



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

## Tretman otpadnih voda i ponovno korišćenje tretirane otpadne vode


dr Srđan Kovačević  
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka


Trening u oblasti upravljanja vodnim resursima/09.06.2021.

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

Evropska Unija je "Okvirnom direktivom o vodama" - ODV (Water Framework Directive – WFD, 2000), definisala svoju dugoročnu politiku, principe i standarde u kreiranju i realizaciji održivog korišćenja voda i zaštite voda na širem prostoru Evrope..

Direktivom o otpadnim vodama iz 1991. godine (Council Directive 91/271/EEC i 98/15/EC) se definišu aktivnosti na zaštiti životne sredine, sakupljanje, prečišćavanje i ispuštanje gradskih i industrijskih otpadnih voda, kao i rokovi realizacije za zemlje članice EU.

Srbija je donela niz novih zakona u oblasti zaštite životne sredine, kao i Zakon o vodama (Sl.g.RS 30/10) na osnovu koga su urađena i prateća podzakonska akta, kao što su npr.: Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.gl.RS br.67/11 , Sl.gl.RS br.50/12), Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih i voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl.g.RS br.74/11),

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 

**swarm**

UVOD

**ODV**

91/271/EEC  
Komunalne  
otpadne vode

2006/118/EEC  
Podzemne Vode

2009/90/EEC  
Tehničke specifikacije  
za hemijske analize i  
monitoring statusa

91/676/EEC  
Nitratna

2007/60/EEC  
Poplave

98/83/EEC  
Voda namenjena za  
ljudsku upotrebu


2008/1/EEC  
Integralno sprečavanje  
i kontrola zagađenja

2006/7/EEC  
Kvalitet vode  
za kupanje

2008/105/EEC  
Utvrđivanje  
standarda  
kvaliteta  
životne sredine

**J**

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 

**swarm**

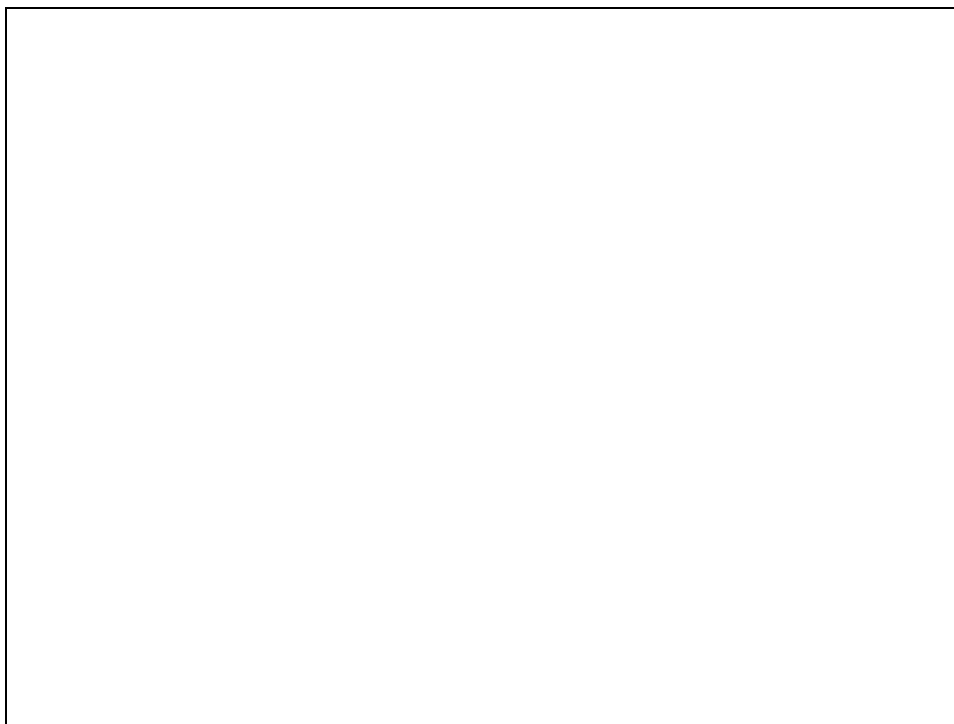
UVOD


- Uslovi za potreban stepen prečišćavanja su unapred definisani standardom efluenta (**emisioni princip**) koji je prikazan u tabelama. Parametar koji se upoređuje može biti zadata koncentracija ili najmanji procenat smanjenja nakon prečišćavanja.
- Za izlivanje prečišćenih otpadnih voda u osetljivim oblastima, propisano je i tercijarno prečišćavanje sa uklanjanjem azota i fosfora do zadatih vrednosti, prema tabeli.


