



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 


## Tretman otpadnih voda i ponovno korišćenje tretirane otpadne vode


Mladen Milanović  
University of Nis, Faculty of Civil Engineering and Architecture

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

University of Nis  [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)


Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders  
Project number: 597888-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP



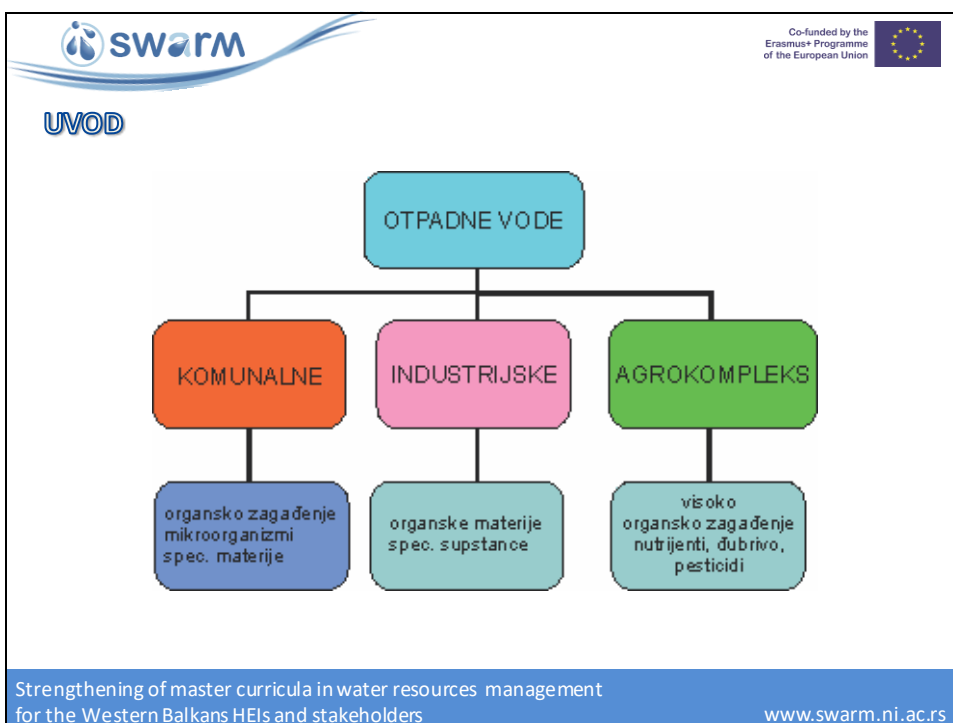
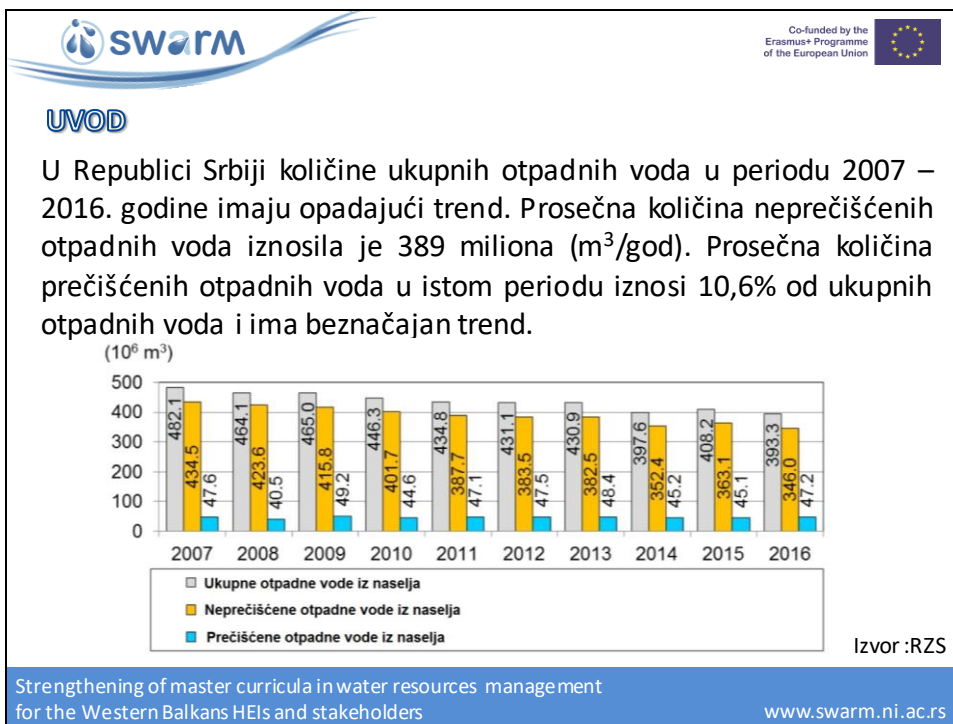
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 


### UVOD


- Ukupna zapremina komunalnih otpadnih voda koja nastaje u svetu svakog dana, procenjuje se na 680 - 960 miliona m<sup>3</sup>, pri čemu se mali procenat prečišćava a još manji procenat prečišćenih voda se ponovo koristi.
- Tokom 2015. godine, količina tretirane otpadne vode koja se ponovo upotrebljava u EU, procenjena je na 1,1 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/god, što čini oko 2,4% prečišćenih komunalnih otpadnih voda i manje od 0,5% godišnjeg korišćenja slatke vode u EU.



Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)





Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union
 


## UVOD


### Otpadne vode

- ➔ Komunalne otpadne vode iz domaćinstva karakteriše konstantan sastav u dužem periodu jednog regiona, kao rezultat životnog standarda i načina življenja stanovništva.
- ➔ Industrijske otpadne vode potiču iz proizvodnih procesa u industriji. Karakteriše ih velika količina otpadnih voda sa veoma raznovrsnim загађујућим materijama.
- ➔ Otpadne vode iz agrokompleksa potiču od upotrebe đubriva, hemijskih sredstava i uzgoja stoke na farmama.
- ➔ Atmosferske otpadne vode se formiraju kao površinski oticaj od padavina, otopljenog snega sa urbanog područja i pranja uličnih i trotoarskih površina.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

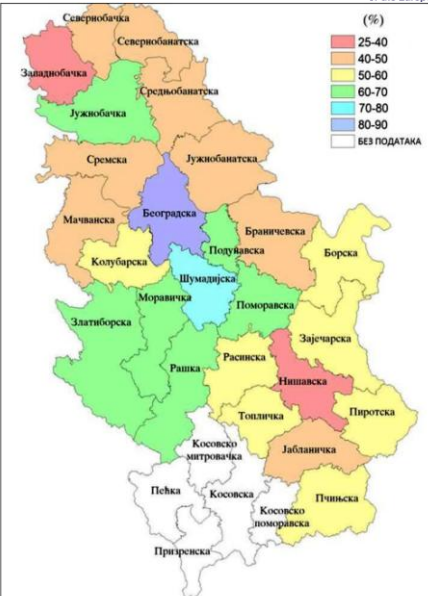


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union
 

## UVOD

Razvoj kanalizacionih sistema znatno zaostaje za razvojem vodosnabdevanja. Procenat stanovnika priključenih na javnu kanalizaciju u Republici Srbiji iznosi 61,3% (2016).

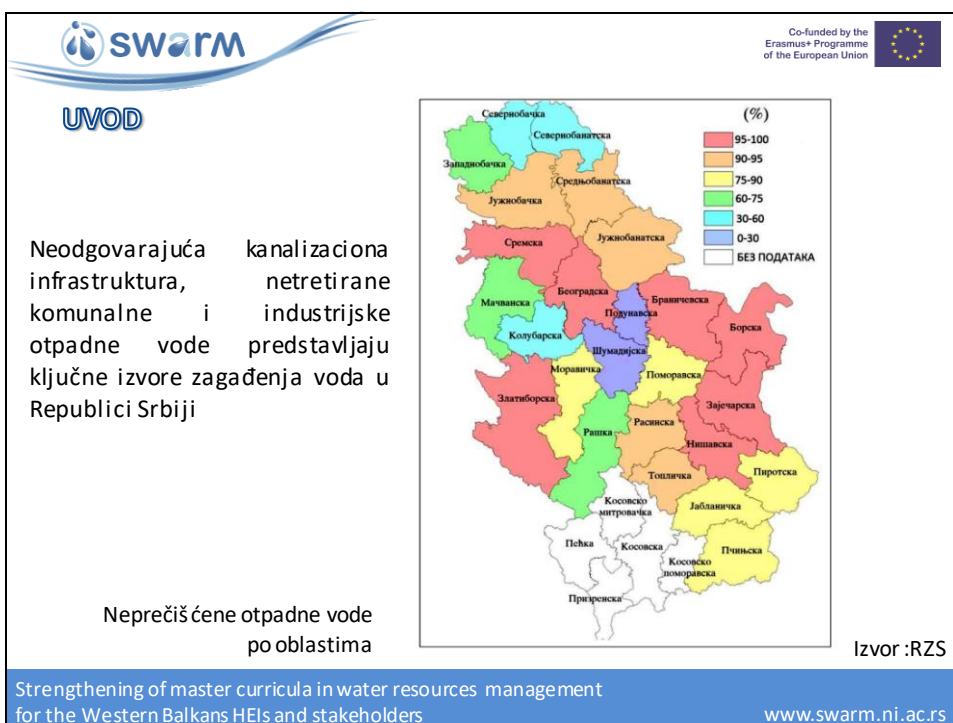
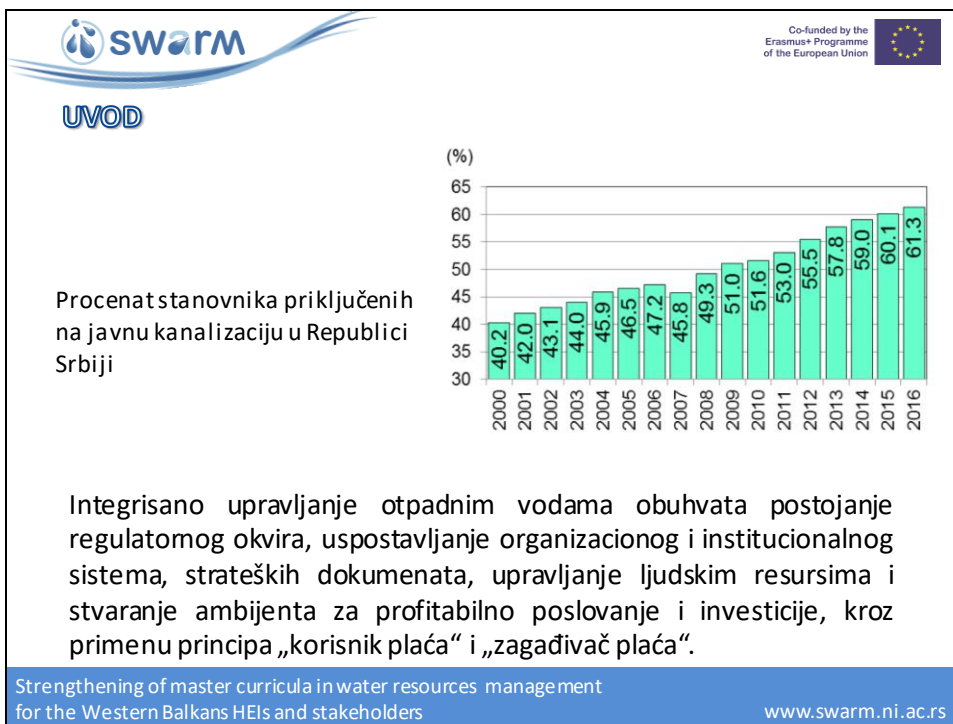
Procenat stanovnika  
priključenih na javnu  
kanalizaciju po oblastima

