



Upotreba prečišćene otpadne vode: rizici i mogućnosti

Use of reclaimed wastewater: risks and opportunities

dr Anita Leovac Maćerak

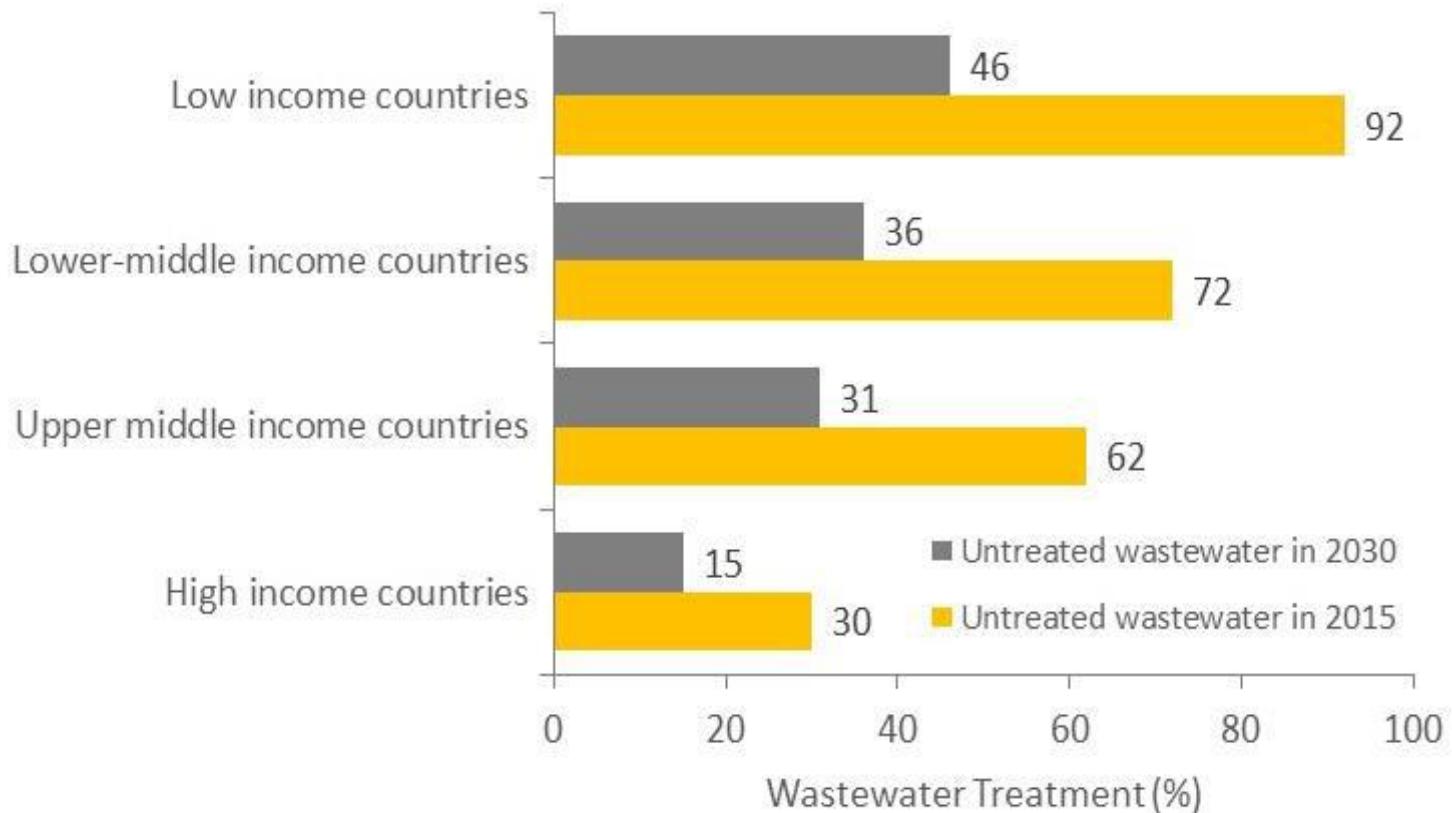


- Svake godine u svetu se generiše 380 milijardi m³ komunalnih otpadnih voda
- Preko 80% svih proizvedenih otpadnih voda ispušta se u životnu sredinu bez adekvatnog tretmana.
- Prognoza za produkciju otpadnih voda - 24% do 2030 i 51% do 2050.
- Otpadna voda se doživljava kao rastući problem, ali i vredan i održiv izvor vode, hranljivih materija i energije.
- Promena paradigme od PPOV do *Objekata za obnavljanje vodenih resursa* (eng. Water Resource Recovery Facility, WRRF).