Parametar	Koncentracija	Najmanji smanjenje <sup>1)</sup> procenat	Referentna metoda merenja
Bihemijska potrošnja kiseonika (BPK <sub>5</sub> na 20°C) bez nitrifikacije	25 mg/l O <sub>2</sub>	70-90 %	Homogenizovan, nefiltrovan, nedekantovan uzorak. Određivanje rastvorenog kiseonika pre i posle 5 dana inkubacije na 20±1°C, u potpunom mraku. Dodatak inhibitora nitrifikacije
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	125 mg/l O <sub>2</sub>	75 %	Homogenizovan, nefiltrovan, nedekantovan uzorak. Kalijum dihromat
Ukupne suspendovane materije	35 mg/l <sup>2)</sup> 35 mg/l (više od 10.000 ES) 60 mg/l (2000 do 10000 ES)	90 % <sup>3)</sup> 90 % (više od 10000 ES) 70 % (2000 - 10000 ES)	-Filtrovanje reprezentativnog uzorka kroz membranski filter 0.45µm. Sušenje na 105°C i vaganje - Centrifugiranje reprezentativnog uzorka (najmanje 5 min sa srednjim ubrzanjem od 2800 do 3200g). Sušenje na 105°C i vaganje

<sup>1)</sup> smanjenje u odnosu na opterećenje ulazne vode.  
<sup>2)</sup> parametar može biti zamerjen nekim drugim: ukupan organski ugljenik () ili ukupna potrošnja kiseonika () ako se može uspostaviti zavisnost između BPK<sub>5</sub> i ovih parametara  
<sup>3)</sup> ovaj parametar je opcionalan.

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


**UVOD**

**Pregled izgrađenosti kanalizacionih sistema u Srbiji**

Структура насеља и насељеност*)			Обухваћено канализационим системом			Број ПШОВ
Величина насеља	Број насеља	Број становника	Број насеља	Број становника	Прикљученост (%)	
< 2.000	4.208	2.012.385	129	68.095	3	1
2.000 - 10.000	404	1.587.428	120	355.857	22	10
10.000 - 50.000	68	1.406.701	61	899.623	64	11
50.000 - 100.000	17	1.115.777	17	920.606	83	2
>100.000	9	1.375.710	9	1.264.748	92	2
<b>Србија</b>	<b>4.706</b>	<b>7.498.001</b>	<b>336</b>	<b>3.508.929</b>	<b>47</b>	<b>26</b>
>2.000	498	5.485.616	207	3.440.834	62	25

