganizme, radioaktivne materije, tople vode i dr.

Više od polovine industrijskih zagađivača ne prečišćava otpadne vode, oko 15 % prečišćava ih zajedno sa komunalnim otpadnim vodama, a oko 20 % primenjuje primarni tretman obrade (Prirodno-matematički fakultet - Departman za hemiju, 2009).

► Na celom području severne Bačke kao i drugim delovima Vojvodine vrši se intenzivna poljoprivredna proizvodnja. Savremeni procesi proizvodnje u svim granama poljoprivrede podrazumevaju primenu veštačkih đubriva i drugih agrohemijskih sredstava. Sadržaji ovih sredstava vremenom se infiltriraju u podzemlje i predstavljaju opasnost prvenstveno za podzemne vode prve izdani. Iskustva evropskih zemalja u vezi problema sa povećavanjem sadržajem nitrata implementirana su u savremene evropske propise o vodama (koji će u nastavku biti detaljnije razmatrani) i razrađene mere i pravila ( tzv. Nitratna direktiva) koja se odnose na periode kada se zabranjuje primena određenih tipova đubriva, kapacitete skladišnih tankova za stajnjake, ograničenja primene đubriva u zavisnosti od: stanja, tipa, nagiba zemljišta, zatim klimatskih uslova, navodnjavanja i dr. Primenu ovih mera kao i kontrolu sadržaja nitrata trebalo bi znatno organizovanije sprovoditi i na ovom području.

Na delu terena izgrađenom od lesa, na Telečki, nalazi se najkvalitetnije poljoprivredno zemljište na kojem se koriste sva pomenuta agrohemijska sredstva u cilju poboljšanja prinosa. Zbog anizotropnih filtracionih svojstava sa izrazitom vertikalnom vodoprovodnošću lesa, velikim pritiscima izložene su podzemne prve izdani, ali je posredno ugrožen i osnovni vodonosni kompleks (druga izdan, izdan pod pritiskom) u dubljim zonama.

► Danas se sve više javlja problem zagađenja životne sredine otpadom koji se odlaže na neadekvatnim mestima i kao takav ne tretira u skladu sa propisima. Na ovakvim deponijama otpada formiranim najčešće neposredno izvan naselja, u zavisnosti od količina atmosferskih padavina stvaraju se značajne količine otpadnih voda koje se infiltriraju u poroznu sredinu narušavajući kvalitet podzemnih voda.

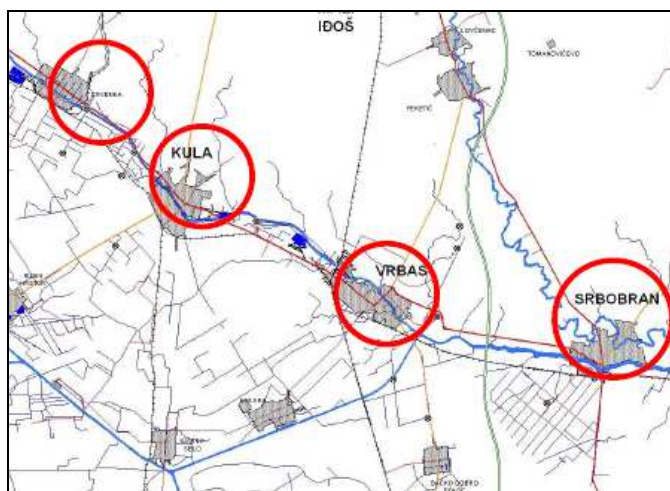
Glavne recipijente otpadnih voda naselja i industrije predstavljaju vodotokovi Dunav i Tisa, kanalska mreža DTD, reke Krivaja, Kereš i druge. Otpadne vode, neprečišćene ili nedovoljno prečišćene znatno opterećuju površinske tokove unoseći u njih velike količine raznovrsnih zagađujućim materija. Kvalitet površinskih voda na ovom području varira od II klase do kvaliteta vode "van klase".

- Višegodišnja ispitivanja kvaliteta voda Dunava na području Vojvodine, svrstavaju ove vode u II klasu, što je posledica značajne sposobnosti samoprečišćavanja.
- Tisa iz Mađarske dotiče sa kvalitetom vode koja se svrstava u III, a povremeno i u IV klasu. Pomenuta su akcidentna zagađenja reke koja su se događala u susednim državama i prenosile zagađenje u velikim koncentracijama i na teritoriju Srbije.
- Vode kanalske mreže DTD su promenljivog kvaliteta u zavisnosti od lokacije. Na području Bačke u ovaj kanal otpadne vode upušta preko 70 preduzeća. Veliki bački kanal u zoni industrijskih gradova Crvenka, Kula, Vrbas, Srbobran predstavlja najveću ekološku "crnu tačku" u Vojvodini i jedan od najzagađenijih vodotokova u ovom delu Evrope. U tabeli 23 dat je pregled reprezentativnih podataka o

količinama i kvalitetu otpadnih voda ispitivanih na području Vrbas-Kula-Crvenka. Na ovoj deonici vode su kategorisane kao vode "van klase" po bonitetu.

Najveći zagađivači su dve postojeće šećerane u Crvenki i Vrbasu koje proizvode oko 80 % ukupnog organskog opterećenja u industrijskom delu Crvenka-Kula-Vrbas. Posebnu karakteristiku čini neravnomernost u količinama otpadnih voda koje se tokom godine ispuštaju u kanal, što je posledica sezonskih aktivnosti u proizvodnji. Tako je tokom kampanje šećerana u jesenjim mesecima znatno povećan sadržaj organskih materija u kanalu.

Razmere zagađenja ispuštenih otpadnih voda, pored enormnih koncentracija pojedinih materija, ilustruje podatak da ispuštene zagađujuće materije stvaraju količine mulja koje smanjuju dubinu kanala tako da na pojedinim mestima na deonici kod Vrbasa dubina kanala iznosi svega 30 cm. Na najugroženijem delu u dužini od oko 6 km deponovano je oko 400 000 m<sup>3</sup> sedimenta.



Slika 50. Naselja na delu Velikog bačkog kanala koja su posebno ugrožena otpadnim vodama industrije

Tabela 23. Podaci o količini i sadržajima otpadnih voda industrije na području Vrbas-Kula-Crvenka (prema CECRA, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad).

zagađenje / materije	količina
ukupno organsko zagađenje industrije	36.6 t HPK/dan ili 17.9 t BPK <sub>5</sub> /dan
opterećenje suspendovanim materijama	8.3 t/dan
opterećenje azotnim materijama (računato preko uk.azota)	907 kg/dan
opterećenje fosfatnim materijama (računato preko uk. fosfora)	166 kg/dan
ukupna količina otpadnih voda	421 l/s

- o Reke Krivaju i Kereš karakterišu promenjivi sadržaji kiseonika, povišeni sadržaji azota, mangana. U vodotokovima Plazović i Kereš povišeni su sadržaji suspendovanih materija, povišeni sadržaji fenola (Kereš i Krivaja). Povremeno se u Krivaji registruju povećane koncentracije fosfora, žive, nikla i šestovalentnog hroma (Cr<sup>6+</sup>), a po koncentraciji amonijum jona je najugroženiji vodotok u Bačkoj. Ova reka je na pojedinim delovima, naročito nizvodno od B. Topole klasifikovana je "van klase".
- o Jezera Palić i Ludaš podložni su eutorfikaciji, a vode jezera su uglavnom u III klasi. Situacija u pogledu osvežavanja voda jezera poslednjih godina je poboljšana uvođenjem savremenije tehnologije prečišćavanja gradskih otpadnih voda Subotice kojima se prihranjuje Palićko jezero. Oba jezera, međutim, zapunjena su velikom količinom mulja, Palićko 1.9 miliona m<sup>3</sup>, a Ludoško preko 2.6 miliona m<sup>3</sup>, zbog čega je izrađen projekat njihovog čišćenja (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"). Tehnička rešenja koja treba primeniti uslovljavaju činjenice da je u pitanju velika količina sedimenta, zatim da mulj sadrži velike koncentracije fosfora i azota kao i činjenica da za jezero Palić tokom letnjeg perioda treba obezbeđivati oko 230 l/s vode.

Pored zagađenja površinskih voda koja su ovde prikazana za zaštitu i zagađenje podzemnih voda značajni su podaci koji se odnose na kvalitet sedimenta postojećih tokova i kanala. Problematična situacija u ovom pogledu je prisustvo teških metala i posebno kadmijuma u sedimentima vodotokova. Zagađenje je konstatovano u Dunavu, Tisi, akumulaciji Zobnatica i Ludaškom jezeru. Njegovo poreklo vezuje se za fosfatna

đubriva, ali se ne isključuje mogućnost visokog prirodnog fona kadmijuma u zemljištu. Cink i hrom utvrđeni u sedimentima Dunava, Tise i kanala DTD, ali i Ludoškog jezera. Bakar je manje rasprostranjen i utvrđen je u kanalu DTD.

Zagađenje sedimenta mineralnim uljima karakteristično je za Krivaju koja daje vodu za akumulaciju Zobnatica čiji sediment je na taj način takođe zagađen. U sedimentima reka i kanala utvrđeni su još i policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) i organohlorni pesticidi.

Analiza sedimenata pokazuje da su lošijeg kvaliteta sedimenti manjih vodotokova jer se u njih češće ulivaju neprečišćene otpadne vode, ali i zbog toga što imaju daleko manju moć samoprečišćavanja.

Postojanje ovako velikih izvora zagađenja i raznovrsnost zagađujućih materija svakako predstavlja opasnost i za podzemne vode tako da je rizik od zagađenja vrlo veliki. Da bi se u ovakvim uslovima podzemne vode efikasno zaštitile, neophodna je strategija preduzimanja neophodnih mera i njihovo dosledno sprovođenje za šta je neophodna dobra zakonska regulativa i podrška nadležnih institucija u sprovođenju mera zaštite ("zagađivač plaća").

Na području severne Bačke trebalo bi preduzeti obimne mere zaštite životne sredine . U cilju smanjenja pritiska na podzemne vode neophodno je vršiti prečišćavanje otpadnih voda gradova i industrije, veću kontrolu upotrebe veštačkih đubriva i adekvatno skladištenje različitog otpada.

Još sredinom prošlog veka u Vojvodini je započeta prerada otpadnih voda, kada su izgrađena i postrojenja za preradu. Nažalost, veliki broj ovih postrojenja danas ne prerađuje otpadnu vodu na zadovoljavajući način ili zbog nedovoljnog kapaciteta, neadekvatne primene tehnoloških procesa prečišćavanja, lošeg održavanja ili nedostatka finansijskih sredstava.



Na istraživanom području svi opštinski centri imaju izgrađeno postrojenje za preradu gradskih otpadnih voda (kapaciteta prerade iznad 2000 ES) , izuzev Srbobrana i Malog Idoša, ali u stalnom radu su postrojenja u Subotici, Somboru, Bečeju, Horgošu, Kanjiži, poslednjih godina i u Senti.

Proces prečišćavanja otpadne vode (komunalne i industrijske) u postojećim postrojenjima sastoji se od *primarne obrade* (fizičko-hemijsko prečišćavanje) i *sekundarne* (biološko prečišćavanje sa aktivnim muljem). U praksi razvijenih zemalja uključuje se i *tercijarno* prečišćavanje, naročito ukoliko se prečišćena voda ispušta u sredinu osetljivu na eutrofikaciju. Tercijarnim prečišćavanjem iz otpadne vode se uklanjaju nutrijenti (materije koje sadrže azot i fosfor) koji su glavni uzročnici eutrofikacije, ali se u postojećim postrojenjima na istraživanom području ova faza prečišćavanja ne primenjuje.

Prioriti u rešavanju problema zagađenja životne sredine, na nivou Pokrajine su određeni, revitalizacija najugroženijeg vodotoka, kanala DTD, na delu između Crvenke i Vrbasa. Investiranje projekta podržano je i iz evropskih fondova i pojedinih država (Norveška) kako bi se konačno realizovala predviđena rešenja što do danas nije bilo moguće uglavnom zbog nedostatka materijalnih sredstava.

Projektom je predviđena izgradnja centralnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (za 120 000 ES i moguće proširenje za još 60 000 ES) u Vrbasu, kojim će se prečišćavati otpadne vode iz Crvenke, Kule i Vrbasa i sela opštine Vrbas kao i otpadne vode industrije koje su obrađene prethodnom obradom u industrijskim preduzećima. Naselja će biti povezana magistralnim kolektorom koji se gradi od Crvenka do Vrbasa. Predviđenim proširenjem kanalizacionog sistema u seoskim naseljima zamenile bi se brojne postojeće septičke jame koji predstavljaju veliku opasnost za zagađenje podzemnih voda na ovom delu Bačke.

Nakon izgradnje centralnog postrojenja za prečišćavanje predviđeno je čišćenje kanala od mulja kako bi se obezbedio protok vode u kanalu koji danas na profilu kod Vrbasa iznosi svega oko 1 m<sup>3</sup>/s. Ovo je veoma značajan zahvat kada su u pitanju podzemne

vode jer nataloženi mulj veoma otrovan, pri čemu je problematično i njegovo odlaganje. Prema procenama, tokom decenija ispuštanja otpadnih voda, ovde, na deonici od 6 km, nataloženo je oko 400 000 m<sup>3</sup> mulja.

#### **14. Termomineralne vode na istraživanom području**

Istorija korišćenja lekovitih i termomineralnih voda u Vojvodini pokazuje da je njihova intenzivnija upotreba vezana za izradu arteskkih bunara krajem XIX i početkom prošlog veka. Prirodne pojave ovih voda vezane su uglavnom za područje Fruške gore, dok u ravničarskom delu područja nisu postojali uslovi za pojavu prirodnih izvora lekovite vode. U pomenutom periodu lekovite vode zahvatane su sa dubine do 400 m i temperaturama na površini terena do 30 °C.

Sredinom XX veka, bušenjem dubokih bušotina za naftu i gas omogućeno je istraživanje dubokih vodonosnih horizonata sa termomineralnom vodom. Danas se ove vode delimično koriste u balneološke svrhe ali i kao hidrogeotermalni izvor energije.

Na području Panonskog basena i Vojvodine formirani su različiti tipovi voda u zavisnosti od geoloških uslova i geohemijskih procesa koji su vladali u datom periodu. Kao što je ranije istaknuto evolucija područja vezana je pored ostalih faktora i za prisustvo slanah, brakičnih i jezerskih voda i njihov hemijski sastav. Tokom miocena područje je predstavljalo marinsku sredinu sa salinitetom vode i preko 30 g/l, nakon čega je u kasnijim fazama formiranja jezera tokom pliocena došlo do oslađivanja vode i promena prvobitnog hemijskog sastava. Kao što je ranije istaknuto, na osnovu dosadašnjih saznanja i rezultata hidrogeoloških istraživanja na području Vojvodine izdvojena su četiri hidrogeološka sistemima u kojima se formiraju različiti tipovi termomineralnih voda (Marinović, 1982). U nastavku su detaljnije prikazane karakteristike voda svakog hidrogeološkog sistema.

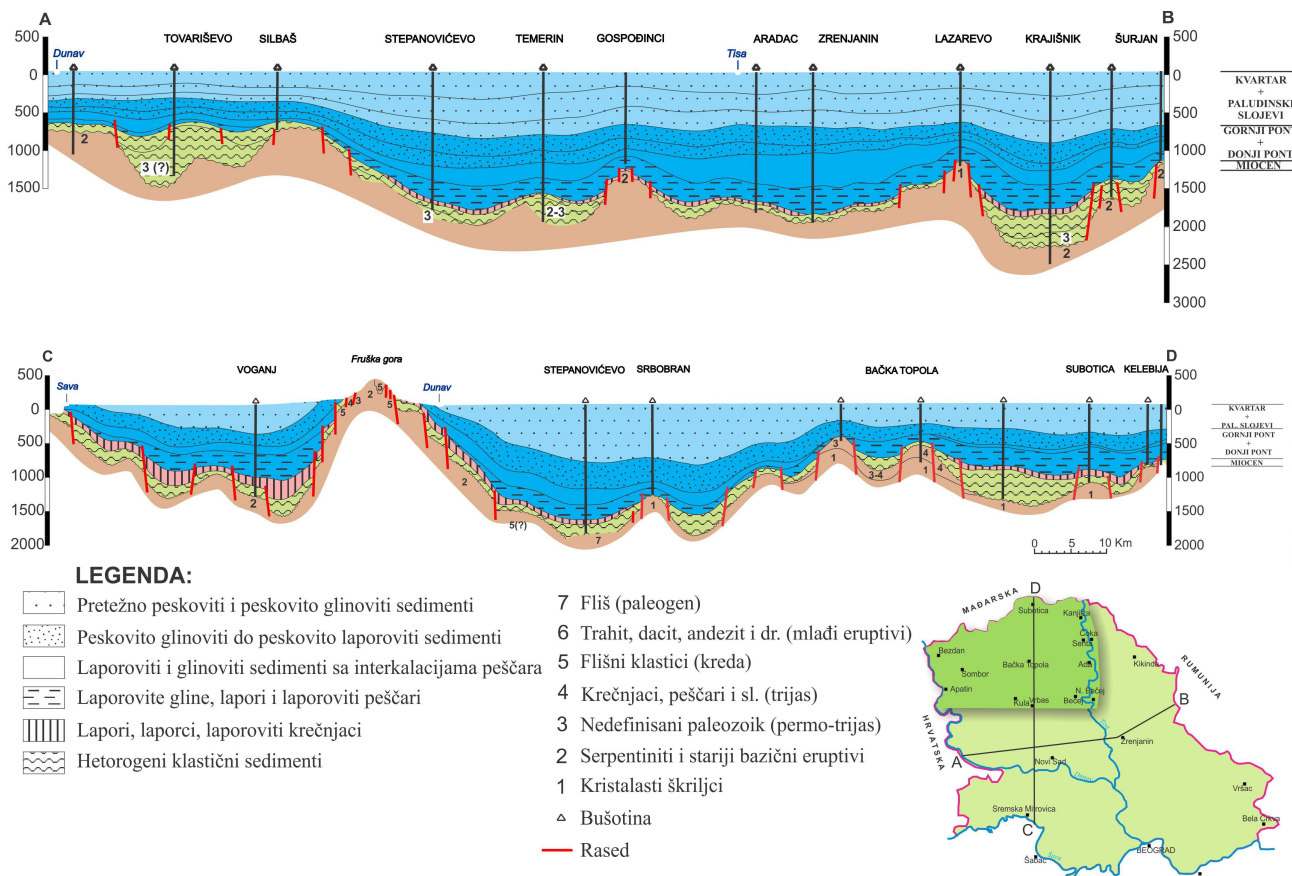
Prvom hidrogeološkim sistem pripadaju naslage od površine terena do podine gornjeg pontaa. Podzemne vode dubljih formacija ovog kompleksa imaju prosečnu temperaturu

do 60 °C i izdašnosti između 7 i 13 l/s. Mineralizacija ovih voda kreće se najčešće do 4 g/l. Vode uglavnom pripadaju HCO<sub>3</sub>-Na, ređe HCO<sub>3</sub>-Cl-Na. Ovaj sistem je najperspektivniji u pogledu korišćenja voda za rekreativne i balneoterapeutske svrhe sa temperaturom oko 40 °C i geotermalni izvor energije (do 70 °C).

Drugi hidrogeološki sistem obuhvata naslage donjeg pontaa i panona. Izdan se formira u delu naslaga izgrađenom od peščara, dok vodonepropusne delove serije čine laporci i gline. Na osnovu dosadašnjih istraživanja, prosečne vrednosti izdašnosti su relativno male i iznose do 5 l/s. Temperature voda iz ovih naslaga, merene na površini terena najčešće variraju između 50-65 °C, a mineralizacija varira od 5-12 g/l, maksimalno 20 g/l. Vode najčešće pripadaju Cl-HCO<sub>3</sub>-Na tipu.

Trećem hidrogeološkom sistemu pripadaju stene miocena, paleogena, jure i krede. Termomineralne vode formiraju se u okviru delova kompleksa izgrađenih od peščara, konglomerata i krečnjaka. Kapaciteti bunara kojima se zahvataju vode ovog sistema iznose maksimalno do 5.6 l/s, na pojedinim lokacijama bušotine su imale izdašnost i 25 l/s. Temperature voda u najvećem broju bušotina kreću se između 40 i 50 °C. Prosečna mineralizacija voda iznosi 11 g/l, maksimalno 40 g/l što ograničava mogućnosti njihovog korišćenja i nema veći ekonomski značaj. Vode su pretežno su Cl-Na tipa.

Četvrti hidrogeološki sistem izgrađuju najstarije stene, trijaskie i paleozojske starosti. Termomineralne vode formiraju se u kompleksu trijaskih krečnjaka i dolomita. Iako se karakterišu velikim početnim izdašnostima i preko 40 l/s, one prosečno iznose 9 l/s. Temperature ovih voda iznose i 80 °C, ali su uglavnom u granicama od 40-60 °C. Mineralizacija voda varira od 0.5-50 g/l. Prema hemijskom sastavu pripadaju Cl-Na tipu voda, ređe Cl-Ca, u nekoliko slučajeva utvrđen su i vode HCO<sub>3</sub>-Na tipa.



Sl. 51. Hidrogeološki sistemi na regionalnim profilima kroz Vojvodinu (Marinović, 1982).

Termomineralne vode zastupljene na ovom području sadrže komponente koje povoljno deluju na ljudski organizam. U tabeli 24 dat je pregled maksimalnih sadržaja karakterističnih komponenti hemijskog sastava termomineralnih voda iz različitih geoloških naslaga. Najpoznatije vode koje se koriste u balneoterapijske svrhe su jodne vode i koristi ih najveći broj banjskih objekata i kupatila na ovom području. Pored njih, značajne su sumporovite vode koje se koriste za spoljnu upotrebu kao i vode sa povećanim sadržajem metasilicijeve kiseline ( $H_2SiO_3$  ili  $HSiO_3$ ) kojima se zbog blagotvornih svojstava pridaje veliki značaj u svetu.

Na prostoru severne Bačke 1845. godine izgrađeno je lečilište na Paliću gde su se u terapiji koristili voda i blato iz jezera. Korišćenje lekovitih termomineralnih voda intenzivnije je započelo početkom XIX veka bušenjem dubokih bušotina i otvaranjem kupatila i banjskih objekata.

Tabela 24. Maksimalni sadržaji karakterističnih komponenti termomineralnih voda u Vojvodini (Milosavljević S., 1997)

Stratigrafska pripadnost	Maksimalna koncentracija terapeutski aktivnih komponenti [mg/l]								
	J <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Li <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Si <sup>2+</sup>	H <sup>2</sup> S+HS <sup>-</sup>	HBO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> +HSiO <sub>3</sub>
Pliocen	13.2	20	4.0	1.1	10.0	0.1	2.5	107	117
Miocen	18.8	337	5.3	9.5	11.8	38.0	4.5	401	95
Mezozoik	16.3	487	11.0	8.6	30.0	176.0	4.8	400	113

Bečejska banja osnovana je 1904. godine, zatim banja u Kanjiži 1908. godine, banja u Bezdanu 1910. godine, a banja „Junaković“, kod Apatina predstavlja prvu banju u kojoj je 1983. godine termomineralna voda počela da se koristi i za zagrevanje objekta. Iskorišćavanje termomineralnih voda nastavljeno je korišćenjem u sportsko-rekreativnim centarima koji su otvoreni na Paliću, Kuli, Vrbasu i drugim mestima, zatim i za druge potrebe, za zagrevanje, farmi, plastenika i sl.

Tabela 25. Pregled osnovnih karakteristika termomineralnih voda u severnoj Bačkoj (B. Filipović, 2003).

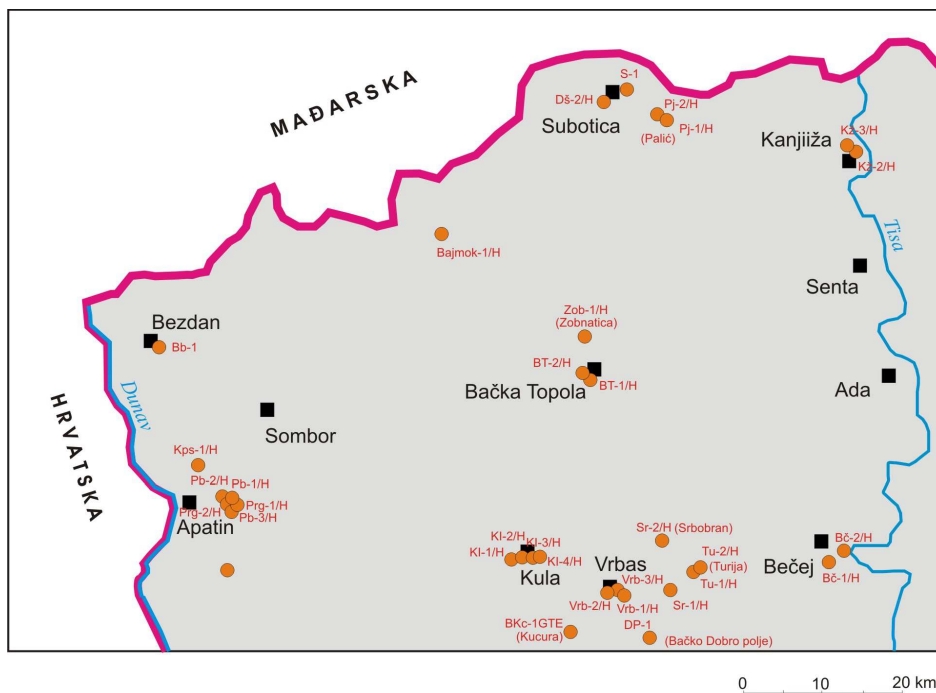
R. br.	Lokalnost	T (°C)	pH	Gasni sastav	Formula hemijskog sastava	Specifične komponente
1	Banja Kanjiža	27.5-63.0	7.7	CH <sub>4</sub>	$M_{1,65-4,3} \frac{HCO_{82}^3 CO_{11}^3}{Na+K_{78} Ca_{12}}$	F, Sr, Ba, HBO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub>
2	Bečej, Bč-2H	65.8	8.0	-	$M_{3,3} \frac{Cl_{62} HCO_{30}^3}{Na+K_{98}}$	F, Br, J, Sr
3	Srbobran	26.5	7.5	CH <sub>4</sub>	$M_{2,5} \frac{HCO_{86}^3 Cl_{1,1}}{Na+K_{87} Mg_5}$	-
4	Vrbas	18.0	7.5		$M_{1,0} \frac{HCO_{88}^3 Cl_{1,1}}{Na+K_{88} Mg_5}$	-
5	Kula	22.0	7.4	N <sub>2</sub>	$M_{1,54} \frac{HCO_{75}^3 Cl_{14}}{Na+K_{90}}$	-
6	Banja Junaković (Apatin)	25.0-25.9	7.2-7.4	CH <sub>4</sub>	$M_{5,6-6,6} \frac{Cl_{60} HCO_{39}^3}{Na+K_{96}}$	HBO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub> , Sr, Ba
7	Bezdan	26.5	7.7	N <sub>2</sub>	$M_{3,0} \frac{HCO_{50}^3 Cl_{4,7}}{Na+K_{90}}$	-
8	Dudova šuma (Subotica)	47.5	7.5	CO <sub>2</sub>	$M_{2,6} \frac{HCO_{83}^3 Cl_{1,1}}{Na+K_{84} Mg_9}$	-

Pored lekovitih svojstava, termomineralne vode na velikim dubinama odlikuju se visokim slojnim temperaturama koje iznose i preko 170 °C, što predstavlja veoma značajan geotermalni potencijal. Sistematska istraživanja u cilju utvrđivanje hidroenergetskog potencijala i mogućnosti njegovog iskorišćavanja započela su 1969. godine ispitivanjima svi stratigrafskih članova geološkog stuba.

Bogatstvo geotermalnom energijom posledica je male debljine zemljine kore i litosfere u ovom delu Panonskog basena usled čega su znatno povišene vrednosti geotermnog gradijenta u odnosu na ostale evropske oblasti. Vrednost geotermnog gradijenta za Vojvodinu iznosi 5.26 °C/100m, dok za kontinentalne delove Evrope ona iznosi 3 °C/100m. Područje severne Bačke u ovom pogledu odlikuje se najvišim vrednostima, preko 6.2 °C/100m (Martinović et al., 2010) Zbog ovakvih karakteristika Vojvodina se svrstava u jedno od najperspektivnijih geotermalnih područja u Evropi.

Do 2008. godine na području Vojvodine izbušeno je 78 hidrogeotermalnih bušotina: 44 bušotine na području Bačke, 18 u Banatu i 16 bušotina u Sremu. Novijim istraživanjima utvrđeno je da ukupna toplotna raspoloživa snaga iz do sada izvedenih bušotina iznosi 72.606 MW<sub>t</sub>. Iskorišćenost ovih raspoloživih geotermalnih resursa varirala je u proteklom periodu (i danas nije na zadovoljavajućem nivou. Iz sistema koji su danas aktivni koristi se svega 23 % raspoloživog hidrotermalnog potencijala, ili svega 8 % od ukupno utvrđenog (Martinović et al., 2010).

Na području severne Bačke situacija u pogledu iskorišćenosti geotermalne energije takođe je nepovoljna. Tako je u toku 2009. godine od ukupno 33 bušotine, u funkciji bilo svega devet i to je godina kada je ostvarena najmanja proizvodnja na području cele Vojvodine, svega 739149 m<sup>3</sup>. Ostale bušotine su konzervirane ili privremeno nisu u upotrebi dok je sedam bušotina likvidirano.



Slika 52. Hidrogeotermalne bušotine na istraživanom području

U vremenu akutelnih problema zaštite i očuvanja životne sredine, iskorišćavanje hidrogeotermalne energije ponovo dobija na značaju. Kako bi se povećala iskoristivost postojećih hidrogeotermalnih sistema, poslednjih godina pokušava se sa pronalaženjem racionalnog rešenja. Jedno od aktuelnih koje se razmatra jeste prodaja ili davanje koncesija za postojeće hidrogeotermalne bušotine koje su trenutno konzervirane. Veliki interes u tom smislu pokazuju i inostrana preduzeća, iz Mađarske, Francuske i drugih država.

# **IV OSNOVE ZA RACIONALNO UPRAVLJANJE RESURSIMA PODZEMNIH VODA SEVERNE BAČKE**

Intenzivniji razvoj ljudskog društva i privrede u prošlom veku omogućen je revolucionarnim razvojem industrijske proizvodnje. Porast proizvodnje primenom novih tehnologija i povećanje potrošnje, usloveli su intenzivno iskorišćavanje prirodnih resursa, uz pojavu niza negativnih posledica po životnu sredinu. U industrijski najrazvijenijim zemljama, već sredinom veka konstatovana su značajna zagađenja vazduha, površinskih i podzemnih voda koja su se u narednim decenijama povećavala dostižući u pojedinim regionima i katastrofalne razmere.

Svetska zajednica je ukazivala na ove probleme i potrebu ograničavanja emisije gasova, ispuštanja otpadnih voda i na druge vidove zagađivanja prirodne sredine, inicirala aktivnosti u oblasti zaštite voda i životne sredine, međutim, stanje se uglavnom zbog interesa velikih industrijskih preduzeća i korporacija dugo nije značajnije menjalo.

Početak XXI veka obeležen je aktivnostima u rešavanju ovog problema organizovanjem na međunarodnom nivou, angažovanjem Ujedinjenih nacija i učešćem najrazvijenijih zemalja. Inicijative i aktivnosti rezultirale su usvajanjem brojnih konvencija koje obuhvataju usklađivanje zakonske regulative, institucionalnu organizovanost u domenu voda i zaštite životne sredine, obezbeđenje finansijskih sredstava, sve do preduzimanja konkretnih rešenja. Zaključci organizacije Ujedinjenih nacija i drugih stručnih tela i ukazuju da dalji porast broja stanovnika i industrijski razvoj koji je uslovio klimatske promene, uz nastavak zagađivanja sredine otpadnim vodama i drugim materijama, prete da se već u prvoj polovini ovog veka dve trećine stanovništva u svetu suoči sa nedostatkom vode za piće.

U uslovima ugroženosti ovog resursa, upravljanje podzemnim vodama kao integralni deo sveukupnog upravljanja vodama vrši se prema novom konceptu kojim se



obezbeđuje “održivo” upravljanje i potrebu dostizanja “dobrog” statusa podzemnih voda. Ovo znači da iskorišćavanje podzemnih voda treba da se vrši na racionalan način i uz očuvanje kvaliteta voda kako bi se ovaj resurs (zajedno sa površinskim vodama) predao u nasleđe budućim generacijama. Zadati ciljevi ostvaruju se kroz strategiju upravljanja koja uključuje institucionalnu organizovanost i društvenu podršku u primeni zakonske regulative i učešća celokupne javnosti kako bi se obezbedilo “održivo” korišćenje podzemnih voda. Mere i aktivnosti u upravljanju podzemnim vodama razmatraju se u narednom delu rada, kroz predloge rešenja koje je potrebno realizovati na području severne Bačke.

Najznačajnije rezultate i rešenja u oblasti voda ostvarile su zemlje Evropske unije koje su u proteklom periodu najviše učinile u usklađivanju i iznalaženju rešenja. Osnovni zakonski dokument u oblasti voda koji se primenjuje u svim zemljama Evropske unije predstavlja „Okvirna direktiva o vodama“ usvojen u evropskom parlamentu i Savetu Evropske unije 2000. godine.

Poslednju deceniju XX veka obeležila su dešavanja u regionu koja su praktično zaustavila privredni i društveni razvoj naše države i tako onemogućila i učešće Srbije u međunarodnim vodoprivrednim asocijacijama i saradnju u rešavanju aktuelnih problema u oblasti voda. Iako nije članica Unije, naša zemlja je preuzela obavezu primene Direktive i sprovođenje vodoprivredne politike u skladu sa njom. Srbija je danas na početku ovog puta i veliki broj zadataka treba da se reši u ispunjenju obaveza. Današnja zakonska regulativa u oblasti voda, kod nas je delom još uvek uređena na način kao u prethodnim zakonskim dokumentima, ali su u svim važećim zakonima implementirani osnovni principi Okvirne direktive o vodama kao važnog dokumenta u kreiranju domaće vodoprivredne politike i zakonske regulative ove oblasti.

U nastavku je dat pregled domaćih zakona kojima se uređuje vodoprivredna delatnost, a zatim i prikaz Okvirne direktive o vodama.

## 15. Zakonska regulativa i uloga podzemnih voda u vodoprivredi Republike Srbije

Oblast vodoprivrede uređuje više zakona i njeni različiti segmenti upravljanja su u nadležnosti nekoliko ministarstava i organizacija u Srbiji. U radu su već pomenuti Vodoprivredna osnova i Prostorni plan Republike Srbije koji predstavljaju bazne strateške dokumente kojima se uređuje vodoprivredna delatnost. U radu su već analizirani principi i dat je kritički osvrt na kriterijume i standarde koji se u njima propisuju. Oba ova dokumenta nastala su u vreme kada evropski propisi o vodama nisu imali karakter zakona (Prostorni plan iz 1996. godine) ili je njihova primena bila u ranoj fazi (u odnosu na Vodoprivrednu osnovu iz 2002. godine). Tek će u kasnijim zakonskim dokumentima (Zakon o vodama i dr.) biti prihvaćeni osnovni principi politike integralnog upravljanja vodnim resursima i na nivou naših mogućnosti primenjeni osnovni kriterijumi i standardi koji su u skladu sa održivim korišćenjem voda.

Značaj i uloga podzemnih voda u Srbiji proizilaze iz činjenice da se preko 70% stanovništva vodom za piće snabdeva iskorišćavanjem ovog resursa. U svim propisima Evropske unije se uređuje oblast voda, podzemne vode namenjene su primarno za vodosnabdevanje. U uslovima ugroženosti životne sredine, domaće i međunarodno zakonodavstvo nastoji da resurse podzemnih voda sačuva merama kojima se propisuje njihovo racionalno iskorišćavanje i zaštita od zagađenja.

Jedan od najznačajnijih zakonskih dokumenata kojim se uređuju pitanja u oblasti vodoprivrede predstavlja **Zakon o vodama**<sup>5</sup>. Njime se reguliše pravni status voda, upravljanje vodama, vodnim objektima i vodnim zemljištem, kao i izvori i načini finansiranja ove delatnosti. Pri izradi važećeg Zakona o vodama iz 2010. godine, usvojeni su osnovni principi, metodologija i terminologija evropskih propisa iz oblasti voda koji su sadržani u Okvirnoj direktivi o vodama. U potpunosti je podržan osnovni princip Direktive, princip integralnog upravljanja vodama koji ovim zakonom obuhvata

---

<sup>5</sup> *Zakon o vodama*, ("Sl. Glasnik. RS", br.30/10)

održavanje i unapređenje vodnog režima, obezbeđivanje potrebnih količina kvalitetnih voda, zaštitu voda i zaštitu od štetnog dejstva voda. Oblast upravljanja vodama takođe je u skladu sa principima evropskih propisa o vodama: načelu održivog razvoja, celovitosti, načelu jedinstva vodnog sistema i ostalih principa. Osnovni planski dokument za upravljanje vodama predstavlja Strategija upravljanja vodama na osnovu kojeg se izrađuju Planovi upravljanja vodama na izdvojenim vodnim područjima.

Zakon o vodama propisuje da se podzemne vode primarno koriste za snabdevanje vodom stanovništva i higijensko-sanitarne potrebe, zatim za potrebe industrije koja zahteva visokokvalitetne vode i za potrebe malih potrošača. *Zakon o vodama*, ("Sl. Glasnik. RS", br.30/10)

U cilju očuvanja uslova za korišćenje i kvaliteta podzemnih voda, u skladu sa evropskom Direktivom o vodama, zakonom se obavezuju nadležne vodoprivredne organizacije da izvrše identifikaciju i istraže sva vodna tela koja se koriste u prosečnoj količini vode većoj od 10 m<sup>3</sup>/dan ili za vodosnabdevanje više od 50 stanovnika.

Iskorišćavanje podzemnih voda na izvorštima, kako je propisano zakonom, moguće je jedino ukoliko su prethodno utvrđene rezerve i detaljno istraženi izdašnost i kvalitet podzemnih voda.

Geološki zakon o potrebi izrade elaborata o rezervama podzemnih voda podržan je Zakonom o vodama koji propisuje da je uslov za dobijanje vodne dozvole odbranjen elaborat o rezervama podzemnih voda kojim korisnik stiče pravo na eksploataciju voda.

Pored vodoprivrednog aspekta u kojem se razmatraju, podzemne vode pre svega su geološki resurs koji je vezan za geološku nauku zbog čega je značajno razmotriti **Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima**<sup>6</sup> kojim se uređuju uslovi i načini izvođenja različitih vrsta geoloških istraživanja.

---

<sup>6</sup> *Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima* ("Sl. Glasnik RS", br. 88/2011)

Poslednja verzija zakona koja je u primeni od kraja 2011. godine izrađena je u skladu sa savremenim evropskim zakonima uređujući ovu oblast primenom principa održivosti, kako u fazama istraživanja, tako i u fazi eksploatacije sirovina. Na ovaj način značaj se daje racionalnom iskorišćavanju sirovina i njihovom očuvanju za buduće generacije. Zakon predviđa mogućnost formiranja komisije koja u cilju racionalnog iskorišćavanja resursa može određivati količinu rezervi koja može biti eksploatisana.

Ovim zakonom preciznije se definišu uslovi izvođenja osnovnih geoloških istraživanja koji se strateški razdvajaju po dugoročnim i godišnjim programima. Zakon ne dozvoljava izvođenje detaljnih istraživanja ukoliko prethodno nisu izvedena osnovna istraživanja.

Zakon veću pažnju, u odnosu na prethodni, posvećuje sistemu prikupljanja i arhiviranja podataka. Sastavni deo informacionog sistema čini i geološki informacioni sistem, a podaci su dostupni za korišćenje široj stručnoj javnosti uz odgovarajuću nadoknadu.

Pored pomenutog zakonskog dokumenta treba spomenuti i dva vrlo važna pravilnika koji imaju poseban značaj za izvorišta podzemnih voda i hidrogeološku delatnost uopšte jer se njima uređuju oblasti rezervi i zaštite podzemnih voda. To su **Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda i vođenja evidencije o njima**<sup>7</sup> i **Pravilnik o određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta za vodosnabdevanje**<sup>8</sup>.

Još uvek na velikom broju izvorištima u Srbiji eksploatacija na izvorištima podzemnih voda vrši se bez poznavanja rezervi kojima se raspolaže, zbog čega je eksploatacija često neracionalna i sa nizom ozbiljnih problema kao što su nadeksploatacija i opadanje nivoa podzemnih voda. Poslednjih godina sve više se primenjuje pomenuti Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda, zbog čega se oblast rezervi i eksploatacije efikasnije uređuje. Jasno je da obaveza svakog izvorišta mora biti

---

<sup>7</sup> *Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda i vođenja evidencije o njima* ("Sl. list SFRJ", br. 39/1979)

<sup>8</sup> *Pravilnik o određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta za vodosnabdevanje* ("Sl. Glasnik RS", br. 92/2008)

poznavanje raspoloživih rezervi podzemnih voda na osnovu kojeg država izdaje eksploataciono pravo za iskorišćavanje određenih količina voda.

U uslovima koji su česti na izvorštima kada ne postoje podaci o količinama voda koje se eksploatišu niti su poznati drugi elementi režima, izradom elaborata o rezervama za istraživače se obezbeđuju važni podaci režimskih osmatranja za izvorišta. Na taj način, elaborat ima dodatni značaj jer su u njemu sadržane i druge važne karakteristike istraživnog izvorišta, kao što su geološka građa, podaci o izvorima zagađenja, organizaciji i sprovođenju mera zaštite podzemnih voda. Prilikom izrade disertacije elaborati o rezervama predstavljali su važan izvor podataka u upoznavanju hidrogeoloških karakteristika istraživnog područja.

Drugi veoma važan zakonski dokument za funkcionisanje izvorišta, **Pravilnik o određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta za vodosnabdevanje** je po metodologiji istraživanja koja se propisuje savremeniji od prethodne verzije. Kvalitetnija izrada pravilnika rezultat je multidisciplinarnog rada stručnjaka najznačajnijih državnih institucija, koji su problematiku zaštite podzemnih voda sagledali sa više aspekata, što je rezultiralo propisivanjem odgovarajuće metodologije istraživanja za konkretne uslove sredine.

Način određivanja zona sanitarne zaštite, prema ovom pravilniku, zavisao je od hidrogeoloških karakteristika sredine, tipa poroznosti stena i zastupljenog tipa izdani, uz sprovođenje proračuna koji obezbeđuju egzaktno rezultate. U tom smislu predviđa se hidrodinamički proračun za izvorišta većeg kapaciteta izradom matematičkog modela, kao dopunski i efektivan metod za određivanje uže i šire zone zaštite.

Kao i prethodni, Pravilnik o određivanju zona sanitarne zaštite veoma je značajan dokument koji pored osnovnih rezultata, pruža niz važnih podataka koji se prikupljaju tokom istraživanja za potrebe njegove izrade.

Voda kao “prirodna vrednost” predmet je **Zakona o zaštiti životne sredine**<sup>9</sup>. Ovim zakonom uređuje se integralni sistem kojim se obezbeđuje ostvarivanje prava čoveka na život i razvoj u zdravoj životnoj sredini i uravnotežen odnos privrednog razvoja i životne sredine u Republici. U skladu sa zakonom, kada je voda u pitanju, definišu se mere, uslovi i instrumenti za održivo upravljanje, očuvanje kvaliteta voda i mogućnosti sprečavanja, kontrole, smanjivanja i sanacije svih oblika zagađivanja životne sredine. Zakon predviđa kontinualnu kontrolu i praćenje stanja životne sredine, tako da su ovim monitoringom obuhvaćene i površinske i podzemne vode. Predviđeno je da Vlada Republike donosi program monitoringa za period od dve godine, a finansijska sredstva za njegovo obavljanje obezbeđuje Republika, autonomna pokrajina i jedinica lokalne samouprave.

Planiranje i upravljanje zaštitom životne sredine ostvaruje se sprovođenjem Nacionalnog programa. Ovaj Program se realizuje akcionim i sanacionim planovima za petogodišnji period i donosi se između ostalog i za zaštitu voda.

Iako zakon veoma detaljno definiše odgovornosti za zagađivanje životne sredine i obaveze zagađivača u praksi je veoma mnogo primera nepoštovanja zakona kroz dugogodišnje zagađivanje prirodne sredine i to bez posledica po zagađivača. Pored ovoga i oblast inspekcijuskog nadzora predstavlja segment zakona koji nije moguće adekvatno primeniti u nekim konkretnim slučajevima. Tako je npr. pored širokih ovlašćenja koja ima, inspektor dužan i da: “... zabrani ispuštanje zagađujućih i opasnih materija, otpadnih voda ili energije u vazduh, vodu i zemljište na način i u količinama, odnosno koncentracijama ili nivoima iznad propisanih” (član 111, stav 10). Primer nepoštovanja zakona predstavlja situacija u sektoru Crvenke, Kule i Vrbasa, gde nadležni organi nisu u mogućnosti da spreče dugogodišnji problem ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda industrije u kanal DTD.

Pored navedenih zakona oblast voda uređuje se i drugim zakonima kojima se regulišu obaveze na opštinskom odnosno gradskom nivou. **Zakon o lokalnoj samoupravi** kojim se uređuju jedinice lokalne samouprave uređuje nadležnosti opština koje

---

<sup>9</sup> *Zakon o zaštiti životne sredine* (“Sl. Glasnik RS”, br. 135/04)

obezbeđuju obavljanje i razvoj komunalnih delatnosti u čijoj nadležnosti su pored ostalog i distribucija i prečišćavanje vode. Detaljnije definisanje obaveza komunalnih službi, određuje se **Zakonom o komunalnim delatnostima** koji detaljno uređuje segment prečišćavanja i distirbucije vode vodovodnom mrežom do potrošača. Voda kao dobro od opšteg interesa predmet je **Zakona o javnim preduzećima i obavljanju delatnosti od opšteg interesa** u kojem se zajedno sa drugim dobrima tretira njeno korišćenje, upotreba i očuvanje kvaliteta.

## 16. Međunarodni propisi u oblasti podzemnih voda – propisi Evropske unije

Evropske države koje svoju budućnost zasnivaju u zajednici sa drugim narodima Evropske unije, suočene sa problemom zagađenja i zaštite vodnih resursa, krajem prošlog veka opredelile su se za zajedničko delovanje i uređenje oblasti voda, pri čemu su aktivnosti, inicijative i doneti zakoni obavezujući za sve članice Unije.

Oblast vodoprivrede u Evropskoj uniji uređuje se nizom propisa sadržanih u Okvirnoj direktivi o vodama (Water Frame Directive 2000/60/EC). Strategija u rešavanju zadataka zasniva se na konceptu *integracije* što pored ostalog podrazumeva i prevazilaženje ograničenja u pogledu državnih granica i međunarodnu saradnju u prekograničnim slivovima u Evropi.

Države članice Evropske unije započele su usvajanje međunarodnih sporazuma i ugovora, usklađivanje zakonske regulative i reorganizaciju u oblasti voda i zaštite životne sredine i realizaciju konkretnih projekata vezanih za mere zaštite i iskorišćavanje voda u skladu sa održivim razvojem i rezultati primene već danas su vidljivi u ovim zemljama.

Predviđeno je, takođe, da osnovne principe evropskih propisa o vodama primenjuju i ostale zemlje koje su započele proces pridruživanja. Uključivanje u integracione procese za ove zemlje vrši se preko regionalnih organizacija. Tako je Srbija kao podunavska zemlja od 2003. godine član Međunarodne komisije za zaštitu Dunava (International

Commission for Protection of the Danube River – ICPDR). Rad ove Komisije zasniva se na Konvenciji o zaštiti i održivom korišćenju Dunava (Convention for Protection and Sustainable Use of Danube) čiji je potpisnik i naša država od 2000. godine. Aktivnosti komisije u potpunosti su usklađene sa načelima Okvirne direktive o vodama. Pred Srbijom koja je kandidat za prijem u Uniju, još je veliki broj zadataka koje treba da ispuni i može se reći da je već prošao određeni period u kojem je moglo i više da se učini.

Sve evropske asocijacije i programi u oblasti voda realizuju se uz harmonizaciju sa principima Okvirne direktive o vodama zbog čega su karakteristike prikazane u nastavku rada.

#### 16.1. Značaj, ciljevi i karakteristike Okvirne direktive o vodama (Water Framework Directive)

Okvirna direktiva o vodama (WFD) predstavlja dokument u oblasti vodoprivrede proistekao na bazi iskustava zemalja članica Evropske unije koje imaju zajednički cilj, da se obavezujućim propisima (direktivama) obezbede uslovi za dostizanje i očuvanje dobrog statusa voda, sprovođenje kontrole i zaštite vodnih resursa u cilju obezbeđenja za održivo korišćenje.

„Dostizanje i očuvanje dobrog statusa“ voda predstavlja težnju proisteklu iz negativnih iskustava koja su evropske zemlje stekle u prošlom veku kada je tehnološkim razvojem društva prouzrokovano zagađivanje životne sredine, degradacija kvaliteta površinskih i podzemnih voda na celom području Evrope. Svest o negativnim posledicama industrijalizacije i primene novih tehnologija, nekontrolisanog iskorišćavanja prirodnih resursa, u razvijenim evropskim zemljama javila se još sredinom prošlog veka da bi usvajanjem akcionih programa i pravno obavezujućom zakonskom regulativom tokom sedamdesetih godina bilo doneto više propisa iz oblasti voda. Zahtevi su se u početku odnosili na potrebu očuvanja kvaliteta površinskih voda tako da je zaštita voda postala primarna u pogledu zaštite životne sredine.



Daljom analizom stanja, tokom 90-tih godina donete su Direktive o prečišćavanju urbanih otpadnih voda i Direktiva o nitratima, zatim je usled ugrožavanja kvaliteta podzemnih voda razvijen program za podzemne vode i Direktiva o sprečavanju i merama kontrole zagađivanja od strane industrijskih pogona.

Zbog značaja poljoprivrede za prosperitet severne Bačke i cele Vojvodine treba pomenuti *Nitratnu direktivu* (91/676/EEC) koja je usvojena 1991. godine zbog problema zagađenja površinskih i podzemnih voda u zemljama Unije uzrokovanog prekomernom primenom azotnih đubriva u poljoprivredi. Direktiva sadrži akcione programe sa detaljnim pravilima primene tipova đubriva, utvrđuju se količine đubriva po jednom hektaru površine, a u prethodno definisanim ranjivim zonama sprovodi se monitoring i propisuju metode merenja i učestalost određivanja koncentracija azotnih jedinjenja.

U nastavku razvoja evropskog zakonodavstva u oblasti voda, 1995. godine istaknuta je potreba za zajedničkim pristupom odnosno *integralnim upravljanjem* vodama čime je iskazana potreba da se donese regulativa jedinstvena za sve države članice. Parlament i Savet Evropske unije usvojio je 2000. godine Direktivu o uspostavljanju okvira za delovanje država u oblasti politike voda – Okvirnu direktivu o vodama.

Ciljevi evropske politike o vodama koji su definisani Okvirnom direktivom su sledeći:

- Zaštita svih voda uz primenu principa integralnog upravljanja vodnim resursima.

Potreba za integralnim upravljanjem proizilazi iz činjenice da voda kao resurs ne poznaje granice, tako da se problemi moraju rešavati i saradnjom država.

- Dobar status svih voda koji podrazumeva:
  - utvrđivanje hidroloških, hemijskih i bioloških standarda,
  - određivanje posebnih ciljeva i korišćenja voda za posebne namene,
  - realizacija programa mera u predviđenom planskom periodu,

- iskorišćavanje podzemne vode u obimu koji ne ugrožava životnu sredinu,
- sistematski monitoring voda.

Direktivom o vodama predviđeno je da se u zemljama članicama, u roku o 15 godina (do 2015.) ostvari (obnovi) dobar status voda – površinskih i podzemnih. Danas postoje različita mišljenja po pitanju rokova i sve više članica ističu da u ovom roku nije moguće ispuniti predviđene zadatke

- Integralno upravljanje rečnim slivom, što obuhvata planove upravljanja slivom i koordinirane programe monitoringa koji se baziraju na:
  - kvantitativnim karakteristikama,
  - ekološkim karakteristikama,
  - fizičko-hemijskim karakteristikama,
  - ciljevima kvaliteta životne sredine.

Prema konceptu Direktive *rečni basen*, odnosno *sliv* predstavlja osnovnu upravljačku jedinicu. U okviru basena mogu se jasno definisati aktivnosti na bazi integralnog upravljanja (racionalno korišćenje, planiranje i upravljanje vodnim resursima, izbegavanje konflikta između različitih interesnih grupa i dr.).

- Kombinovani pristup u vezi sa standardima za granične vrednosti dozvoljenih emisija i kvaliteta životne sredine, a ostvaruje se:
  - merama kontrole ispuštanja uz definisanje maksimalno dopuštenih količina zagađujućih materija koje izvor zagađivanja može da ispusti u vodu,
  - merama kontrole kvaliteta životne sredine uz definisanje minimalnog nivoa kvaliteta recipijenta koji nije štetan za zdravlje i životnu sredinu.

Da bi se sprečilo zagađenje vode, usvojene su posebne mere. Cilj je da se smanje opasne materije u vodi. Potrebno je usvojiti spisak opasnih materija koje su primarne za uklanjanje. Takođe, potrebno je utvrditi granične vrednosti opasnih

materija. Ovo je važno za industriju i druge korisnike koji treba da sačine planove svojih aktivnosti.

- Utvrđivanje cena prema principu samoodrživog razvoja vodoprivrede odnosno samofinansiranja vodoprivrede primenom:
  - principa - korisnik plaća,
  - principa - zagađivač plaća,
  - principa – potpuna nadoknada troškova

Cilj je stimulisanje racionalne i kontrolisane potrošnje vode. Realna cena vode je uslov za funkcionisanje vodoprivrednih sistema.

- Uključivanje javnosti u smislu:
  - informisanja, konsultovanja i transparentnosti rada,
  - usklađivanje interesa različitih grupa,
  - proširivanje učešća javnosti.

Cilj je jačanje svesti stanovništva o potrebi racionalne potrošnje vode, zatim o izboru optimalnih, tehnički i ekonomski najpovoljnijih rešenja održivog korišćenja voda.

Okvirna Direktiva obavezujuća je za sve članice, a njena implementacija promovisana je posebnim dokumentom Evropske unije “Zajednička strategija za implementaciju Okvirne direktive o vodama” (Common Strategy of the Implementation of the Water Framework Directive).

Za realizaciju postavljenih ciljeva Okvirnom direktivom uveden je nov pristup i razvijena nova metodologija i novi pojmovi kao što su „vodno telo površinske vode“; „vodno telo podzemne vode“, „veštačko vodno telo“, „dobar status podzemne vode“, „pritisci“ na vodno telo i „uticaji“ na vodno telo, „ekoregioni“ i dr.

Primena Okvirne direktive i rešavanje postavljenih zadataka na teritoriji jedne državu zahteva reorganizaciju vodoprivrede, usklađivanje zakonske regulative, obezbeđenje finansijskih sredstava i sprovođenje kompleksnih istraživanja.

Za određivanje *vodnih tela podzemne vode*, na primer, u cilju definisanja granica prostiranja vodnog tela primenjuju se geomorfološki, geološki, hidrogeološki kriterijumi, karakteristike i korišćenje zemljišta, stanje vegetacije, podaci o zahvatanju podzemnih voda i sl. Za vodno telo potrebno je odrediti elemente bilansa, uticaj ovih elemenata u ukupnom bilansu podzemnih voda, odnos sa površinskim vodama.

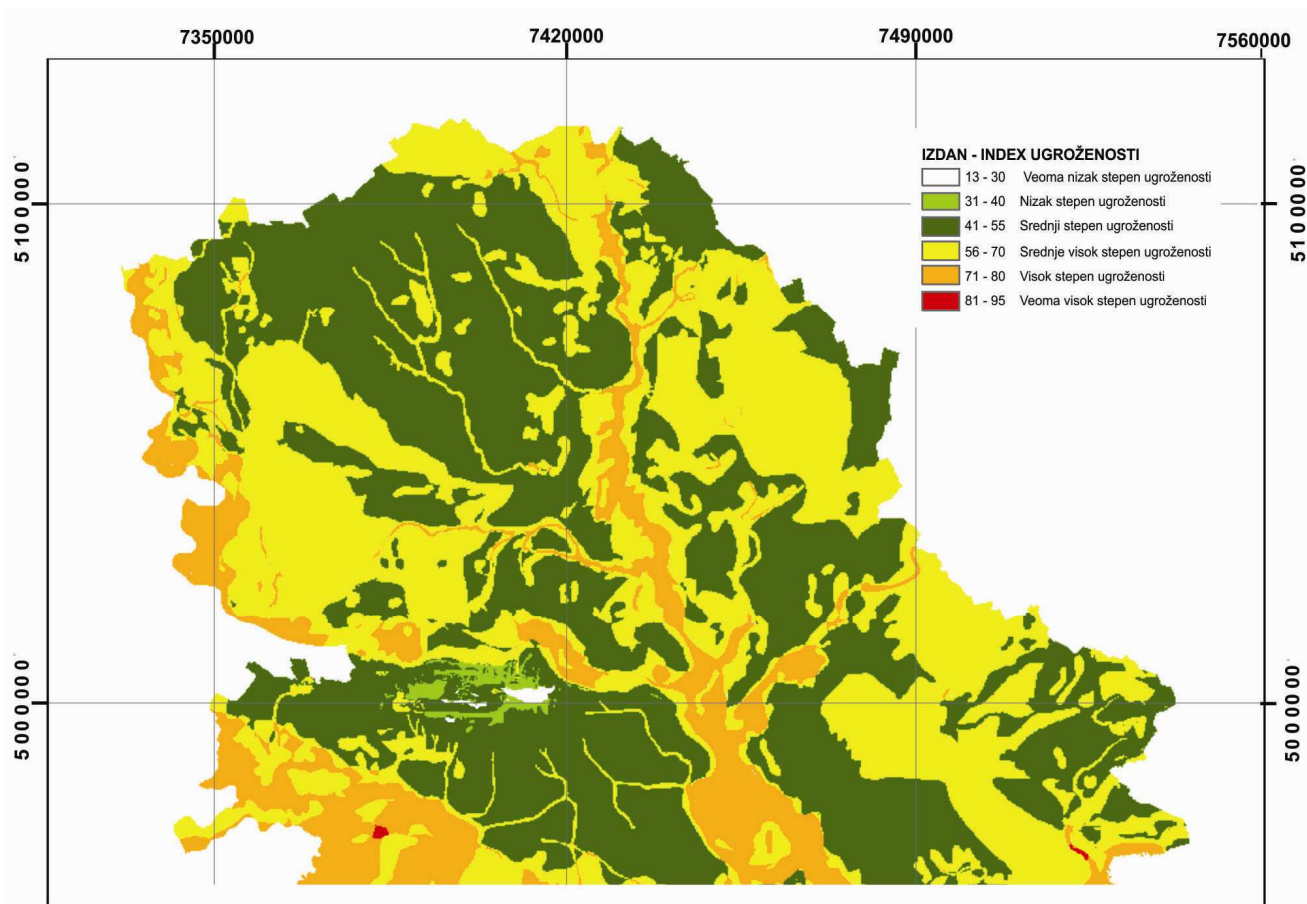
Savremeni pristup u istraživanjima za potrebe zaštite obuhvata i izradu specijalnih vrsta karata. Tako se za sagledavanje potencijalnih uslova zagađenja podzemnih voda izrađuje *karta ranjivosti* istraživanog područja za čiju izradu je potrebno prikupiti veliki broj podataka i odrediti brojne parametre koji vrše uticaj u datim prirodnim uslovima na podzemne vode. Primer izrade ovakve karte je postojeća karta razmere 1:500 000 (Milanović et al., 2010), izrađena za celo područje Srbije (slika 53).

U pitanju su obimna i detaljna istraživanja koja je potrebno sprovođiti na celom području države kakva ranije nisu vršena u Srbiji. Institucionalna organizovanost i neophodna velika materijalna sredstva su osnovni razlozi zbog kojih proces implementacije Okvirne direktive o vodama u Srbiji teče sporije od očekivanog. Ipak, treba istaći da, pre svega, stručnjaci ovih oblasti i državne organizacije koje vrše vodoprivrednu delatnost, svoj rad i istraživanja prilagođavaju principima i standardima evropske Direktive.

## **17. Proučavanje hidrogeoloških karakteristika međugraničnog područja**

### **Mađarske i Srbije u formiranju rezervi podzemnih voda – rezultati projekta SUDEHSTRA**

Jednu od karakteristika severne Bačke predstavlja činjenica da se vodni resursi na njenom području, najznačajnije reke Dunav i Tisa, ali i znajčajan deo podzemne vode osnovne



Slika 53. Karta ranjivosti Vojvodine (deo karte u originalnoj razmeri 1: 500 000), (Milanović et al., 2010)

izdani, formiraju u udaljenim delovima ovog regiona, na teritorijama drugih država. Ovakvi uslovi čine proces upravljanja resursima veoma složen, jer on zahteva organizovanost na međunarodnom nivou i konstantnu saradnju sa okolnim državama.

Problematika upravljanja međunarodnim vodama, iako kompleksna, danas je u svetu jasno regulisana, izradom međunarodnih ugovora, naročito kada su u pitanju površinske vode.

Problem prava na međugranične podzemne vode je osetljivo pitanje i često je zbog egzistencijalnog značaja koji ima za stanovništvo država ono bilo povod za sukobe među susednim državama koje treba da dele ovaj resurs. Zbog važnosti ovih pitanja donošenje regulative ove oblasti u nadležnosti je Ujedinjenih nacija. Radna tela UN

zadužena su za izradu zakona kojim se regulišu pitanja korišćenja međugraničnih izdani, delatnosti koje imaju uticaja na izdani kao i obaveze u sprovođenju zaštite i očuvanja međugraničnih izdani. Na području Evropske unije, upravljanje međugraničnim vodnim resursima sprovodi se Okvirnom direktivom u skladu sa principima integralnog i održivog upravljanja.

Rešavanje vodoprivredne problematike na području Evropske unije poslednjih godina je podržano finansiranjem različitih programa koji promovišu istraživanja primenom principa sadržanih u Okvirnoj direktivi o vodama. Prema programu istraživanja međugraničnih područja Interreg i CARDS, finansiranog od strane Evropske Agencije za rekonstrukciju (EAR) u periodu 2007-2008. godine realizovan je projekat hidrogeoloških istraživanja pograničnog područja Republike Mađarske i Republike Srbije.

Projekat pod nazivom „Održivi razvoj mađarsko-srpske međugranične izdani - SUDEHSTRA“ realizovan je kao „mirror“<sup>10</sup> projekat tako da su istraživači obe države vršili identična istraživanja na svojim teritorijama, nakon čega su postignuti rezultati objedinjeni i integralno obrađeni.

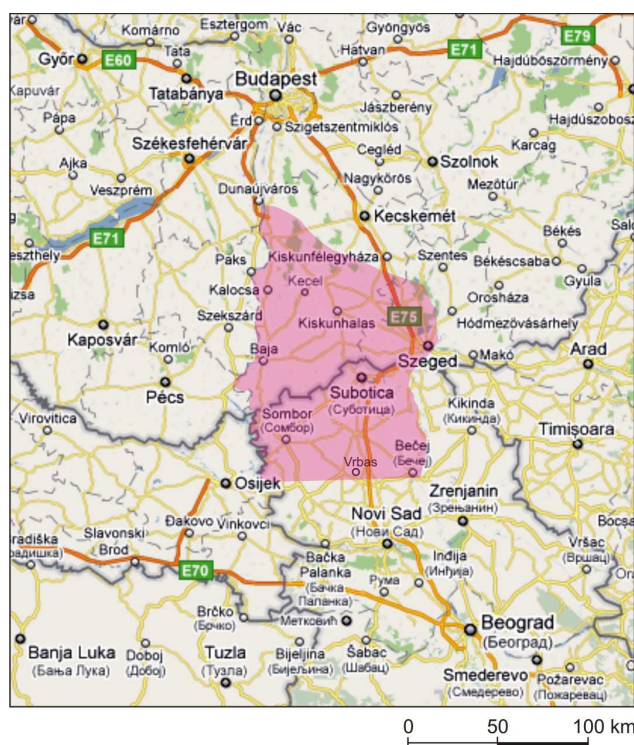
U međugraničnom području kontinuirano su rasprostranjene vodonosne naslage sa rezervama podzemnih voda koje predstavljaju jedini izvor vodosnabdevanja stanovništva, industrije i poljoprivrednih preduzeća obe države. Sa obe strane granice aktuelni su isti problemi u vodosnabdevanju, a to su opadanje nivoa podzemnih voda tokom dugogodišnje eksploatacije i loš kvalitet podzemnih voda. Racionalan pristup u rešavanju ovih problema nalaže potrebu zajedničkog učešća i saradnje u budućem iskorišćavanju i očuvanju ovog jedinstvenog vodnog resursa u regionu.

Istraživanjima je obuhvaćeno područje površine oko 15000 km<sup>2</sup> od čega je 7000 km<sup>2</sup> naše teritorije. Granicu područja istraživanja na zapadu predstavlja Dunav, na istoku

---

<sup>10</sup> Projekat je realizovan je od strane Rudarsko-geološkog fakulteta, Departman za hidrogeologiju iz Beograda i Atikovizig - Direkcije za zaštitu životne sredine i vodoprivrede okruga Donja Tisa iz Segedina. Učesnici sa naše strane bili su i Pokrajinski sekretarijat za mineralne sirovine AP Vojvodine i "Vode Vojvodine" iz Novog Sada i JKP "Vodovod i kanalizacija" iz Subotice.