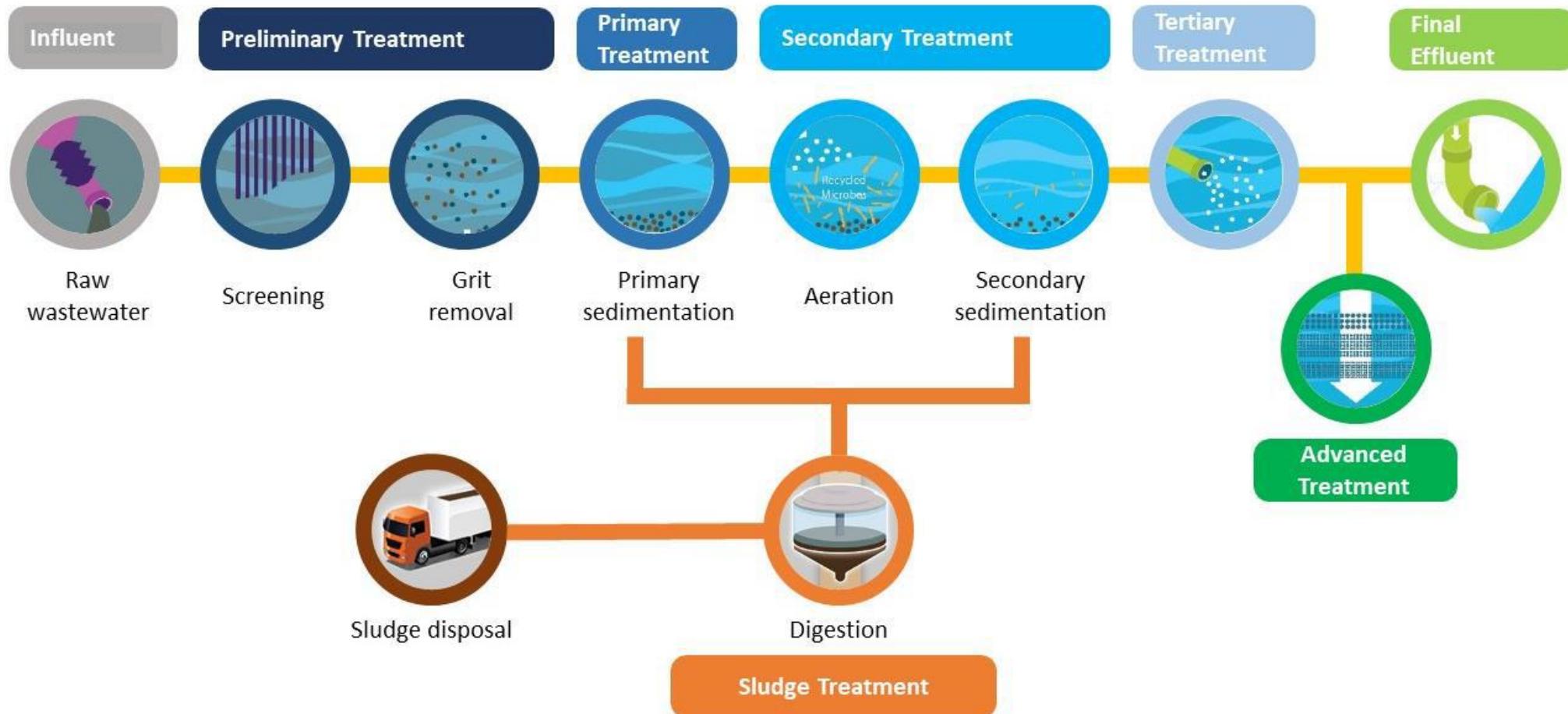
Prema podacima UN:

- ✓ zemlje sa visokim prihodima prečišćavaju u proseku oko 70% otpadnih voda koje generišu,
- ✓ 38% u zemljama sa višim srednjim dohotkom,
- ✓ 28% u zemljama sa nižim srednjim dohotkom,
- ✓ u zemljama sa niskim prihodima, samo 8% proizvedenih otpadnih voda prolazi kroz tretman bilo koje vrste.



Slika 1: Procenat neprečišćene otpadne vode u 2015. u zemljama sa različitim nivoima prihoda i aspiracijama za 2030. (smanjenje od 50% u odnosu na osnovnu liniju iz 2015.).

Konvencionalni PPOV



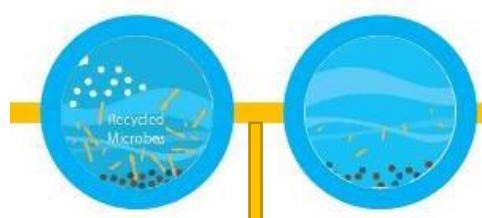
Cilj tretmana otpadnih voda - prečišćena voda ili efluent je dovoljno čist ili [da se ponovo bezbedno koristi](#) ili da se [vrati u ciklus vode sa minimalnim uticajem na životnu sredinu](#).