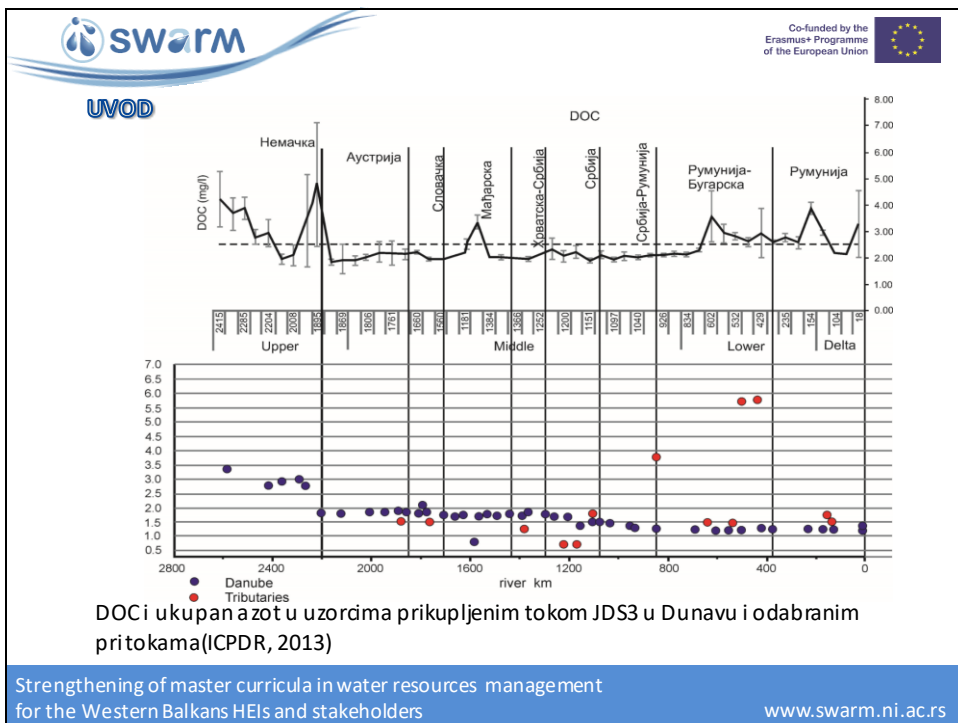
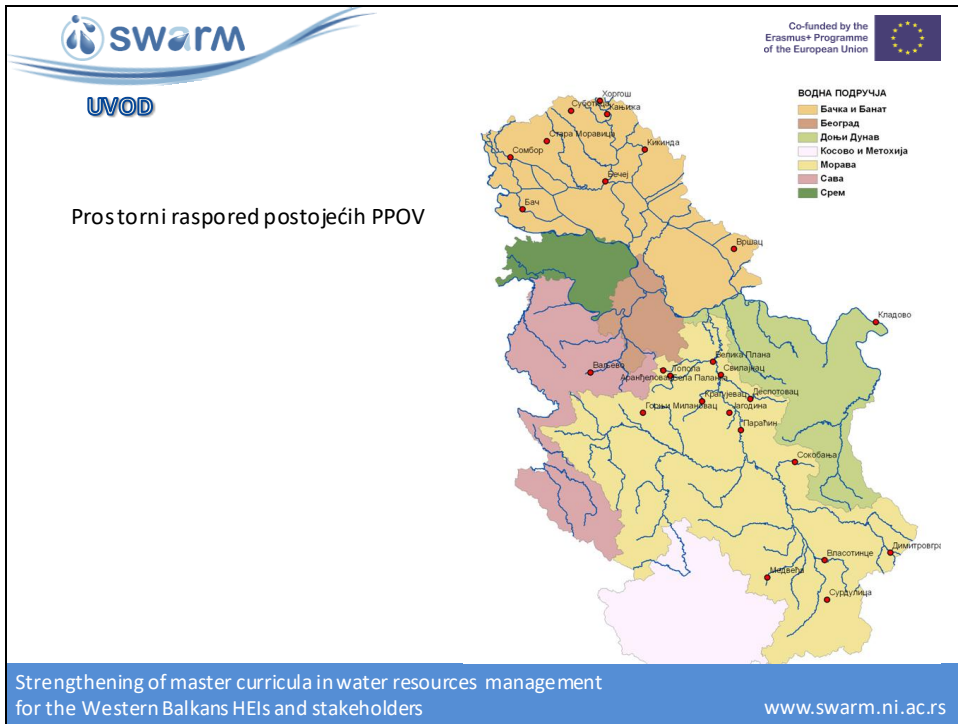
- Kragujevac
- Subotica
- Sombor
- Valjevo
- Jagodina
- Vršac
- Gornji Milanovac


- Beograd
- Niš
- Novi Sad
- Zrenjanin
- Pančevo
- Kruševac
- Kraljevo
- Čačak
- Leskovac
- Vranje

- Smederevo
- Šabac
- Užice
- Novi Pazar
- Pančevo
- Kikinda
- Požarevac
- Pirot
- Zaječar
- Bor

