



Centar
izvrsnosti za
hemiju okoline i
procenu
rizika

MALI VODOVODNI SISTEMI

Profesor dr Božo Dalmacija
Prirodno-matematički fakultet Novi Sad
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine





Značaj malih vodovodnih sistema

- ❑ Istraživanja SZO koja je obuhvatila 91 zemlju u razvoju, sa oko 472 miliona stanovnika u urbanim sredinama i oko 1,24 miliona stanovnika na selu, pokazuju da se
 - **50% urbanog stanovništva snabdeva vodom iz gradskih vodovoda,**
 - **dok u seoskim područjima zdravu pitku vodu ima samo 14% stanovnika.**



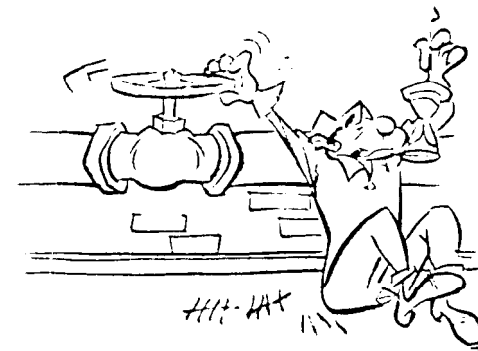
U cilju ukazivanja važnosti malih sistema za vodosnabdevanje potrebno je istaći:

- Da su mali vodovodni sistemi uopšteno u praksi mnogobrojniji od velikih vodovodnih sistema.
- Da predstavljaju mala postrojenja na koje je priključeno od nekoliko stotina do nekoliko hiljada potrošača.
- Da u reonu jednog velikog uređaja može da postoji postoji čitav niz malih uređaja
 - koji svojim kapacitetima **dopunjavaju postojeći kapacitet u sezonama najveće potrošnje**, ili
 - **popravljaju na određeni način kvalitet vode velikog sistema.**



Postoje dve kategorije malih uređaja za vodosnabdevanje:

- **Kompaktni sistemi malog kapaciteta**
 - za snabdevanje malih naselja ili
 - za povećanje ukupnog raspoloživog kapaciteta pijaće vode
- **Mali uređaji za poboljšavanje kvaliteta vode kod neposrednih potrošača.**





Šta karakteriše male vodovodne sisteme

- **Kapacitet vode za piće kod malih vodovoda** može da varira od 1 l/s do nekoliko desetina litara u sekundi.
- Bez obzira na kapacitet, **voda proizvedena na malim vodovodima mora da bude potpuno bezbedna za piće.**
- Mali vodovodni sistemi se suočavaju sa **tehničkim i sanitarnim problemima** kao i veliki sistemi.



Izgradnja malih vodovodnih sistema zavisiće:

- Od broja i prostornog rasporeda stanovništva,
- Od fizičkog obima proizvodnje u tim naseljima.





- U vodosnabdevanju ne smeju se zapostaviti mali sistemi i lokalna izvorišta, **jer pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama:**
 - prirodne katastrofe, havarije na regionalnim cevovodima, ratni uslovi, terorizam itd.).
- **Mali vodovodi i lokalni sistemi (ili mikroregionalni sistemi) moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na viskom tehnološkom nivou,** kako bi se mogli trajno zadržati u budućem regionalnom sistemu.



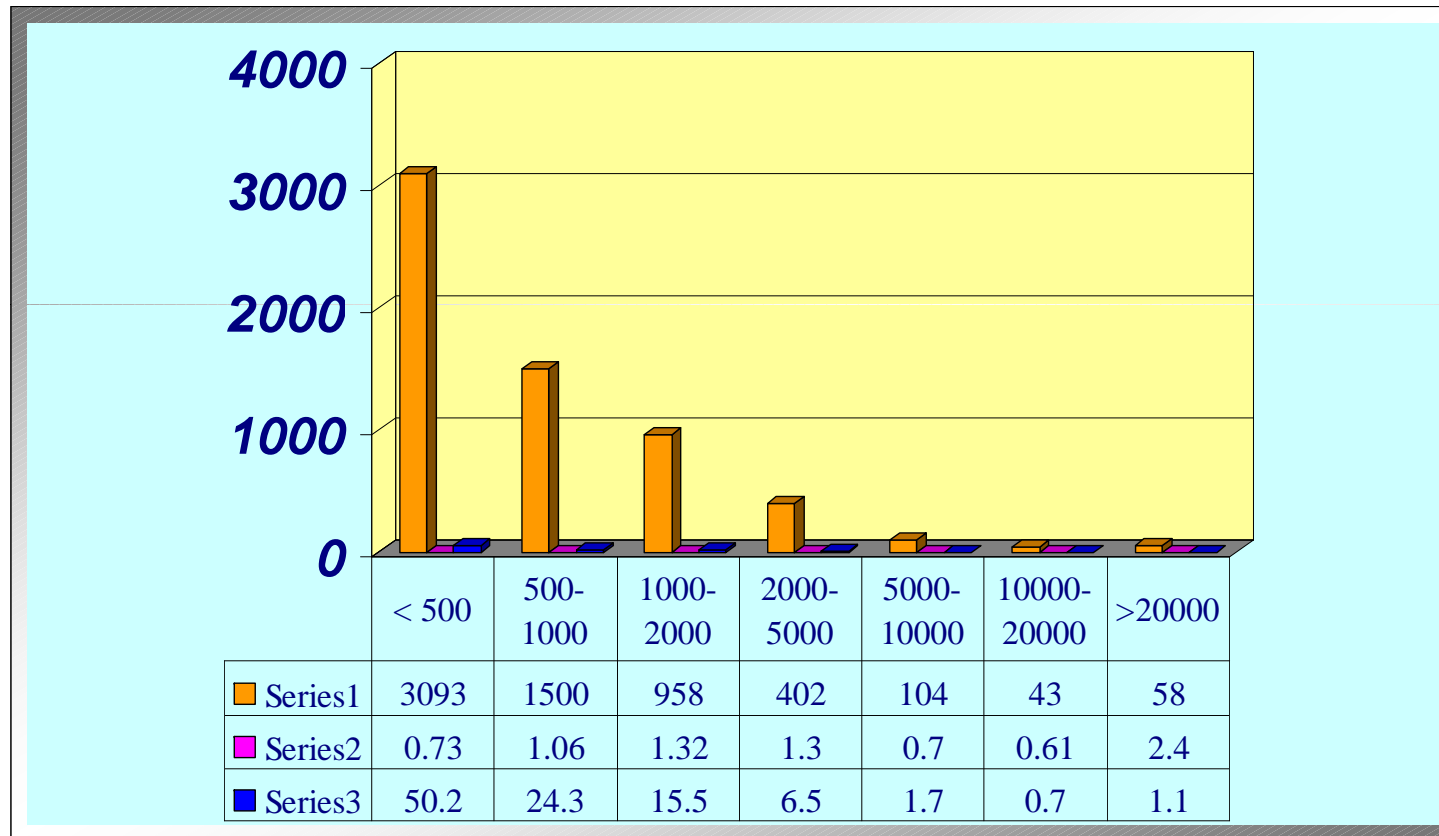
Najčešći uzrok neadekvatnog funkcionisanja malih vodovodnih sistema je

- loš dizajn (nisu dobro projektovana),
- neadekvatno održavanje,
- mala sredstva za održavanje,
 - što je u slučaju velikih postrojenja zbog povećane odgovornosti ređa pojava.

Važno je da mali vodovodi funkcionišu bezbedno zbog činjenice da ipak veliki deo populacije zavisi od kvaliteta vode proizvedene van velikih vodosnabdevačkih kapaciteta.



Kako je stanje kod nas



Seriya 1. Broj naselja

Seriya 2. Ukupan broj stanovnika u naseljima u milionima

Seriya 3. % zastupljenost naselja određene veličine



PRIMER!

Način snabdevanje vodom za piće stanovništva u AP Vojvodini

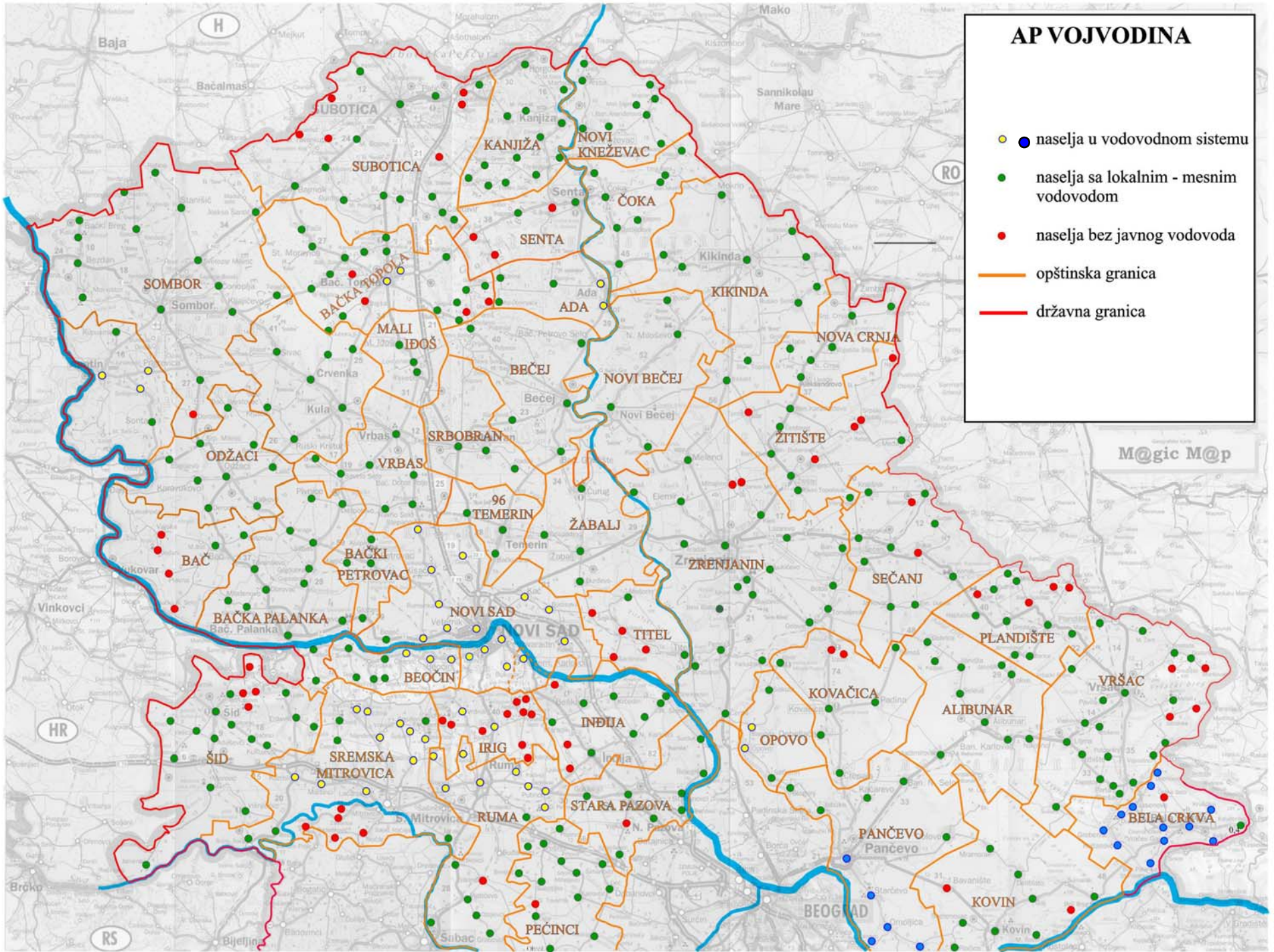
- Organizovano snabdevanje vodom ima **372** naselja
- Organizovano je putem **307** vodovoda
 - **157** vodovoda u nadležnosti javnih preduzeća i pokriva **222** naselja
 - **150** vodovoda u isto toliko naselja je u nadležnosti mesnih zajednica



DRUGI PROBLEM!