Primarni tretman



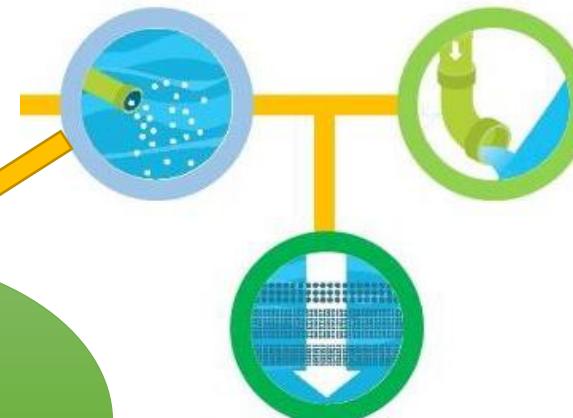
Tretirana voda:
nije za
upotrebu

Sekundarni tretman



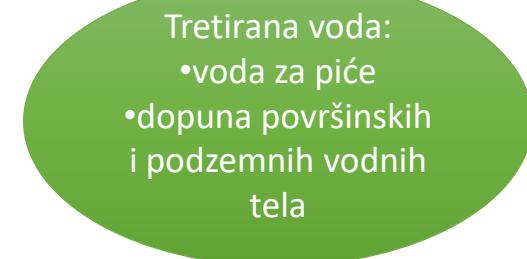
Tretirana voda:
• Navodnjavanje
bašte
• Močvare
• Dopuna
podzemnih voda
• Procesna voda
• Navodnjavanje
neprehrabnenih
useva

Tercijarni tretman



Tretirana voda:
• navodnjavanje
pejzaža
• zalivanje useva
• pranje automobila

Unapređeni tretman



Tretirana voda:
• voda za piće
• dopuna površinskih
i podzemnih vodnih
tela

Finalni efluent

Terminologija

Ponovna upotreba vode/iskoriščena voda (eng. reclaimed water/water reuse)

- otpadne vode koje su prečišćene da bi zadovoljile određeni standard kvaliteta vode koji odgovara njenoj nameni.

Upotreba koja nije za piće (eng. non-potable use)

- korišćenje prečišćene otpadne vode u svrhe koje ne ispunjavaju standarde vode za piće.

Upotreba za piće (eng. potable use)

- Upotreba prečišćene otpadne vode u svrhu vodosnabdevanja

Ponovna upotrebe otpadne vode

Navodnjavanje u poljoprivredi

Duga istorija korišćenja POV za navodnjavanje useva (nivo i vrsta tretmana i metode primene razlikuju širom sveta).

U razvijenim zemljama, kvalitet prečišćene otpadne vode koja se koristi za navodnjavanje se povećava sa poboljšanjem tretmana.

U zemljama u razvoju često se koristi voda slabijeg kvaliteta.

Voda koja se ponovo koristi u poljoprivredi može se povratiti indirektno zahvatanjem vode iz reke koja sadrži efluent iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ili direktno, obično lokalno, iz efluenta postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

Pouzdana alternativa u suočavanju sa sve većom nestašicom vode i uticajem ekstremnih klimatskih događaja.

Glavni izazov - prelazak sa neformalne, neplanirane upotrebe neprečišćene ili delimično prečišćene otpadne vode na planiranu, bezbednu upotrebu.

Industrijska upotreba

Industrijske aktivnosti su raznovrsne i potrebe za vodom mogu u velikoj meri da variraju u količini i kvalitetu.

Reciklirana industrijska voda se već duže vreme koristi kao procesna voda u elektranama, proizvodnji tekstila, proizvodnji papira, rafinerijama nafte, grejanju i hlađenju i čeličanama.

Industrija je u dobroj poziciji da koristi ili reciklira svoju otpadnu vodu internu putem zatvorene petlje.

Korišćenje otpadnih voda ne samo da smanjuje potražnju, a samim tim i cenu sveže vode — posebno u područjima ili vremenima oskudice.

Ovo pomaže kompanijama da ispune regulatorne standarde i smanjuje rizik od kazni. Štaviše, ova praksa koristi životnoj sredini i dodaje težinu „društvenoj dozvoli“ za rad bilo koje industrije.

Navodnjavanje pejzaža

POV se u velikoj meri koristi, posebno u sušnim i polusušnim regionima, za navodnjavanje urbanih uređenih područja kao što su parkovi, bašte i sportski tereni, kao i za čišćenje ulica.

Poboljšanja životne sredine

POV se može koristiti za obnavljanje ili održavanje rečnih tokova i za dopunu vode u jezerima i močvarama i očuvanje biodiverziteta.

Oblik poboljšanja životne sredine koji sve više dobija na značaju je upravljanje prihranjuvanje vodonosnika. Ovaj pristup uključuje namerno ubrizgavanje prečišćene otpadne vode u vodonosne slojeve podzemne vode radi naknadnog oporavka, da bi se poboljšali ekosistemi i formirale barijere protiv prodora morske vode u obalnim regionima.