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

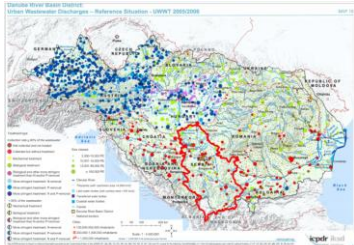
[www.swarm.ni.ac.rs](http://www.swarm.ni.ac.rs)




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

**swarm**

**UVOD**



Prečišćavanje otpadnih voda stanje 2005/2006

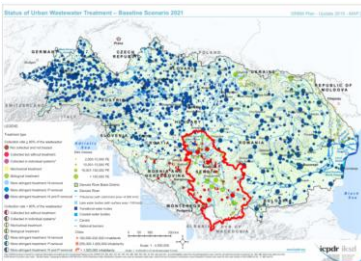


Prečišćavanje otpadnih voda stanje 2011/2012

**NAPOMENE O STANJU VODA U SRBIJI**


**Napredak i prognozirani status izgradnje postojenja za prečišćavanje otpadnih voda na slivu Dunava**

**Potrebno ulaganje ~ 5 milijardi €**



Prečišćavanje otpadnih voda stanje 2021



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 


**swarm**

**UVOD**


- Ukupna zapremina komunalnih otpadnih voda koja se stvara u svetu svaki dan procjenjuje se na između 680 i 960 miliona m<sup>3</sup>, ali mali procenat globalno proizvedenih otpadnih voda se prečišćava, a još manji procenat otpadnih voda se ponovo koristi.
- U 2015. godini količina tretirane otpadne vode koja se ponovo upotrebljava u Evropskoj uniji (EU) procijenjena je na 1,100 miliona m<sup>3</sup>/god, što čini oko **2,4%** prečišćenih komunalnih otpadnih voda i <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




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



## PROCESI TRETMANA OTPADNE VODE


Pops toje tri glavne mogućnosti reklamacije – ponovnog korišćenja otpadne vode na kon tretmana:

1. Sekundarni tretmani nakon kojih se dobija tretirana voda pogodna za ponovnu upotrebu,
2. Tercijalni tretmani bez dezinfekcije, sa krajnjim proizvodom koji omogućuju ponovnu upotrebu,
3. Potpuni tercijalni tretmani, uključujući pred-tretman za dezinfekciju i dezinfekciju;




