

Zaštita izvorišta – prvi korak ka zdravstveno bezbednoj vodi za piće

Marijana Kragulj Isakovski

Voda za piće i javno zdravlje

Kvalitetna i bezbedna voda je osnovni preduslov očuvanja zdravlja stanovništva.

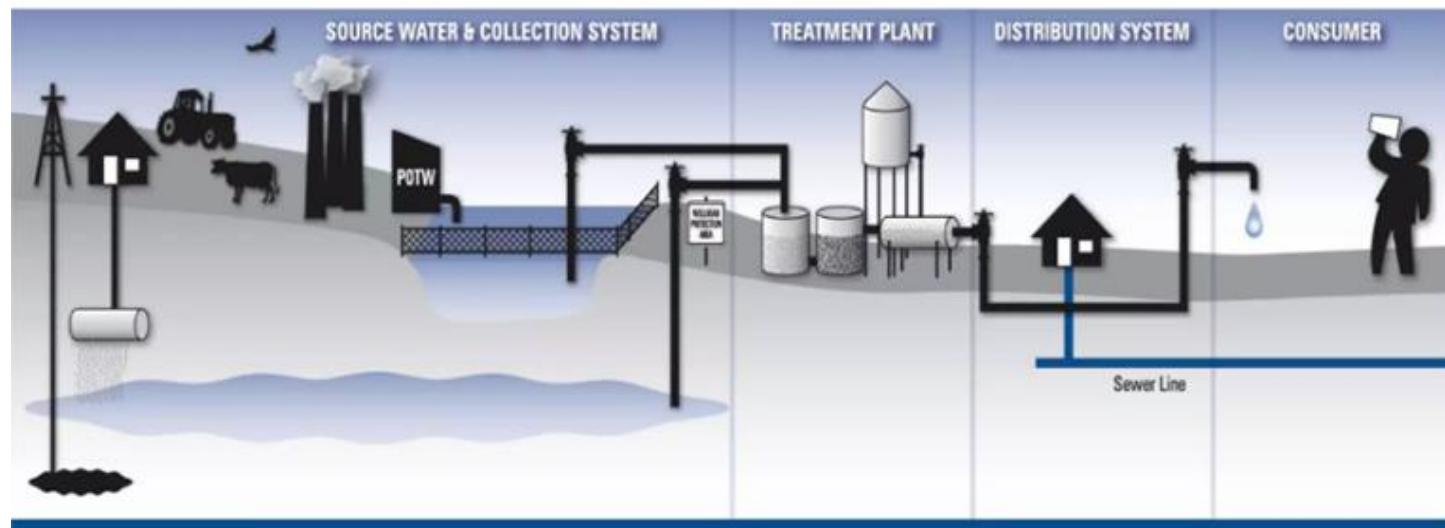
Zaštita izvorišta je efikasan način za smanjenje rizika po javno zdravlje, ulivanje poverenja kupaca i kontrolu troškova tretmana vode.

Rešavanje problema kvaliteta vode na izvorištu ima mnoge koristi za životnu sredinu i društvo koje se ne može videti na nivou samog tretmana.

Akt o bezbednoj vodi za piće (Safe Drinking Water Act, SDWA)

- Bezbedna voda za piće – Pristup sa više barijera
- Zaštita izvorišta
- Tretman
- Monitoring
- Uključenost zajednice
- Usklađenost (compliance)

→ Smanjenje pretnji od kontaminanata i obezbeđivanje bezbedne vode za piće.



Preuzeto: Ungwarsky J. EPA Source Water Protection Program.
USEPA Region 9.

Zaštita izvorišta kao ključna barijera

WSP = preventivno upravljanje rizicima *od izvora do potrošača* (više barijera).

EU DWD 2020/2184: **risk-based** + smanjenje zagađenja na izvoru.

Zaštita izvorišta: **manje zagađenja** → **manji obim tretmana** → **veća pouzdanost**.