Tisa, severna granica nalazi se u nivou grada Kiskunfelegyhaza u Mađarskoj, a južnu predstavlja područje u zoni Vrbasa (slika 54). Po dubini, istraživanjima su obuhvaćene izdani rasprostranjene do dubine od oko 2500 m. Na ovom, privredno razvijenom području, živi približno jedan milion stanovnika, od čega jedna polovina u Srbiji.

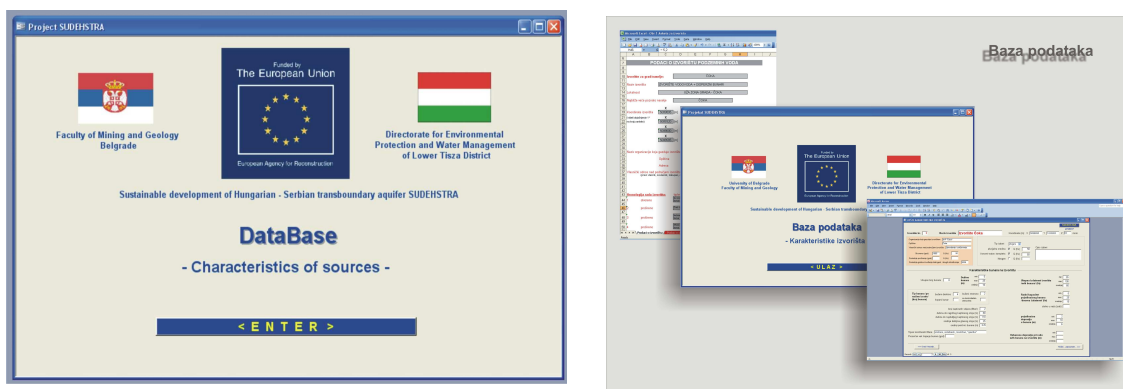


Slika 54. Područje istraživanja (označeno crvenom bojom)

Generalne zadatke koje je trebalo rešiti istraživanjima predstavljalo je pre svega utvrđivanje uticaja današnje eksploatacije podzemnih voda, a zatim i davanje prognoze eksploatacije u budućim potencijalno izmenjenim klimatskim uslovima na ovom području uz varijante smanjenja i povećanja eksploatacije u obe države. Obzirom na prirodne uslove sredine, geološku građu i jedinstveno rasprostranjenje izdani, ocenjeno je da najefikasniji način za rešavanje zadataka predstavlja izrada konceptualnog hidrogeološkog, zatim i hidrodinamičkog modela celog područja istraživanja. Realizacija istraživanja predviđena je programom koji je usaglašen između učesnika obe države i sastojao se od nekoliko faza.

U prvoj, **pripremnoj fazi** prikupljeni su i proučeni podaci ranijih istraživanja, izvršena ocena trenutnog stanja u pogledu iskorišćavanja podzemnih voda i odabrana reprezentativna izvorišta na istraživanom području. Obezbeđena je i oprema potrebna za izvođenje radova na terenu.

U drugoj fazi **obrade prikupljenih podataka** izvršena je analiza podataka ranije izvedenih istraživanja (hidrogeološki podaci, podaci testova crpenja i dr.) na odabranim tačkama koje su uglavnom predstavljale izvorišta. Proučeni su rezultati analiza kvaliteta podzemnih voda i drugih vrsta laboratorijskih analiza. Prikupljanje podataka o izvorištima vršeno anketnim listovima čija forma je standardizovana za primenu na



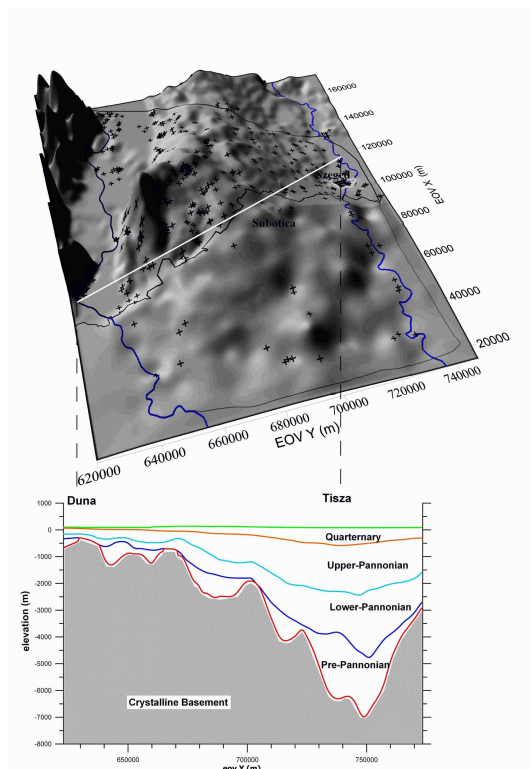
Slika 55. Baza podataka anketiranih izvorišta u severnoj Bačkoj, na srpskom i engleskom jeziku.

svim istraživanim izvorištima. Podaci iz anketa unošeni su u bazu podataka koja je kreirana za potrebe ovog projekta i sa praktično identičnim sadržajem anketnih listova. Baza je poslužila za obradu prikupljenih podataka.

U sledećoj fazi izvršeno je **organizovanje monitoring mreže** na odabranim tačkama istraživanog područja koja se sastojala od instaliranja opreme za režimska osmatranja i merenja hidrogeoloških parametara, kao i proučavanje preliminarnih podataka. Podaci merenja sa uspostavljene monitoring mreže nisu mogli biti u potpunosti iskorišćeni zbog relativno kratkog perioda istraživanja i roka za realizaciju projekta. Međutim, sprovođenje osmatranja prema ovom programu nastavljeno je i nakon finalizacije projekta.



Podaci koji su prikupljeni u prethodnim fazama poslužili su za **definisanje i izradu hidrodinamičkog modela** istraživanog područja, a samo manji obim podataka formirane monitoring mreže mogao je biti implementiran pri izradi modela iz gore



*Slika 56. Geološki profil između Dunava i Tise duž državne granice (interpretacija mađarskih geologa)*

pomenutog razloga. Izrada modela predstavljalo je najznačajniji deo ovog projekta kojim su rešavani postavljeni zadaci i rezultati modelskih ispitivanja prikazani su u narednim poglavljima rada.

Određeni objektivni razlozi uticali na dostignuti nivo znanja, pre svega veoma kratak period od godinu dana predviđen za realizaciju projekta. Oskudan fond podataka režimskih osmatranja na postojećim izvorištima, jedan je od osnovnih razloga zbog kojih nisu postignuti još bolji rezultati. Posebni problemi u ovom pogledu prisutni su kod dubokih izdani. Relativno mali broj dubokih bušotina na našoj teritoriji u kojima se praktično ne vrše režimska merenja nisu mogli da se porede sa brojem i kvalitetom podataka iz izdani dubljih naslaga koje se znatno više iskorišćavaju pomoću nekoliko stotina dubokih bušotina na mađarskom području.

Projekat SUDEHSTRA, pored pomenutih nedostataka, značajan je jer predstavlja prvi projekat ove vrste koji je realizovan na prostoru severne Bačke i izučavanu problematiku prezentovao iz više pozicija. Karakteristike svakog izvorišta upoznate su izradom anketa koje su sadržale oko 170 pitanja o tehničkim karakteristikama i organizaciji rada na izvorištu i svi podaci sačuvani su u bazi podataka koja može da se proširuje na više načina, pre svega podacima o novim izvorištima.

Jednu od karakteristika predstavljali su zajednički radni seminari (Workshop) tokom istraživanja na kojima su analizirani postignuti rezultati, ali i usaglašavani stavovi koji su proistekli iz različitog pristupa geološkoj nauci, primeni različitih metodologija, nejednakog broja bušotina i bunara u dvema državama i dr. Pored ovoga na radnim skupovima autori projekta i stručnjaci vodovodnih službi na ovom području detaljno su razmotrili stručne i organizacione probleme u oblasti vodosnabdevanja i upravljanja vodovodnim sistemima.

Tokom izrade projekta medijski je vršena promocija istraživanja i javnosti su prezentirani ciljevi, sa namerom da se kroz aktuelizaciju problema jača svest stanovništva o značaju vode i očuvanju životne sredine. Na ovaj način po prvi put je na istraživanom području primenjen savremen metodološki pristup u istraživanjima koja imaju za cilj ostvarivanje uslova za upravljanje resursima podzemnih voda.

Zaključci projekta Sudehstra praktično su definisali zadatke koje tek treba rešavati, a rezultati do kojih se došlo predstavljaju smernice u budućim istraživanjima. On istovremeno predstavlja model po kojem se mogu primenjivati istraživanja izdani u drugim međugraničnim područjima Srbije.

## **18. Utvrđivanje rezervi podzemnih voda na području severne Bačke – elaborati o rezervama**

U skladu sa preuzetim obavezama implementacije propisa Evropske unije i harmonizacije domaćeg zakonodavstva sa međunarodnim, od 2000. godine započela je doslednija primena Zakona o geološkim istraživanjima. Kada je reč o podzemnim

vodama, poslednjih godina, veliki broj korisnika podzemnih voda izveo je hidrogeološka istraživanja i izradio elaborate o rezervama podzemnih voda čime je, u skladu sa zakonom, ostvario eksploataciono pravo za iskorišćavanje ovog resursa.

Na većem delu severne Bačke stanje u pogledu poznavanja i istraženosti rezervi podzemnih voda je nezadovoljavajuće. Iskorišćavanje podzemnih voda u Vojvodini povezano je sa višegodišnjim problemom prekomerne eksploatacije podzemnih voda osnovne izdani (osnovnog vodonosnog kompleksa), temi koja je i danas aktuelna kada se govori o vodosnabdevanju ovog područja. Uzroci ovih problema posledica su nesprovođenja monitoringa na izvorima koji su često povezani sa lošom materijalnom situacijom u kojoj se nalaze organizacije vodovoda, ali razlog često predstavlja i nedostatak adekvatnog stručnog kadra u ovim službama. Tako ostaje nepoznat niz važnih parametara režima podzemnih voda na izvorima zbog čega eksploataciju nije moguće uskladiti sa prirodnim mogućnostima vodonosne sredine.

Elaborati o rezervama podzemnih voda predstavljaju značajan izvor podataka o hidrogeološkim karakteristikama izvorišta na ovom području. Kompleksnim istraživanjima koja se izvode prema programu za izradu elaborata, na pojedinim izvorima vodosnabdevanja, posebno u manjim naseljima, često se prvi put sistematizovano prikupljaju podaci o količinama, kvalitetu, oscilacijama nivoa podzemnih voda i drugim hidrogeološkim parametrima. Ovakvih, hidrogeološki nedovoljno istraženih lokalnosti na istraživanom području još uvek ima u značajnom broju.

Izrada elaborata o rezervama na istraživanom području je u nadležnosti AP Vojvodine, Sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine. Prema podacima Sekretarijata, do 2011. godina na svim izvorima glavnih opštinskih gradova sa kojih se vrši centralizovano vodosnabdevanje sprovode se istraživanja za potrebe izrade elaborata o rezervama, dok su za 21 izvorište za vodosnabdevanje najvećih gradova u severnoj Bačkoj oni i odbranjeni pred nadležnom komisijom. Dinamika izrade elaborata zavisna je i od broja izvorišta koja su u nadležnosti pojedinih gradova (tabela 26). Tako, na primer, najveći grad na ovom području, Subotica, pored četiri izvorišta za vodosnabdevanje grada,

nadležna je za još 14 naselja (Mesnih zajednica) koja su u sistemu vodosnabdevanja, zbog čega se izrada elaborata vrši fazno. Do 2010. godine realizovani su elaborati o rezervama podzemnih voda za najveće gradsko izvorište “Vodozahvat I”, izvorište u Kelebiji i izvorište “Graničar”.

Od početka 2010. godine u opštini Bečej započelo je preuzimanje svih izvorišta u naseljima opštine i uspostavljanje nadležnosti JKP “Vodokanal”. Obzirom da su za gradsko izvorište u Bečeu rezerve podzemnih voda overene, očekuje se utvrđivanje rezervi podzemnih voda i na izvorištima Mesnih zajednica.

Ovde treba navesti pozitivan primer organizovanja centralizovanog vodosnabdevanja kako je to urađeno na području opštine Kanjiža. Proizvodnja i upravljanje vodovodnim sistemom u nadležnosti je preduzeća “Potiski vodovodi” koje pored Kanjiže i Horgoša, kao najvećih naselja objedinjuje i vodovodne sisteme u seoskim naseljima ove opštine. Automatizacijom monitoring sistema na celom području opštine postiže se racionalna proizvodnja uz minimalne troškove održavanja. Rezerve podzemnih voda izučene su na celom području na kojem se nalaze izvorišta u nadležnosti ovog preduzeća.

Pored izvorišta za vodosnabdevanje stanovništva, određeni broj industrijskih organizacija i privatnih preduzeća u najvećim naseljima, koja poseduju sopstvene bunare, do 2010. godine započeo je ili već odbranio elaborat o rezervama. Od najvećih industrijskih pogona rezerve podzemnih voda na svojim izvorištima overili su mesna industrija “Carnex” u Vrbasu i izvorištima u Savinom selu i Dobrom polju, fabrika šećera “Bačka” u Vrbasu, poljoprivredno preduzeće “Sava Kovačević” u Vrbasu, fabrika šećera “Crvenka” u Crvenki, fabrika “Stork” u Kuli, fabrika akumulatora u Somboru, preduzeće “Somboled” u Somboru, mesna industrija “Topiko” iz Bačke Topole, preduzeće “Fresh & Co” iz Subotice, fabrika “Altech-Fermin” u Senti.

Istraženost rezervi podzemnih voda na području severne Bačke izrazito je neravnomerna. Za razliku od glavnih opštinskih naselja koja predstavljaju i veće industrijske centre, u seoskim sredinama, posebno onim sa veoma malim brojem

Tabela 26. Pregled stanja broja odbranih elaborata o rezervama podzemnih voda na izvorištima centralizovanog vodosnabdevanja naselja na području severne Bačke do 2011. godine.

R.br.	Grad	Izvorište
1	Subotica JKP "Vodovod i kanalizacija"	"Vodozahvat I"
		Kelebija
		Graničar
2	Kanjiža D.o.o. "Potiski vodovodi"	Kanjiža
		Horgoš
		Doline
		Mala Pijaca
		Orom
		Totovo Selo
		Trešnjevac
		Velebit
3	Senta JKSP "Senta"	"Sever"
		"Jug"
4	Sombor JKP "Vodokanal"	Jaroš
		Duboki bunari
5	Apatin JKP "Naš dom"	Izvorište
6	Bačka Topola JP "Komgrad"	"Vodozahvat"
7	Ada JKP "Standard"	Izvorište
8	Kula JKP "Komunalac"	"Krsturski put"
		"Štolc"
9	Vrbas JKP "Standard"	u fazi izrade
	Srbobran JKP "Graditelj"	Popovača i Industrijska zona
10	Bečej JKP "Vodokanal"	Izvorište

stanovnika, u kojima se vodosnabdevanje vrši iz individualnih bunara ili mikrovodovoda situacija u ovom pogledu je znatno lošija. U pitanju su uglavnom naselja sa stanovništvom koje se bavi individualnom poljoprivrednom proizvodnjom i u trenutno teškim ekonomskim uslovima raspolaže veoma skromnim materijalnim sredstvima. Kako je često slučaj da opštinski centri nemaju uvid u stanje vodosnabdevanja ovih naselja, stanovništvo se samostalno organizuje da bi obezbedilo vodu za piće. U pitanju su uglavnom minimalna ulaganja u izradu vodozahvata, sa nepotpunom dokumentacijom o objektu, tako da su podaci o količinama zahvaćenih

podzemnih voda gotovo u potpunosti nepoznati čak i korisnicima, a kvalitet vode kontroliše se veoma retko.

Ovo su razlozi zbog kojih su aktivnosti nadležnog Sekretarijata na isticanju potrebe za izradom elaborata o rezervama podzemnih voda u dosadašnjem periodu uglavnom imale pozitivan odziv u većim gradskim sredinama, ali je cilj da se overa rezervi podzemnih voda izvrši i na manjim izvorištima. Utvrđivanje rezervi i poznavanje režima podzemnih voda na celom području severne Bačke predstavljaju preduslov za sprovođenje regionalnih hidrodinamičkih ispitivanja i primenu savremene metodologije u upravljanju resursima podzemnih voda.

# V

## **PREDLOZI REŠENJA UPRAVLJANJA RESURSIMA PODZEMNIH VODA NA PODRUČJU S SEVERNE BAČKE**

### **19. Bilans i rezerve podzemnih voda na istraživanom području**

Poznavanje rezervi podzemnih voda predstavlja osnovni uslov pri razmatranju mogućnosti i načina njihovog korišćenja, oceni perspektivnih rešenja u oblasti vodosnabdevanja i pitanja koja su vezana za apsekt njihove zaštite.

U proteklom periodu vršena su istraživanja različita po obimu, ali su dosadašnji rezultati uglavnom ostajali na nivou utvrđivanja kapaciteta pojedinačnih izvorišnih zona. Rezerve podzemnih voda celog istraživanog područja severne Bačke nisu detaljno utvrđene iz razloga što do danas, prvenstveno zbog nedostatka podataka, nisu postojali uslovi koji bi omogućili sprovođenje savremene metodologije u istraživanjima i izradu hidrodinamičkog modela ovog područja.

Klimatske karakteristike i geološka građa Panonskog basena predstavljaju najznačajnije prirodne faktore pod čijim uticajem se formiraju rezerve podzemnih voda na istraživanom području. Uticaj ovih faktora je različit na postojeće izdani u zavisnosti od njihovog položaja, odnosno pre svega od dubine na kojoj je izdan rasprostranjena. Tako, glavni činilac u formiranju rezervi podzemnih voda prve odnosno „slobodne“ izdani, zbog blizine površini terena predstavljaju klimatski faktori – padavine i evapotranspiracija, a u aluvijalnim područjima dominantan je uticaj površinskih voda.

Kada se razmataraju dublje izdani, pre svega osnovni vodonosni kompleks koji je sa aspekta iskorišćavanja za vodosnabdevanje najznačajniji, prirodni uslovi za obnavljanje rezervi podzemnih voda znatno su složeniji i nepovoljniji. Prihranjivanje izdani vrši se doticajem iz udaljenih područja Mađarske i Rumunije, pod veoma malim hidrauličkim gradijentom koji u pograničnom pojasu i području severne Bačke iznosi između 0.0002

i 0.001. Filtracija podzemnih voda vrši se kroz peskovito-glinovite naslage čiji koeficijent filtracije na ovom području je reda veličine  $10^{-4}$  m/s, tako da je na osnovu svih parametara, doticaj veoma usporen. Na usporenu cirkulaciju ukazuju i utvrđene vrednosti starosti podzemne vode koja se kreće iz severnog područja ka jugoistoku: u području Kelebije starost podzemne vode iznosi oko 5915 godina, kod Subotice oko 6980, kod naselja Aleksa Šantić 12870, a kod Sombora oko 22600 godina (Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 1999).

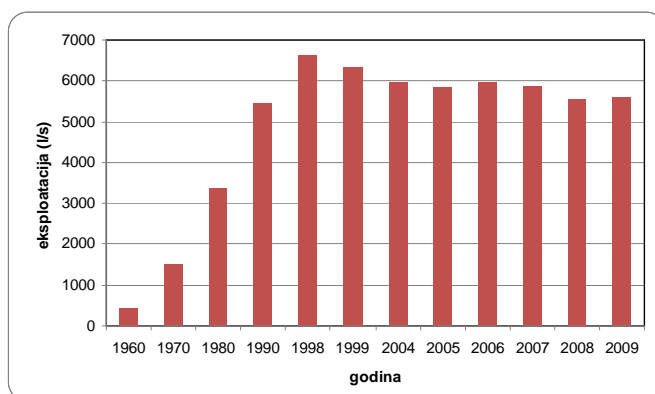
Povoljniji uslovi prihranjivanja osnovne izdani vladaju u priobalnoj zoni Dunava gde je ostvaren postepen prelaz aluvijalnih peskovitih naslaga prema starijim, pleistocenskim kvartarnim naslagama osnovnog vodonosnog kompleksa. Područje rasprostranjenja lesa na severu naše države (Telečka) ali i teritorije Mađarske predstavlja oblast iz koje se infiltracijom padavina i preticanjem iz slobodne izdani vrši prihranjivanje izdani osnovnog vodonosnog kompleksa. Prema istraživačima iz Mađarske, pri razmatranju problematike vodosnabdevanja i obnavljanja rezervi podzemnih voda posebno značajnim ističe se područje prekriveno lesom koje predstavlja zonu intenzivnog prihranjivanja pleistocenske izdani.

Nasuprot ovome, najznačajniji element rashoda u bilansu predstavlja eksploatacija podzemnih voda koja se intenzivno vrši na celom području. Zahvatanjem voda iz izdani formiranih u vodonosnim kompleksima koji su rasprostranjeni na različitim dubinama izmenjene su hidrodinamičke karakteristike izdani i proces prirodnog obnavljanja rezervi. Tokom niza godina intenzivne eksploatacije, opadanje nivoa podzemnih voda dobilo je regionalni karakter i bilo je izraženo i na teritorijama drugih država u ovom delu Panonskog basena. Kod nas, ovi problemi nastaju nakon Drugog svetskog rata, stvaranjem većih centralizovanih sistema za vodosnabdevanje stanovništva kao i iskorišćavanjem podzemnih voda od strane industrijskih preduzeća koja za svoje potrebe buše bunare i formiraju svoja izvorišta.

Period šezdesetih godina prošlog veka može se smatrati početkom organizovanja javnog vodosnabdevanja naselja u ovom delu Vojvodine. U najvećim gradovima formirana su izvorišta na kojima su se bunarima zahvatale podzemne vode na dubinama

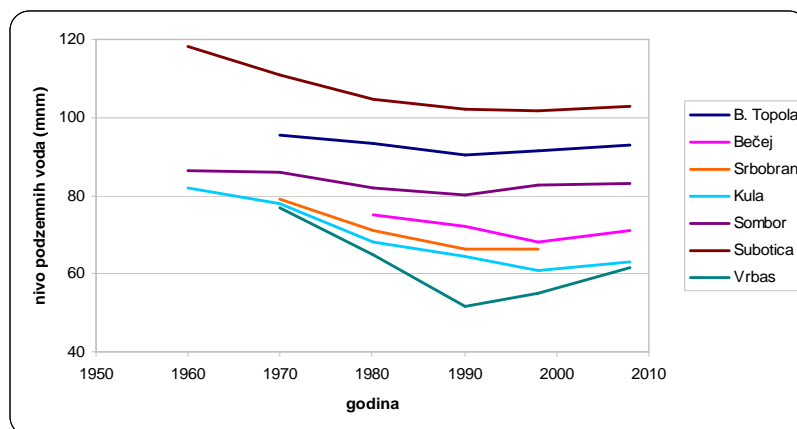


od 25 do oko 180 m. Ukupna izdašnost svih izvorišta u Vojvodini 1960. godine iznosila je oko 450 l/s, ali je porast broja stanovnika i razvoj privrede uslovio otvaranje novih izvorišta tako da se u narednim godinama potrošnja značajano povećavala. Na kraju prošlog veka eksploatacija podzemnih voda na izvorištima u Vojvodini premašila je 6500 l/s (slika 57).

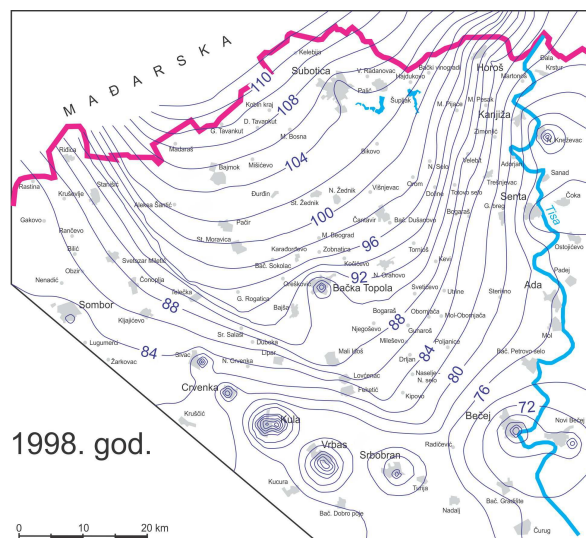
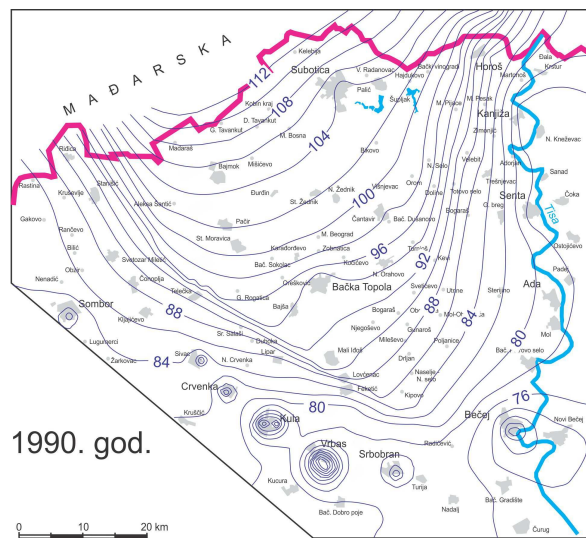
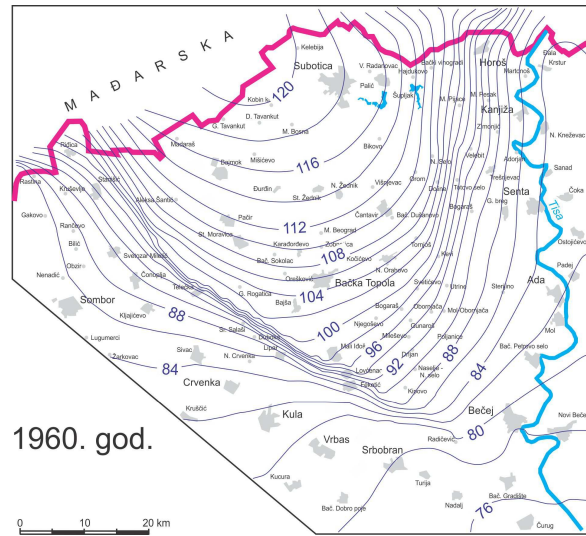


Slika 57. Dijagram ukupno zahvaćenih količina podzemnih voda na izvorištima u Vojvodini

Sa otvaranjem novih izvorišta i izradom sve većeg broja bunara koje je često vršeno bez adekvatne organizacije režimskih osmatranja, javili su se problemi sa precrcpljivanjem



Slika 58. Dijagram opadanja nivoa podzemnih voda iz izdani osnovnog vodonosnog kompleksa

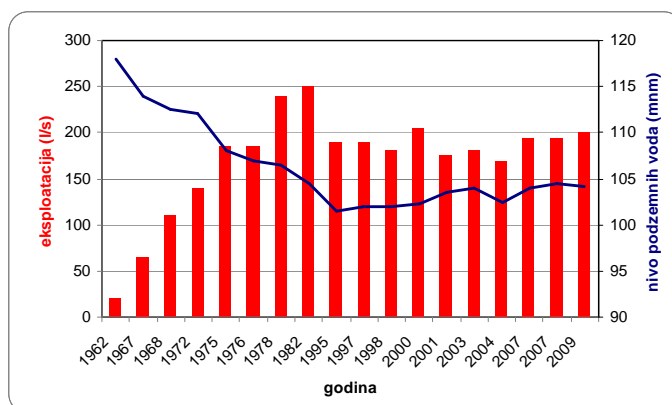


Slika 59. Karta izopijesti osnovnog vodonosnog kompleksa u periodu 1960-1989. godine (prema Institutu "Jaroslav Černi")

izdani jer su na izvorištima crpene količine voda veće od količina koje su mogle da se prirodno obnavljaju. Iz ovih razloga se već deceniju kasnije beleže značajnije promene prirodnog režima kroz opšte sniženje nivoa podzemnih voda. Zbog velikog broja korisnika, posebno je bila ugrožena izdan osnovnog vodonosnog kompleksa (slike 58, 59 i 60) ali su opadanja nivoa konstatovana i u pliocenskoj izdani.

Veliki uticaj na generalno opadanje nivoa podzemnih voda imala je potrošnja vode u industriji za koju, prema istraživanjima tokom izrade ovoga rada, čak ni danas nije moguće utvrditi stvarne količine vode koje se troše.

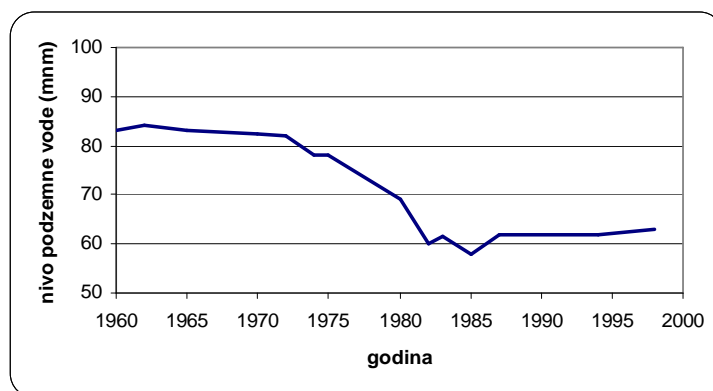
Neracionalna eksploatacija nadmašila je mogućnosti prirodnog obnavljanja rezervi osnovnog vodonosnog kompleksa tako da se tokom devedesetih beleže maksimalna opadanja nivoa podzemnih voda na mnogim izvorištima. Najveća sniženja utvrđena su u Vrbasu (opadanje nivoa od 25 m), Kuli (13.5 m), Srbobranu (13 m), Subotici (16 m).



Slika 60. Dijagram opadanja nivoa podzemnih voda i eksploatacije iz izdani osnovnog vodonosnog kompleksa na izvorštu „Vodozahvat I“ u Subotici (prema "Hidrožavod-DTD").

Nakon preduzimanja mera u cilju smanjenja eksploatacije na izvorištima, dalje opadanje nivoa je ublaženo, a zatim su društveno-ekonomski događaji u državi tokom devedesetih godina XX veka usloveli dalje smanjenje potrošnje vode, naročito u oblasti industrije. Ovo je za posledicu imalo stabilizaciju, a zatim i blagi porast nivoa podzemnih voda koji je utvrđen na većem broju izvorišta u Vojvodini.

I u okviru pliocenske izdani utvrđeno je značajno opadanje nivoa podzemne vode, a kao primer na istraživanom području mogu poslužiti podaci o višegodišnjoj eksploataciji na području Sombora. Pored eksploatacije voda slobodne i izdani osnovnog vodonosnog kompleksa vodosnabdevanje grada vrši se zahvatanjem voda izdani u pliocenskim naslagama. Podaci iz perioda 1960-1998. godine na slici 61 pokazuju trend opadanja nivoa u okviru izdani formirane u paludinskim sedimentima



*Slika 61. Dijagram opadanja nivoa usled eksploatacije podzemnih voda iz izdani u pliocenskim naslagama na području Sombora u periodu 1960-1998. godine (prema Institutu "Jaroslav Černi)*

usled nadeksploatacije. Nakon dostignutog drastičnog sniženja nivoa podzemnih voda sredinom osamdesetih godina, organizacijom kontrole režima eksploatacije na dubokim bunarima koji se nalaze na više lokacija u gradu, zaustavljeno je dalje opadanje nivoa ove izdani.

Prema raspoloživim pokazateljima režima eksploatacije podzemnih voda na izvorištima severne Bačke u današnjim uslovima, može se konstatovati da se zahvatanje podzemnih voda iz osnovnog vodonosnog kompleksa vrši na nivou optimalnih ili na granici maksimalnih prirodnih mogućnosti obnavljanja. Ovo znači da sadašnje količine koje se zahvataju predstavljaju eksploatacione rezerve i da bi se daljim povećanjem eksploatacije počele značajnije iskorišćavati statički deo rezervi podzemnih voda.

Kao što se može zaključiti o rezervama podzemnih voda na ovom području uglavnom se govori na osnovu efekata postojeće eksploatacije.

Razmatranje prirodnih rezervi voda prve izdani i izdani osnovnog vodonosnog kompleksa još uvek je složeno pitanje jer nisu dovoljno poznati pojedini elementi bilansa. Iako je, nažalost, stanje ovakvo i posle višedecenijske eksploatacije na izvorištima, u uslovima organizovanog vodosnabdevanja i postojanja nadležnih vodoprivrednih institucija, u radu su korišteni postojeći fondovski podaci i izvršena terenska istraživanja kako bi se ipak rezerve podzemnih voda kvantifikovale i stvorila jasnija slika o raspoloživom resursu podzemnih voda. U proučavanju ove problematike korišćena su saznanja do kojih se došlo tokom realizacije projekta Sudehstra i iskustava mađarskih istraživača koji su u našem neposrednom okruženju, na prostoru južne Mađarske vršili detaljna ispitivanja kako bi odredili vrednosti pojedinih bilansnih elemenata. Značajan izvor podataka predstavljali su i rezultati hidrodinamičkih ispitivanja naših istraživača (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi") iz 2000. godine, kada je izrađen hidrodinamički model za celo područje Vojvodine.

O dinamičkim rezervama podzemnih voda koje se formiraju u najmlađim kvartarnim naslagama (prva izdan) bilo je već reči, prilikom ocene količina podzemnih voda koje se koriste za navodnjavanje, kada je na osnovu prihranjivanja od padavina utvrđena infiltracija u količini od 12.6 m<sup>3</sup>/s. Rashodni deo bilansne jednačine za prvu izdan čine još i zahvatanje bunarima za različite potrebe i količina vode koja se drenira u površinske tokove i kanale, ali ona nije poznata. Takođe, nepoznate su količine vode koje se razmenjuju cirkulacijom između prve i dubljih izdani. Jednačina bilansa podzemnih voda prve izdani ima sledeći izgled:

$$\pm \Delta W_I = P - E - Q_{\text{pov.ot.}} \pm Q_{\text{vodot.}} \pm Q_{\text{podz.ot.}} - Q_{\text{ekspl.}}$$

gde su:

$$\pm \Delta W_I = \text{promena zapremine podzemne vode u okviru prve izdani (m}^3\text{/s)}$$

$$P = \text{padavine (m}^3\text{/s); srednja godišnja visina padavina od 575.8 mm (94 m}^3\text{/s)}$$

$$E = \text{evapotranspiracija (m}^3\text{/s); usvojena vrednost 80 \% od padavina, što iznosi 75.2 m}^3\text{/s vode}$$

$Q_{pov.ot.}$  = površinski oticaj ( $m^3/s$ ); usvojeno  $1.2 l/s/km^2$  (Isailović & Srna, 2000), odnosno  $6.2 m^3/s$ .

$Q_{vodot.}$  = vodozmena između površinskih i podzemnih voda ( $m^3/s$ ); razmatrajući rezultate autora koji su izradili hidrodinamički model Vojvodine, usvojeno je da se iz prve izdani u vodotokove Dunav, Tisu i postojeće kanale drenira  $0.8 m^3/s$  vode

$Q_{podz.ot.}$  = podzemni oticaj ( $m^3/s$ ); mađarski istraživači, empirijski su utvrdili da vrednost podzemnog oticaja iznosi 5 % do 7 % od visine padavina; usvojena je vrednost  $4.7 m^3/s$  (5 % od padavina)

$Q_{ekspl.}$  = količine podzemnih voda koje se zahvataju za potrebe različitih korisnika ( $m^3/s$ ); terenskim istraživanjima utvrđena je potrošnja od  $0.58 m^3/s$  vode iz prve izdani, ali se pretpostavlja da je ova količina i veća što nije bilo moguće egzaktno utvrditi; usvojena je vrednost od  $1.0 m^3/s$ . Takođe, nije poznata veličina potrošnje za potrebe navodnjavanja, što može značajno uticati na konačni bilans i ocenu rezervi.

Na osnovu utvrđenih i usvojenih vrednosti dobija se sledeća vrednost rezervi podzemnih voda prve izdani:

$$\pm \Delta W_I = 94 m^3/s - 75.2 m^3/s - 6.2 m^3/s - 0.8 m^3/s - 4.7 m^3/s - 1.0 m^3/s$$

$$\pm \Delta W_I = 6.1 m^3/s$$

Formiranje rezervi podzemnih voda u naslagama osnovnog vodonosnog kompleksa (pleistocenska izdan) je složenije zbog čega i utvrđivanje pojedinih bilansnih elemenata zahteva veći obim izučavanja. Velika površina rasprostranjenja izdani, udaljene i prostrane zone prihranjivanja, intenzivna eksploatacija na teritorijama susednih država i dr., otežavaju preciznije određivanje ovih veličina. Jednačina bilansa podzemnih voda u okviru osnovnog vodonosnog kompleksa ima sledeći oblik:

$$\pm \Delta W_{OVK} = Q_{podz.dot. \text{ zal.}} \pm Q_{podz.dot.I} - Q_{ekspl.} - Q_{podz.ot.}$$

gde je:

$$\pm \Delta W_{OVK} = \text{ukupna promena zapremine podzemne vode u okviru osnovnog vodonosnog kompleksa (m}^3\text{/s)}$$

$Q_{podz.dot.zal.}$  = podzemni doticaj na područje severne Bačke ( $m^3/s$ ); vrednost određena na osnovu proučavanja rezultata izrađenog hidrodinamičkog modela Vojvodine, iznosi  $0.8 (m^3/s)$

$Q_{podz.dot.I}$  = podzemni doticaj iz I izdani ( $m^3/s$ ); usvojeno na osnovu empirijskih vrednosti koje su utvrdili mađarski istraživači, prema kojima se u OVK filtrira količina 5% do 7% od visine padavina; usvojena je vrednost  $4.7 m^3/s$

$Q_{eksp.}$  = količine podzemnih voda koje se zahvataju za potrebe različitih korisnika ( $m^3/s$ ); terenskim istraživanjima utvrđena je potrošnja od  $1.7 m^3/s$ , što je i usvojeno za proračun. Pretpostavlja se da je ova vrednost, realno, i veća, ali se ne može proceniti koliko ona iznosi.

$Q_{podz.ot.}$  = podzemni oticaj iz izdani osnovnog vodonosnog kompleksa ( $m^3/s$ ); nije moguće preciznije odrediti ovu vrednost

Zamenom brojnih vrednosti dobija se bilans podzemnih voda osnovnog vodonosnog kompleksa:

$$\pm \Delta W_{OVK} = 0.8 m^3/s + 4.7 m^3/s - 1.7 m^3/s - Q_{podz.ot.}$$

$$\pm \Delta W_{OVK} = 3.8 m^3/s - Q_{podz.ot.}$$

Kao što se može i pretpostaviti, vrednosti rezervi podzemnih voda dobijene u ovom proračunu, svakako odstupaju od stvarnih količina, obzirom da je veći broj bilansnih elemenata u jednačini, iz ranije istaknutih razloga morao biti usvojen i pretpostavljen. Ocena rezervi bio bi težak zadatak i u uslovima znatno veće istraženosti nego što je to danas slučaj, ali je postojeći fond podataka uslovljavao i nivo realnosti proračuna rezervi podzemnih voda.

Rezultati proračuna, kod obe razmatrane izdani upućuju na zaključak da na ovako velikom delu Panonskog basena, jedino tačno poznavanje vrednosti svih elemenata bilansa omogućava pravilnu interpretaciju uslova formiranja rezervi podzemnih voda. U trenutnim uslovima, na osnovu dobijenih rezultati mogu se dati samo pretpostavke o procesima nastanka i preraspodele rezervi.

Kada se razmatra prva izdan, za proračun bilansa na istraživanom području je značajno poznavanje potrošnje od strane različitih korisnika. Terenskim istraživanjima utvrđene su količine vode koje se troše za vodosnabdevanje stanovništva iz centralizovanih sistema, ali ne postoji tačan uvid u individualnu potrošnju i zahvatanje za potrebe industrije. Potrošnja za navodnjavanje, koja je svake godine sve intenzivnija, praktično je potpuno nepoznata ali predstavlja rashodni element koji je od izuzetnog značaja na ukupni bilans voda prve izdani. Ona je posebno važna tokom vegetacionog perioda kada je evapotranspiracija znatno veća od visine padavina. Pored ovoga nepoznate su količine podzemnih voda koje se iz ove izdani dreniraju u vodotokove i kanale. Suficit od  $6.1 \text{ m}^3/\text{s}$  vode koji je dobijen u bilansnoj jednačini predstavlja količinu koja se raspoređuje na ove elemente bilansa čije vrednosti nisu dovoljno poznate, dakle na individualnu potrošnju stanovništva, zatim za navodnjavanje i dr.

U određivanju bilansa podzemnih voda izdani osnovnog vodonosnog kompleksa teško odrediti elementi su doticaj podzemnih voda kao i vrednost podzemnog oticaja, koji su naročito zbog velike površine značajni elementi bilansa. Mađarski istraživači koji su vršili ispitivanje uslova prihranjivanja izdani osnovnog vodonosnog kompleksa konstatovali su da u ovu izdan dospeva 5 % do 7 % od ukupne količine (visine) padavina, koja se iz prve izdan infiltrira u osnovnu izdan.

Za proučavanje bilansa osnovne izdani značajni su podaci merenja nivoa podzemnih voda pomoću dajvera koji su postavljeni na pet lokacije i osmatrani u periodu avgust, 2008. - mart, 2010. godine (detaljno opisano u pog. 11.2.). Nivogrami koji su rezultirali ovim merenjima pokazuju da u periodu osmatranja, prirodni i veštački faktori nisu uslovljavali značajnije promene nivoa, odnosno porast ili opadanje nivoa vode osnovne izdani.

Obzirom na podatak merenja prema kojima se nivo nije menjao, može se konstatovati da vrednost od  $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  vode u bilansnoj jednačini predstavlja rashodni član za koju se može pretpostaviti da predstavlja količinu koja se jednim delom troši zahvatanjem bunarima (deo potrošnje koja nije poznata nadležnim službama), a drugim delom



rashoduje na podzemno oticanje odnosno preticanje i vodozamenu sa dubljim izdanima.

Pored podzemnog doticaja i oticaja nedovoljno su poznate vrednosti o količinama površinskih voda koje se infiltriraju u vodonosne sredine kao i suprotan vid ove vodozamene, količine podzemne vode koje otiču u vodotokove. Za prihranjivanje izdani osnovnog vodonosnog kompleksa značajna su aluvijalna područja, zbog specifičnog odnosa starijih pleistocenskih naslaga (aj-d+g) u kojima je formirana osnovna izdan sa povlatnim srednjopleistocenskim pretežno slabopropusnim rečno-barskim naslagama (ab-m) i najmlađim kvartarnih naslagama u kojima se formira prva izdan. Naime, u litostratigrafskom stubu na najvećem delu područja, rečno-barski sedimenti (ab-m) razdvajaju dve izdani, prvu izdan i izdan osnovnog vodosnog kompleksa, ali je konstatovano da u široj aluvijalnoj zoni reka ovaj slabovodopropusan sloj izostaje ili je izgrađen od peskovitih naslaga, što je izuzetno važno sa hidrodinamičkog aspekta jer prva izdan i osnovna izdan egzistiraju kao jedinstvena izdan, u kojoj se podzemne vode mešaju.

Terenskim istraživanjima izvršeno je utvrđivanje ukupnih količina podzemnih voda koje se danas eksploatišu na izvorištima javnih vodovoda gradova i manjih naselja i industrijskih preduzeća na području severne Bačke. Podaci su prikupljeni u periodu 2009. - 2011. godine.

Na istraživanom području postoji 16 centralizovanih izvorišta za vodosnabdevanje najvećih opštinskih centara na kojima se zahvata od 22 l/s (B. Topola) do 280 l/s (Subotica). Pored toga u gradovima kao što su Sombor i Subotica u sistem vodosnabdevanja uključeni su i individualni bunari na različitim lokacijama u gradu. U nadležnosti ovih vodovodnih službi često su i izvorišta seoskih naselja na području opštine. Eksploatacija se vrši pomoću cevastih bunara velikog prečnika bušenja, najčešće  $\Phi$  800 mm i 900 mm u kojima je ugrađena bunarska konstrukcija prečnika uglavnom  $\Phi$  323 mm i različitih tipova filtera. Gotovo svi bunari novije generacije izvedeni su reversnom metodom bušenja. U manjim naseljima opštine centralizovano

vodosnabdevanje se, u zavisnosti od broja stanovnika vrši iz jednog do pet bunara, kojima se prosečno eksploatiše 1 l/s do 20 l/s.

U ovom delu Bačke nalazi se više velikih industrijskih preduzeća koja predstavljaju značajne korisnike podzemnih voda i poseduju sopstvene bunare. Podaci o eksploataciji prikazani su za industrijske objekte na području svake opštine. Prikupljanje ovih podataka predstavljalo je teži zadatak jer preduzeća uglavnom nemaju posebno organizovanu službu vodovoda, a merenja izdašnosti vrše se samo povremeno. Zbog toga je za neke veće gradove u kojima se najčešće nalazi i najveći broj industrijskih objekata, realnije bilo podatke prikazati sumarno jer za veliki broj ovih preduzeća podaci nisu poznati.

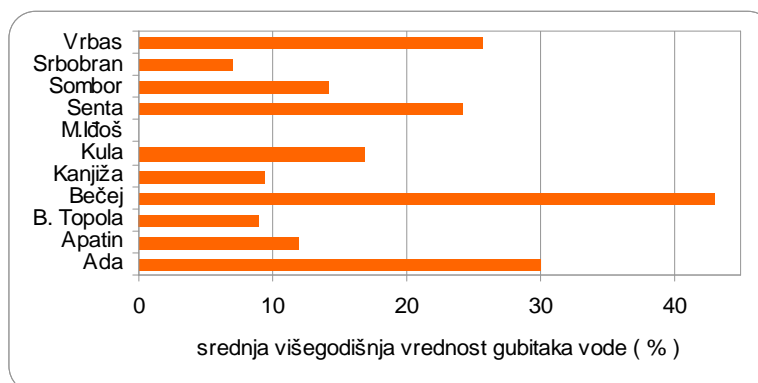
Važan faktor u bilansu eksploatacije i potrošnje vode predstavljaju gubici u vodovodnoj mreži. Zbog značaja za ocenu potrošnje, ova veličina takođe je istraživana. U zakonskim vodoprivrednim dokumentima, pri davanju procena ili planiranju, ocenjuje se da vrednost gubitaka iznosi do 20% zahvaćenih količina voda. U najvećem broju gradova i naselja u Srbiji, međutim, ova vrednost je znatno veća, zbog čega se veličina od 20 % ne može smatrati prosečnom.

Prema zvaničnim podacima vodovoda u severnom delu Bačke, vrednosti gubitaka veoma variraju i imaju, čini se nerealno male vrednosti, ako se uzme u obzir starost vodovodne mreže u naseljima, ali i vrednosti gubitaka u drugim gradovima u Srbiji. Pored toga u različitim dokumentima (izveštaji vodovoda, Prostorni planovi opština i dr.) nailazi se na različite podatke. Sve ovo ukazuje da zvanične vrednosti gubitaka nisu realne, da se ponekad tendenciozno prikazuju umanjenim, a ponekad se ne zna njihova stvarna vrednost.

Prosečna vrednost gubitaka, izračunata za sve vodovode, prema zvaničnim podacima iznosi 19 %. Međutim, jedan od realnih podataka jeste veličina gubitaka za Bečej, koji iznose 43 % i čini se da su i vrednosti gubitaka u ostalim naseljima bliže ovoj, nego zvanično prikazanim vrednostima. Na osnovu stanja vodovodne mreže i analogije sa drugim gradovima u Srbiji, može se proceniti da vrednost gubitaka u javnim

Tabela. 27. Srednje višegodišnje vrednosti gubitaka u vodovodnoj mreži naselja u periodu 2005-2009. godine.

Naselje	Gubici (%)
Ada	30
Apatin	12
B. Topola	9
Bečej	43
Kanjiža	9
Kula	17
M. Idoš	-
Senta	24
Sombor	14
Srbobran	7
Subotica	21
Vrbas	26



vodovodnim sistemima na području severne Bačke iznosi minimalno 30 % vode od ukupno zahvaćenih količina, iako se pretpostavlja da je ona u nekim naseljima i veća. Ovo je naročito slučaj u seoskim naseljima.

Svi podaci o zahvaćenim količinama dati su u tabeli 28 i grafički su prikazani na slici 62. Vrednosti u tabeli predstavljaju eksploatisane odnosno zahvaćene količine voda iz pojedinih izvora.

Ako se usvoji da vrednost gubitaka vode u mreži iznosi 30 % od ukupno zahvaćenih količina:

$$Q_{\text{zahvaćene}} = 2268 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{gubitka}} = 30 \% (Q_{\text{zahvaćene}}),$$

veličina gubitaka ( $Q_{\text{gubitka}}$ ), izražena u l/s iznosi:

$$Q_{\text{gubitka}} = 680 \text{ l/s}$$

Za ocenu rezervi podzemnih voda na izvorštima relevantna je vrednost zahvaćenih količina podzemnih voda, koja je ovde i prikazana. Kada se ona umanji za vrednost gubitaka vode u cevovodnom sistemu dobijaju se iskorišćene količine voda.

$$Q_{\text{iskorišćene}} = Q_{\text{zahvaćene}} - Q_{\text{gubitaka}}$$

$$Q_{\text{iskorišćene}} = 2268 \text{ l/s} - 680 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{iskorišćene}} = 1586 \text{ l/s}$$

Kao što se može videti, ukupna količina podzemnih voda koje se zahvataju na javnim izvorištima i izvorištima industrijskih preduzeća na istraživanom području iznosi 2268 l/s, odnosno približno 2.3 m<sup>3</sup>/s. Na izvorištima industrije eksploatiše se 1052 l/s (približno 1 m<sup>3</sup>/s) i ova količina može se smatrati realnom u odnosu na broj i kapacitete ovih objekata.

Utvrđivanje količina vode koje se eksploatišu na području severne Bačke izvršena je na osnovu terenskih istraživanja, zatim podataka vodovodnih službi i rezultata ranije izvedenih istraživanja koja su za cilj imala utvrđivanje rezervi podzemnih voda. Proračun je mogao biti izveden samo na osnovu podataka o eksploataciji koja se vrši na izvorištima javnog vodosnabdevanja i analizom podataka o zahvatanju voda industrijskih preduzeća. I dalje ostaju nepoznate količine voda koje koriste manji mikrovodovodi i individualni korisnici jer se kontinualna merenja ne vrše. Stoga, dobijene količine voda koje se zahvataju treba uvećati za količine voda pomenutih korisnika, koje su i u današnjim uslovima, nažalost, nepoznate.

Tabela 28. Ukupne količine podzemne vode i izdan iz koje se vrši eksploatacija na istraživanom području

Opština	Grad / naselje	Količina (l/s)	Izdan
Ada	Izvorište javnog vodovoda JKP "Standard"	27	II (ovk)
	Mikrovodovodi - Ada	5	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode - Ada sopstv. vodoz.	1	II (ovk)
	Mikrovodovodi - Mol	1	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode - Mol sopstv. vodoz.	10	II (ovk)
	Obornjača	1	II (ovk)
	Sterijino	1	II (ovk)
	Utrine	2	II (ovk)
Apatin	Izvorište javnog vodovoda JKP "Naš dom"	52	I + II (ovk)
	Industrija	67	I + II (ovk)
	Sonta	8	I + II (ovk)
	Kopusina	3	I + II (ovk)

tabela 28/1 (nastavak)

Opština	Grad / naselje	Količina (l/s)	Izdan
Bačka Topola	Izvorište javnog vodovoda JP "Komgrad"	22	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode sopstv. vodoz.	41	II (ovk)
	Gornja Rogatica	1	II (ovk)
	Zobnatica	1	II (ovk)
	Kavilo	1	II (ovk)
	Karađorđevo	1	II (ovk)
	Krivaja	2	II (ovk)
	Novo Orahovo	3	II (ovk)
	Njegoševo	2	II (ovk)
	Pačir	5	II (ovk)
	Svetličevo	1	II (ovk)
	Srednji Salaš	1	II (ovk)
	Stara Moravica	7	II (ovk)
	Stara Moravica - industrija p.v, sopstv. vodoz.	5	II (ovk)
	Orešković	1	II (ovk)
	Bački Sokolac	1	II (ovk)
	Gunaroš	1	II (ovk)
	Bajša	4	II (ovk)
Mali Beograd	1	II (ovk)	
Bečej	Izvorište javnog vodovoda JP "Vodokanal"	96	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode sopstv. vodoz.	99	II (ovk)
	Bačko Gradište	8	III
	Bačko Gradište - industrija	3	III
	Radičević	2	II (ovk)
	Bačko Petrovo selo	11	III
	Mileševo	2	II (ovk)
Kanjiža (Potiski vodovodi)	Kanjiža - izvorište javnog vodovoda	5	II (ovk)
		20	III
	Industrija - podzemne vode sopstv. vodoz.	50	II (ovk)
	Horgoš - izvorište javnog vodovoda	4	II (ovk)
		6	III
	Horgoš - industrija	3	II (ovk)
	Trešnjevac	3	II (ovk)
	Orom	3	II (ovk)
	Totovo Selo	1	II (ovk)
	Doline	1	II (ovk)
	Velebit	1	II (ovk)
	Mala Pijaca	3	II (ovk)
	Martonoš	6	II (ovk)
	Mali Pesak	3	II (ovk)
	Fodor škola	1	II (ovk)
Adorjan	1	II (ovk)	

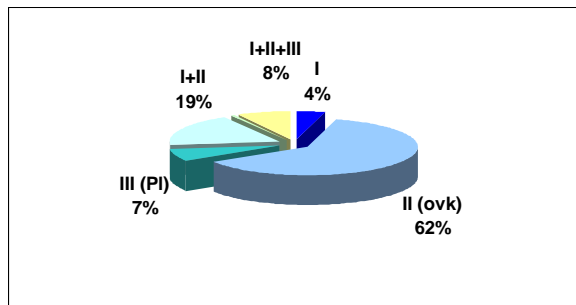
tabela 28/2 (nastavak)

Opština	Grad / naselje	Količina (l/s)	Izdan
Kula	Izvorište javnog vodovoda "Krsturski put"	9	I
		13	II (ovk)
	Izvorište javnog vodovoda "Štolc"	24	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode, celo područje	93	I + II (ovk)
	Crvenka	20	II (ovk)
	Nova Crvenka	1	I + II (ovk)
	Kruščić	5	II (ovk) + III
	Lipar	3	II (ovk)
	Ruski Krstur	7	III
	Sivac	13	II (ovk)
Mali Iđoš	Izvorište mikrovodovoda	15	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode, celo područje	5	II (ovk)
	Lovčenac	7	II (ovk)
	Feketić	8	II (ovk)
Senta	Izvorište javnog vodovoda, izv. "Sever"	4	II (ovk)
	Izvorište javnog vodovoda, izv. "Jug"	41	II (ovk)
	Mikrovodi u Senti	5	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode sopstv. vodoz.	38	II (ovk)
		30	III
	Bogaraš	1	II (ovk)
	Kevi	2	II (ovk)
	Gornji Breg	4	II (ovk)
	Tornjoš	3	II (ovk)
Sombor	Izvorište javnog vodovoda JKP "Vodokanal", izvorište "Jaroš"	118	I + II (ovk)
		10	III
	Izvorište javnog vodovoda, "duboki bunari" u gradu	17	III
	Industrija - podzemne vode, celo područje	171	I + II (ovk)+ III
	Čonoplja	9	II (ovk)
	Gakovo	4	III
Sombor	Rastina	2	III
	Aleksa Šantić	4	II (ovk)
	Bački breg	1	II (ovk)
	Bački Monoštor	5	I + II (ovk)+ III
	Bezdan	6	II (ovk)
	Doroslovo	1	III
	Kolut	2	III
	Kljajićevo	11	II (ovk)
	Ridica	5	II (ovk)
	Stanišić	7	II (ovk)
	Stapar	6	III
	Svetozar Miletić	3	II (ovk)
	Telečka	5	II (ovk)
Subotica	Izvorište javnog vodovoda, "Vodozahvat I"	200	II (ovk)
	Izvorište javnog vodovoda, "Vodozahvat II"	22	II (ovk)
	Izvorište javnog vodovoda, "Integral"	14	II (ovk)
	Bunar u krugu vodovoda "Uprava"	6	II (ovk)
	Bunari u krugu bolnice	9	II (ovk)
	UPOV - lokacija prečistač otpadnih voda	8	II (ovk)

tabela 28/3 (nastavak)

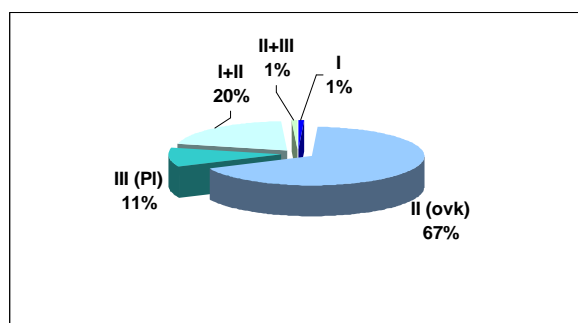
Opština	Grad / naselje	Količina (l/s)	Izdan
Subotica	Industrija - podzemne vode, celo područje	321	II (ovk)
	Bajmok	10	II (ovk)
	Bački Vinogradi	1	II (ovk)
	Bikovo	17	II (ovk)
	Višnjevac	1	II (ovk)
	Đurđin	3	II (ovk)
	Kelebija	1	II (ovk)
	Graničar	7	II (ovk)
	Mala Bosna	2	II (ovk)
	Mišićevo	2	II (ovk)
	Novi Žednik	6	II (ovk)
	Palić	10	II (ovk)
	Stari Žednik	4	II (ovk)
	Čantavir	15	II (ovk)
Srbobran	Izvorište javnog vodovoda "Popovača"	25	II (ovk)
	Izvorište javnog vodovoda "Staro Vašarište"	5	II (ovk)
	Industrija - podzemne vode sopstv. vodoz.	21	II (ovk)
	Nadalj	5	II (ovk)
	Turija	7	II (ovk)
Vrbas	Izvorište javnog vodovoda	65	I + II (ovk)
	Industrija - podzemne vode, sopstv. vodoz.	82	I
		15	II (ovk)
	Kucura	8	III
	Bačko Dobro Polje	9	III
	Zmajevo	8	III
	Savino Selo	6	II (ovk) + III
	Ravno Selo	7	III
Kosančić	1	I	
U K U P N O		<b>2268 l/s</b>	
Ukupno sa izvorišta javnih vodovoda		<b>1216 l/s</b>	
Ukupno iz sopstvenih vodozavhata podzemnih voda industrijskih preduzeća		<b>1052 l/s</b>	

I/s	Izd an						UKUPNO
	I	II (ovk)	III (PI)	I+II	II+III	I+II+III	
	92	1409	158	422	11	176	2268
%	4	62	7	18	0	8	100



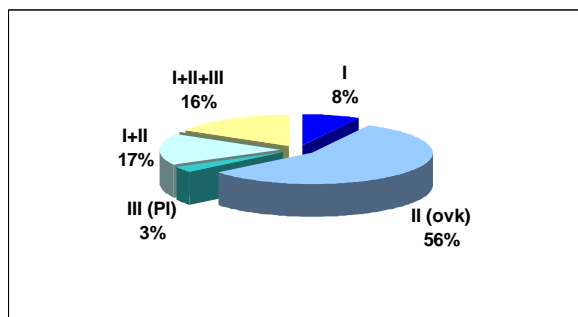
UKUPNO izvorišta javnih vodovoda i MZ i industrija - zahvaćene količine

I/s	Izd an						UKUPNO
	I	II (ovk)	III (PI)	I+II	II+III	I+II+III	
	10	815	128	247	11	5	1216
%	1	67	11	20	1	0	100



Izvorišta javnih vodovoda - zahvaćene količine

I/s	Izd an						UKUPNO
	I	II (ovk)	III (PI)	I+II	II+III	I+II+III	
	82	594	30	175	0	171	1052
%	8	56	3	17	0	16	100



Industrija, podzemne vode, sopstveni vodozahvati - zahvaćene količine

Slika 62. Zahvaćene količine podzemnih voda iz pojedinih izvora na istraživanom području



Vrednosti koje su prikazane u tabeli predstavljaju prosečne količine voda koje se eksploatišu na izvorištima severne Bačke. One odražavaju režim eksploatacije u periodu poslednjih godina koji se u pogledu količina nije značajnije menjao. Za opštinske centre ove količine potvrđene su hidrogeološkim istraživanjima i izrađenim elaboratima o rezervama, ali podaci o potrošnji u seoskim naseljima predstavljaju vrednosti na osnovu višegodišnje eksploatacije, bez primene hidrogeoloških metoda kao što su istražno-eksploataciona crpenja, osmatranja nivoa podzemnih voda i druge vrste radova. Zbog toga za dobijene količine od 2268 l/s nije moguće izvršiti svrstavanje u pojedine kategorije kako se to propisuje važećim Pravilnikom o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi (Sl. list SFRJ br 34/79, 1979).

Prema zvaničnim rezultatima elaborata o rezervama podzemnih voda koji su do 2012. godine izrađeni za gradska izvorišta na istraživanom području (prikazani u prethodnom poglavlju, tabela 22) kao i manjem broju izvorišta industrijskih preduzeća, rezerve podzemnih voda koje su svrstane u kategoriju "B" iznose 1239 l/s, u kategoriju "C<sub>1</sub>" svrstano je 497 l/s i 8 l/s u "A" kategoriju.

Evidentno je da će nastavak hidrogeoloških istraživanja za utvrđivanje rezervi i izradu elaborata o rezervama na izvorištima za vodosnabdevanje, ali i izvorištima koja se koriste za druge potrebe omogućiti precizniju ocenu rezervi podzemnih voda na istraživanom području.

## **20. Modelska hidrodinamička ispitivanja na istraživanom području**

Za razmatranje rezervi i ocenu resursa podzemnih voda na istraživanom području potrebno je prikazati i rezultate hidrodinamičkih ispitivanja koja su predstavljala važan deo hidrogeoloških istraživanja međugranične izdani realizovanih u saradnji sa stručnjacima iz Mađarske.

Jedan od najvažnijih i najkompleksnijih zadataka koje je realizacijom projekta SUDEHSTRA trebalo rešiti predstavljalo je utvrđivanje količina i efekata današnje

eksploatacije podzemnih voda u pograničnom području obe države i mogućnosti zahvatanja podzemnih voda u različitim klimatskim uslovima čije se izmene očekuju u narednom periodu od 15 do 20 godina.

Istraživači ovog projekta zaključili su da postavljene zadatke treba rešavati izradom jedinstvenog hidrodinamičkog modela za čiju izradu je izvršena obrada svih raspoloživih podataka o geološkoj građi i hidrogeološkim karakteristikama terena, rezultatima geofizičkih ispitivanja, hidrometeoroloških, hidroloških i drugih podataka. Posebno značajni za izradu modela bili su podaci režimskih osmatranja za čije prikupljanje je bilo neophodno organizovati monitoring mrežu na postojećim izvorištima i širem području.

#### 20.1. Monitoring na izvorištima - uspostavljanje osmatračke mreže

Hidrodinamičkim modelom predviđeno je ispitivanje izdani koje su formirane u kvartarnim ali i dubokim neogenim naslagama. Fond raspoloživih podataka generalno je bio znatno manji, posebno za duboke izdani, iz razloga što je broj bušotina kojima se zahvataju termomineralne vode dubljih pliocenih naslaga na našem području manji.

Na početku realizacije projekta SUDEHSTRA zaključeno je da za naše područje postoji i manji fond podataka kvantitativnih parametara režima u odnosu na mađarsku teritoriju. Razlog tome je neorganizovanost režimskih osmatranja na izvorištima kao i činjenica da se u Mađarskoj, čak i za potrebe vodosnabdevanja više koriste podzemne vode iz dublje izdani.

Izvor podataka predstavljale su arhive službi vodovoda javnog vodosnabdevanja, ali je fond podataka bio nedovoljan čak i za izdan osnovnog vodonosnog kompleksa, zbog čega je bilo neophodno organizovati osmatranja i merenja na terenu. Monitoring mreža formirana je na postojećim izvorištima, izvan uticaja eksploatacionih bunar i pogodnim udaljenijim lokacijama. Na izvorištima su uglavnom korišćene istražne

hidrogeološke bušotine, dok su u široj zoni merenja vršena u napuštenim bunarima, čije karakteristike su prethodno upoznate i proverena njihova funkcionalnost.