Upotreba prečišćene otpadne vode (POV) u poljoprivredi



Navodnjavanje prečićenim otpadnim vodama u poljoprivredi



BENEFITI



- Povećan NPK nivo u zemljištu
- Povećana mikrobiološka aktivnost
- Povećan sadržaj organske materije
- Poboljšana fizička struktura zemljišta
- Smanjena potreba za hemijskim đubrivima



RIZICI



- Povećana kontaminacija zemljišta
- Povećana kontaminacija useva
 - Sadržaj patogena
- Prisustvo EC, teških metala u zemljištu i biljkama

Prednosti ponovne upotrebe POV u poljoprivredi

- Upotreba prečišćenih otpadnih voda u poljoprivredi koristi zdravlju ljudi, životnoj sredini i privredi.
- Alternativna praksa koja se usvaja u različitim regionima suočenim sa nedostatkom vode i rastućom urbanom populacijom sa sve većim potrebama za vodom posebno imajući u vidu **smanjenje resursa površinskih i podzemnih voda uzrokovanih klimatskim promenama**.
- Jedna od najpriznatijih prednosti korišćenja otpadnih voda u poljoprivredi je **povezano smanjenje pritiska na izvore slatke vode**. Dakle, otpadne vode služe kao **alternativni izvor navodnjavanja**, posebno za poljoprivredu, najvećeg globalnog korisnika vode, koja troši 70% raspoložive vode. Ponovna upotreba otpadnih voda povećava poljoprivrednu proizvodnju u regionima koji se suočavaju sa nedostatkom vode, čime se doprinosi bezbednosti hrane.
- U zavisnosti od lokalne situacije, još jedna korist povezana sa ponovnim korišćenjem poljoprivrednih otpadnih voda može biti **izbegnuti trošak yahvatanja podzemne vode**. S tim u vezi, vredi napomenuti da energija potrebna za pumpanje podzemnih voda može predstavljati do 65% troškova aktivnosti navodnjavanja.
- Otpadne vode mogu biti **potencijalni izvor makro- (N, P i K) i mikronutrijenata (Ca, Mg, B, Fe, Mn ili Zn)**. Ponovna upotreba otpadnih voda poboljšava prinos useva i rezultira smanjenom upotrebom đubriva u poljoprivredi. Zbog toga bi se smanjili uslovi eutrofikacije u vodnim tijelima, kao i troškovi za agrohemikalije koje koriste farmeri.
- **Sprečavanje zagadenja voda** bila bi još jedna korist povezana sa ponovnom upotrebom otpadnih voda u poljoprivredi. Smanjenje ispuštanja otpadnih voda pomaže u poboljšanju kvaliteta izvora u prijemnim vodnim telima.
- Povećano korišćenje otpadnih voda moglo bi doprineti instalaciji i optimizaciji postrojenja za prečišćavanje kako bi se povećao efluent željenog kvaliteta za potrebe navodnjavanja, što predstavlja ekonomsku korist za sanitarnе projekte.
- Ekomska korist od ponovne upotrebe poljoprivredne otpadne vode je vrednovanje prečišćene vode ispuštene za ljudsku potrošnju, pošto se ova upotreba smatra najvišim prioritetom. U nekim zemljama, ponovna upotreba otpadnih voda doprinosi smanjenju opštinskih troškova traženja izvora vode korišćenjem skupljih sredstava .

Zdravstveni rizici ponovne upotrebe POV u poljoprivredi

- **Nivoi koncentracije i vrste patogena i hemijskih supstanci** prisutnih u otpadnim vodama variraju po regionima, u skladu sa sanitarnim i socioekonomskim uslovima određene zajednice.
- Bolesti koje se prenose otpadnim vodama takođe mogu biti hronične ili akutne. Mikrobne bolesti se mogu direktno ili indirektno preneti vodom.
- Druga jedinjenja prisutna u POV koja mogu predstavljati rizik po ljudsko zdravlje **su emergentne supstance (EC)**. Efluenti komunalnih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda su klasifikovani kao jedan od primarnih izvora EC, pošto konvencionalni procesi prečišćavanja ne sprečavaju efikasno ispuštanje ovih jedinjenja u životnu sredinu. Pored toga, poljoprivreda kao difuzni izvor zagadjenja predstavlja izvor antibiotika i drugih EC.
- Kontaminacija EC može doprineti stvaranju otpornih mikroorganizama. Proširena upotreba antibiotika protiv patogenih mikroorganizama kod životinja i ljudi, kao i njihova upotreba za konzervaciju hrane, povećala je njihovu proizvodnju i potrošnju, što je rezultiralo velikim količinama ispuštanja u vodena tela sa posledicama **mikrobne rezistencije**.
- Među onim mikroorganizmima koji su pokazali otpornost, neki su posebno istaknuti: *Staphilococcus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Salmonella* i *Escherichia*. Dakle, u kontekstu zakonske politike i funkcionalnosti, prisustvo otpornih mikroorganizama u vodnim tijelima predstavlja veliku zabrinutost jer se odnosi na javno zdravlje i sisteme za prečišćavanje i ponovnu upotrebu otpadnih voda.