**Grupa od 91 naselja bez vodovoda
(ukupno oko 192.000 stanovnika)**

Broj naselja	Broj naselja bez vodovoda	Broj stanovnika
64	35	do 500
62	21	500-1000
118	19	1000-2000
138	14	2000-5000
48	2	5000-10000



AP VOJVODINA

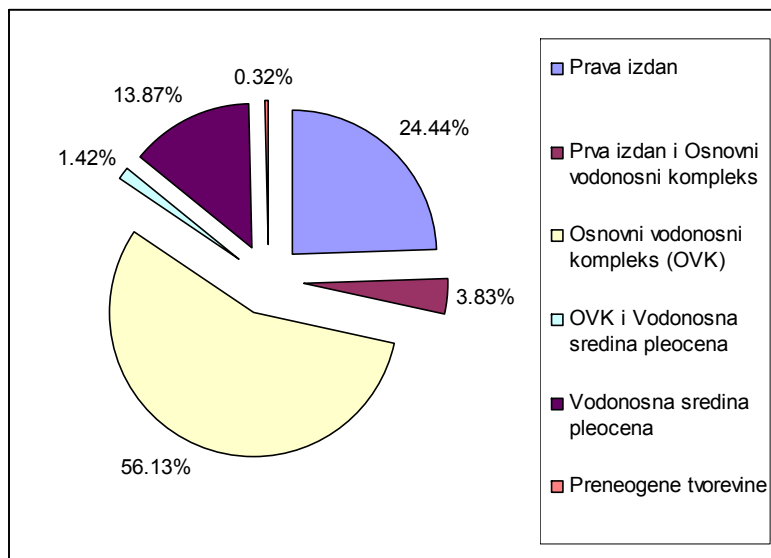
- ● naselja u vodovodnom sistemu
- naselja sa lokalnim - mesnim vodovodom
- naselja bez javnog vodovoda
- opštinska granica
- državna granica

M@Gic M@p



Javno snabdevanje stanovništva AP Vojvodine vodom orjentisano je isključivo na korišćenje podzemnih voda iz različitih vodonosnih sredina.

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

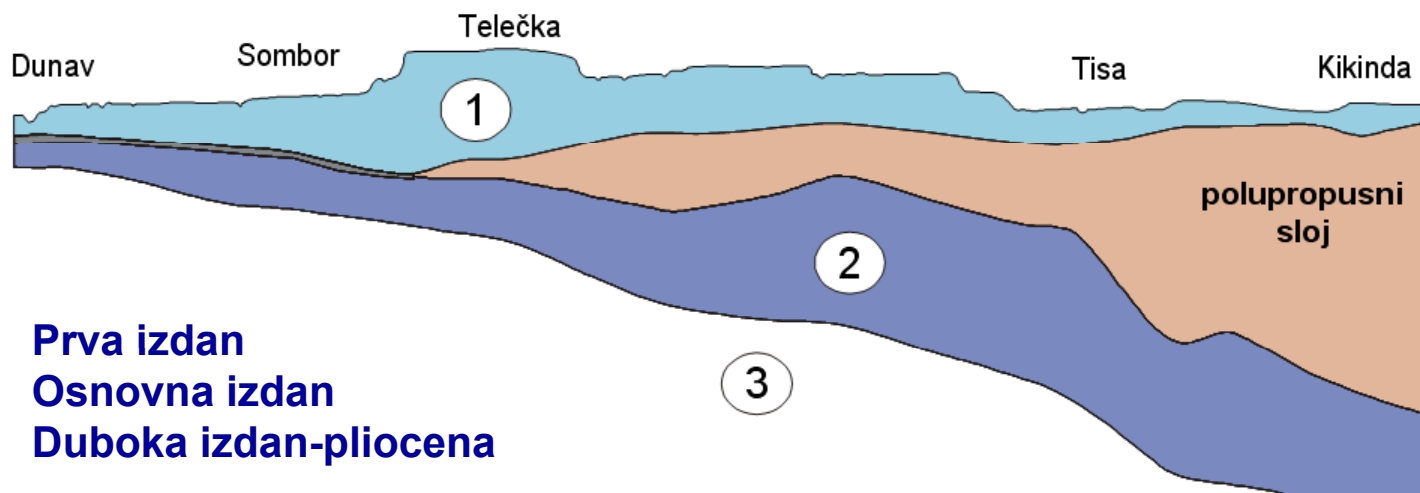




Šta je problem?

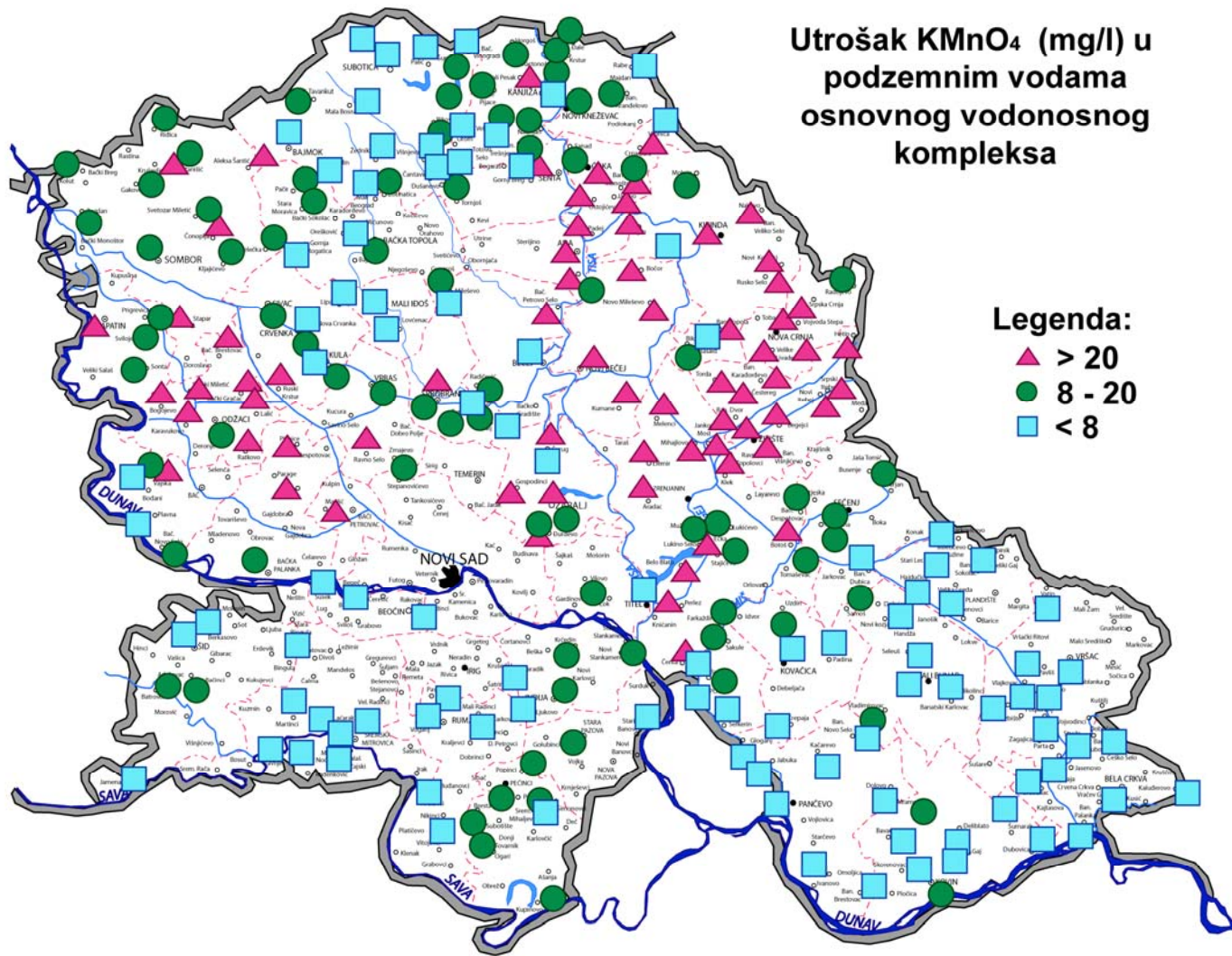
Kvalitet podzemne vode i AP Vojvodini

- **Slobodne izdani:** Povećan sadržaj organskih materija, ukupna mineralizacija, gvožđe, amonijak, mangan... **Podzemne vode u površinskim slojevima zemljišta. Izložene zagađenju i malo upotrebljive (izuzev u priobalju reka).**
- **Osnovni vodonosni kompleks:** prirodne organske materije, mestimično ukupna mineralizacija, gvožđe, amonijak, arsen... **Glavni izvor vodosnabdevanja satnovništva.**
- **Vodonosni horizont pliocenske starosti:** visoka mineralizacija, gvožđe, mangan... **Koristi se za vodosnabdevanje, ali manje, limitirane količinom i kvalitetom vode.**