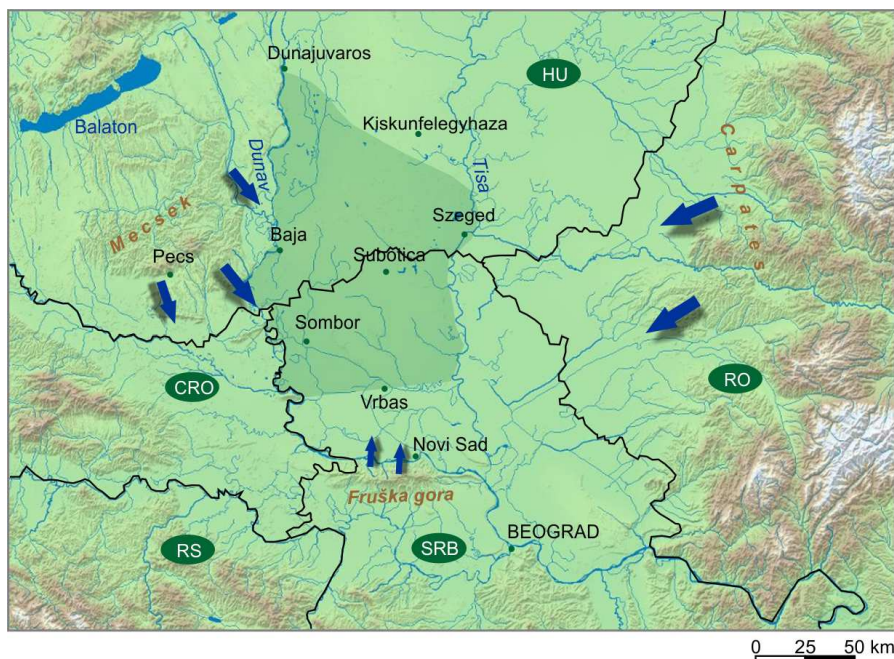
Na istraživanom području određeno je pet lokacija na kojima su merenja nivoa podzemnih voda vršena dajverima, kao najpouzdanijim načinom praćenja oscilacija nivoa podzemnih voda. Uređaji su instalirani u dublje istražne bušotine ili napuštene bunare u kojima je meren nivo podzemnih voda osnovne izdani (OVK).

Merenja dajverima vršena su na području Subotice, Bajmoka, Malog Idoša, Sente i Bečeja. Obradeni podaci i rezultati detaljno su prikazani u poglavlju 11 o režimu podzemnih voda osnovnog vodonosnog kompleksa.

Obzirom da veliki broj dubokih geotermalnih bušotina na ovom području nije u upotrebi, režimske karakteristike dubokih izdani sa termomineralnim vodama upoznate su analizom raspoloživih podataka bušotina na lokacijama postojećih banjiskih kompleksa u Prigrevici, Paliću i Kanjiži. Fond podataka dubokih izdani na našem području bio je vrlo mali, što je uticalo i na ograničenja u izradi modela.

## 20.2. Izrada hidrodinamičkog modela sa rezultatima

Istraživanjima je, po dubini, trebalo obuhvatiti sve vodonosne sredine iz kojih se zahvataju podzemne vode, od hladnih malomineralizovanih do termomineralnih koje se koriste za balneoterapeutske i rekreativne svrhe. Između dve države postoje razlike u pogledu iskorišćavanja podzemnih voda iz različitih vodonosnih sredina. Dok se kod nas najviše eksploatišu podzemne vode iz kvartarnih i gornjopliocenskih naslaga, na području Mađarske značajno su zastupljene i vode iz dubljih izdani koje se delom koriste za vodosnabdevanje (npr. Segedin) i za druge svrhe. U skladu sa upotrebom, na području Mađarske nalazi se preko 100 bušotina kojima se zahvataju vode iz dubokih izdani, dok je kod nas moguće koristiti 15 do 20 ovakvih bušotina. Ovakva situacija uslovila je neravnomeran odnos na našem i mađarskom delu istraživanog područja u pogledu raspolaganja podacima o hidrodinamičkim karakteristikama dubokih izdani, pa i nepouzdanost interpretaciji njihovog rasprostranjenja na našoj strani.



Slika 63. Područje obubvaćeno hidrodinamičkim modelom i zone prihranjivanja (plave stelice)

Model je koncipiran kao višeslojeviti model u skladu sa realnim uslovima na terenu na kojem je u okviru istraživanog tercijarnog i kvartarnog kompleksa izdvojeno deset slojeva od kojih je pet vodonosnih, koji su formirani do dubine oko 2500 m (slika 64). Prvi vodonosni sloj predstavljaju aluvijalne, terasne i pleistocenske peskovite i peskovito-šljunkovite naslage, drugi vodonosni sloj izdvojen je u okviru plio-kvartanih naslaga, dok su ostala tri vodonosna sloja miocenske starosti. Zbog malog broja dubokih geotermalnih bušotina koje se koriste kod nas i u kojima se nisu vršila režimska osmatranja, za bušotine koje kaptiraju miocenske naslage prikupljeno je vrlo malo podataka, što je bilo neuporedivo sa fondom podataka o ovakvim bušotinama na mađarskoj strani.

Posmatrano u planu, diskretizacija strujnog polja izvedena je sa osnovnom veličinom ćelija strujnog polja 1000 m \* 1000 m, koje su smanjivane do 125 m \* 125 m, u zonama izvorišta.

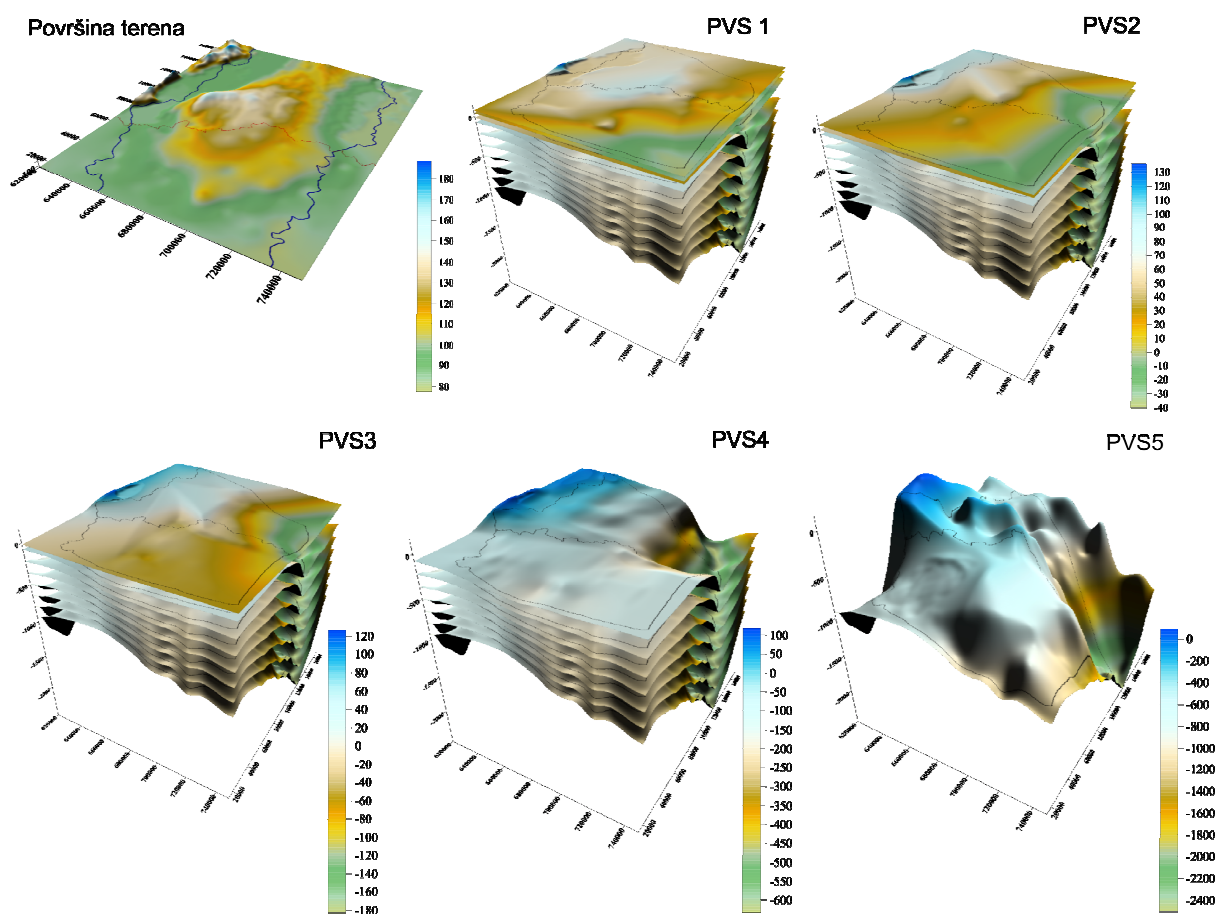
Hidrogeološke karakteristike opisane su hidrogeološkim parametrima koji su zadavani kao reprezentativni za svaki sloj (tabela 29).

Tabela 29. Početne vrednosti hidrogeoloških parametara

Sloj	Kh (m/dan)	Kv (m/dan)	Poroznost
1	4	0.004	0.1
2	2	0.004	0.2
3	0.015	0.0002	0.1
4	10	0.4	0.2
5	0.05	0.0005	0.05
6	5	0.5	0.15
7	0.05	0.001	0.05
8	5	0.5	0.15
9	0.05	0.001	0.05
10	5	1	0.15

$K_h$  – koeficijent filtracije – horizontalni pravac

$K_v$  – koeficijent filtracije – vertikalni pravac



Slika 64. Površina vodonosnih slojeva (PVS) obubvaćenih hidrodinamičkim modelom

U granične uslove u hidrodinamičkom modelu uključeni su :

- **infiltracija padavina.** Obezbeđeni su podaci pet hidrometeoroloških stanica na našem području;
- **evapotranspiracija;**
- **opšti nivo podzemnih voda.** Reprezentuje uticaj prihranjivanja iz područja koja se nalaze van područja obuhvaćenog modelom. Ovaj uslov zadavan je u tri najdublja vodonosna sloja. Uticaj Dunava na režim podzemnih voda zadat je u dva najviša sloja modela;
- **granica zadatog kapaciteta.** Ovaj granični uslov reprezentuje rad izvorišta na istraživanom području sa kapacitetima bunara u svih pet vodonosnih slojeva;
- **drenaža.** Zbog velikog broja drenažnih kanala, njihov uticaj zadat je kao uslov u prvom sloju;
- **granični uslov „reka“.** Zadat je uticaj Tise, na istoku.

Proračuni su bili usmereni u pravcu prikaza dve varijante prognoza: uticaj klimatskih promena koje se ogledaju kroz smanjenje padavina u uslovima povećanja eksploatacije podzemnih voda na mađarskoj strani i u slučaju povećanja eksploatacije na mađarskoj strani i smanjenja eksploatacije kod nas (tabela 27).

Izbor scenaria u pogledu eksploatacije proizašao je iz činjenice da je u Mađarskoj proteklih godina, ulaskom u Evropsku uniju, u oblasti vodosnabdevanja izvršena racionalizacija potrošnje različitim merama, ali pre svega uvođenje realne, ekonomske cene vode. Time, je potrošnja smanjena u odnosu na raniji period, tako da je u prognoznim varijantama buduće potrošnje realno predviđanje da će dalji društveni razvoj pratiti i povećanje potrošnje. Do ovakog procesa kod nas još nije došlo, nasuprot tome očekuje se racionalizacija potrošnje što podrazumeva smanjenje u narednom periodu.

Već su istaknuti razlozi zbog kojih prognozni proračuni sadrže određena ograničenja, a među njima najznačajniji nedostatak u primenjenoj metodologiji predstavlja činjenica da je zbog nepoznavanja određenih podataka kao što su specifična izdašnost izdani i

Tabela 30. Varijante prognoza analizirane hidrodinamičkim modelom

Varijanta	Infiltracija padavina	Vešačko prihranjivanje	Kapacitet izvorišta
Osnovni model	Prosečna višegodišnja	Bez	Postojeći
Osnovni model sa bunarima	Prosečna višegodišnja	Bez	Prosečni višegodišnji
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%	Smanjenje za 20%	Bez	Prosečni višegodišnji
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 90%	Smanjenje za 10%	Bez	Prosečni višegodišnji
Osnovni model sa bunarima, veštačka infiltracija	Prosečna višegodišnja	Primena u Mađarskoj	Prosečni višegodišnji
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%, Eksp. Srb. 100% Eksp. Mađ. 110%	Smanjenje za 20%	Bez	Povećanje u Mađarskoj za 10%, Srbija postojeći
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%, Eksp. Srb. 85% Eksp. Mađ. 110%	Smanjenje za 20%	Bez	Povećanje u Mađarskoj za 10%, smanjenje u Srbiji za 15%

specifično uskladištenje, proračun morao biti sproveden u stacionarnim uslovima. Osim ovoga, ostali su nedovoljno poznati uticaj površinskih tokova i drenažnih kanala na prvi i drugi vodonosni sloj, zatim veličina prihranjivanja i smer izdanskih voda u dubljim vodonosnim slojevima, nivoi podzemnih voda u zonama izvan izvorišta.

Zbog primene proračuna za stacionarne uslove ostale su nepoznate promene rezervi podzemnih voda tokom vremena, što predstavlja najznačajniji nedostatak sprovedenih hidrodinamičkih ispitivanja.

Rezultati ovog dela istraživanja u projektu SUDEHSTRA finalizovani su elementima bilansa podzemnih voda prema usvojenim varijantama (tabela 31). Analize po varijantama pokazuju da smanjenje padavina usled klimatskih promena pri sadašnjem režimu eksploatacije u severnoj Bačkoj uslovljavaju dalje opadanje nivoa u obe izdani

koje se danas kod nas eksploatišu. Obaranja nivoa su regionalna, a posebno izražena u izvorišnim zonama. U uslovima povećanja eksploatacije na teritoriji Mađarske smanjuje se prihranjivanje izdani i povećava deficit rezervi podzemnih voda. Primenom veštačkog prihranjivanja prve izdani u Mađarskoj, u okviru ove izdani na našem području depresije su izražene samo lokalno, u zonama izvorišta.

Kada je u pitanju deo našeg međugraničnog prostora, kao i u drugim istraživačkim segmentima projekta SUDEHSTRA i prilikom izrade hidrodinamičkog modela, zaključak je da se za buduće prognoze moraju prikupiti znatno pouzdaniji podaci koji se

Tabela 31. Bilans podzemnih voda u prognoznim varijantama

Varijanta	Infiltracija padavina	Evapotranspiracija	Veštačko prihranjivanje	Opšti nivo podzemnih voda	Bunari	Tisa	Dunav	Kanali
	(l/s)							
Osnovni model	28160	-24572	0	3588	0	-729	-1678	-1192
Osnovni model sa bunarima	28160	-22523	0	5625	-4977	-58	-1019	-1007
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%	22523	-18368	0	4155	-4977	127	-556	-660
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 90%	25347	-20463	0	4884	-4977	35	-810	-822
Osnovni model sa bunarima, veštačka infiltracija	28160	-22697	231	5463	-4977	-58	-1030	-1042
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%, Ekspl. Srb. 100%, Ekspl. Mađ. 110%	22523	-18310	0	4213	-5150	139	-556	-660
Osnovni model sa bunarima, infiltracija padavina 80%, Expl. Srb. 85%, Expl. Mađ. 110%	22523	18519	0	4005	-4688	46	-625	-671



moгу obezbediti jedino uspostavljanjem monitoringa podzemnih voda, pre svega na izvorištima za vodosnabdevanje a zatim i u okviru ostalih vodoprivrednih aktivnosti.

## **21. Primena različitih mera i kriterijumi u upravljanju resursima podzemnih voda**

### 21.1. Ocena budućih potreba za vodosnabdevanje naselja i industrije

Proračun budućih potreba stanovništva i industrije u vodi za piće predstavljaju složeniji zadatak jer pored višegodišnjih podataka o eksploataciji važan uticaj na prognoze imaju i projekcije društveno-ekonomskog razvoja u posmatarnom periodu. Fond raspoloživih podataka je vrlo mali, a društvo se nalazi u tranzicionom periodu koji karakterišu nestabilnost i nejasne vizije razvoja, u kojem postoji neizvesnost u sprovođenju strateških rešenja i nedostatak kontinuiteta u realizaciji započetih zadataka.

Prognoze budućih potreba za vodom zahteva, pored sagledavanja uticaja prirodnih faktora i analizu demografskih projekcija, socijalnih i ekonomskih uslova i privrednih planova razvoja regiona. Podaci iz ovih oblasti pridruženi su sazanjima na osnovu proučavanja postojećih strateških dokumenata opštinskih centara, kao što su prostorni planovi, dokumenti razvoja opština i planski dokumenti službi vodovoda i drugih projekata i studija u kojima se razmatra problematika perspektivnog vodosnabdevanja.

Ocena potrošnje i proračun izvršeni su za period do 2020. i 2030. godine i odnose se na buduće potrebe i potrošnju stanovništva, dok buduće potrebe industrije nije moguće detaljnije proceniti jer ne postoje neophodni i pouzdani podaci. Industrijske potrebe date su na nivou orijentacionih procena, oslanjajući se na trenutne potrebe i uzimajući u obzir postojeće planove razvoja industrije na ovom području.

Proračun je sproveden posebno za buduće potrebe opštinskih centara u kojima je vodosnabdevanje centralizovano iz postojećih javnih vodovodnih sistema, a posebno za seosko stanovništvo (mesne zajednice) u kojima organizovan vid vodosnabdevanja predstavljaju mikrovodovodi ili se domaćinstva snabdevaju iz individualnih bunara.

Ovakav pristup diktirao je fond podataka koji je veći i kvalitetniji u postojećim gradskim vodovodima u odnosu na seoska naselja.

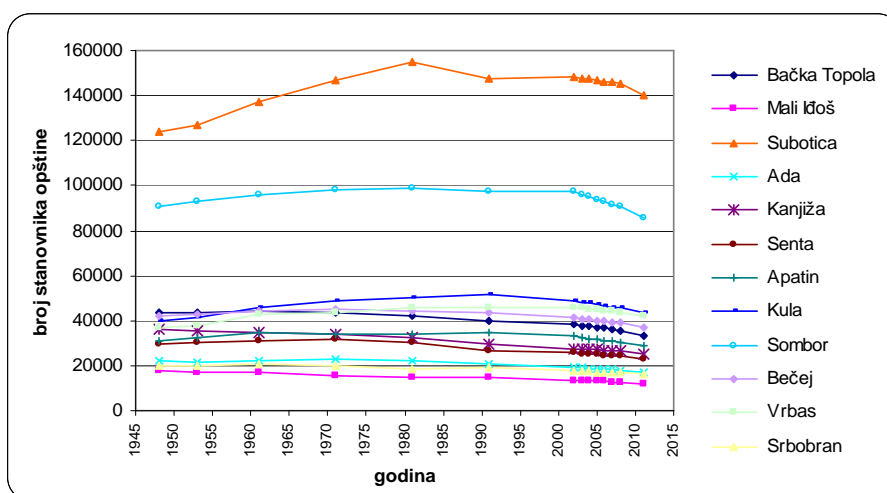
Na početku proračuna buduće potrošnje potrebno je proučiti demografske karakteristike i projekcije za posmatrani period. Analizom je obuhvaćeno kretanje broja stanovnika u proteklom periodu, a zatim su data i demografska predviđanja u pogledu broja stanovnika na istraživanom području.

Demografske karakteristike ovog područja identične su sa opštom demografskom situacijom u celoj Srbiji koja se karakteriše smanjenjem broja stanovnika poslednjih decenija. Značajnije opadanje broja stanovnika na ovom području započelo je sredinom osamdesetih godina. Tako demografska statistika pokazuje da su izuzev opština Subotica, Kula i Vrbas, sve ostale opštine na ovom području imale 1948. godine veći broj stanovnika nego 2011. godine (tabela 32). Opštine Kanjiža, Mali Iđoš imaju za jednu trećinu stanovnika manje, a broj stanovnika opštine Ada manji je za jednu četvrtinu, 25 %. Opština Sombor, privredni centar zapadnog dela Bačke, danas ima oko 5000 stanovnika manje nego 1948. godine.

Tabela 32. Kretanje broja stanovnika opština na istraživanom području u periodu 1948-2011. godine (podaci popisa stanovništva RZS)

Opština	Broj stanovnika po popisu iz			1948-2011 (%)
	1948	2002	2011	
Ada	22235	18994	16785	- 25
Apatin	31145	32813	28654	- 8
Bačka Topola	43135	38245	33268	- 23
Bečej	42071	40987	37209	- 12
Kanjiža	36334	27510	24995	- 31
Kula	39488	48353	43162	+ 9
Mali Iđoš	17683	13494	11926	- 33
Senta	29617	25568	22961	- 22
Sombor	90477	97263	85569	- 5
Subotica	123688	148401	140358	+ 13
Srbobran	20082	17855	16252	- 19
Vrbas	37174	45852	41950	+ 13

I kada se posmatra gradsko stanovništvo, prvi podaci popisa iz 2011. godine, upoređeni sa podacima popisa iz 2002. godine ukazuju na značajnije smanjenje broja stanovnika u svim gradovima ovog dela Bačke (tabela 33). Mali porast stanovništva je u Subotici, što je saglasno činjenici da se migracija stanovništva odvija iz seoskih naselja u veće gradove. I grad Sombor, kao i cela ova opština, u periodu između dva poslednja popisa



Slika 65. Kretanje broja stanovnika opština na istraživanom području u periodu 1948-2011. (podaci: RZS i Centar za strateška istraživanja Vojvodine)

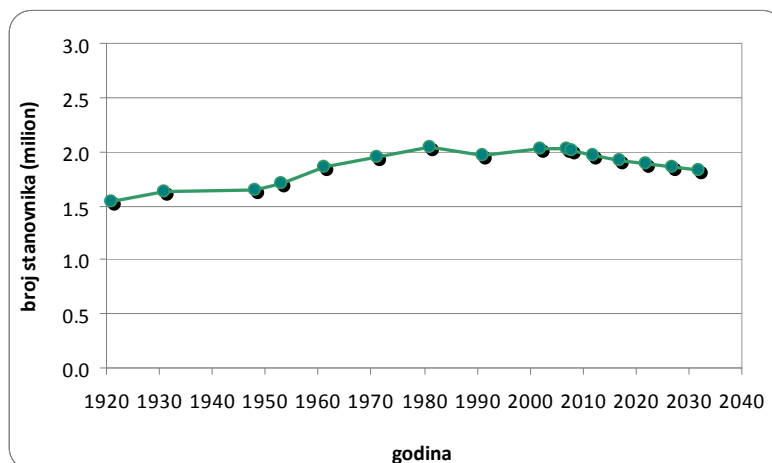
Tabela 33. Kretanje broja stanovnika u gradovima na istraživanom području u periodu 2002-2011. godine (podaci popisa stanovništva RZS)

Grad	Br. stanov. po popisu		2002-2011 (%)
	2002	2011	
Ada	10547	9464	- 10
Apatin	19320	17352	- 10
Bačka Topola	16171	14596	- 10
Bečej	25774	23817	- 8
Crvenka	10163	9003	- 11
Kanjiža	10200	9696	- 5
Kula	19301	17973	- 7
Mali Idoš	5465	4830	- 12
Senta	20302	18397	- 9
Sombor	51471	47485	- 8
Srbobran	13091	11968	- 9
Subotica	99981	96483	- 3
Vrbas	25907	23910	- 8

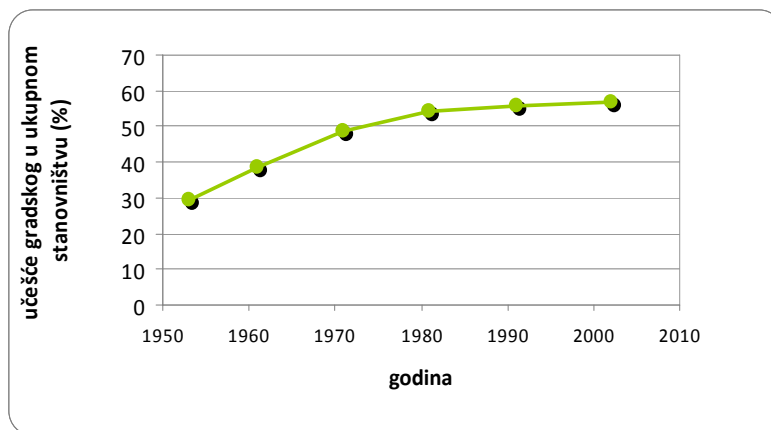
beleži pad broja stanovnika. U ostalim manjim naseljima, kao što je Mali Iđoš, permanentno se smanjuje broj stanovnika, dok neka seoska stanovništva potpuno nestaju, kao što je slučaj sa selom Obornjača u opštini Bačka Topola koje je između ova dva popisa ostalo bez stanovnika.

Prema dugoročnim demografskim prognozama, depopulacija stanovništva u Srbiji nastaviće se i u narednim decenijama, do 2052. godine. Smanjenje ukupnog broja stanovnika predviđa se i u Vojvodini i procenjuje da će broj stanovnika 2032. godine u Pokrajini biti za oko 15% manji u odnosu na 2002. godinu (slika 66).

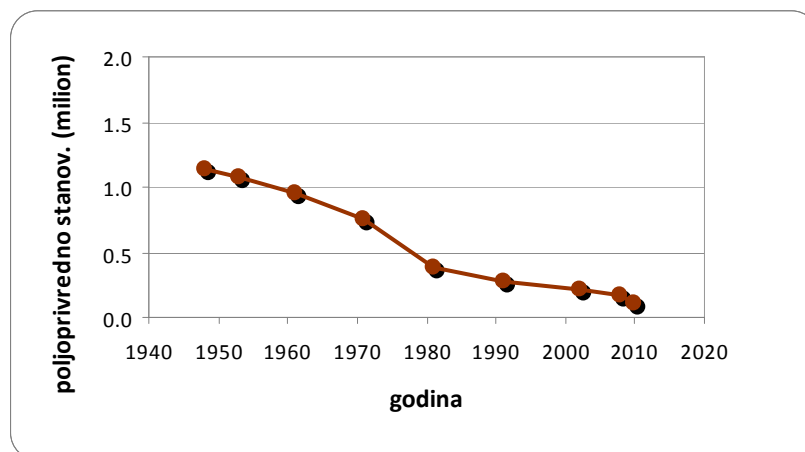
Očekuje se nastavak migracije seoskog stanovništva u gradove i dalje povećanje broja gradskog stanovništva na račun seoskog stanovništva (slika 67). Migracijom u gradove, menja se i zastupljenost pojedinih delatnosti, a ovde je posebno značajna poljoprivreda. U vezi sa ovim je i pokazatelj kretanja poljoprivrednog stanovništva u Vojvodini čije učešće se permanentno smanjivalo u proteklih pola veka (slika 68). Tako je od 1 100 000 stanovnika koje se bavilo poljoprivredom 1952. godine u Vojvodini, broj poljoprivrednog stanovništva do 2010. godine opao na svega 10 % odnosno 113 303 stanovnika.



Slika 66. Kretanje i projekcije broja stanovnika u Vojvodini od 1921-2032.godine



Slika 67. Učešće gradskog u ukupnom broju stanovnika Vojvodine u periodu 1953-2002. (prema RZS)



Slika 68. Kretanje stanovništva Vojvodine koje se bavilo poljoprivredom u periodu 1948-2010. (prema RZS)

Prognoze buduće potrošnje vode zahtevaju pretpostavke budućeg broja stanovnika. Statistički dokumenti ne sadrže prognoze broja stanovnika za svaki grad ili naselje, već se za posmatrani period daju generalne procene uglavnom izražene u procentima. Zbog toga je na bazi demografskih prognoza zvaničnih institucija iz ove oblasti, izvršena procena broja stanovnika na istraživanom području za period do 2020. i 2030. godine.

Na osnovu analize raspoloživih podataka o demografskim kretanjima, određeno je da će broj stanovnika u gradovima ovog dela Bačke do 2020. godine da se uveća za 5%, a u seoskim naseljima da se smanji za 8 % u odnosu na 2011. godinu.

Prema podacima RZS i varijanti projekcija broja stanovnika na području Vojvodine generalno se predviđa smanjenje broja stanovnika i nakon 2020. godine. Na osnovu tri varijante prognozira se da će smanjenje iznositi, u zavisnosti od varijante, između 7 i 15 % od broja stanovnika 2002. godine.

Kako se raspolagalo prvim zvaničnim podacima broja stanovnika iz popisa 2011. godine (podaci RZS-u), za proračun je određeno da je u neizmenjenim društvenim uslovima, realna prognoza da se broj stanovnika u većim gradovima do 2030. godine poveća za 5% u odnosu na 2020. godine, kao i da je realno da prognozirano smanjenje broja stanovnika u seoskim naseljima na istraživanom području 2030. godine bude 7 % u odnosu na 2020. godinu.

Tabela 34. Prognozirani broj stanovnika obuhvaćen javnim vodosnabdjevanjem i mikrovodvodima u gradovima (levo) i u seoskim naseljima (desno) na istraživanom području u periodu do 2020. i 2030. godine (na osnovu prognoznih varijanti RSZ)

Grad sa mikrovodvodima	Broj stanovnika	
	2020	2030
Ada*	15976	16774
Apatin**	23465	24639
Bačka Topola	15326	16092
Bečej***	26121	27427
Crvenka	9453	9926
Kanjiža	10181	10690
Kula	18872	19815
Mali Idoš	5072	5325
Senta	19317	20283
Sombor	49859	52352
Srbobran	12566	13195
Subotica	101307	106373
Vrbas	25106	26361

Mesne zajednice na području opštine	Broj stanovnika	
	2020	2030
Ada	1289	1199
Apatin	5666	5270
Bačka Topola	17569	16339
Bečej	11317	10525
Kanjiža	14075	13090
Kula	14891	13849
Mali Idoš	6528	6071
Senta	4199	3905
Sombor	35037	32585
Srbobran	3941	3665
Subotica	40365	37539
Vrbas	16597	15435

za gradove sa mikrovodvodima:

Ada\* - naselja Ada i Mol

Apatin\*\* - naselja Apatin, Prigrevica i Svilojevo

Bečej\*\*\* - Bečej i Radičević

Projektovani broj stanovnika gradova prikazan je u odnosu na pokrivenost vodovodnim sistemom tako da se npr. za Apatin daje ukupni broj stanovnika grada ali i Prigrevice i Svilojeva koji su priljučeni na gradski vodovodni sistem Apatina (tabela 34).

Pored parametara koje je bilo neophodno usvojiti, danas je teško predvideti na koji način će se odvijati priključivanje prigradskih naselja na javne gradske vodovode, odnosno centralizovanje vodosnabdevanja, pa se zbog toga u prognozama ostalo pri trenutnom stanju. Prognoze su u nastavku prvo date za potrebne količine vode za piće glavnih opštinskih centara za period do 2020. godine a zatim za seoska naselja u opštinama.

Postupak određivanja prognoziranih količina podzemnih voda koje će na izvorštima zahvatati u posmatranom periodu zahteva na početku procenu specifične potrošnje. Pri utvrđivanju normi potrošnje trebalo bi usvojiti kriterijume Evropske unije koji se danas primenjuju u državama unije. Norme potrošnje obuhvataju osnovne oblike potrošnje:

- potrošnju u domaćinstvima
- javnu potrošnju (ustanove, škole, bolnice) sa delom voda koje iz sistema koristi i industrija
- potrebe domaćih životinja i
- gubici u vodovodnoj mreži

Potrošnja vode u domaćinstvima određuje se prema broju stanovnika :

<b>Broj stanovnika</b>	<b>Specifična potrošnja (l/st/dan)</b>
do 2.000	110
2.000 - 5.000	120
5.000 - 10.000	130
10.000 - 20.000	140
preko 20.000	150

Javna potrošnja varira između 10 i 20 % od potrošnje u domaćinstvima, ali se preciznije određivanje vrši u odnosu na broj stanovnika:

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

Prosečne dnevne potrebe domaćih životinja iznose:

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

Važan faktor predstavljaju količine vode koje se iz različitih razloga smatraju kao gubici u sistemu. Prema EU normativima, smatraju se prihvatljivim gubici koji ne prelaze 10 % od zahvaćenih količina vode.

Postojeći uslovi u vodosnabdevanju i potrošnji u Bačkoj zahtevaju da se modifikuju pojedine veličine u okviru ovih oblika potrošnje. Proračun ne bi bio realan ukoliko se ne bi vodilo računa o činjenici da danas, npr. gubici vode u Vojvodini dostižu i 50 %, te da objektivno nije moguće do 2020. godine smanjiti ih na 10 %.

Na osnovu iskustva i objektivnog sagledavanja stanja specifična potrošnja je prilagođena realnom stanju u ovom periodu što je prikazano u tabeli 35. U pogledu broja stanovnika koji su priključeni na vodovodni sistem, analizirajući dosadašnju dinamiku proširenja vodovodnih sistema i broj novih priključenja domaćinstava, pretpostavlja se da do 2020. godine u ovim gradovima broj korisnika vode javnih sistema može dostići 95% od ukupnog broja stanovnika, a ovaj procenat zadržan je i za period do 2030. godine.



Što se tiče gubitaka vode, pretpostavka je da su oni u vodovodnim sistemima gradova danas veći od zvanično prikazanih vrednosti. Pretpostavlja se da je ova vrednost realna jedino za Bečej, gde je određeno da gubici iznose 43 %, a u nekim dokumentima i 47%. Iz tog razloga prognozira se da do 2020. godine ne mogu biti svedeni na 10 %, koliko iznose vrednosti po evropskim standardima. Realnim se čini da u ovom periodu gubici iznose 25% od zahvaćenih količina vode na izvorštima.

Demografska kretanja i ekonomski razvoj imaće i u narednom periodu do 2020. godine presudan uticaj na stanje u vodosnabdevanju kod kojeg se ne sagledavaju samo buduće potrebe u pogledu količina vode i veličina potrošnje već i organizovanost i razvoj postojećih sistema za vodosnabdevanje.

U ovom periodu predviđa se dalje smanjenje broja stanovnika, ali ono bi trebalo biti sporije u odnosu na prethodni period, pre svega zbog stabilizacije društveno-ekonomske situacije koja je u Srbiji bila naročito loša u prethodnoj deceniji. Ipak, očekuje se dalje smanjenje broja stanovnika u seoskim sredinama usled migracije u veće gradove u Pokrajini. Pобољшanje standarda stanovništva u većim gradovima uslovljavaće i povećanu javnu potrošnju.

Očekuje se dalje povećanje priključenja stanovništva i ustanova na sistem javnog vodosnabdevanja. Modernizacijom sistema očekuje se smanjenje gubitaka u vodovodnoj mreži.

Klimatske promene sa češćim periodima suše i intenzivnije aktivnosti u oblasti zaštite životne sredine uslovljavaće sve veće pritiske na podzemne vode zbog čega će biti neophodno u narednom periodu menjati odnos prema vodnim resursima, uticati na racionalno iskorišćavanje uvodeći ekonomsku cenu, čime se, na osnovu evropskih iskustava, očekuje smanjenje potrošnje vode.

Racionalnije zahvatanje podzemne vode na izvorštima ostvariće se boljom organizacijom rada na izvorštima odnosno propisivanjem obaveze režimskih osmatranja podzemnih voda i praćenja efekata eksploatacije.

Predviđa se osposobljavanje postojećih industrijskih pogona i porast industrijske proizvodnje koja je u protekle dve decenije beležila pad zbog poznatih dešavanja u regionu. Posebno značajna su očekivanja porasta potreba za visokokvalitetnom vodom u prehrambenoj industriji.

Tabela 35. Prognoza potreba i zahvaćenih količina vode 2020. godine za opštinske centre sa centralizovanim sistemima vodosnabdevanja

Javni vodovodi i mikrovod. u gradu	Ukupan broj stanovnika 2020.	95 % od ukupnog broja stanovn.	Specifična potrošnja				Isporučene količine (l/s)	Zahvaćene količine (gubici 25%) (l/s)
			Preporučene norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Prognozirane norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Javna potrošnja			
					(%)	(l/st/dan)		
Ada	15976	15177	140	140	15	21	28	35
Apatin	23465	22292	150	160	20	32	50	62
Bačka Topola	15326	14560	140	140	20	28	28	35
Bečej	26121	24815	150	170	30	51	63	79
Crvenka	9453	8980	130	140	15	21	17	21
Kanjiža	10181	9672	130	170	15	26	22	27
Kula	18872	17928	140	160	20	32	40	50
Mali Idoš	5072	4818	120	180	15	27	12	14
Senta	19317	18351	140	170	20	34	43	54
Sombor	49859	47366	150	170	40	68	130	163
Srbobran	12566	11938	140	170	20	34	28	35
Subotica	101307	96242	150	170	40	68	265	331
Vrbas	25106	23850	150	160	25	40	55	69

Potrošnju vode za potrebe industrije je vrlo teško prognozirati jer je nakon ekonomske krize pre dve decenije i zatvaranja mnogih preduzeća, danas u periodu obnove proizvodnje praktično nepoznata potrošnja za ove potrebe. Procene količina vode za potrebe industrije razmatrane su na kraju poglavlja.

Pomenute izmene klimatskih uslova sa sušama nužno nameću reorganizaciju u poljoprivredi i modernizaciju sistema za navodnjavanje. Aktivnosti na uspostavljanju funkcije kanalskog sistema, proširenje sekundarne mreže i primene savremenih sistema za navodnjavanje treba da smanje potrošnju površinske vode i da se ovim u potpunosti

napuste rešenja primene podzemnih voda prve izdani za zalivanje koje danas koriste individualni poljoprivredni proizvođači uglavnom u voćarstvu i povrtarstvu.

Tabela 36. Prognoza potreba i zahvaćenih količina vode 2020. godine za seoska naselja (MZ) na područjima opština

Mesne zajednice na području opštine	Ukupan broj stanovn. 2020.	90 % od ukupnog broja stanovnika	Specifična potrošnja				Isporučene količine (l/s)	Zahvaćene količine (gubici 25%) (l/s)
			Preporučene norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Prognozirane norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Javna potrošnja			
					(%)	(l/st/dan)		
Ada	1289	1160	110	120	10	12	2	2
Apatin	5666	5100	130	140	12	17	9	12
Bačka Topola	17569	15812	140	140	12	17	29	36
Bečej	11317	10185	140	150	15	23	20	25
Kanjiža	14075	12668	140	150	15	23	25	32
Kula	14891	13402	140	150	15	23	27	33
Mali Idoš	6528	5875	130	140	10	14	10	13
Senta	4199	3779	120	130	10	13	6	8
Sombor	35037	31534	150	150	20	30	66	82
Srbobran	3941	3547	120	130	10	13	6	7
Subotica	40365	36329	150	150	20	30	76	95
Vrbas	16597	14937	140	150	20	30	31	39

### Proračuni potreba i potrošnje do 2030. godine

Proračun potreba i potrošnje vode za period do 2030. godine zasniva se na dugoročnim demografskim projekcijama i svim drugim vrstama podataka relevantnih za prognozu potrošnje vode. Pouzdanost ove vrste prognoza u značajnoj meri zavisna je i od društveno-ekonomskih uslova koji su u Srbiji još uvek podložni promenama i teško predvidivi u posmatranom periodu. Ipak, osnovna pretpostavka jeste da će iz tranzicionog perioda država vrlo brzo preći u period većeg društvenog prosperiteta, ekonomske stabilnosti i daljeg privrednog razvoja.

Kao što je u analizi demografskih karakteristika područja istaknuto, očekuje se da će posle 2020. godine broj stanovnika u gradovima severne Bačke do 2030. godine porasti za oko 5%, dok će se u seoskim naseljima smanjiti za oko 7 %.

Računa se da će u periodu između 2020. i 2030. godine biti implementiran veći broj evropskih zakonskih dokumenata iz oblasti vodoprivrede i da će u ovom periodu biti moguća primena evropskih preporuka za potrošnju vode. One će se kretati u pravcu smanjenja potrošnje što će biti omogućeno postepenim uvođenjem ekonomske cene vode, modernizacijom vodovodnih sistema, opremanjem domaćinstava sa savremenim uređajima sa manjom potrošnjom vode.

Očekuje se dalje centralizovanje sistema vodosnabdevanja daljim priključivanjem stanovništva na javne vodovode. Implementacija evropskih zakona iz oblasti upravljanja vodnim resursima usloviće kvalitetniji monitoring na izvoristu što će usloviti racionalniju eksploataciju podzemnih voda. Smatra se realno ostvarivim da se gubici u javnim gradskim vodovodnim sistemima svedu na 12 % od zahvaćenih količina vode, dok se u seoskim naseljima računa sa vrednostima od 20 %.

Predviđa se da će na centralizovane sisteme biti priključeno 95 % stanovništva, a da će i u gradovima i u selima ostati oko 5% stanovništva koje će se individualno snabdevati vodom. Takođe, računa se i na povećanje javne potrošnje vode u odnosu na 2020.

U tabelama 37 i 38 dati su rezultati proračuna potrebnih količina vode koje će se do 2030. godine zahvatati na izvoristima podzemnih voda za vodosnabdevanje opštinskih centara i seoskih naselja na područjima opština.

Sprovedeni proračun za ocenu količina vode koje će biti potrebno obezbediti za stanovništvo do 2030. godine pokazuje da se potrošnja vode u posmatranom periodu neće značajnije menjati. Na ovakvo stanje presudno utiču demografski pokazatelji i tendencija smanjenja potrošnje vode stanovništva u odnosu na današnju. Neznatno povećanje broja stanovnika u gradovima, u odnosu na 2011. godinu i dalje smanjenje broja stanovnika u seoskim naseljima uz očekivano smanjenje vrednosti specifične potrošnje, prema proračunu usloviće blagi porast potrošnje do 2020. godine, dok bi dalja demografska kretanja i ostvarivanje potrošnje prema evropskim standardima usloveli ponovno smanjenje potrošnje vode.

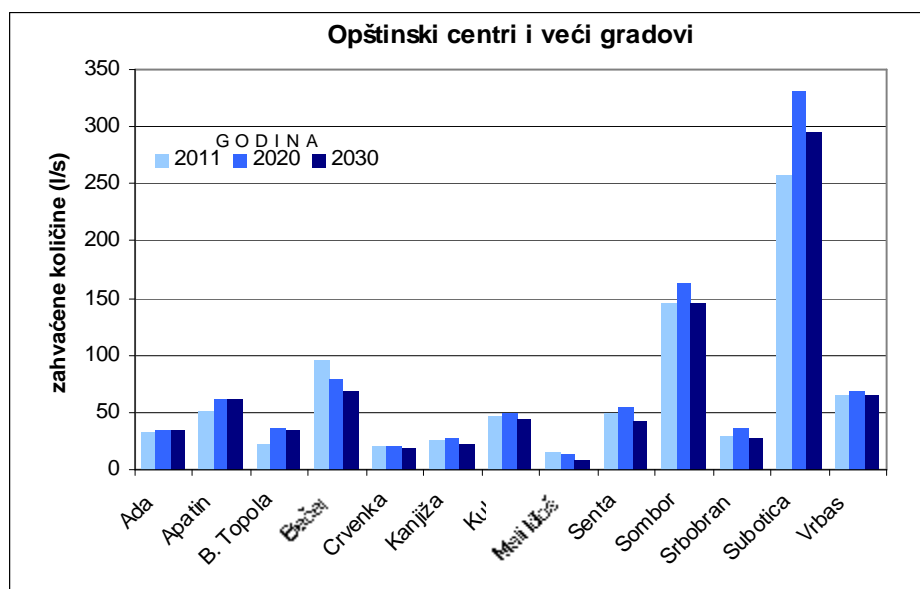
Tabela 37. Prognoza potreba i zahvaćenih količina vode 2030. godine za opštinske centre sa centralizovanim sistemima vodosnabdevanja

Javni vodovodi i mikrovd. u gradu	Ukupan broj stanovnika 2030.	95 % od ukupnog broja stanovn.	Specifična potrošnja				Isporučene količine (l/s)	Zahvaćene količine (gubici 12%) (l/s)
			Preporučene norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Prognozirane norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Javna potrošnja			
					(%)	(l/st/dan)		
Ada	16774	15936	140	140	20	28	31	35
Apatin	24639	23407	150	150	35	53	55	61
Bačka Topola	16092	15287	140	140	25	35	31	35
Bečej	27427	26055	150	150	35	53	61	68
Crvenka	9926	9430	130	130	20	26	17	19
Kanjiža	10690	10155	130	140	20	28	20	22
Kula	19815	18824	140	140	30	42	40	44
Mali Idoš	5325	5059	120	120	10	12	8	9
Senta	20283	19269	140	140	25	35	39	44
Sombor	52352	49735	150	150	50	75	130	145
Srbobran	13195	12535	140	140	20	28	24	27
Subotica	106373	101054	150	150	50	75	263	295
Vrbas	26361	25043	150	150	35	53	59	66

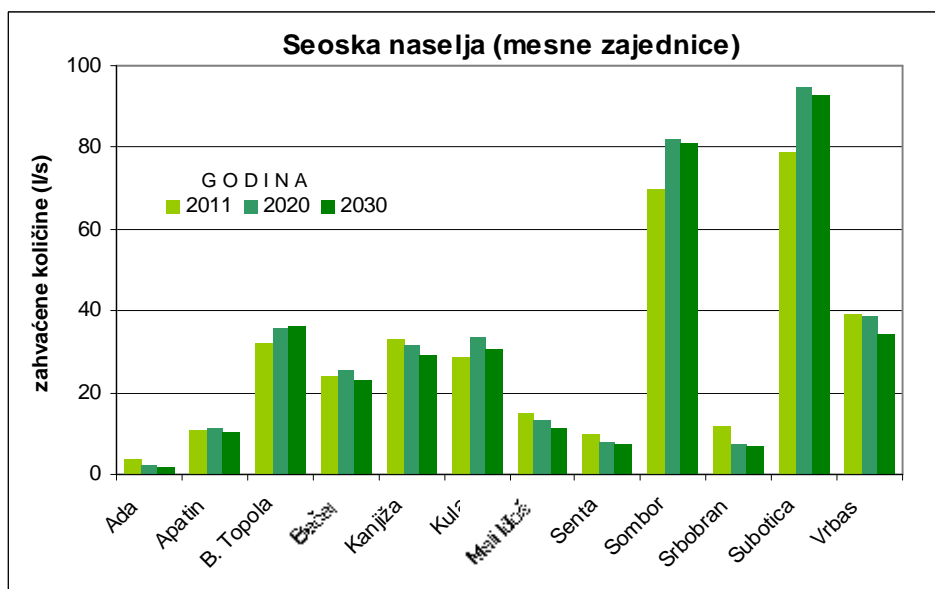
Tabela 38. Prognoza potreba i zahvaćenih količina vode 2030. godine za seoska naselja (MZ) na područjima opština

Mesne zajednice na području opštine	Ukupan broj stanovn. 2030.	95 % od ukupnog broja stanovnika	Specifična potrošnja				Isporučene količine (l/s)	Zahvaćene količine (gubici 20%) (l/s)
			Preporučene norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Prognozirane norme potrošnje za domaćinstva (l/st/dan)	Javna potrošnja			
					(%)	(l/st/dan)		
Ada	1199	1139	110	110	15	17	2	2
Apatin	5270	5006	130	130	17	22	9	11
Bačka Topola	16339	15522	140	140	20	28	30	36
Bečej	10525	9998	140	140	20	28	19	23
Kanjiža	13090	12435	140	140	20	28	24	29
Kula	13849	13156	140	140	20	28	26	31
Mali Idoš	6071	5768	130	130	10	13	10	11
Senta	3905	3710	120	120	20	24	6	7
Sombor	32585	30955	150	150	25	38	67	81
Srbobran	3665	3482	120	120	20	24	6	7
Subotica	37539	35662	150	150	25	38	77	93
Vrbas	15435	14663	140	140	20	28	29	34

Rezultati proračuna dati su pregledno na slikama 69 i 70 i tabeli 39.



Slika 69. Prognoza potrošnje vode za piće stanovništva koje se snabdeva iz javnih sistema vodosnabdevanja u gradovima i naseljima severne Bačke do 2030. godine



Slika 70. Prognoza potrošnje vode za piće stanovništva seoskih naselja severne Bačke do 2030. godine

Proračun budućih potreba i potrošnje vode izvršen je za stanovništvo i sve kategorije korisnika obuhvaćene javnim sistemima vodosnabdevanja. Time je obuhvaćen samo

mali deo količina koje se koriste u industriji. Prognozama nije obuhvaćena buduća potrošnja vode u industriji, značajnog korisnika raspoloživih rezervi podzemnih voda, čime nije u potpunosti dat odgovor na pitanje koliko će ukupno vode biti potrebno obezbediti na istraživanom području u budućem periodu.

Tabela 39. Pregled rezultata proračuna potrošnje vode za piće stanovništva severne Bačke do 2030. godine

Javni vodovodi i mikrovodovodi u gradu	Zahvaćene količine na izvorštima		
	2010	2020	2030
	(l/s)		
Ada	33	35	35
Apatin	52	62	61
B. Topola	22	35	35
Bečej	96	79	68
Crvenka	20	21	19
Kanjiža	25	27	22
Kula	46	50	44
Mali Idoš	15	14	9
Senta	50	54	44
Sombor	145	163	145
Srbobran	30	35	27
Subotica	258	331	295
Vrbas	65	69	66
<b>Ukupno (l/s)</b>	<b>857</b>	<b>977</b>	<b>870</b>

Mesne zajednice na području opštine	Zahvaćene količine podzemne vode		
	2010	2020	2030
	(l/s)		
Ada	4	2	2
Apatin	11	11	11
B. Topola	32	36	36
Bečej	24	25	23
Kanjiža	33	32	29
Kula	29	33	31
Mali Idoš	15	13	11
Senta	10	8	7
Sombor	70	82	81
Srbobran	12	7	7
Subotica	79	95	93
Vrbas	39	39	34
<b>Ukupno (l/s)</b>	<b>358</b>	<b>384</b>	<b>365</b>

	2010	2020	2030
<b>Ukupno severna Bačka (l/s)</b>	<b>1216</b>	<b>1361</b>	<b>1235</b>

Precizniju prognozu buduće potrošnje podzemnih voda industrijskih potrošača danas nije moguće izvršiti jer je raspoloživi fond podataka veoma mali, pri čemu osnovni problem predstavlja nedovoljna reprezentativnost tih podataka. Do ovog zaključka došlo se nakon dosta vremena posvećenog prikupljanju podataka i analize potrošnje ove kategorije korisnika podzemnih voda. Ekonomska kriza ostavila je velike posledice

u ovoj oblasti privrede tako da se danas obezbeđenju vode u najvećem broju industrijskih preduzeća ne poklanja potrebna pažnja. Podataka o eksploataciji na samim izvorištima koja su u vlasništvu industrijskih preduzeća je vrlo malo, a zvanični podaci o potrošnji vode u industriji, višestruko se razlikuju u pojedinim dokumentima, što je moglo da se vidi u ovom poglavlju. Procene otežavaju i nejasne projekcije industrijskog razvoja, što predstavlja važne smernice u prognozama buduće potrošnje.

Terenskim istraživanjima u periodu 2009. - 2011. prikupljeni su i analizirani i raspoloživi podaci o eksploataciji na izvorištima podzemnih voda koja su u vlasništvu industrijskih preduzeća. Na osnovu vrlo malog broja podataka za koje se ne može tvrditi da su u potpunosti realni, količine vode koje su se na ovom području koriste u industriji nešto su veće od zahvatanja za potrebe stanovništva. Analogno ovome, iako nema utemeljenja u egzaktnim podacima, sa dosta sigurnosti može se tvrditi da će za potrebe industrije u posmatranom periodu biti potrebno obezbediti, minimalno, iste količine vode kao i za vodosnabdevanje stanovništva. Kada se, međutim, u obzir uzme činjenica da se nakon dugogodišnje stagnacije očekuje dalji oporavak industrijske delatnosti i povećanje industrijske proizvodnje, teško je prognozirati potrebne količine za zadovoljenje potreba industrije.

Nesumljivo je da će ovde prikazane prognoze odstupati od stvarnih potreba, što će najbolje pokazati vreme. Na nivou raspoloživih podataka izvršen je proračun koji doprinosi uvidu u generalna kretanja budućih potreba, kada je u pitanju vodosnabdevanje stanovništva. Sa druge strane, nedostaju osnovni podaci čak i o trenutnoj potrošnji drugih kategorija korisnika, tako da nije moguće izvršiti proračun na osnovu kojeg bi se mogle prognozirati buduće potrebe industrijskih preduzeća i drugih korisnika podzemnih voda na ovom području.

## 21.2. Organizacija monitoringa podzemnih voda

Buduće iskorišćavanje podzemnih voda zahteva znatno bolje poznavanje rezervi podzemnih voda zbog čega je neophodno sprovođenje kontinuiranih osmatranja kvantitativnih i praćenja kvalitativnih karakteristika podzemnih voda.



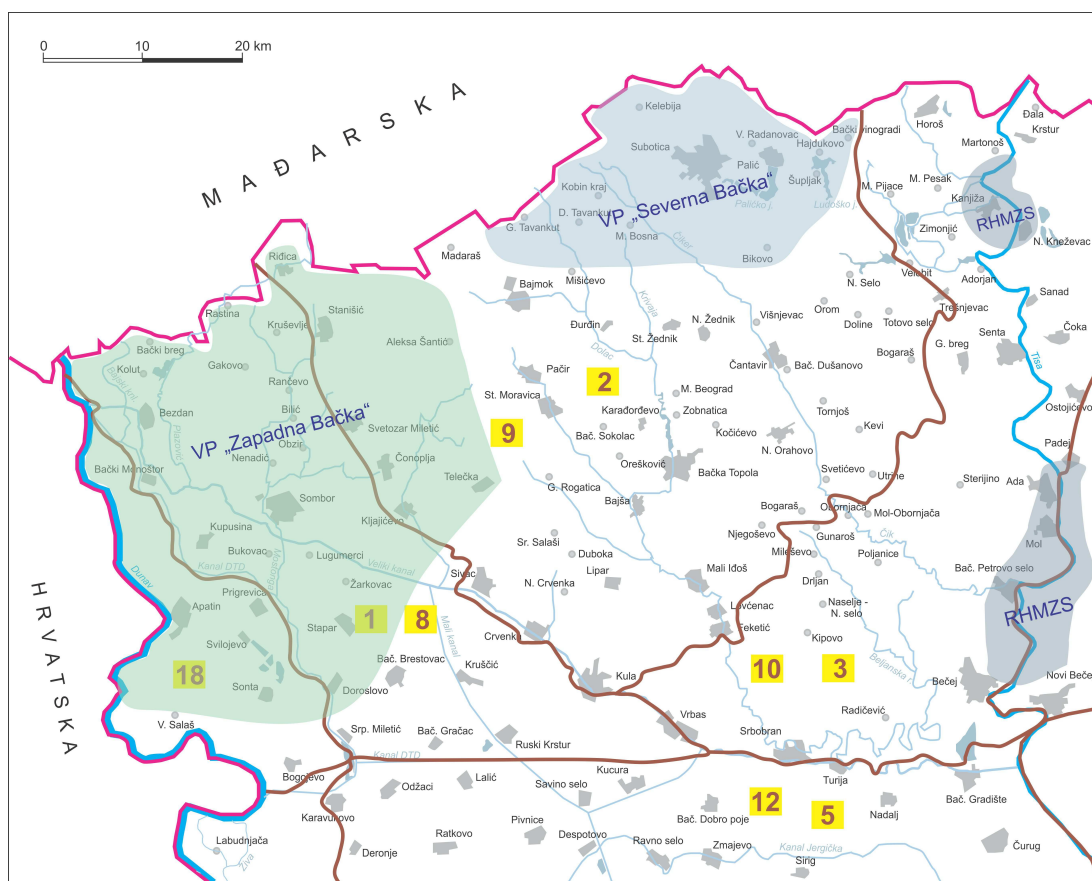
Savremeni evropski propisi o vodama sadržani u Okvirnoj direktivi o vodama, obavezu monitoringa podzemnih voda uvode sa primarnim ciljem njihove zaštite i poboljšanja statusa voda čime se obezbeđuje kvalitetno i racionalno iskorišćavanje i stvaraju uslovi za održivo upravljanje resursima podzemnih voda. Direktivom se jasno definišu vrste (nadzorni i operativni monitoring), organizacija monitoringa i kriterijumi koje je potrebno dostići, a uspostavljanje monitoringa razmatra se u okviru izdvojenih vodnih tela, kao osnovnih jedinica. U skladu sa ovim zakonom i Zakonom o vodama neophodno je na istraživanom području organizovanje monitoring mreže i sprovođenje kvantitativnog i kvalitativnog (hemijskog) monitoringa.

Pored ukupno tri vodoprivredne organizacije koje od sredine prošlog veka vrše organizovana osmatranja nivoa podzemnih voda i povremeno kontrolu kvaliteta podzemnih voda prve izdani, poznavanje podzemnih voda na ovom području nije zadovoljavajuće. Osnovni nedostaci proizilaze iz nedovoljno razvijene monitoring mreže, tako da su osmatranjima pokriveni uglavnom samo delovi područja, merenja se ne vrše potrebnom učestalošću, a podaci nisu objedinjeni i nisu u sistematizovanoj formi dostupni svim zainteresovanim korisnicima. Severno, u zoni Subotice danas se za osmatranja voda prve izdani koristi mali broj osmatračkih objekata koji su u nadležnosti vodoprivrednog preduzeća "Severna Bačka", a u zapadnom delu Bačke osmatranja vrši VP "Zapadna Bačka". Znatan broj ovih objekata koje su činili i plitki kopani bunar vremenom je zapušten i nije obnavljan. Republički hidrometeorološki zavod je u sklopu svojih zadataka osmatranja plitke izdani na celoj teritoriji države i ovde formirao osmatračku mrežu na kojoj vrši osmatranja nivoa i na pojedinim lokacijama kontrolu kvaliteta podzemne vode. Ovde treba pridodati i vodovodne službe koje vrše uglavnom periodična osmatranja nivoa podzemnih voda i redovnu kontrolu kvaliteta. Zbog izostanka koordinacije u radu svih ovih službi i već pomenutih nedostataka fond podataka je mali, tako da je i izučenost resursa podzemnih voda, generalno, nedovoljna.

Iako i današnjim uslovima kod nas još uvek nema mogućnosti za potpuniju implementaciju međunarodnih propisa i standarda u ovoj oblasti, uspostavljanje monitoringa predloženo je u skladu sa kriterijumima sadržanim u Okvirnoj direktivi i saglasno sa domaćim vodoprivrednim zakonima.

Uspostavljanje monitoringa i predlog rasporeda osmatračkih objekata dat je prema izdvojenim vodnim telima u kojima je sprovedena početna karakterizacija. Dosadašnjim izučavanjem ovog područja, izdvojena su vodna tela i prikazana na slici 71, a njihove osnovne karakteristike date su u tabeli 40.

Vodna tela formirana su u prvj izdani, neposredno ispod površine terena i vodnim telima, dublje, u izdani osnovnog vodonosnog kompleksa. U aluvijalnom području Dunava, gde su dve izdani u neposrednom kontaktu, bez slabo vodopropusnih naslaga između njih, koje bi ih razdvajale, izdvojeno je jedno jedinstveno vodno telo (oznaka br. 18).



Slika 71. Vodna tela prve izdani OVK (označene brojevima), delovi istraživanog područja na kojima se vrši monitoring

Monitoring koji treba da se sprovodi sastoji se od osmatranja nivoa podzemnih voda (kvantitativni monitoring) i praćenja kvaliteta podzemnih voda (kvalitativni ili hemijski monitoring) u okviru izdvojenih vodnih tela. U odnosu na dosadašnju praksu, uvode se osmatranja dublje izdani, osnovnog vodonosnog kompleksa, što je neophodno za potpunije upoznavanje vodnih tela, efekata i mogućnosti eksploatacije kao i raspoloživih resursa podzemnih voda.

U prvoj fazi uspostavljanja mreže, utvrđivanje hemijskog statusa izdvojenih vodnih tela vrši se organizovanjem *nadzornog monitoringa*, a zatim se na osnovu stečenih znanja, u slučajevima postajanja rizika, prema posebno izrađenom programu sprovodi *operativni monitoring*.

Pri razmatranju gustine monitoring mreže za hemijski monitoring se ne precizira broj i raspored osmatračkih objekata, ali se prema iskustvima evropskih zemalja preporučuje da broj stanica ne bude manji od jedne stanice na 200 km<sup>2</sup>. Za kvantitativni monitoring, takođe ne postoji precizno određenje broja monitoring stanica, već se preporučuje da se obezbedi dovoljan broj stanica za osmatranje nivoa podzemnih voda.

Tabela 40. Vodna tela na istraživanom području

Oblast	Površina celog vodnog tela (km <sup>2</sup> )	Vodno telo broj	Rasprostranjenje izdani	Rasprostranjenje v.t. na istraž. podr.
zapadna Bačka - aluvijalno područje Dunava	440.74	18	jedinstvena izdan I izdan i OVK	na celom području istraživanja
zapadna Bačka	1232.42	1	OVK	na celom području istraživanja
		8	I izdan	
Telečka	2643.55	2	OVK	na celom području istraživanja
		9	I izdan	
Gornja Tisa	1772.02	3	OVK	na delu istraživanog područja
		10	I izdan	
južna Bačka	2068.06	5	OVK	na delu istraživanog područja
		12	I izdan	

### 21.2.1. Objekti za osmatranje vodnih tela prve izdani

Za osmatranja vodnih tela koja su formirana u prvoj izdani treba da se koriste postojeći objekti VP "Zapadna Bačka" i VP "Severna Bačka" kao i objekti Republičkog hidrometeorološkog zavoda i objekti na izvorištima. Pored toga u priobalju Dunava u mrežu su uključeni i istražni objekti koji su izvedeni tokom istraživanja za potrebe otvaranja regionalnog izvorišta na lokacijama uzvodno i nizvodno od Apatina (prilog 5). Radi ravnomerne gustine mreže predviđena je izrada ukupno osam novih istražnih bušotina u kojima se predviđaju osmatranja i nivoa i kvaliteta podzemne vode. Dubine pijezometara su do 30 m u zoni lesne zaravni Telečke i mogu biti pliće u ostalom delu područja.

Hemijski monitoring zahteva praćenje parametara: pH vrednost, elektroprovodljivost, sadržaj kiseonika, makrokomponente hemijskog sastava, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> i NH<sub>4</sub>, arsen, živu, kadmijum i olovo, pesticide u područjima sa poljoprivrednim površinama (van gradskih zona).

Obzirom na hidrodinamičke karakteristike izdani, brzinu vodozamene i izloženost antropogenom uticaju, potrebno je analize vode prve izdani vršiti najmanje dva puta u toku godine.

Kvantitativni monitoring, merenja nivoa podzemnih voda prve izdani trebalo bi vršiti tri puta u toku meseca.

### 21.2.2. Objekti za osmatranje vodnih tela osnovnog vodonosnog kompleksa

Mrežu za osmatranje treba da čine uglavnom postojeći aktivni ili napušteni objekti, bunari i pijezometri koji se nalaze u okviru izvorišta za vodosnabdevanje ili u manjem broju slučajeva na lokacijama izvan naselja.

Prema vrstama monitoringa, obzirom na dubinu i zaštićenost izdani u ovim vodnim telima hemijski monitoring trebao bi biti manje zastupljen u odnosu na kvantitativni monitoring. S druge strane podaci o režimu kvaliteta u velikoj meri su dostupni zahvaljujući redovnoj kontroli kvaliteta sirovih voda na postojećim izvorštima i rezultati moraju biti implementirani u proces monitoringa. Zbog toga, iako na karti dominiraju oznake za hemijski monitoring, treba istaći značaj osmatranja kvantitativnih karakteristika. Pored postojećih objekata mrežu je potrebno pogustiti objektima na ukupno osam novih lokacija, na kojima se vrši i hemijski i kvantitativni monitoring. Novi istražni objekti treba da budu dubine do 100 m i moraju biti izvedeni izvan naseljenih područja.

Sadržaj hemijskih komponenti koje treba da se osmatraju je obiman jer se ovi podaci prikupljaju na osnovu kontrole kvaliteta vode na izvorštima koja se vrši prema osnovnom i periodičnom tipu analize u skladu sa Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Pored komponenti koje se analiziraju, potrebno je jednom u toku godine, dodatno vršiti analize sadržaja arsena, žive, kadmijuma, olova, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> i NH<sub>4</sub>, prisustva pesticida (izvan naseljenih područja) i parametra hlorovanih ugljovodonika, trihloretilena i tetrahloretilena.

Zbog namene i značaja podzemnih voda osnovnog kompleksa za vodosnabdevanje, potrebno je kontrolu kompletnog kvaliteta vršiti najmanje jednom godišnje. U slučajevima kada se oceni da je neophodno vršiti i operativni monitoring, potrebno je napraviti program kojim se određuju parametri (problematici) i broj analiza koje je potrebno izraditi u toku jedne godine.

Kvantitativni monitoring ove izdani treba vršiti najmanje jednom mesečno.

### 21.3. Alternativna rešenja u vodosnabdevanju

Nakon pet decenija organizovanog vodosnabdevanja gradova i naselja sa postojećih izvorišta podzemnih voda sve više se ističe potreba za pronalaženjem novih rešenja

kojima bi se dugoročno rešili problemi vodosnabdevanja naselja na istraživanom području.

Pre nego što se izlože mogućnosti i načini primene novih rešavanja za vodosnabdevanje naselja severne Bačke potrebno je razmotriti razloge koji nameću potrebu za novim ili dopunskim rešenjima. Najčešće se pretpostavlja da je to problem vezan za nedostajuće količine vode, a ređe da je razlog njen kvalitet. Takav stav formiran je delom pod uticajem pojave problema sa opadanjem nivoa podzemnih voda na mnogim izvorištima. Saznanja o istraživanom području stečena tokom izrade ovoga rada i analiza stanja vodosnabdevanja pokazuje da postoji realna potreba za novim rešenjima i to zbog oba pomenuta razloga, ali rezultati ukazuju da primarni cilj predstavlja rešavanje problema kvaliteta vode koje će buduće generacije na ovom području koristiti za piće.