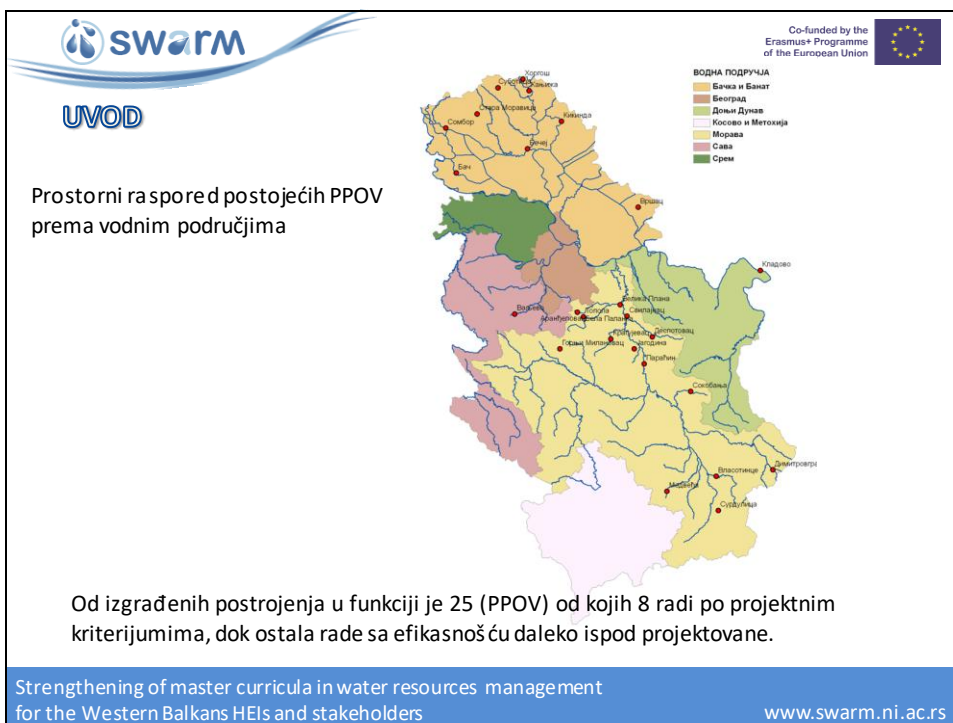
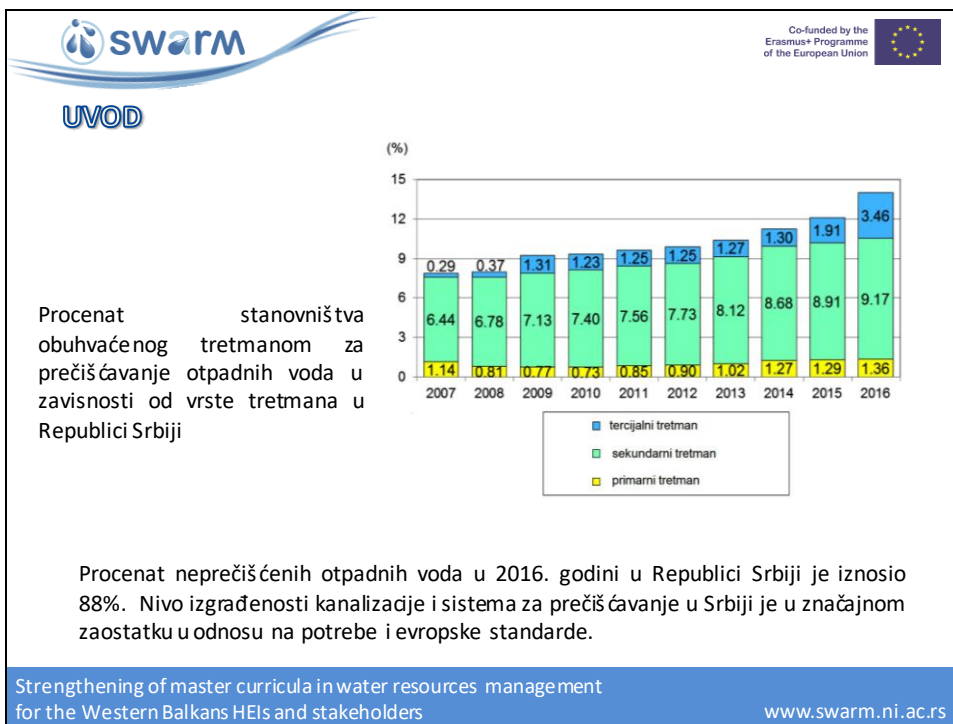




Izvor :RZS

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)










**UVOD**

Prostorni raspored i kapaciteti postojećih PPOV po gradovima

Upravni okrug	Grad	Kapacitet (ES)
Borski	Kladovo	10.000
Zaječarski	Soko Banja	5.000
Jablanički	Vlasotince	10.000
	Medveđa	6.000
Kolubarski	Valjevo	110.000
Moravički	Gornji Milanovac	50.000
Pirotski	Dimitrovgrad	9.500
	Bela Palanka	20.000
Podunavski	Velika Plana	35.000

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)






**UVOD**

Prostorni raspored i kapaciteti postojećih PPOV po gradovima

Upravni okrug	Grad	Kapacitet (ES)
Pomoravski	Jagodina	45.000
	Paraćin	35.000
Šumadijski	Arandjelovac	29.000
	Kragujevac	125.000
	Topola	8.000
Severna Bačka	Subotica	160.000
Zapadna Bačka	Sombor	180.000
Južna Bačka	Bečej	50.000
	Bač	13.000
Severni Banat	Kikinda	60.000
Južni Banat	Vršac	110.000

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## ZAKONODAVSTVO u EU

Okvirna direktiva o vodama (2000/60/EC) definisala je dugoročnu politiku, principe i standarde u kreiranju održivog korišćenja voda i zaštite voda.