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




## PROCESI TRETMANA OTPADNE VODE

**Lista tehnologija koja se koristi za prečišćavanje otpadnih voda**

<p><b>1. Prvi stepen prečišćavanja</b></p> <p>1.1 Sepičke jame</p> <p>1.2 Infilov lakižnik</p> <p>1.3 Konvencionalni prvi stupanj čišćenja</p> <p>1.4 Napredni prvi stupanj prečišćavanja (dodavanje kemikalija)</p>	<p><b>2. Sistemi sa stabilizacijskim bazenima</b></p> <p>2.1 Fakultativni bazeni</p> <p>2.2 Anaerobni bazeni + fakultativni bazeni</p> <p>2.3 Aerisane lagune, pobuno mješanje + lakižnik</p> <p>2.4 Anaerobni bazen + fakultativni bazeni + bazeni za dozrevanja</p> <p>2.5 Anaerobni bazen + fakultativni bazen + visoko opterećeni bazen</p> <p>2.6 Anaerobni bazen + fakultativni bazen + uklanjanje algi</p>
<p><b>3. Sistemi sa prečišćavanjem na tlu i u tlu</b></p> <p>3.1 Prečišćavanje sporim tečenjem po tlu</p> <p>3.2 Brza infiltracija</p> <p>3.3 Površinsko tečenje</p> <p>3.4 Umjetelzgrađene močvare</p>	<p><b>4. Anaerobni reaktori</b></p> <p>4.1 Sepička jama + anaerobni filtar</p> <p>4.2 Sepičkajama + infiltracija</p> <p>4.3 UASB reaktor + aktivni mulj</p> <p>4.4 UASB reaktor + pobpljeni aerirani biotilar</p> <p>4.5 UASB reaktor + anaerobni filtar</p> <p>4.6 UASB reaktor + visoko opterećeni prokapnik</p> <p>4.7 UASB reaktor + fotacija zrakom</p> <p>4.8 UASB reaktor + bazeni za dozrijevanje</p> <p>4.9 UASB reaktor + fakultativni aerirani bazeni</p> <p>4.9 UASB reaktor + fakultativno aerisane lagune</p> <p>4.9 UASB reaktor + fakultativno površinsko tečenje</p> <p>Uplow Anaerobic Sludge Blanket</p>
<p><b>5. Sustavi aktivnog mulja</b></p> <p>5.1 Konvencionalni aktivni mulj</p> <p>5.2 Aktivni mulj + produžena aeracija</p> <p>5.3 Alternirajući reaktor + produžena aeracija</p> <p>5.4 Konvencionalni aktivni mulj sa uklanjanjem N</p> <p>5.5 Konvencionalni aktivni mulj sa biološkim uklanjanjem N i P</p> <p>5.6 Konvencionalni aktivni mulj + naknadna filtracija</p>	<p><b>6. Aerobni biotiln reaktori</b></p> <p>6.1 Nisko opterećeni prokapnik</p> <p>6.2 Visoko opterećeni prokapnik</p> <p>6.3 Pobpljeni aerisani biotilar sa nitrifikacijom</p> <p>6.5 Okretni biološki nosači</p>
<p><b>7. Sistemi za poprivljanje efkuenta</b></p> <p>7.1 Mikro-ultrafiltracija</p> <p>7.2 Reverzna osmoza</p> <p>7.3 Elektrodijaliza</p> <p>7.4 Apsorpcija</p> <p>7.5 Uduvanje vazduha</p> <p>7.6 Utmjena iona</p> <p>7.7 Napredni oksidacijski proces</p> <p>7.8 Destilacija</p> <p>7.9 Hemijska precipitacija - talo</p> <p>7.10 Hemijska oksidacija</p>	<p><b>8. Hibridni sistemi</b></p> <p>8.1 Membranski biološki reaktori (aerobni i anaerobni)</p> <p>-</p>

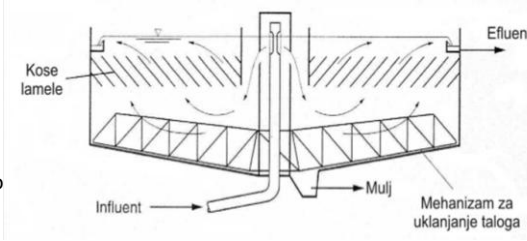
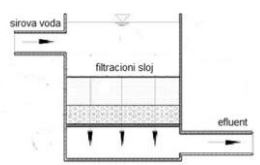
Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

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


**KONVENCIONALNI SEKUNDARNI TRETMAN**

- Konvencionalna postrojenja sa aktivnim muljem (CAS) se široko koriste i predstavljaju „standardnu tehnologiju“ za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda.
- Performanse CAS-a variraju u zavisnosti od organskog opterećenja, u rasponu od 85 do 97% (uklanjanje BPKs). Ostali sekundarni biološki procesi velike brzine uključuju filtere ili biofiltere, oksidacione jarke i rotirajuće biološke kontakte.
- Takođe, razvijeni su i inovativni biološki procesi koji uključuju:
  - ✓ Membranski biološki reaktor (MBR),
  - ✓ Biološki aerisani filteri (BAF),
  - ✓ Biološki reaktor sa pokretnim slojem (MBBR) i
  - ✓ Granularni reaktor mulja.