Treba reći, da je povećanje eksploatacije na izvorištima samo delimično bilo odraz povećanja potreba, a većim delom neracionalne potrošnje. Iako je obnovljiv resurs, u našem društvu dugo je vladavalo shvatanje da voda predstavlja i neiscrpan resurs, zbog čega je i odnos prema podzemnoj vodi bio neadekvatan. Ovakav pogrešan pristup uslovio je tokom više decenija nedovoljno kontrolisano zahvatanje podzemnih voda na izvorištima, sa postojanjem nedopustivo velikih gubitaka vode u distributivnom sistemu, neadekvatnom zaštitom i aktivnostima u sprovođenju mera zaštite podzemnih voda. Lošim upravljanjem, ubrzo je prouzrokovano permanentno opadanje nivoa podzemnih voda koje je krajem osamdesetih godina prošlog veka dostiglo maksimalne vrednosti na području Bačke i Banata. Poređenjem eksploatacije podzemnih voda u periodu od pre nekoliko decenija sa kriterijumima koji se danas propisuju u oblasti vodosnabdevanja za potrebe stanovništva i drugih korisnika, moglo bi se zaključiti da su tadašnje vrednosti specifične potrošnje i drugi parametri predimenzionisani što je uticalo na neracionalno iskorišćavanje ovog resursa.

U cilju prevazilaženja stanja preduzete su mere smanjenja potrošnje, praćenje eksploatacije i drugih elemenata režima na izvorištima, nakon čega je narednih godina konstatovano zaustavljanje daljeg opadanja nivoa podzemnih voda, a zatim je beležen i

porast nivoa podzemnih voda na pojedinim izvorštima, ali o svemu ovome nema dovoljno egzaktnih podataka. Implementacijom savremenih evropskih propisa u oblasti voda, koja je doslednija od početka ovoga veka, menja se odnos celokupnog društva i prema resursima podzemnih voda. Poređenjem i usvajanjem novih kriterijuma kao što su norme potrošnje vode, propisi vezani za kvalitet i aktivnosti na zaštiti podzemnih voda potvrđuje se tvrdnja u pogledu višedecenijske neracionalne potrošnje i generalno lošeg upravljanja resursima podzemnih voda na ovom području.

Za rešavanje već dobro poznatih problema u snabdevanju vodom za piće, na istraživanom delu Vojvodine na raspolaganju su rezerve podzemnih voda koje su formirane u mladim i starijim naslagama kvartara i vode u peskovitim pliocenskim naslagama, a sa druge strane i površinske vode reka Dunava i Tise.

Podzemne vode danas su osnovni resurs koji se koristi za snabdevanje stanovništva, dok iskorišćavanje površinskih voda, preradom, u ove svrhe nije potrebno zbog njihovog lošeg kvaliteta, visoke cene tehnološke obrade i problematike zaštite. Kao što je ranije pomenuto, korišćenje rečnih voda razmatra se kroz primenu veštačkog prihranjivanja izdani i izgradnjom izvorišta velikog kapaciteta u priobaljima Dunava i Tise gde bi se na račun obalske filtracije, bunarima mogle obezbediti značajne količine vode za vodosnabdevanje.

Prirodni uslovi sredine u centralnim delovima Bačke nisu povoljni u pogledu mogućnosti obezbeđenja značajnijih dopunskih količina podzemne vode, niti u pogledu kvalitativnih karakteristika. Geološka građa terena, odnosno litološki sastav sedimenata uslovljavaju formiranje podzemnih voda koje po svojim fizičkim osobinama, a posebno hemijskom sastavu nisu pogodne za piće, naročito kada sadrže arsen koji je veoma opasan za zdravlje ljude. Otežani uslovi prihranjivanja izdani i usporena vodozmena na celom prostoru Panonske nizije, najvažniji su ograničavajući faktor sa aspekta obezbeđenja potrebnih količina vode za piće.

Osim raspoloživog vodnog potencijala, izbor rešenja povezan je sa ekonomskim mogućnostima zajednice da dugoročno finansira realizaciju skupih rešenja. U realnim

ekonomskim uslovima racionalna je primena principa postupnog dostizanja rešenja, realizacijom u više faza. U slučaju severne Bačke ovakav koncept je pogodan i izvodljiv i mogao bi se razmatrati u dve vremenske faze.

Uzimajući u obzir demografske projekcije, procenjene potrebe u vodi za piće, socio-ekonomsku situaciju i strateške interese, u periodu do 2020. godine vodosnabdevanje ovog područja moglo bi se bazirati isključivo na iskorišćavanju podzemnih voda i ovu fazu možemo smatrati kratkoročnom, nakon čega bi buduća rešenja trebala da pored podzemnih voda uključe i iskorišćavanje raspoloživog potencijala površinskih voda kao dugoročnog rešenja vodosnabdevanja.

Generalno posmatrano, iskorišćavanje podzemnih i površinskih voda za vodosnabdevanje u budućnosti obuhvata dve vrste tehničkih rešenja:

- proširenje postojećih i otvaranje novih lokalnih izvorišta podzemnih voda (kratkoročna faza, do 2020. godine) i
- istraživanja za potrebe otvaranja regionalnih izvorišta uz korišćenje postojećih izvorišta podzemnih voda (dugoročna faza, posle 2020.).

Aktivnosti i rešenja u prvoj fazi realizuju se na način da budu u funkciji dugoročnog rešenja, odnosno integralni deo regionalnog sistema vodosnabdevanja. Ovakav način vodosnabdevanja, međutim, zahteva znatno viši nivo organizovanosti vodovodnih službi i podršku nadležnih pokrajinskih i republičkih institucija.

Kada su podzemne vode u pitanju, njihovo iskorišćavanje treba da se zasniva na dva principa:

- buduće vodosnabdevanje bazirati na eksploataciji koja neće uslovljavati dalje opadanje nivoa podzemnih voda i,
- obezbediti kvalitet vode za piće koji će biti usklađen sa važećim standardima i evropskim kriterijumima Okvirne direktive o vodama.



Efikasno i racionalno iskorišćavanje podzemnih voda pored dva pomenuta principa zahteva sprovođenje više konkretnih zadataka i aktivnosti:

1. Osnov budućeg upravljanja ovim resursom predstavlja obaveza prikupljanja podataka režimskih osmatranja na izvorištima. Osim na izvorištima, monitoring mora biti uspostavljen na celom području severne Bačke (kao i cele Vojvodine), organizovanjem mreže osmatračkih objekata i merenjima koja će pomoću prikupljenih podataka i primenom savremenih metoda modeliranja obezbediti racionalno iskorišćavanje podzemnih voda. Pored kvantitativnog, monitoring kvaliteta (hemijski monitoring) podzemne vode predstavlja osnovni uslov u rešavanju jednog od najvažnijih zadataka, poboljšanja kvaliteta vode za piće.
2. U narednom periodu neophodno je intenzivirati regionalna hidrogeološka istraživanja kao i detaljna istraživanja za utvrđivanje i kategorizaciju rezervi podzemnih voda na svim postojećim izvorištima kroz izradu elaborata o rezervama. Na isti način rezerve moraju biti utvrđene za sva izvorišta industrijskih preduzeća i drugih korisnika koji vrše eksploataciju podzemnih voda. Time se omogućava sagledavanje ukupnih rezervi podzemnih voda što dalje predstavlja osnov za definisanje prioriteta u korišćenju ovog resursa.
3. U cilju zaštite podzemnih voda i određivanja zona sanitarne zaštite na izvorištima potrebno je u skladu sa propisima za sva izvorišta (javnog vodosnabdevanja stanovništva i izvorišta u vlasništvu industrijskih preduzeća) izraditi elaborate o zonama sanitarne zaštite i prema rezultatima istraživanja uspostaviti zone i sprovesti propisane mere zaštite.
4. Na izvorištima na kojima se zahvataju vode lošeg kvaliteta, potrebno je istražiti mogućnosti iskorišćavanja i voda iz drugih izdani, a to je najčešće dublja, pliocenska izdan. Nasuprot tome neki gradovi, kao što su Sombor i Vrbas opredeljeni su da buduće vodosnabdevanje baziraju na iskorišćavanju podzemnih voda prve (osnovne) izdani. Neophodno je investiranje u pogone za adekvatan tehnološki tretman sirovih voda kako bi se kvalitet vode za piće

počeo usklađivati sa kriterijumima koji se propisuju Okvirnom direktivom o vodama. Prethodnih godina dobro su razrađeni planovi za primenu odgovarajućih tehnoloških tretmana u zavisnosti od fizičkih osobina i hemijskog sastava podzemnih voda (Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, 2009). Zbog skupe tehnologije prerade, problematična je situacija u slučajevima povišenih sadržaja arsena i danas ovakav sistem na ovom području postoji samo u Subotici. Prema utvrđenim fizičko-hemijskim i mikrobiološkim karakteristikama zahvaćene vode na svakom izvoristu jasno su definisani neophodni tretmani, tako da je u narednom periodu neophodno formiranje odgovarajućih postrojenja u kojima će se pored dezinfekcije vršiti i tretmani degazacije, oksidacije, separacije flokula, membranska separacija.

5. U narednom periodu potrebno je nastaviti sa izgradnjom centralizovanih vodovodnih sistema, razvijati vodovodnu mrežu prema seoskim naseljima uz osposobljavanje službi za merenja i kontrolu. Situacija u pogledu iskorišćavanja podzemnih voda u seoskim naseljima uglavnom je nezadovoljavajuća. U njima se pojedinačnim bunarima ili mikrovodovodima vrši praktično nekontrolisano zahvatanje vode jer ne postoje ni osnovni podaci o potrošnji, a upravljanje je povereno nestručnim licima. Mere zaštite u ovakim uslovima se ne sprovode, a u najmanjim naseljima neredovno se vrši kontrola kvaliteta vode. Često ne postoji evidencija o broju bunara, a napušteni bunari nisu propisno likvidirani ili su pretvoreni u septičke jame.
6. Revitalizacija distributivnih sistema. Iako to zvanični podaci ne pokazuju, velike količine zahvaćene vode gubi se prilikom distribucije do potrošača, što je posledica dotrajalosti cevovodnih sistema. U pojedinim slučajevima, gubici iznose gotovo polovinu zahvaćene vode na izvoristima (Bečej, 48% od zahvaćenih količina). Prema prikupljenim podacima, procenjuje se da na celom području ove količine iznose oko 680 l/s. Problem obezbeđenja dopunskih količina podzemnih voda u velikoj meri rešio bi se ukoliko bi ove količine voda bile sačuvane.

7. Započeti sa izradom informacionog sistema sa podacima o geološkim, hidrogeološkim i hidrodinamičkim karakteristikama izvorišta, hidrotehničkim i drugim karakteristikama vodovodnog sistema, koji će predstavljati osnov za upravljanje i projektovanja budućih rešenja. Modernizacija poslovanja zahteva i zapošljavanje odgovarajućih stručnih kadrova u vodovodnim organizacijama.
8. Buduće iskorišćavanje podzemnih voda mora da se racionalizuje na način da se izvrši kategorizacija korisnika. Podzemna voda prvenstveno treba da bude namenjena za vodosnabdevanje stanovništva (javna potrošnja) i dela industrije koji zahteva visokokvalitetnu vodu za proizvodnju hrane. Ostale grane industrije za tehničke procese treba da koriste vodu lošijeg kvaliteta i iz drugih izvora (površinske vode). Sve izraženiji problem predstavlja nekontrolisano korišćenje podzemne vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Neophodno je preduzimanje aktivnosti kako bi se sprečio ovakav način iskorišćavanja podzemnih voda.

Regulator potrošnje vode ubuduće mora da bude i realna, ekonomska cena vode. U vezi sa tim neophodno je vršiti edukaciju stanovništva o značaju i održivom iskorišćavanju vode.

9. Posebno značajnu ulogu treba ubuduće da imaju inspekcijske službe nadležnih institucija koje će u skladu sa svojim ovlašćenjima sprovoditi zakonske propise u oblasti voda. Danas postoji veliki broj bunara u vlasništvu pojedinaca, poljoprivrednih zadruga i dr. za koje nisu izdate upotrebne dozvole. Nepoznate su izdašnosti i druge karakteristike ovih vodozahvata, a njihov uticaj posebno je nepovoljan sa aspekta zaštite podzemnih voda.
10. Obzirom na pogranični položaj istraživanog područja neophodno je uspostavljanje međunarodne saradnje sa vodoprivrednim institucijama susednih država, pre svega Republike Mađarske i Republike Hrvatske. Iskorišćavanje podzemnih voda u severnoj Bačkoj zavisna je od režima eksploatacije i privrednih aktivnosti u Mađarskoj, tako da bi se značajnije povećanje

eksploatacije voda iz osnovnog vodonosnog kompleksa nepovoljno odrazilo na režim ove izdani na našoj strani, uslovljavajući intenzivno opadanje nivoa podzemnih voda. Saradnja i razmena iskustava neophodni su i kada su u pitanju i rečni tokovi i očuvanje kvaliteta površinskih voda, što je posebno značajno za buduća potencijalna rešenja formiranjem regionalnih izvorišta u aluvijonima Dunava i Tise.

Prognoze u pogledu potreba za vodom i njena potrošnja za period posle 2020. godine teško je precizirati zbog toga što ovakva predviđanja zahtevaju pouzdanije vizije ukupnog budućeg društveno-ekonomskog stanja i činilaca koji utiču na potrošnju.

Jedan od najznačajnijih faktora, kada je vodosnabdevanje u pitanju, predstavljaju demografske projekcije. Kao što je u prethodnom delu ovoga rada prikazano, prema ranijem i poslednjem popisu stanovništva iz 2011. godine demografska situacija u državi je nepovoljna i prema svim prognozama, depopulacija stanovništva nastaviće se i posle 2030. godine.

Ostati samo na konstatacijama po kojima u severnoj Bačkoj u projektovanom periodu praktično neće ništa da se promeni bile bi pogrešne. Problematika koja je predmet razmatranja u ovom radu zahteva oprez između ostalog zbog privrednih potencijala ovog područja. Postoje osnove da se situacija ubuduće menja, očekuje se povratak stanovništva, brži ekonomski oporavak, razvoj područja ulaganjem investicija i generalno, normalizacija stanja, dalji privredni oporavak i prosperitet područja.

#### 21.3.1. Predlozi za otvaranje novih regionalnih izvorišta

U skladu sa izloženim prognozama, dugoročna rešenja za period nakon 2020. godine treba da uključe i mogućnosti iskorišćavanja površinskih voda. Polazeći od raspoloživih resursa jedno od rešenja koje se smatra perspektivnim već više godina jeste otvaranje izvorišta u aluvijonima Dunava i Tise gde bi se sistemom bunara izvedenih u priobalju zahvatale veće količine infiltriranih rečnih voda. Obimna terenska istraživanja i hidrodinamička ispitivanja već su vršena u aluvijonu Dunava, kod Apatina. Povoljni

rezultati koji su u pogledu količina voda dobijeni prikazani su u nastavku. Na području aluvijalne ravni Tise nisu vršena istraživanja u cilju otvaranja regionalnog izvorišta, ali na osnovu dosadašnjih rezultata, veći broj istraživača smatra ovo područje perspektivnim i zalaže se za istraživanje aluvijalnih naslaga Tise. Jednu od potencijalnih lokacija predstavlja zona Novog Kneževca.

U aluvijonu Dunava do sada su izvršena kompleksna hidrogeološka i hidrodinamička istraživanja na dve perspektivne lokacije u zoni Apatina. Stručnjaci Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ izveli su istraživanja uzvodno od Apatina, na lokaciji Budžak i nizvodnije od grada, u zoni Mesarske livade, koja su 2004. godine rezultirala izradom hidrodinamičkog modela na obe lokacije.



Slika 72. Bunarski niz na istraživanim lokacijama Budžak (levo) i Mesarske livade (desno). (prema IJC, 2004).

Hidrodinamički proračun izveden je u tri varijante u zavisnosti od dužine bunarskog niza, u stacionarnim uslovima strujanja i za dva stanja verovatnoće trajanja vodostaja Dunava: za 50 % i 10 % (tabela 41).

Pogodniji uslovi u pogledu mogućnosti dobijanja većih količina voda utvrđeni su na lokaciji Budžak, zahvaljujući većoj debljini vodonosnih naslaga i činjenici da se bunarski niz nalazi bliže Dunavu, glavnom izvoru prihranjivanja izdani. Prema rezultatima istraživanja, na ovom sektoru mogu se dobiti količine do 1.3 m<sup>3</sup>/s, a nizvodnije u zoni Mesarske livade oko 0.62 m<sup>3</sup>/s.

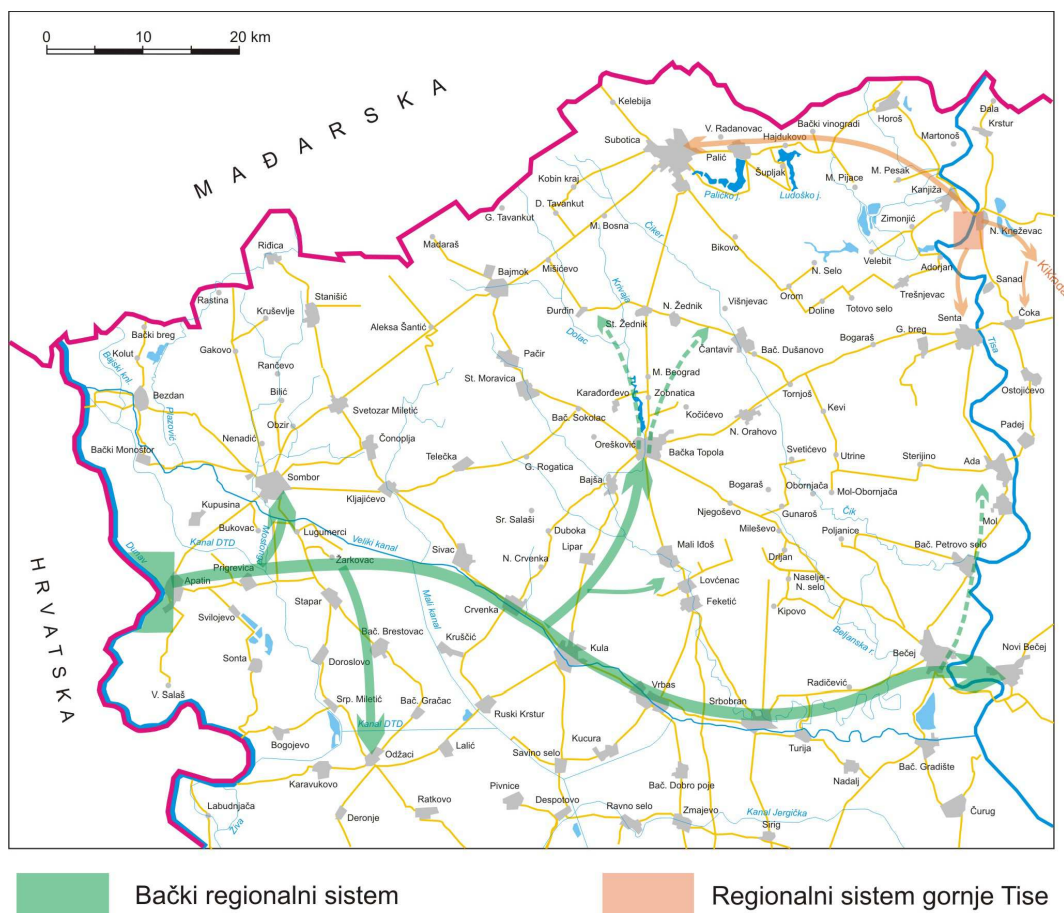
Tabela 41. Rezultati proračuna zahvatanja podzemnih voda nizom bunara (IJČ, 2004.)

Bunarski niz [m]	Dunav	Doticaj [l/s]
<b>Sektor Apatin - Budžak</b>		
5200	50%	1314
	10%	1260
3750	50%	1078
	10%	1042
2200	50%	845
	10%	817
<b>Sektor Mesarske livade - Apatin</b>		
4000	50%	620
	10%	601
2850	50%	482
	10%	468
1850	50%	367
	10%	354

Složenija situacija vezana je za kvalitet podzemnih voda. Hemijskim analizama na svim lokacijama utvrđene su povećane koncentracije gvožđa (i do 37 mg/l), mangana (do 0.8 mg/l), amonijum jona (do 6.4 mg/l). Povećane su i koncentracije organskih materija (utrošak  $\text{KMnO}_4$  do 43.8 mg/l). Na nekoliko lokaliteta sektora Budžak registrovane su povišene koncentracije arsena (do 0.24 mg/l), ali je konstatovano da sadržaj arsena opada od zaleđa idući ka Dunavu. Popravljanje kvaliteta zahteva primenu tehnoloških rešenja i izgradnju odgovarajućih pogona za preradu.

Regionalni sistemi u aluvijonima Dunava i Tise, prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije predstavljaju dva od ukupno četiri regionalna sistema koji su predviđeni za buduće vodosnabdevanje Vojvodine.

Izvorište kod Apatina čini osnov tzv. *Bačkog regionalnog sistema*. Iz ovog sistema predviđeno je da se vodom snabdevaju naselja u opštinama Apatin, Sombor, Kula, Mali Idoš, Bačka Topola, Vrbas, Srbobran, Bečej, a izvan proučavanog područja i opštine



Slika 73. Regionalni sistemi vodosnabdevanja gradova i naselja na istraživanom području (prema predlogu IJČ).

Odžaci, Bač i Novi Bečej. Pored toga, moguće je i vodosnabdevanje jednog broja naselja opštine Subotica. Predviđena je mogućnost povezivanja ovog sistema , preko Bečaja i Ade sa sistemom koji bi bio formiran u aluvijonu Tise.

Vodoprivrednom osnovom predviđeno je i formiranje tzv. *Regionalnog sistema gornje Tise*, kojim bi se rešavalo buduće vodosnabdevanje naselja u severnom delu Pokrajine: Subotice, Kanjiže, Novog Kneževca, Sente, Čoke, Ade, Kikinde i Nove Crnje. Kao što je već istaknuto, perspektivnost potencijalne lokacije treba istražiti i potvrditi detaljnim hidrogeološkim istraživanjima.

Za gradove i naselja uz Tisu, trebalo bi uzeti u obzir iskustva do kojih se došlo istraživanjima u priobalju Tise, kod Padeja (Stauder et al., 2012). Filtracijom rečnih voda

koje se zahvataju plitkim bunarima i uz relativno jednostavnu tehnologiju obrade (aeracija i filtracija, kada voda ne sadrži bor iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija u vodi za piće ili veće koncentracije arsena) obezbeđuju vodu za piće boljeg kvaliteta. Prethodnim geofizičkim ispitivanjima, zatim hidrogeološkim istraživanjima (izrada istražnih bušotina, opiti crpenja) i utvrđivanjem kvaliteta sirove vode, omogućilo bi se rešavanje problema vodosnabdevanja naselja u ovom delu Bačke i Banata, otvaranjem lokalnih izvorišta uz Tisu.

Izgradnja regionalnih sistema uz površinske tokove predviđeno je kao dugoročno rešenje budućeg vodosnabdevanja gradova kako u severnoj Bačkoj, tako i celoj Vojvodini. Ono se već danas implementira u planove razvoja Pokrajine i posmatra kao jedino dugoročno rešenje. Kao i druga rešenja i ovo ima svoje prednosti i nedostatke, ali je zbog veličine investicije i kompleksnosti ovakvog sistema neophodno sagledati sve njegove karakteristike.

Količine vode koje se mogu obezbediti na ovaj način osnovna su prednost ovog rešenja, pri čemu rečne vode infiltrirane kroz podzemlje i zahvaćene bunarima mogu i poboljšati kvalitet ukupno zahvaćenih voda za vodosnabdevanje. Naime, mešanjem infiltriranih rečnih voda sa podzemnim vodama u kojima su povišeni sadržaji pojedinih komponenti, posebno štetnog arsena poboljšava se hemijski sastav ukupno zahvaćenih voda.

Prednost centralizovanog sistema vodosnabdevanja je i u organizacionom pogledu, broju zaposlenih stručnjaka i osoblja potrebnog za njegovo održavanje. Ovo podrazumeva da je i u pogledu zaštite izvorišta i sprovođenja mera zaštite situacija jednostavnija u odnosu na lokalna izvorišta na kojima su prisutni problemi u uspostavljanju zona i realizacije mera zaštite. Aspekt zaštite izvorišta i kvalitet površinske vode mogu predstavljati i osnovni limitirajući faktor za njenu upotrebu. Izloženost različitim mogućnostima zagađenja, zatim činjenica da su vodotokovi i recipijenti nedovoljno prečišćenih otpadnih voda, često su presudni razlozi za odustajanje od njihovog korišćenja za vodosnabdevanje stanovništva.



Dunav i Tisa su međunarodne reke zbog čega je mogućnost zaštite ovih voda i očuvanje kvaliteta praktično van našeg direktnog uticaja. Poseban rizik za ova izvorišta predstavljaju incidentna zagađenja vodotokova koja su se ranije već dešavala na teritorijama susjednih država, a posledice veoma negativno odražavale na našem području. U takvim slučajevima, centralizovani sistemi postaju neupotrebljivi kraće ili duže vreme i koriste se alternativni načini vodosnabdevanja.

Takođe, sva strateška planiranja razvoja susjednih država kroz koje ove reke protiču su van našeg uticaja, ali mogu biti presudna za funkcionisanje ovakvog sistema. Može se navesti primer Republike Hrvatske koja je pre dve decenije planirala izgradnju nuklearne elektrane kod naselja Dalj, na desnoj obali Dunava, nasuprot Apatinu. Danas se o ovoj atomskoj centrali ne govori mnogo jer je nakon havarije u Černobilju praktično u svim zemljama u okruženju uveden moratorijum na izgradnju nuklearnih elektrana. U Nacionalnom programu za energetiku Republike Hrvatske konstatuje se da je korišćenje nuklearne energije neizbežno, pravdajući ovakav stav činjenicom da se efekti staklene bašte prouzrokovani emisijom ugljen-dioksida ne mogu smanjiti na drugi način, naročito u uslovima povećanja energetske potrebe. Takođe je određeno da se 2012. godine donese ova strateška odluka o upotrebi nuklearne energije. U Srbiji moratorijum prestaje 2015. godine, a zbog visoke cene izgradnje ranije je razmatrana mogućnost zajedničkog učešća Srbije i Hrvatske u izgradnji centrale kod Dalja ili njegovoj okolini (Tenja, kod Osijeka).

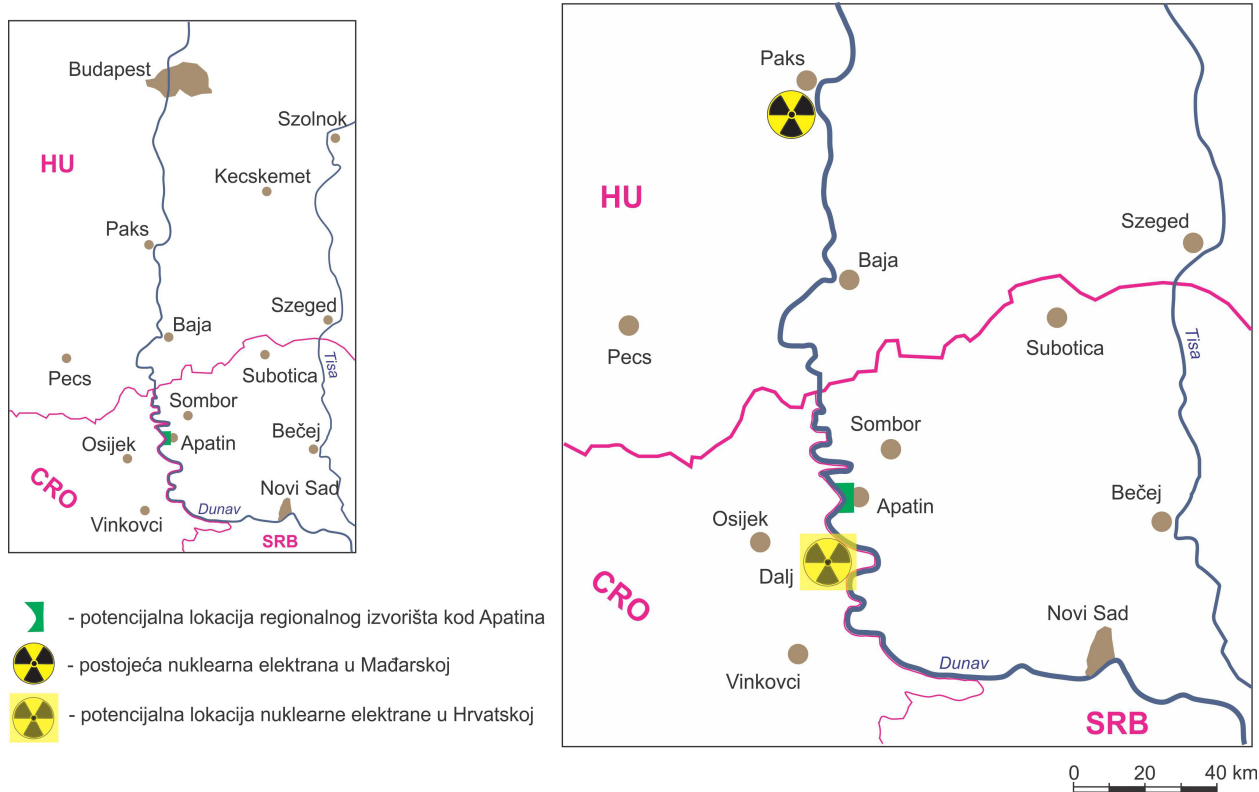
Slične planove za rešavanje problema u oblasti energetike ima i Republika Mađarska u kojoj je već izgrađena nuklearna centrala kod mesta Pakš (Paks) na desnoj obali Dunava (slika 74). U budućnosti se planira proširenje kapaciteta ove elektrane udaljene oko 100 km uzvodno od Apatina.

Ovo navodi na zaključak da otvaranje regionalnih izvorišta na Dunavu i Tisi zahteva intenzivnu saradnju sa susjednim državama, konkretnim aktivnostima među kojima su davanja garancija potpisivanjem obavezujućih sporazuma, kao i blisku saradnju stručnih državnih institucija. Iz pomenutih razloga sistem kontrole kvaliteta rečne vode mora biti organizovan na visokom nivou uz permanentnu izradu analiza na više lokacija uzvodno

od budućeg izvorišta kod Apatina.



Slika 74. Nuklearna elektrana na desnoj obali Dunava, kod mesta Paks (Paks) u Mađarskoj. (www.Google Earth)



Slika 75. Postojeća i potencijalna lokacija nuklearne elektrane u bližoj okolini potencijalnog regionalnog izvorišta za vodosnabdevanje u priobalju Dunava, kod Apatina.

Kao nepovoljnu stranu ovog rešenja treba pomenuti i veoma visoku cenu izgradnje izvorišta i infrastrukturnih objekata. Obzirom da se ovakav sistem od početka izrade dimenzioniše za krajnji broj korisnika i u suštini čini jedinstvenu celinu, bilo bi veoma

nepovoljno da se u izgradnji kasni ili da se ne realizuje u predviđenom obimu. Ovakvo rešenje je sa ekonomskog aspekta opravdano ukoliko se realizuje u planiranom roku kako bi se izvršio povraćaj uloženi sredstava i kako bi se ostvarenim sredstvima omogućilo finansiranje troškova održavanja sistema.

Centralizovanje sistema vodosnabdevanja, zasnovano isključivo na regionalnom izvorištu u aluvijalnim područjima Dunava i Tise strateški ne može biti jedino rešenje zbog rizika koji postoji pri eventualnom zagađenju vodotoka ili neke druge vanredne situacije (ratni uslovi i sl.) u kojoj sistem mora da se isključi i distribucija vode prekine na kraći ili duži vremenski period. Ovakvi uslovi zahtevaju i opravdavaju postojanje alternativnih rešenja koja moraju biti predviđena kao osnovni vid vodosnabdevanja u vanrednim situacijama i zasnovana na drugim izvorima, u ovom slučaju podzemnim vodama.

#### 21.4. Korisnici i prioriteti u korišćenju podzemnih voda

Porast broja stanovnika i razvoj industrije uslovljavaju povećane potrebe za kvalitetnom vodom, tako da je praktično vode za piće na planeti sve manje. Ako se samo analizira broj stanovnika koji je tokom 2011. godine dostigao 8 milijardi i u obzir uzmu statističke prognoze prema kojima će se ubuduće, svakih 12 godina broj stanovnika na planeti uvećavati za novih milijardu ljudi, onda je jasna potreba za razvojem strategije potrošnje visokokvalitetnih voda, kojom će se definisati načini raspodele i utvrđivati prioriteti u korišćenju među izdvojenim kategorijama korisnika.

Ovo je jedan od važnih zadataka u sveukupnom upravljanju resursima podzemnih voda i svakako da njegovo rešavanje jednostavnije na onim područjima na kojima podzemne vode ima dovoljno, kada je moguće da se zadovolje potrebe svih korisnika. Međutim, to je ređi slučaj i mnoge države su zbog ograničenih rezervi podzemnih voda na svojim teritorijama prinuđene na raspodelu po prioritetima. U skladu sa međunarodnim principom suvereniteta, država kao najviši nivo donosi i odluke o prioritetu korišćenja

vodnih resursa. U Srbiji odluke se sprovode preko nadležnih organa, ministarstava i na nižem nivou republičkih direkcija i pokrajinskih sekretarijata.

Prioritete u korišćenju voda kod nas reguliše Zakon o vodama prema kome se pored namene, uslova i definisanja prioriteta u korišćenju voda uopšte, posebno ističe primarni značaj podzemnih voda u upotrebi za piće i određuju kategorije korisnika kojima se dozvoljava njihova upotreba.

Na području severne Bačke situacija u pogledu raspodele resursa podzemnih voda je složena jer je pored ograničenih rezervi zastupljeno više kategorija velikih potrošača. Pored snabdevanja stanovništva, razvijena je stočarska proizvodnja sa brojnim farmama, prisutni su veliki industrijski pogoni za proizvodnju hrane, a više gradova od kojih je najveći Subotica, prinuđeni su da podzemne vode koriste i za sanitarne potrebe komunalnih preduzeća. Potrebe za vodom su velike i jasno je da se ovde mora izvršiti stroga kategorizacija korisnika koji mogu koristiti podzemne vode, odrediti prioritete u korišćenju i vršiti intenzivan nadzor nad sprovođenjem ovih propisa.

Malomineralizovane podzemne vode na području severne Bačke trebala bi u skladu sa važećim zakonom da se raspodeljuju po sledećem redosledu:

1. za piće i potrebe u domaćinstvu,
2. za obezbeđenje vode za stoku,
3. za industriju koja zahteva visokokvalitetnu vodu (prehrambena, farmaceutska i dr.),
4. za sanitarne potrebe komunalnih preduzeća (zalivanje, javne česme, pranje ulica i dr.),
5. za industriju i komercijalne potrebe,
6. za protivpožarnu zaštitu.

Korišćenje podzemne vode za stanovništvo i domaćinstva, uključujući ovde i napajanje stoke je prioritet u zakonodavstvima svih razvijenih država i kao jedno od osnovnih ljudskih prava da svakom čoveku voda mora biti dostupna za zadovoljenje osnovnih (životnih) potreba.

Kada se govori o korišćenju podzemne vode u industriji, treba jasno izdvojiti industrijske grane koje mogu koristiti kvalitetnu podzemnu vodu (prehrambena, farmaceutska industrija i dr.), a zatim u okviru takvog industrijskog preduzeća izdvojiti pogone koji koriste visokokvalitetnu vodu, dok za ostale proizvodne segmente treba koristiti vodu lošijeg kvaliteta.

Jedan deo prehrambenih preduzeća ima odgovoran odnos prema vodosnabdevanju koje vrše sopstvenim bunarima, verifikovali su rezerve podzemnih voda i stekli eksploataciono pravo. Međutim, iako ne postoje pouzdani podaci, nije mali broj industrijskih preduzeća koja nekontrolisano vrše eksploataciju i podzemnu vodu koriste u tehničke svrhe. Pored zahvatanja voda prve izdani, industrija koristi i vode osnovnog vodonosnog kompleksa. Loša je situacija i u industrijskim preduzećima koja su u proteklom periodu ekonomski osiromašila, značajno smanjila proizvodnju i zanemarila funkcionisanje sistema vodosnabdevanja tako da ne postoje bilo kakvi podaci o eksploataciji, u kojima je često jedan broj vodozahvata i napušten.

Područje severne Bačke prekrivaju velike poljoprivredne površine za koje je tokom obrade potrebno obezbediti velike količine vode. Za navodnjavanje se koriste vode iz kanalskog sistema Dunav-Tisa-Dunav i površinskih tokova, dok zbog ograničenih rezervi i značaj za vodosnabdevanje stanovništva podzemne vode nisu predviđene za ove potrebe.

Od ukupne površine sistema za navodnjavanje u Vojvodini (94.000 ha), oko 50% površine izgrađenih zalivnih sistema nalazi se u Bačkoj (oko 51.000 ha). Veliki procenat ovih sistema je neispravan zbog dotrajalosti opreme tako da se navodnjavaju znatno manje površine. Problemi u navodnjavanju javljaju se i zbog nerazvijenosti sekundarne mreže, sistema cevovoda od kanala i reka do njiva, tako da se poljoprivredni proizvođači, naročito koji se bave povrtarstvom i voćarstvom opredeljuju za izradu plitkih bunara na njivama iz kojih dalje razvijaju zalivne sisteme. To postaje uobičajen način navodnjavanja i danas nema podataka o broju bunara za ove namene.

Pored toga, Zakonom o vodama omogućeno je malim potrošačima da za svoje potrebe koriste podzemne vode u količinama ispod 1 l/s. Ova odredba, iako za cilj ima da pomogne ovoj kategoriji potrošača, lako može da se zloupotrebi od strane poljoprivrednih proizvođača kojima je omogućeno bušenje bunara ali i manipulisanje zahvaćenim količinama podzemne vode.

Tako, primarni zadatak otklanjanja uzroka koji su poljoprivrednike primorali na iskorišćavanje podzemnih voda, predstavlja pre svega obimna revitalizacija kanalske mreže sa ciljem da se stvore i povoljniji ekonomski uslovi za korišćenje vode iz kanala koji će biti prihvatljivi ovoj kategoriji poljoprivrednika.

#### 21.5. Uticaj klimatskih promena na vodne resurse

U savremenoj nauci klima se definiše kao prirodni resurs koji karakteriše stalna interakcija atmosfere, hidrosfere, litosfere, ledenog i snežnog pokrivača i biosfere koje čine klimatski sistem. Međusobni uticaj ovih komponenti uslovljava promenljivost klime.

Tokom geološke istorije Zemlje, posebno u kvartaru, klima se ciklično menjala usled procesa povezanih sa kretanjem planete i njenog položaja u odnosu na Sunce što je opisao i matematički potvrdio naš Milutin Milanković. Njegovom *teorijom osunčavanja* objašnjene su i najznačajnije klimatske promene u toku kvartara, pojave ledenih doba. Pored neravnomerne raspoređenosti sunčevog zračenja na Zemlji, što predstavljala osnov Milankovićeve teorije, u geološkoj prošlosti značajan uticaj na klimu imao je vulkanizam, stvaranje sedimenata i peščanih oluja, raspored okeana na planeti kao ogromnog rezervoara toplote, rasprostranjenje flore i faune.

Pored pomentih prirodnih faktora, uticaj čoveka na klimu ogleda se kroz njegove aktivnosti i danas se posebno naglašavaju promene nastale od početka perioda industrijalizacije u odnosu na preindustrijsku revoluciju. Zbog negativnih uticaja na klimu prouzrokovanih ljudskom delatnošću, klimatske promene predstavljaju jednu od

najznačajnijih tema oko koje se okupila cela svetska zajednica u rešavanju nastalih problema i sa ciljem da se posledice nastalih promena ublaže. Prvenstveno se problem odnosi na povećanje temperature vazduha i stvaranja efekta „staklene bašte“ usled emisije enormnih količina gasova, pre svega ugljen-dioksida u atmosferu.

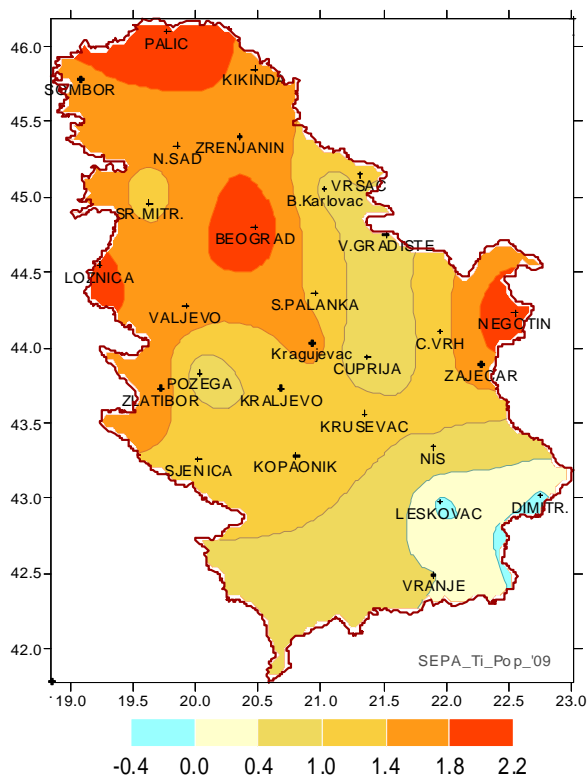
Najznačajnije institucije i stručna tela formirana su pod okriljem Ujedinjenih nacija, a od 1988. godine Međuvladin panel o klimatskim promenama (IPCC), kao međunarodno i naučno telo ima najveći uticaj jer okuplja sve zemlje Ujedinjenih nacija i članice Svetske meteorološke organizacije (WMO).

Prema podacima četvrtog izveštaja IPCC iz 2007. godine (IPCC, 2007) koncentracije gasova u atmosferi, naročito ugljen-dioksid, metan i azot-suboksid uvećane su u odnosu na predindustrijski period i najveće u proteklih 650000 godina. Porast koncentracija je uzrokovan pre svega sagorevanjem fosilnih goriva. Antropogenim uticajem uslovljen je porast temperature prizemnog sloja atmosfere, smanjenje mase snega i ledenog pokrivača i porast nivoa mora.

U ovom izveštaju se ističe da je prosečna globalna temperatura na planeti porasla nakon 1861. godine. Tokom 20. veka, taj rast je iznosio  $0.6 \pm 0.2$  °C. Rast koncentracije atmosferskog CO<sub>2</sub> nakon 1750. godine iznosi 31 %. Najtoplija godina u poslednjem milenijumu bila je 1998. godina, kao i cela poslednja decenija 20. veka.

Na našoj teritoriji takođe je registrovan porast temperature vazduha u drugoj polovini 20. veka. U poglavlju 2.1. rada konstatovan je trend rasta temperature na području Bačke u analiziranom periodu od 1966. do 2008. godine. Podaci istraživanja na našem području ukazuju da je u periodu 1951-2008 godina utvrđen pozitivan trend temperature vazduha na severu Vojvodine, šire i Loznice, Beograda i Negotinske krajine (slika 76). U ovom periodu, 24. jula, 2007. konstatovan je apsolutni rekord maksimalne temperature vazduha od 44.9 °C izmeren u Smederevskoj Palanci, dok je maskimalna mesečna temperatura za mesec septembar izmerena u Bečeju 2008. godine i iznosila je 38.3 °C.

I kod drugog osnovnog elementa klime, padavina, na području Evrope takođe je konstatovana varijabilnost pri čemu su izražene regionalne i lokalne razlike. Tako se u severnom delu Evrope beleži povećanje padavina od 10-40 %, dok je u južnom delu, kojem pripada i Srbija, konstatovano smanjenje padavina koje iznosi i do 20 %. Od 1982. godine izražen je deficit padavina i povećano trajanje suša na našem području.



Slika 76. Raspodela trenda godišnje temperature vazduha °C/100 god na području Srbije za period 1951-2008. godine (prema RHMZ)

Promene klime pobudile su veliko interesovanje naučnika za predviđanje klime i posledice koje one mogu da izazovu. Prognoze klime razmatraju se na osnovu klimatskih modela koji se izrađuju, a u zavisnosti od različitih vrednosti parametara, modeliranje se odvija prema različitim scenarijima. Modeli klime za regionalna evropska područja danas omogućavaju precizne prognoze tako da se jasnije mogu odrediti i budući klimatski uslovi u Srbiji.

Prema umerenom scenariju koji podrazumeva delimične primene mera za smanjenje emisije gasova prosečna godišnja temperatura vazduha do kraja veka u Srbiji će porasti



za 2.6 °C (Popović et al., 2009). Otopljanja tokom godine će biti neravnomerna, predviđanja ukazuju da će leta biti toplija za 3.5 °C, jesen za 2.2 °C, zime za 2.3 °C, a proleća za 2.5 °C. Učestalost ekstremnih hladnoća će se smanjivati, a ekstremne vrućine biti sve češće. Trajanje talasa vrućina će se povećavati, a broj mraznih i ledenih dana opadati.

Što se tiče padavina, one nisu ravnomerno raspoređene u Evropi već se predviđa povećanje učestalosti padavina s jedne strane, ali se očekuje porast i dužina sušnih perioda u južnoj i jugoistočnoj Evropi. Na području Srbije, trend smanjenja letnjih padavina i suše će se nastaviti i na kraju veka će količine padavina biti umanjene 22 % u odnosu na današnje količine. Suše će biti posebno izražene u istočnim i jugoistočnim delovima zemlje.

Celokupna svetska stručna i naučna javnost u okviru svojih oblasti danas razmatra posledice i probleme koji će se pojavljivati usled izmene klime. I u oblasti vodoprivrede, očekuje se niz promena koje će se zbog njenog opšteg značaja snažno odraziti brojnim posledicama u različitim delatnostima.

Jasno je da će povećanje temperature vazduha i smanjenje padavina kao dva najznačajnija elementa bilansa u ciklusu kruženja vode negativno da se odraze i na resurse površinskih i podzemnih voda.

Smanjenje količina površinskih voda usloviće probleme u hidroenergetici, poljoprivredi i navodnjavanju površina i vodosnabdevanju gradova i naselja u aluvijalnim područjima koja vodu obezbeđuju preradom rečne vode ili zahvatima na račun obalske filtracije. Deficit voda u rekama uticaće i na slabije prihranjivanje izdani posebno u aluvijonima većih tokova.

U sredinama sa manjim proticajima i količinama vode u rekama kao i smanjenim rezervama podzemnih voda pogoršava se i kvalitet vode. Upravo zbog veće stabilnosti u pogledu promene kvaliteta, podzemne vode treba da budu sačuvane kao osnovni izvor iskorišćavanja za piće.

Na području Vojvodine klimatske promene mogu usloviti smanjenje rezervi podzemnih voda, naročito osnovnog vodonosnog kompleksa i vodonosnih pliocenskih naslaga. Zbog njihovog regionalnog rasprostranjenja, može se očekivati povećano iskorišćavanje podzemnih voda i na područjima susednih država, što bi uslovalo ponovno opadanje nivoa podzemnih voda.

Povećanje pritiska na vodne resurse u Vojvodini dodatno se može pogoršati zbog stanja u poljoprivrednoj proizvodnji koja će naročito u sušnim periodima zahtevati znatne količine vode za navodnjavanje površina posebno sa ratarskim kulturama. Stanja poplava, s druge strane, izazivaju niz negativnih efekte za poljoprivredno zemljište (zasoljavanje i dr.).

Na kraju razmatranja ove teme treba istaći da pored teorije po kojoj su klimatske promene posledica antropogenog uticaja, postoji i drugačije mišljenje po kojem je današnje stanje klime posledica prirodnog procesa intenzivnijeg sunčevog zračenja. Pristalice ove teorije svoje tvrdnje temelje na naučno potvrđenim konstatacijama da se na Suncu ciklično intenziviraju procesi radijacije koji se zatim odražavaju na ceo solarni sistem. Prema njima, ovakva pojačana sunčeva zračenja trenutno se dešavaju, a u prilog ovome iznose se podaci o utvrđenim klimatskim promenama i na drugim planetama sunčevog sistema.

Bez obzira na uzroke klimatskih promena i njihovo stvarno poreklo, ozbiljnost posledica koje su danas vidljive u prirodi, primoravaju ljudsku zajednicu na aktivnost i očuvanje svih prirodnih resursa primenom strategija zasnovanim na principima održivog razvoja.

#### 21.6. Edukacija stanovništva o značaju vodnih resursa

Savremena evropska strategija o vodama značajnu ulogu u ostvarivanju ciljeva održivog upravljanja vodnim resursima pridaje javnom mnjenju odnosno korisnicima kao aktivnim učesnicima u odlučivanju o vodoprivrednom razvoju.

Potreba edukacije stanovništva o značaju vode povezano je sa jednim od osnovnih principa u menadžmentu vodnih resursa, *načela javnosti* u korišćenju i zaštiti podzemnih voda. U savremenim društvima javnost se informiše i o drugim strateškim planovima i većim investicionim projektima od nacionalnog značaja i direktno uključuje u odlučivanje i donošenje rešenja. Uključivanjem u rešavanje vodoprivredne problematike, kod korisnika se stvaraju realne predstave o značaju vodnih resursa, potrebi za racionalnim korišćenjem, zaštitom, realnim troškovima proizvodnje vode i drugim važnim pitanjima. Transparentnost odlučivanja odvija se putem javnih rasprava i organizovanjem različitih skupova na kojima se u javnosti traži mišljenje većine.

Važan preduslov učešća javnosti jeste da ukupna društvena svest bude na potrebnom nivou odnosno da članovi zajednice pored određenog stepena znanja poseduju i svest o značaju učešća pojedinca u odlučivanju. Bolja povezanost države i stanovništva u odlučivanju ostvaruje se u razvijenijim zemljama koje su socijalno i ekonomski stabilnije. U takvim državama obrazovni nivo stanovništva je viši, time i svest o značaju vodnih resursa i potrebi očuvanja prirodne sredine.

Pitanje edukacije stanovništva povezano je i šire, sa drugim osnovnim principima upravljanja vodnim resursima: sa načelom pravičnosti, etičnosti, načelom stručnosti i integralnog upravljanja (Stevanović Z., 2011). U našoj sredini, znanja o značaju vode za život i živi svet na planeti u javnosti uglavnom su elementarna, a primeri u okruženju



*Slika 77. Potreba edukacije stanovništva da bi se izbeglo zagađivanje prirode (sa raznih ekoloških web stranica).*

pokazuju da je svest o vodi kao resursu koji treba čuvati racionalnim iskorišćavanjem i štiti ličnim odnosom pojedinca prema prirodi, na veoma niskom nivou.

Jedno od najznačajnijih pitanja koje treba da se prezentiraju javnosti, kada su vodni resursi u pitanju, jesu razjašnjavanja osnovnih načela u kojima se voda razmatra kao socijalna, ali sa druge strane i kao ekonomska kategorija. Socijalni aspekt povezan je sa etičkim načelom upravljanja vodom po kojem mora biti dostupna svakom radi zadovoljenja potreba. To je osnovno ljudsko pravo i ne sme biti uslovljavano od strane institucije koja raspoláže resursom vode. Javnost, međutim, mora da se detaljnije upozna i sa tehničkim, tehnološkim i drugim postupcima koji se primenjuju u obezbeđenju kvalitetne vode za piće, kako bi se argumentovala tvrdnja da voda kao i svaki drugi proizvod ima svoju cenu i da je vodosnabdevanje proizvodna delatnost u koju treba investirati radi obezbeđenja procesa eksploatacije, održavanja vodovodnog sistema i razvoja vodoprivrede. U državama u kojima se voda za piće tretira isključivo kao socijalna kategorija, najčešći je slučaj da niska cena vode ne omogućava podmirivanje osnovnih troškova njene eksploatacije što dalje utiče i na pojavu problema njenog neracionalnog iskorišćavanja. Dobar primer iskustva u pogledu veće brige korisnika o potrošnji vode jesu društva u kojima je cena vode povećana, nakon čega je potrošnja opadala i dostizala realne i racionalne okvire.

Na istraživanom području brojni primeri ukazuju da se edukaciji stanovništva o značaju podzemnih voda ne poklanja potrebna pažnja, ali sa druge strane i da se mišljenje javnosti uglavnom ne uvažava. Posledice su najizraženije u pogledu potrošnje i oblasti zaštite podzemnih voda. Nerazumevanje procesa zagađivanja sredine i podzemnih voda, na primer, kod poljoprivrednika, vezano je za potrošnju znatno većih količina veštačkog đubriva na poljoprivrednim površinama nego što je to realno potrebno, čime se nepotrebno povećavaju rizici zagađenja podzemnih voda. Isto tako, na istraživanom području slučaj enormne zagađenosti voda kanala DTD kod Kule i Vrbasa, predstavlja primer neodgovornog odnosa pojedinih preduzeća prema podzemnim i površinskim vodama, čime je zbog nerazumevanja problema, materijalnim interesima industrije dat prioritet u odnosu na životnu sredinu. Do danas, višedecenijski napori stanovništva i

pojedinih ekoloških udruženja da se reše postojeći problemi nisu dali zadovoljavajuće rezultate.

Svest kod građana moguće je jačati samo razrađenim državnim programima za edukaciju stanovništva o značaju ovog resursa. Dobro osmišljeni planovi edukacije polaze o osnovnog obrazovanja uvođenjem nastavnih predmeta o ekologiji i životnoj sredini, zatim medijsku promociju različitih tema o vodnim resursima i akcijama kojima se podstiče učešće pojedinaca u odlučivanju o značajnim projektnim rešenjima u oblasti vodoprivrede. To je dugotrajan proces čiji rezultati se mogu očekivati tek kod narednih generacija, ali kroz kvalitativno bolji pristup životnoj sredini i odnos prema vodi.

#### 21.7. Preventivne mere zaštite podzemnih voda

Očuvanje resursa podzemnih voda u budućnosti će značajno zavisiti od aktivnosti i efikasnosti u sprovođenju mera zaštite. Proces urbanizacije društva, razvoj industrije i drugih delatnosti, zajedno sa očekivanim izmenama klime, predstavljaju faktore koji će stvarati sve veće pritiske na podzemne vode. U takvim uslovima zaštita podzemnih voda baziraće se na strogoj primeni preventivnih mera.

U razvijenim državama u Evropi, koje su se proteklih decenija suočile sa posledicama zagađivanja životne sredine, a zatim započele borbu za očuvanje sredine i vodnih resursa, danas se različitim preventivnim merama nastoje sprečiti pojave zagađenja i na taj način zaštititi podzemne vode.

Situacija je kod nas drugačija jer postojeći zagađivači već decenijama zagađuju podzemne vode, ali problemi se ne rešavaju na zadovoljavajući način, adekvatne mera zaštite se ne primenjuju zbog čega se ne sprečava ni dalja degradacija podzemnih voda.

Već je ranije konstatovano da na području severne Bačke osnovne izvore zagađenja podzemnih voda, naročito prve izdani i osnovnog vodonosnog kompleksa predstavljaju

otpadne vode industrije, neprečišćene ili nedovoljno prečišćene kanalizacione vode naselja i poljoprivredna aktivnost zbog upotrebe agrohemijjskih sredstava.

Da bi se trenutno stanje popravilo, neophodno je u skladu sa postojećim zakonima, na najvećem delu istraživanog područja započeti sa sistematskim sprovođenjem mera kojima će se sprečiti dalje zagađivanje životne sredine, a zatim prema prethodno izrađenom programu započeti sa sanacijom postojećih zagađenih lokaliteta.

Nakon toga, na ovom području čiji se i budući prosperitet zasniva na poljoprivrednoj i industrijskoj proizvodnji, neophodno je definisati i uspostaviti preventivne mere zaštite kojima će se sprečavati buduća zagađivanja vodotokova, zemljišta, a time i podzemnih voda.

Za realizaciju ovih zadataka potrebne su značajne promene u pristupu problematici zaštite podzemnih voda i rešavanju postojećih problema, na svim nivoima, od ministarstava i lokalnih nadležnih institucija do samih privrednih organizacija koja danas proizvode zagađenja.

Na osnovu identifikovanih izvora zagađenja, na istraživanom području potrebno je realizovati niz konkretnih preventivnih mera. Mere koje bi trebalo sprovesti i realizovati su:

- ▶ usklađivanje nacionalnih propisa u oblasti voda sa evropskim zakonima, pre svega Okvirnom Direktivom o vodama. Implementacija kriterijuma predstavlja proces za koji je neophodno prilagođavanje postojećih nacionalnih standarda i propisa, ali je moguća i neophodna hitna primena osnovnog principa "zagađivač plaća" i "korisnik plaća";
- ▶ monitoring emisije otpadnih voda industrije i uspostavljanje laboratorija za ove namene na kritičnim punktovima;
- ▶ uspostavljanje režimskih osmatranja na izvorima podzemnih voda kako bi na osnovu poznavanja hidrogeoloških parametara sredine i režima eksploatacije onemogućila infiltracija zagađenja sa površine terena ili prodor termomineralnih voda iz dubokih izdani;

- ▶ izgradnja uređaja za primarnu preradu otpadnih voda industrije i komunalnih otpadnih voda;
- ▶ proširenje javnih vodovodnih sistema i priključenje seoskog stanovništva;
- ▶ proširenje komunalnih kanalizacionih sistema u naseljima;
- ▶ propisivanje obaveze izrade elaborata o utvrđivanju i kategorizaciji rezervi podzemnih voda i projekata o zonama sanitarne zaštite na svim izvorštima;
- ▶ kontrola primene agrohemijskih sredstava za zaštitu bilja i primene veštačkih đubriva;
- ▶ kontrola upravljanja stajnjacima na stočnim farmama;
- ▶ reciklaža otpada.

Predložene mere predstavljaju generalni pregled preventivnih mera koje je neophodno primeniti na osnovu identifikacije najvećih zagađivača na području severne Bačke, ali je sigurno da postoje mogućnosti za primenu posebnih mera na pojedinim lokacijama na kojima su utvrđeni specifični zagađivači.

Pre primene preventivnih mera, na istraživanom području neophodno je utvrditi postojeće zagađivače, izraditi katastar i sprovesti mere likvidacije. Primarno je izvršiti sanaciju zagađenih vodotokova, a na izvorštima i svim drugim lokacijama likvidaciju napuštenih bunara.

Aspekt zaštite na ovom području posebno treba da bude usmeren na rešavanje zadataka u poljoprivredi i industriji kao privredno najznačajnijim oblastima za prosperitet severne Bačke i cele Vojvodine. Probleme u oblasti poljoprivrede koji su vezani za primenu veštačkih đubriva i drugih agrohemijskih sredstava, treba početi rešavati sistematskom primenom kriterijuma i mera Okvirne direktive. Jedna od najznačajnijih u tom pogledu je primena tzv. Nitratne direktive.

Okvirna Direktiva u oblasti zaštite predviđa primenu posebnih mera sa strogim kriterijumima u slučajevima postojanja velikih industrijskih zagađivača. Brojni predloženi programi sanacije kanala DTD u zoni Crvenka-Kula-Vrbaš u proteklom

periodu nisu realizovani, a aktuelna rešenja zbog nedostatka sredstava se ne finalizuju po planiranoj dinamici. Problemi zagađenja sredine su složeni, voda kanala i podzemne vode i dalje se zagađuju, još uvek nije završena izgradnja magistralnog kolektora dužine 12.6 km između Kule i Vrbasa i svi predviđeni objekti za preradu otpadnih voda. Tek nakon uspostavljanja sistema koji će obezbediti efikasno prečišćavanje voda industrije mogu da uslede i obimne mere sanacije zagađenja. Sanacija će biti vrlo složena faza zbog čišćenja kanala tokom koga će problem predstavljati način tretiranja i odlaganja velikih količina veoma toksičnog izvađenog mulja. Sanacione mere zbog toga moraju se realizovati prema prethodno izrađenom programu.

Kada se govori o preventivnim merama zaštite, poseban značaj imaju područja koja su perspektivna za otvaranje novih izvorišta. Prostornim planovima potrebno je nakon utvrđivanja ovakvih područja, ograničiti ili zabraniti izgradnju objekata i aktivnosti koje nisu u funkciji korišćenja za vodosnabdevanje. Tako bi, na primer, lokalitetu u priobalju Dunava kod Apatina trebalo već sada obezbediti prioritet kao području potencijalnog budućeg regionalnog izvorišta.

Ovakve mere bila bi efikasne i za slučajeve planiranja proširenja postojećih izvorišta, naročito u gradskim sredinama, u kojima je danas veoma često nemoguće izvršiti proširenje zbog izgrađenih objekata u neposrednoj blizini izvorišta.

Na osnovu istraženosti severne Bačke i poznavanja hidrogeoloških karakteristika terena, bilo bi korisno izraditi detaljnu kartu ugroženosti ovog područja i podzemnih voda od zagađivanja. Ova karta specijalne namene predstavljala bi osnovnu podlogu za različita buduća planiranja.



## **22. Zaključak**

Izučavana oblast nalazi se u severnom delu Autonomne pokrajine Vojvodine, prostire se na površini od oko 5400 km<sup>2</sup>, između reka Dunav, na zapadu i Tise na istoku, zatim od državne granica sa Republikom Mađarskom, na severu, do Velikog bačkog kanala koji predstavlja južnu granicu.

Kao i ostali delovi Vojvodine i ovo područje, na kojem živi oko 550 000 stanovnika poznato je po poljoprivrednoj, a zatim i industrijskoj proizvodnji. Najveći privredni i kulturni centar kojem gravitira stanovništvo okolnih naselja je Subotica, a poznatiji gradovi su Sombor, Apatin, Vrbas i Bečej. U poslednjim decenijama izražen je proces napuštanja seoskih naselja i migracija stanovništva u gradove. Ovako stanje uslovalo je smanjenje stanovništva koje se bavi poljoprivrednom proizvodnjom za čak 90 % u odnosu na 1948. godinu. Pored ovoga demografska kretanja, takođe su nepovoljna i karakteriše ih permanentan pad broja stanovnika i to čak i u opštinskim centrima. Porast broja stanovnika u odnosu na 1948. godinu imaju samo gradovi Subotica, Vrbas i Kula (popis 2011. godine).

Oblast karakteriše umereno-kontinentalna klima sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha 9.1 °C i srednjegodišnjom sumom padavina od 576 mm, zbog čega pripada delu Srbije sa najmanjim količinama padavina. Područje okružuju velike reke Dunav i Tisa, a poseban višenamenski značaj ima postojeći hidrosistem "Dunav-Tisa-Dunav", kanalska mreža ovog sistema preseca severozapadni i pruža se južnim delom područja.

Osnovno obeležje celog Panonskog basena, nizijski reljef, oblikovan je pod uticajem egzogenih procesa, pre svega fluvijalnog, fluvio-barskog, eolskog i antropogenog, ali je u geološkoj prošlosti incijalni izgled predisponiran endogenim silama, tokom različitih faza alpske orogeneze. Aluvijalne ravni Dunava i Tise sa rečnim terasama i prostrana lesna zaravan Telečke u centralnom delu područja predstavljaju karakteristične oblike reljefa.

Istraživano područje pripada jugoistočnom delu Panonskog basena koji je između Alpa, na zapadu i Karpata, na istoku, nastao intenzivnim tektonskom aktivnošću tokom alpskih orogenih pokreta. Razlamanje starog kopna, njegovo spuštanje i formiranje potolina uslovalo je stvaranje basenske strukture, u kojoj su tokom neogena nataložene moćne pretežno glinovito-peskovite naslage. Najstarije stene, prekambrijumske i paleozojske starosti, koje čine osnovno gorje, pod uticajem visokih temperatura uzrokovanih vuklanizmom i visokih pritisaka izgrađuju značajno izmenjene, visoko metamorfisane stene: škriljci, gnajsevi, mikašisti, filiti, metamorfisani serpentiniti. Vulkanizam je u ovom periodu predstavljen intruzivnim, efuzivnim i žičnim magmatitima.

Mezozojski kompleks stena je jako izrasedan i na istraživanom području predstavljen je trijaskim i krednim stenama. Trijasko stene konstatovane su u više dubokih bušotina koje su izvedene u severnom delu područja kod Novog Kneževca i u zoni Bačke Topole. Predstavljene su kvarcnim konglomeratima, peščarima, alevrolitima, laporcima i krečnjacima (donji trijas), laporovitim krečnjacima i dolomitima, sa raznovrsnom mikrofaunom (srednji trijas), dok su gornjotrijaske tvorevine izgrađene od organogeno-detritičnih i ooidnih krečnjaka sa bentoskim fonaminiferama, detritusa algi, koralala i dr.

Stene gonjokredne starosti nabušene su u delovima južne Bačke. U Bečeju zastupljeni su karbonatnim i flišnim sedimentima. U severnom delu područja utvrđene su na lokacijama kod Sente, Velebita i Petrovog sela.

Tercijarne naslage ispunjavaju Panonski basen do velikih dubina koje kod Novog Kneževca iznose i preko 3600 m dubine. U okviru ovog kompleksa najstarije stene su paleogene starosti zastupljene eocenskim sedimentima laporovitim krečnjaka, nabušene kod Subotice.

Tvorevine donjeg miocena konstatovane su u dubokim bušotinama na severu kod Bačke, predstavljene kopnenim i morskim tvorevinama. Kopnene naslage zastupljene su brečama, konglomeratima, peščarima i glincima., dok su nalasci morskog donjeg

miocena utvrđeni kod Rastine i Ridice i izgrađeni su od klastita granita, vulkanita, škriljaca i kvarca sa mikrofaunom od fonaminifera i ostrakoda.

Naslage tortona su produkti morske sedimentacije i delom magmatskih procesa rasprostranjeni na više lokacija. Razlikuju se grubozrni klastiti bazalne serije donjeg tortona od breča i konglomerata sa ostacima fosilne faune mekušaca, fonaminifera i ostrakoda, zatim organogeno-detritični krečnjaci sa ljušturama mekušaca, korala, bentoskih fonaminifera i ostrakoda. Tortonske starosti su i pelitski karbonati koji su deponati dubljeg mora i vulkanogeno-sedimentne naslage predstavljene padavinskim lapilitima.

