

MONITORING ARSENA U VODI BUNARA ZA VODOSNABDEVANJE STANOVNIŠTVA NA PODRUČJU JUŽNE BAČKE I SREMA

Analiza sadržaja arsena u podzemnoj vodi na teritoriji Južne Bačke i Srema je određivana u bunarima koji služe za vodosnabdevanje stanovništva (ukupno 174 bunara). Monitoringom su obuhvaćeni bunari iz opština Titel, Temerin, Bačka Palanka, Bački Petrovac, Žabalj, Novi Sad, Beočin, Ruma i Pećinci.

Analizu je vršio Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine.

Uzorkovanje vode je izvršeno u skladu sa „Pravilnikom o načinu uzimanja uzoraka i metodama za laboratorijsku analizu vode za piće“, Sl.list SFRJ, br.33/87.

Za određivanje sadržaja As primenjena je grafitna tehnika na atomskom apsorpcionom spektrofotometru (Perkin Elmer Analyst 700).

Sadržaj arsena u podzemnoj vodi koja služi za vodosnabdevanje Južne Bačke i Srema

Rezultati analize vode na sadržaj arsena iz bunara koji služe za vodosnabdevanje u Južnom Banatu su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Sadržaj arsena u vodi bunara koji služe za vodosnabdevanje u Južnoj Bačkoj i Sremu

R. br.	Naziv mesta	Naziv izvorišta	Šifra bunara	Dubina bunara (m)	Sadržaj As($\mu\text{g/l}$)
1.	Beočin	Dunav		23,6	45,3
2.	Banoštor		B-1	127	3,0
3.	Susek		Stari bunar	165	2,0
4.	Susek		Novi bunar	185	1,8
5.	Neštin		B-3	84	1,6
6.	Neštin		B-1	25	1,2
7.	Neštin		B-2	25	1,0
8.	Lug		B-1		1,4
9.	Sviloš		B-1		1,4
10.	Grabovo	„Kaptaža“			2,1
11.	Bački Petrovac		EB-1	403	25,1
12.	Bački Petrovac		EB-2	276	23
13.	Bački Petrovac		EB-3	86	20
14.	Bački Petrovac		EB-5	273	45
15.	Kulpin		KU-1	201	32
16.	Kulpin		KU-2	205	20
17.	Temerin	Vašarište	B-1	120	58
18.	Temerin	Vašarište	B-2	120	56
19.	Temerin	Vašarište	B-3	160	62
20.	Temerin	Vašarište	B-4	160	59
21.	Temerin	Vašarište	B-5	160	57
22.	Temerin	Vašarište	B-6	159	42
23.	Temerin	Vašarište	B-7	161	48
24.	Temerin	Staro Đurđevo	B-2	155	41
25.	Temerin	Staro Đurđevo	B-1	156	16
26.	Bački Jarak	Crpna stanica	B1/4	130	82

R. br.	Naziv mesta	Naziv izvorišta	Šifra bunara	Dubina bunara (m)	Sadržaj As($\mu\text{g/l}$)
27.	Bački Jarak	Crpna stanica	B1/3	130	34
28.	Bački Jarak	Crpna stanica	B2/3	130	107
29.	Bački Jarak	Crpna stanica	B3-žuti b.	185	28
30.	Bački Jarak	Livadice	B1/2	130	67
31.	Sirig		B-1	135	231
32.	Sirig		B-2	135	219
33.	Sirig		B-3	135	214
34.	Novi Sad	Štrand	BHD-6		12
35.	Novi Sad	Štrand	BHD-3		5,6
36.	Novi Sad	Štrand	BHD-1		10
37.	Novi Sad	Štrand	BHD-2		24
38.	Novi Sad	Štrand	BHD-4		37
39.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-5		10
40.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-1		5,6
41.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-3		2,3
42.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-4		4,0
43.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-5		1,8
44.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-6		2,9
45.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-3		6,0
46.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-11		18
47.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	VB-14		11
48.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-8		9,7
49.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-7		8,2
50.	Novi Sad	Petrovaradinska ada	BHD-6		13
51.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-2		6,6
52.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-3		5,4
53.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-4		6,5
54.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-6		3,2
55.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-7		3,0
56.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-8		1,8
57.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-9		1,8
58.	Novi Sad	Ratno ostrvo	BHD-10		5,9
59.	Titel		B-2	40	11
60.	Titel		B-3		1,1
61.	Titel		B-4	40	2,2