- Direktiva o prečišćavanju urbanih otpadnih voda (91/271/EEC)
- Direktiva o zaštiti podzemne vode od zagađivanja i pogoršavanja kvaliteta (2006/118/EC)
- Direktiva o upravljanju kvalitetom vode za kupanje (2006/7/EC)
- Direktiva o zaštiti voda od zagađivanja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora (91/676/EEC)
- Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEC)
- Direktiva o zaštiti životne sredine, a posebno zemljišta, pri korišćenju kanalizacionog mulja u poljoprivredi (86/278/EEC)

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## ZAKONODAVSTVO u Srbiji

Upravljanje otpadnim vodama u Republici Srbiji regulisano je sledećim zakonskim i podzakonskim aktima sa ciljem da se postigne usklađenost sa regulativom EU:

- Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018)
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u vodi i o rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016)
- Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 24/2014)
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentima i rok za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012)
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda ("Sl. glasnik RS", br. 74/2011)

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA



U postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda vrši se centralizovana obrada komunalnih i industrijskih otpadnih voda, čiji su produkti: prečišćena voda, otpadni mulj i biogas.

Postupak prečišćavanja otpadnih voda zavisi od više faktora:

- Tipa otpadne vode
- Koncentracije i karakteristika zagađenja
- Način ispuštanja u recipijent ili ponovne upotrebe
- Načina odlaganja mulja
- Ekonomičnosti i kompatibilnosti pojedinačnih postupaka prečišćavanja

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Proces prečišćavanja otpadnih voda odvija se u tri faze (linija vode):

**I Primarno (mehaničko) prečišćavanje** - uklanjanje taloživih (čvrstih) i plivajućih (ulja i masti) materija



**II Sekundarno (biološko) prečišćavanje** - uklanjanje rastvorenih organskih materija, koloidnih i netaloživih materija; zasnovano na razvoju mikroorganizama

**III Tercijalno (hemijsko) prečišćavanje** - uklanjanje nutrijenta (azotnih i fosfatnih materija), ostalih organskih materija, patogenih klica i mikroorganizama; zasnovano na dezinfekciji vode

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)





## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

### Primarno prečišćavanje

- Rešetke – uklanjanje krupnih plivajućih i lebdećih čestica
- Sita – uklanjanje suspendovanih materija
- Taložnice za pesak (peskolovi) – uklanjanje peska, šljake i ostalih suspendovanih materija koje imaju veliku brzinu taloženja a ne podležu biorazgradnji
- Bazen za ujednačavanje protoka
- Bazen za flotaciju – uklanjanje pene, masti i ulja
- Primarna taložnica – taloženje suspendovanih materija i izdvajanje materija lakših od vode

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

### Sekundarno prečišćavanje

- Aerisane lagune – prevođenje koloidnih i rastvorenih organskih materija u oblik manje ili više stabilizovanog mulja
- Postrojenja sa anaerobnim aktivnim muljem – uklanjanje organske materije
- Biološki filtri – uklanjanje koloidnih i rastvorenih materija
- Sekundarna taložnica – taloženje i uklanjanje aktivnog mulja

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

### Tercijalno prečišćavanje

- Gravitacioni aeratori – uklanjanje azota
- Brzi gravitacioni filtri – uklanjanje suspendovanih materija, BPK i mutnoće
- Kontaktni bazen – uklanjanje patogenih mikroorganizama (dezinfekcija)

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Prilikom prečišćavanja otpadnih voda izdvajaju se velike količine mulja, koji se tretira u tri faze (linija mulja):

**I faza** – smanjenje zapremine i količine vode u mulju

- Gravitacioni zgušnjivač
- Flotator
- Vakum prese
- Filter prese
- Polja za sušenje mulja

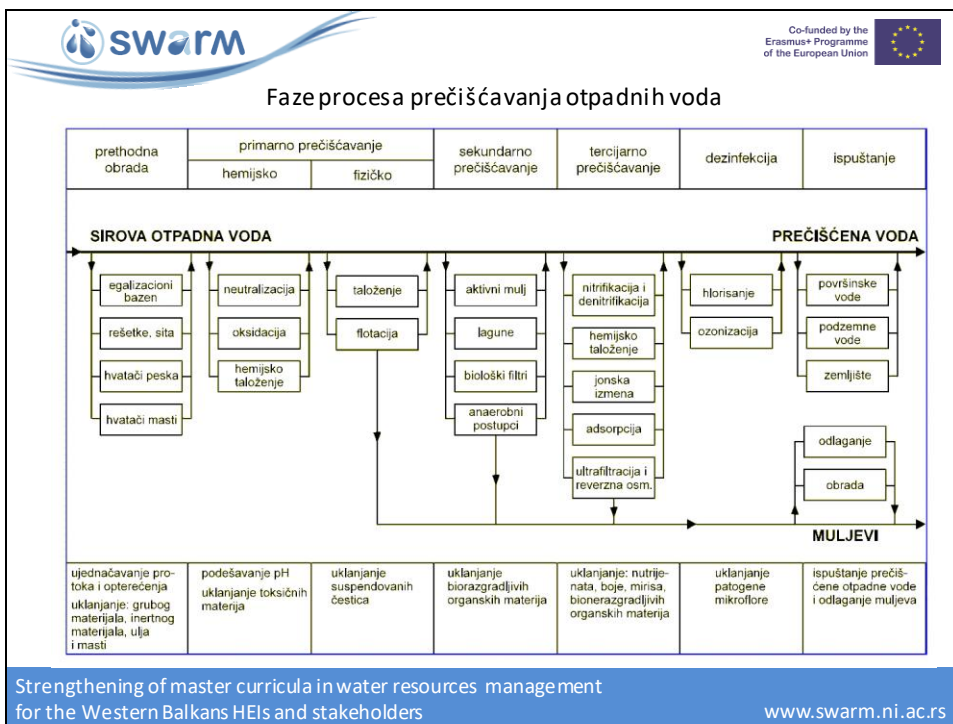
**II faza** – stabilizacija materija podložnih raspadanju, smanjenje zapremine mulja

- Digestor
- Polja za sušenje mulja

**III faza** – uništavanje patogenih mikroorganizama i parazita

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



**PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA**



Problemi u radu postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda:

- Zasipanje peskom
- Preopterećenje usled filtracije i ulaska atmosferskih voda
- Akcidentna zagađenja i industrijskim otpadnim vodama
- Zastarela i neispravna oprema
- Nedovoljno obučeno osoblje

Jedan od uzroka problema u radu PPOV jeste da su troškovi rada i amortizacije veći od sakupljenih sredstava od naplate kanaliziranja, prečišćavanja i ispuštanja otpadnih voda.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## PONOVNA UPOTREBA PREČIŠĆENE VODE

Rast broja stanovnika, povećanje životnog standarda i razvoj industrije usloveli su povećanje potrebe za vodom. Klimatske promene, posebno dugotrajne, intenzivne suše takođe izazivaju rastuću potražnju za vodom i opterećuju rezerve slatke vode.