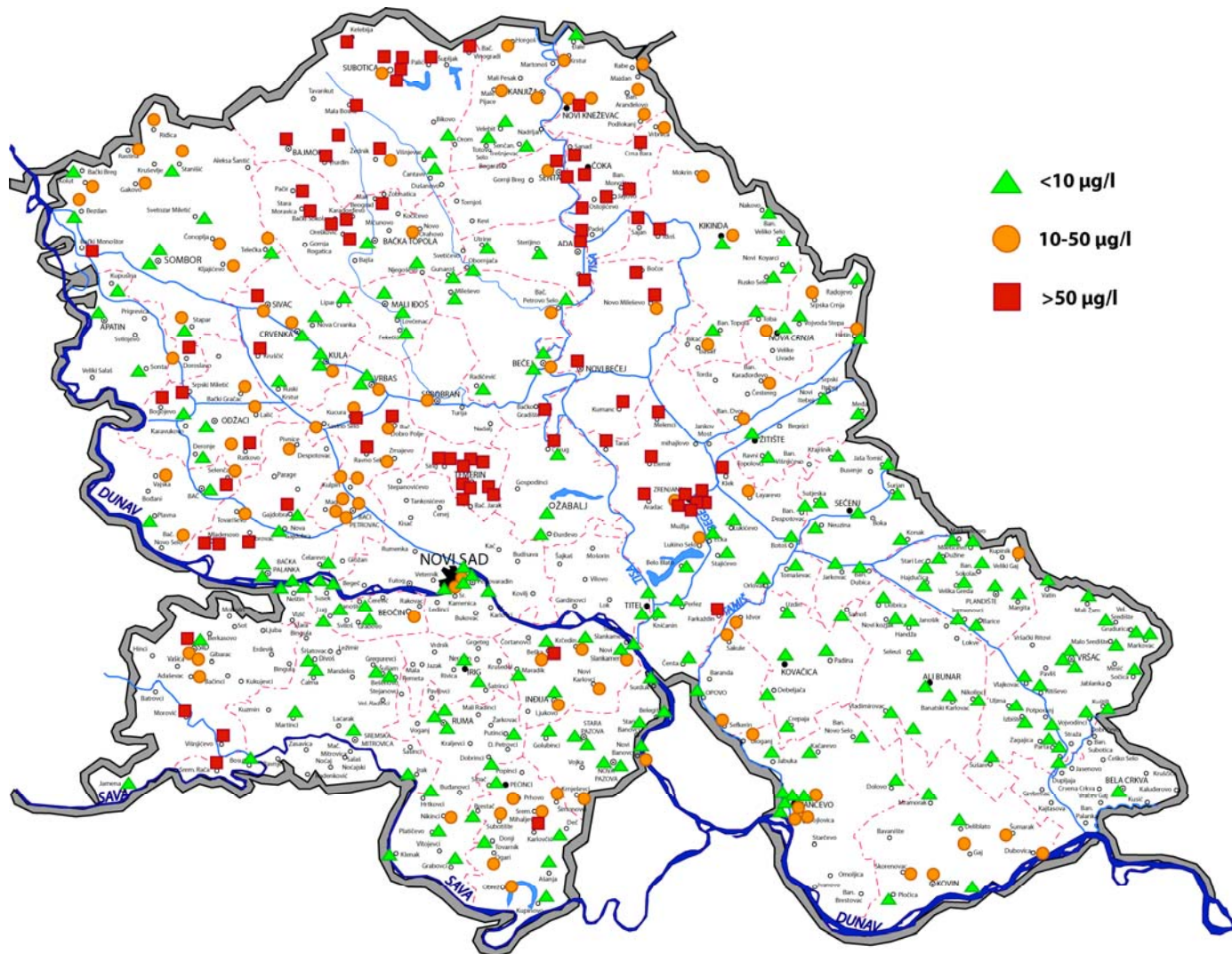


Sadržaj prirodnih organskih materija u podzemnim vodama osnovnog vodonosnog kompleksa određenih preko utroška kalijum-permanganata



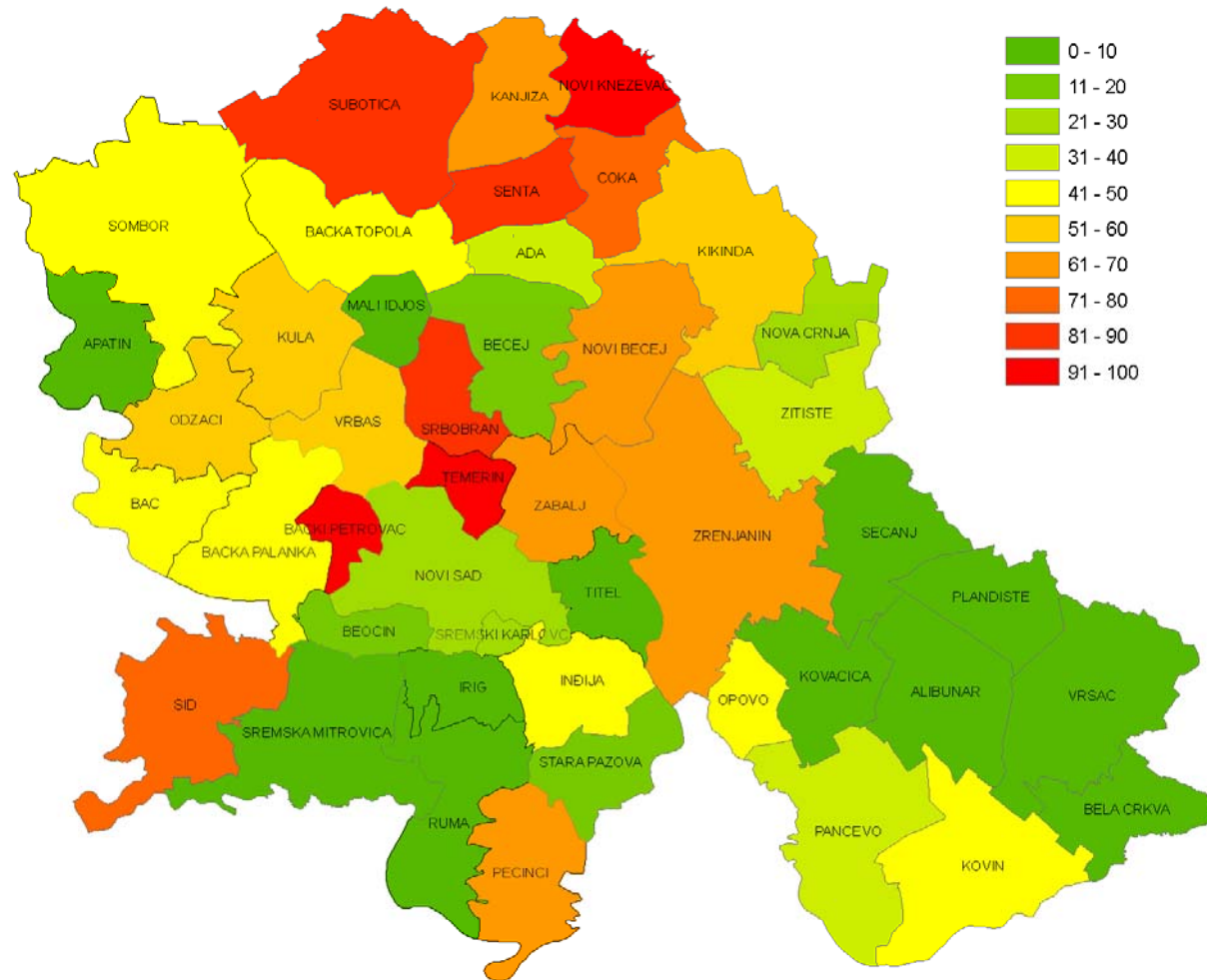


Sadržaj As u podzemnoj vodi koja se koristi za vodosnabdevanje





Procentualna zastupljenost bunara u opštinama čija voda sadrži arsen iznad $10 \mu\text{g/l}$, a koji služe za snabdevanje stanovništva vodom za piće





Nedovoljan broj postrojenja za preradu vode

Postrojenja za preradu vode – "fabrike vode"

18 PPV u Vojvodini

Kapacitet: 20-1500 l/s





Kvalitet isporučениh voda za vodosnabdevanje u Vojvodini u toku 1991. godine

OKRUG	% odstupanja od propisanih standarda – fizičko-hemijski	% odstupanja od propisanih standarda – mikrobiološki	Najčešći uzrok odstupanja kvaliteta
SEVERNOBAČKI	41,9	10,3	NO ₂ , Fe, utrošak KMnO ₄ , mutnoća, hloridi, <i>aerobne mezof. bakt., koli. b. Sulf. red. Klost., Proteus, S.fecalis, Pseudomonas</i>
SREDNJEBAČKI	100	50,7	Fe, utrošak KMnO ₄ , NH ₄ , Na, As, boja, saprofitne bakterije, MPN, <i>E.coli</i>
SEVERNOBANATSKI	100	25,9	Fe, utrošak KMnO ₄ , rez. hlor. Na, As, C.bakterije, MPN, <i>E. coli, Proteus, Ciklobacter, Paeruginosa</i>
JUŽNOBANATSKI	47,1	25,7	NO ₂ , Fe, utrošak KMnO ₄ , Mn, mutnoća, hlor, boja, fekalne i koliformne bakterije, S.bakterije
ZAPADNOBAČKI	43,9	14,3	Fe, utrošak KMnO ₄ , hloridi, <i>E.coli. Strept. Faecalis. ukupan broj bakt., MPN</i>
JUŽNOBAČKI	59,3	6,8	NO ₂ , Fe, utrošak KMnO ₄ , Mn, NH ₄ , mutnoća, boja, rez. hlor, aerobne mezof. bakt., koli.bakterije, fekalne i koliformne bakt., <i>Bacillus</i>
SREMSKI	46,9	44,9	rezidualni hlor, povećan ukupan broj aerob.mezofil.bakterija



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

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

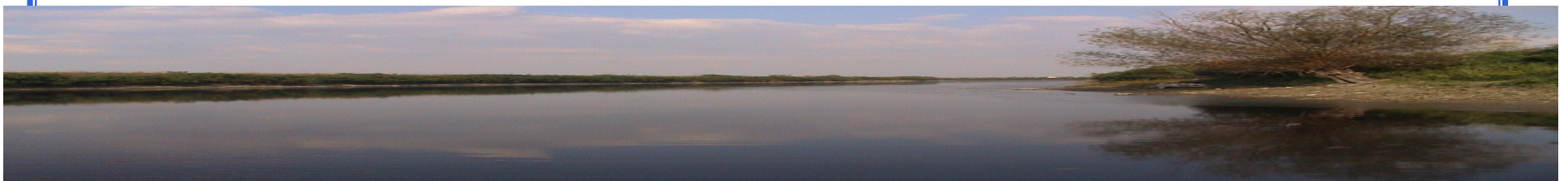


Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti (**mikrobiološki parametri**) sirove vode po okruzima, 2006. godina

Okrug	Analize mikrobioloških parametara		
	ukupan broj uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Južnobački	889	33	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija, <i>Proteus</i> vrste, Streptokoke fekalnog porekla, <i>Pseudomonaas aeruginosa</i>
Zapadnobački	132	6	povećan broj koliformnih bakterija, sulfitoredujuće klostridije, <i>E. Coli</i> , aerobne mezofilne bakterije,
Severnobački	1380	18	aerobne mezofilne bakterije, povećan broj koliformnih bakterija, <i>Proteus</i> vrste, koliformne bakterije fekalnog porekla, <i>Pseudomonaas aeruginosa</i> , streptokoke fekalnog porekla, sulfitoredujuće klostridije
Severnobanatski	633	27	aerobne mezofilne bak., kolif. bakterije fekalnog porekla, Streptok. fekalnog porekla, povećan broj kolifor. bakterija, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus</i> vrste
Srednjobanatski	1582	31	povećan broj koliformnih bakterija, aerobne mezofilne bakterije, sulfitoredujuće klostridije, streptokoke fekalnog porekla, <i>Proteus</i> vrste, <i>Pseudomonaas aeruginosa</i>
Južnobanatski	43	21	aerobne mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Sremski	360	8	aerobno mezofilne bakterije



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





- **Analizom podataka o broju naselja i njihovoj veličini zaključeno je da na teritoriji Srbije 48,3% stanovnika stanuje u naseljima ispod 10 000 stanovnika.**
- Uzimajući u obzir da je jedan deo tih naselja priključen za regionalne vodovode, ipak se nameće zaključak da se mora posvetiti posebna pažnja
 - **izgradnji i održavanju malih vodovoda,**
 - jer izgradnja velikih regionalnih sistema neće biti ostvarena u skoroj budućnosti zbog sadašnje ekonomske situacije.