R. br.	Naziv mesta	Naziv izvorišta	Šifra bunara	Dubina bunara (m)	Sadržaj As (µg/l)
62.	Titel		B-5	40	1.7
63.	Grabovci		B-1/85	80	4.7
64.	Nikinci		BN-1/2005	103	11
65.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-7	50	2.6
66.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-8	50	3.0
67.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-9	50	3.0
68.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-6	50	2.5
69.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-2	50	3.0
70.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-3	55	3.0
71.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-4	54	3.7
72.	Ruma	Sava 1 Jarak	EBJ-5	50	3.0
73.	Ruma	Fišerov salaš	FB-10	147	6.7
74.	Ruma	Fišerov salaš	FB-5	147	6.2
75.	Ruma	Fišerov salaš	FB-1	150	2.0
76.	Ruma	Fišerov salaš	FB-2	150	2.0
77.	Fišerov salaš	Fišerov salaš	FB-6	144	2.9
78.	Ruma	Fišerov salaš	FB-11	148	3,9
79.	Ruma	Maloradinački špic	MRŠ-1/07	72	3,0
80.	Ruma	Borkovac	B-6	250	1.6
81.	Putinci		BEP-1/99	103	0.6
82.	Dobrinci		B-1	100	<0.5
83.	Mladenovo		B-3	161	65
84.	Mladenovo		B-4	167	71
85.	Mladenovo		B-2	161	60
86.	Karađorđevo	Gornji Majur	B-1	105	75
87.	Karađorđevo	Bunar pekara	B1	323	25
88.	Karađorđevo	Dečiji vrtić		328	1.9
89.	Novi Majur		B-1	107.7	55
90.	Novi Majur		B-2	113	67
91.	Bačka Palanka	Ristić put	B-1a	175	3.1
92.	Bačka Palanka	Ristić put	B-8a	185	1.9
93.	Bačka Palanka	Ristić put	B-10a	182	0.9
94.	Bačka Palanka	Ristić put	B-11a	185	<0.5
95.	Bačka Palanka	Ristić put	B-14	197.7	1.3
96.	Bačka Palanka	Ristić put	B-15	207	<0.5
97.	Bačka Palanka	Ristić put	B-7	200	<0.5
98.	Bačka Palanka	Ristić put	BP-7	46	48
99.	Bačka Palanka	Ristić put	B-16	230.6	<0.5
100.	Bačka Palanka	Ristić put	B-17	236.6	<0.5
101.	Bačka Palanka	Ristić put	B-6	181	<0.5
102.	Bačka Palanka	Ristić put	B-13	221	<0.5
103.	Bačka Palanka	Ristić put	B-12	223	<0.5
104.	Bačka Palanka	Ristić put	B-9	196	<0.5
105.	Bačka Palanka	Ristić put	BP-9	53	3.7
106.	Bačka Palanka	Ristić put	B-5a	193.8	<0.5