Glavne pokretačke snage ponovnog korišćenja tretiranih otpadnih voda su:

- Povećanje nestašice vode i vodnog stresa
- Povećanje populacije
- Povećanje zagađenja životne sredine zbog neprečišćavanja otpadnih voda
- Sve veće priznavanje vrednosti resursa tretiranih otpadnih voda (WHO, 2006)

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## PONOVNA UPOTREBA PREČIŠĆENE VODE

Ponovno korišćenje prečišćene otpadne vode može se smatrati za pouzdanu metodu vodosnabdevanja, koja je sasvim nezavisna od sezonskih suša i vremenskih promenljivosti, i za metodu koja je sposobna da pokrije vrhove u potražnji za vodom.

Ovo može biti vrlo korisno za poljoprivredne aktivnosti obzirom na kontinuitet vodosnabdevanja tokom perioda navodnjavanja, što posledično smanjuje rizik od propadanja useva i gubitka prihoda. Hranljivi sastojci u prečišćenim otpadnim vodama bi mogli smanjiti upotrebu dodatnih đubriva u poljoprivredi.

Ponovna upotreba vode takođe obuhvata značajan potencijal u pogledu stvaranja zelenih radnih mesta u industriji koja se odnosi na vodu, a procenjuje se da bi povećanje stope rasta vodne industrije u Evropi za 1% moglo stvoriti do 20.000 novih radnih mesta.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)






**PONOVNA UPOTREBA PREČIŠĆENE VODE**

Ponovna upotreba vode, kao alternativni izvor vode, može pružiti značajne ekonomske, socijalne i ekološke koristi, koje su ključni motiv za sprovođenje programa ponovne upotrebe.

Pogodnosti uključuju:



- Povećanu dostupnost vode
- Integrisano i održivo korišćenje vodnih resursa
- Smanjena potrošnja energije u poređenju sa proizvodnjom, preradom i distribucijom vode
- Zaštita resursa podzemnih voda

**PONOVNA UPOTREBA PREČIŠĆENE VODE**






- Smanjena opterećenja hranjivim materijama u prihvatne vode
- Smanjene troškova proizvodnje upotrebom visokokvalitetne obnovljene vode
- Povećana poljoprivredna proizvodnja
- Smanjena primena đubriva
- Poboljšana zaštita životne sredine obnavljanjem potoka, močvara i bara
- Povećana zaposlenost i lokalna ekonomija (turizam, poljoprivreda)

Izvori: Alcalde-Sanz, L., Gawlik, B.M., 2014. Water Reuse in Europe - Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, 48 pp.  
 BIO by Deloitte (2015) Optimising water reuse in the EU – Public consultation analysis report prepared for the European Commission (DG ENV).



## PONOVNA UPOTREBA PREČIŠĆENE VODE

Mogućnosti upotrebe tretirane otpadne vode su:

- 
**Urbana sredina**  
 Navodnjavanje parkova, sportskih objekata, vrtova, pranje ulica, za zaštitu od požara, pranje automobila. Ispiranje toaleta u velikim državnim objektima.
- 
**Poljoprivreda**  
 Njive, pašnjaci, voćnjaci, staklenici, akvakultura, vinogradarstvo
- 
**Industrija**  
 Tehnološki procesi, rashladna voda, ispiranje, zaštita od požara
- 
**Rekreacija**  
 Ribolov, plovidba, kupanje
- 
**Zaštita životne sredine**  
 Dopunjavanje reka i močvara, šumarstvo

(NRMCC-EPHC-AHMC, 2006; USEPA, 2012)

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## ZAKONODAVSTVO O PONOVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA

Evropska komisija je maja 2018. godine predložila nova pravila za podsticanje i olakšavanje ponovne upotrebe tretirane otpadne vode u EU, u primeni za navodnjavanje u poljoprivredi.

Ključni dokumenti:

- Predlog uredbe o minimalnim zahtevima za ponovnu upotrebu tretirane otpadne vode i aneksi;
- Procena uticaja na istraživanje i inovacije;
- Izveštaj o proceni teritorijalnog uticaja;
- Izveštaj JRC-a (Zajednički istraživački centar EU) o minimalnim zahtevima kvaliteta za ponovnu upotrebu tretirane otpadne vode u navodnjavanju u poljoprivredi i za prihranjivanje vodonosnih slojeva podzemnih voda - akvifera.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



**ZAKONODAVSTVO O PONOJVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

EU je donela Uredbu o minimalnim zahtevima za ponovnu upotrebu prečišćene otpadne vode (REGULATION (EU) 2020/741 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse) Uredba stupa na snagu 26.6.2023. godine.

Uredba utvrđuje minimalne zahteve u pogledu kvaliteta vode i o sigurnoj upotrebi obrađene vode u kontekstu integralnog upravljanja vodama.

Svrha Uredbe je da se garantuje da je obnovljena voda sigurna za navodnjavanje poljoprivrede, čime se osigurava visok nivo zaštite životne sredine, zdravlja ljudi i životinja, promoviše cirkularna ekonomija, prilagođavnje na klimatske promene i doprinosi ciljevima Direktive 2000/60/EZ.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs


**ZAKONODAVSTVO O PONOJVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

Za potrebe proizvodnje tretirane vode, snabdevanja i upotrebe, nadležni organ je u obavezi da donese plan upravljanja rizicima za ponovnu upotrebu vode. Planom se utvrđuju opasnosti i rizici kao i adekvatne preventivne i korektivne mere.