Primeri mera: **zoniranje i kontrole korišćenja zemljišta**, BMP, kontrola ispuštanja, **monitoring sliva**, planovi za incidente (poplave/PFAS/cijanotoksini).

Zaštita Izvorišta → Tretman → Distribucija

Zone sliva/zone sanitarne zaštite

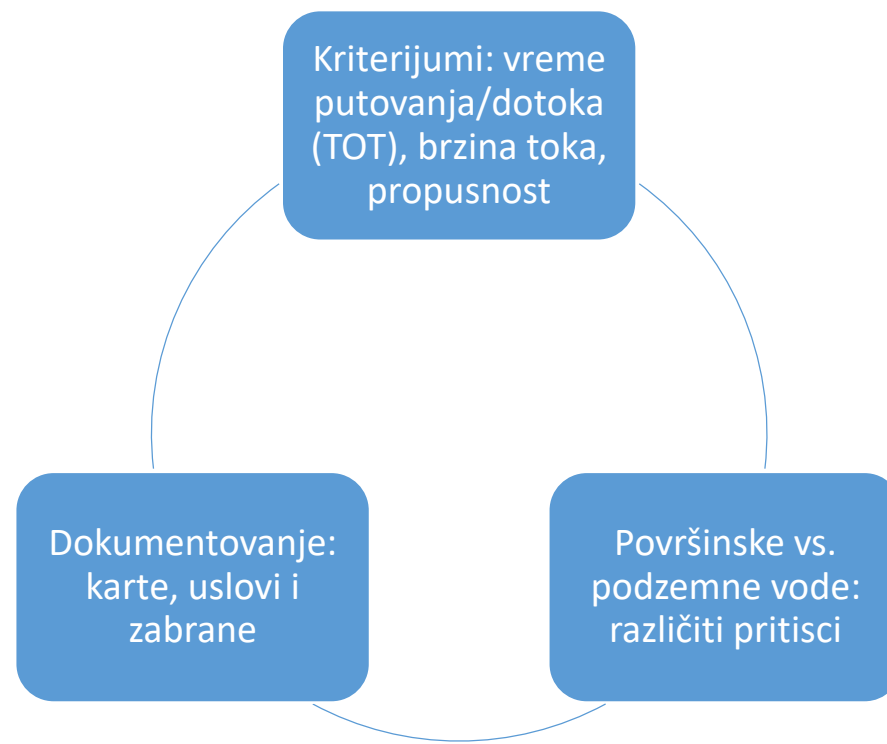
Mapiranje ranjivosti

- Određivanje granica sliva/zahvatnog područja
- Zone sanitarne zaštite (I–III) prema ranjivosti
- Alati: hidrogeologija + GIS + terenska merenja

Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite (Sl. glasnik RS 92/2008)

Zakon o vodama Službeni glasnik RS, 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon

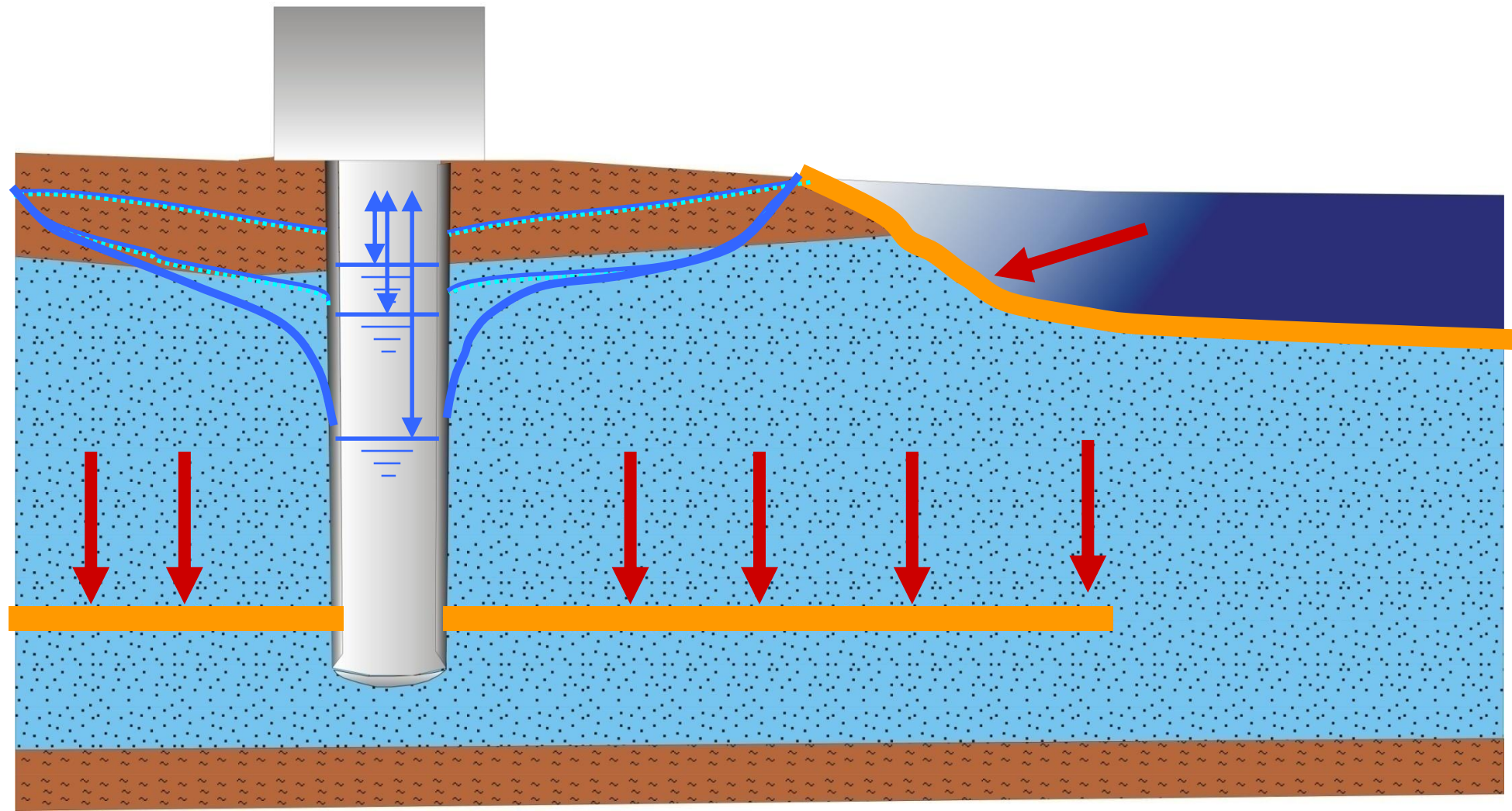
Zone: kako ih odrediti u praksi



Zone sanitarne zaštite (ZSZ) – prva barijera

Zona	Cilj	Šta je dozvoljeno/zabranjeno (primeri)
I (unutrašnja)	Zaštita zahvata	✓ pristup samo ovlašćenima, tehnički radovi uz odobrenje; ✗ hemikalije, goriva, septičke, zemljani radovi, ispuštanja
II (srednja, kraći TOT)	Kontrola brzih uticaja	✓ dozvole + nadzor, sanacije septičkih; ✓ plan oborinskih voda; ✗ skladištenje opasnih supstanci bez zaštite
III (širi sliv)	Upravljanje pritiscima	✓ BMP u poljoprivredi, LID, kontrola ispuštanja; ✓ prostorno planiranje; ✗ nekontrolisani ispusti i degradacija zelenih pojaseva

PRVI KORAK > I Primer: opis procesa zahvatanja vode na izvoru (opis okruženja izvorišta i procena rizika)



Inventar
pritisaka i
hazarda (mikro,
hemijski, fizički,
antropogeni)

Kategorije: mikrobiološki,
hemijski, fizički, antropogeni

Spisak izvora i aktivnosti
(inventar)