R. br.	Naziv mesta	Naziv izvorišta	Šifra bunara	Dubina bunara (m)	Sadržaj As(μ g/l)
107.	Bačka Palanka	Ristić put	B-3a	194	<0.5
108.	Bačka Palanka	Ristić put	B4	146.5	<0.5
109.	Bačka Palanka	Ristić put	B-2a	163	0.6
110.	Čelarevo	Voćnjak		280	<0.5
111.	Čelarevo	Rtić		280	<0.5
112.	Čelarevo	Ul. Milana Atlagića		280	1
113.	Despotovo	*B2-žuta voda	B2+B1	241; 74	52
114.	Despotovo		B5/2	74	18
115.	Pivnice		B1	280	15
116.	Pivnice		B2	280	16
117.	Parage		B1	230	2.1
118.	Silbaš		B2	175	13
119.	Silbaš		B1	200	13
120.	Gajdobra	Ul. Jovana Dučića		280	51
121.	Gajdobra	Hercegovačka škola		398	51
122.	Gajdobra	Ul. Fruškogorska		402	<0.5
123.	Nova Gajdobra		B-4	342	<0.5
124.	Nova Gajdobra		B-2	340	<0.5
125.	Obrovac	Ul. Mileta Protića	B-1	320	80
126.	Obrovac	Sportska	B-2	280	148
127.	Obrovac	Kod eko česme	B-3	280	77
128.	Tovariševo	Ul. Maršala Tita		204	40
129.	Tovariševo	Ul. Proleterska		208	37
130.	Hrtkovci		B-1 + B-2	124	8.9
131.	Hrtkovci	Ul. Radomira Putnika		120	8.2
132.	Klenak		B-2	192	0.8
133.	Platičevo		B-1	84	8.7
134.	Platičevo		B-2	80	8.3
135.	Platičevo		B-3	103	7.3
136.	Brestač		Novi	167	6.5
137.	Brestač		Stari	430	7.2
138.	Subotište		B-2	171	42
139.	Donji Tovarnik		B-1	78	10
140.	Ogar		B-1	76	14
141.	Obrež		B-2	68	46
142.	Obrež		B-1	66	37
143.	Kupinovo		B-2	92	2.6
144.	Ašanja		B-2	180	2.5
145.	Deč		Stari B-1	120	17
146.	Deč		Novi B-2	140	11
147.	Karlovčić		Stari B-1	120	76

R. br.	Naziv mesta	Naziv izvorišta	Šifra bunara	Dubina bunara (m)	Sadržaj As ($\mu\text{g/l}$)
148.	Karlovčić		Novi B-2	80	45
149.	Sremski Mihaljevci		Stari B-1	142	12
150.	Prhovo		B-1	220	14
151.	Šimanovci		B-2	85	11
152.	Šimanovci		B-1	85	17
153.	Šimanovci		B-3	85	13
154.	Pećinci	Trafo	B-1	120	3.5
155.	Pećinci		B-2	120	2.1
156.	Sibač		B-1	130	32
157.	Sibač	"Živa voda"		446	<0.5
158.	Popinci		B-1	101	<0.5
159.	Čurug		B-4	137.7	47
160.	Čurug		B-3	82	12
161.	Čurug		B-5	146	61
162.	Čurug	Zbirno B-4,B-3,B-5, B-1			43
163.	Đurđevo		B-1	118	<0.5
164.	Đurđevo		B-2	102	<0.5
165.	Gospođinci		B-1	112	12
166.	Gospođinci		B-2	115	15
167.	Žabalj		B-6	130	11
168.	Žabalj		B-5	127	6.3
169.	Žabalj		B-4	116	15
170.	Žabalj	Zbirno B-6,B-5,B-4, B-2			12
171.	Irig				2.3
172.	Vrdnik				1.9
173.	Šatrinci				2.3
174.	Prnjavor				<0.5