Plan upravljanja rizicima za ponovnu upotrebu vode pripremaju operater postrojenja za tretman vode, druge odgovorne strane i krajnji korisnici.

Planom se utvrđuju dodatne prepreke u sistemu ponovne upotrebe vode i navode svi dodatni zahtevi koji su potrebni nakon usklađivanja.

Za proizvodnju tretirane vode potrebna je Dozvola koju izdaje nadležni organ države članice.



Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

## ZAKONODAVSTVO O PONOVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA

U oblasti monitoringa, države članice u kojim se upotrebljava tretirana voda za poljoprivredu, uz pomoć Evropske agencije za životnu sredinu, dužne su da:

- Uspostave i objave podatke o proveri usklađenosti sa uslovima iz dozvole
- Uspostave i objave, svake godine, informacije o slučajevima neispunjenja uslova utvrđenih u dozvoli

Evropska agencija za životnu sredinu i Evropski centar za sprečavanje i kontrolu bolesti imaju pristup svim skupovima podataka.




**European Environment Agency**




**eodc**  
EUROPEAN CENTRE FOR  
ORGANIC POLLUTION  
AND CONTROL



Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 


## ZAKONODAVSTVO O PONOVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA

U cilju informisanja i podizanja svesti, države članice mogu sprovesti kampanje za informisanje krajnjih korisnika kako bi se osigurala optimalna i sigurna upotreba tretirane vode a samim tim i visok nivo zaštite životne okoline i zdravlja ljudi i životinja.

Uredbom je osigurana javna dostupnost informacija o ponovnoj upotrebi vode:



- Količina i kvalitet tretirane vode
- Procenat tretirane vode u odnosu na ukupnu količinu prečišćenih otpadnih voda
- Dozvole koje su izdate za proizvodnju tretirane vode
- Rezultati provere usklađenosti sa uslovima iz dozvole

Informacije o obaveštavanju se ažuriraju svake dve godine.



Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)




**ZAKONODAVSTVO O PONOVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

Pravila iz Uredbe o minimalnim zahtevima za ponovnu upotrebu prečišćene otpadne vode su u kontekstu novog Akcionog plana cirkularne ekonomije (A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe COM/2020/98 final)

Cirkularna ekonomija predstavlja poslovni model koji omogućava ekonomiji da raste, istovremeno minimizirajući količinu izvornih resursa koji se koriste.



Cirkularna privreda građanima će doneti visokokvalitetne, funkcionalne i sigurne proizvode koji su efikasni i pristupačni sa cenom, duže traju i mogu se ponovno upotrebiti, popraviti i visokokvalitetno reciklirati.

Potpuni ciklus upravljanja otpadnim vodama je kritična komponenta ciklusa od izvora do distribucije, sakupljanja i tretmana do odlaganja i ponovne upotrebe, uključujući vodu, hranjive materije i povratak energije.



Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



**ZAKONODAVSTVO O PONOVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

Mnoge međunarodne i nacionalne organizacije donele su smernice za ponovnu upotrebu prečišćene vode:

- Svetska zdravstvena organizacija (WHO): „Smernice za bezbedno korišćenje otpadnih voda, izlučevina i sivih voda“ (2006)
- Program Ujedinjenih nacija za životnu sredinu (UNEP): „Smernice za ponovnu upotrebu komunalnih otpadnih voda u mediteranskom regionu“ (2005)
- Program Ujedinjenih nacija o dekadi vode i razvoju kapaciteta (UNV-DPC)
- Zbornik radova na projektu UN Voda „Sigurna upotreba otpadnih voda u poljoprivredi“ (2013)
- FAO „Kvalitet vode za poljoprivredu“ (1994)
- Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO): ISO / TC282 Ponovna upotreba vode (u izradi)

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



**ZAKONODAVSTVO O PONOJVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

Smernice SZO za bezbednu upotrebu otpadnih voda, izlučevina i sivih voda (WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater) su integrisani preventivni okvir upravljanja za maksimiziranje javnih zdravstvenih koristi od otpadnih voda, izlučevina i sive vode u poljoprivredi i akvakulturi.

Važna karakteristika ovih smernica je da koriste okvir za upravljanje rizikom i daju prihvatljive mikrobiološke limite za vodu koja se ponovno koristi. Okvir omogućuje da se prema njemu donose propisi i zakoni vezani za ponovnu upotrebu otpadnih voda.

Kada se reciklira voda, neophodno je zaštititi zdravlje ljudi i životne sredine, a pristup upravljanju rizicima je najbolji način da se to postigne.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)






**ZAKONODAVSTVO O PONOJVNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA**

Smernice Američke agencije za zaštitu životne sredine (U.S. Environmental Protection Agency, 2012: Guidelines for Water Reuse) uključuju:

- Smernice za primenu ponovne upotrebe vode - specifične kategorije preporučene upotrebe sa opisom svake vrste upotrebe vode (u gradu, u poljoprivredi, pri navodnjavanju)
- Smernice za procese prečišćavanja - utvrđivanje potrebnih metoda obrade za svaku upotrebu vode
- Smernice za kriterijume kvaliteta vode - utvrđivanje granica za mikrobiološke, hemijske i fizičke parametre kvaliteta vode

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)






## ZAKONODAVSTVO O PONOVDNOJ UPOTREBI PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA

- Smernice za monitoring vode - utvrđivanje parametara koje treba pratiti i kojom frekvencijom, u zavisnosti od upotrebe vode
- Smernice za preventivne mere na licu mesta - preporuka preventivnih mera koje će se uspostaviti na mestu upotrebe radi smanjenja rizika po zdravlje i životnu sredinu
- Smernice za monitoring životne sredine - nadgledanje matrica životne sredine na koje potencijalno može uticati upotreba obnovljene vode (tlo, podzemne i površinske vode, ...)
- Smernice za komunikacione strategije - uspostavljanje efikasnih strategija konsultacija i komunikacije za promociju razumevanja i prihvatanja praksi ponovne upotrebe vode