- Polazeći od prethodnih činjenica i Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ br. 42/98) da je
- **“javno snabdevanje” stanovništva vodom za piće snabdevanje vodom više od pet domaćinstava, odnosno više od 20 stanovnika”**
- Nameće se potreba
 - **Hitnog razvijanja strategije za obezbeđivanje kvalitetne vode za male vodovode i**
 - **Projektovanje najekonomičnijeg monitoringa malih vodovodnih sistema**



Centar
izvrsnosti za
hemiju okoline i
procenu
rizika

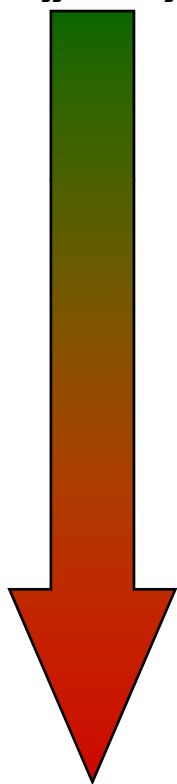
Primer razvoja malih vodovodnih sistema u Vojvodinu

IZVOD iz **STRATEGIJA VODOSNABDEVANJA I ZAŠTITE VODA U AP VOJVODINI**



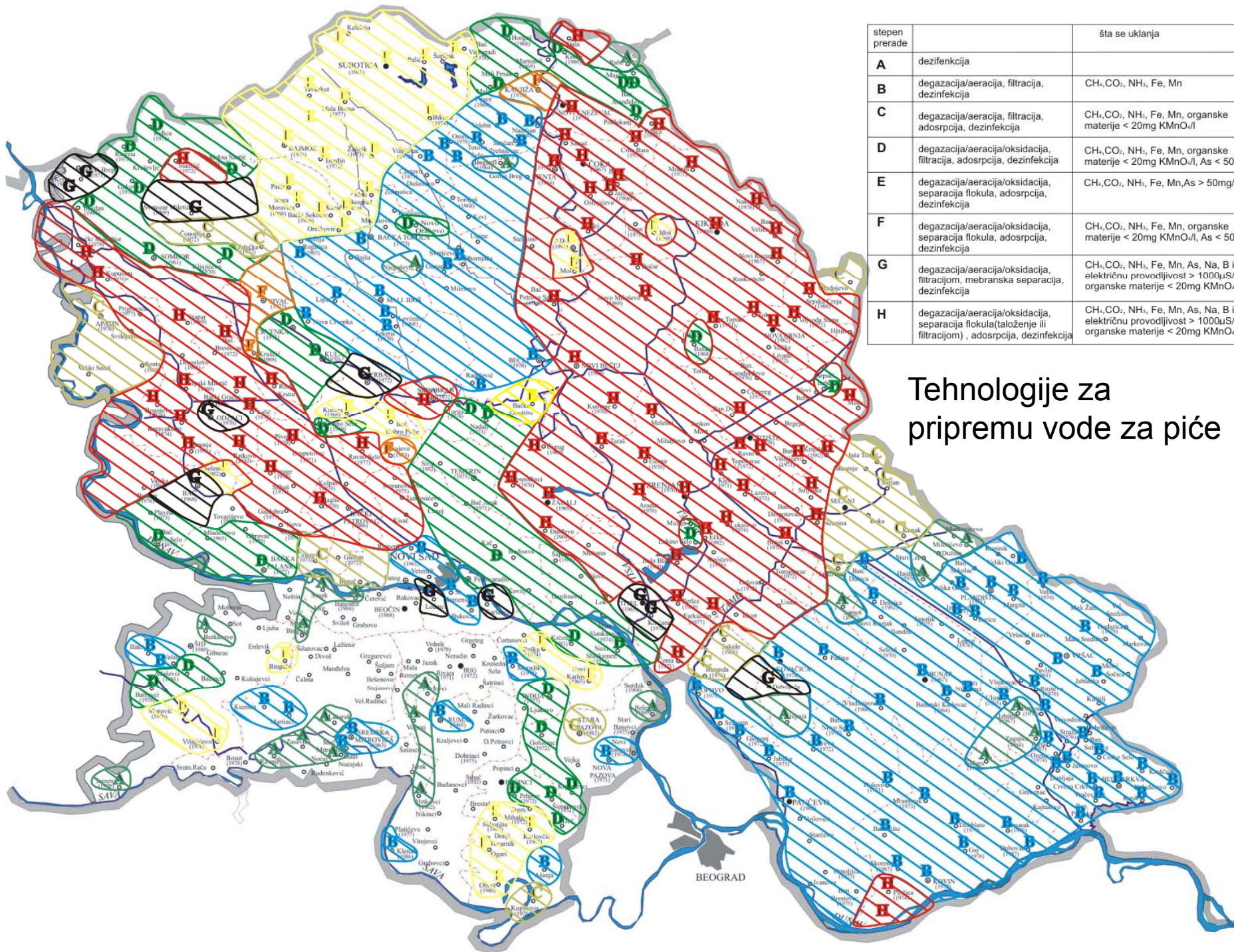
Postupci pripreme vode za piće iz postojećih lokalnih izvorišta

Najjeftiniji



Najskuplji

Proces	Postupak pripreme	Parametar na koji se deluje
A	Dezinfekcija	mikroflora vode
B	degazacija/aeracija, filtracija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn
C	degazacija/aeracija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, organske materije < 20 mg KMnO₄/l
D	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As < 50 mg/l , organske materije < 20 mg KMnO₄/L,
E	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As > 50 mg/l
F	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As > 50 mg/l, organske materije < 20 mg KMnO₄/L,
G	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, membranska separacija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , elektroprovodljivost > 1000 μS/cm, NH ₃ , Fe, Mn, As, Na, B, organske materije < 20 mg KMnO₄/l
H	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, mebranska separacija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , elektroprovodljivost > 1000 μS/cm, NH ₃ , Fe, Mn, As, Na, B, organske materije > 20 mg KMnO₄/l



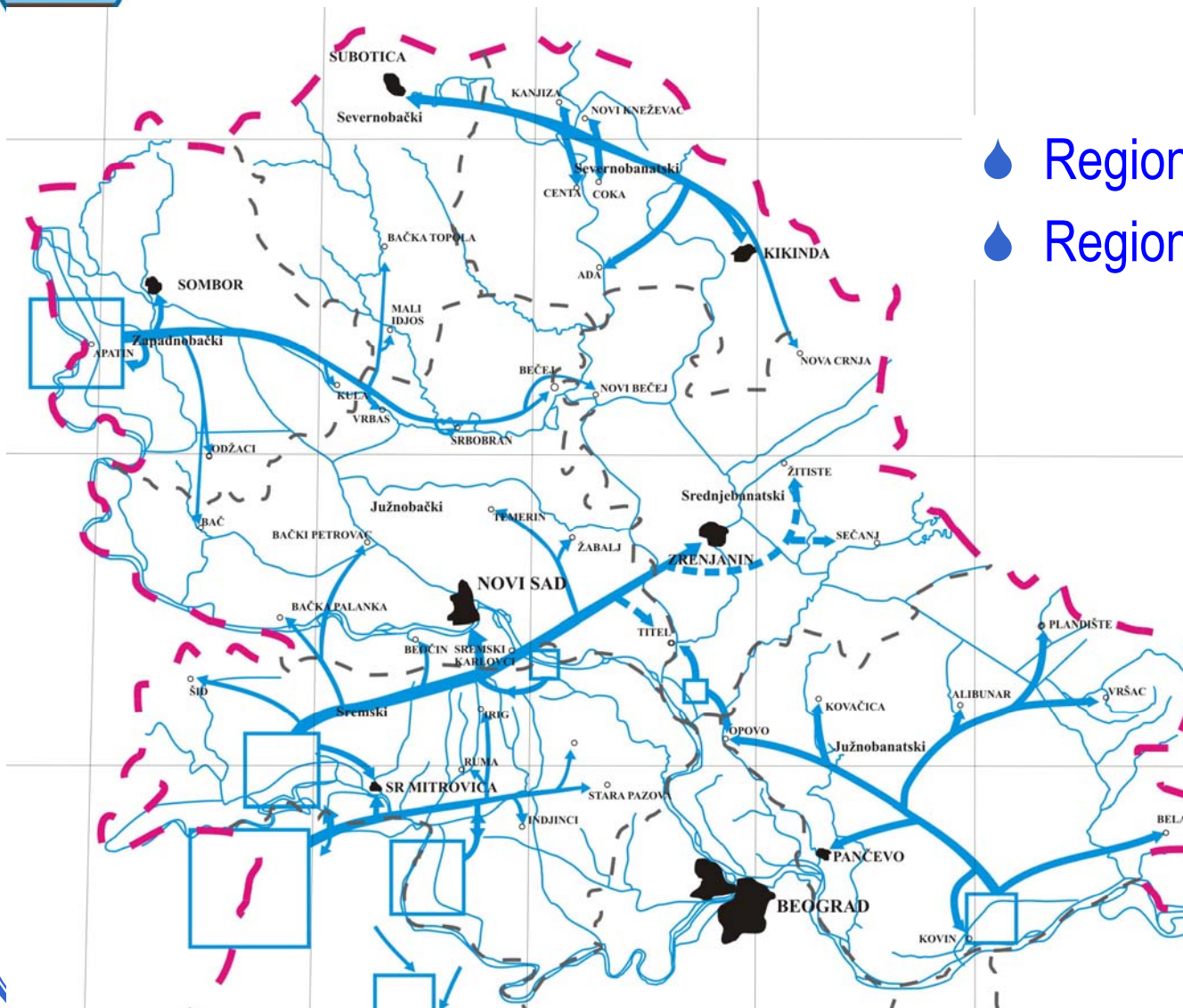
stepen prerade		šta se uklanja
A	dezinfekcija	
B	degazacija/aeracija, filtracija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn
C	degazacija/aeracija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, organske materije < 20mg KMnO ₄ /l
D	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracija, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, organske materije < 20mg KMnO ₄ /l, As < 50mg/l
E	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As > 50mg/l
F	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula, adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, organske materije < 20mg KMnO ₄ /l, As < 50mg/l
G	degazacija/aeracija/oksidacija, filtracijom, membrana separacija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As, Na, B i električnu provodljivost > 1000μS/cm, i organske materije < 20mg KMnO ₄ /l
H	degazacija/aeracija/oksidacija, separacija flokula(taloženje ili filtracijom), adsorpcija, dezinfekcija	CH ₄ , CO ₂ , NH ₃ , Fe, Mn, As, Na, B i električnu provodljivost > 1000μS/cm, i organske materije < 20mg KMnO ₄ /l