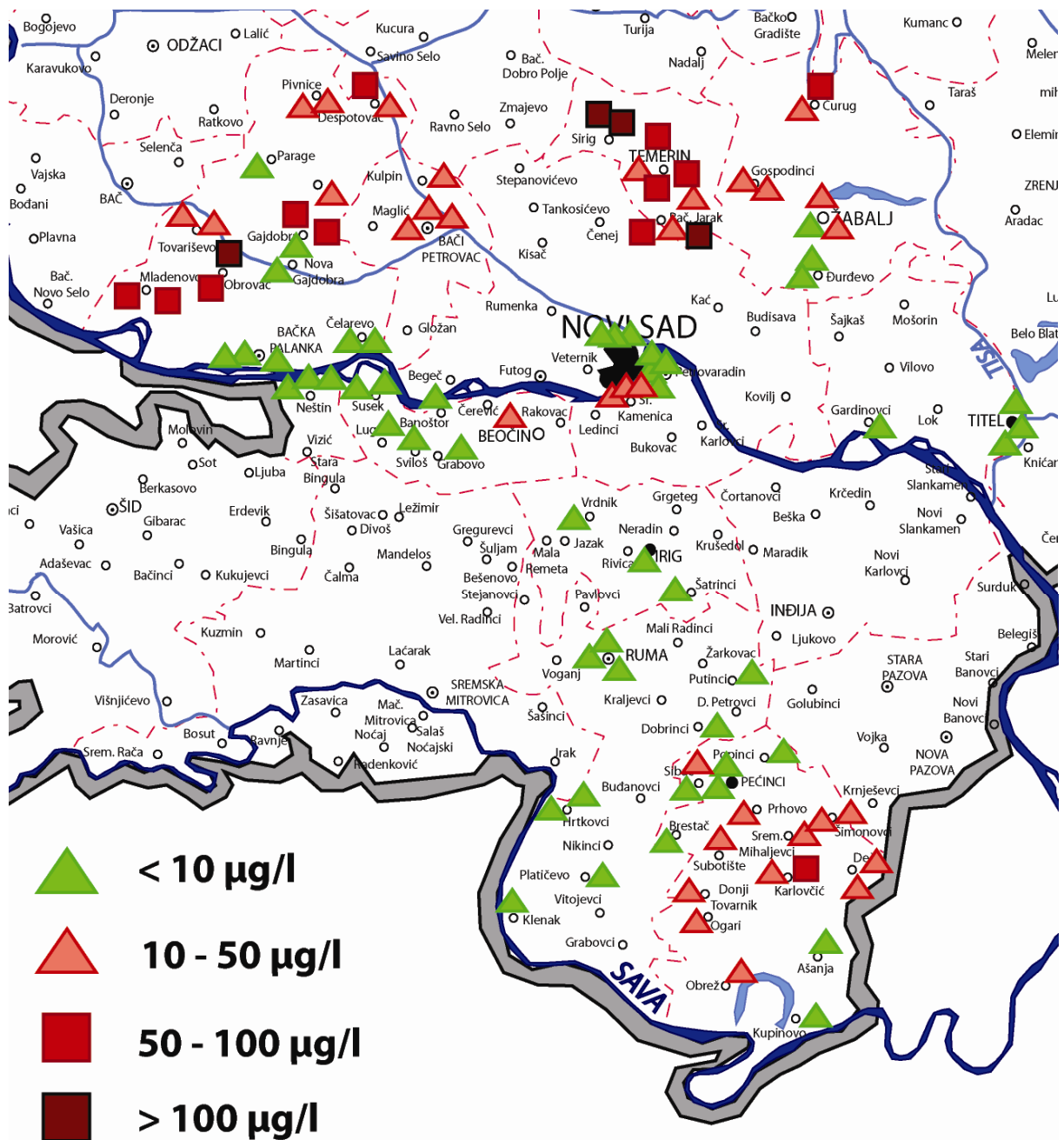
Prostorni raspored bunara koji sadrže arsen na teritoriji Južne Bačke i Srema

Na slici 1. prikazan je prostorni raspored bunara u Južnoj Bačkoj i Sremu. Da bi se vizuelno uočio problem, na karti su bunari svrstani u četiri grupe u zavisnosti od sadržaja arsena.

- Prva grupa su bunari sa sadržajem arsena ispod 10 $\mu\text{g/l}$;
- Druga grupa su bunari sa sadržajem arsena od 10-50 $\mu\text{g/l}$;
- Treća grupa bunara sa sadržajem arsena od 50-100 $\mu\text{g/l}$;
- Četvrta grupa bunara sa sadržajem arsena iznad 100 $\mu\text{g/l}$.