Ograničenja povezana sa ponovnom upotrebom POV

- Promene u fizičko-hemijskim parametrima zemljišta (pH, organska materija, hranljive materije, salinitet i zagađujuće supstance, mikrobna raznovrsnost); uočene su **varijacije u strukturi i veličini mikrobne biomase u zemljištu, kao i povećanje mikrobne aktivnosti** uzrokovano korišćenjem POV u poljoprivredi.
- Promena fizičko-hemijskih parametara i mikrobiote zemljišta može uticati na **plodnost i produktivnost**, narušavajući tako održivost zemljišta usled neadekvatnog navodnjavanja otpadnim vodama.
- Pomene **pH** vrednosti zemljišta su u korelaciji sa tri faktora: (i) tipom zemljišnog pokrivača; (ii) tekstura tla; i (iii) period navodnjavanja; promene pH vrednosti zemljišta utiču na dostupnost hranljivih materija i metala, kapacitet izmene katjona (CEC) i mineralizaciju organske materije.
- **Organska materija** je kritična za skladištenje hranljivih materija i strukturu zemljišta. Kroz formiranje i stabilizaciju agregata (pesak, kreč i glina), sadržaj organske materije doprinosi kapacitetu zemljišta da zadrži vodu, utičući na svojstva drenaže i otpornost na zbijanje.
- Organska materija čini depozit važnih makro- i mikronutrijenata (N, P i S) za rast biljaka, doprinoseći kapacitetu katjonske izmene (CEC) i, posledično, plodnosti zemljišta.
- U zavisnosti od količine unete organske materije, dolazi do povećanje ukupnog organskog ugljenika (TOC) i azota (N) u onim zemljištima koja su navodnjavana POV. Ova pojava takođe uzrokuje povećanje dostupnosti organske materije. Kao posledica toga, prisustvo specifičnih populacija bakterija može biti favorizovano u zemljištu.

Ograničenja povezana sa ponovnom upotrebom POV

- **Dugoročno navodnjavanje** (više od 20 godina) može da dovede do negativnih promena u strukturi zemljišta usled akumulacije natrijuma.
- **Povećanje različitih oblika azota** (N-NO₃, NH₄-N ili Total N) nakon navodnjavanja otpadnom vodom u periodu od jedne do 20 godina.
- Drugi efekat je **akumulacija neorganskog N u zemljištu** koji može uticati na biorazgradnju ugljeničnih jedinjenja. Pored toga, **prekomerno snabdevanje hranljivim materijama** u zemljištu može imati štetne efekte. Hranljivi sastojci kao što su fosfor i nitrati mogu biti uključeni u oticanje ili se mogu ispirati prema podzemnim vodama, uzrokujući eutrofikaciju ili toksičnost drugih staništa.
- Otpadne vode koje se navodnjavaju mogu podstići **salinizaciju zemljišta** (povećanje koncentracije rastvorljivih soli) ili **sodifikaciju** (višak zamenjivog natrijuma u odnosu na druge katjone). Problemi sa salinitetom nastaju kada su rastvorljive soli koncentrisane u zoni korena, izazivajući osmotski stres koji ograničava kapacitet biljaka da apsorbuju vodu i hranljive materije – smanjenje propustljivosti zemljišta.
- Veći sadržaj saliniteta metabolički opterećuje mikrobiotu zemljišta. Pored toga, odnos C/N u biomasi ima tendenciju da bude niži u zemljištima sa većim salinitetom, što odražava dominaciju bakterija u mikrobnoj biomasi slanih zemljišta.
- Metali poput Fe, Cr, Zn, Pb, Ni, Cd i Cu, mogu ograničiti plodnost i/ili modifikovati mikrobne zajednice zemljišta; utiču na potencijal fitotoksičnosti zemljišta sa posledičnim efektima na rast biljaka i zagađenje. Pored toga, metali akumulirani u zemljištu mogu da stupe u interakciju sa farmaceutskim proizvodima ili drugim EC.
- Sudbina i efekat ovih jedinjenja (nastalih metala i/ili agensa zagađivanja) zavise od nekoliko faktora kao što su hemijske osobine zagađujućih supstanci, vrsta i starost vegetacionog pokrivača, sastav mikroorganizama rizosfere i karakteristike zemljišta (temperatura, pH hranljive sredine, tekstura i struktura zemljišta)

Percipiranje prečišćene otpadne vode

Rizik po zdravlje ljudi

Vrsta i obim rizika zavise od mnogih faktora:

- nivo tretmana,
- način na koji se otpadna voda koristi,
- vrste i koncentracije zagađujućih materija u otpadnoj vodi,
- nivoa izloženosti ljudi kao i regionalne relevantnosti rizika.

Da bi se zaštitilo javno zdravlje bez nepotrebnog obeshrabrvanja ponovne upotrebe otpadnih voda, **potrebno je razviti standarde kvalitetavode koji odgovaraju svrsi** kako bi se zaštitilo javno zdravlje, a ti standardi treba da budu sastavni stub svakog sistema ponovne upotrebe

Javna percepcija

Prihvatanje planirane ponovne upotrebe od strane javnosti uveliko varira i zavisi od niza faktora:

- stepen kontakta između vode i korisnika,
- obrazovanje i svest o riziku,
- stepen nestošice vode ili dostupnost alternativnih izvora vode,
- ekonomskih razloga,
- kulturnih barijera
- učešće javnosti u donošenju odluka i prethodno iskustvo u sektoru otpadnih voda.