Sarmatske tvorevine konstatovane su na više lokacija, predstavljene ooidnim krečnjacima, zatim peskovito-alevritičnih laporaca, laporima, konglomeratima i glinama. U okviru sarmata posebno mesto zauzimaju vulkaniti Kelebije koji se kao uklopici javljaju u okviru biogenih krečnjaka, ali o njihovoj starosti ne postoji jedinstveno mišljenje.

Sedimenti panonske starosti konstatovani su u bušotinama u severnom delu područja i predstavljene basenskom facijom laporaca i laporovitih krečnjaka sa radiksima i peskovitim krečnjacima sa melanopsisima.

Veliko rasprostranjenje na ovom području imaju sedimenti donjeg i gornjeg pontu. Donjopontski sedimenti izgrađeni su pretežno od glina, alevrolita, peskova i laporaca. Gornjem pontu pripadaju pešari, alevroliti, gline i laporci sa proslojcima uglja. Gornjopontski sedimenti taloženi su u kaspibrakičnoj sredini i sadrže znatno više psamitske komponente.

Paludinski sedimenti čine završnu seriju neogenog kompleksa. Predstavljani su slatkovodnim naslagama jezerskih, jezersko-rečnih i močvarnih sredina. Izgrađeni su od peskova, šljunkovito-glinovitih peskova, glina, proslojaka lignita. Navise postepeno prelaze u rečno-jezerske naslage kvartara sa *Corbicula fluminalis* i dr.

Kvartarne naslage prostiru se na celom području, sa različitim debljinama koje variraju od nekoliko desetina do oko 200 m dubine. Karakterišu se različitim facijalnim razvićem, limničkim, barskim, fluvijalnim, eolskim, aluvijalnim i izgrađuju ih peskovito-šljunkoviti sedimenti, gline, peskovi, les. Pleistocenskim sedimentima pripadaju rečno-jezerske peskovito-glinovite naslage sa brojnom faunom, rečno-barski, rečni sedimenti i eolske naslage predstavljene barskim i kopnenim lesom koji izgrađuju lesni plato Telečke.

Mlađe kvartarne, holocenske tvorevine predstavljene su terasnim sedimentima i naslagama različitog facijalnog razvića: facijom povodnja, mrtvaja, spruda, proluvijuma, korita. U zavisnosti od razvića, zastupljeni su peskovi različitih frakcija i glinovite naslage. Slatinama i slatinastim zemljištima pripadaju močvarni tereni.

U pogledu hidrogeoloških karakteristika, na području severne Bačke izdvojeni su zbijeni tip izdani u stenama sa intergranularnom poroznošću, složeni, karstno-pukotinski tip izdani u stenama paleozojske, mezozojske starosti i u starijim miocenskim sedimentima i kao i uslovno "bezvodni" delovi terena od glinovitih naslaga i kompaktnih stena. Na osnovu hidrodinamičkih karakteristika izdvajaju se izdani sa slobodnim nivoom, izdani sa nivoom pod pritiskom ili izdani složenog tipa.

Na području koje je dobro izučeno zahvaljujući istraživanjima za potrebe nalaženja nafte i gasa, na osnovu podataka dubokih bušotina, po dubini su izdvojena četiri hidrogeološka sistema. Prvi sistem obuhvata naslage kvaratara i gornjeg ponta i u okviru njega su u najvišem delu formirane izdani značajne za vodosnabdevanje. Drugi hidrogeološki sistem formiran je u naslagama donjeg ponta i panona, sa termomineralnim vodama do dubine oko 2000 m, temperature 50-65 °C i male izdašnosti. Trećem sistemu pripadaju prepanonske miocenske i stene mlađeg mezozika, sa slanim termomineralnim vodama temperature 40-50 °C, izdašnosti 5.5-25 l/s. Sistem se prostire do dubina 2200 m, na pojedinim lokacijama i do 3000 m. Četvrti hidrogeološki sistem izgrađuju stene trijaske i paleozojske starosti, sa vodama temperature do 80 °C, izdašnostima bunara preko 40 l/s i sa mineralizacijom vode do 50 g/l.

Sedimenti pona ekonomski su značajni zbog pojava nafte i gasa, dok su gornjopontske naslage značajne i zbog rezervi termomineralnih voda i predstavljaju sredinu iz koje se one najčešće eksploatišu na ovom području.

Najmlađi član tercijarnog kompleksa, paludinski slojevi značajni su zbog mogućnosti korišćenja voda ove izdani za vodosnabdevanje. Za ove potrebe koriste se u zapadnom delu Bačke, gde se nalaze na manjim dubinama, počev od 30 m (Apatin) i 70 m (Sombor), ali idući ka istoku i severoistoku dubina do ovih naslaga se povećava zbog čega se ređe koriste za vodosnabdevanje. Izdani izgrađuju sitnozrni, srednjozrni i krupnozrni peskovi. Zahvatanje vode vrši se bunarima kapaciteta do 20 l/s.

U okviru kvartarnih sedimenata najveći značaj, zbog iskorišćavanja za vodosnabdevanje, imaju vodonosni slojevi pleistocenske starosti i poznati su kao *osnovni vodonosni kompleks*. Prostiru se i na celom području ali i izvan njega, na teritorijama susednih država. Na jugu isklinjavaju na padinama Fruške gore. Njihova debljina je promenjiva i izdani koja se formira je subarteska, znatno ređe arteska. Kompleks izgrađuju glinoviti i peskoviti sedimenti različitih frakcija. Granulometrijskim analizama i na osnovu testova crpenja vrednosti koeficijenta filtracije vodonosnih naslaga je reda  $10^{-4}$  do  $10^{-5}$  m/s. Bunarima na izvorištima pojedinačno se eksploatiše i više desetina litara u sekundi. Vode ove izdani su hidrokarbonatne sa mogućim varijacijama u pogledu katjonskog sastava kada su dominantni katjoni  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ , na području Telečke, Subotice i Horgoša ili  $\text{Na}^{++}\text{K}^{+}$  u ostalim delovima područja. Iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija propisanih u vodi za piće su boja, mutnoća, organske materije, gvožđe, mangan, amonijak i arsen. Zbog dubine na kojoj se nalaze mikrobiloška neispravnost je znatno manja nego kod voda prve izdani.

Prva izdani sa slobodnim nivoom ili pod manjim pritiskom formira se u naslagama srednjeg i mlađeg kvaratara, aluvijalnim i terasnim sedimentima, zatim lesnim i eolskim naslagama. Najveći značaj za vodosnabdevanje imaju vode aluvijalne izdani uz reke Dunav i Tisu. U priobalju Dunava debljina kvartarnih naslaga iznosi oko 70 m, starijem kvartaru pripadaju sedimenti debljine oko 35 m izgrađeni od šljunkova, peskovitih šljunkova, krupnozrnih peskova i proslojaka gline, nakon čega se prelazi u mlađe

kvartarne naslage od sitnozrnih peskova, prašinih peskova i glina. U pogledu filtracionih karakteristika, srednje vrednosti koeficijent filtracije su reda veličine  $10^{-3}$  do  $10^{-4}$  m/s. Slabijih filtracionih svojstava su aluvijalne naslage Tise u kojima su više zastupljeni sitnozrni i zaglinjeni peskovi. Vode aluvijalne i terasne izdani su malomineralizovane, pripadaju hidrokarbonatnoj klasi, kalcijumskoj, ređe natrijsko-kalijskoj grupi voda. Uzroci neispravnosti ovih voda su mutnoća, povećani sadržaji gvožđa, mangana, organskih materija i amonijaka, a zbog blizine površini terena njihov kvalitet pogoršava prisustvo pesticida i komponente agrohemijskih sredstava. Vode su često i bakteriološki neispravne.

U lesu se formira izdan sa slobodnim nivoom, karakteristika ovih naslaga je izražena vertikalna propusnost u odnosu na horizontalni pravac. Padavine su najznačajniji vid prihranjivanja ove izdani, ali ova izdan nema veći značaj za vodosnabdevanje.

U ranijim državnim planskim dokumentima (Prostorni plan, Vodoprivredna osnova Republike Srbije) rešenja vodosnabdevanja za ovu teritoriju Vojvodine nalaze se u obezbeđenju dopunskih količina podzemnih voda proširenjem ili otvaranjem novih izvorišta i iskorišćavanja voda iz regionalnih vodovodnih sistema. Dosadašnje procene budućih potreba vode za različite namene uglavnom nisu bile realne, prvenstveno zbog neracionalnih predviđanja specifične potrošnje, naročito u odnosu na savremene evropske zakone kojima se reguliše oblast iskorišćavanja voda.

Utvrđivanje potrošnje vode različitih kategorija korisnika u severnoj Bačkoj otežano je zbog nedostatka podataka o zahvatanju, iskorišćavanju vode i drugim parametarima. Na postojećim izvorištima ne sprovode se kontinuirana osmatranja režima podzemnih voda, zbog čega su podaci o hidrogeološkim karakteristikama često nepouzdan. Projekcije potrošnje u nadležnim vodovodnim organizacijama i planskim opštinskim dokumentima često se vrše na osnovu nerealnih podataka o trenutnoj potrošnji, što je posledica slabe organizacije vodovodnih službi koje nisu u mogućnosti da utvrde stvarni broj korisnika.

U radu je analizom podataka prikupljenih terenskim istraživanjima na izvorištima i vodovodnim službama izvršena ocena potrošnje najvećih kategorija korisnika podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja stanovništva, industrijskih potrošača i za potrebe navodnjavanja. Za potrebe obrade podataka izrađena je baza podataka sa karakteristikama svih izvorišta koja se koriste za centralizovano vodosnabdevanje gradova u severnoj Bačkoj.

Prema obrađenim podacima, u svim opštinama na istraživanom području ukupno se za potrebe vodosnabdevanja stanovništva zahvata 1216 l/s vode. Najveći korisnici su opštinski centri u kojima se vrši organizovano vodosnabdevanje i gde se zahvata 837 l/s vode koja se koristi za piće, za javne ustanove i manja privredna preduzeća. Posebno su obrađeni podaci o potrošnji industrijskih preduzeća koja svoje potrebe zadovoljavaju sa sopstvenih izvorišta podzemnih voda. Ocene o potrošnji ove kategorije treba uzeti sa rezervom jer je fond podataka vrlo mali pri čemu su zvanični podaci u dokumentima veoma različiti. Na osnovu svih raspoloživih podataka procenjeno je da ova kategorija potrošača na sopstvenim izvorištima zahvata 1052 l/s. Odstupanja od ovih vrednosti kod industrijskih korisnika su moguća prvenstveno iz razloga što je tokom poslednje dve decenije veliki broj industrijskih preduzeća zbog ekonomske situacije značajno smanjio proizvodnju, time i potrošnju vode, ali o ovome nema podataka.

Procena potrošnje podzemnih voda koje se zahvataju za potrebe navodnjavanja, uglavnom iz prve izdani, takođe je otežana iz razloga što je u pitanju kategorija privatnih poljoprivrednih proizvođača koji su zbog loših ekonomskih uslova i zapuštenosti kanalske mreže prinuđeni da vodu za navodnjavanje koriste izradom sopstvenih plitkih bunara. O količinama podzemne vode koja se troši uglavnom za zalivanje voćarskih i povrtarskih kultura ne postoje nikakvi zvanični podaci. Ocena potrošnje je otežana i zbog toga što su nepoznate površine (veličine) zemljišta koje se na ovaj način navodnjavaju, niti vrste poljoprivrednih kultura koje se navodnjavaju.

Analizom svih relevantnih podataka, procenjeno se da se na istraživanom području u toku vegetacionog perioda koristi između 82 l/s i 245 l/s podzemne vode. Ovako širok raspon količina zavisao je od veličine navodnjavanih površina. Zbog male količine

padavina i znatno povećane evapotranspiracije između aprila i septembra, proračunom je utvrđeno da se zahvatanjem podzemne vode za navodnjavanje, u ovom periodu značajno smanjuju rezerve voda prve izdani, što ima negativan uticaj na ukupni vodni bilans područja.

Jedan od najvažniji ciljeva koje naša zemlja, kao evropska država treba da ostvari jeste usklađivanje i dostizanje nivoa evropskih vodoprivrednih standarda i upravljanja podzemnim vodama u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama. Za realizaciju ovih ciljeva neophodno je, pre svega, postavljanje vodoprivredne delatnosti na mesto koje joj u društvu, zbog značaja, objektivno pripada. Ovo treba da se ostvaruje kroz donošenje novih, izmene i dopune postojećih propisa u oblasti voda, zatim jačanje vodoprivrednih institucija i obezbeđenja dosledne primene svih vodoprivrednih propisa što obuhvata obavezu njihovog sprovođenja i mere sankcionisanja u slučajevima nepoštovanja zakona.

U cilju sagledavanja osnova za racionalno upravljanje resursima podzemnih voda na prostoru severne Bačke sproveden je proračun budućih potreba za vodom različitih korisnika u periodu do 2020. i 2030. godine. Usvajajući savremene kriterijume iz oblasti voda, demografske projekcije, ekonomske prognoze i standard stanovništva, privredni tokovi i dr., proračunom je utvrđeno da će se potrošnja vode za potrebe stanovništva do 2020. godine povećati za oko 150 l/s u odnosu na 2010. godinu. Može se pretpostaviti da je relativno mali porast potrošnje još uvek posledica teške ekonomske krize u proteklom periodu, jer je i dalje intenzivan proces depopulacije stanovništva, dalja privredna stagnacija i spor oporavak industrije kao značajnog korisnika podzemne vode. U vezi sa ovim, loš ekonomski standard ne omogućava potrebnu modernizaciju vodovodnih sistema koji su u pogledu potrošnje neracionalni i sa velikim gubicima vode, dok je sa druge strane i kod stanovništva izražena velika potrošnja zbog zastarelih neekonomičnih uređaja u domaćinstvima koji su veliki potrošači vode i sl.

U projekcijama za period nakon 2020. godine pošlo se od blage stabilizacije demografskih prilika



i usporavanja trenda opadanja broja stanovnika, poboljšanja ekonomskog stanja, porasta standarda stanovništva i pretpostavke o nastavku implementacije evropske vodoprivredne politike, čime se vrši dalja racionalizacija potrošnje tako da će do 2030. godine ona iznositi 1235 l/s, odnosno da će biti neznatno povećana u odnosu na 2010. godinu. Kada je industrijska proizvodnja u pitanju i ovde se očekuje racionalnija potrošnja u odnosu na današnju i prognoze su da će za industrijsku potrošnju do 2030. godine biti potrebno obezbediti minimalno istu količinu kao i za potrebe stanovništva. Pretpostavljeno je da se na ovom području podzemne vode ne koriste za potrebe navodnjavanja i da će se do 2030. godine u celoj državi realizovati projekti izgradnje sistema za navodnjavanje za kojima već danas postoji velika potreba.

Pitanje budućeg vodosnabdevanja severne Bačke aktuelno je poslednjih godina, ali se koncepcija ponuđenih rešenja uglavnom zasniva na primarnoj potrebi obezbeđenja dopunskih količina vode. Međutim, ako se u razmatranje ovog pitanja uključe rezultati izvedenog proračuna potrebnih količina vode baziranog na racionalizaciji kroz smanjenje specifične potrošnje, smanjenje gubitaka u vodovodnim sistemima i dr., zaključci ne potvrđuju stav o nedostatku količina vode kao osnovnom problemu budućeg vodosnabdevanja.

Osim prognoze buduće potrošnje, osnov za upravljanje resursima podzemnih voda predstavlja prikupljanje podataka režimskih osmatranja na izvorištima i širem području. Zbog toga je organizacija monitoringa podzemnih voda na celom području Vojvodine primarni zadatak. Predlog rasporeda osmatračkih objekata dat je u odnosu na ukupno 9 izdvojenih vodnih tela u kojima su rasprostranjena prva izdani i izdan osnovnog vodonosnog kompleksa. U okviru vodnih tela sprovode se kvantitativni i kvalitativni (hemijski) monitoring. U prvoj izdani merenja nivoa podzemne vode (kvantitativni monitoring) trebalo bi vršiti tri puta u toku meseca, a analize vode ove izdani (kvalitativni) izrađivati najmanje dva puta u toku godine.

U izdani osnovnog vodonosnog kompleksa, zbog njene zaštićenosti od zagađenja, kvantitativni monitoring trebalo bi da bude više zastupljen u odnosu na hemijski. Kontrolu kvaliteta potrebno je vršiti najmanje jednom godišnje, a u delovima gde je

kvalitet lošiji, zbog prisustva komponenti kao što je arsen, predviđa se i uvođenje operativnog monitoringa sa većom učestalošću kontrole. Kvantitativni monitoring treba vršiti najmanje jednom mesečno.

Poznavanje potrošnje i potrebnih količina vode, kao i podaci monitoringa omogućavaju primenu dva osnovna principa na kojima treba da se zasniva buduće iskorišćavanje podzemnih voda u severnoj Bačkoj: vodosnabdevanjem se ne sme usloviti dalje (regionalno) opadanje nivoa podzemne vode, a zatim i da kvalitet vode za piće mora biti u skladu sa važećim domaćim i evropskim kriterijumima za ovu namenu.

Rezultati do kojih se došlo u ovom radu pokazuju da iskorišćavanje podzemnih voda treba da ostane osnovni način vodosnabdevanja gradova i naselja u severnoj Bačkoj u periodu do 2020. godine. Nakon ovoga perioda, očekujući normalizaciju stanja u privredi i prosperitni razvoj ovog područja, predviđa se i mogućnost iskorišćavanja površinskih voda najvećih vodotokova, Dunava i Tise, primenom rešenja obalske filtracije rečnih voda i zahvatanjem na izvorištima koja zbog kapaciteta imaju regionalni značaj.

U narednom periodu, do 2020. godine za vodosnabdevanje se koriste postojeća izvorišta, uz mogućnosti njihovog proširenja, ali i otvaranja izvorišta na novim lokacijama. Pored ovoga neohodno je realizovati niz zadataka koje je potrebno nastaviti rešavati i nakon 2020 godine. Najvažniji zadaci su sledeći:

- Realizovati hidrogeološka i druga istraživanja kako bi se izvršilo utvrđivanje i kategorizacija rezervi podzemnih voda na svim postojećim izvorištima kroz izradu elaborata o rezervama.
- Izraditi elaborate o zonama sanitarne zaštite i prema rezultatima u skladu sa propisima za sva izvorišta (javnog vodosnabdevanja stanovništva i izvorišta u vlasništvu industrijskih preduzeća) i uspostaviti zone i sprovesti propisane mere zaštite.

- Na izvorištima na kojima se zahvataju vode lošeg kvaliteta, potrebno je istražiti i mogućnosti iskorišćavanja voda iz drugih izdani, a to je najčešće dublja, pliocenska izdan. Neophodno je započeti sa investiranjem u izradu pogona za adekvatan tehnološki tretman sirovih voda kako bi se kvalitet vode za piće poboljšao i počeo usklađivati sa kriterijumima koji se propisuju Okvirnom direktivom o vodama.
- Neophodno je u narednom periodu nastaviti sa izgradnjom centralizovanih vodovodnih sistema, razvijati vodovodnu mrežu prema seoskim naseljima uz osposobljavanje službi za merenja i kontrolu. Situacija u pogledu iskorišćavanja podzemnih voda u seoskim naseljima uglavnom je nezadovoljavajuća, zbog nedostatka podataka o režimskim osmatranjima, nedovoljne kontrole kvaliteta vode i dr.
- U sistemima vodosnabdevanja značajne količine vode gube se zbog dotrajalnosti mreže. Trenutno se ne raspolaže sa podacima o realnim veličinama gubitaka, pretpostavlja se da su oni veći od onih koji se prikazuju u postojećim javnim dokumentima. Neophodno je izvršiti revitalizaciju cevovodnih sistema jer ove količine vode mogu biti značajne kao dopunske, kojima se zadovoljava deo budućih potreba.
- Racionalizacija potrošnje zahteva da se izvrši kategorizacija korisnika. Podzemna voda prvenstveno treba da bude namenjena za vodosnabdevanje stanovništva (javna potrošnja) i dela industrije koji zahteva visokokvalitetnu vodu (za proizvodnju hrane, farmaceutska industrija i sl.). Za tehničke i druge potrebe u industriji treba koristiti vodu lošijeg kvaliteta, pre svega, površinsku. Potrebno je preduzeti mere kako bi se onemogućila negativna pojava iskorišćavanja podzemnih voda za navodnjavanje u poljoprivredi. Rešenje predstavlja revitalizacija kanalske mreže koja je danas velikim delom neupotrebljiva i ekonomski prihvatljivom cenom individualnim poljoprivrednicima omogućiti da se preusmere na korišćenje površinske vode.

- Jedan od najvažnijih zadataka predstavlja edukacija stanovništva o značaju i održivom iskorišćavanju vode. Pravilnim odnosom prema vodi, stvaraju se i uslovi za uspostavljanje realne, ekonomske cene vode.
- Za istraživano područje ne postoje sistematizovani podaci o geološkim, hidrogeološkim i hidrodinamičkim karakteristikama izvorišta, hidrotehničkim i drugim osobinama vodovodnih sistema. Zbog toga je potrebno formirati savremeni informacijski sistem koji će zatim predstavljati i osnov za upravljanje i projektovanje budućih rešenja.
- Inspekcijske službe nadležnih institucija moraju dobiti veći značaj kako bi efikasno sprovodile zakonske propise u oblasti voda. Izdavanje upotrebnih dozvola, sankcionisanje nepravilnosti i druge obaveze, ove službe moraju dosledno sprovoditi.
- Neophodno je uspostavljanje međunarodne saradnje sa vodoprivrednim institucijama susednih država, pre svega Republike Mađarske i Republike Hrvatske kako zbog međunarodnih reka, Dunava i Tise, tako i rasprostranjenja vodonosnih naslaga i jedinstvene izdani na teritorijama naše i ovih država.

Vodosnabdevanje severne Bačke periodu posle 2020. godine, do razmatranog planskog perioda 2030. godine uključuju i iskorišćavanje površinskih voda. Aktuelno rešenje koje je tokom poslednje decenije izučavano sprovođenjem osnovnih istraživanja bazira na iskorišćavanju površinskih voda Dunava formiranjem regionalnog izvorišta u zoni Budžak - Mesarske livade, kod Apatina. Dosadašnjim istraživanjima utvrđena je mogućnost zahvatanja infiltriranih rečnih voda sistemom bunara u količini oko 2 m<sup>3</sup>/s. Predviđeno je da se iz sistema obezbeđuju dopunske količine vode, a da postojeća izvorišta podzemnih voda ostaju aktivna u sistemu snabdevanja naselja. Iz ovog sistema dopunskim količinama vode treba da se obezbede Apatin, Sombor, Kula, Mali Idoš Bačka Topola, Vrbas Srbobran i Bečej, uz mogućnost vodosnabdevanja jednog broja naselja na području opštine Subotica. Povećane koncentracije organskih materija i na nekoliko lokacija povišeni sadržaji arsena predstavljaju komponente koje narušavaju kvalitet ovih voda, zbog čega je neophodna njihova tehnološka obrada. Prema sličnom

konceptu predviđa se i iskorišćavanje voda Tise izradom sistema *Gornja Tisa* koji bi služio za vodosnabdevanje naselja u severoistočnom delu Bačke i naselja opštine Subotice. Rešenja po ovom konceptu nisu verifikovana detaljnijim istraživanjima. Rezultati hidrogeoloških istraživanja ukazuju i na potencijalne mogućnosti za otvaranje izvorišta u priobalja Tise koja bi se koristila za vodosnabdevanje naselja uz ovu reku.

Prednost rešenja koja uključuju iskorišćavanje površinskih voda pre svega predstavlja mogućnost obezbeđenja dovoljnih količina vode, a ako se u obzir uzmu i nepovoljne fizičko-hemijske karakteristika podzemnih voda na ovom području, rečne vode mogu imati povoljan uticaj i na poboljšanje kvaliteta vode za piće. Nepovoljne strane ovog rešenja čine izloženost površinskih tokova zagađivanju, ali i limitirane mogućnosti kontrole i očuvanja kvaliteta voda obzirom da su u pitanju međunarodne reke. U tom smislu je neophodna bliska međunarodna saradnja susednih država i uspostavljanje monitoringa površinskih i podzemnih voda. U najznačajnije nedostatke ovog rešenja treba uvrstiti i činjenicu da su za njegovu realizaciju neophodna velika materijalna sredstva.

Klimatske promene, naročito izražene od druge polovine prošlog veka, usloviće dalju izmenu klime na ovom prostoru sa izraženijom pojavom sušnih perioda. Pored problema u vodosnabdevanju, smanjenje padavina na ovom području veoma negativno bi se odražavalo na poljoprivredu, zbog čega je neophodna realizacija sistema za navodnjavanje i stvaranje uslova za smanjenje zavisnosti poljoprivredne delatnosti od klimatskih promena.

Zaštiti podzemnih voda u severnoj Bačkoj nije uvek poklanjana potrebna pažnja. Na celom području egzistiraju različiti izvori zagađenja i vrste zagađivača. Zbog toga je u naredom periodu neophodno izvršiti niz izmena, od usklađivanja propisa iz ove oblasti sa savremenim evropskim propisima, do uspostavljanja kontrole i sprovođenja konkretnih mera sanacije postojećih izvora zagađenja. Osnovni zadatak u gradovima treba da bude prečišćavanje otpadnih kanalizacionih i industrijskih voda izradom postrojenja za preradu otpadnih voda. Potrebno je započeti i sa konačnim rešavanjem problema zagađivanja kanala DTD industrijskim otpadnim vodama u zoni Crvenka -

Kula - Vrbas čime bi se saniralo višedecenijsko žarište kojim je ugrožavana životna sredina u ovom delu Vojvodine.

Rezultati istraživanja u disertaciji ukazali su na dosadašnji neadekvatan odnos prema rezervama podzemnih voda, koje su od vitalnog značaj za stanovništvo i privredu severne Bačke. U radu su izloženi brojni aktuelni problemi u ovoj delatnosti koji su posledica različitih faktora, od prirodnih karakteristika područja, zatim neadekvatnih društvenih shvatanja o vodi i odnosa prema životnoj sredini, do nedostatka materijalnih sredstava i siromaštva naše države poslednjih decenija.

U skladu sa realnim ekonomskim mogućnostima, vodoprivrednu delatnost u severnoj Bačkoj treba započeti prilagođavati savremenim evropskim zakonima o vodama, postupno uvodeći kriterijime Okvirne direktive o vodama, pre svega u oblasti vodosnabdevanja i zaštite podzemnih voda. Zadaci i aktivnosti koje su prikazane u disertaciji potrebno je realizovati kako bi se omogućilo uspostavljanje održivog upravljanja resursima podzemnih voda na području severne Bačke.

### **23. Literatura**

Aksin V., Marinović Đ., Vugrinec J, (1991). Exploration and Production of Crude Oil and Gas in Yugoslav Part of the Pannonian Basin. Academic Conferences "Geodynamic evolution of the Pannonian Basin", Department of Natural and Mathematical Sciences, vol. 4. Belgrade, SANU.

Čalić J., Milošević M., Gaudenji T., Štrbac D., Milivojević M., (2012). Panonska nizija kao morfostrukturalna jedinica Srbije. Glasnik Srpskog geografskog društva, Beograd.

Čanović M., Kemenci R., (1988). Mezozoik podine Panonskog basena u Vojvodini. Novi Sad: Matica Srpska.

Demić I., (2008). Projekat detaljnih hidrogeološki istraživanja za izradu istražno-eksploatacione hidrotermalne bušotine Se-1/H na lokaciji Narodna bašta u Senti. "NIS-Naftagas" OD "Istraživanje i tehnologija", Sektor za geološka istraživanja, Novi Sad.

Dimkić M., Brauch H-J., Kavanaugh M., (2008). Groundwater Management in Large River Basins. IWA Publishing, London, UK

Dombradi E., (2012). Deformation of the Pannonian Lithosphere and Related Tectonic Topography: A Depth-to-Surface Analysis. Utrecht Studies in Earth Sciences, No 019. Netherlands.

Đurić D., Josipović J., Jevtić G., Slimak T., Pušić M., (2007). Groundwater Management in Vojvodina. Regional IWA Conference on Groundwater management in the Danube river basin and other large river basins (pp-185-193). Beograd.

Grupa autora, (1977). Stratigrafija "Kenozoik". Geologija Srbije. Beograd, Rudarsko-geološki fakultet.

Grupa autora, (1982). Vodič stručne ekskurzije. VII jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Novi Sad.

Grupa autora, (1996). Prostorni plan Republike Srbije. Beograd.

Grupa autora, (1996). Vodoprivredna osnova Republike Srbije - nacrt. Beograd: Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu.

Grupa autora, (2005). Tumač za geomorfološku kartu 1:200 000. Geozavod-Gemini, Beograd i Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Novi Sad.

Hidrozaovod-DTD, (2006). Projekat detaljnih hidrogeoloških istraživanja na području opštine Subotica za potrebe vodosnabdevanja". Novi Sad: "Hidrozaovod-DTD".

Hidrozavod-DTD, (2006). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištima vodovoda "Sever" i "Jug" u Senti. Novi Sad: "Hidrozavod-DTD".

Hidrozavod DTD, (2007). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištima vodovoda "Krsturski put" i "Štolc" u Kuli. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Hidrozavod DTD, (2007). Elaborat o rezervama i kvalitetu podzemnih voda na izvorištima JKP "Vodokanal" u Somboru. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Hidrozavod DTD, (2007). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištima industrije mesa "Carnex" u Vrbasu, Bačkom Dobrom Polju i Savinom selu. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Hidrozavod-DTD, (2007). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištima vodovoda na području opštine Kanjiža - za "Potiski vodovodi" - Horgoš. Novi Sad: "Hidrozavod-DTD" g

Hidrozavod-DTD, (2009). Elaborat o rezultatima geoloških istraživanja izvođenih za potrebu izrade elaborata o rezervama podzemnih voda izvorišta JP „Komgrad” u Bačkoj Topoli. Novi Sad: "Hidrozavod-DTD".

Hidrozavod-DTD, (2009). Generalni projekat vodsnažbevanja opštine Vrbas II faza /Hidrodinamička analiza mogućnosti proširenja izvorišta do 250 l/s. Novi Sad: "Hidrozavod-DTD".

Hidrozavod-DTD, (2010). Elaborat o rezervama podzemnih voda izvorišta JKP „Vodovod i kanalizacija“ – Subotica (Vodozahvat I, Graničar i Kelebija) – knjiga I. Novi Sad: "Hidrozavod-DTD".

Hidrozavod-DTD, (2011). Elaborat o rezervama podzemnih voda izvorišta JKP „Vodovod i kanalizacija” – Subotica (faza II - istočna zona). Novi Sad: "Hidrozavod-DTD".

Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi", (1996). Konceptijsko rešenje snabdevanja vodom Vojvodine – I faza, 1996. Knjiga 2. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, (1997). Konceptijsko rešenje snabdevanja vodom Vojvodine – I faza – Geološka građa i hidrogeološke karakteristike, 1996-1997. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi", (1999). Konceptijsko rešenje snabdevanja vodom Vojvodine – II faza, 1998-1999. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.



Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, (2005). Alternativna rešenja snabdevanja vodom Vojvodine – Potencijalna izvorišta na sektoru Kovin – Dubovac – Banatska Palanka. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, (2006). Alternativna rešenja snabdevanja vodom Vojvodine – Potencijalna izvorišta na sektoru Mesarske livade – Apatin – Budžak. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007). Četvrti izveštaj prve gupe Međuvladinog panela za promenu klime (IPCC). Beograd: Republički hidrometeorološki zavod.

Isailović D., Srna P., (2000). Hidrološki bilans površinskih voda Srbije i njegove varijacije. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Josipović J., Soro A., (2012). Podzemne vode Vojvodine. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“.

Katić V., (2008). Atlas vetrova AP Vojvodine. Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Kljajić Ž., Lazić M., (2010). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištu JKP „Naš dom“ u Apatinu. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Knežević S., Nenadić D., Paunović M., (2005). Pojave školjaka roda *Corbicula* u kvartarnim naslagama Podunavlja u Srbiji. XIV Kongres geologa Srbije i Crne Gore, pp. 100-105. Novi Sad.

Kukin A., (1969). Geološke uslovi pojave arteskkih voda u Bačkoj i njihove fizičke i hemijske osobine. Novi Sad: Matica srpska. Zbornik za prirodne nauke, sv. 37, Novi Sad.

Laskarev V., (1951). O stratigrafiji kvartarnih naslaga Vojvodine. Knj. XIX. Beograd: Geološki anali Balkanskog poluostrva.

Lazić M., (2005). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištu AD "Apatinska pivara" u Apatinu. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Lazić M., (2007). Elaborat o zonama sanitarne zaštite izvorišta AD „Apatinska pivara“ u Apatinu. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Mandić M., Papić P., (2005). Prilog poznavanju kvalitativnih svojstava podzemnih voda Vojvodine, XIV Kongres geologa Srbije i Crne Gore, pp. 371-375. Novi Sad.

Marinović Đ., (1982). Prikaz opštih geoloških i hidrogeoloških prilika u SAP Vojvodini. Zbornik referata VII jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Novi Sad.

Marinović Đ., Boškov-Štajner Z., (1970). Stratigrafska pripadnost naftnih i plinskih nalazišta SFR Jugoslavije (izvod). VII Kongres geologa SFRJ, knjiga I. Zagreb.

Marković M., Pandžić J., Pavlović R., (1993). Studija strukturnih karakteristika i neotektonske aktivnosti u JI delu Panonskog basena. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Marković M., Pavlović R., Čupković T., (1993). Vertical movements in the south-eastern part of the Pannonian basin, Yugoslavia, during the neogene. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Marković M., Pavlović R., Čupković T., (1993). Basement contour map of the Pannonian basin in Hungary and Serbia. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Martinović M., Zlokolica M., Vukićević Z., (2010). Geotermalni atlas Vojvodine. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Miloradov M., Prohaska S., Soro A., Majkić B., Đurić D., (2008). Metodologija za izradu vodoprivrednog bilansa Vojvodine. Novi Sad: Vojvođanska akademija nauka i umetnosti.

Milosavljević S., Vasiljević M., Vilovski S., (1997). Hidrogeološka istraživanja u Vojvodini (istraživanje pijaćih, tehnoloških i termomineralnih voda). Monografija "100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji, pp.117-146. Beograd RGF - Institut za hidrogeologiju.

Milosavljević S., (1997). Lekovite vode Vojvodine, Stručni časopis DIT "Naftagas", br.25, Novi Sad.

Milovanović B., (2005). Geološka istorija Vojvodine, Geozavod-Gemini, Beograd i Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Novi Sad.

Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, (2009): Prijedlog strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske, nacrt. Zagreb.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, (2005). Direktive Evropske unije o vodama. Beograd: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Direkcija za vode.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, (2009). Direktive Evropske unije o vodama (2006-2009). Beograd: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Direkcija za vode.

NIS-Naftagas, (2006). Elaborat o rezervama termomineralne vode na nalazištu Bečej (bušotina Bč-2/H). Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

NIS-Naftagas, (2008). Projekat detaljnih hidrogeološki istraživanja za izradu istražno-eksploatacione hidrotermalne bušotine Se-1/H na lokaciji Narodna bašta u Senti. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Papić P., Ćuk M., Todorović M., Stojković J., Hajdin B., Atanacković N., Polomčić D., (2012). Arsenic in Tape Water of Serbia's South Pannonian Basin and Arsenic Risk Assessment. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 21, No 6. pp. 1783-1790.

Pavlović A., (2009). Trendovi promene karaktera vodnog režima na reci Dunav na potezu Bezdan - Bogojevo - Novi Sad. Nauka i praksa, vol. 12/1. Niš: Građevinsko-arhitektonski fakultet. Univerzitet u Nišu.

Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju (2009). Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini. Novi Sad: PMF, Departman za hemiju, Univerzitet u Novom Sadu.

Polomčić D., (2001). Hidrodinamička istraživanja, otvaranje i upravljanje izvorištima izdanskih voda u intergranularnoj poroznoj sredini. Monografija. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Polomčić D., Stevanović Z., Sorajić S., Milanović S., Hajdin B., Kljajić Ž. (2010): Održivo korišćenje srpsko-mađarskih međugraničnih vodnih tela, Vodoprivreda, br. 246-248, p.p. 223-235. Beograd.

Polomčić D., Stevanović Z., Bajić D., Hajdin B., Ristić-Vakanjac V., Dokmanović P., Milanović S., (2012). Vodosnabdevanje i održivo upravljanje podzemnim vodnim resursima Srbije. Vodoprivreda br. 258-260, pp 225-231. Beograd.

Popović T., Đurđević V., Živković M., Jović B., Jovanović M., (2009). Promena klime u Srbiji i očekivani uticaji. Zbornik radova 5. regionalne konferencije „Životna sredina na Evropi“ EnE09. Beograd: Ambasadori životne sredine i Privredna komora Srbije.

Prodanović D., Komatina M., (1997). Prvi arteski bunar u Somboru. In: Z. Stevanović (Ed), "100 godina hidrogeologije" (pp. 9-13). Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju.

Rajić M., (2003). Deficit vode u vodnom bilansu zemljišta Vojvodine. Letopis naučnih radova, br.1, (pp. 160-168). Beograd.

Rakić M., Stejić P., (2005). Tektonika JI delova Panonskog basena za vreme gornjeg pliocena i kvartara XIV Kongres geologa Srbije i Crne Gore, pp. 147-154. Novi Sad.

Republički zavod za statistiku. Statistički godišnjak Srbije za godine: 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011. Beograd: Republički zavod za statistiku.

Republički zavod za statistiku (2012). Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011, prvi rezultati. Beograd: Republički zavod za statistiku.

Soro A., Dimkić M., Josipović J., (1997). Hidrogeološka istraživanja za vodosnabdevanje u Vojvodini. In: Stevanović Z. (Ed), "100 godina hidrogeologije" (pp. 101-112). Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju.

Stauder S., (2007). Chemistry and Treatment of Groundwater in the Vojvodina. Regional IWA Conference on Groundwater management in the Danube river basin and other large river basins (pp. 193-199). Beograd.

Stauder S., Stevanovic Z., Richter C., Milanovic S., Tucovic A, Petrovic B., (2012). Evaluation Banking Filtration as an Alternative to the Current Water Supply form Deeper Aquifer: A Case Study from the Pannonian Basin, Serbia. Int. Journal "Water Resources Management", vol. 26, No 2. EWRA.

Stevanović P., (1951). Tragovi Panonskog mora u našoj zemlji. Beograd: Naučna knjiga.

Stevanović P. (1951): Donji pliocen Srbije i susednih oblasti. Posebno izdanje Geološkog instituta. SAN, Beograd.

Stevanović P., (1982). Istorijska geologija, Kenozoik, Beograd: Rudarsko-geološki fakultet.

Stevanović Z., Milanović S., Jemcov I., Petrović B., (2006). Projekat hidrogeoloških istraživanja aluvijalnih naslaga Tise za utvrđivanje mogućnosti zahvatanja podzemnih voda za vodosnabdevanje Opštine Kikinda - I faza pilot zahvat - izrada i testiranje. Beograd: Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet.

Stevanović Z., Lazić M., Polomčić D., Milanović S., Hajdin B., Papić P., Sorajić S., Kljajić Ž., (2008). Sustainable development of Hungarian-Serbian transboundary aquifer (SUDEHSTRA), Final Report of the Project. Međunarodni projekat finansiran sredstvima EU. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Stevanović, Z., Hajdin B., Ristić Vakanjac V., Dokmanović P., Milanović S., Petrović B., (2010). Bilans podzemnih voda u Srbiji (Ocena rezervi podzemnih voda Srbije i mogućnosti regulacije izdani), God. izv. za grupu Strateških projekata Min. ŽSRPP i Direkcije za vode Srbije real. od RGF, IJČ i GIS. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet.

Stevanović Z., (2011). Menadžment podzemnih voda. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet.

Stevanović Z., Kozák P., Lazić M., Szanyi J., Polomčić D., Kovács B., Török J., Milanović S., Hajdin B., Papić P. (2011) : Towards Sustainable Management of Transboundary Hungarian-Serbian Aquifer. A Multidisciplinary Approach Transboundary Water Resources Management. Wiley-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, pp. 143-149.

Stevanović Z., Dulić I., Dunčić M., (2013). Some experiences in tapping deep thermal waters of Triassic karstic aquifer in Pannonian basin of Serbia. IAH Central European Groundwater Conference 2013 (pp. 21-23), Szeged, Hungary.

Stojiljković D., Pavlović P., Popović V., (1997). Hidrohemijska rejonizacija podzemnih voda Vojvodine. In: Z. Stevanović (Ed), "100 godina hidrogeologije" (pp. 241-248). Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Institut za hidrogeologiju.

Škorić M., (1996). Podzemne vode u Vojvodini. Biblioteka Dissertatio. Zadužbina Andrejević. Beograd.

Tehnoproing, (2008). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištu gradskog vodovoda JKP "Standard" Ada. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Tehnoproing, (2008). Elaborat o rezervama podzemnih voda na izvorištu gradskog vodovoda JP "Vodokanal" u Bečeju. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Tehnoproing, (2008). Projekat detaljnih hidrogeoloških istaživanja termomineralne vode na izvorištu ZC "Dr Radivoj Simonović" odeljenje za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju u Bežanovcu. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Vasiljević M., (1998). Mogućnosti korišćenja podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrije u Panonskom basenu (Banat i Bačka). (Doktorska disertacija). Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju. Univerzitet u Beogradu.

Vuković M., Soro A., (1979). Studija proširenja izvorišta podzemnih voda za vodosnabdevanje grada Subotice. Beograd: Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi".

Zavod za geološka i geofizička istraživanja. Karte i tumači za Osnovnu geološku kartu, listovi "Bačalmaš"; "Subotica"; "Segedin"; "Mohač", "Sombor"; "Bačka Topola"; "Kikinda"; "Osijek"; "Odžaci"; "Srbobran"; "Zrenjanin". Beograd.

# GEOLOŠKA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA



## LEGENDA

### Kartirane jedinice

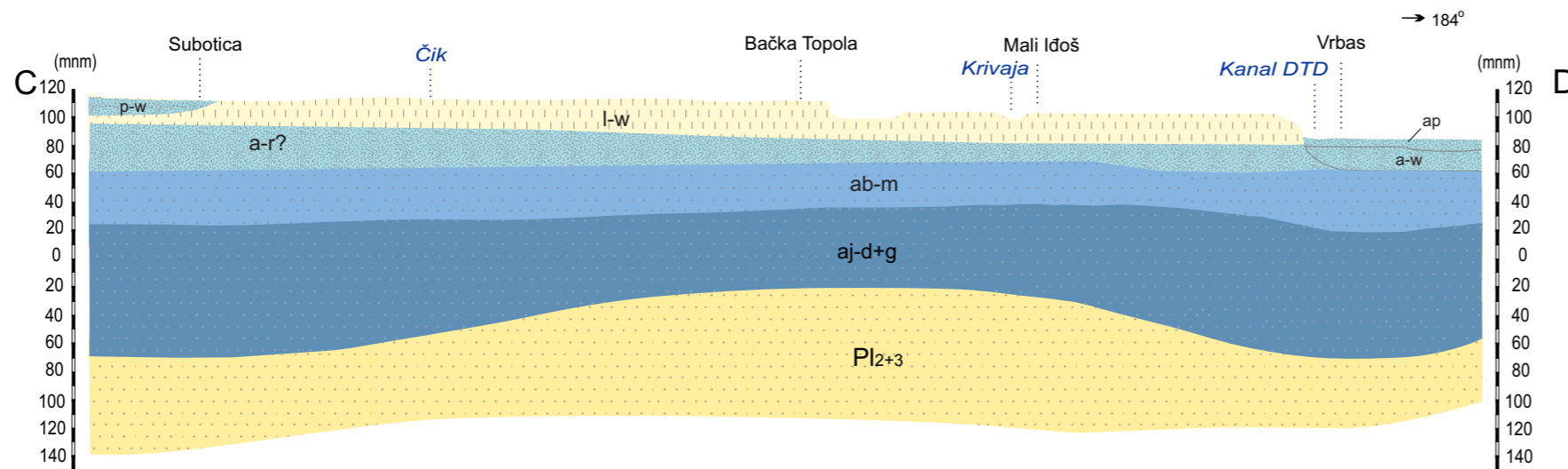
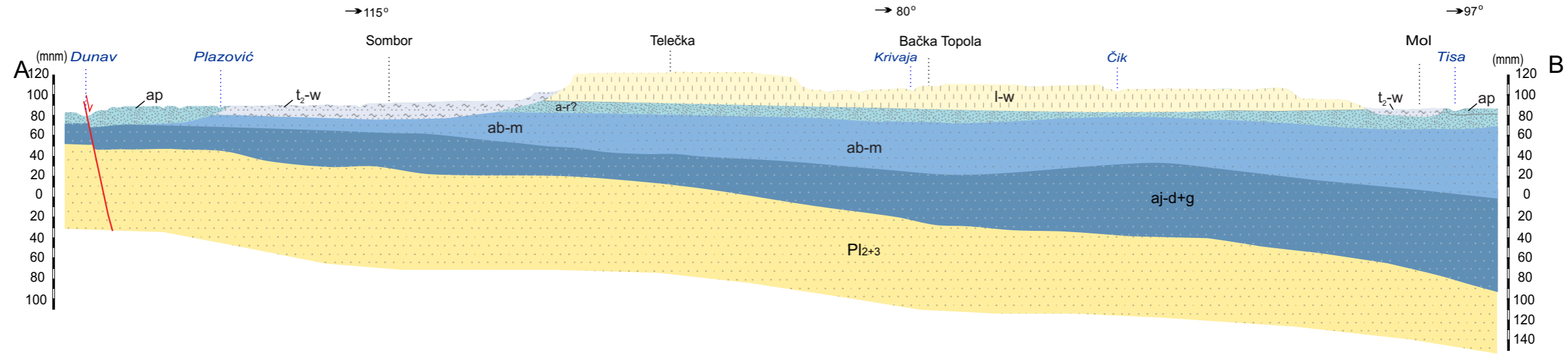
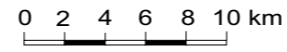
- pd Slatina:slatinasto zemljište
- a Aluvijon: peskovi, alevritski peskovi
- a<sub>1</sub> Rečna terasa 3-5 m: peskoviti alevriti i peskovi
- pr Proluvijum: gline i glinovito-peskoviti alevriti
- d Deluvijum: glinovito-peskoviti alevriti
- ap Facija povodnja: peskovito-glinoviti alevriti, alevrit peskovi
- am Facija mrtvaja: alevritske gline
- as Facija spruda: alevritski i sitnozrni peskovi
- ap' Facija povodnja: alevritske gline,peskovito-glinoviti alevriti i alevrit peskovi
- am' Facija mrtvaja: alevriti u stvaranju
- as' Facija spruda: alevritski sitnozrni peskovi
- p-w Eolski peskovi
- t<sub>2</sub>-w Rečna paleoterasa: siltozni glinoviti pesak, limonizirani silt, silt, organogene gline
- l-w Les

### Standardne oznake

- Rased, utvrđen
- - - Rased, osmatran fotogeološki
- ~ Jezero, rit
- ▨ Ribnjak
- A — B Profilska linija



# GEOLOŠKI PROFILI



## LEGENDA

- ap** Facija povodnja: peskovito-glinoviti alevriti, alevrit peskovi
- a-w** Facija korita: alevritsko-glinoviti pesak, alevrit pesak i pesak
- p-w** Eolski peskovi
- t<sub>2</sub>-w** Rečna paleoterasa: siltozni glinoviti pesak, limonitizirani silt, silt, organogene gline
- l-w** Les
- a-r?** Rečni niz: srednjozrni pesak, alevritski pesak, šljunak, glinoviti alevriti
- ab-m** Rečno-barski niz: alevritski peskovi, peskoviti alevriti, srednjzrni pesak
- aj-d+g** Rečno-jezerski niz: alevritski peskovi, peskoviti alevroliti, alevritske gline, srednjzrni pesak, šljunak
- Pl<sub>2+3</sub>** Peskovi, šljunkovito-glinoviti peskovi, gline, ugljevite gline i lignit
- Rased, utvrđen

LEGENDA

Kartirane jedinice

- Slatina:slatinasto zemljište
- Aluvijon: peskovi, alevritski peskovi
- Rečna terasa 3-5 m: peskoviti alevriti i peskovi
- Proluvijum: gline i glinovito-peskoviti alevriti
- Deluvijum: glinovito-peskoviti alevriti
- Facija povodnja: peskovito-glinoviti alevriti, alevrit peskovi
- Facija mrtvaja: alevritske gline
- Facija spruda: alevritski i sitnozrni peskovi
- Facija povodnja: alevritske gline, peskovito-glinoviti alevriti i alevrit peskovi
- Facija mrtvaja: alevriti u stvaranju
- Facija spruda: alevritski sitnozrni peskovi
- Eolski peskovi
- Rečna paleoterasa: siltozni glinoviti pesak, limonizirani silt, silt, organogene gline
- Les

Hidrogeološke oznake

- Izdan veće izdašnosti u aluvijalnim naslagama
- Izdan veće izdašnosti u terasnim naslagama
- Izdan manje izdašnosti u eolskim peskovima
- Izdan veoma male izdašnosti u lesu

Standardne i ostale oznake

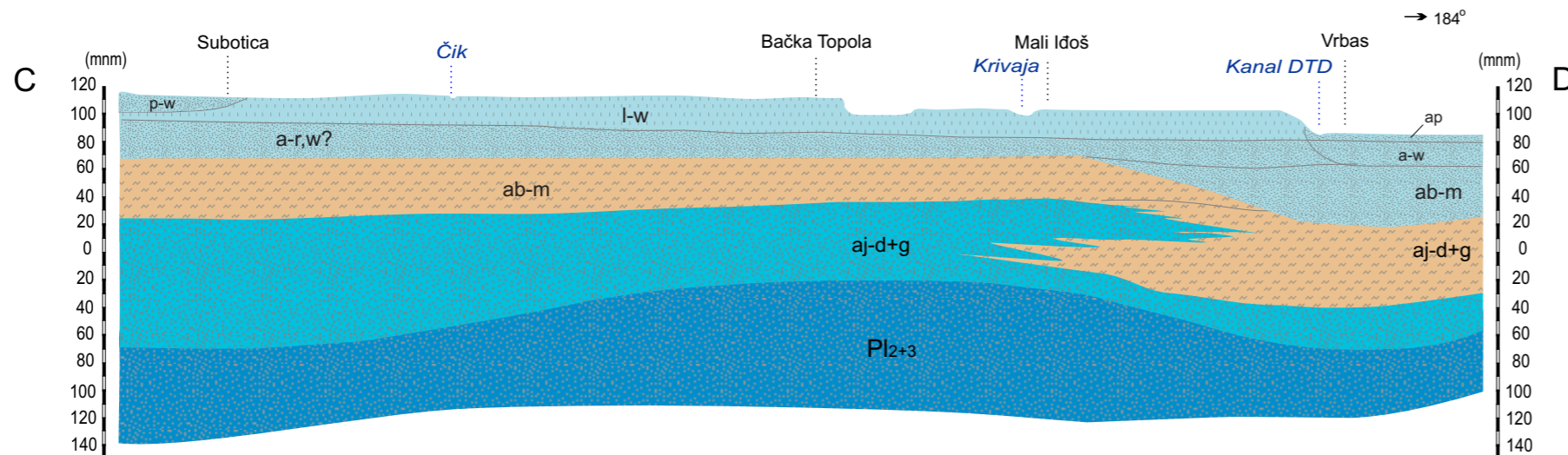
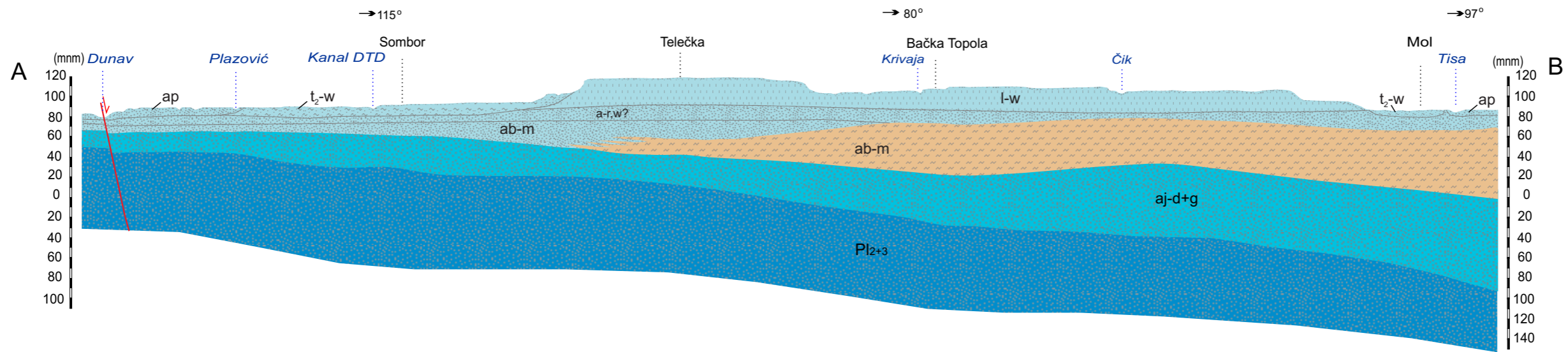
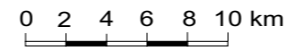
- Rased, utvrđen
- Rased, osmatran fotogeološki
- Pravac kretanja podzemnih voda
- Geotermalne bušotine, pojedinačne ili grupa
- Banja
- Izvorišta podzemnih voda većih opštinskih naselja
- Jezero, rit
- Močvarno tlo
- Ribnjak
- Profilska linija



prema podacima listova OGK, 1:100 000



# HIDROGEOLOŠKI PROFILI



## LEGENDA

- ap** Facija povodnja: peskovito-glinoviti alevriti, alevrit peskovi
- a-w** Facija korita: alevritsko-glinoviti pesak, alevrit pesak i pesak
- p-w** Eolski peskovi
- t<sub>2</sub>-w** Rečna paleoterasa: siltozni glinoviti pesak, limonizirani silt, silt, organogene gline
- l-w** Les
- a-r,w?** Rečni niz: srednjozrni pesak, alevritski pesak, šljunak, glinoviti alevriti
- ab-m** Rečno-barski niz: alevritski peskovi, peskoviti alevriti, srednjzrni pesak
- aj-d+g** Rečno-jezerski niz: alevritski peskovi, peskoviti alevroliti, alevritske gline, srednjzrni pesak, šljunak
- Pl<sub>2+3</sub>** Peskovi, šljunkovito-glinoviti peskovi, gline, ugljevite gline i lignit

- I izdan - izdan sa slobodnim ili nivoom vode pod slabijim pritiskom u aluvijalnim, terasnim, rečno-barskim naslagama, lesu i eolskim peskovima
- II izdan (osnovni vodonosni kompleks- ovk) - izdan sa nivoom vode pod pritiskom u rečno-jezerskim starijim pleistocenskim i eopleistocenskim naslagama
- III izdan - izdan sa nivoom vode pod pritiskom u pliocenskim naslagama (paludinski slojevi)
- uslovno „bezvodni“ delovi terena ili slabo vodopropusne rečno-barske i rečno-jezerske naslage
- Rased, utvrđen







prema podacima listova OGK, 1:100 000

## KARTE RASPOREDA OSMATRAČKIH OBJEKATA ZA MONITORING PODZEMNIH VODA NA PODRUČJU SEVERNE BAČKE




### LEGENDA:

 - konture vodnog tela sa oznakom

#### OBJEKTI ZA MONITORING PRVE IZDANI

-  - aktivni bunari, napušteni bunari, pijeometri
-  - osmatrački objekti VP „Zapadna Bačka“
-  - osmatrački objekti VP „Severna Bačka“
-  - osmatrački objekti Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ)
-  - osmatrački objekti izrađeni za potrebe istraživanja budućeg regionalnog izvorišta
-  - novi osmatrački objekti dubine do 30 m koje je potrebno izraditi za monitoring

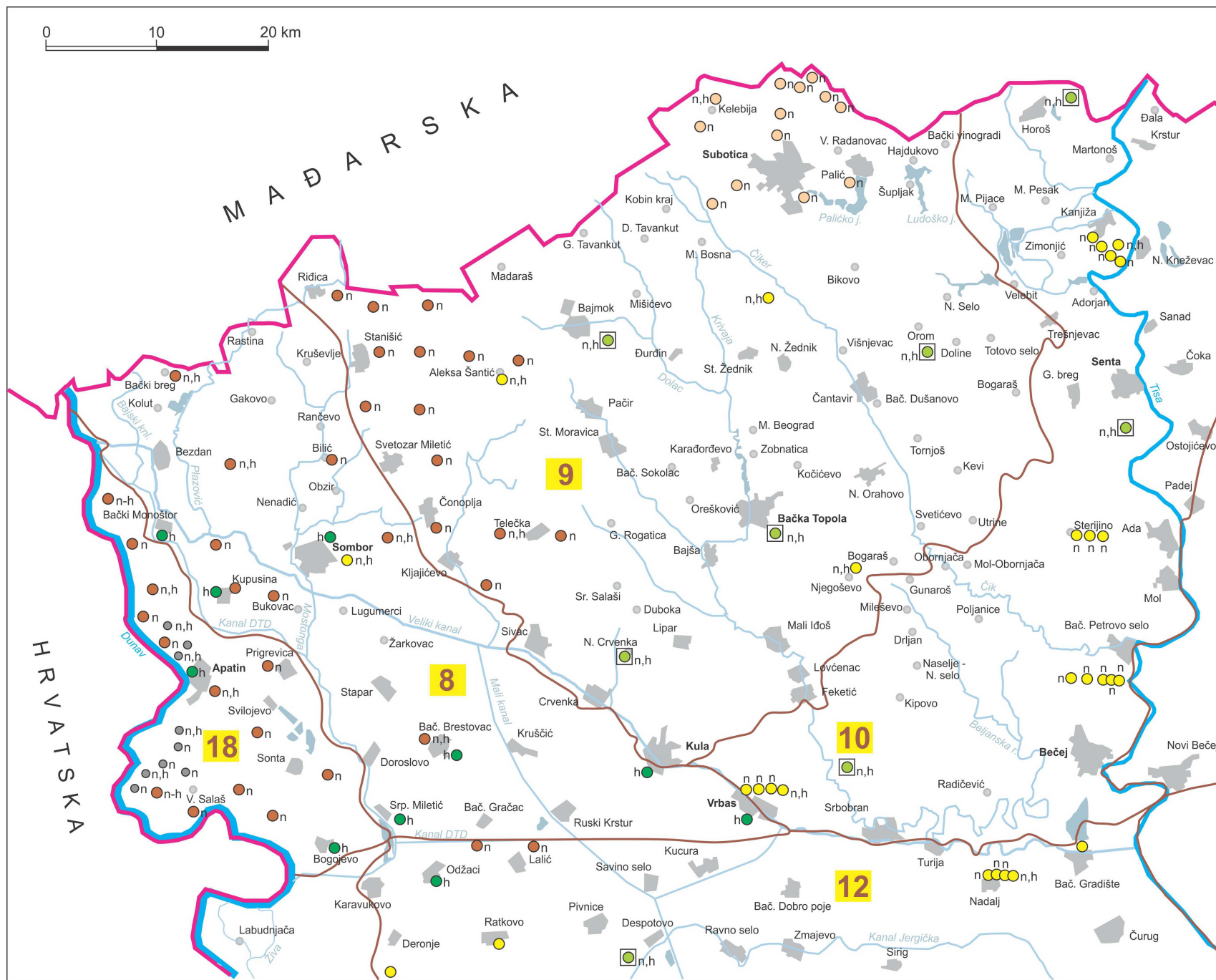
#### OBJEKTI ZA MONITORING DUBLJIH IZDANI

-  - aktivni bunari, napušteni bunari, pijeometri u okviru osnovnog vodonosnog kompleksa
-  - aktivni bunari, napušteni bunari, pijeometri u okviru pliocenske izdani
-  - novi osmatrački objekti dubine do 100 m koje je potrebno izraditi za monitoring

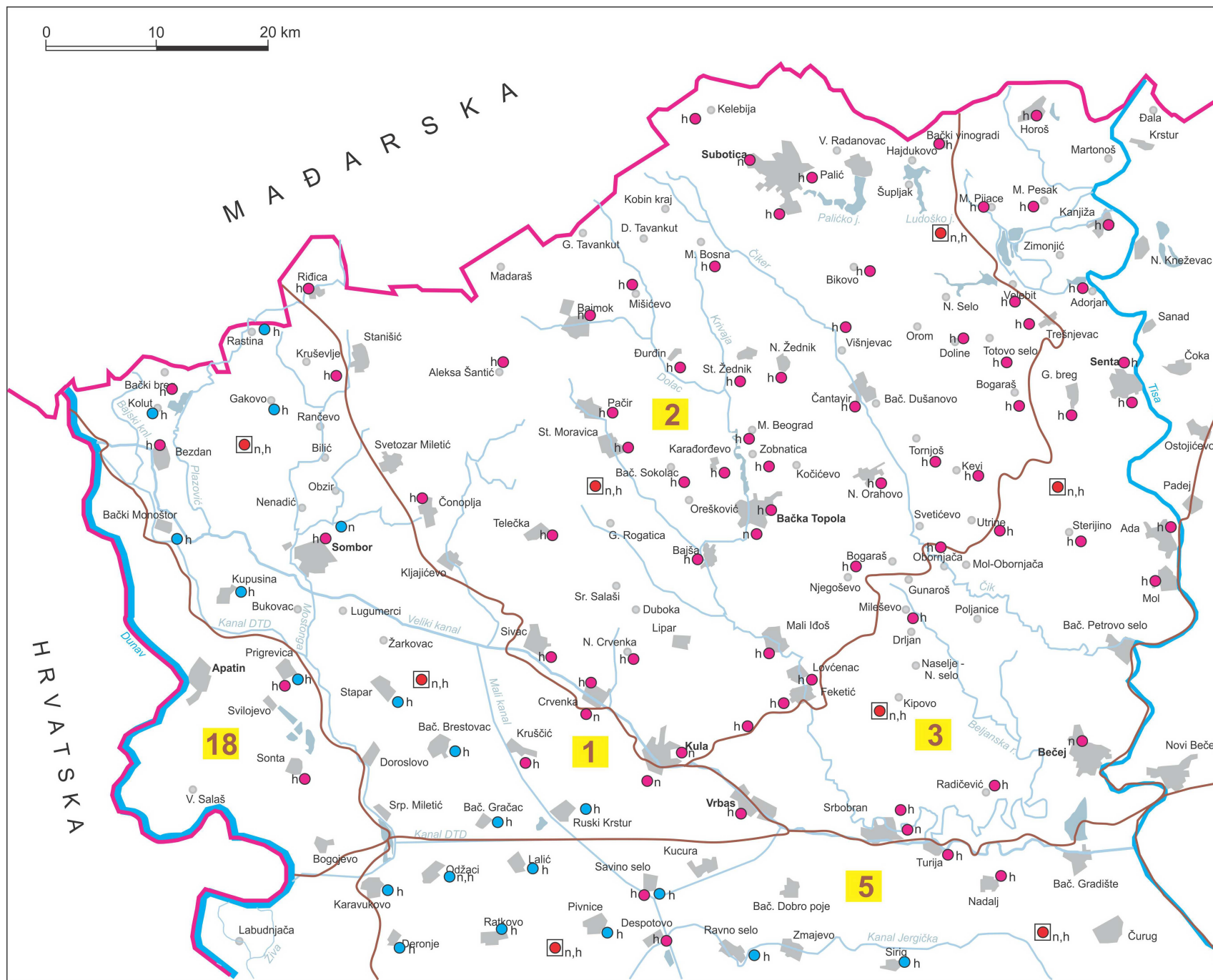
n - osmatranje nivoa podzemne vode (kvantitativni monitoring)

h - osmatranje kvaliteta podzemne vode (kvalitativni, hemijski monitoring)

Mreža objekata  
za monitoring  
prve izdani



Mreža objekata  
za monitoring  
izdani osnovnog  
vodonosnog  
kompleksa



ID grad: grad / naselje:

**25 Sombor**

broj stanovnika: opština:  
51471 Sombor

nadležna organizacija :  
JKP "Vodokanal"

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
6 Jaroš

koordinate izvorišta:

x	y	z
5073000	7356100	85.5

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovik)	PI
ne	da	da

bunari na izvorištu:

UK. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
15	40	152	47

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
180	240	210

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

Mangan, povećan utrošak KMnO4

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : da

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : ne

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	180	60		240

ID grad: grad / naselje:

**25 Sombor**

broj stanovnika: opština:  
51471 Sombor

nadležna organizacija :  
JKP "Vodokanal"

ID izvoršta: naziv izvoršta:

**5 Subarteski bunari**

koordinate izvoršta:

x	y	z
5071500	7354200	86.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	ne	da

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
8	135	159	147

Izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
80	145	80

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

Amonijak, Gvožđe, Mangan, povećan utrošak KMnO<sub>4</sub>, poveć. Elektroprovodljivost