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 

**KONVENCIONALNI SEKUNDARNI TRETMAN**

Uobičajene tehnologije sekundarnog naprednog tretmana otpadnih voda

TIP TRETMANA	TEHNOLOGIJA	KOMENTAR
FIZIČKI	NAKADNO TALOŽENJE	Lagune za sazrevanje, taložnic...
	KOAGULACIJA-FLOKULACIJA	Treba dodati reaktante. Mešanje je potrebno. Potrebna je pauza između procesa
	FILTRACIJA	Membranske tehnologije (nano i ultrafiltracija, reverzna osmoza), opsežni sistemi sa filterima (pesak, organska materija, ugalj, višeslojni filteri ...)
	DEZINFEKCIJA	Obično su membranske tehnologije (reverzna osmoza, reverzna elektrodijaliza)
HEMIJSKI (BEZ DEZINFEKCIJE)	KOAGULACIJA-FLOKULACIJA	Treba dodati reaktante. Mešanje je potrebno. Potrebna je pauza između procesa
	TEHNOLOGIJE FIKSNOG NIORLIMA (npr. MOKRA POLJA, INFILTRACIJA-PERKULACIJA)	Transformacija hranjivih sastojaka (uglavnom N), hemikalija i organskih materija (u zavisnosti od redoks stanja)
MIKROBIOLOŠKI	LAGUNE ZASAZREVANJE	Taloženje, može doći do nagle pojave algi
	EKSTENZIVNI SISTEMI (sem laguna)	Površinska i dubinska filtracija u sistemima sa peskom, zemljom, supstratom... Aktivna uloga fiksnih biofilмова. Transformacija N oblika u zavisnosti od aerobnih, anoksičnih ili anaerobnih uslova
KOMBINOVANI SISTEMI	MBR (MEMBRANSKO BILOŠKI REAKTORI)	Kombinuje klasični aktivirani mulj (biološki reaktor) u istom rezervoaru membranu za odvajanje aktivnih taloga - mulja

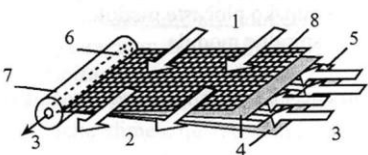
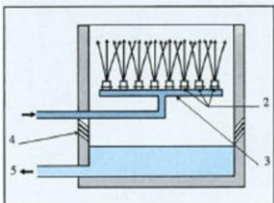
Strengthening of master curricula in water resources management  
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

USLOV KOJE TREBA RAZMOTRITI U SISTEMU ZA PODRŠKU ODLUČNANJU O PREGIŠAVANJU OTPADNIH VODA/OBJAŠNENJA I ZAPAZANJA		
KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	Zavisí od porekla: komunalne, industrijske, poljoprivredne, kao i smeše pomenutih vrsta otpadne vode	Opterećenje / varijacije koncentracije zagađujućih supstanci utiču na konačnu odluku o tretmanu koji će se primeniti
KOLIČINA OTPADNE VODE KOJA SE TRETIRA	Zavisí od korišćenja vode u domaćinstvima i u industriji, kao i ekonomije društva korisnika.	Obično se kvantifikuje kao ekvivalentni stanovnik (npr.). Protokol ima dnevni, nedeljni, mesečni i godišnji obrazac u odnosu na aktivnosti stanovništva i klimu.
TRENTNA REGULATIVA	Evropska direktiva za otpadne vode koja se primenjuje za pojedine zemlje unutar ili izvan EU, nacionalna i lokalna pravila i uredbе. Reklamacija i ponovna upotreba otpadnih voda nisu regulisani zakonima EU, već zakonima po jedinim zemljama.	Definiše konačni kvalitet tretirane vode (koja se treba zbrinuti) i ponovo proizvedene vode (koja se ponovo koristi)
DOSTUPNA TEHNOLOGIJA	Zavisí od tehnološkog i ekonomskog kapaciteta, kao i najbolje raspoložive tehnologije (BAT) koje se primenjuju	Uprave su konzervativne u pogledu tehnologije
INTEGRACIJA U PEJZAŽ I ŽIVOTNU SREDINU	Zavisí od tehnologije, specifične lokacije objekta i njegovog upravljanja	Prirodni sistemi su pogodniji za pejzažnu integraciju. Osetljivost korisnika / vlasti je važna
EKONOMIJA	Kapacitet za adekvatan rad i održavanje sistema. Ograničenje finansijske sposobnosti / definiše izbor	Teoretski svi troškovi trebaju biti uključeni u cenu vode. Ponekad je takav pristup nemoguć.
SOCIJALNA PRIHVATLJIVOST	Zavisí od lokacije i karakteristika objekta i obrazovanja ljudi	Pod uticajem zahteva krajnjih tržišta i politike komunikacije
CENTRALIZACIJA/DECENTRALIZACIJA	Nekoliko gradova deli jednu jedinicu za tretman otpadnih voda/ svaki grad ima svoj pogon	Može da zavisi od inženjerskih rešenja i vremena izgradnje
KVALITET EFLUENTA	Zavisí od smernica za obradu i ponovnu upotrebu u otpadnih voda, koje mogu definisati zakonski prihvaćene tehnologije i aktivnosti stanovništva	Potrebno je izvršiti i veći broj analiza, ali SSP i HACCP pristup mogu smanjiti broj analiza.
UPRAVLJANJE NUTRIJENTIMA	Ako se tretirana voda treba ispustiti u osetljivim područjima ili upotrebiti i ponovno u postrojenju za tretman, potrebno je smanjenje sadržaja hranjivih sastojaka	U intenzivnim sistemima tretmana otpadne vode smanjenje hranjivih sastojaka može biti i skupo u pogledu potrošnje energije
MOGUĆNOSTI ZA PONOVO KORIŠĆENJE	Potrebni krajnji kvalitet kako bi se tretirana otpadna voda koristila u tvrđen je zakonodavstvom. Količina raspoloživih resursa (osim reciklirane vode) upravlja uspehom ponovne upotrebe otpadne vode	Postoji nekoliko mogućih načina upotrebe, sa definisanim kvalitetom tretirane otpadne vode za svaku od njih. Poljoprivreda, industrija i prihranjivanje podzemnih voda su najčešći načini ponovne upotrebe
RECIKLAŽA: INDUSTRIJA, VEUKE GRAĐEVINE, DRUGE STRUKTURE	Označeno i regulisano unutrašnjom upotrebom (npr. u industriji) i potrebnim kvalitetom za svaku svrhu ponovnog korišćenja.	Može biti sukcesivna upotreba unutar objekta ili izvan procesa / hlađenja: hlađenje, navodnjavanje vrta, punjenje bojlera
DOSTUPNA POVRŠINA	Tehnologija prilagođena mestu objekta. Tehnologije koje zahtevaju velike površine zemljišta se ne mogu primeniti tamo gde je zemljište skupo	Lokacija objekta utiče na izbor tretmana (npr. urbanizovana područja gde je objekat unutar zgrade).