Izrael — Od nestašice vode do bezbednosti vode

Izrael je klasifikovan kao jedna od zemalja sa najvećim nedostatkom vode na svetu sa ukupnom obnovljivom godišnjom zapreminom vode po glavi stanovnika od 86 m^3 , znatno ispod granice od 500 m^3 koja definiše absolutnu oskudicu.

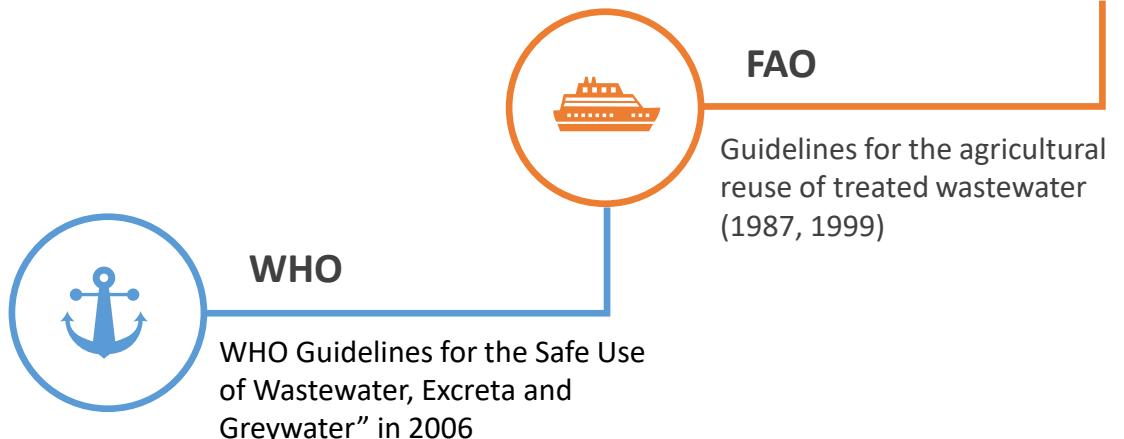
Izrael je to uspeo da postigne oslanjajući se na nekonvencionalne vodne resurse — obnovljenu vodu i desalinizaciju — kao dopunu prirodnih izvora.



Ponovna upotreba prečišćene otpadne vode za navodnjavanje omogućava da se oskudna sveža voda koristi za kućnu upotrebu. Skoro 90% otpadnih voda u zemlji se trenutno ponovo koristi za poljoprivredu, što predstavlja otprilike polovicu ukupne vode koju farmeri koriste širom zemlje. Pored toga, punjenje vodonosnika tretiranom otpadnom vodom tokom meseci niske potražnje (upravljano punjenje vodonosnika) znači da se vodonosni slojevi mogu koristiti kao rezervoari (u nedostatku površinskih rezervoara i brana) za skladištenje vode za periode velike potražnje i/ili suše.



Smernice i kriterijumi kvaliteta za ponovnu upotrebu prečišćenih otpadnih voda u poljoprivredi



Parametri i vrednosti standarda kvaliteta prečišćene otpadne vode odnose se na njihovu klasifikaciju na osnovu namene navodnjavanja, vrsta useva i metoda navodnjavanja. Standardne klasifikacije raznih organizacija i zemalja kombinuju neke lokalne karakteristike.

FAO (Food and Agriculture Organization)

Type of Agricultural Reuse	Type of Treatment	Quality Criterion
Agricultural reuse in crops that are consumed and not processed commercially.	Secondary Filtration—Disinfection	pH = 6.5–8.4 BOD < 10 mg/L <2 UNT <14 NMP <i>E. coli</i> /100 mL <1 Egg/L
Agricultural reuse in crops that are consumed and not processed commercially.	Secondary—Disinfection	pH = 6.5–8.4 BOD < 30 mg/L SS < 30 mg/L <200 NMP <i>E. coli</i> /100 mL
Agricultural reuse in crops that are not consumed.	Secondary—Disinfection	pH = 6.5–8.4 BOD < 30 mg/L SS < 30 mg/L <200 NMP <i>E. coli</i> /100 mL

Table 1 – Classes of reclaimed water quality and permitted agricultural use and irrigation method

Minimum reclaimed water quality class	Crop category (*)	Irrigation method
A	All food crops consumed raw where the edible part is in direct contact with reclaimed water and root crops consumed raw	All irrigation methods
B	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	All irrigation methods
C	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	Drip irrigation (**) or other irrigation method that avoids direct contact with the edible part of the crop

(a) Minimum requirements for water quality

Regulation of the European Parliament and of the Council on Minimum Requirements for Water Reuse, 2020/741, stupila na snagu 26.juna 2023.

L 177/48

EN

Official Journal of the European Union

Minimum reclaimed water quality class	Crop category (*)	Irrigation method
D	Industrial, energy and seeded crops	All irrigation methods (***)

(*) If the same type of irrigated crop falls under multiple categories of Table 1, the requirements of the most stringent category shall apply.