Najmanji sadržaj arsena je detektovan u srednjem i severnom Sremu i istočnom delu Južne Bačke. Najveći sadržaj je detektovan u Opštini Temerin i to u naselju Sirig. Interesantno je navesti da je i u izvorištu Novog Sada "Petrovardinska ada" i jednim delom "Štrand" detektovan arsen. Veći deo arsena se uklanja na postrojenju za pripremu vode za Novi Sad vezivanjem za istaloženi gvožđe(III)-hidroksid. U opštini Pećinci arsen se nalazi u bunarima koji se nalaze u

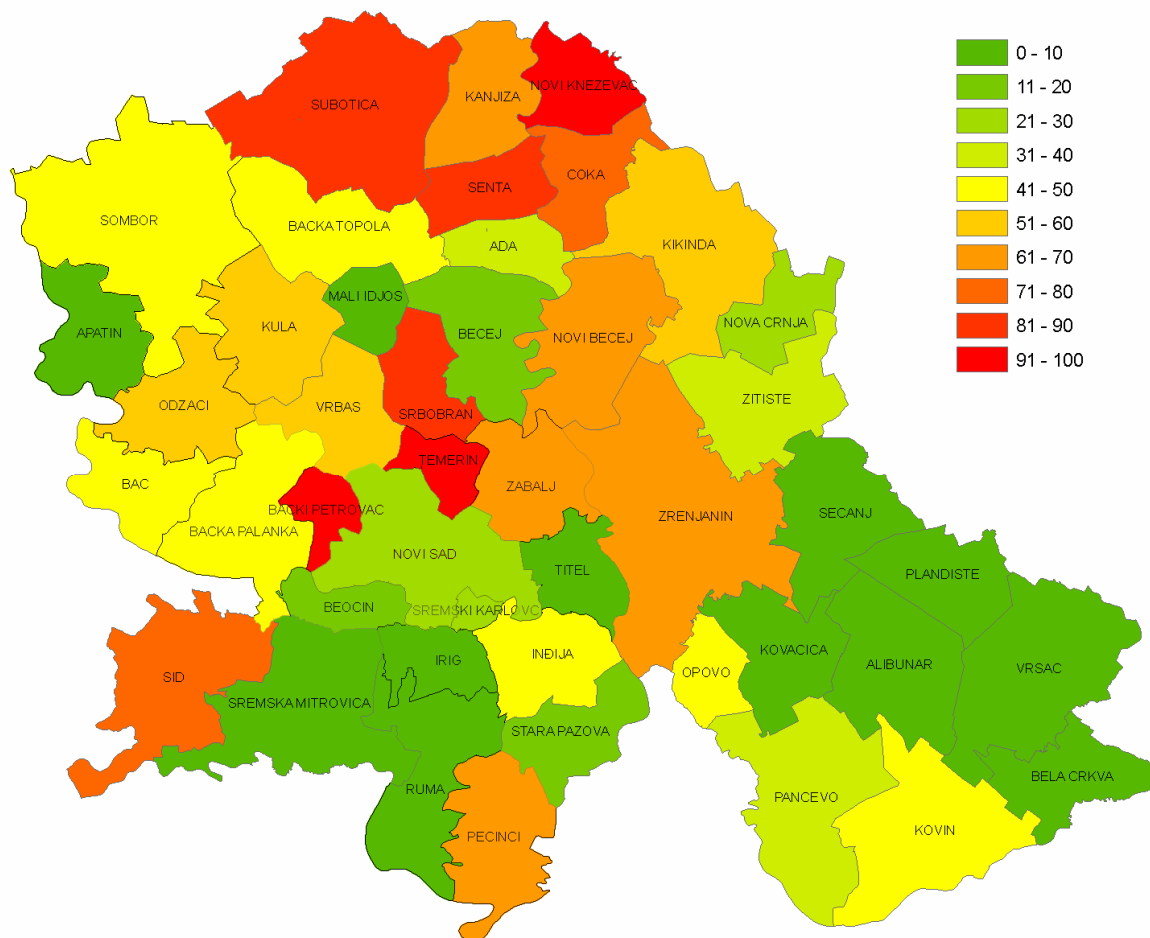
centralnom delu opštine. U opštini Bački Petrovac u svom bunarima je detektovan arsen. U opštini Bačka Palanka arsen je detektovan u bunarima koji se nalaze u severnim delovima opštine.