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : ne

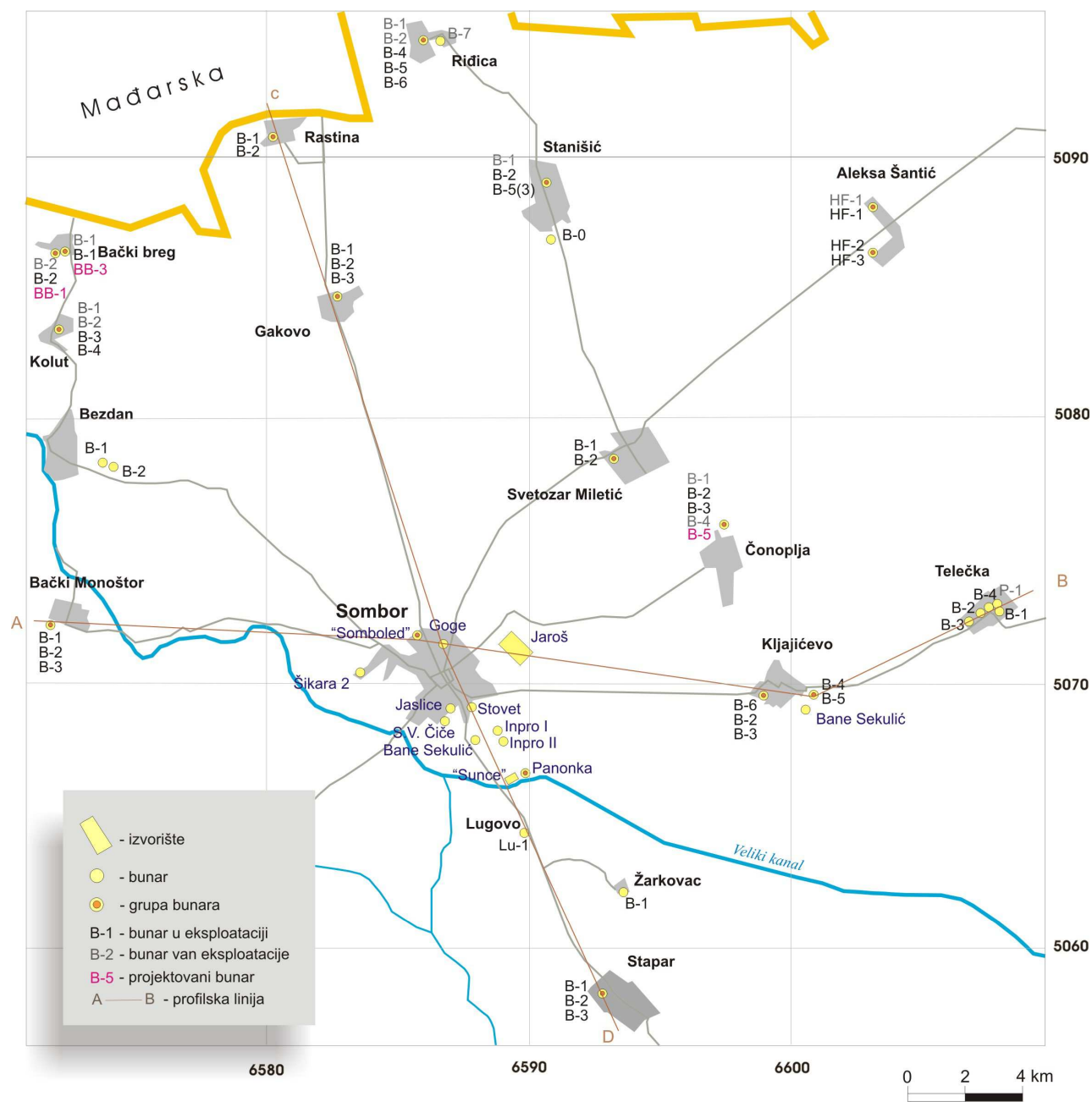
Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

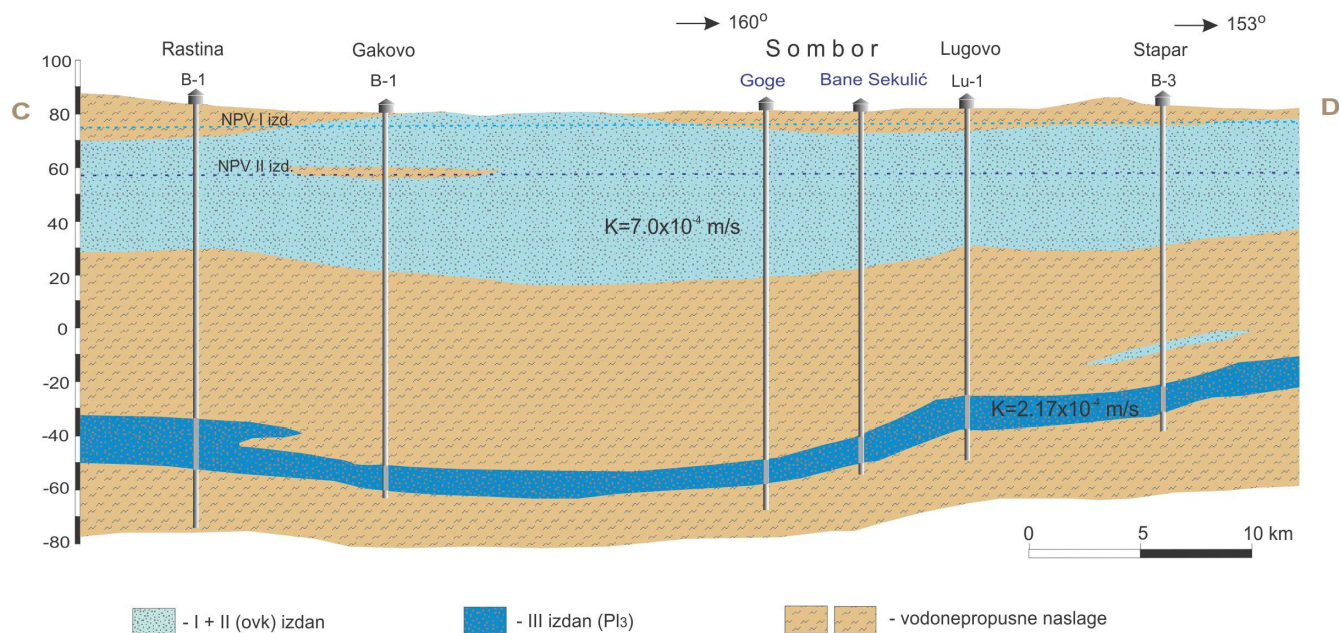
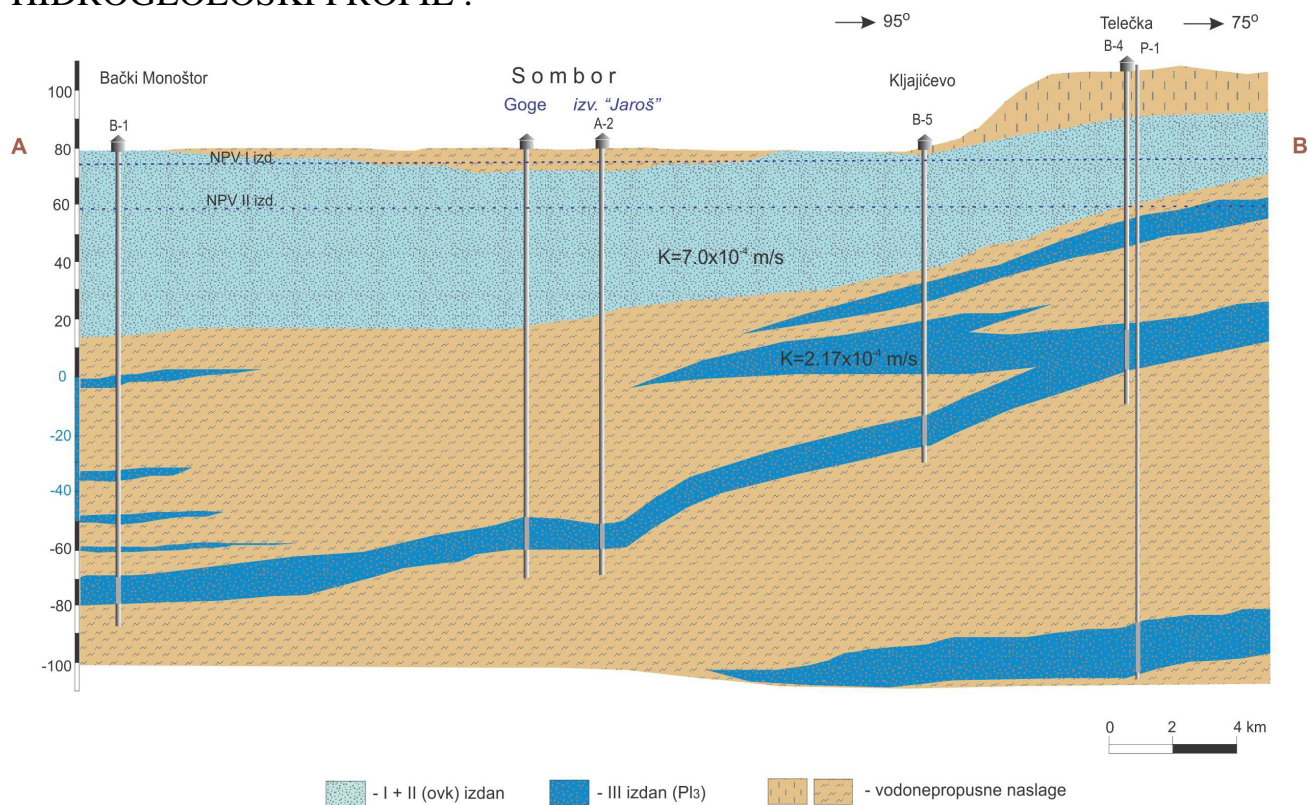
Kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	44	1		45

POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :

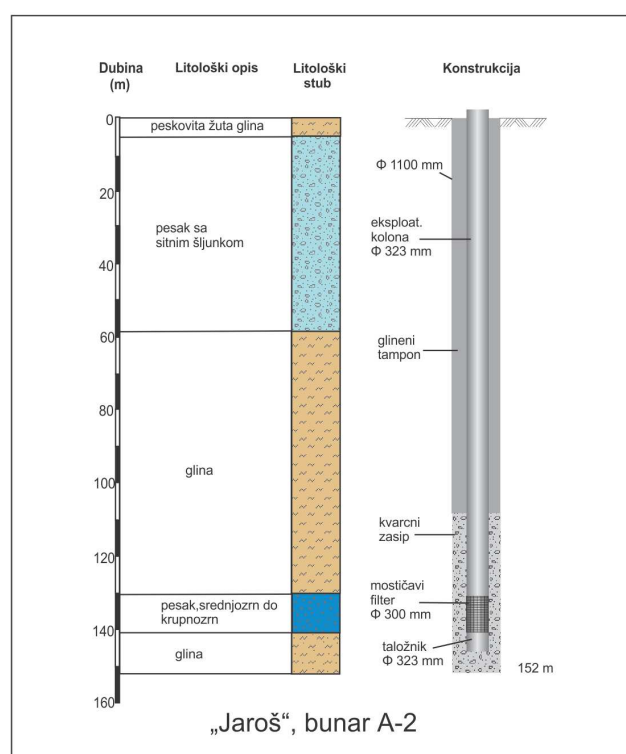
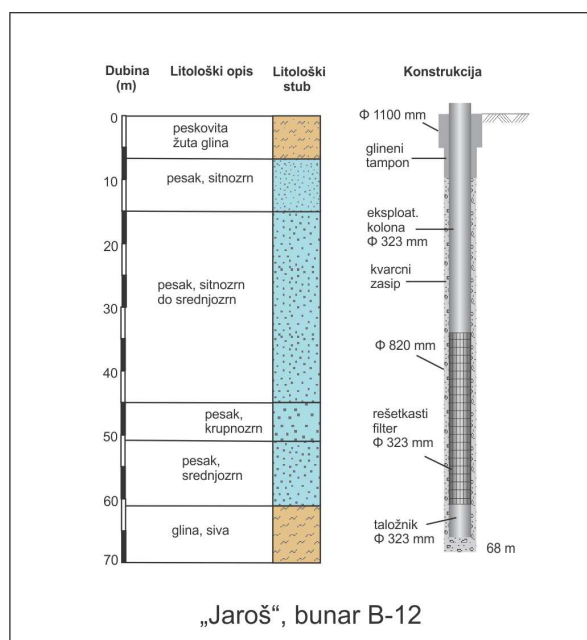


# HIDROGEOLOŠKI PROFIL :

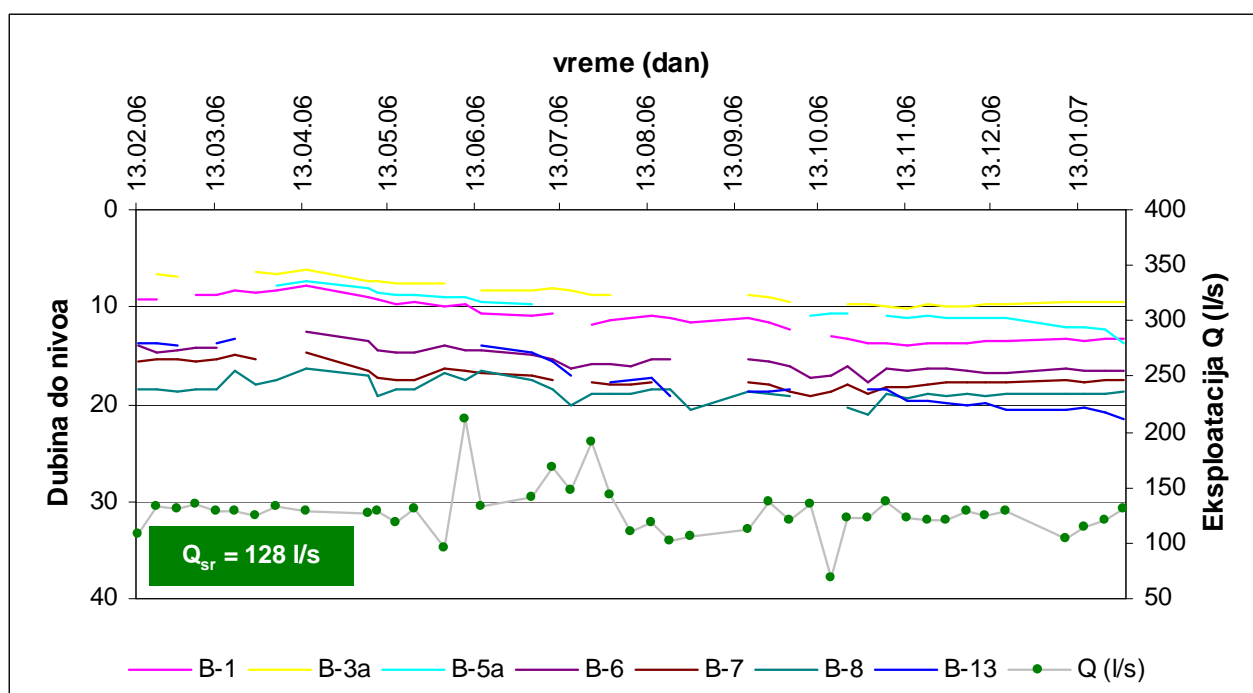




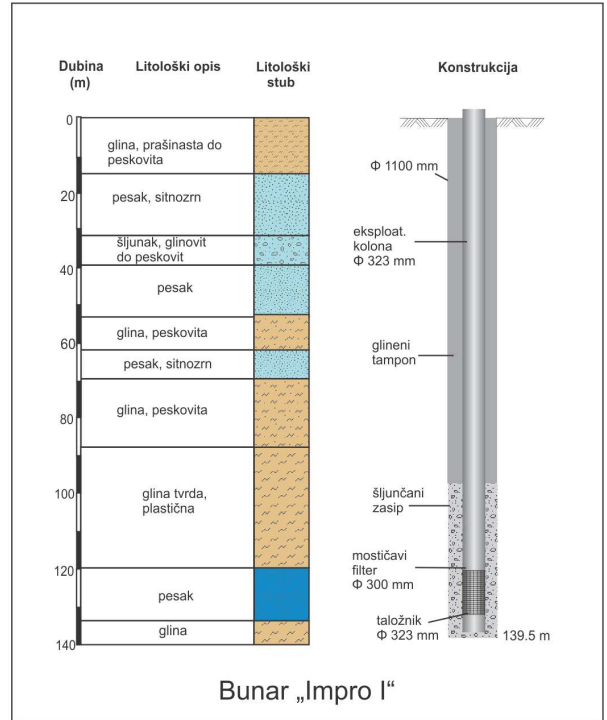
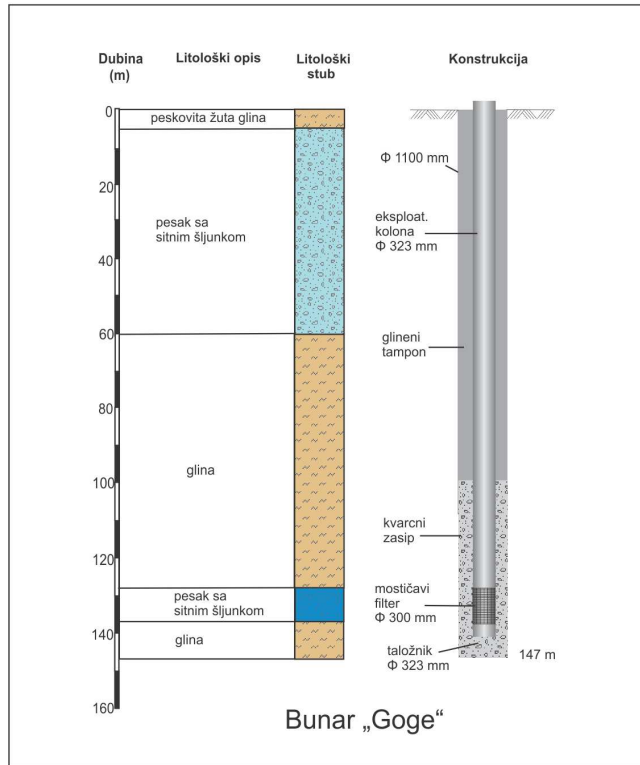
## KONSTRUKCIJA BUNARA NA IZVORIŠTU JAROŠ:



## REŽIM EKSPLOATACIJE: izvorište „Jaroš“



## KONSTRUKCIJA DUBOKIH BUNARA U GRADU:



ID grad: grad / naselje:

**64 Apatin**

broj stanovnika: opština:  
25465 Apatin

nadležna organizacija :  
JKP "Naš Dom"

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
104 izvoršte vodovoda

koordinate izvoršta:

x	y	z
5065500	7344000	86.0

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovk)	PI
da	da	ne

bunari na izvorštu:

UK. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
6	60	63	60

Izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
45	120	50

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe 2,43 mg/l; mangan 0,291 mg/l; amonijak 2,3 mg/l; povremeno utrošak KMnO<sub>4</sub>

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2010

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	52	39		91

ID grad: grad / naselje:

**64 Apatin**

broj stanovnika: opština:  
25465 Apatin

nadležna organizacija :  
Pivara Apatin

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
105 Izvorište pivare

koordinate izvorišta:

x	y	z
5061300	7342600	82.5

kapitirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovik)	PI
da	ne	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
4	63	65	

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
120	200	160

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe 4,96 mg/l; mangan 0,57 mg/l; amonijak 2,7 mg/l; arsen povremeno 0,014 mg/l

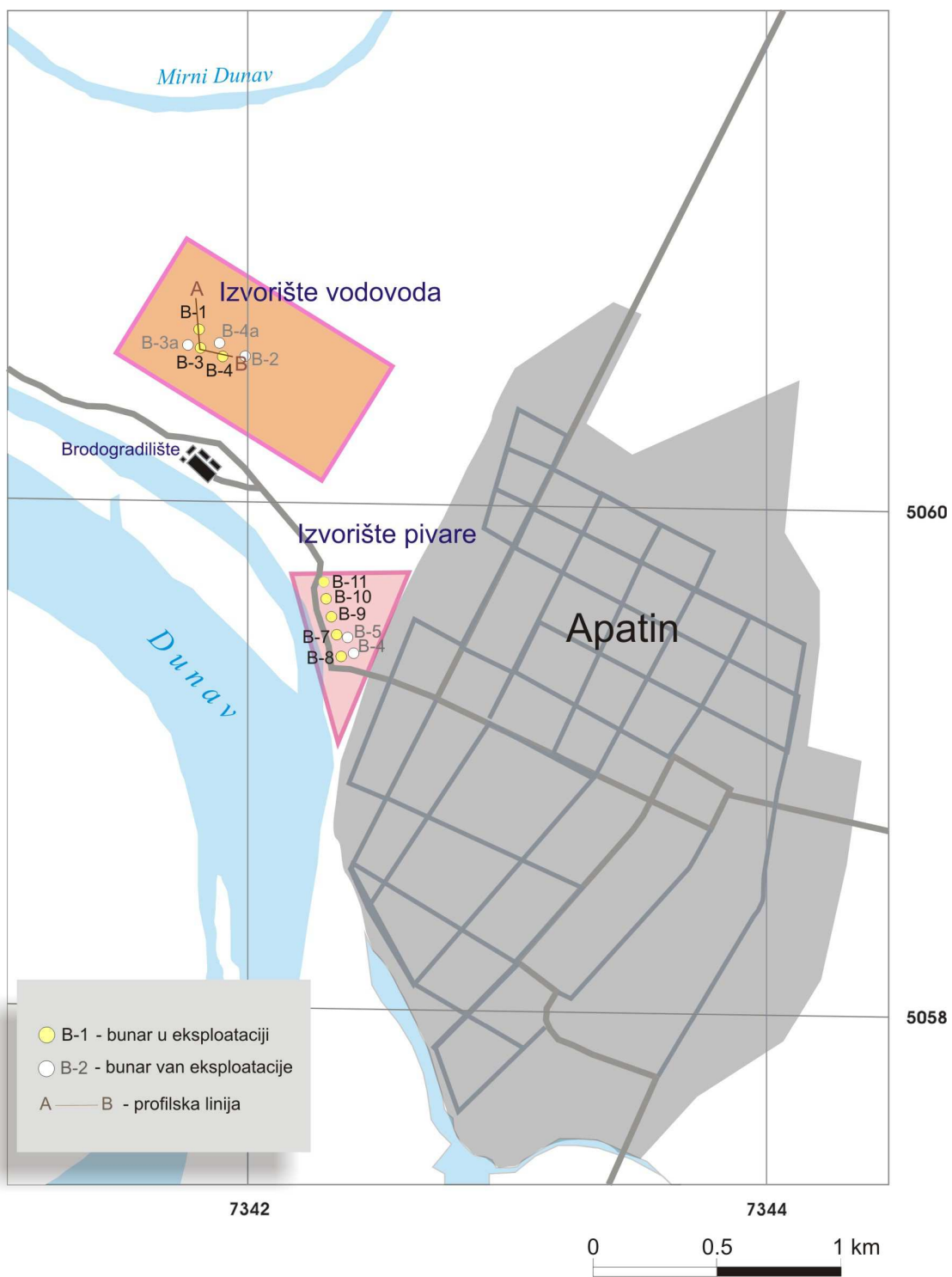
Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : da  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2005

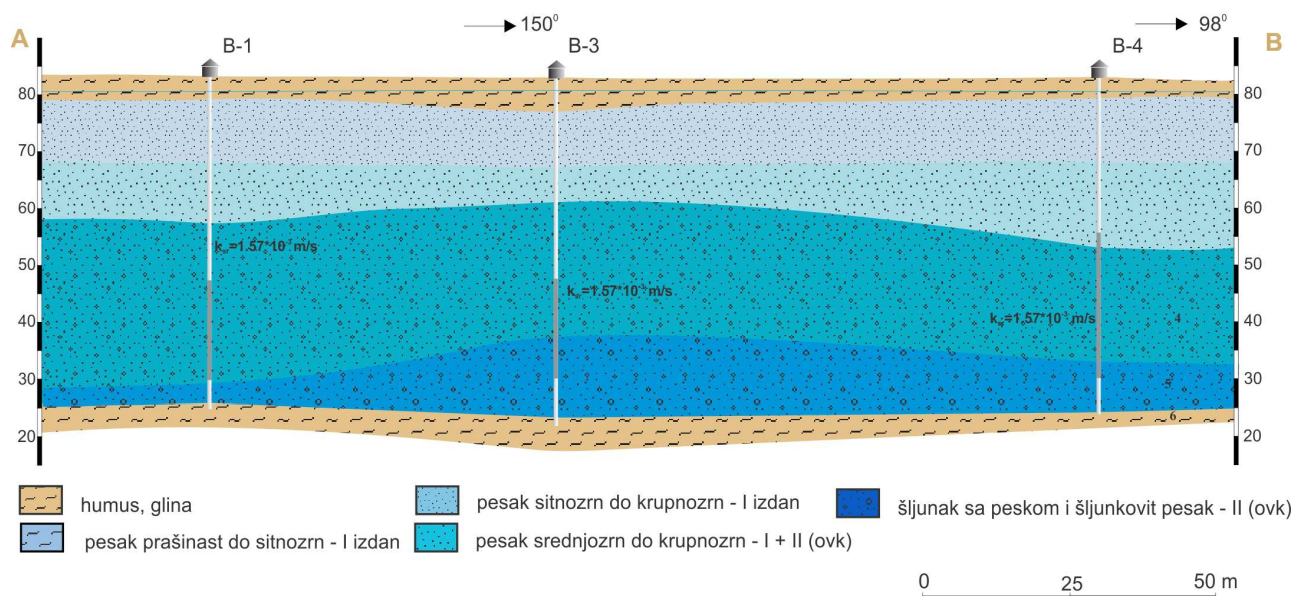
kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	200			200

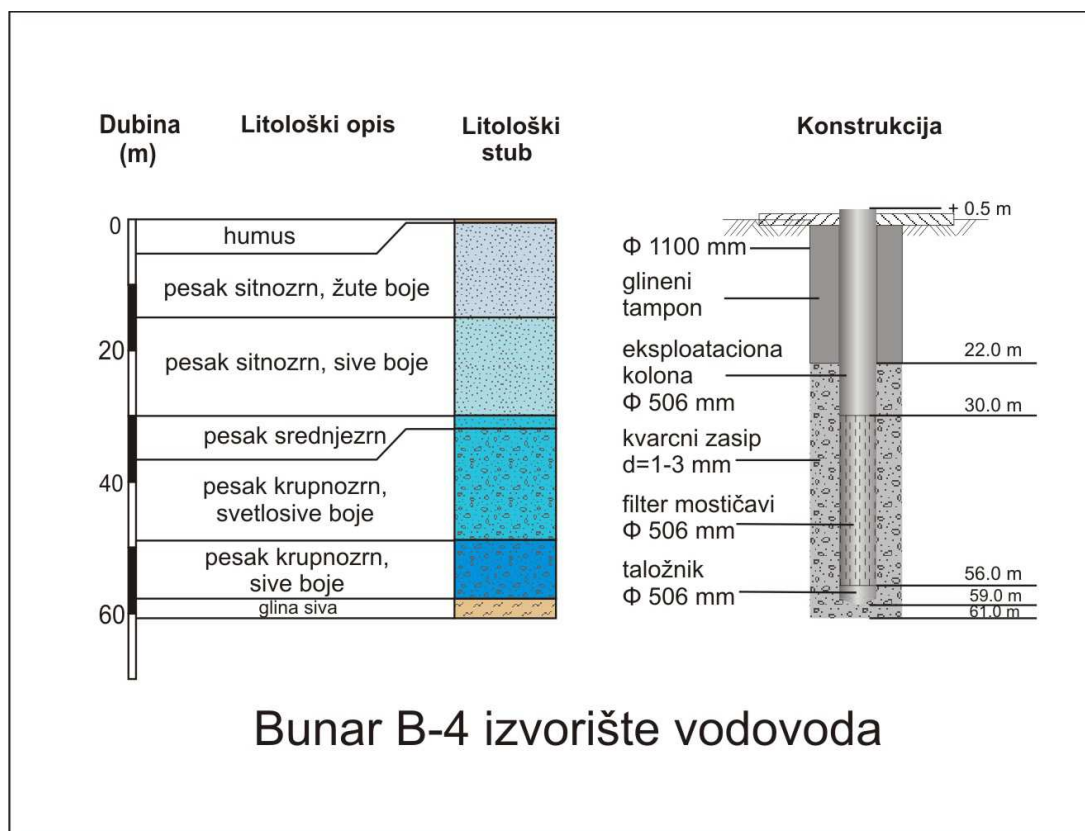
POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



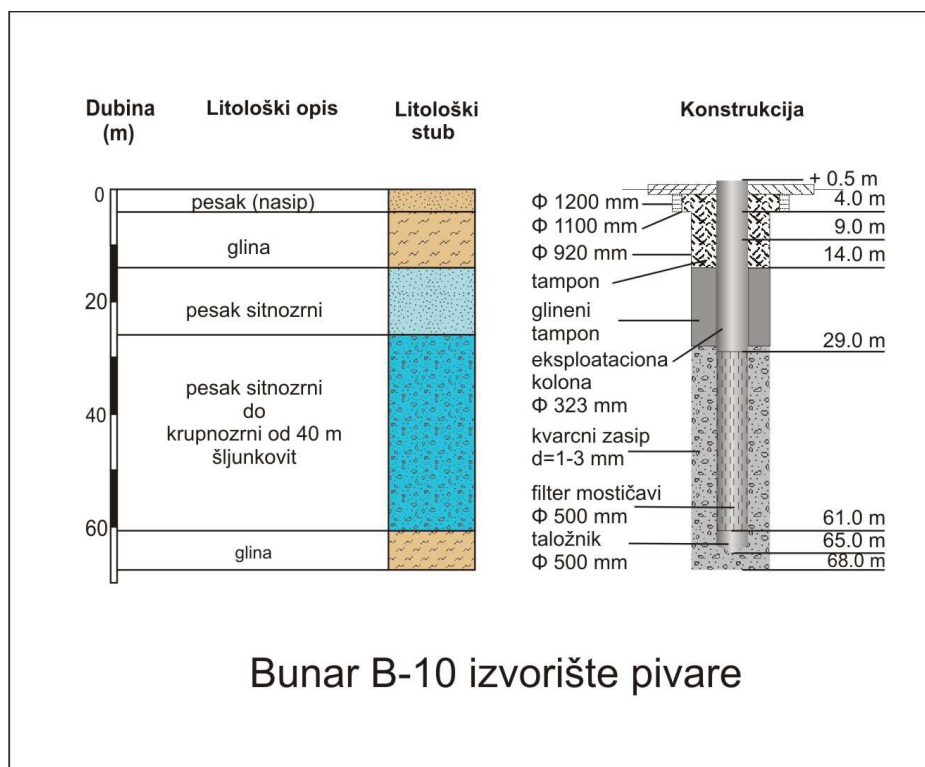
## HIDROGEOLOŠKI PROFIL (IZVORIŠTE VODOVODA):



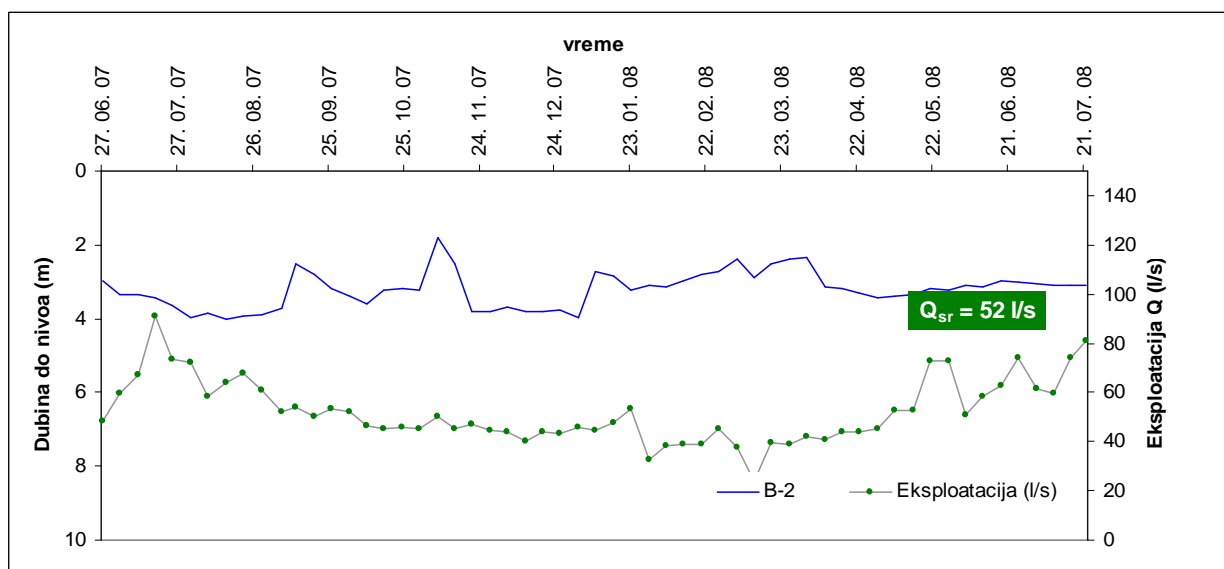
## KONSTRUKCIJA BUNARA (IZVORIŠTE VODOVODA):



## KONSTRUKCIJA BUNARA (IZVORIŠTE PIVARE):



## REŽIM EKSPLOATACIJE (IZVORIŠTE VODOVODA):



ID grad: grad / naselje:

**69 Kula**

broj stanovnika: opština:  
19301 Kula

nadležna organizacija :  
JKP Komunalac

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
111 Krsturški put

koordinate izvoršta:

x	y	z
5051450	7383100	84.5

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
12	65	135	73

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
13	40	28

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

--

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	27	3		30



ID grad: grad / naselje:

**69 Kula**

broj stanovnika: opština:

19301 Kula

nadležna organizacija :

JKP Komunalac

ID izvoršta: naziv izvoršta:

112 Štolc

koordinate izvoršta:

x	y	z
5052800	7387500	100.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
9	139	152	146

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
5	42	25

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

--

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

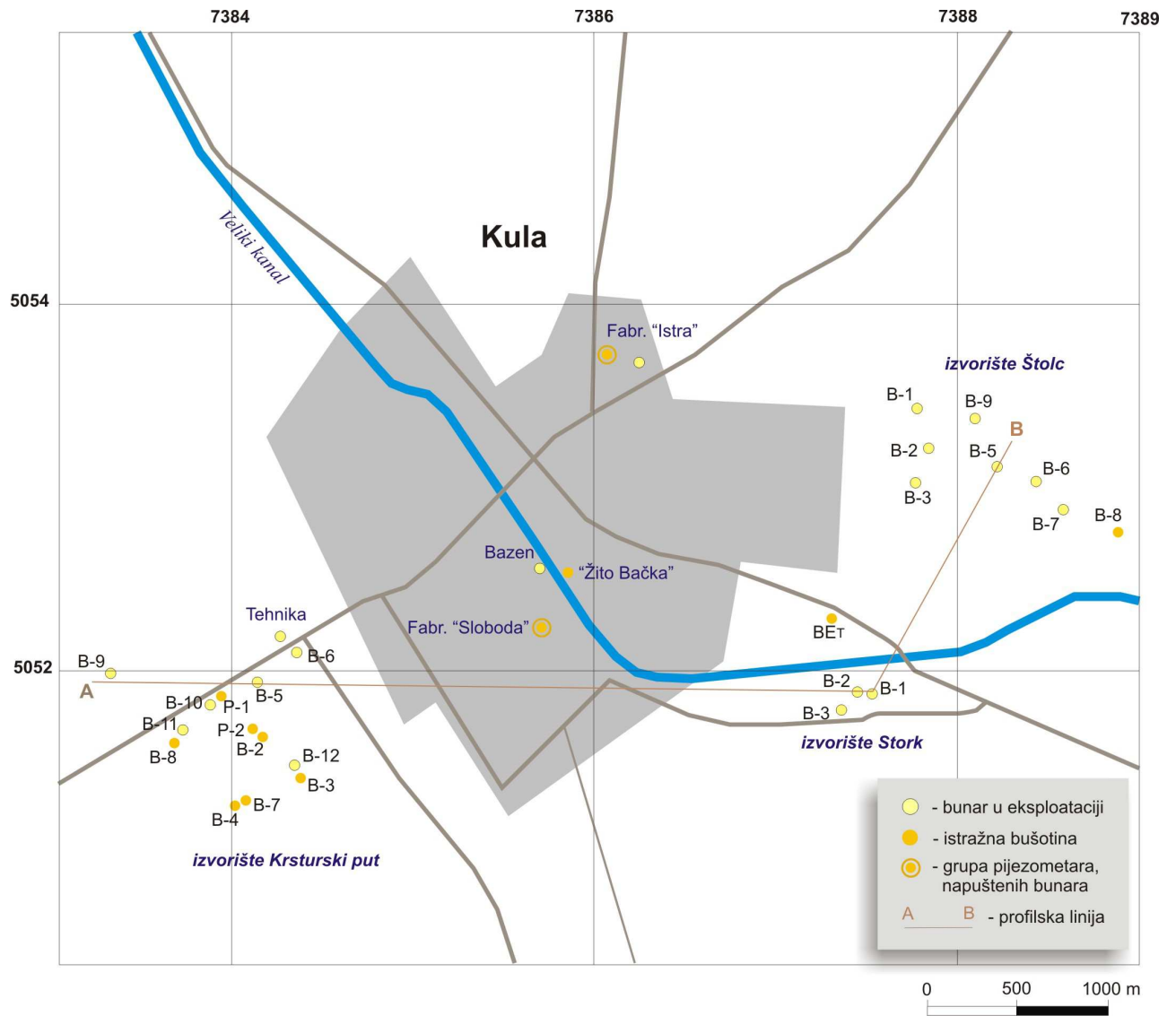
Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

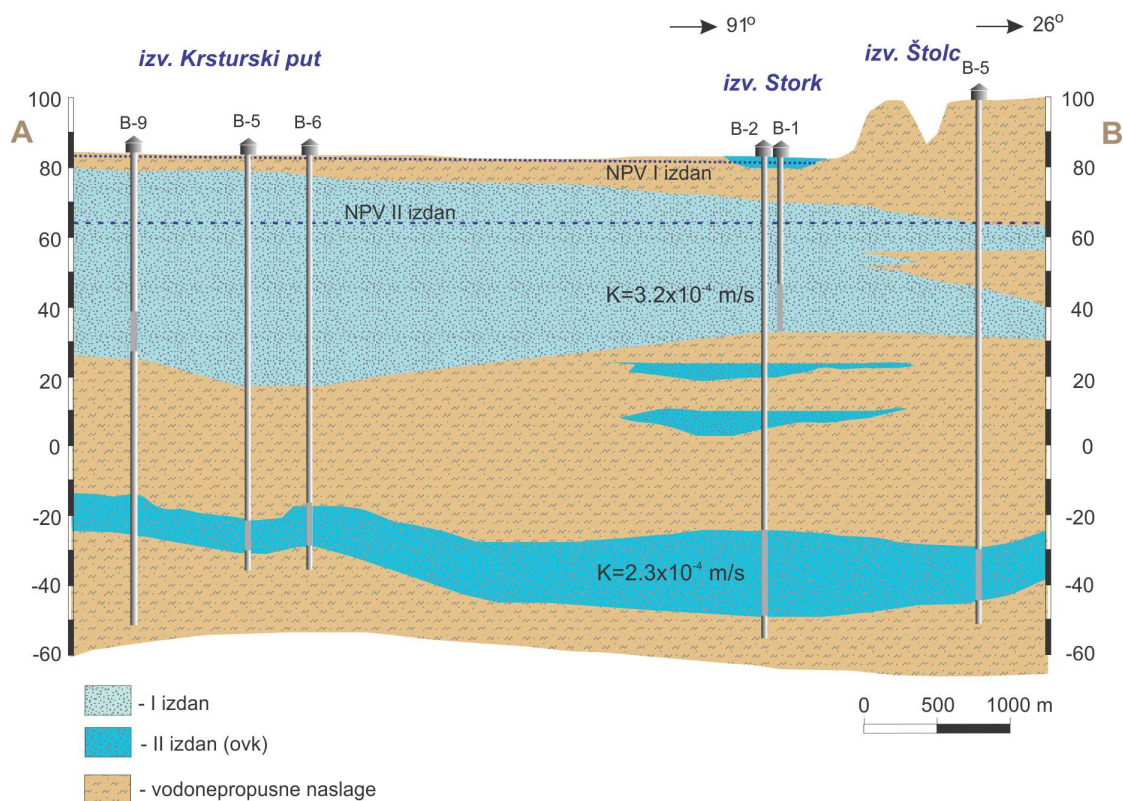
kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	35	6		41

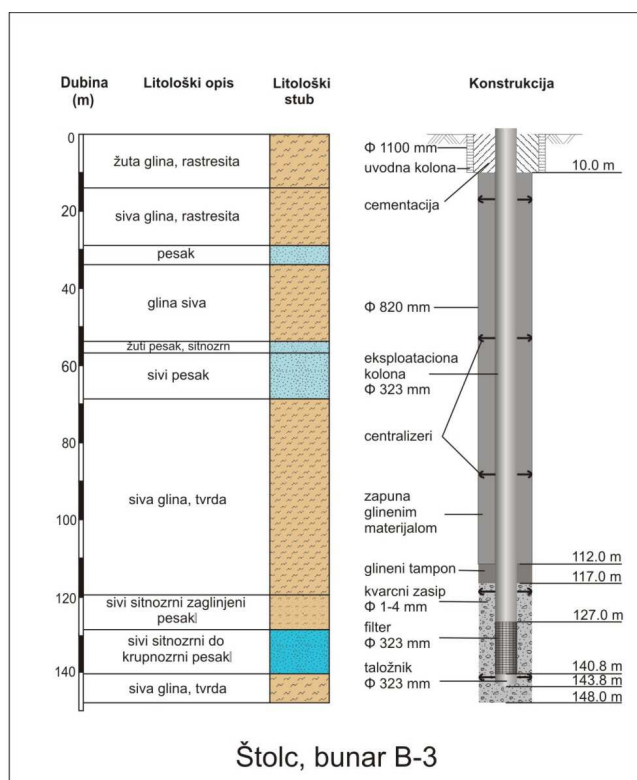
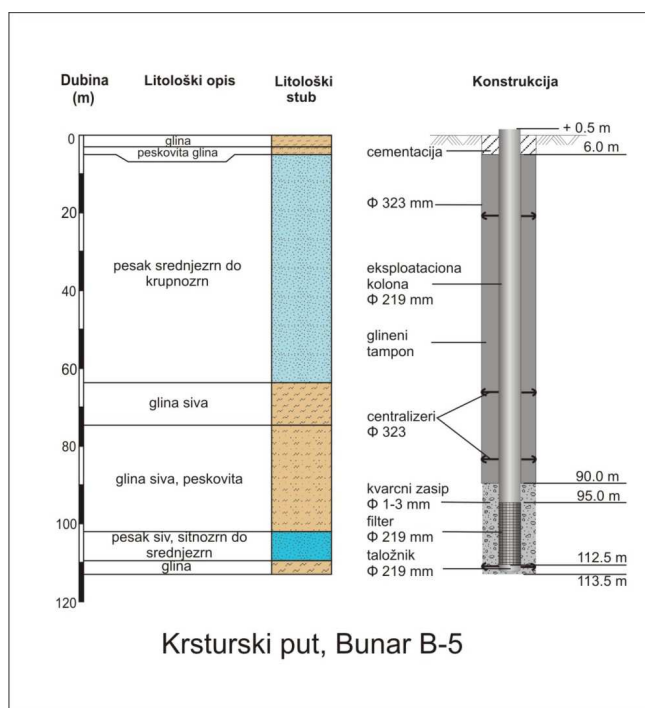
POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



## HIDROGEOLOŠKI PROFIL :

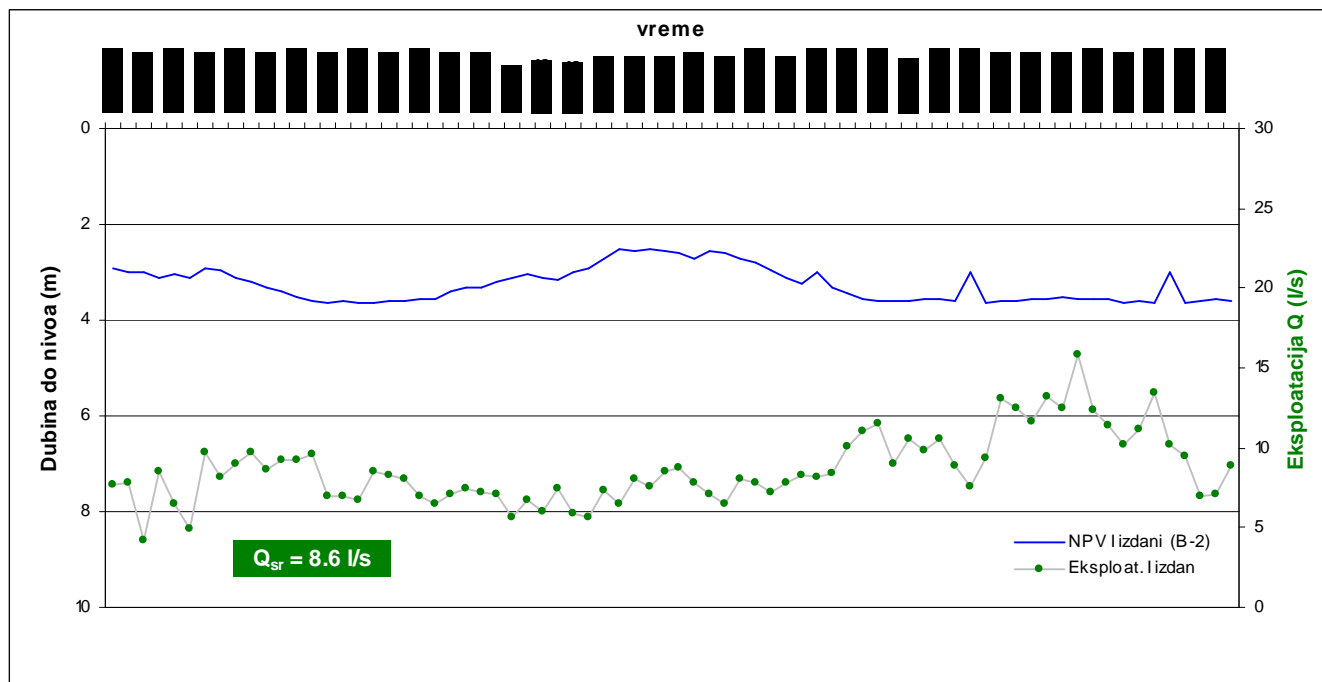


## KONSTRUKCIJA BUNARA :

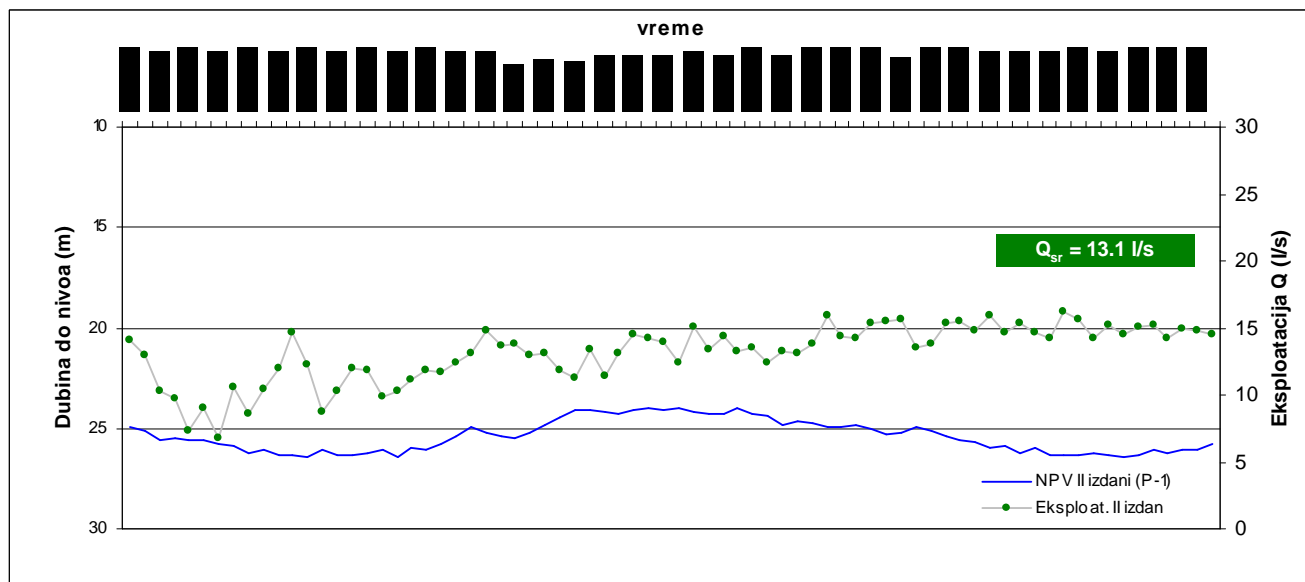


## REŽIM EKSPLOATACIJE:

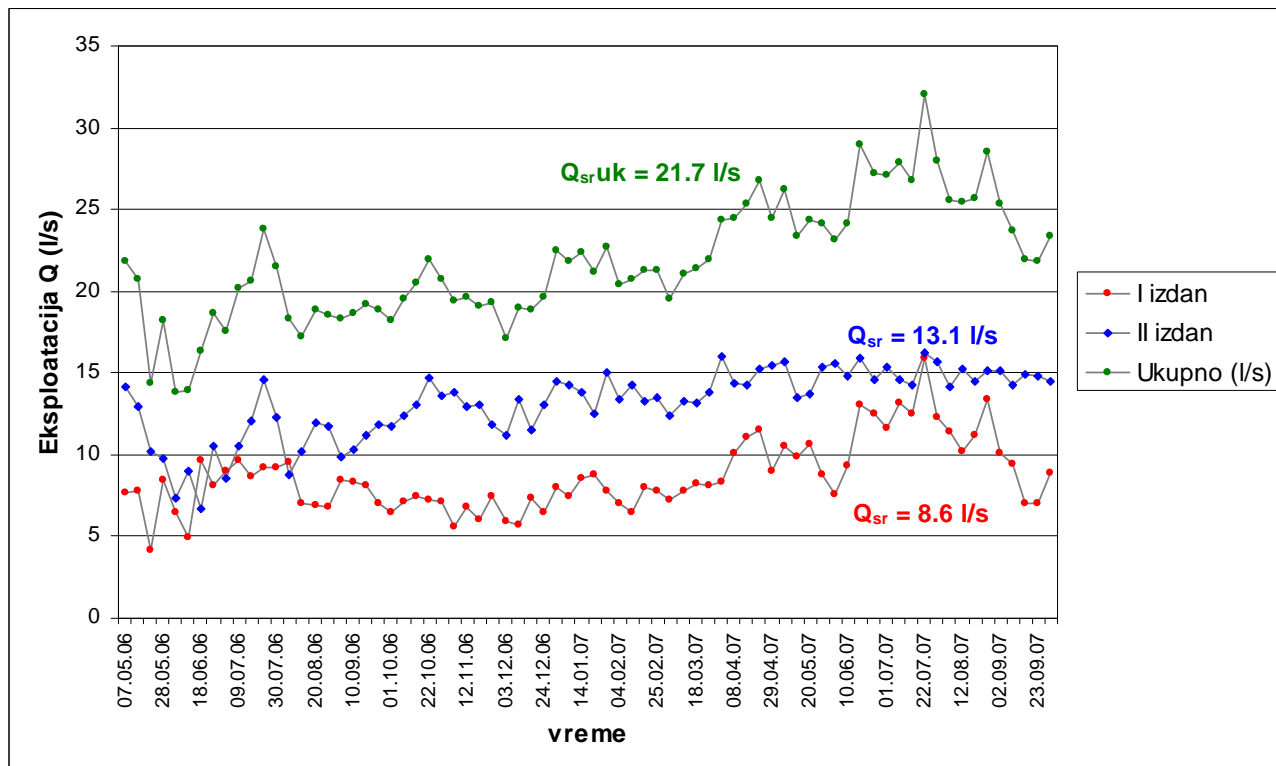
Izvorište Krsturski put  
I izdan



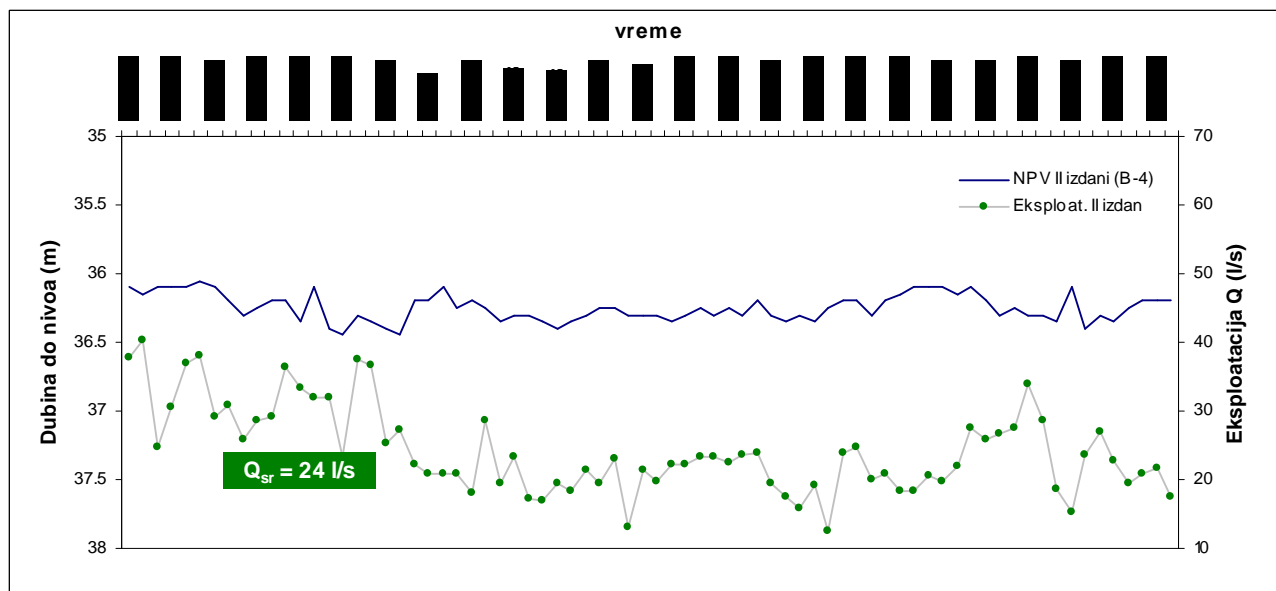
Izvorište Krsturski put  
II izdan



Izvorište Krsturski put  
 Ukupna eksploatacija (I i II izdan)



Izvorište Štolc



ID grad: grad / naselje:

**30 Vrbas**

broj stanovnika: opština:  
26248 Vrbas

nadležna organizacija :  
JKP Standard

ID izvorišta: naziv izvorišta:

**36 Vrbas vodozahvati**

koordinate izvorišta:

x	y	z
5047257	7393931	81.0

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
11	60	140	

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
	105	60

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Redovno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

Povišena vrednost amonijaka 0,86 mg/l i mutnoća 1,12 NTU

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta :

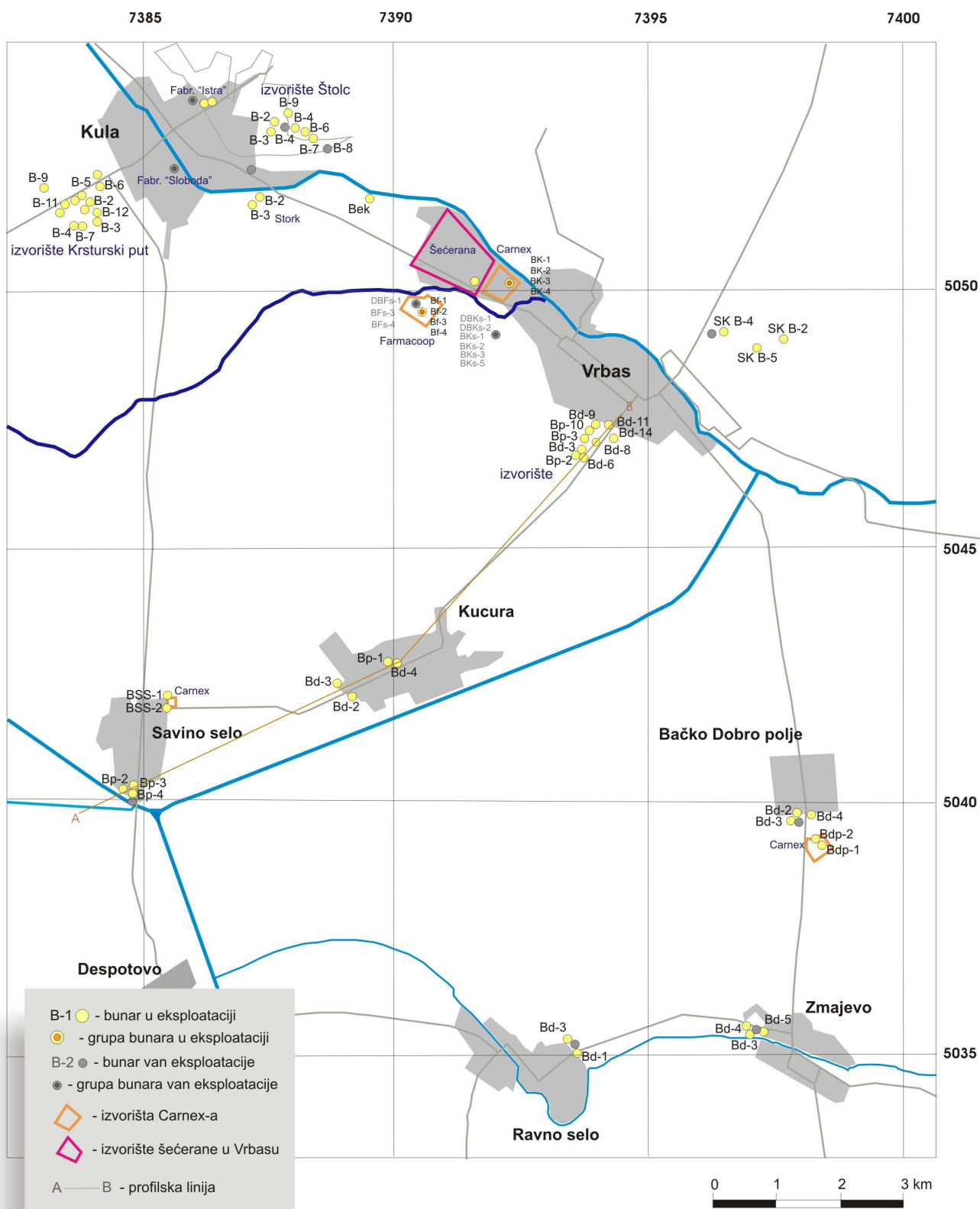
Da li je urađen elaborat o rezervama : ne Izrada u toku

Godina izrade elaborata :

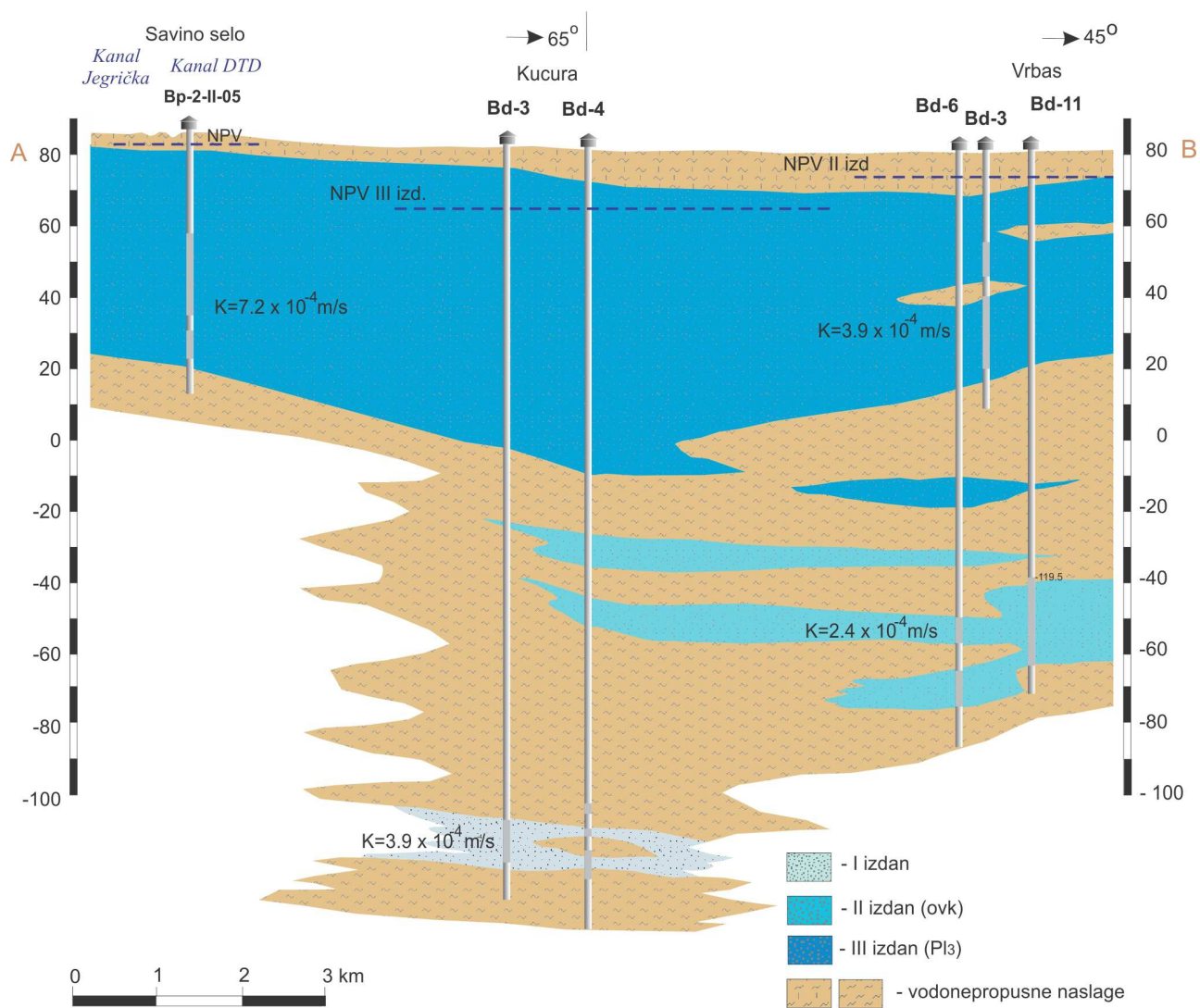
kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno

POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :

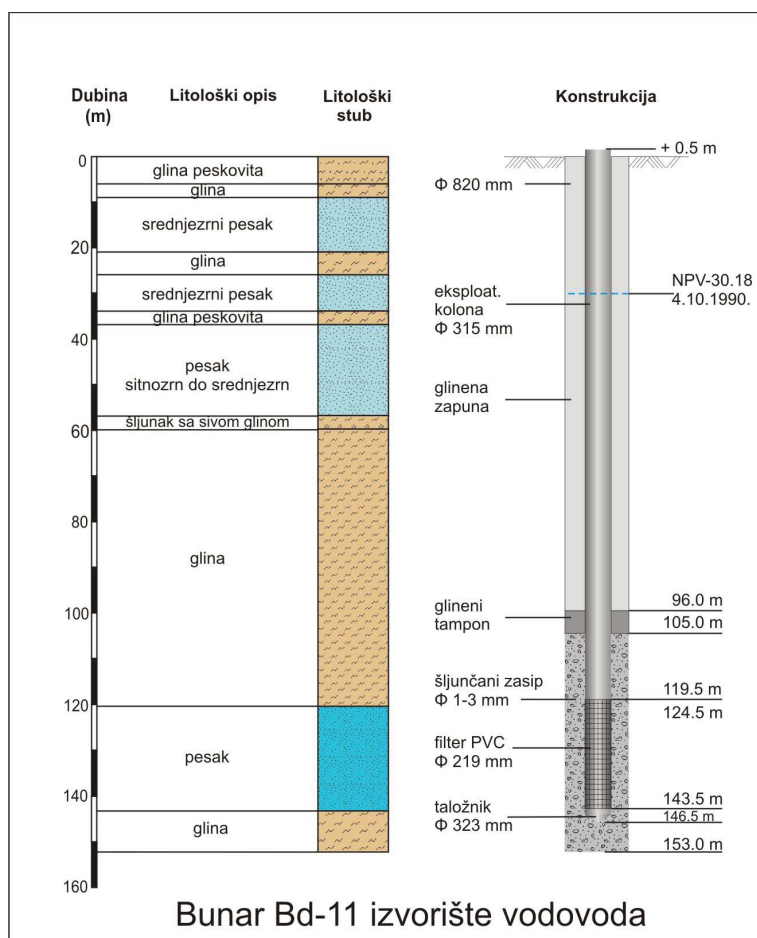
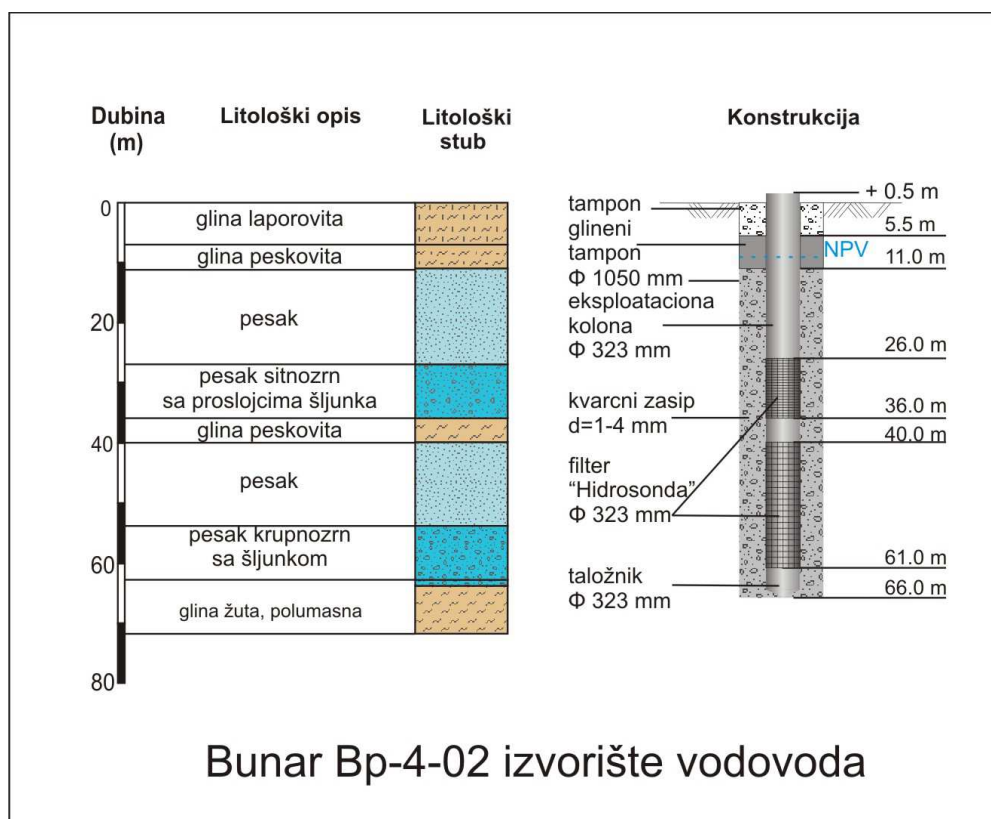