Tehnologije za pripremu vode za piće



Šta je do sada predlagano

- Regionalna izvorišta i
- Regionalni sistemi



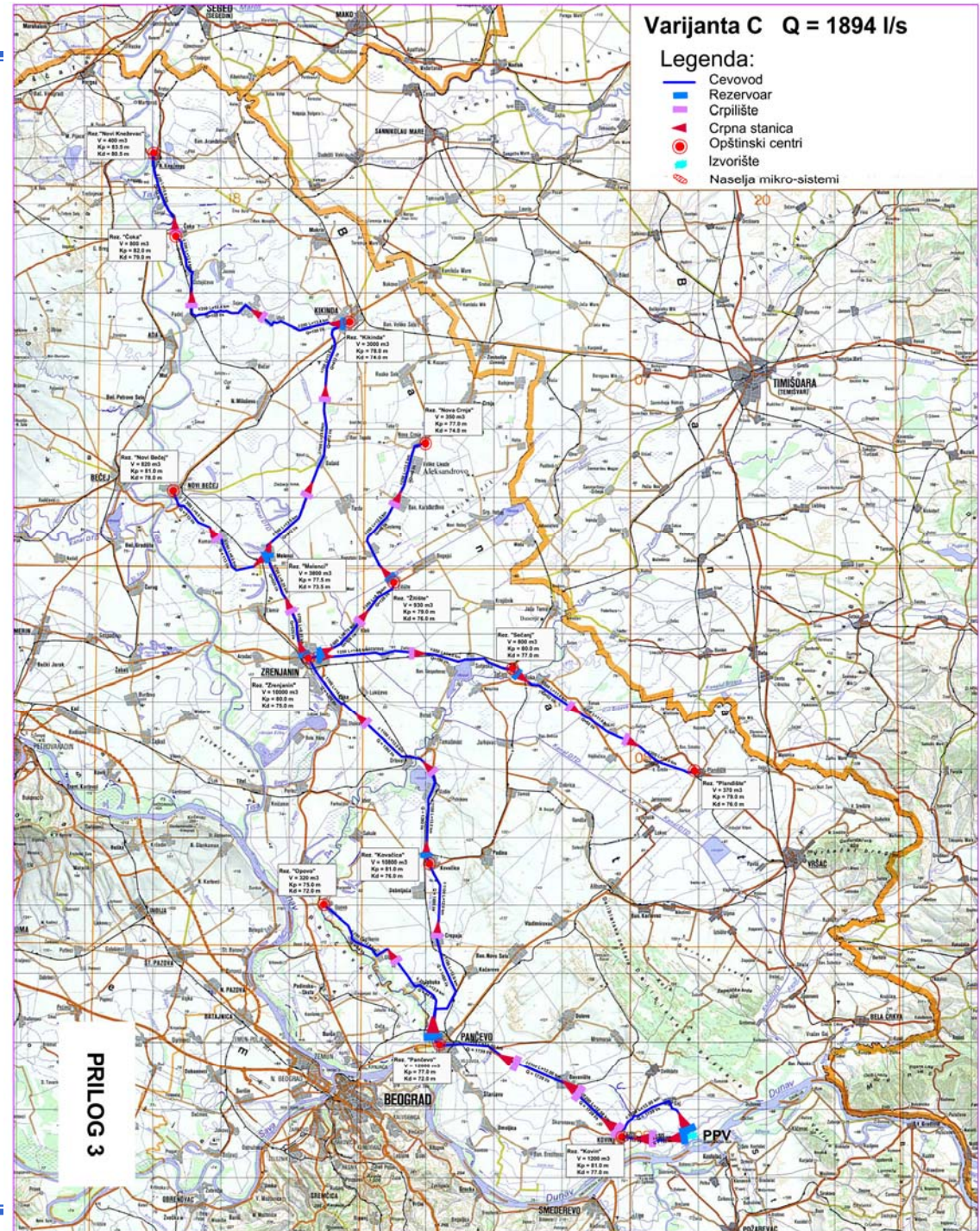


Regionalna izvorišta za vodosnabdevanje AP Vojvodini





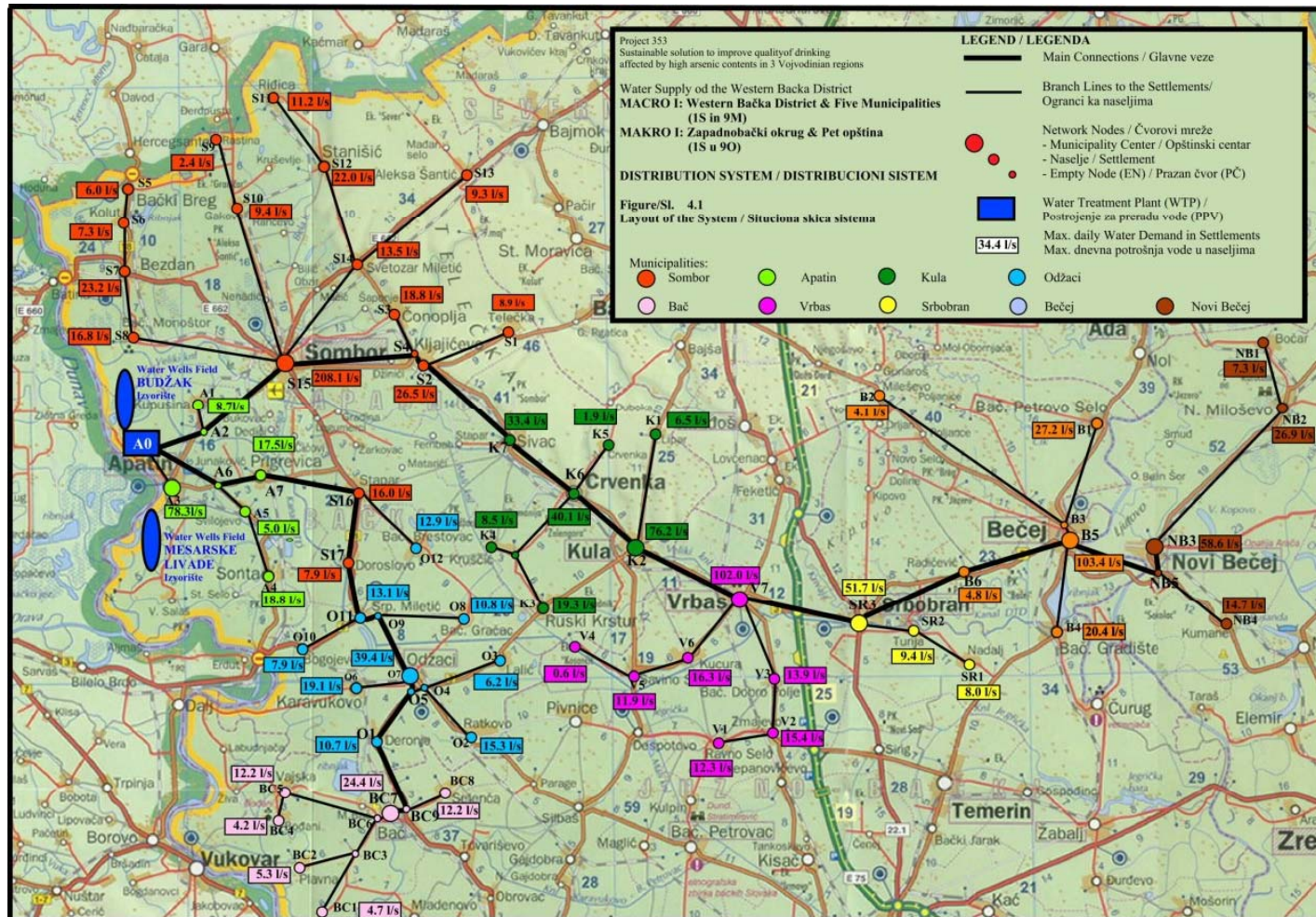
Primer 1:
REGIONALNI SISTEM
ZA BANAT
PRETHODNA STUDIJA
IZVODLJIVOSTI
IZGRADNJE
REGIONALNOG
VODOVODNOG SISTEMA
DUBOVAC-ZRENJANIN-
KIKINDA





PRIMER 2. REGIONALNI SISTEM ZA ZAPANU BAČKU

Održiva rešenja za poboljšanje kvaliteta pijaće vode zagađene arsenom u tri regiona AP Vojvodine





Šta se predlaženo Strategijom

RAZVOJ LOKALNIH VODOVODA



RAZVOJ MIKRO SISTEMA
(dva ili više naselja)