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


www.swarm.ni.ac.rs

NAPREDNI TERCIJARNI TRETMAN	
<p>Tercijarni tretman se pre svega odnosi na redukciju azota i fosfora, kao i toksičnih materija iz otpadnih voda. Za takav tretman se primenjuju procesi nitrifikacije i denitrifikacije, kao i nekad dosta složeni procesi detoksikacije. Takođe, kada se radi o jako koncentrovanim organskim zagađenjima koja se u sekundarnoj fazi ne mogu redukovati do potrebnog (zadatog) standarda, primenjuje se dopunska biološka obrada na biofiltrima i/ili separacija na peščanim filtrima ili drugom medijumu (membrane i sl).</p>	
	
<p>1) Sirovina, 2) Retentat, 3) Permeat, 4) Membrana, 5) Razdelnik, 6) Sabirni kanal, 7) Kudište, 8) Razdelnik.</p>	<p>Aeracija vodenim rasprskivačem, 1) Voda za tretman, 2) Mlaznice 3) Kolektor, 4) Ventilaciona rešetka, 5) Aerisana voda</p>

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 

**swarm**

**NAPREDNI TERCIJARNI TRETMAN**

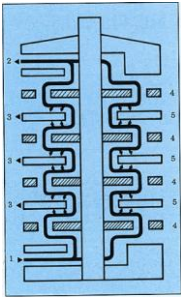
**FIZIČKI PROCESI**

Membranski procesi,

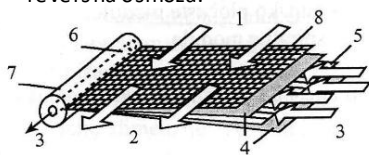
- mikrofiltraciju (MF),
- ultrafiltraciju (UF),
- reverznu osmozu (RO).

Prema opsegu veličine čestica koje se separišu, membranski procesi se klasifikuju na:

- mikrofiltracija,
- ultrafiltracija,
- dijaliza,
- reverzna osmoza.