Izvori podataka: katastar,
dozvole, satelit, teren

Primer devijacija- pojava koje zahtevaju korektivne akcije u izvoru

- **ne zadovoljavanje kriterijuma** postavljenih operativnim monitoringom
- Ako je zahvat površinske vode - neadekvatan tretman otpadnih voda uzvodno od izvorišta – ugrožavanje kvaliteta vode u izvoru
- izlivanje hazardnih supstanci u izvorište vode
- ekstremne padavine u slivu
- neuobičajen miris, vidljive materije u izvoru

Procena rizika

- Matrica rizika: $L \times C$
 - L = verovatnoća (Likelihood): koliko često se događaj očekuje.
 - C = posledica (Consequence): težina ishoda po zdravlje/uslugu.
- Kriterijumi posledica: zdravlje + populacija + trajanje
- Lista prioriteta i „owners“ mera

Matrica, R= L x C

L\C	1	2	3	4	5
1	1 (Nizak)	2 (Nizak)	3 (Nizak)	4 (Nizak)	5 (Nizak)
2	2 (Nizak)	4 (Nizak)	6 (Umeren)	8 (Umeren)	10 (Umeren)
3	3 (Nizak)	6 (Umeren)	9 (Umeren)	12 (Velik)	15 (Velik)
4	4 (Nizak)	8 (Umeren)	12 (Velik)	16 (Kritičan)	20 (Kritičan)
5	5 (Nizak)	10 (Umeren)	15 (Velik)	20 (Kritičan)	25 (Kritičan)

Zeleno (1–5) – nizak: prihvati + prati

Zeleno (1–5) – nizak: prihvati + prati

Žuto (6–10) – umeren: plan mera + monitoring

Žuto (6–10) – umeren: plan mera + monitoring

Narandžasto (11–15) – velik: prioritetne mere

Narandžasto (11–15) – velik: prioritetne mere

Crveno (16–25) – kritičan: odmah kontrolne/korektivne mere

Crveno (16–25) – kritičan: odmah kontrolne/korektivne mere

Hazard / scenario	L	C	R=LxC	Zašto	Šta radimo (kratko)
Jaka kiša → skok mutnoće i mikro. rizik (izvorište pod uticajem površinske vode)	4	4	16 – Kritičan	Sezonsko i ponavljajuće; zdravstveni i operativni efekat	Pojačana koagulacije/filtracije, UV , prag NTU za privremenu obustavu
Septičke jame/curenja blizu bunara	3	4	12 – Velik	Realan događaj, teške posledice	ZSZ režimi, priključenje na kanalizaciju, sanacija bunara, ciljano praćenje E. coli/amonijak
Prolećni pesticidi u slivu	3	3	9 – Umeren	Sezonsko; hroničan hemijski rizik	BMP sa poljoprivredom, monitoring kampanje, GAC/ugljična filtracija po potrebi
Negativan pritisak u mreži (nestanak struje/kvar)	2	5	10 – Umeren	Ređe, ali širok uticaj ako se desi	Rezervno napajanje, zone pritiska, detekcija curenja, rezidualni hlor i ispiranje
Industrijski PFAS u slivu	2	5	10 – Umeren („watchlist“)	Teško tretabilno; visoka posledica i neizvesnost	Popis izvora, regulativa, monitoring u sirovoj vodi , procena GAC/IX; prevencija na izvoru

Paket mera (primeri po tipu rizika)

Poljoprivreda: plan đubrenja, IPM, tampon-pojasevi

Urban/industrija: skladištenje, LID, planovi curenja

Kanalizacija: SSO/CSO kontrola, kapacitet, kontrola u realnom vremenu

Posebno: PFAS/„novi“ kontaminanti – smanjenje na izvoru

Operativni vs. verifikacioni (compliance) monitoring

Operativni = „da li barijere
rade?“ (često/kontinuirano)

Verifikacioni = „da li smo u
skladu?“ (periodično)