Slika 1. Prostorni raspored bunara koji služe za vodosnabdevanja, a nalaze se na teritoriji Južne Bačke i Srema

ZAKLJUČAK

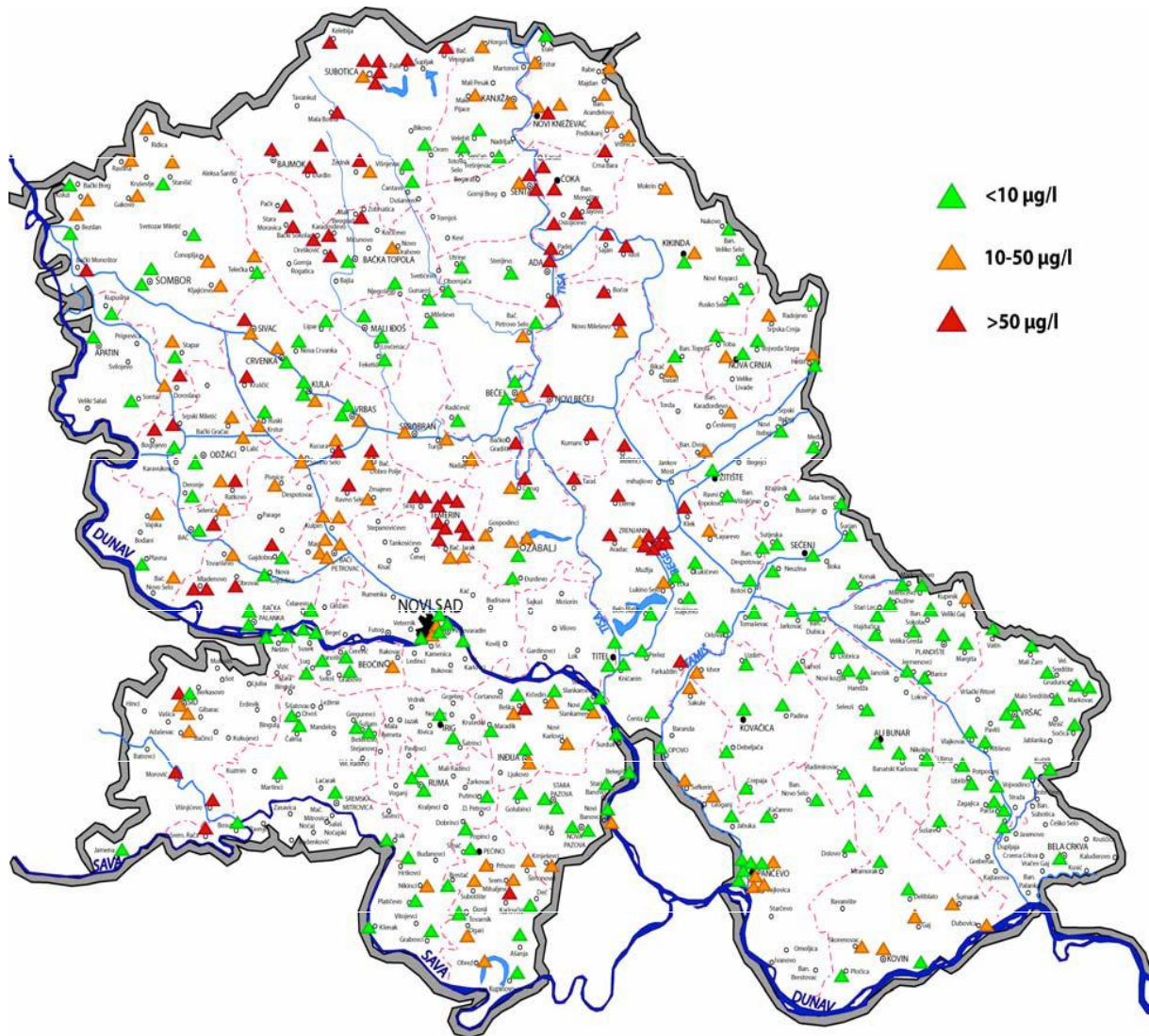
Veliki deo podzemnih voda u AP Vojvodini sadrži neprihvatljivo visoku koncentraciju arsena u slučaju da se te vode koriste za piće. Na žalost, većina vodovoda u Vojvodini ne poseduje tehnologije za uklanjanje arsena iz podzemnih voda, te je sadržaj arsena u vodi za piće na većem delu teritorije AP Vojvodine iznad 10 µg/l koliko je dozvoljeno Pravilnikom (Sl.list SRJ 42/98). Na slici 26 prikazana je procentualna zastupljenost bunara po opštinama koji služe za vodosnabdevanje stanovništva, a čije vode sadrže više od 10 µg/l.