(**) Drip irrigation (also called trickle irrigation) is a micro-irrigation system capable of delivering water drops or tiny streams to the plants and involves dripping water onto the soil or directly under its surface at very low rates (2–20 litres/hour) from a system of small-diameter plastic pipes fitted with outlets called emitters or drippers.

(***) In the case of irrigation methods which imitate rain, special attention should be paid to the protection of the health of workers or bystanders. For this purpose, appropriate preventive measures shall be applied.

Table 2 – Reclaimed water quality requirements for agricultural irrigation

Reclaimed water quality class	Indicative technology target	Quality requirements				
		E. coli (number/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Other
A	Secondary treatment, filtration, and disinfection	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 cfu/l where there is a risk of aerosolisation Intestinal nematodes (helminth eggs): ≤ 1 egg/l for irrigation of pastures or forage
B	Secondary treatment, and disinfection	≤ 100	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	-	
C	Secondary treatment, and disinfection	≤ 1 000			-	
D	Secondary treatment, and disinfection	≤ 10 000			-	

Stanje u Republici Srbiji

- Dominantan izvor vode za navodnjavanje (po količini potrošene vode) u Srbiji su podzemne vode (69%), a po površini navodnjavanog zemljišta površinske vode (55%).
- Najvažniji akt EU u oblasti voda je Okvirna direktiva o vodama (WFD, 2000), koja je na snazi od 22. decembra 2000. godine.
- Glavni ekološki cilj Okvirne direktive o vodama je da se implementacijom odgovarajućeg programa mera postigne i/ili održi odgovarajuća količina i kvalitet površinskih i podzemnih voda i omogući korišćenje prednosti koje vode pružaju

- Prema WFD status voda je definisan preko:
 - (1) **Statusa površinskih voda** (hemijski i ekološki status) i
 - (2) **Statusa podzemnih voda** (hemijski i kvantitativan status).
- Aneks V Direktive sadrži elemente kvaliteta za klasifikaciju svakog od navedenih statusa (**odličan, dobar, osrednji**) i to za reke, jezera, prelazne i priobalne vode.
- Za kategoriju izraženo modifikovanih ili veštačkih vodotoka klasifikacija se vrši na osnovu ekološkog *potencijala* (**maksimalan, dobar ili osrednji**).



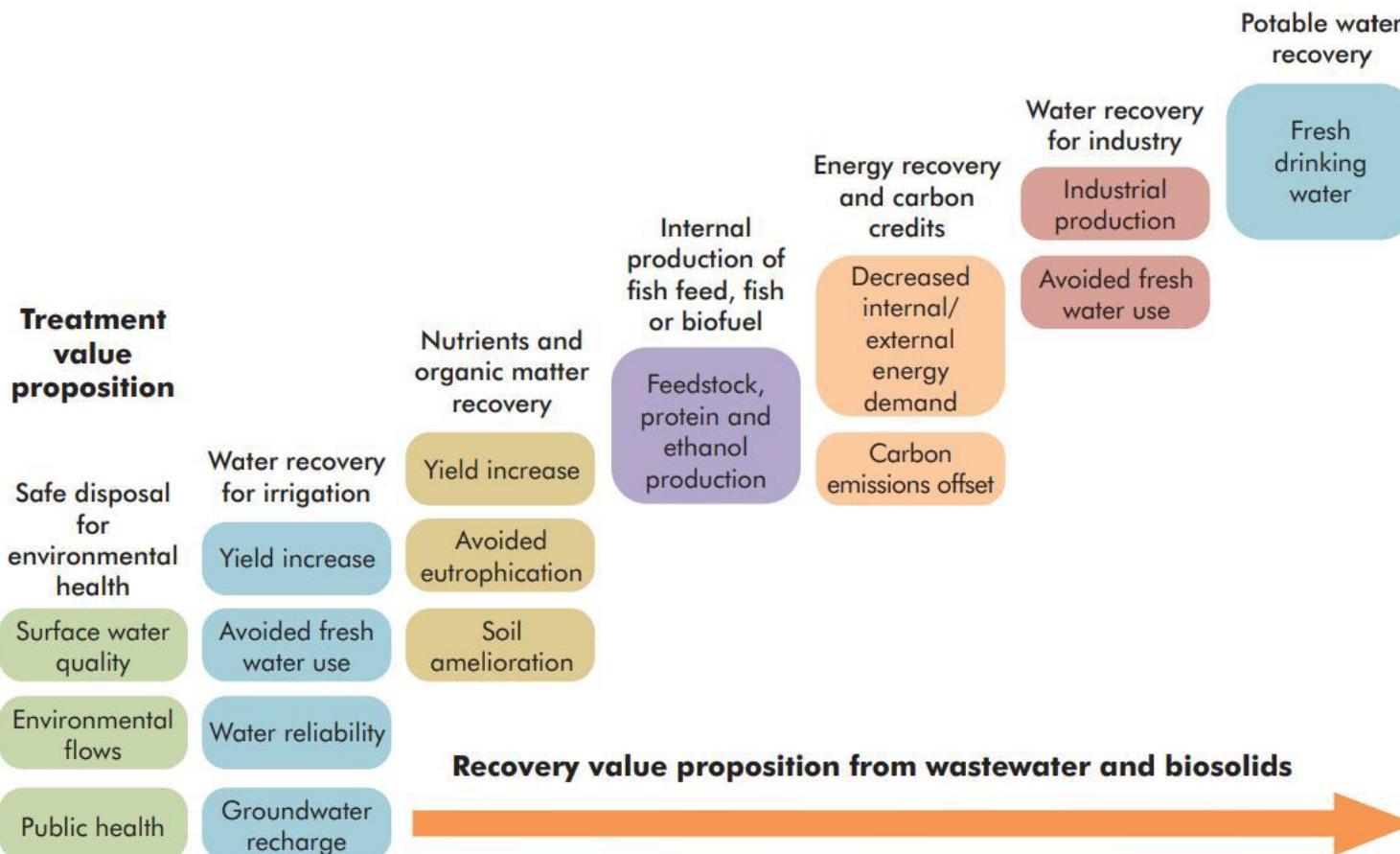
- Pošto vodna tela površinskih voda koja se koriste za različite namene **mogu imati različite zahteve za kvalitetom vode**, za njihovo dalje razlikovanje potrebno je **razviti sistem kvaliteta koji je transparentan i koherentan**.
- Takva diferencijacija kvaliteta površinskih voda omogućuje **izdvajanjem pet različitih klasa**, sa svakom od klasa definiše se za šta se koriste i dati su određeni kvaliteti površinskih voda.