Primeri: turbiditet, hlor, pH
vs. E. coli, arsen, nitrat

Plan incidenta i komunikacija

Okidači: pragovi i alarmi (npr. E. coli, NTU, hlor)

Uloge i procedure (24/7, ICS, eskalacija)

Poruke javnosti: „prokuvati vodu“, alternativno snabdevanje

Case uspešne implementacije

- NYC (Catskill/Delaware) – višedecenijski Watershed Protection Program (kupovina zemljišta, sanacija septičkih jama, BMP sa farmerima) → ispunjen FAD (filtration avoidance). L (verovatnoća) $\times C$ (posledice): pre mera $\sim 3 \times 4 = 12$, posle mera $\sim 2 \times 3 = 6$.
- „Farm to Tap“ (Severn Trent) – rad sa farmerima (zamena metaldehida, tajming primene, PES) → manja prekoračenja pesticida u sirovoj vodi. $L \times C$: pre $\sim 4 \times 3 = 12$, posle $\sim 2 \times 3 = 6$.

New York State Department of Health (NYS DOH). New York City's Filtration Avoidance Determination (FAD) — zvanična stranica s važećim uslovima i istorijom FAD-a. (pristupljeno 14.09.2025)
NYC Department of Environmental Protection (DEP). Revised 2017 Filtration Avoidance Determination (FAD), revizija od 28.12.2022. Sadrži uslove, programe zaštite sliva i regulatorni okvir FAD-a za Catskill/Delaware sistem.
US EPA. Surface Water Treatment Rules (SWTRs) — federalni okvir u kome se izdaje FAD (kriterijumi za filtraciju/izuzeće, patogeni, zahtevi). (ažurirano 11.06.2025) US EPA

Lekcije iz neuspeha

- Walkerton (Ontario, 2000) – E. coli/Campylobacter; posledice ozbiljne → nastaje multi-barijerni pristup i jača zaštita izvorišta (Ontario Clean Water Act). L×C: pre $\sim 4 \times 5 = 20$ (kritično), posle $\sim 2 \times 4 = 8$.
- Havelock North (NZ, 2016) – jaka kiša + ranjivo bunarsko polje → Campylobacter epidemija; posle toga obavezniji WSP i ZSZ/UV. L×C: pre $\sim 4 \times 4 = 16$, posle $\sim 2 \times 4 = 8$.
- *The Walkerton Inquiry (Ontario). Report of the Walkerton Inquiry — Part One: A Summary — zvanični rezime nalaza i preporuka nakon epidemije 2000.*
- *Ontario e-Laws. Clean Water Act, 2006, S.O. 2006, c. 22 — zakon uveden posle Walkertona; postavlja zaštitu izvorišta kao „prvu liniju odbrane“. (aktuelna konsolidovana verzija)*
- *Ontario Legislative Assembly. Bill 43 (Clean Water Act, 2006) — legislative history & text — dokumentacija o usvajanju zakona. Legislative Assembly of Ontario*
- *New Zealand Department of Internal Affairs (DIA). Report of the Havelock North Drinking Water Inquiry — Stage 2 (2017) — zvanični izveštaj sa preporukama (obavezni WSP, jače barijere).*

Metodologija procene rizika u Srbiji

- NL indikator rizika = udeo neispravnih uzoraka u godini: $\text{Indikator (\%)} = (E/T) \times 100$
- E = broj uzoraka iznad MDK; T = ukupan broj uzoraka u godini
- Posebno se računa za: mikrobiološke i fizičko-hemijske pokazatelje
- Na osnovu dobijenog % svrstava se u nivo rizika I–V
- Upotreba: praćenje trendova i prioritetizacija mera (gde najviše „pada“)
- Ograničenje: indikator je reaktivan (meri posledicu)
- Primer: ako je u 2024. urađeno T=240 mikro uzoraka, a E=9 su iznad MDK $\rightarrow (9/240) \times 100 = 3,75\% \Rightarrow$ Nivo II (mali).