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVDNO KORIŠĆENJE

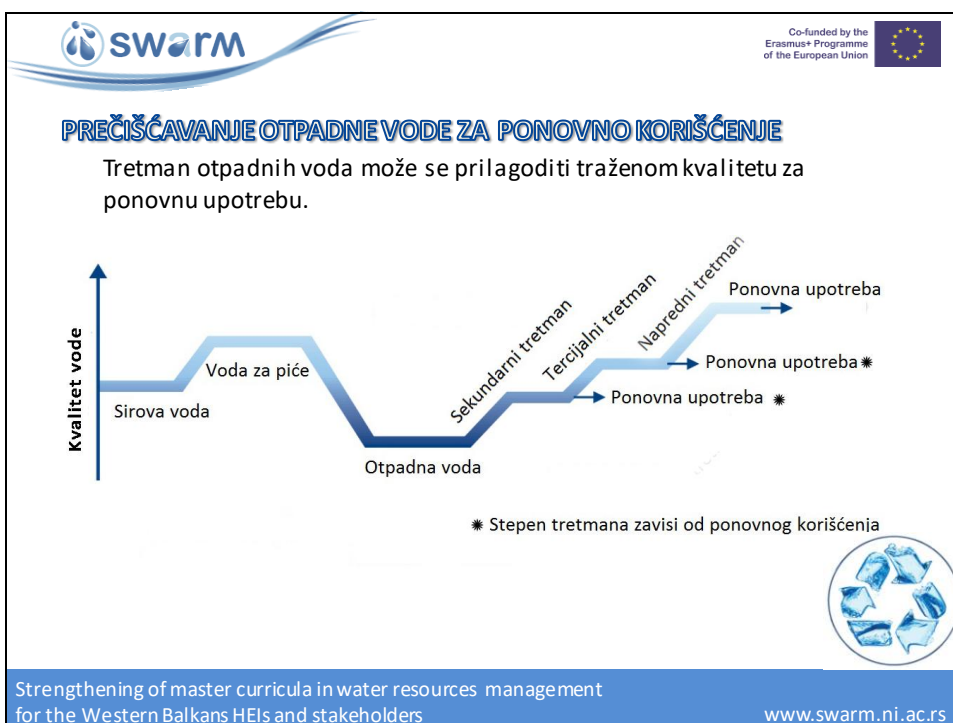
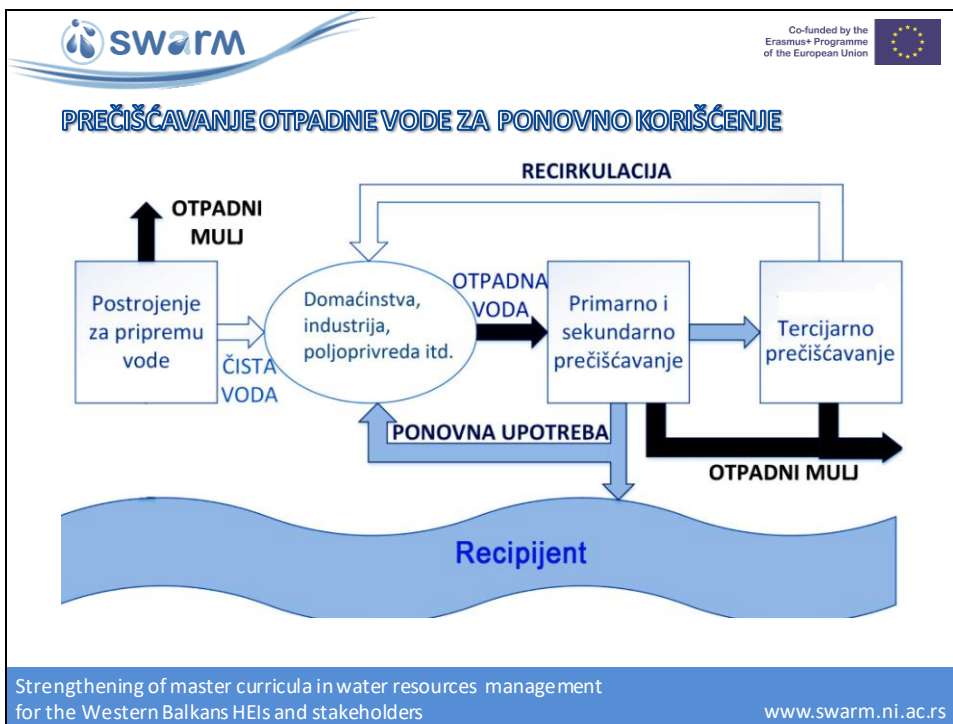
Kada se prečišćena otpadna voda ponovo koristi, potreban je dodatni tretman kako bi se smanjili rizici po zdravlje i životnu sredinu i osigurao njen kvalitet i pogodnost za predviđenu upotrebu.



Dodatni tretman naziva se tretmanom rekultivacije i izvodi se u postrojenjima za rekultivaciju vode. Glavni cilj dodatnog tretmana je uklanjanje patogenih supstanci i hemijskih zagađivača.

Ideja je da se najpre otpadna voda biološki razgradi (uklanjanje BPK, N i P) a zatim, umesto taloženja, da se aktivni mulj odvoji od prečišćene vode uz pomoć membrane.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)





**PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVRNO KORIŠĆENJE**

Tehnologije rekultivacije mogu se klasifikovati kao

- **intenzivne** (konvencionalne) i
- **ekstenzivne** tehnologije (nekonvencionalne).

**Intenzivne tehnologije** karakteriše potreba za velikim količinama energije i minimalnim prostorom. To su ubrzani veštački procesi koji se po potrebi mogu brzo modifikovati. Pored toga, potrebno im je visoko specijalizovano osoblje za rad i održavanje.


**Ekstenzivne tehnologije**, naprotiv, zahtevaju veliku količinu zemljišta jer koriste matrice životne sredine i oslanjaju se na prirodne procese za prečišćavanje vode, pa se procesi odvijaju gotovo prirodnim brzinama, a potreba za energijom je vrlo niska.





**PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVRNO KORIŠĆENJE**

Intenzivne tehnologije	Ekstenzivne tehnologije
Fizičko-hemijski sistemi (koagulacija-flokulacija, peščani filtri)	Jezera za stabilizaciju otpada (bare za sazrevanje, rezervoari za stabilizaciju, ...)
Membranske tehnologije (ultrafiltracija, reverzna osmoza, membranski bioreaktor, ...)	Izgrađene močvare
Rotirajući biološki kontaktori	Sistemi za infiltraciju i prodiranje
Tehnologije dezinfekcije (ultraljubičasto zračenje, hlor dioksid, ozon, perocetna kiselina, ...)	

Izvor: Alcalde-Sanz, L., Gawlik, B.M., 2014. Water Reuse in Europe - Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, 48 pp.

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union 



## PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVRNO KORIŠĆENJE

### Membranski procesi (Membrane biological reactor - MBR)

Membranski procesi u prečišćavanju otpadnih voda spadaju u modernu tehnologiju, koja dobija značajnu ulogu posebno usled sve većeg problema nedostatka pitke vode i strožijih zahteva u pogledu kvaliteta efluenta.

Kod primene MBR tehnologije, odvajanje biomase ili aktivnog mulja od prečišćene vode odvija se pomoću membranske filtracije.

Glavni nedostatak primene MBR-a je začepljenja membrane, što značajno smanjuje performanse i životni vek membrane, i povećava troškove održavanja i rada.

Membranski bioreaktor se smatra za pouzdan i ekonomičan postupak prečišćavanja otpadnih voda namenjenih za ponovnu upotrebu.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union 



## PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVRNO KORIŠĆENJE

Tipovi membrana: prema mehanizmu separacije, fizičkim osobina i konstrukcije i prema hemijskim karakteristikama.



Membrane se proizvode od polimernih materijala, keramike i metalnih oksida.

spiralno namotane      cevne (polimerni i keramika)      šuplja vlakna



Najpodesnija filtracija je sa porama membrane od 0,04 do 2,0 μm

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

**PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE ZA PONOVRNO KORIŠĆENJE**  
**Membranski procesi**

Prednosti:



- ➔ Manji prostor potreban za uređaj
- ➔ Mala proizvodnja mulja i lakša kontrola mirisa
- ➔ Postizanje traženog kvaliteta efluenta
- ➔ Uklanjanje bakterija i protozoa
- ➔ Moguće direktno ponovno korišćenje vode

Mane:

- ➔ Veći troškovi izgradnje
- ➔ Mogućnost začepljenja membrane
- ➔ Složenija oprema sa sistemom za čišćenje
- ➔ Potreba za zamenom membrana

Strengthening of master curricula in water resources management  
 for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

**Zdravstveni i ekološki rizici ponovne upotrebe vode**

Tretirana voda za višekratnu upotrebu može da sadrži širok spektar opasnosti, uključujući mikrobiološke, hemijske, fizičke i radiološke agense koji mogu predstavljati rizik po ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

Za sprovođenje prakse ponovne upotrebe vode, ovim rizicima se mora upravljati, a javnost mora biti informisana na transparentan i jasan način.



Najznačajnije opasnosti po zdravlje i životnu sredinu zbog upotrebe tretirane vode su patogeni mikroorganizmi i hemijski zagađivači.

Rizici korišćenja tretirane vode još uvek nisu jasno saopšteni javnosti.

Od velikog značaja je da nauka i tehnologija, javnost i vlada međusobno sarađuju i razmenjuju informacije kako bi se smanjile sumnje u pogledu projekta ponovne upotrebe vode.

Strengthening of master curricula in water resources management  
 for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## Prepreke za ponovnu upotrebu vode

Uprkos razvijenoj ponovnoj upotrebi vode u mnogim zemljama, brojne prepreke i dalje sprečavaju njenu širu primenu.

Glavne i identifikovane prepreke su:

- Velika ulaganja potrebna za nadogradnju uređaja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda
- Nedosledne i nepouzdana metode za identifikovanje i optimizaciju odgovarajućih tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda za ponovnu upotrebu
- Poteškoće u određivanju i odabiru efikasnih tehnika i tehnologija nadzora za ceo sistem

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## Prepreke za ponovnu upotrebu vode

- Značajni izazovi u pouzdanoj proceni rizika/koristi od ponovne upotrebe vode za životnu sredinu i javno zdravlje na širem geografskom području
- Loše razvijeni poslovni modeli za ponovnu upotrebu vode i tržišta za tretiranu vodu
- Nizak nivo javnog i vladinog entuzijazma za ponovnu upotrebu vode
- Ograničeni institucionalni kapacitet za formulisanje i institucionalizovanje mera za recikliranje i ponovnu upotrebu vode
- Nedostatak finansijskih podsticaja za ponovnu upotrebu vode

Izvor: Alcalde-Sanz, L., Gawlik, B.M., 2014. Water Reuse in Europe - Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, 48 pp.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders [www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



## ZAKLJUČAK



Ponovna upotreba vode je interdisciplinarno i međusektorsko pitanje koje treba razmotriti koristeći integrisani pristup.

Ponovna upotreba vode je sastavni deo održivog upravljanja vodama, jer omogućava da voda ostane u životnoj sredini i sačuva se za buduću upotrebu, istovremeno zadovoljavajući trenutne potrebe za vodom.

Integrisano upravljanje otpadnim vodama zahteva postojanje regulatornog okvira, uspostavljanje organizacionog i institucionalnog sistema, strateških dokumenata, upravljanje ljudskim resursima i stvaranje ambijenta za profitabilno poslovanje i investicije.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)

## ZAKLJUČAK

Praksa ponovne upotrebe vode mora biti prilagođena svakoj lokalnoj situaciji kako bi bila sigurna, korisna i održiva, kako finansijski tako i ekološki.

Još je dug put do postizanja krajnjeg cilja održivog upravljanja vodama širom sveta, gde ponovna upotreba vode igra ključnu ulogu u uspostavljanju korisne veze između vode, prirode i ljudskog društva.

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)



**swarm**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

# HVALA NA PAŽNJI

Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)