### HIDROGEOLOŠKI PROFIL :

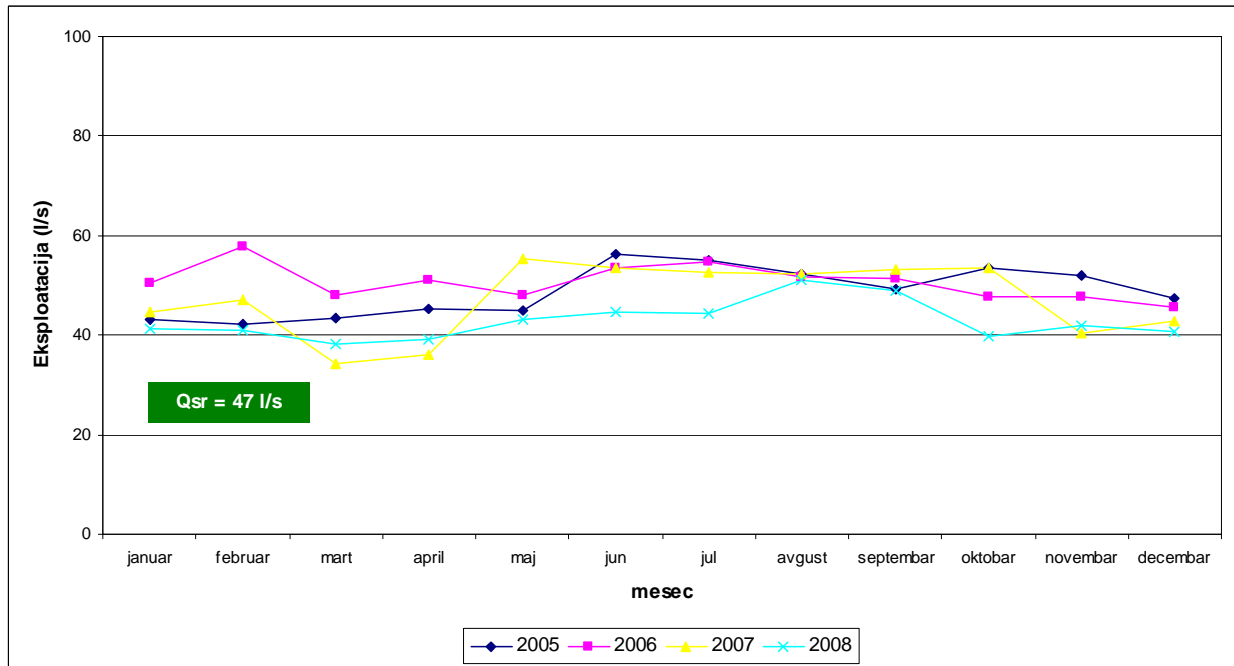




## KONSTRUKCIJA BUNARA :



REŽIM EKSPLOATACIJE:



ID grad: grad / naselje:

**17 Srbobran**

broj stanovnika: opština:  
13000 Srbobran

nadležna organizacija :  
JKP Graditelj

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
25 Popovača

koordinate izvorišta:

x	y	z
5046980	7406270	83.0

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

UK. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
10	103	133	

Izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
10	25	15

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

granična vrednost za amonijak je 0,1 mg/l

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : da Izrada u toku

Godina izrade elaborata : 2011

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	15	5		20

ID grad: grad / naselje:

**17 Srbobran**

broj stanovnika: opština:  
13000 Srbobran

nadležna organizacija :  
JKP "Graditelj"

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
26 Industrijska zona

koordinate izvoršta:

x	y	z
5044500	7404500	80.5

kaptirana izdan:

I (al, t, w)	II (ovik)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
1		135	

Izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
3	5	4

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

amonijak, gvožđe, arsen

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : da

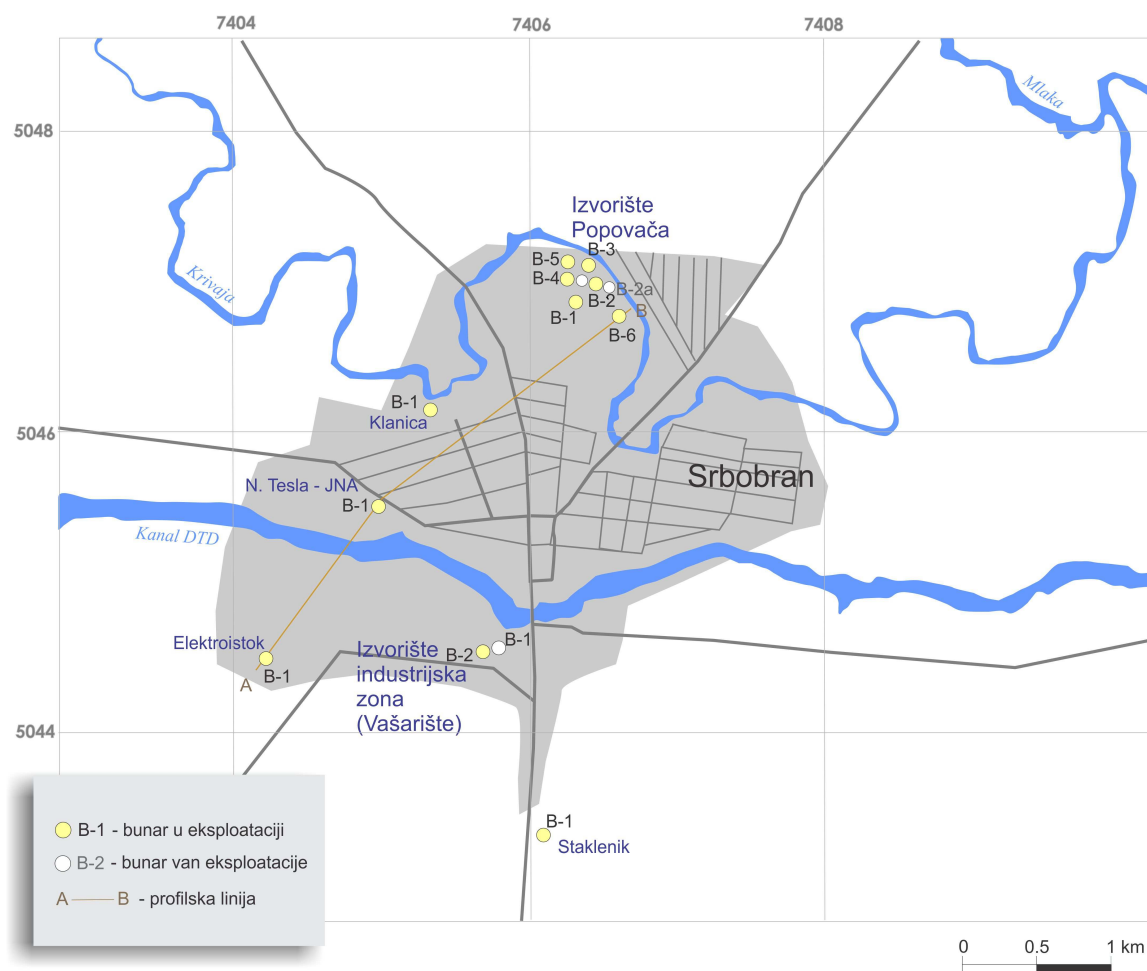
Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2010

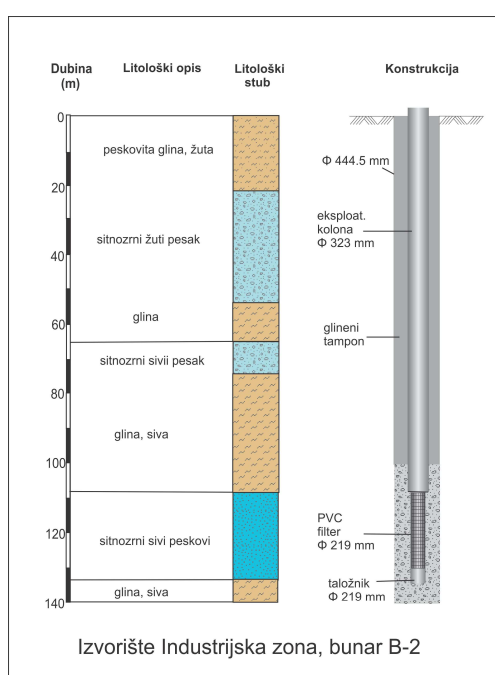
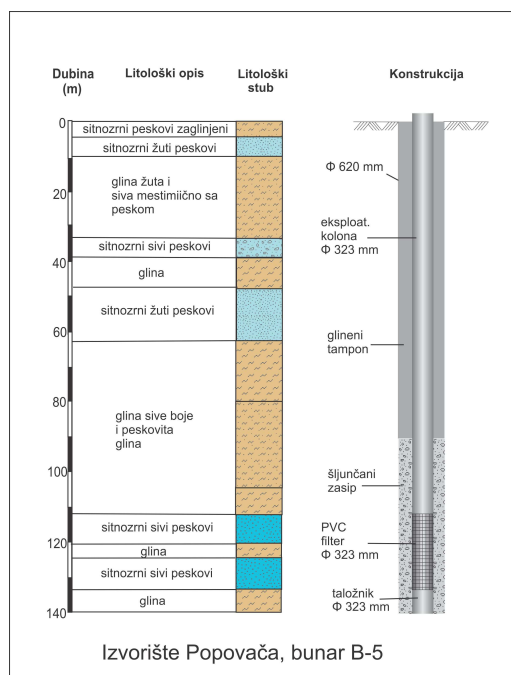
kategorizacija rezervi (Vs) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	4	6		10

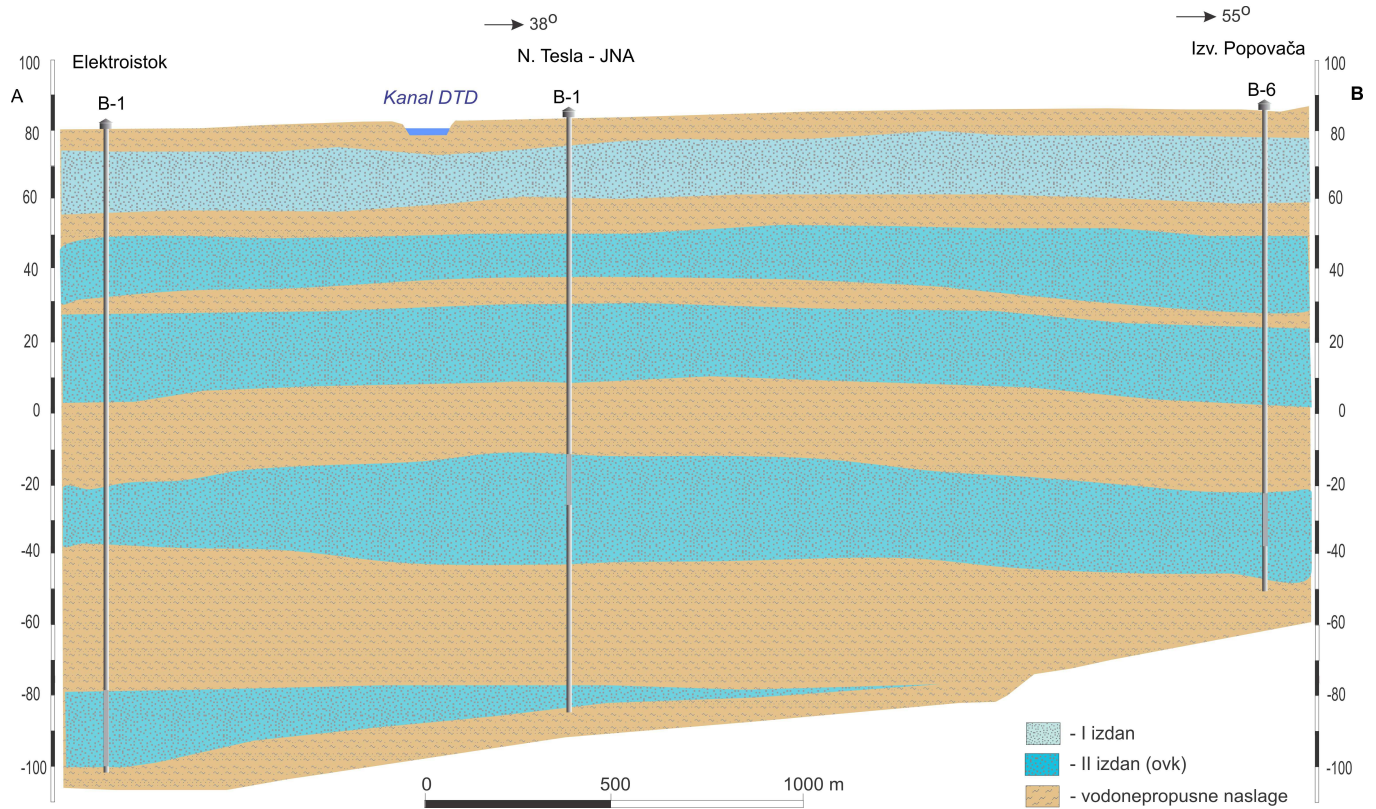
## POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



## KONSTRUKCIJA BUNARA (IZVORIŠTE VODOVODA):

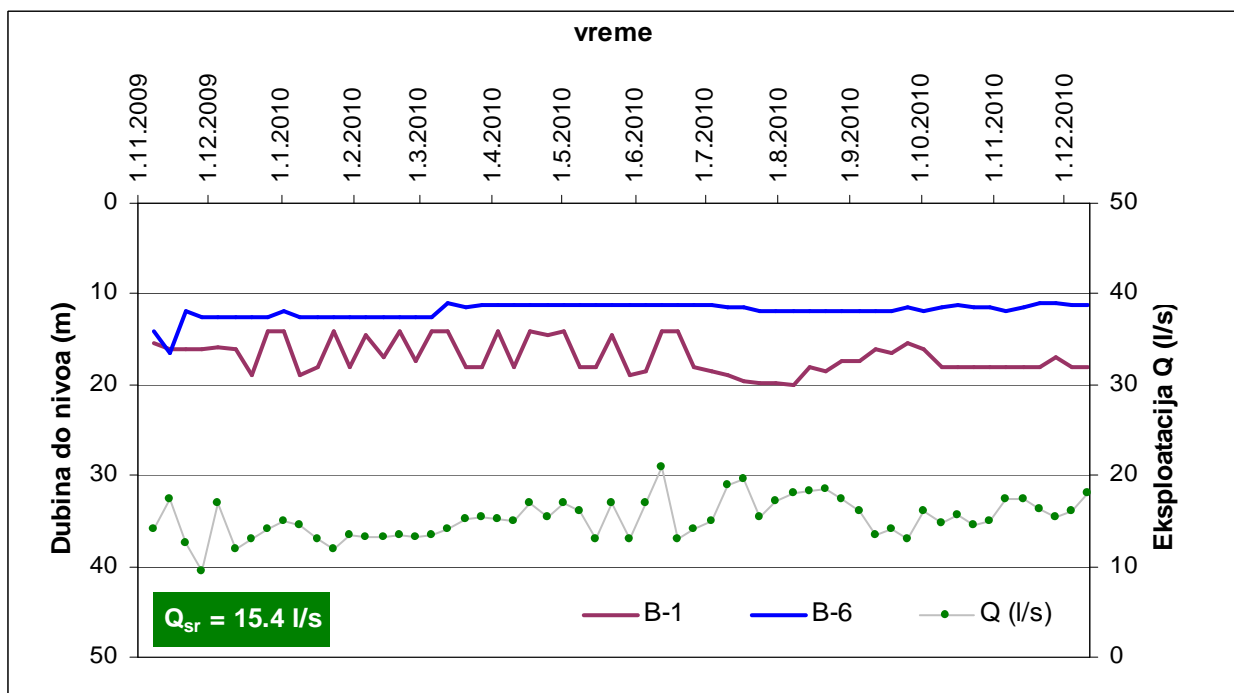


## HIDROGEOLOŠKI PROFIL (IZVORIŠTE VODOVODA):

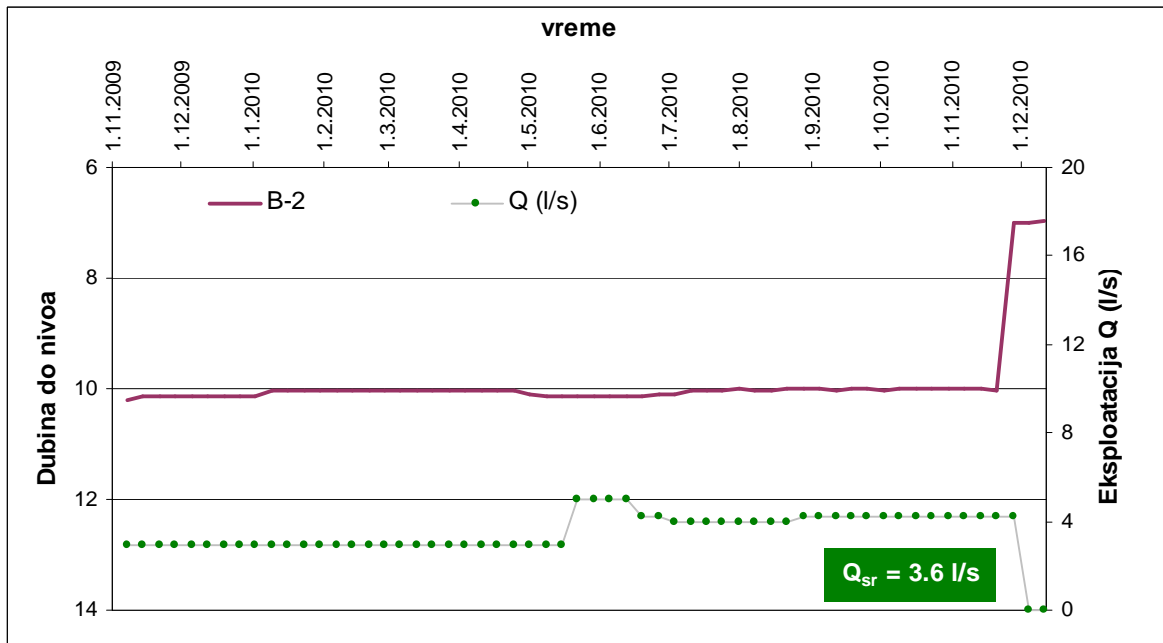


## REŽIM EKSPLOATACIJE :

### Izvorište Popovača



Izvorište Industrijska zona (Vašarište)



ID grad: grad / naselje:

## 63 Bačka Topola

broj stanovnika:

16172

opština:

Bačka Topola

nadležna organizacija:

Javno preduzeće Komgrad

ID izvorišta: naziv izvorišta:

103 Komgrad

koordinate izvorišta:

x	y	z
5076000	7393885	95.0

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m):		
	min	max	sr
6	95	122	100

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
20	50	40

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije: da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti:

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda: Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.5 mg/l; amonijak: 1.53 mg/l

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta: ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta: ne

Da li je urađen elaborat o rezervama: da

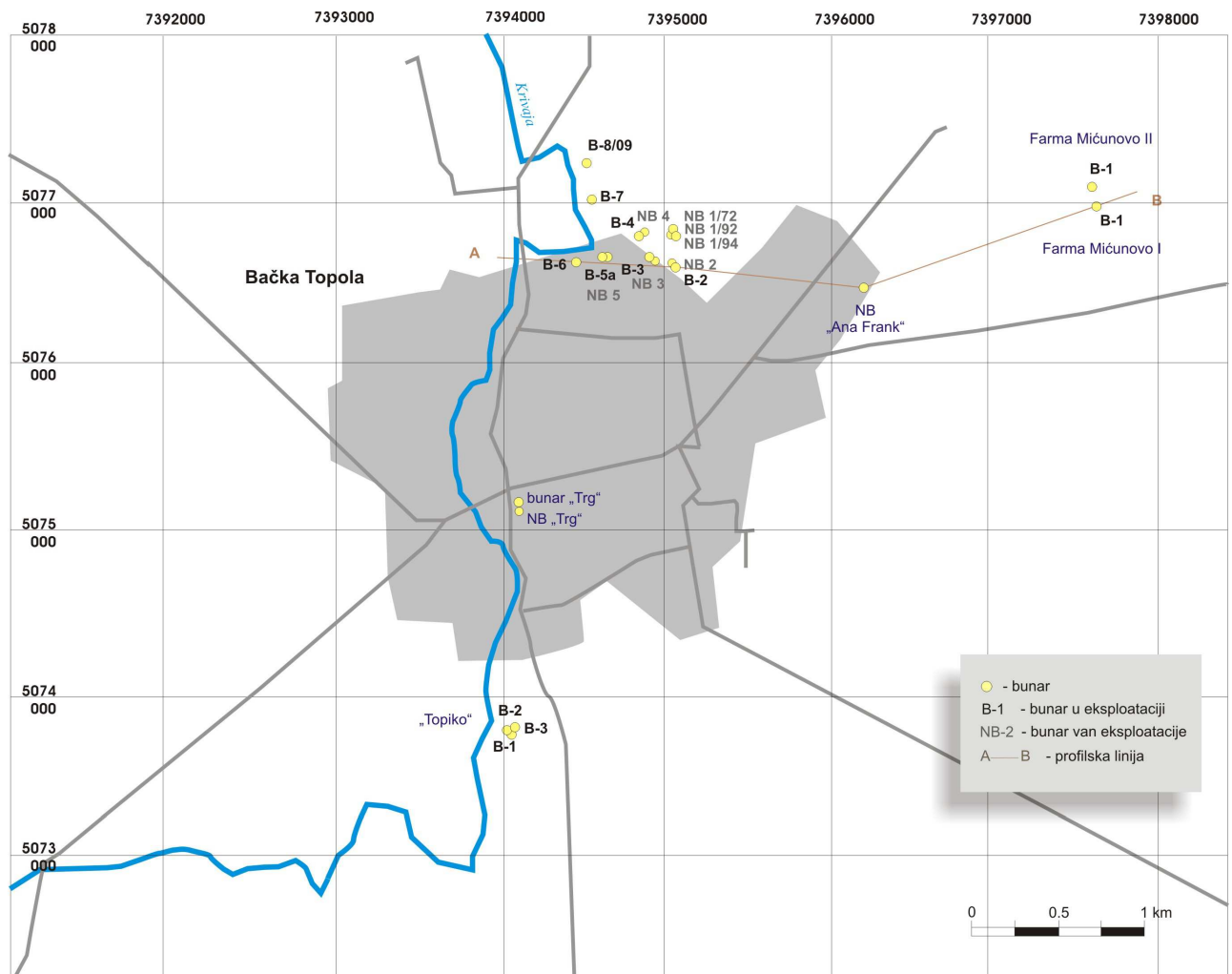
Godina izrade elaborata: 2009

kategorizacija rezervi (l/s):

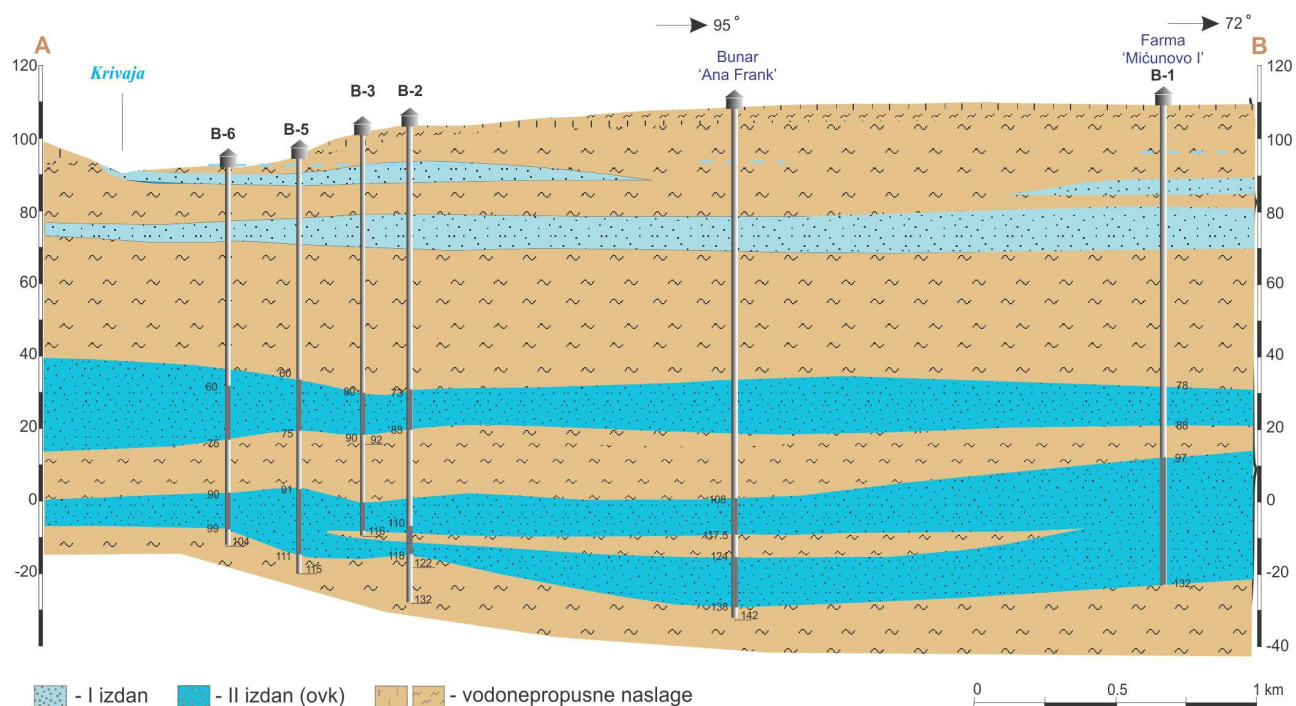
A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	22	10		31



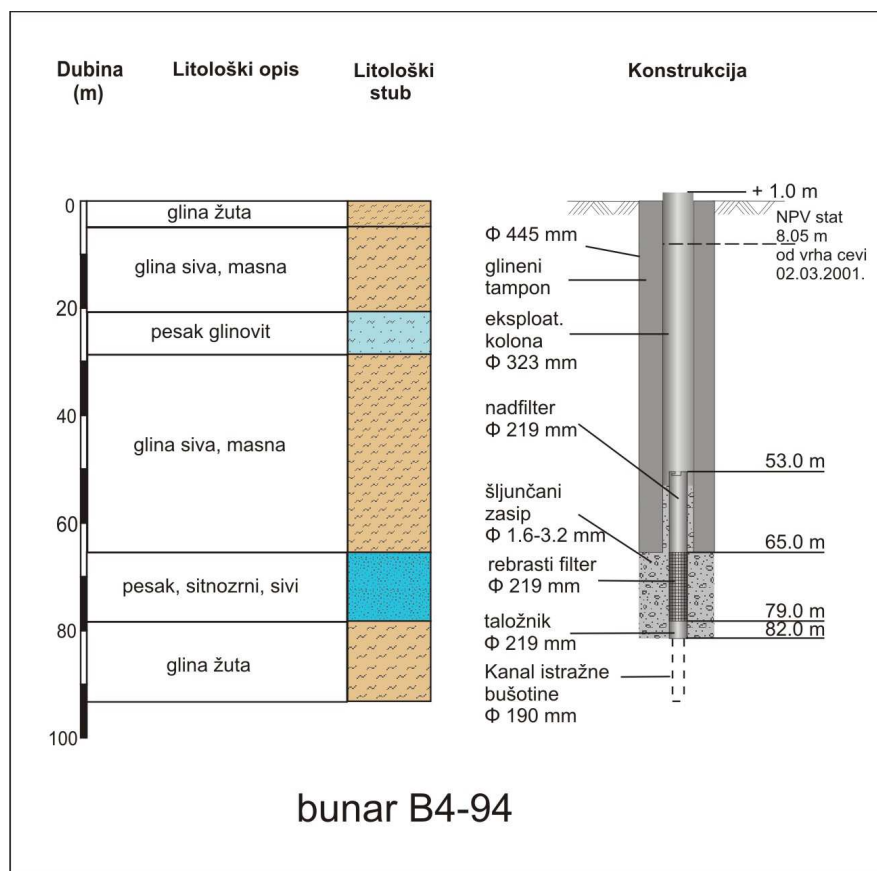
POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



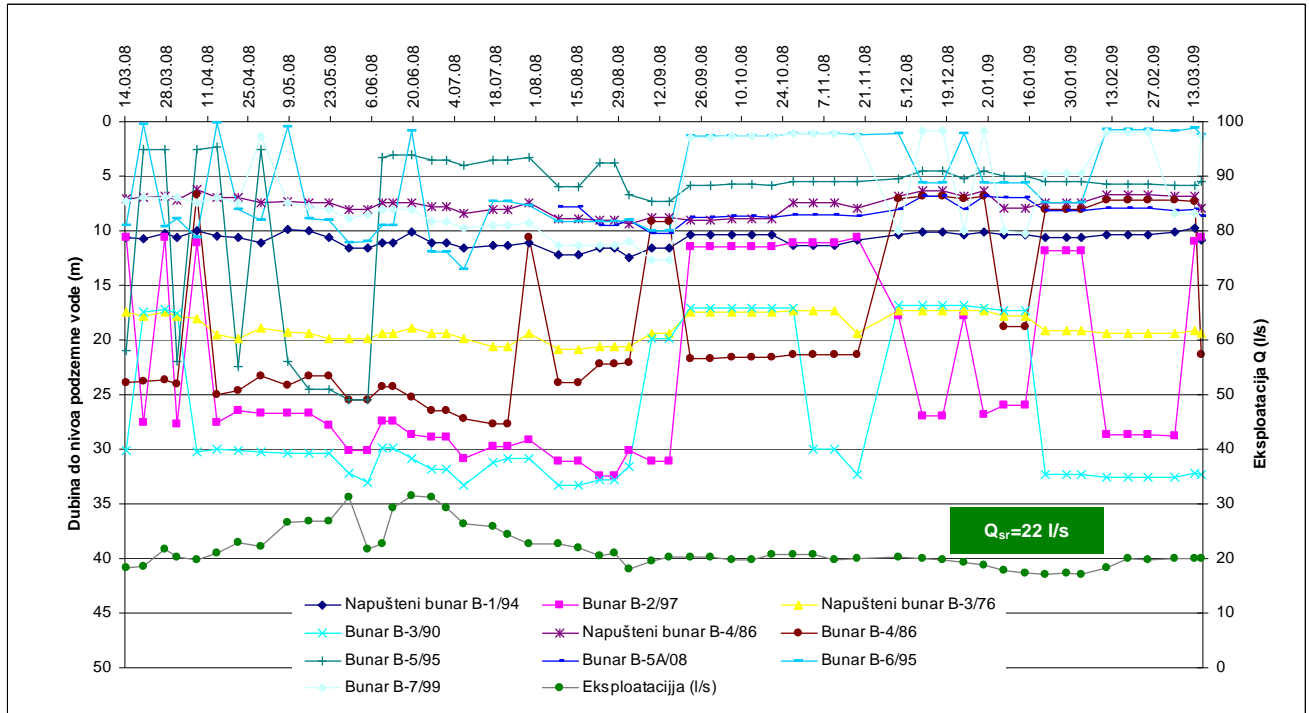
## HIDROGEOLOŠKI PROFIL :



## KONSTRUKCIJA BUNARA :



REŽIM EKSPLOATACIJE:



ID grad: grad / naselje:

**26 Bečej**

broj stanovnika: opština:

27000 Bečej

nadležna organizacija :

JP "Vodokanal"

ID izvoršta: naziv izvoršta:

**7 Vodozahvatno polje**

koordinate izvoršta:

x	y	z
5050000	7419750	80.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
14	100	136	123

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
78	112	96

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Redovno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

amonijak, gvožđe

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : ne

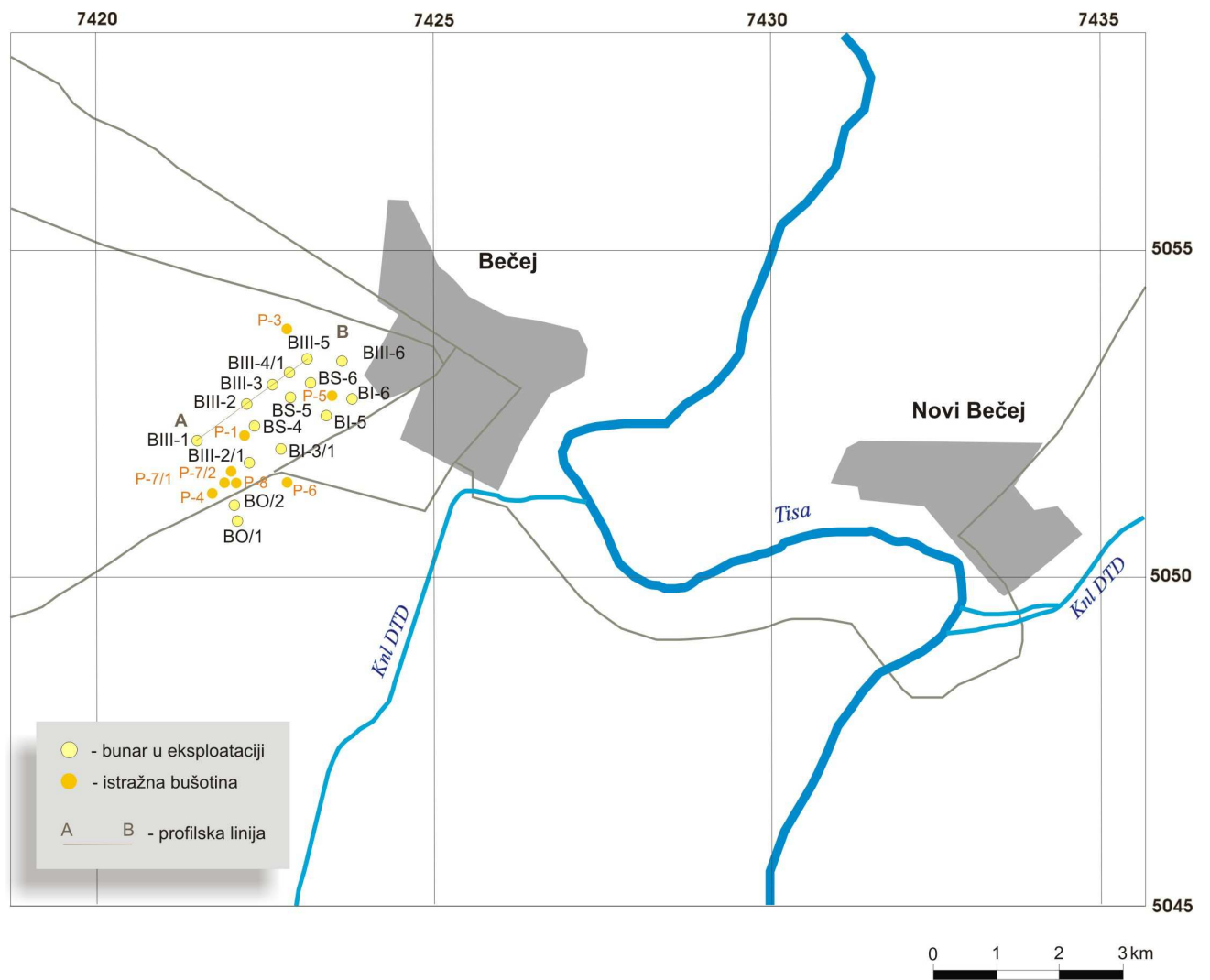
Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2006

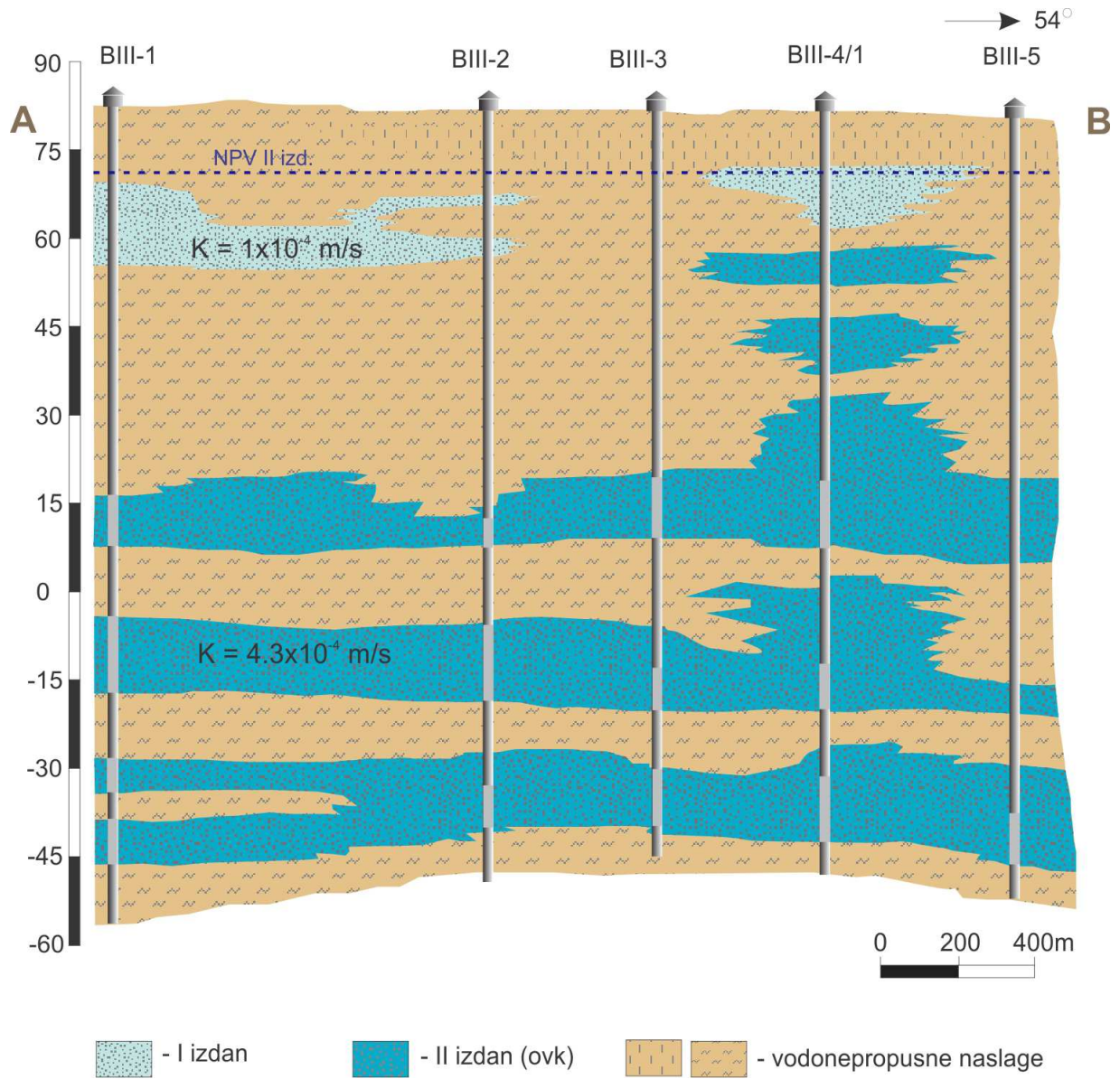
kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
140	140			280

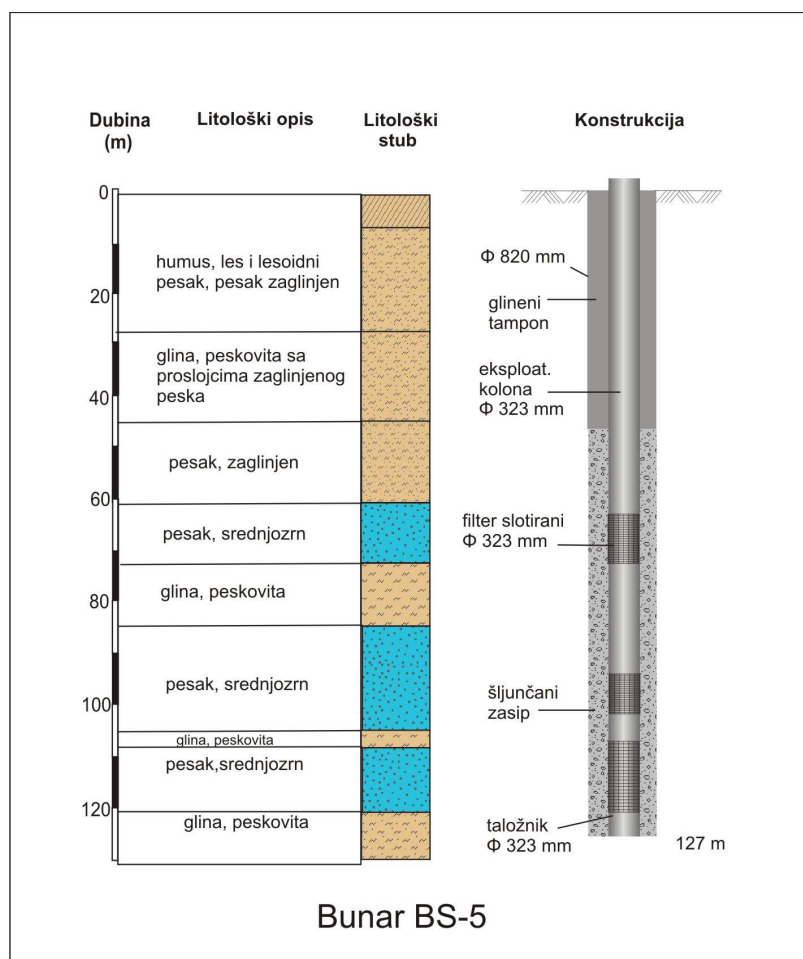
## POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



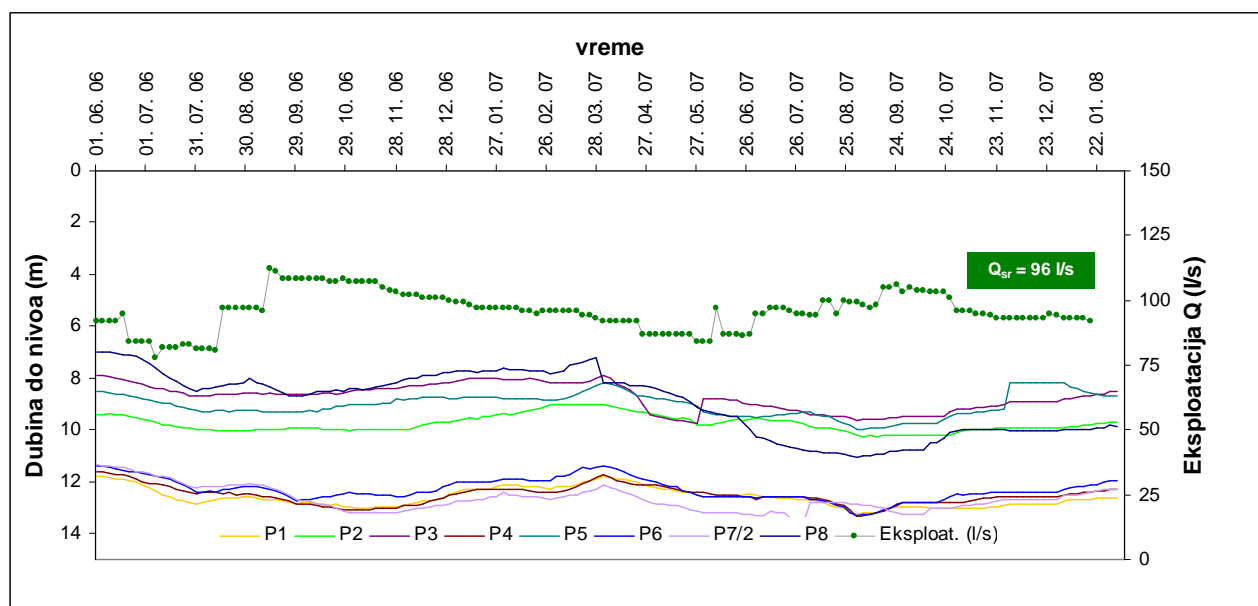
HIDROGEOLOŠKI PROFIL :



## KONSTRUKCIJA BUNARA :



## REŽIM EKSPLOATACIJE:



ID grad: grad / naselje:

**1 Ada**

broj stanovnika: opština:

17333 Ada

nadležna organizacija :

JKP "Standard"

ID izvoršta: naziv izvoršta:

1 Standard

koordinate izvoršta:

x	y	z
5072000	7431000	81.0

kaptirana izdan:

I (al, t, lw)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
8	85	142	

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
22	39	24

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

boja, Utrošak KMnO4, natrijum, el. provodljivost, arsen

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

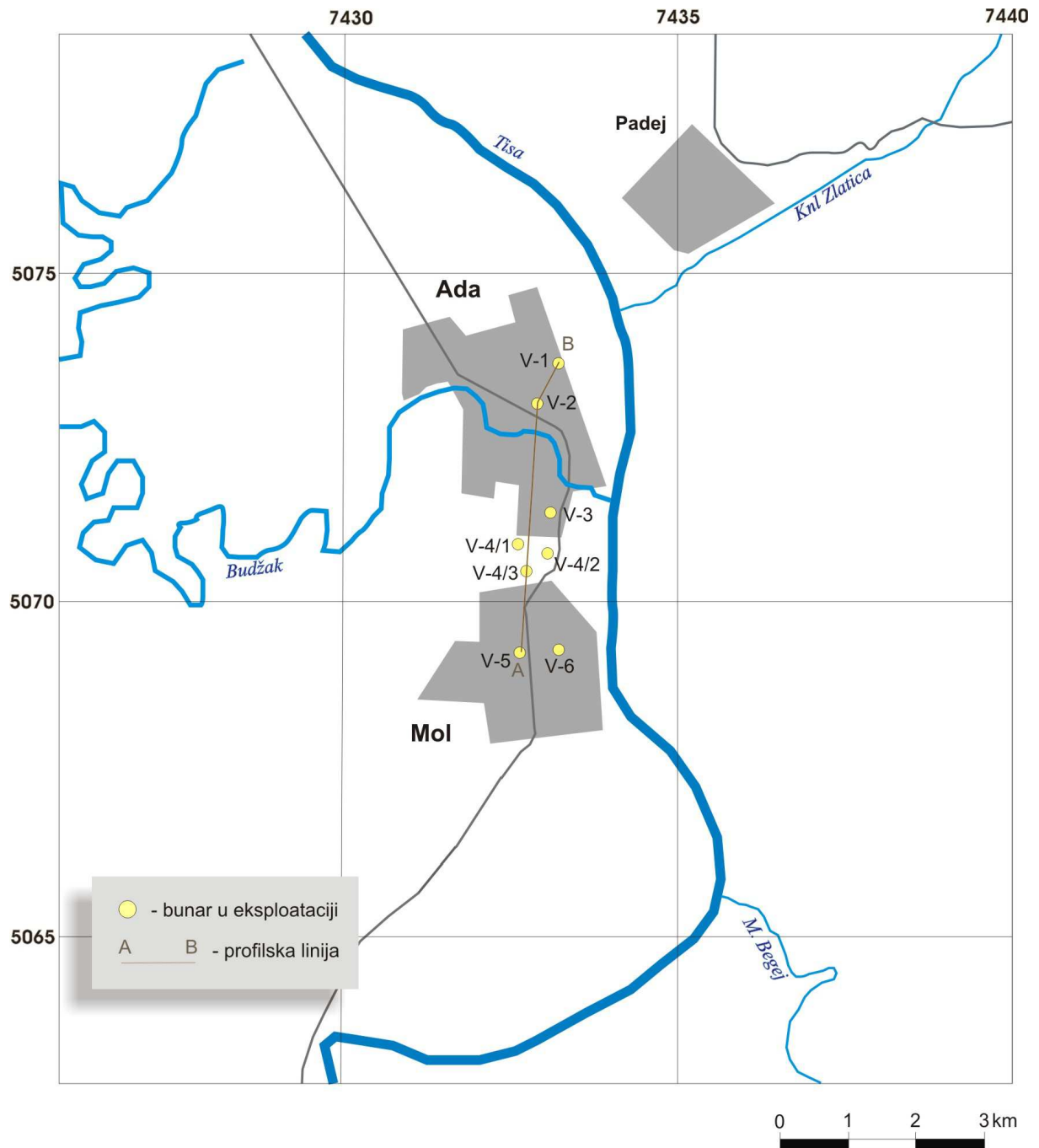
Godina izrade elaborata : 2008

kategorizacija rezervi (l/s) :

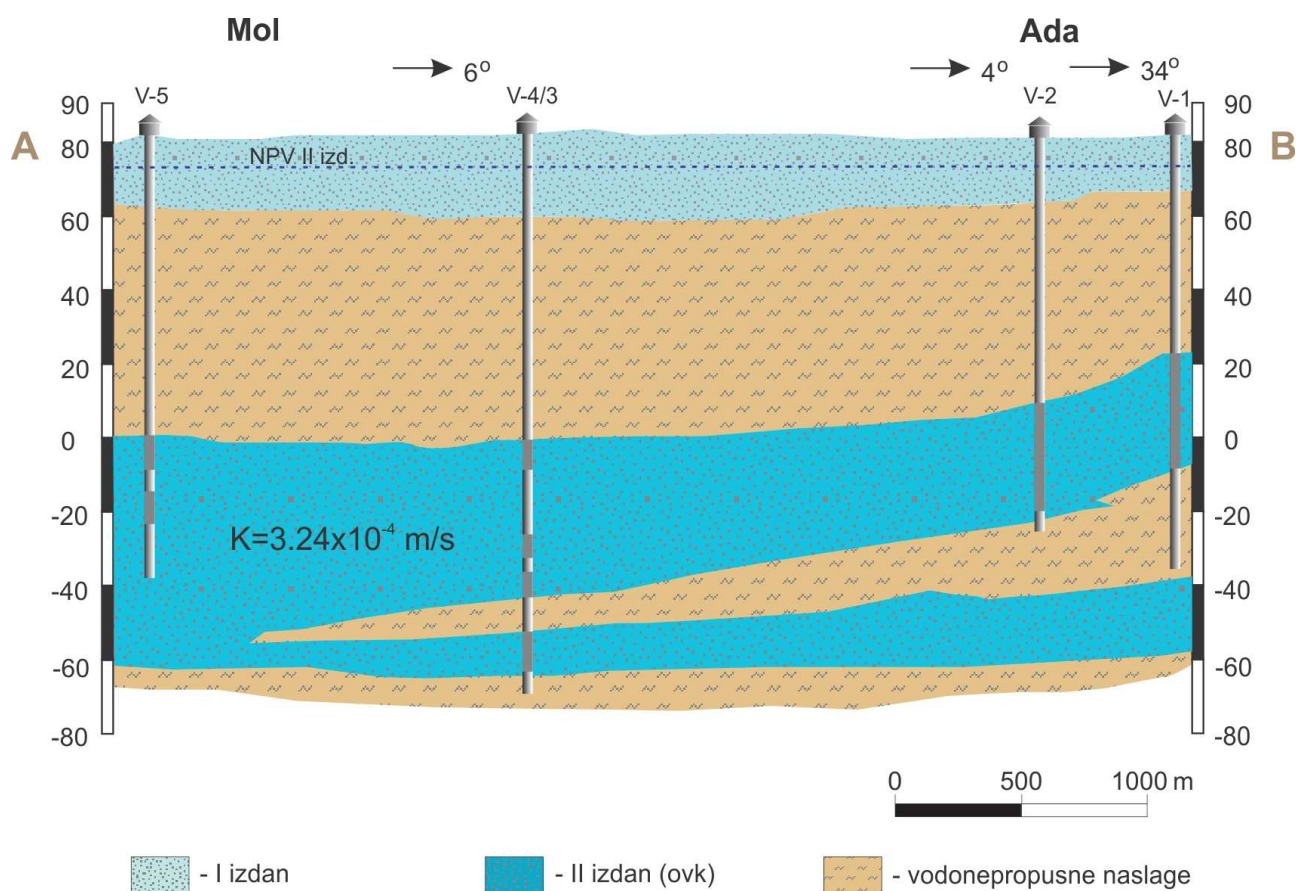
A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	39	8		47



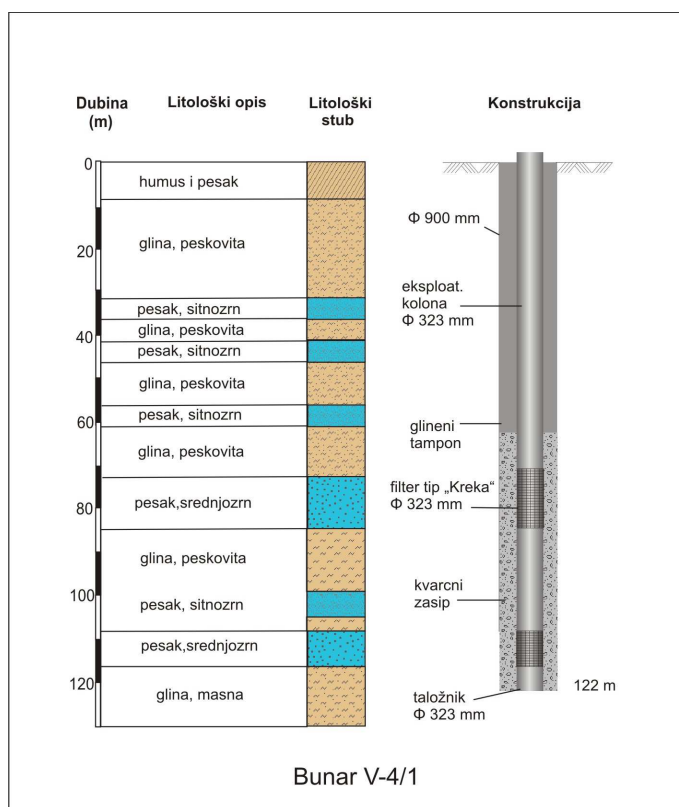
POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



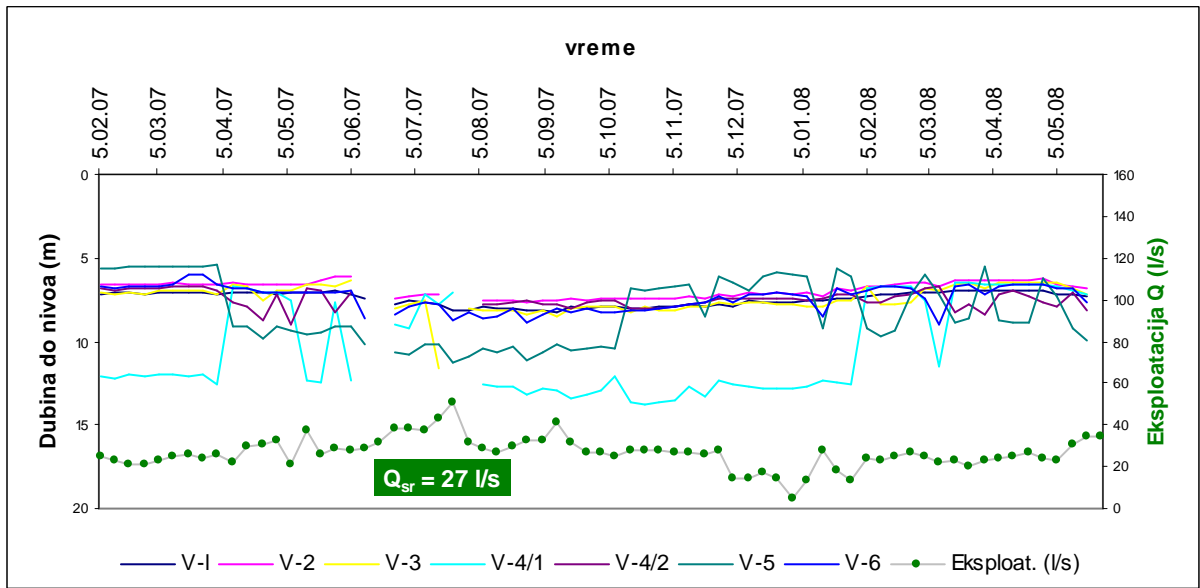
## HIDROGEOLOŠKI PROFIL :



## KONSTRUKCIJA BUNARA :



REŽIM EKSPLOATACIJE:



ID grad: grad / naselje:

**61 Senta**

broj stanovnika: opština:  
20863 Senta

nadležna organizacija :  
Javno komunalno-stambeno preduzeće Senta

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
99 Sever

koordinate izvorišta:

x	y	z
5038000	7426000	85.0

kaptirana izdan:

I (zl, t, kv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
2	84	90	

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
4	20	5

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

Utrošak KMnO<sub>4</sub>: 15,23 mg/l; amonijak: 0,59; natrijum: 216,8; arsen, boja, aluminijum

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : ne

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2006

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	5	16		21

ID grad: grad / naselje:

**61 Senta**

broj stanovnika: opština:  
20863 Senta

nadležna organizacija :  
Javno komunalno-stambeno preduzeće Senta

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
100 Jug

koordinate izvorišta:

x	y	z
5038000	7426000	85.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tr)	II (ovik)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
6	90	95	92

Izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
50	60	55

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

Utrošak KMnO<sub>4</sub>; amonijak; natrijum; arsen, aluminijum, boja

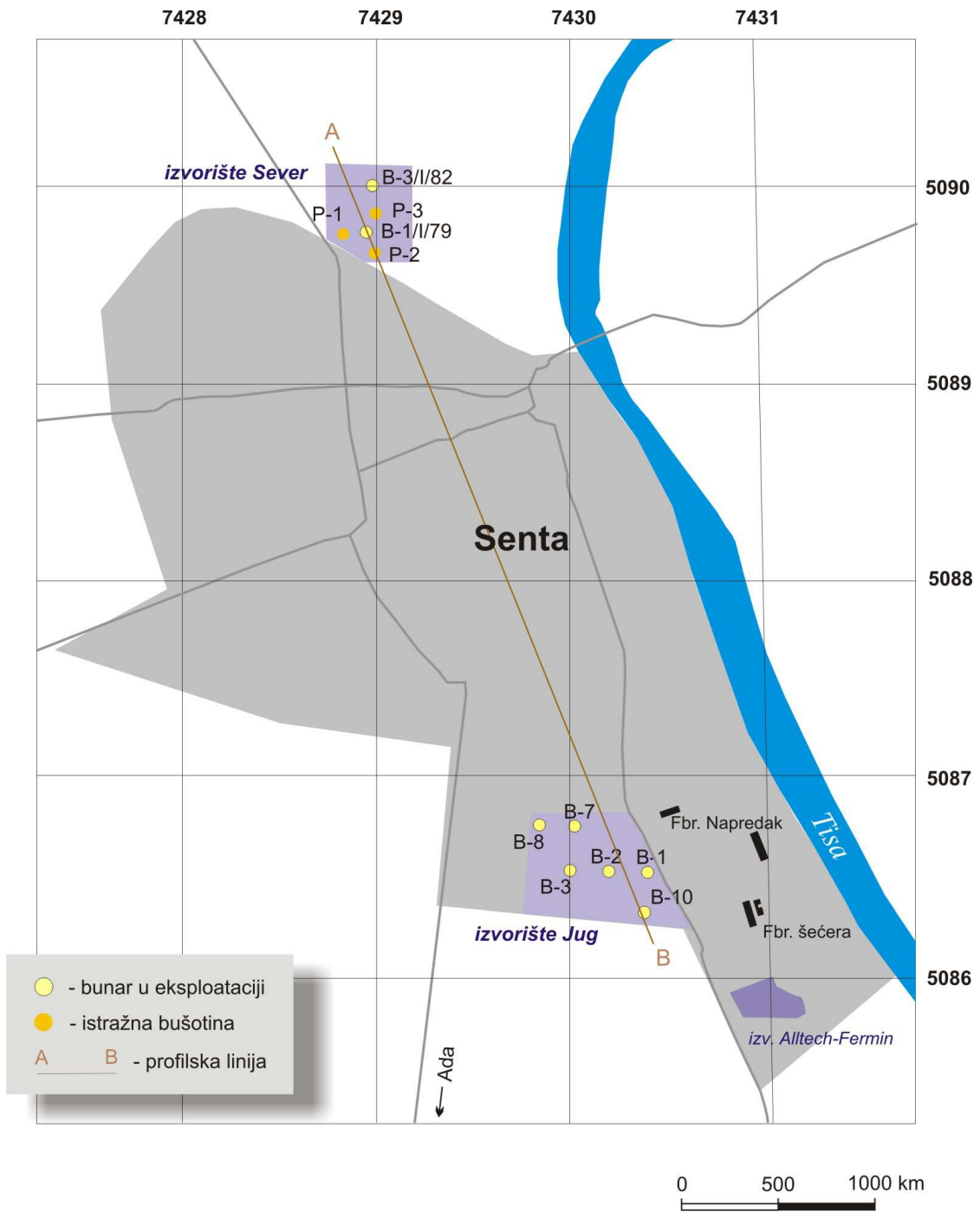
Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : ne

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2006

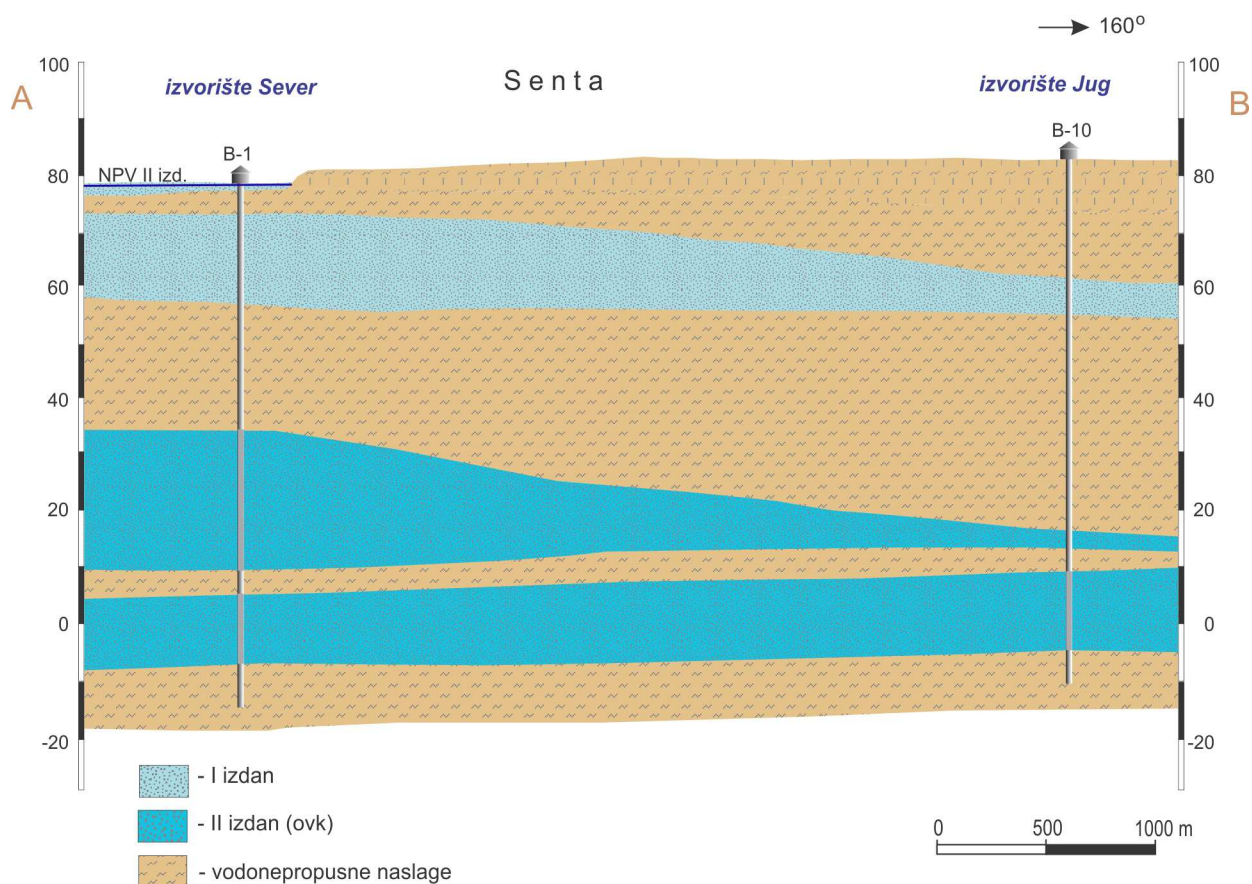
Kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	54	13		67