Slika 2. Procentualna zastupljenost bunara u Opštinama čija voda sadrži arsen iznad 10 µg/l, a koji služe za snabdevanje stanovništva vodom za piće

Na slici 2. prikazan je teritorijalni raspored bunara iz kojih se vrše vodosnabdevanja, a koji sadrže arsen ispod 10 µg/l, u opsegu od 10-50 i iznad 50 µg/l. Ovakav prikaz je odabran kako bi se obeležile oblasti gde bi hitno morale da se primene tehnička rešenja za smanjenje sadržaja arsena u vodi (>50 µg/l). Smanjenje maksimalno dopuštene koncentracije As u vodi za piće sa 50 µg/l na 10 µg/l u propisima kod nas i u svetu su se desilo 1988. godine. Kako uklanjanje arsena iz vode za piće zahteva znatna finansijska sredstva, za rešavanje ovog problema bi se morao napraviti vremenski plan. Prvo da se snize koncentracije arsena u vodovodima koji imaju koncentraciju arsena iznad 50 µg/l (npr. u sledeće 3 godine), a nakon toga iznad 10 µg/l. Ovo je prikladniji način

nego pasivan stav da nema sredstava i da se već 10 godina (sem u delu subotičkog vodovoda) ništa ne radi na uklanjanju arsena iz vode za piće, sem zabrane korišćenja vode za piće iz vodovoda (ne svih) koji sadrže arsen u vodi za piće iznad dozvoljenih koncentracija. Ovakva praksa privremenih izuzetaka za neke zajednice ili oblasti za određeni period vremena je zabeležena pri ulasku Mađarske u Evropsku Uniju kada im je produžila rok do 2009. godine za dostizanje standarda od 10 µg/l za arsen.



Slika 3. Sadržaj As u podzemnoj vodi koja se koristi za vodosnabdevanje

Dosadašnja eksperimentalna istraživanja na životinjama i epidemiološke studije na humanoj populaciji su dokazala toksična i kancerogena svojstva arsena. Prema klasifikaciji IARC (Međunarodna agencija za istraživanje raka) neorganski trovalentni arsen je svrstan u grupu I, što znači da je dokazano kancerogen za čoveka, dok su petovalentni neorganski arsen i organski arsen, kao i njihova jedinjenja svrstani u toksične supstancije (IARC, 2004). Osim toga, pri ograničenom broju *in vivo* i *in vitro* testova utvrđeno je i mutageno dejstvo arsena (hromozomalne aberacije). Imajući ovo u vidu, kontrola sadržaja arsena u vodi za piće je od posebnog značaja, jer na ovaj način može doći do hroničnog izlaganja ovom polutantu.

Hronična trovanja arsenom nisu utvrđena na teritoriji AP Vojvodine, što ne znači da ih nema. Značajnih istraživanja kod nas nije ni bilo, bilo da je u pitanju arsen ili neki drugi hazardni sastojak vode za piće (npr. trihalometani, povećan sadržaj natrijuma itd.).