Nivo rizika	% neispravnih uzoraka (fizičko-hemijski)	Opis rizika
I	< 5	Prihvatljiv
II	5,1 – 10	Delimično prihvatljiv
III	10,1 – 20	Loš
IV	20,1 – 50	Veoma loš
V	> 50,1	Alarmantan

Nivo rizika	% neispravnih uzoraka (mikrobiologija)	Opis rizika
I	< 2	Neznatan
II	2,1 – 5	Mali
III	5,1 – 10	Umeren
IV	10,1 – 25	Veliki
V	> 25,1	Ogroman

Usklađivanje sa EU DWD 2020/2184 i WSP – Gde smo danas?

- EU DWD 2020/2184 – suština: obavezan pristup zasnovan na riziku kroz ceo lanac (sliv → zahvat → tretman → mreža → tačka potrošnje); procena rizika slivova i domaćih instalacija; transparentnost; pozitivne liste za materijale u kontaktu s vodom (2024 odluke).
 - Status Srbije (2023–2025): reaktivirana radna grupa (02/2023), transpozicija je u toku (još nije formalno završena).
 - Praktični elementi već prisutni: mreža laboratorija laboratorija Instituta/Zavoda za javno zdravlje(ISO 17025) i program nadzora; pilot-WSP aktivnosti i radionice uz podršku WHO/partnera; HACCP/logika rizika kroz druge propise.
1. Indikator $E/T \times 100$ (ostaje za verifikaciju trenda i javno izveštavanje).
 2. Procena rizika (WSP):
 - Sliv/ZSZ, registar hazarda
 - $L \times C$ matrica (1–5), $R = L \times C \rightarrow$ plan mera po zonama boja.
 - Operativne granice i alarmni prag (npr. NTU, protozoe rizik, hlor rezidual, pritisak u mreži).
 - Plan incidenta + komunikacija (boil notice, by-pass/isključenje).
 3. Verifikacija: indikator E/T , nezavisni nadzor laboratorija, revizija posle događaja.

Literatura

- WHO (2023). Water Safety Plan Manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers (2nd ed.). — temeljni vodič za WSP, multi-barijerni pristup kroz ceo lanac.
- World Health Organization+1EU (2020). Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption. — obavezan risk-based approach i naglasak na smanjenje zagađenja na izvoru.
- Basic Information about Source Water Protection. — uloga zaštite izvorišta kao ključnog koraka u multi-barrier approach (SDWA).
- US EPA+AWWA (Toolkit). Source Water Protection Justification Toolkit. — praktični razlozi, koristi i argumenti za programe zaštite izvorišta.
- WV AWWACCME/Health Canada (2004–2002). From Source to Tap: Guidance on the Multi-Barrier Approach to Safe Drinking Water (+ companion guidance). — kompletan operativni okvir za implementaciju multi-barijernog pristupa.
- California DWSAP. Source Water Protection (measures & BMPs). — pregled konkretnih preventivnih mera (regulatornih i dobrovoljnih).
- CA Water Board+WHO/UN-Water. WSP Manual landing page. — kratak pregled filozofije i koraka (catchment-to-consumer).
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće — „Sl. list SRJ 42/98, 44/99; Sl. glasnik RS 28/2019“.
- Nacionalna lista indikatora (SRB): Pravilnik o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine („Sl. glasnik RS“, 37/2011) – indikator rizika za vodu za piće. SRDAZSZ (SRB):
- Pravilnik o metodologiji određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite („Sl. glasnik RS“, 92/2008) — element prve barijere.
- Directive (EU) 2020/2184 (DWD) i odluke iz 2024. o pozitivnim listama materijala u kontaktu s vodom.
- Environment+2SRB status transpozicije: Prezentacija IPHS (10/2023): re-aktivirana RG (02/2023), odluka da se donese Zakon o vodi za ljudsku potrošnju, transpozicija u toku; pregled razlika SRB vs DWD (tačka usklađenosti, parametri, RA slivova, RA domaćih instalacija).

HVALA NA PAŽNJI!