RAZVOJ MIKROREGIONALNIH
SISTEMA

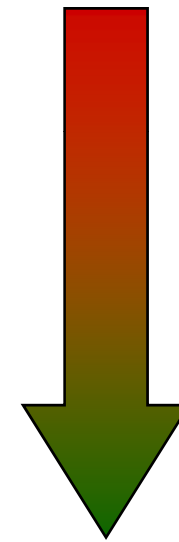


RAZVOJ REGIONALNIH SISTEMA



POVEZIVANJE SVIH SISTEMA ZA
VODOSNABDEVANJE U JEDNU CELINU

2009. godina

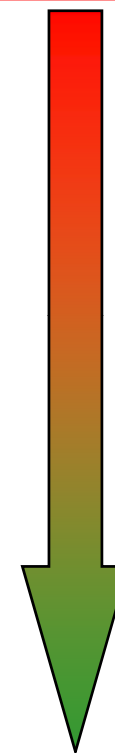


2030. godina

Šta je potrebno prvo uraditi

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

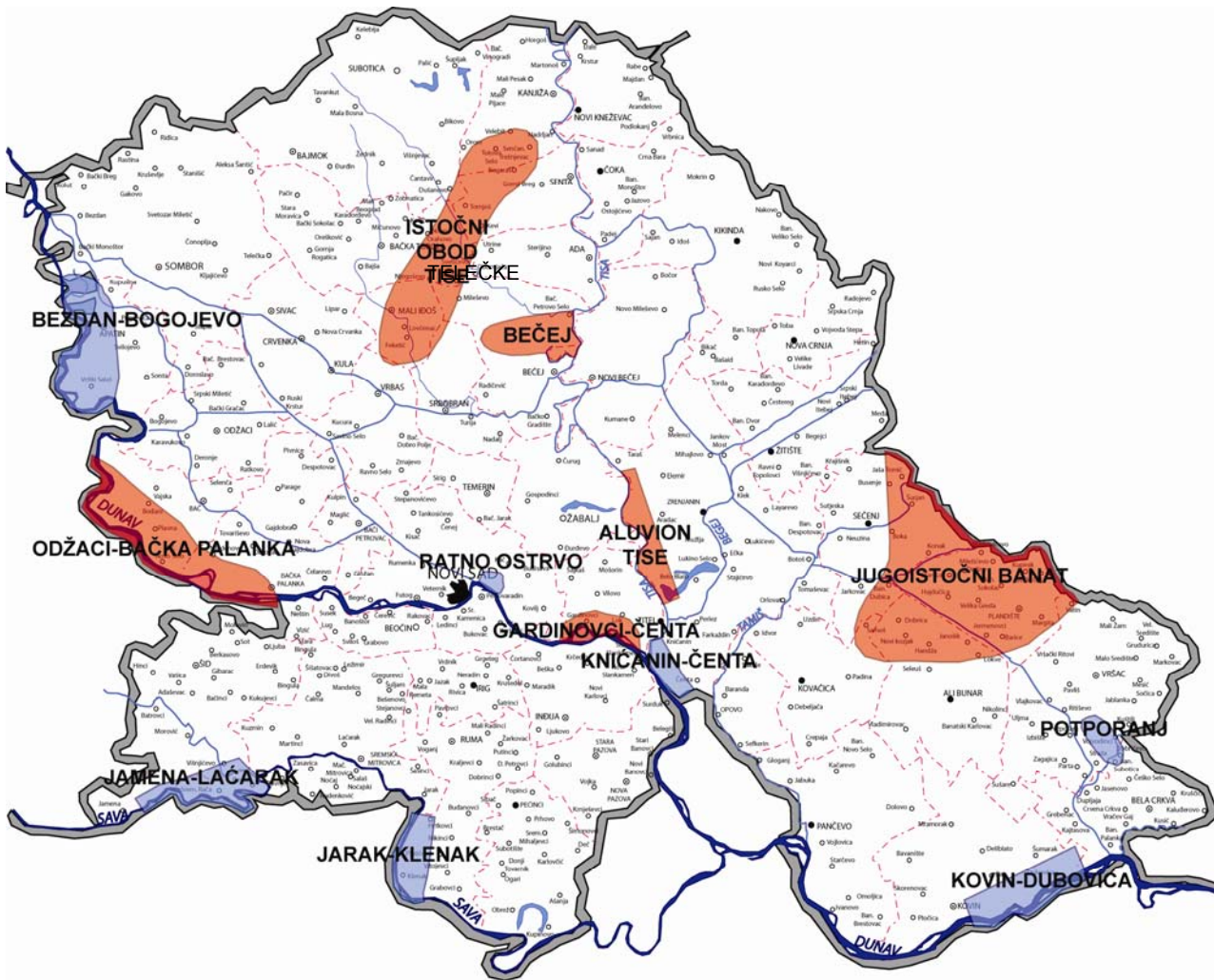
Hidrogeološka
istraživanja
Izvorišta



Istraživanje primene
odgovarajuće
tehnologije za
preradu

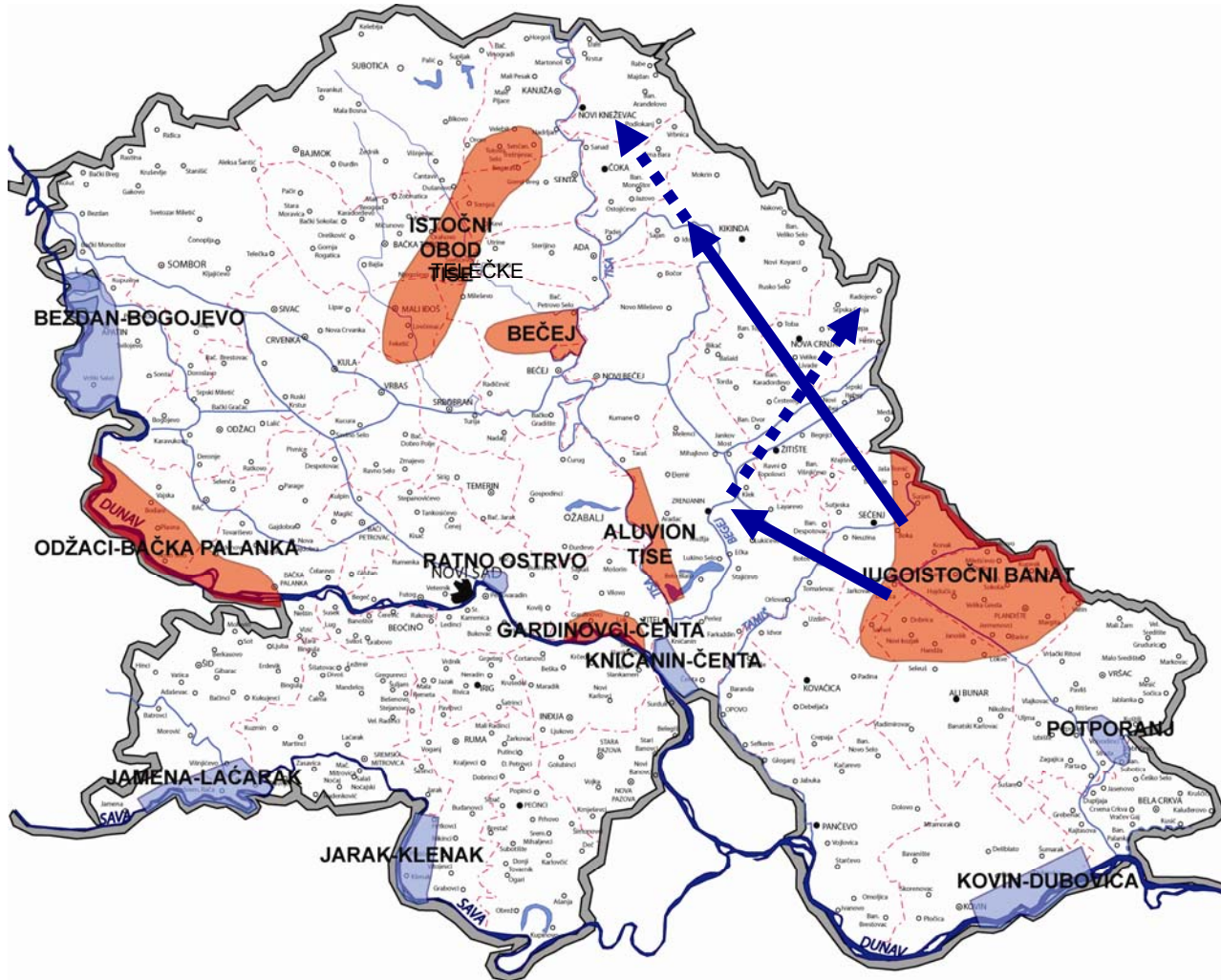


Mikroregionalna i regionalna izvorišta



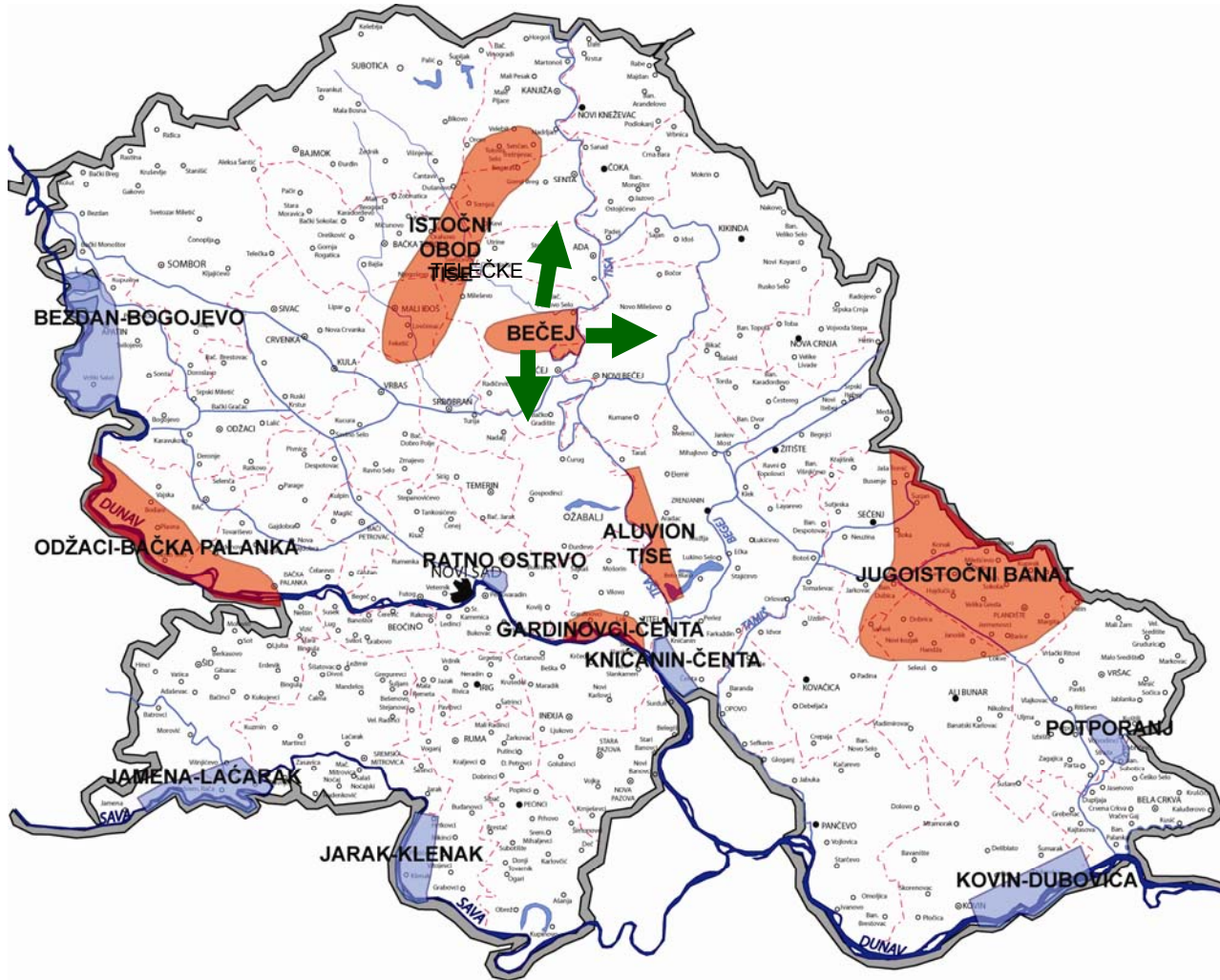


Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja