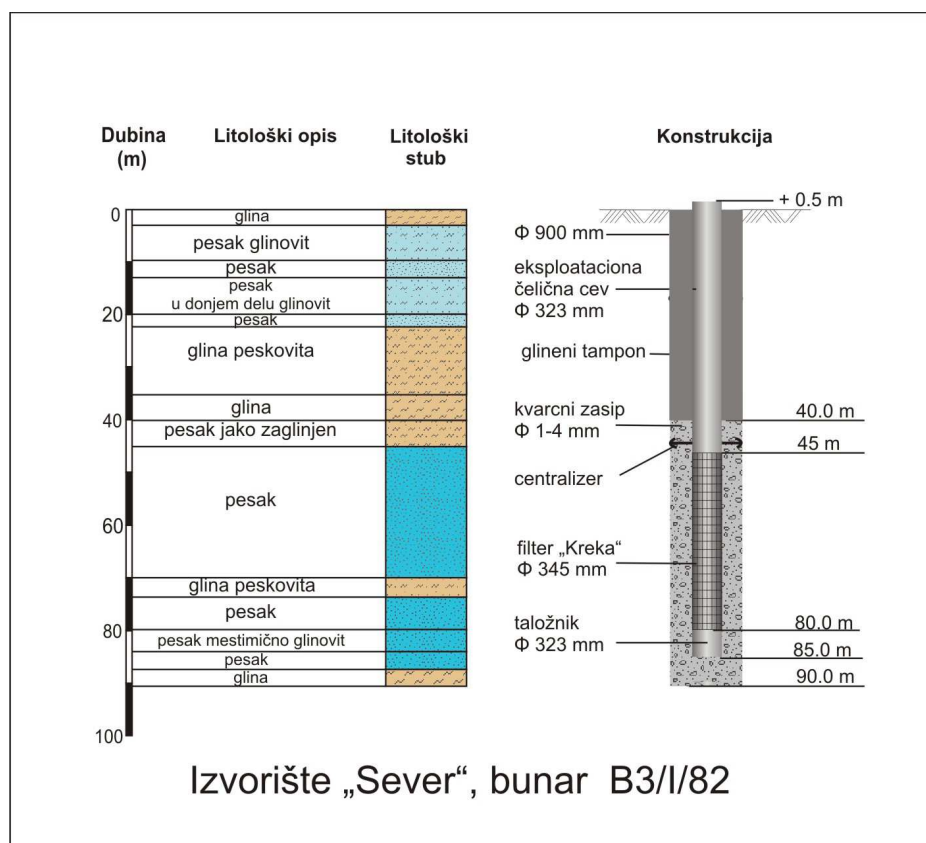
POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :

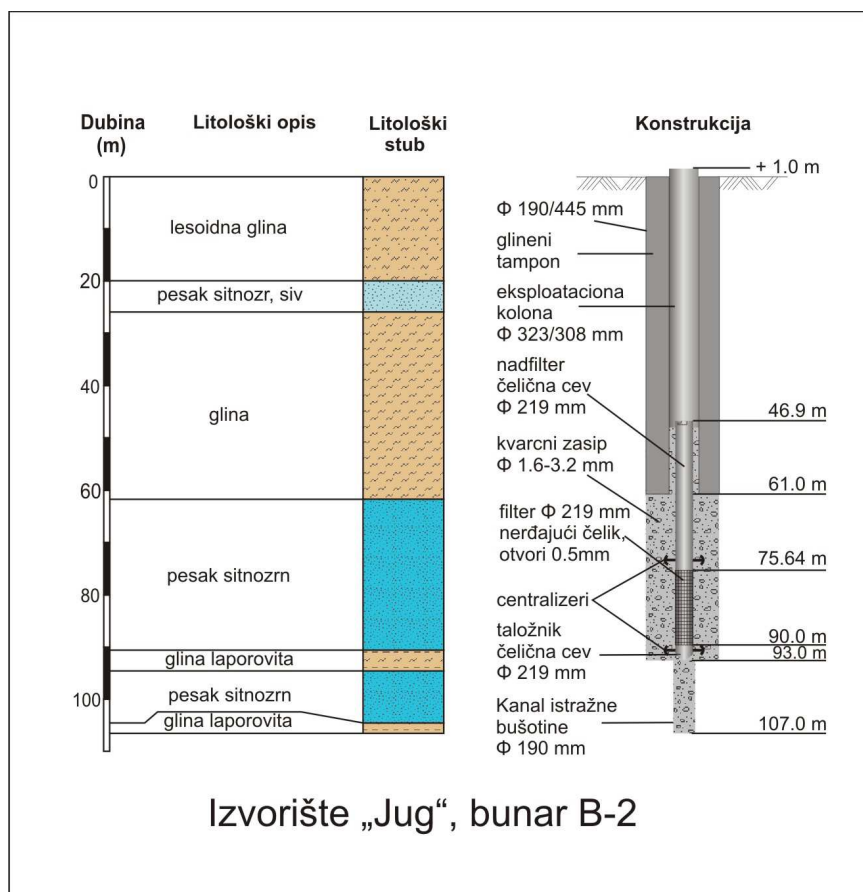


## HIDROGEOLOŠKI PROFIL :



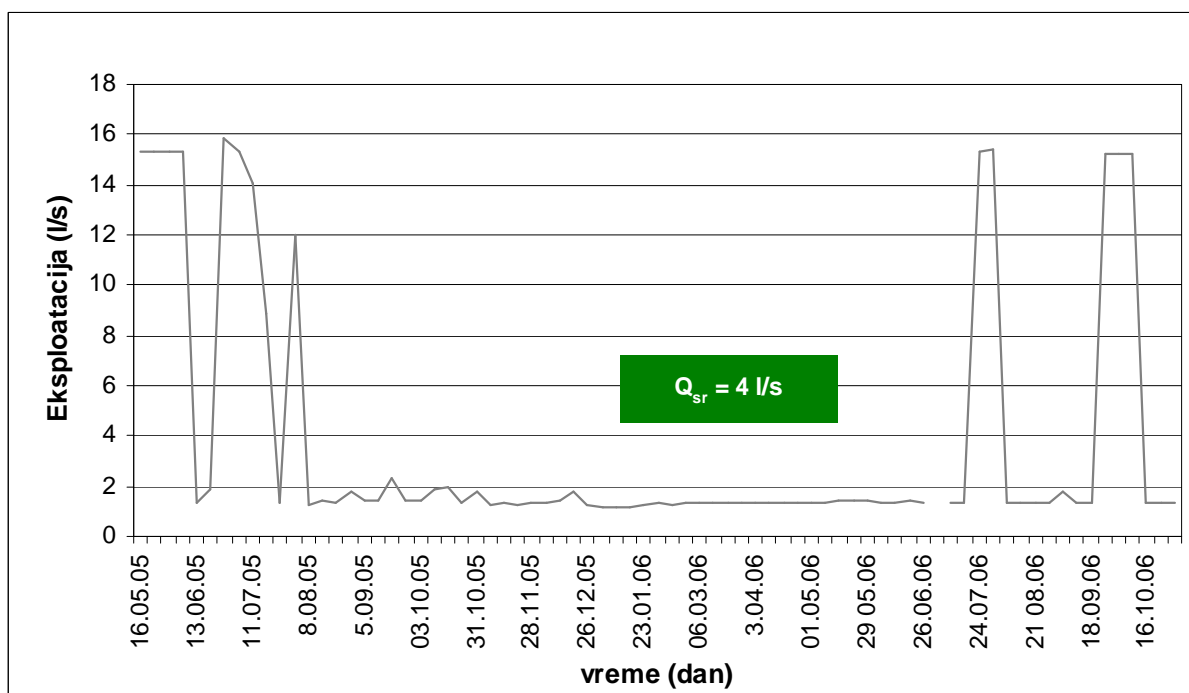
## KONSTRUKCIJA BUNARA :





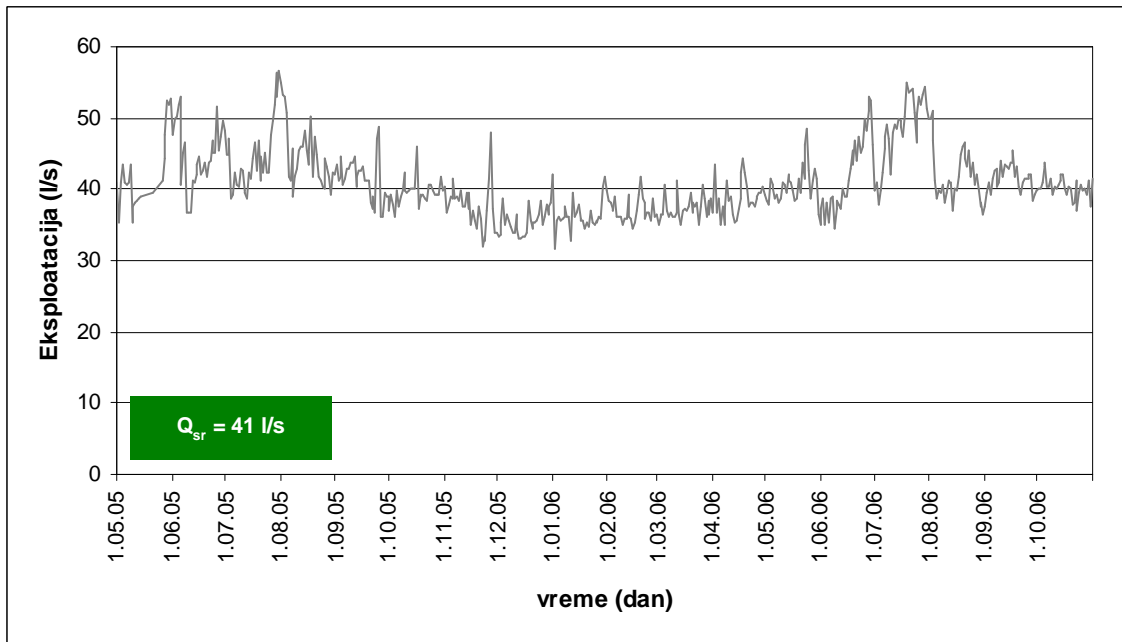
## REŽIM EKSPLOATACIJE:

Izvorište “Sever”





Izvorište "Jug"



ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
92 Kanjiža

koordinate izvorišta:

x	y	z
5100260	7426275	82.0

kaptirana izdan:

I (zl, t, hr)	II (ovik)	PI
ne	da	da

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
9	116	214	122

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
8	124	35

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

amonijak: 0.42

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	49	56		105

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
91 Horgoš

koordinate izvorišta:

x	y	z
5111400	7420400	84.5

kaptirana izdan:

I (al, t, kv)	II (ovik)	PI
ne	da	da

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
5	119	270	190

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
5	65	20

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

amonijak: 0.8; gvožđe: 0.35; arsen: 0.0185

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	46	48		94

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
93 Doline

koordinate izvorišta:

x	y	z
5090960	7413165	

kaptirana izdan:

I (zl, t, hr)	II (ovik)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
1	113	113	113

izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
1	12	5

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.65; amonijak: 0.72; povremeno arsen, boja

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	1	0		1

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
94 Mala Pijaca

koordinate izvoršta:

x	y	z
5102920	7415950	87.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
2	109	111	110

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
1	30	6

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.38; amonijak: 0.54; povremeno arsen, boja

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	3	1		4

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
95 Orom

koordinate izvoršta:

x	y	z
5092920	7411000	100.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
3	130	144	

Izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
7	29	12

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.64; amonijak:0.68; povremeno arsen, boja

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da

Godina izrade elaborata : 2007

Kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	3	2		5

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
96 Totovo Selo

koordinate izvoršta:

x	y	z
5091350	7416470	

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
2	122	123	

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
1	22	9

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.38; amonijak: 0.5; povremeno arsen; boja

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	1	1		2

ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
97 Trešnjevac

koordinate izvoršta:

x	y	z
5092440	7420720	

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
3	109	127	

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
1	34	6

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : da  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK: gvožđe: 0.38; amonijak: 0.59; boja

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2007

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	3	2		5



ID grad: grad / naselje:

**60 Kanjiža**

broj stanovnika: opština:  
27510 Kanjiža

nadležna organizacija :  
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
98 Velebit

koordinate izvoršta:

x	y	z
5096360	7418250	

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
1	127	127	127

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
1	12	5

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Ne vrše se

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.55; amonijak: 0.58; boja

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta :

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata : 2007

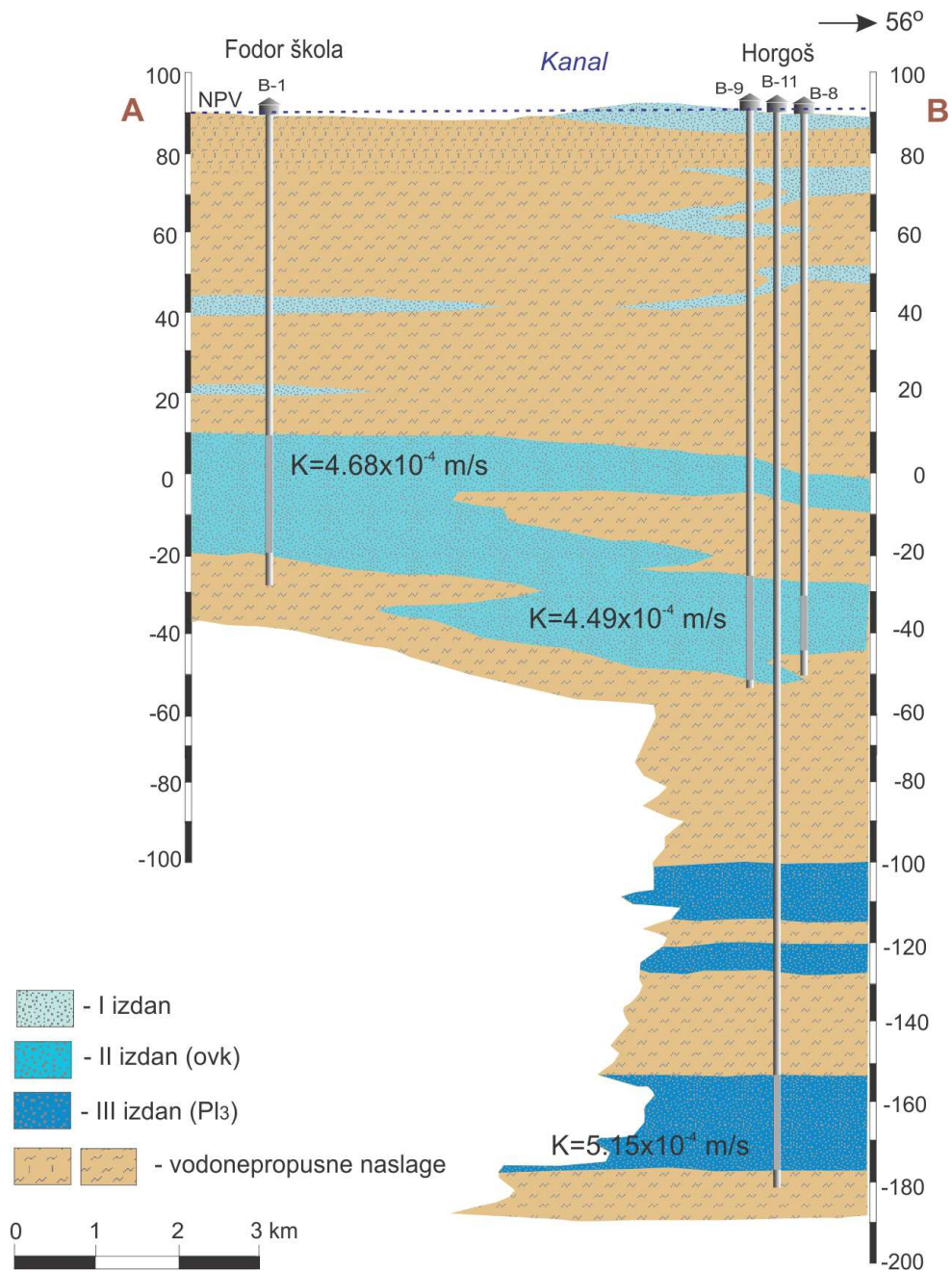
kategorizacija rezervi (l/s) :

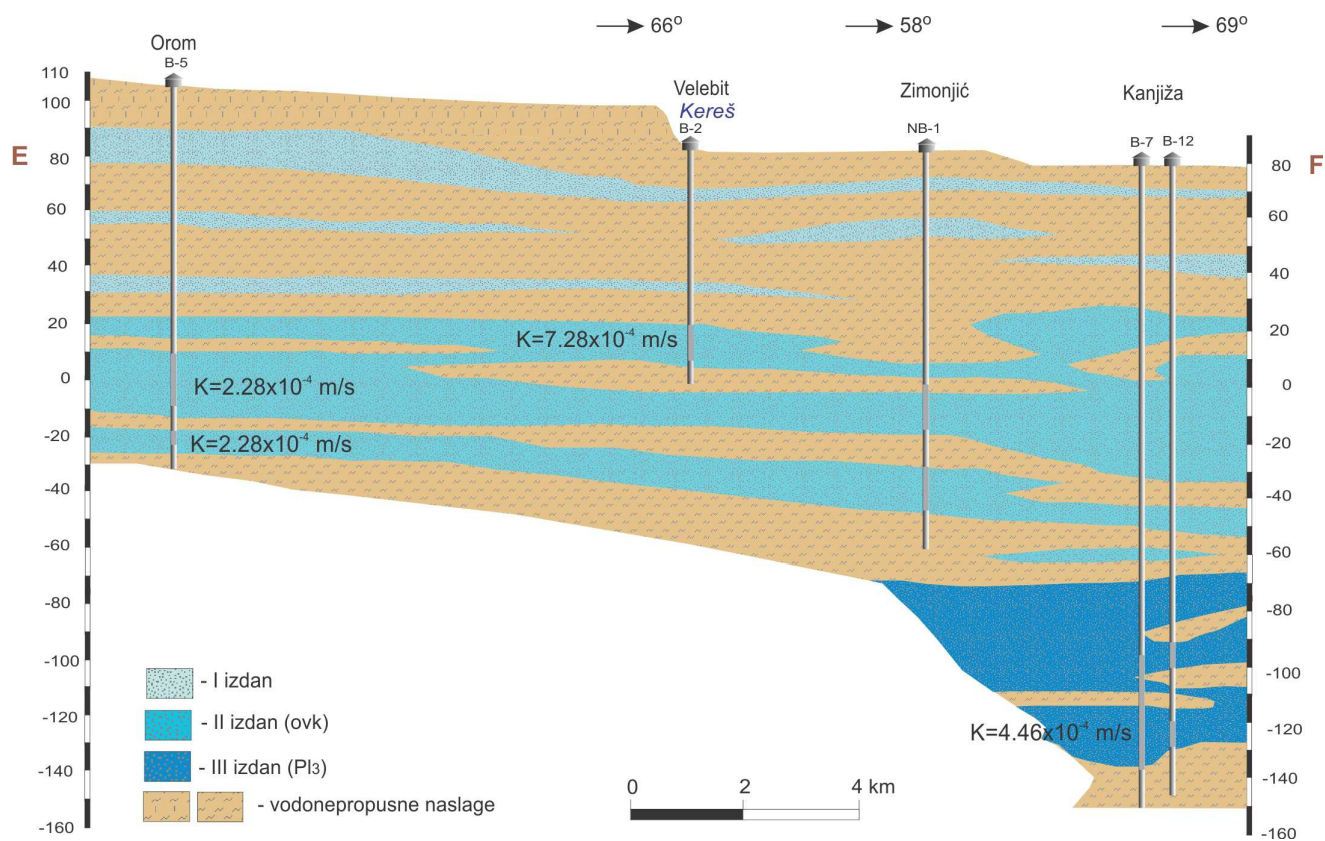
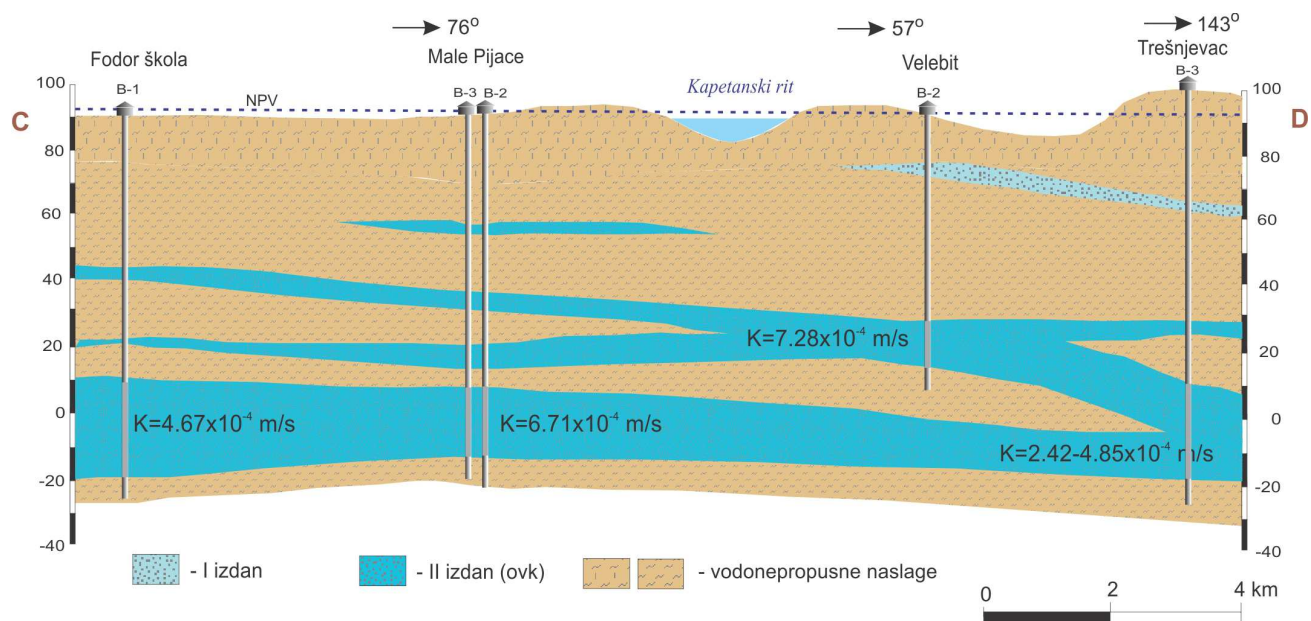
A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno
	1	0		1

POLOŽAJ IZVORIŠTA SA BUNARIMA :



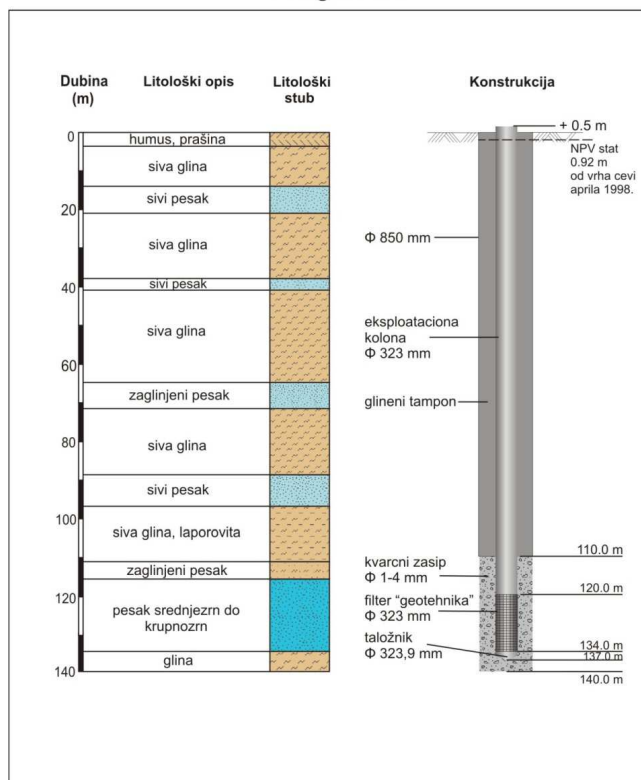
HIDROGEOLOŠKI PROFILI:



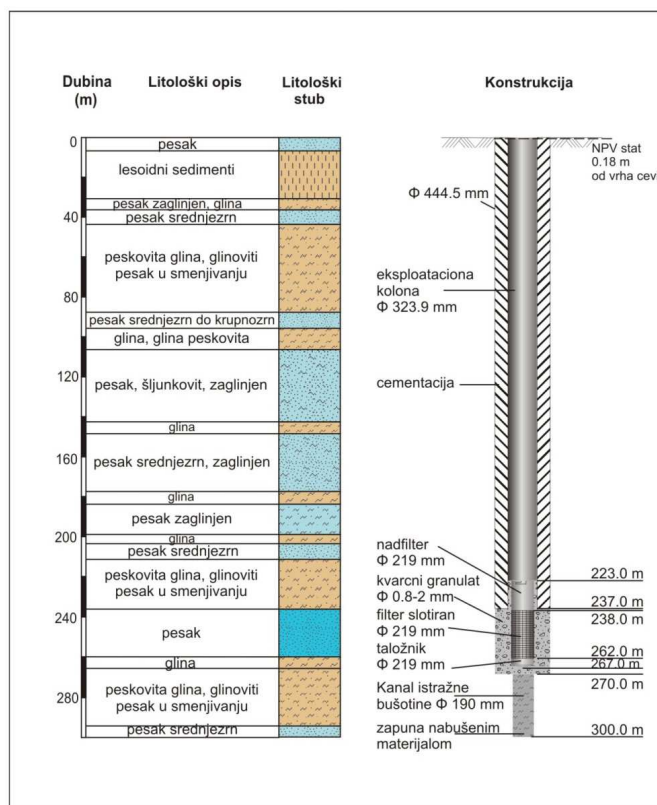


KONSTRUKCIJE BUNARA:

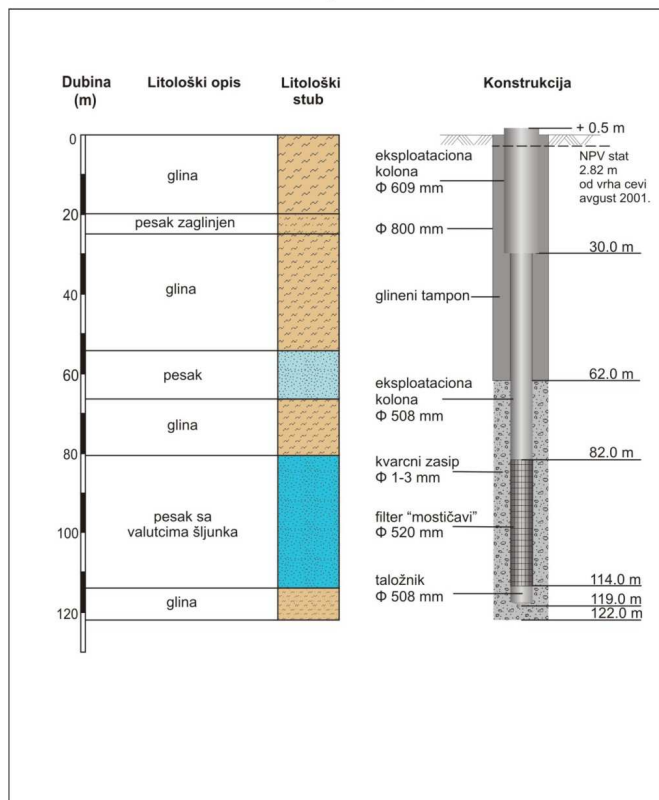
Horgoš B-8



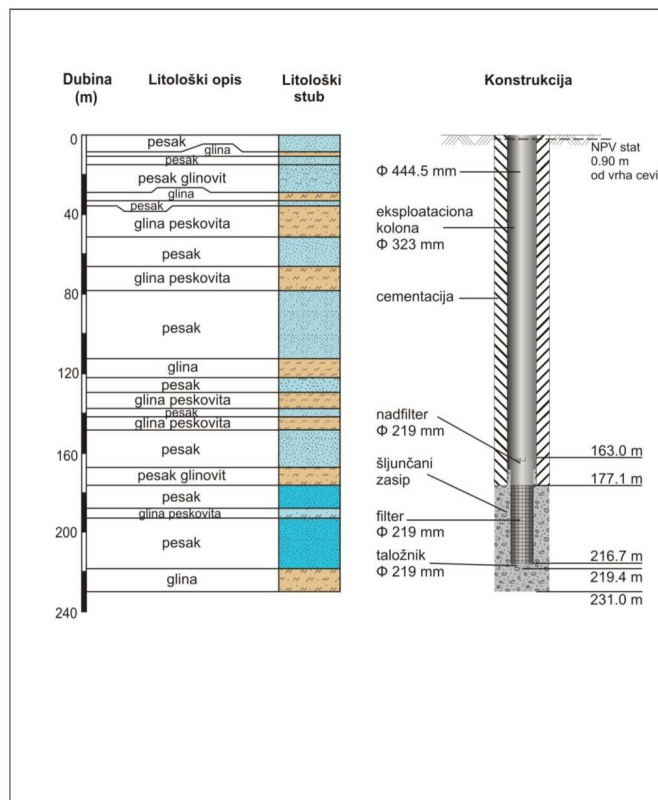
B11 Horgoš



Kanjiža B-6



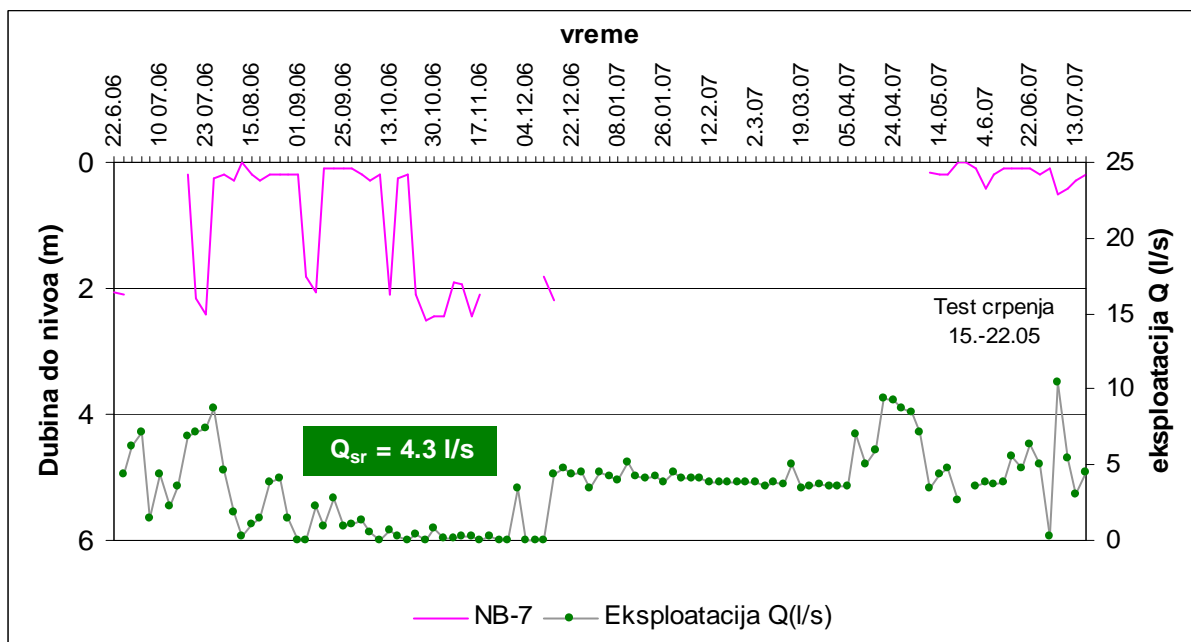
Kanjiža B-7



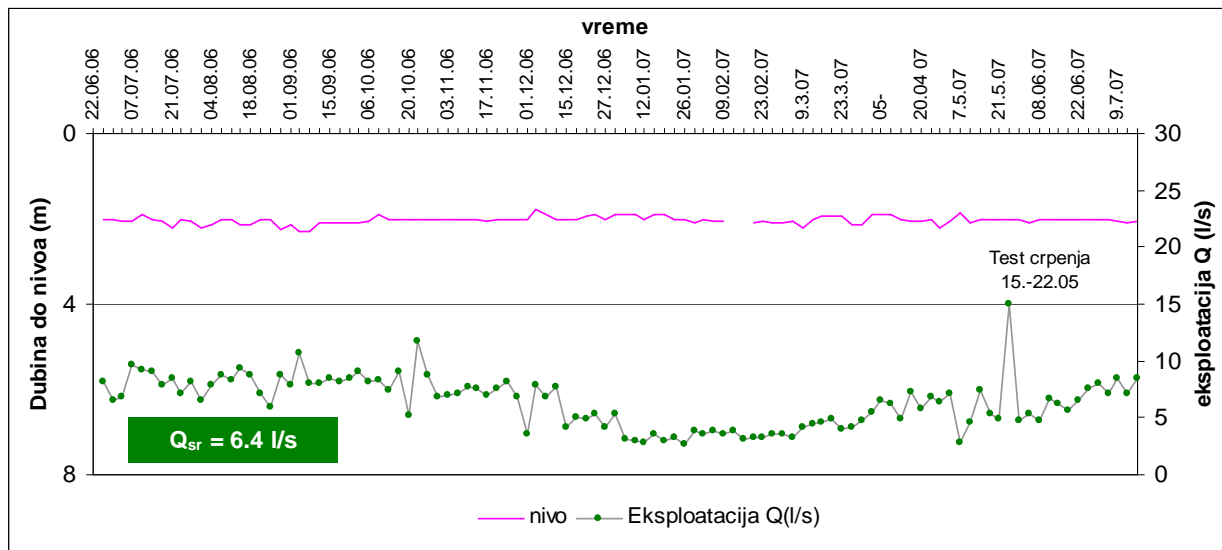
REŽIM EKSPLOATACIJE :

Izvorište u Horgošu:

Eksploatacija iz II (ovk) izdani

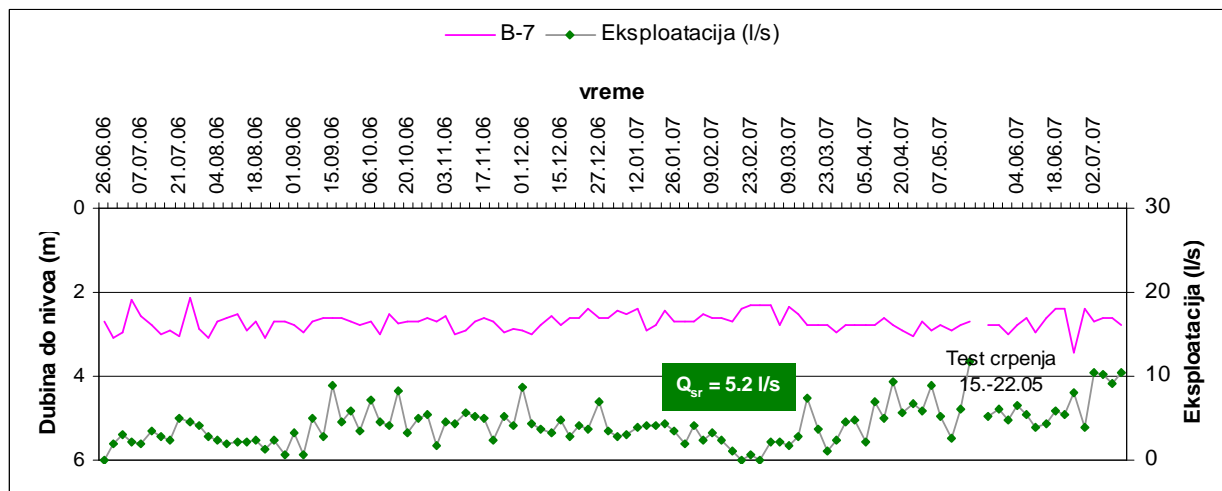


Eksploatacija iz III izdani

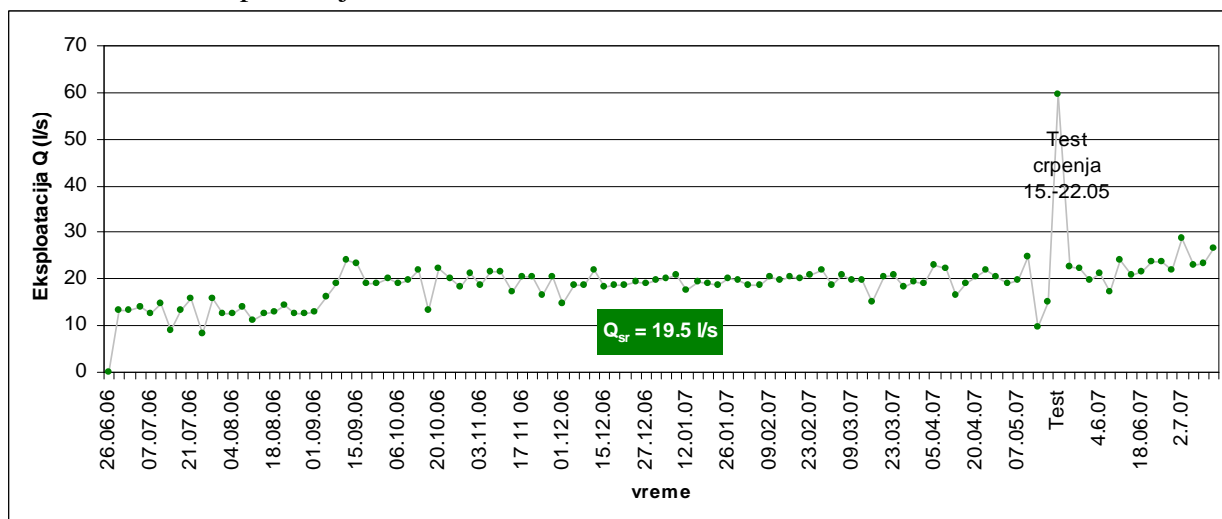


Izvorište u Kanjiži:

Eksploatacija iz II ovk izdani



Eksploatacija iz III izdani



ID grad: grad / naselje:

**59 Subotica**

broj stanovnika: opština:  
99981 Subotica

nadležna organizacija :  
JKP "Vodovod i kanalizacija" Subotica

ID izvorišta: naziv izvorišta:  
88 Vodozahvat I

koordinate izvorišta:

x	y	z
5090000	7407000	120.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorištu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
31	101	190	

Izdašnost izvorišta (l/s):

min	max	sr
90	330	290

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da  
 Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne  
 Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.5-1.71; amonijak: 0.61-0.94; arsen: 0.07-0.133

Da li je urađen projekat zaštite izvorišta : ne  
 Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvorišta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : da  
 Godina izrade elaborata :

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno



ID grad: grad / naselje:

**59 Subotica**

broj stanovnika: opština:  
99981 Subotica

nadležna organizacija :  
JKP "Vodovod i kanalizacija" Subotica

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
89 Vodozahvat II

koordinate izvoršta:

x	y	z
5106855	7400418	110.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
7	185	192	185

izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
20	70	45

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : da

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.56; amonijak: 0.564; arsen: 0.091

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : da

Da li je urađen elaborat o rezervama : ne Izrada u toku

Godina izrade elaborata :

kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno

ID grad: grad / naselje:

**59 Subotica**

broj stanovnika: opština:  
99981 Subotica

nadležna organizacija :  
JKP "Vodovod i kanalizacija" Subotica

ID izvoršta: naziv izvoršta:  
90 Integral

koordinate izvoršta:

x	y	z
5102441	7398418	109.0

kaptirana izdan:

I (al, t, tv)	II (ovk)	PI
ne	da	ne

bunari na izvorštu:

Uk. broj bunara:	dubina bunara (m) :		
	min	max	sr
2	184	185	184

Izdašnost izvoršta (l/s):

min	max	sr
32	54	54

Da li se vrši svakodnevna evidencija eksploatacije : ne

Da li se svakodnevno vrše merenja izdašnosti : ne

Učestanost merenja nivoa podzemnih voda : Povremeno

Učestanost kontrole kvaliteta podzemnih voda: Redovno

Komponente hemijskog sastava iznad MDK:

gvožđe: 0.91; arsen: 0.089; amonijak: 0.714

Da li je urađen projekat zaštite izvoršta : ne

Da li je služba vodovoda zadovoljna zaštitom izvoršta : da

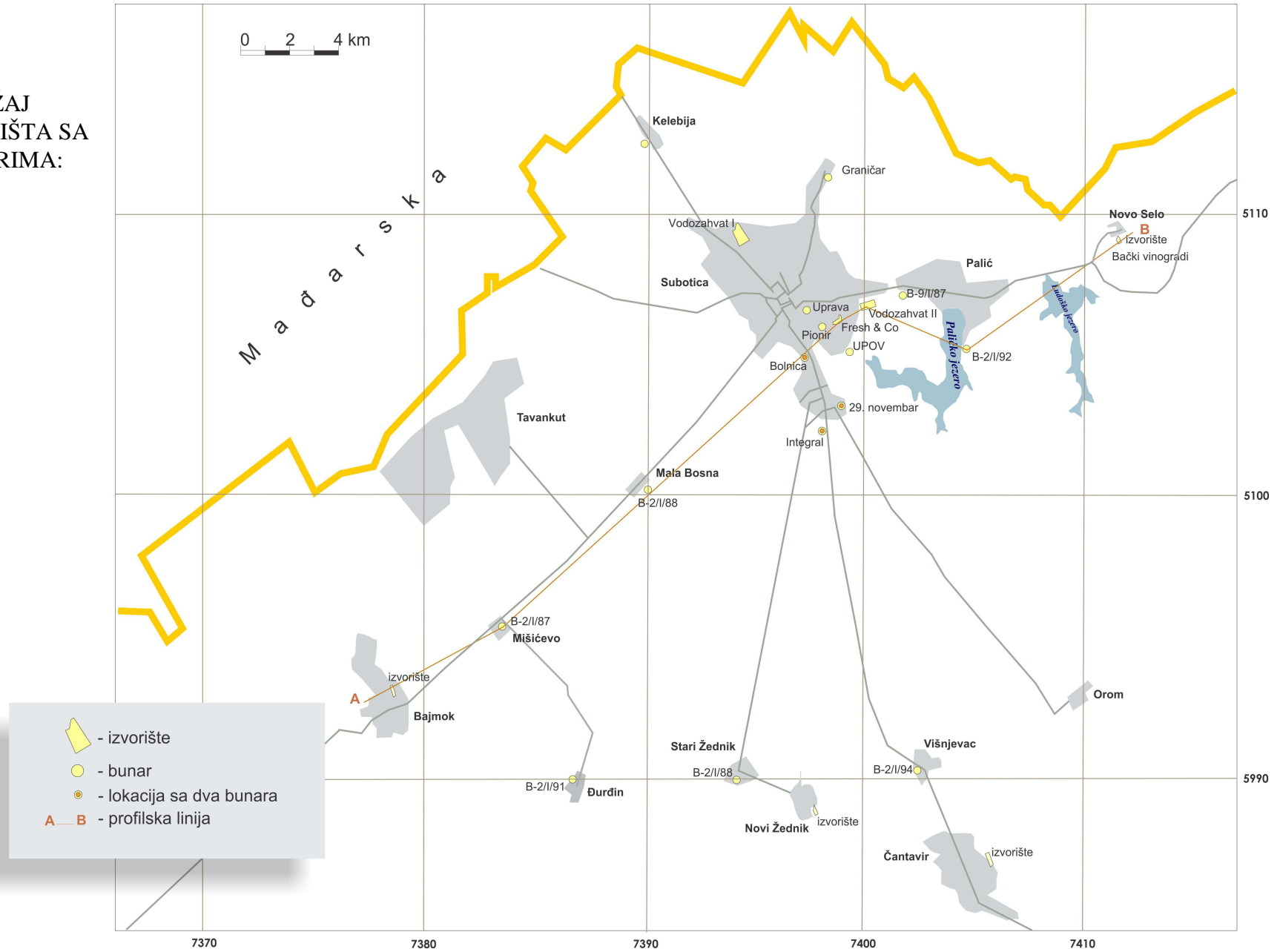
Da li je urađen elaborat o rezervama : ne Izrada u toku

Godina izrade elaborata :

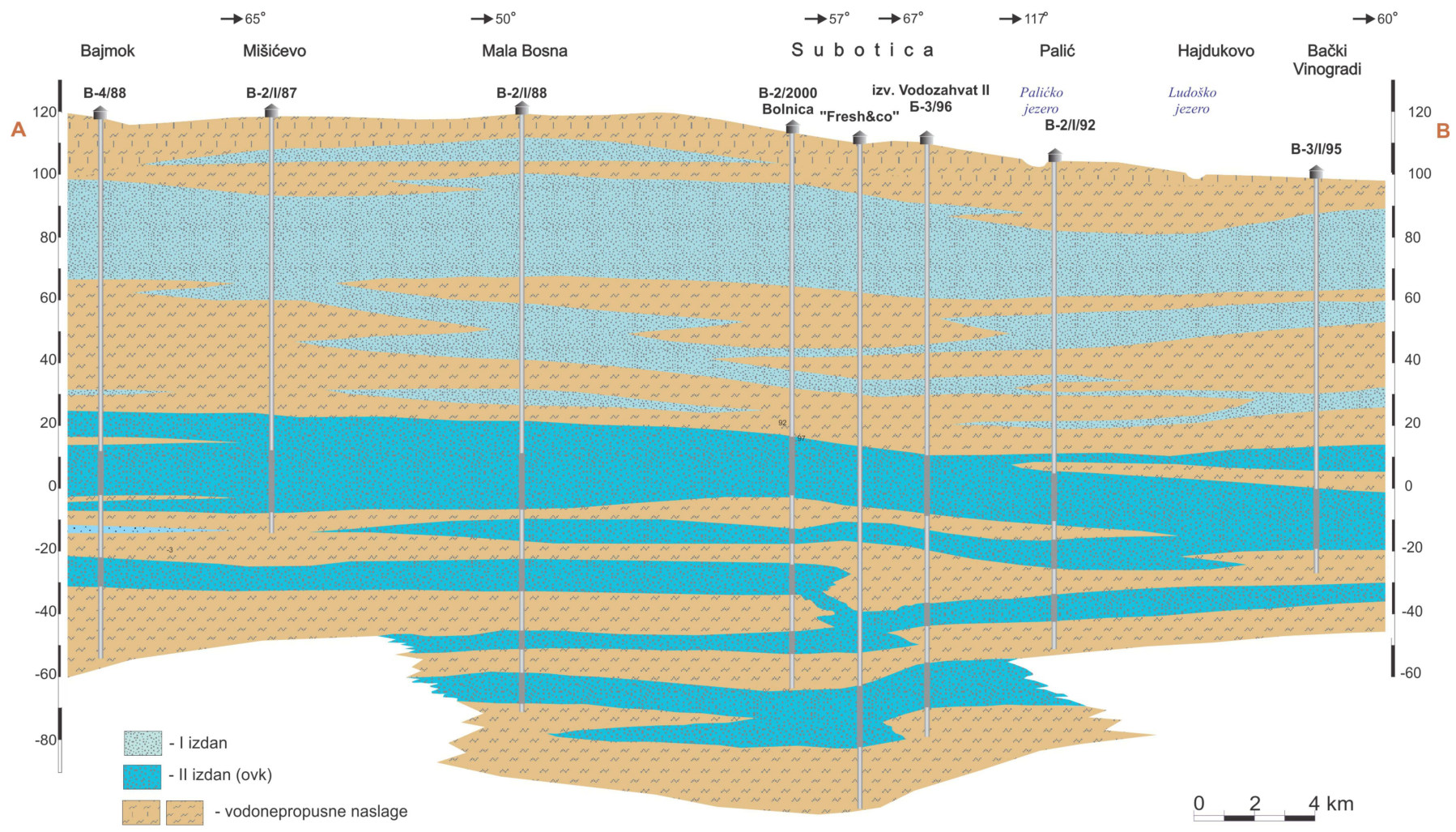
Kategorizacija rezervi (l/s) :

A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ukupno

POLOŽAJ  
IZVORIŠTA SA  
BUNARIMA:

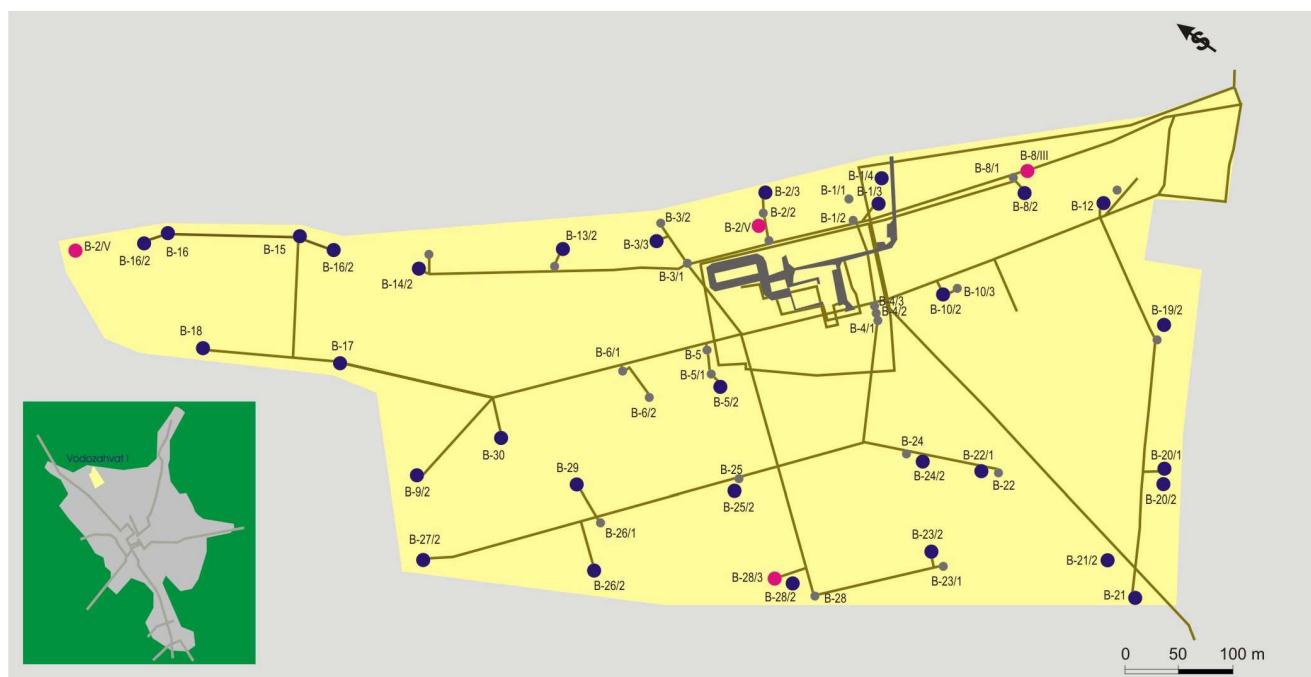


# HIDROGEOLOŠKI PROFIL:



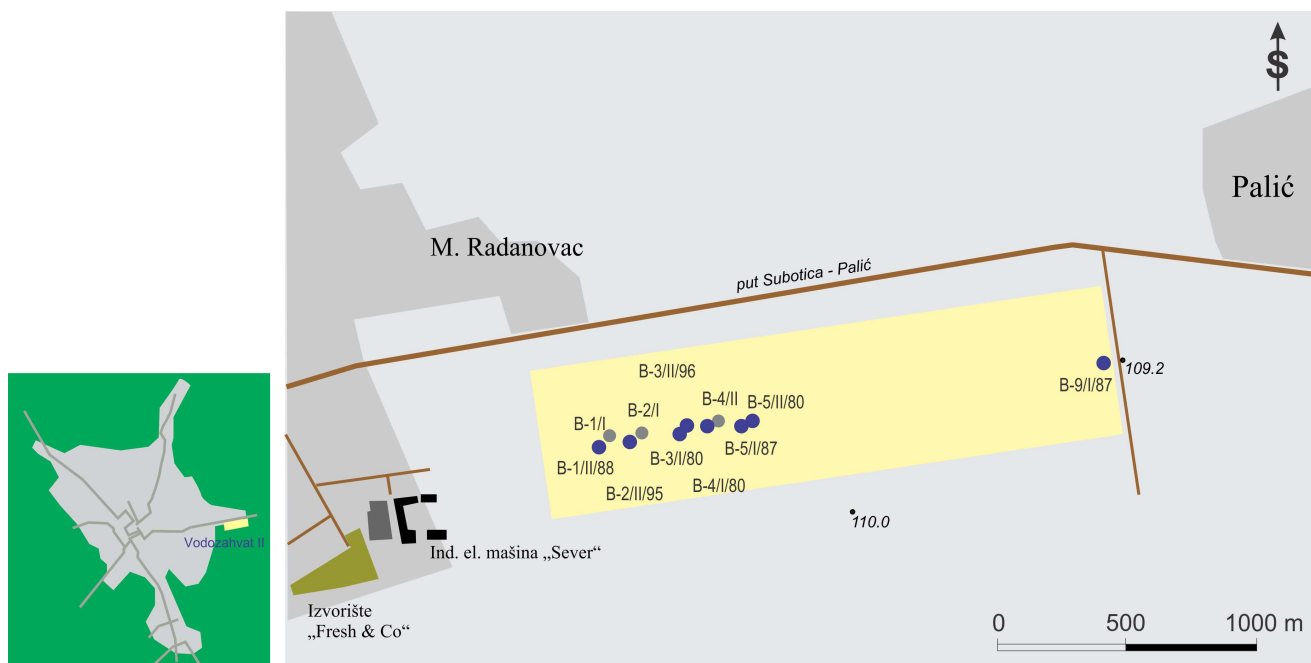
Upravljanje resursima podzemnih voda severne Bačke

Izvorište „Vodozahvat I“



- - bunari u eksploataciji
- - bunari van eksploatacije
- - projektovani istražno-eksploatacioni objekti

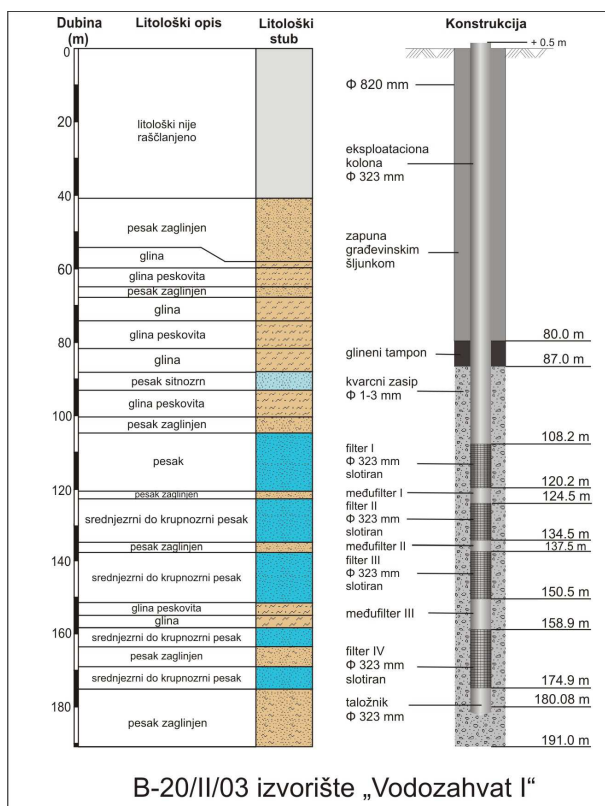
Izvorište „Vodozahvat II“



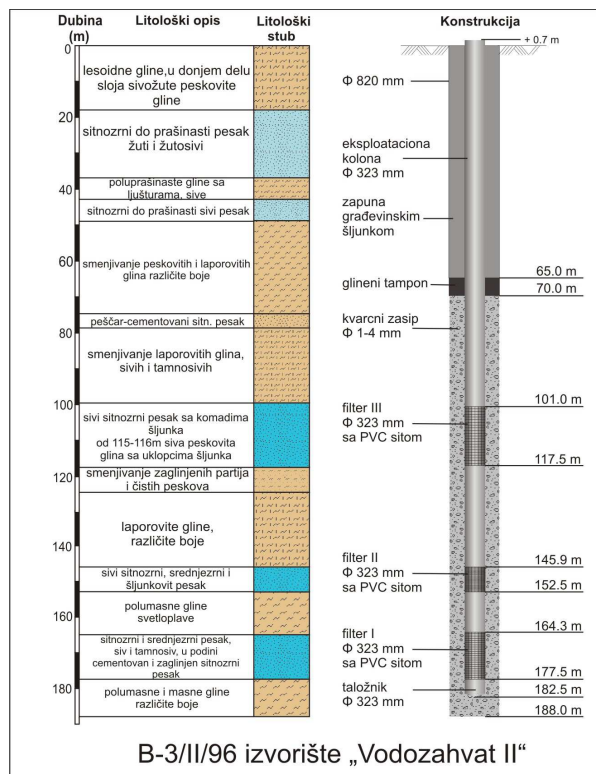
- - bunari u eksploataciji
- - bunari van eksploatacije

## KONSTRUKCIJA BUNARA :

### Izvorište "Vodozahvat I"

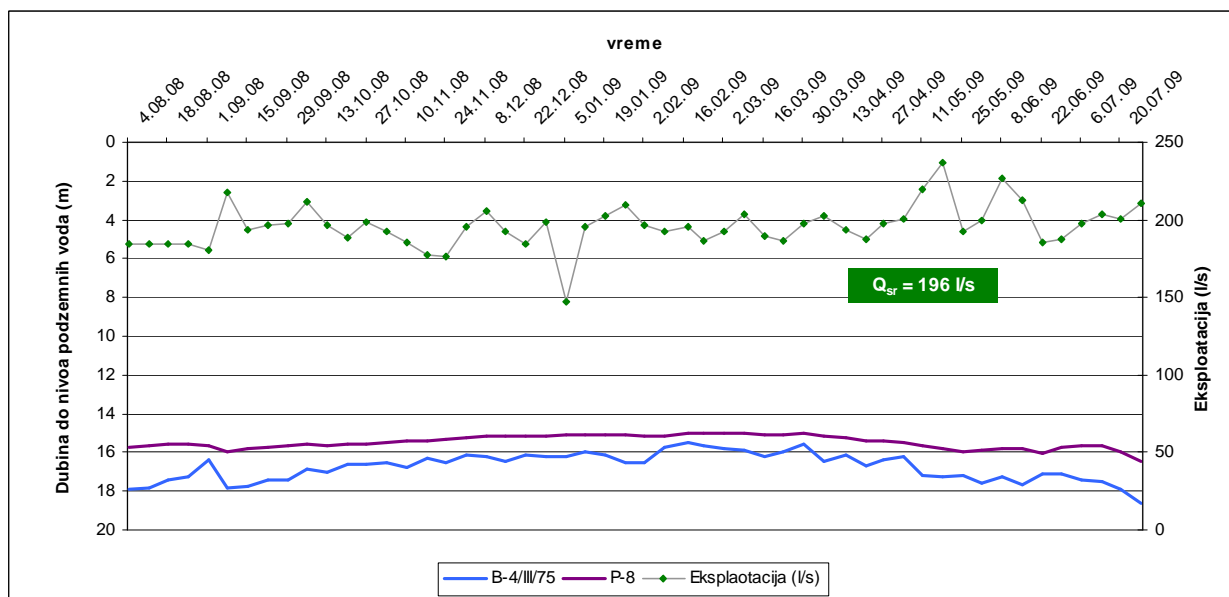


### Izvorište "Vodozahvat II"

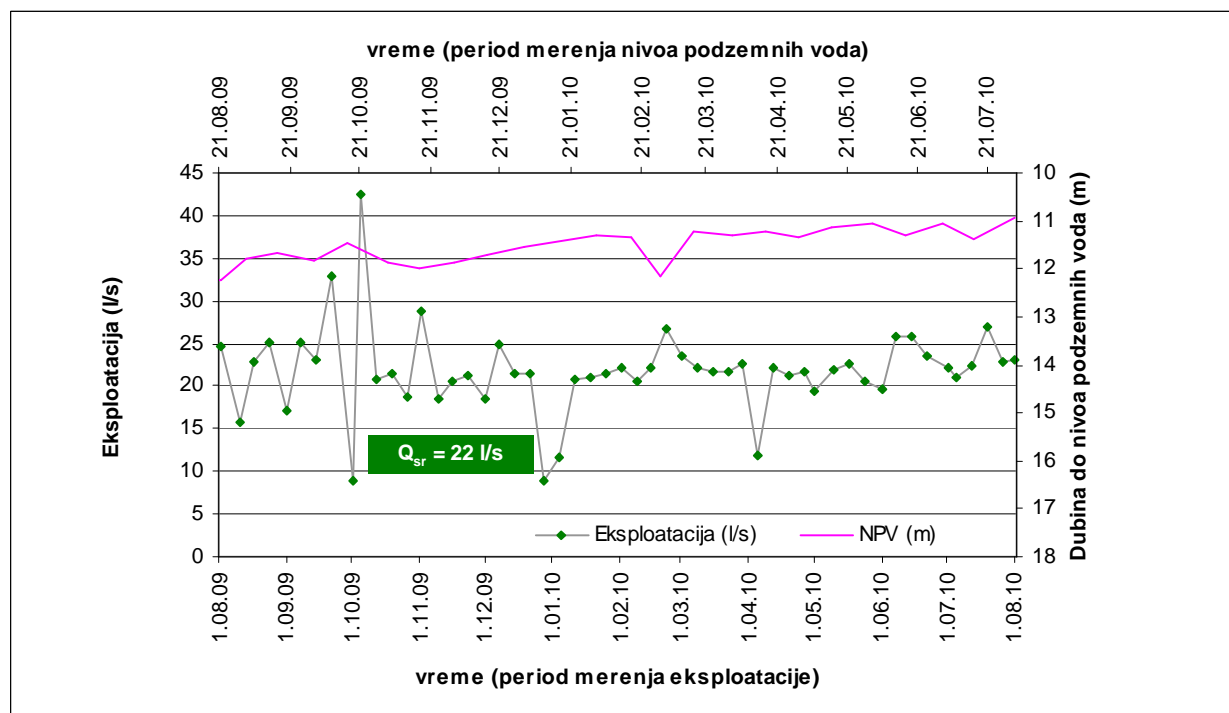


## REŽIM EKSPLOATACIJE:

### Izvorište "Vodozahvat I"



### Izvorište "Vodozahvat II"



## **Biografija autora**

**Bojan B. Hajdin** rođen je 24.08.1959. godine u Beogradu. Završio je XI gimnaziju u Beogradu, a 1987. godine diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu, Smeru za hidrogeologiju. Dobitnik je nagrade Fonda "Miloš i Nikola Pavlović" za najbolji diplomski rad iz oblasti hidrogeologije za 1987. godinu.

Od 1988. godine zaposlen je na Rudarsko-geološkom fakultetu, Smeru za hidrogeologiju u zvanju stručnog saradnika u nastavi. Aktivno učestvuje u pripremi nastave i održavanju vežbi iz predmeta Uvod u naučno-istraživački rad i bavi se naučno-istraživačkim radom u okviru Laboratorije za metodiku hidrogeoloških istraživanja. Magistrirao je 1996. godine odbranom magistarskog rad pod nazivom "Hidrogeološke odlike sliva Jasenice i Kubršnice sa aspekta iskorišćavanja za vodosnabdevanje". Iste godine stekao je zvanje istraživač-saradnik..

Od osnivanja Računarskog centra na Departmanu za hidrogeologiju, 2004. godine, kao sistem-administrator rukovodi ovim centrom i učestvuje u nastavnim aktivnostima iz predmeta Računarstvo u hidrogeologiji. Bavi se primenom računara i primenom specijalističkog softvera u oblasti hidrogeologije. Učesnik je u izradi više domaćih i stranih projekata, elaborata i studija iz oblasti vodosnabdevanja i zaštite podzemnih voda. Autor je ili koautor 31 publikovanog rada, od čega dva rada sa SCI liste.

Član je Srpskog geološkog društva, a u periodu 1987-1994. bio je sekretar Sekcije za hidrogeologiju. Za rad u društvu nagrađen je Poveljom Srpskog geološkog društva.



Prilog 1.

## Izjava o autorstvu

Potpisani-a Bojan Hajdin

broj indeksa G-282

Izjavljujem

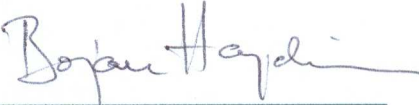
da je doktorska disertacija pod naslovom

**“Upravljanje resursima podzemnih voda severne Bačke”**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 15.10.2013.

  
\_\_\_\_\_

Prilog 2.

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Bojan Hajdin

Broj indeksa G-282

Studijski program Hidrogeologija

Naslov rada "Upravljanje resursima podzemnih voda severne Bačke"

Mentor Dr Zoran Stevanović, red. prof.

Potpisani/a Bojan Hajdin

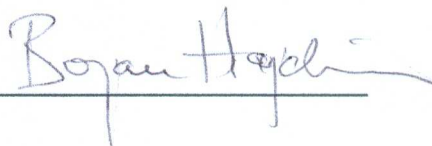
Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 15.10.2013.



Bojan Hajdin

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

**“Upravljanje resursima podzemnih voda severne Bačke”**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

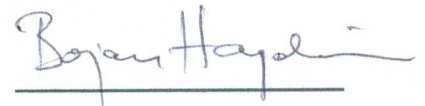
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poleđini lista).

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 15.10.2013.

  
\_\_\_\_\_