Korišćenje/funkcija	Upotreba diferencijacija	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV	Klasa V
Funkcionisanje ekosistema		✓	✓			
Uzgoj ribe/zaštita	Salmonidne ciprinidne	✓ ✓	✓ ✓	✓		
Snabdevanje piјaćom vodom	Jednostavan tretman Normalan tretman Intenzivan tretman	✓	✓	✓	✓	✓
Kupanje/rekreacija		✓	✓	✓		
Navodnjavanje		✓	✓	✓	✓	
Industrijsko korišćenje voda (procesne, rashladne)		✓	✓	✓	✓	
Energiјe		✓	✓	✓	✓	✓
Vađenje minerala		✓	✓	✓	✓	✓
Transport		✓	✓	✓	✓	✓

Dodatno...

- Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji voda i vodotoka (Sl. Glasnik SRS 5/68 i 6/78) - kriterijumi za opštu ocenu kvaliteta vode prema kojima se vode I, II i III bonitetne klase (od postojeće četiri) mogu koristiti za navodnjavanje.
- Pravilnik o opasnim materijama u vodi (Službeni glasnik SFRJ 8/78 i Službeni glasnik SRS 31/82) – 233 opasne materije.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (Službeni glasnik RS 23/94) – MDK materija koje mogu da utiču na plodnost poljoprivrednog zemljišta i kvalitet vode za navodnjavanje, a poreklom iz ind. OV, izlivanja deponija, nepravilne upotrebe mineralnih đubriva i sredstava za zaštitu bilja.

Vrednost otpadne vode



- Najdragoceniji resurs sadržan u otpadnim vodama je sama voda.
- Ponovno korišćenje otpadnih voda može da obezbedi važan alternativni izvor sveže vode u regionima koji očekuju trajne nastašice u budućnosti.

Slika 3 . Lestvica vrednosnih predloga vezanih za tretman otpadnih voda, zasnovana na povećanju ulaganja u kvalitet vode i/ili lanac vrednosti ponovne upotrebe (Wastewater as a resource, May 2022, European Investment Bank)

“Uska grla” za obnavljanje (rekuperaciju) vodenih resursa

Troškovi i lanac vrednosti

- Troškovi procesa
- Količina resursa
- Kvalitet resursa
- Tržišna vrednost i kompetitivnost
- Aplikacija
- Distribucija i transport

Životna sredina i zdravlje

- Emisije
- Rizik po zdravlje

Društvo i politike

- Prihvatanje
- Politike

Slika 4. “Uska grla” za uspešan oporavak resursa iz otpadnih voda

Zaključna razmatranja

- Prečišćena otpadna voda za navodnjavanje - vredan resurs i atraktivna opcija usled deficitarnosti zaliha sveže vode.
- Prednosti: ekonomске i ekološke koristi jer može sačuvati ogromnu količinu slatke vode, smanjiti ili čak eliminisati potrebu za snabdevanjem zemljišta skupim hemijskim đubrivima.
- Postoji mogućnost negativnih efekata produženog navodnjavanja POV na pogoršanje fizičko-hemijskih svojstava zemljišta i povećanje mikrobne aktivnosti zemljišta. Zbog toga treba poštovati odgovarajuće smernice za ponovno korišćenje i upravljanje otpadnim vodama kako bi se ograničili negativni efekti.
- Uspešno obnavljanje resursa iz otpadnih voda doprinosi kružnoj ekonomiji i dugoročnom održivom razvoju.
- Oporavak resursa treba da bude strateški cilj od najranijih faza planiranja novih investicija gde god je to moguće.



Hvala na pažnji.