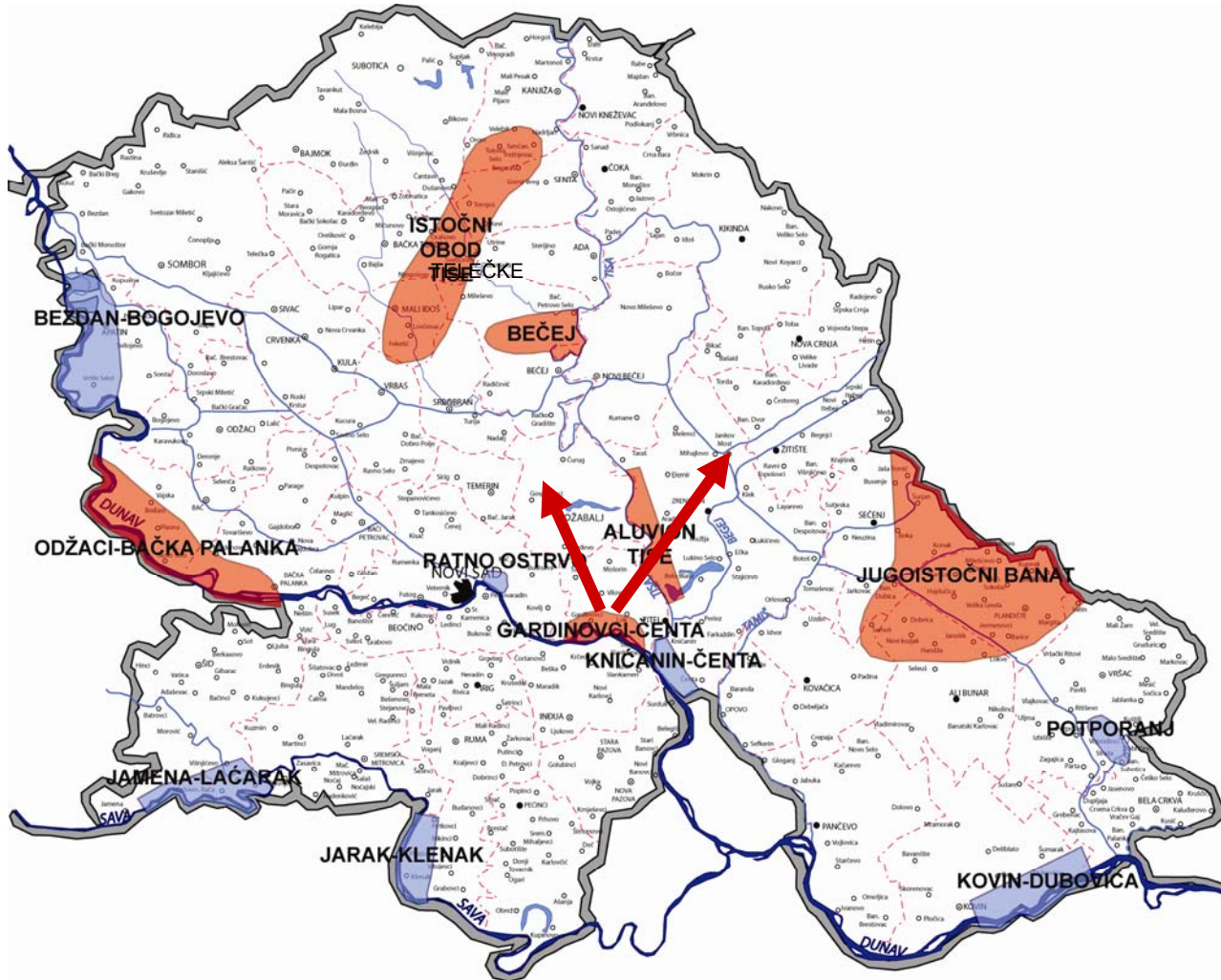


Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja



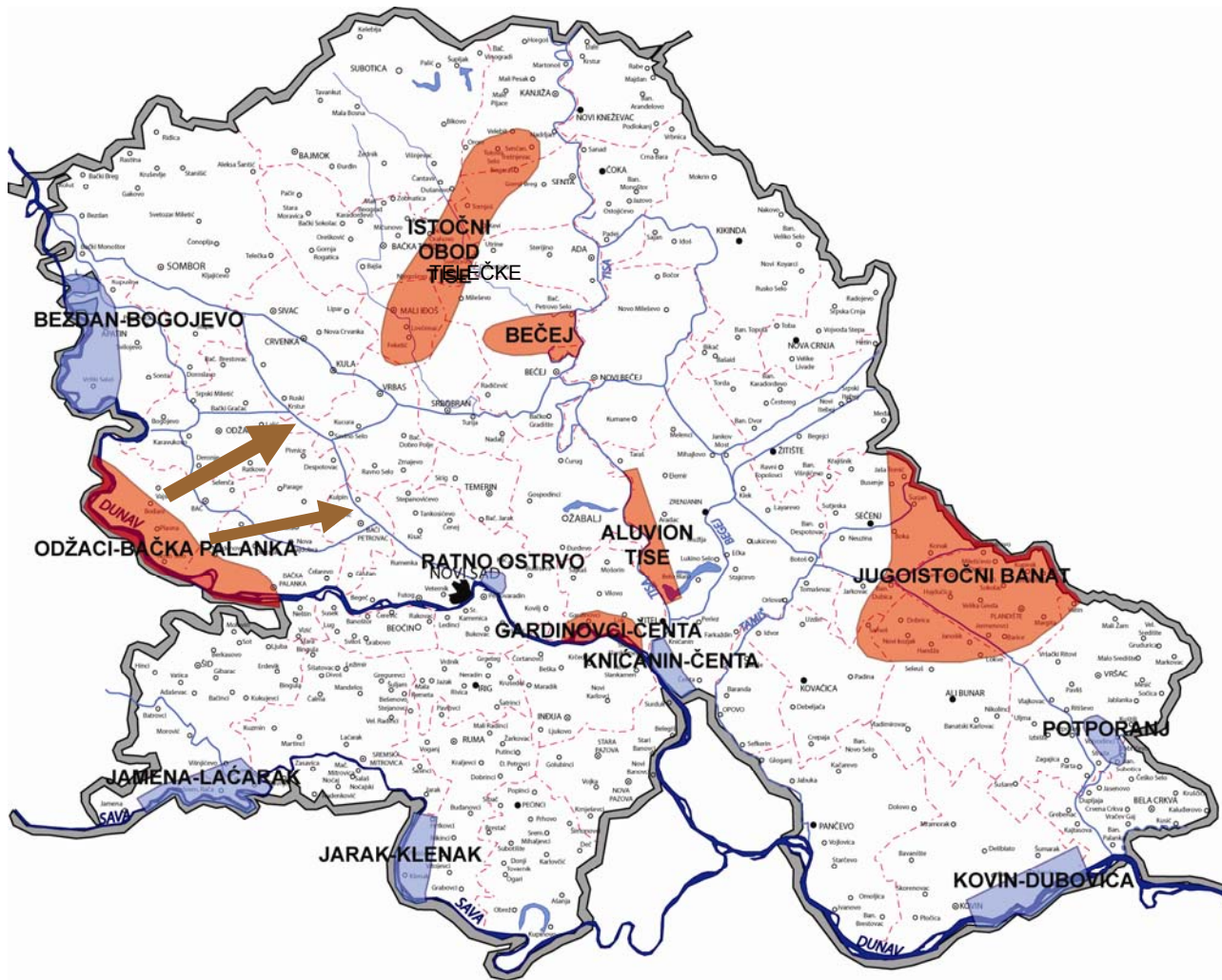


Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja



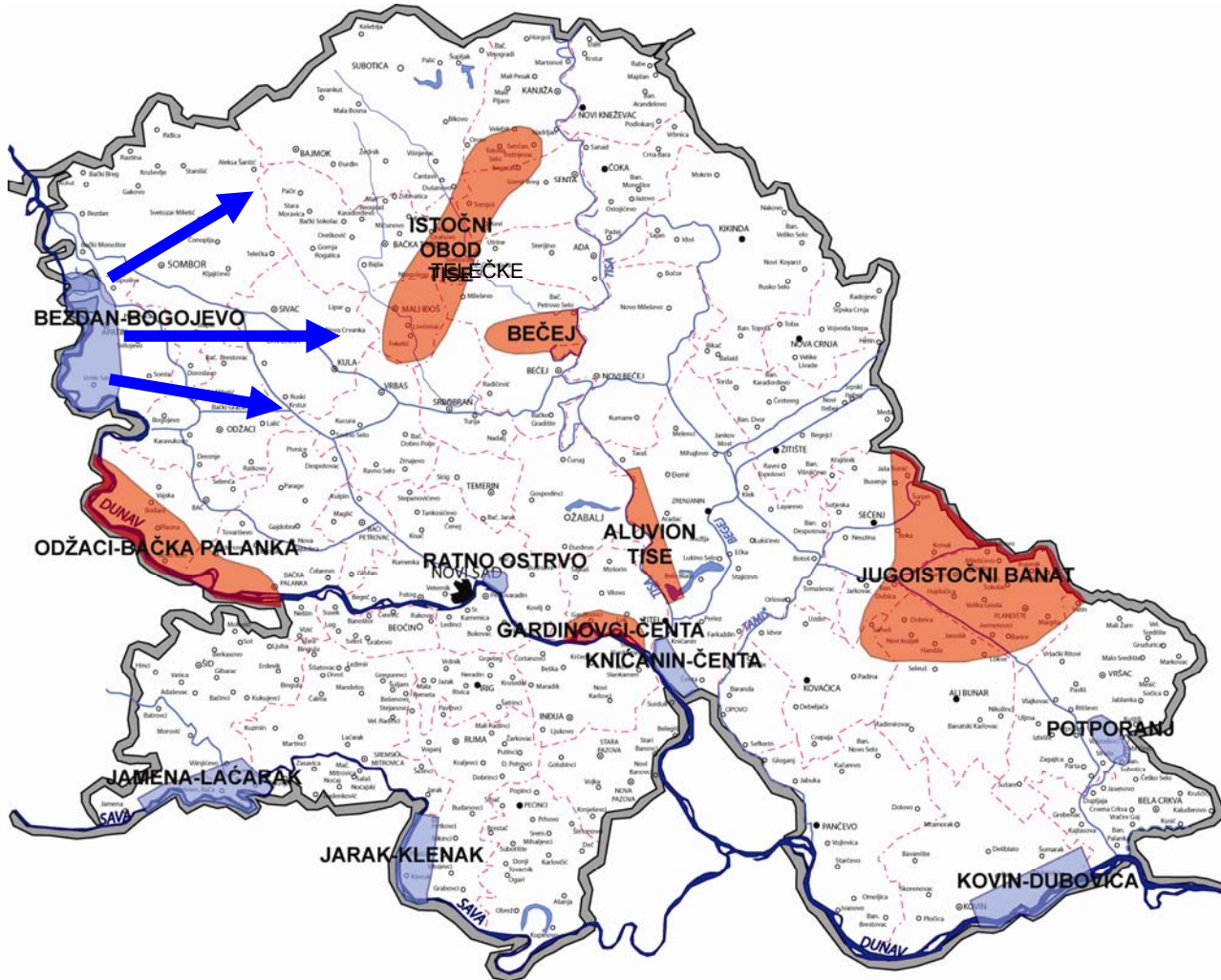


Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja



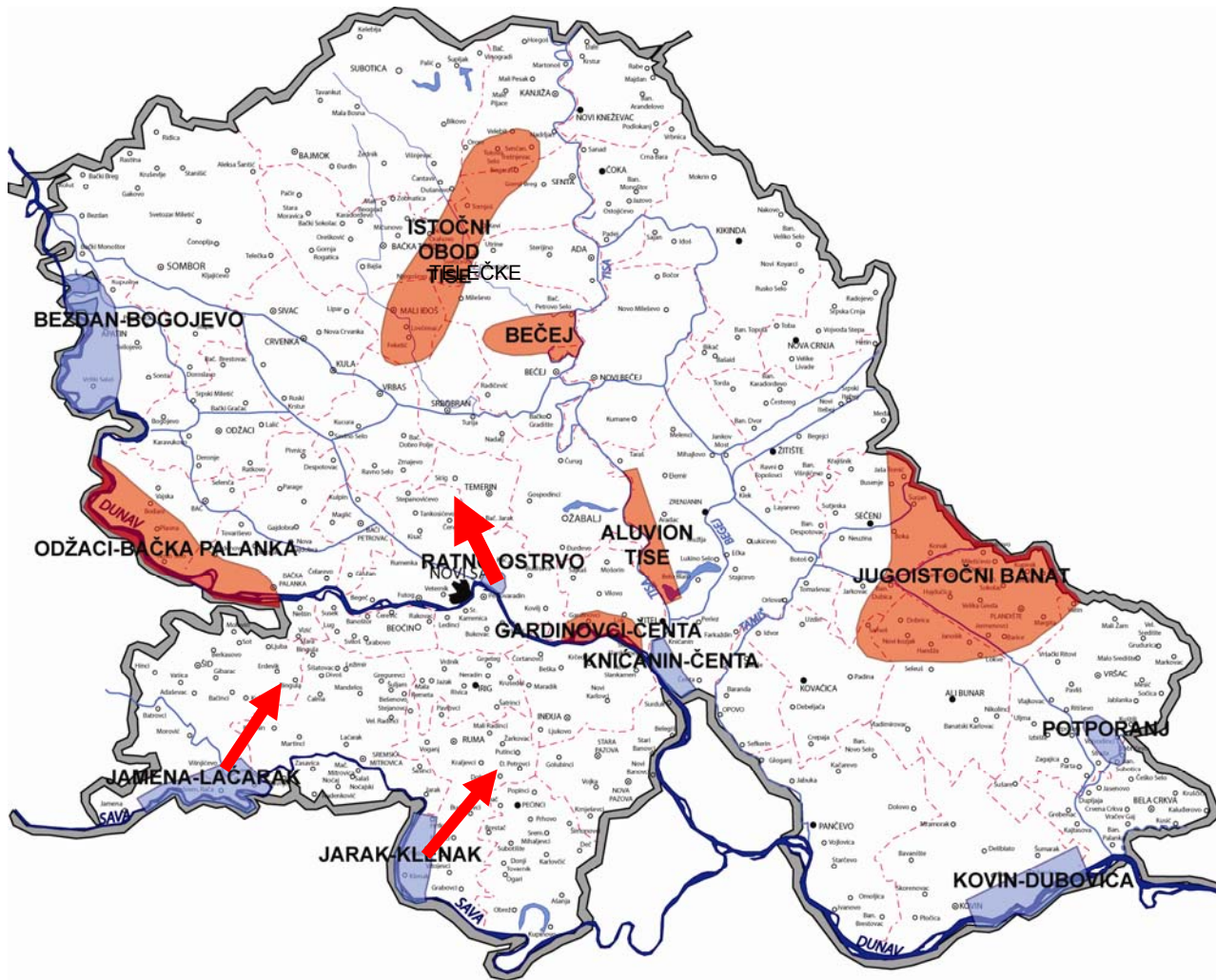


Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja

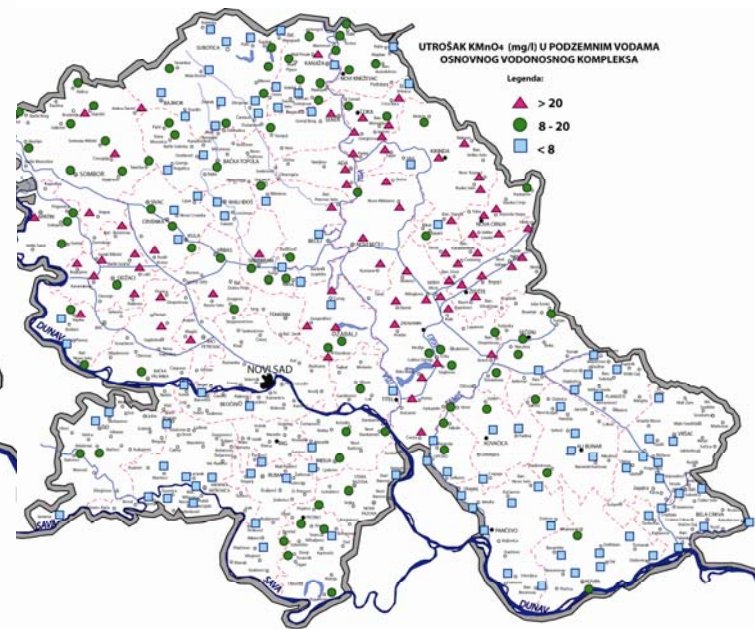
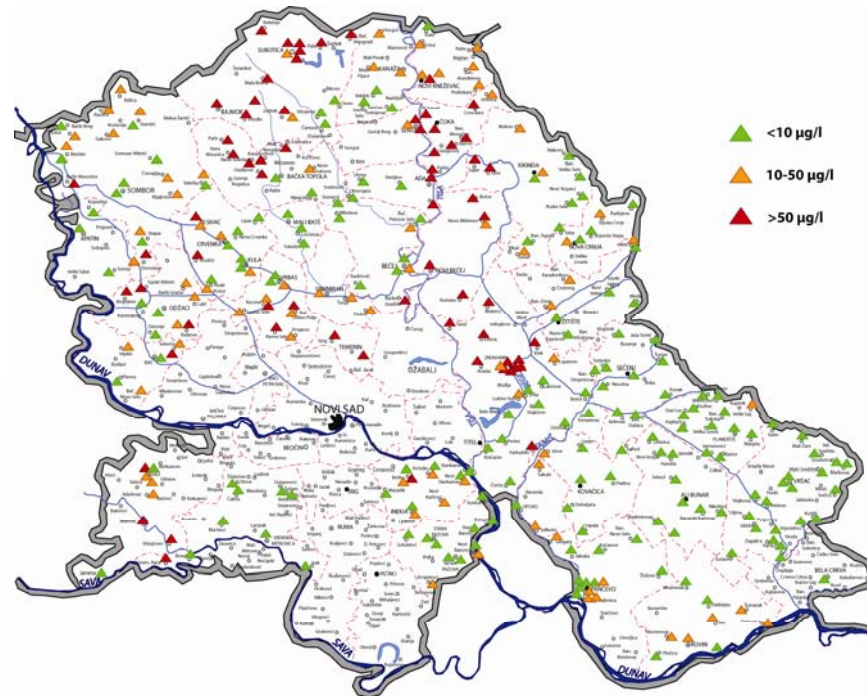
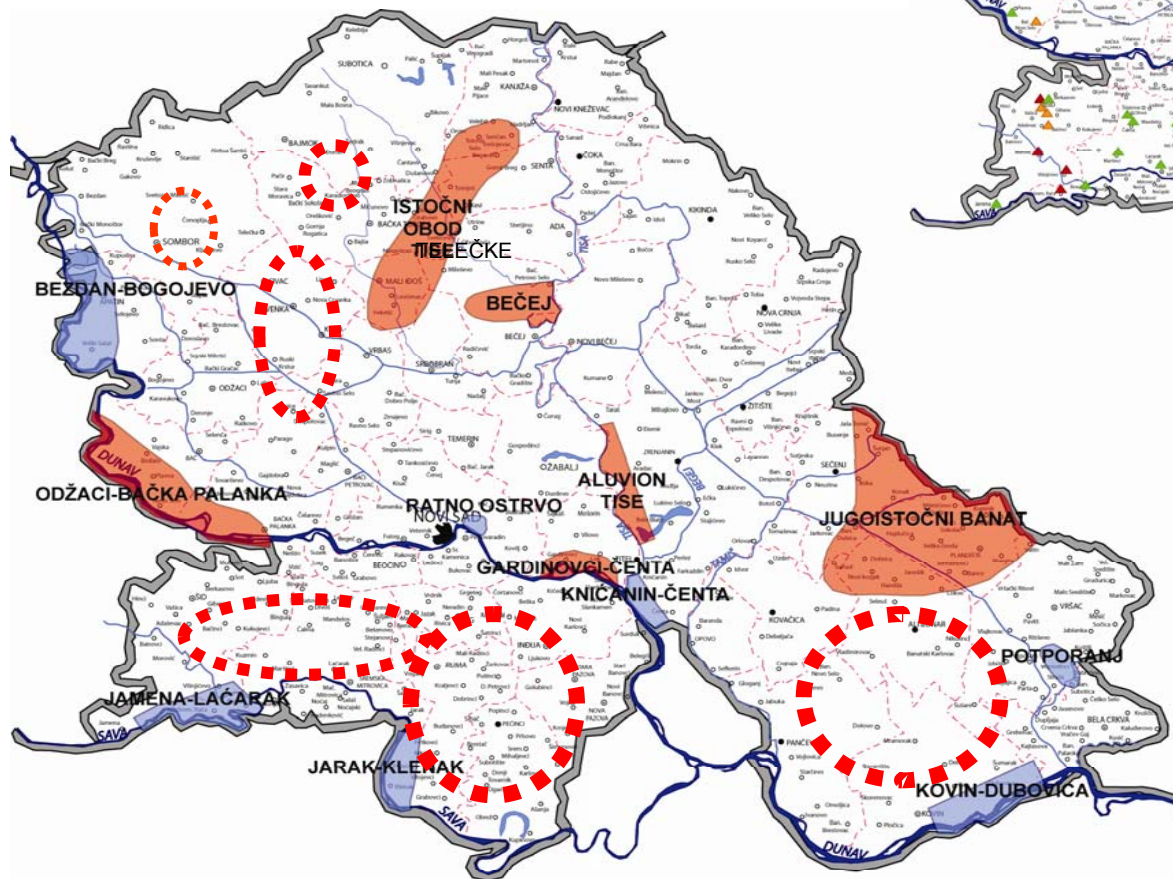




Mikroregionalna izvorišta-mogući pravci vosnabdevanja



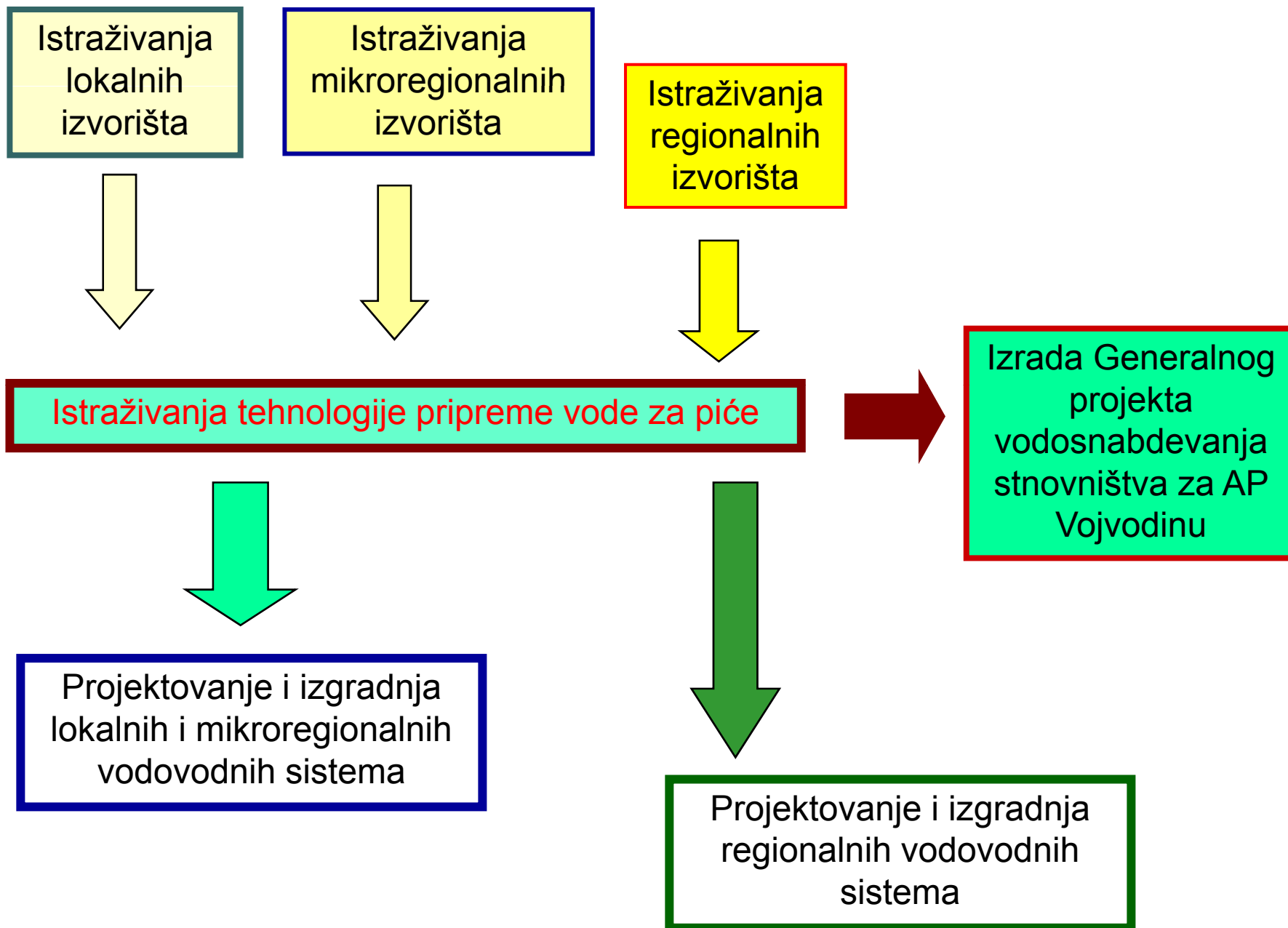
Mikrosistemi





Plan aktivnosti vodosnabdevanja 2009-2030. godina

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





Zaključak

- Mali vodovodni sistemi imaju svoju budućnost
- **Gde ih graditi?**
 - Gde je kvalitet vode u izvoru ne zahteva komplikovanu i skupu tehnologiju
- **Zašto iz graditi?**
 - Pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama.
- **Kako ih graditi?**
 - Moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na visokom tehnološkom nivou, kako bi se mogli trajno zadržati u budućem mikro ili regionalnom sistemu
- Kako ih održavati?



Hvala na pažnji