Pločasti modul, 1) Ulaz sirove vode, 2) Koncentracioni ispust, 3) Izlaz permeata, 4) Središnja ploča, 5) Membrana




Spiralni modul, 1) Sirovina, 2) Retentat, 3) Permeat, 4) Membrana, 5) Razdelnik, 6) Sabirni kanal, 7) Kućište, 8) Razdelnik.

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 

**swarm**

**NAPREDNI TERCIJARNI TRETMAN**

**HEMIJSKI PROCESI**

Obuhvataju sledeće procese:


- hemijska precipitacija (taloženje)
- neutralizaciji
- oksidaciji i redukciji
- jonskoj izmeni
- dezinfekciji

**BILOŠKI PROCESI**

- BILOŠKO UKLANJANJE FOSFORA,
- BILOŠKO UKLANJANJE AZOTA,
- NITRIKACIJA
- DENITRIKACIJA

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



## NAPREDAK U TRETMANU OTPADNIH VODA I PONOVNOM KORIŠĆENJU


Novi pristupi sanitaciji i ponovnoj upotrebi otpadnih voda uključuju:

- ✓ Neksus voda / energija za prečišćavanje otpadnih voda, a posebno za postupke ponovnog korišćenja otpadne vode;
- ✓ Treći nivo neksusa, voda-energija-hrana, pošto je danas najrazvijenija praksa ponovne upotrebe tretirane otpadne vode za navodnjavanje u poljoprivredni;
- ✓ Upravljanje hranjivim sastojcima prilikom navodnjavanja tretiranom otpadnom vodom, izbegavajući gubitak energije i potrošnje sa upravljanjem hranjivim materijama (eliminacija i posle đubrenja);
- ✓ Različite varijacije klasičnog tretmana, kao što su promene dizajna laguna (kameni filtri, smanjenje mrtvih zona), kombinacija tehnika močvarnih polja (vertikalno plus horizontalno u nizu) sa peskovitim filterima (infiltracija-perkolacija) i promene distribucije vode u reaktorima (prema gore);
- ✓ Sprovođenje promena u postupcima dezinfekcije.






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




## NAPREDAK U TRETMANU OTPADNIH VODA I PONOVNOM KORIŠĆENJU

Glavne vrste ponovne upotrebe tretirane otpadne vode, karakteristike, problemi i drugo

PRIMENA	PODTP	DODATNA DEFINICIJA	TIP PRIMENE	PODTP	KOMENTAR
NAVODNJAVANJE	Poljoprivreda	Tip kulture lakode može upravljati praksom (npr. drveće, zelena sala ta, stočna hrana...)	Lokalno navodnjavanje	Podzemni sistemi kap po kap Površinski sistemi kap po kap	Problemi povezani sa navodnjavanjem -Stabilne količine vode za navodnjavanje -Sa prskalicama: emisija aerosola -Toksičnost nepoželjnih sastojaka recikrirane vode (npr. Toksični mikro zagadivači) i nakupljanje toksika u matricama životne sredine -Propusnost tla / podzemlja -Oticaj -Uobičajeno je prisustvo grupiranih rizika -Očekuje se kontakt sa ljudima svih uzrasta i uslova (bez izuzetaj)
			Površinsko navodnjavanje	Plavljenje, brazda i redova Rasprskivanjem	
	U gradovima (ne za piće)	Nezateva se kvalitete vode za piće	Parkovi i vrtovi (javni i privatni), čišćenje ulica, pranje automobila...	Uglavnom se navodnjava prskalicama	Contact with the end-user (sunbathing, children playing and pica, aerosols...) Irrigation staff present "Education" of players
Uređenje pejzaža	Slobodno korišćenje	Izvan gradova	Golf tereni, bazeni, tematski parkovi...	Kontakt sa kožom i bez kontakta sa kožom	- Rizik zavisni od kontakta sa krajnjim kupcima i vrste sporta - Većacka trava / sintetička travese takođe navodnjava
	Navodnjavanje zelenih oblasti	Urbana vodna tela	Sve vrste sistema za navodnjavanje	n.a.	-Može uključiti vatrogasce -Groblja, čišćenje autoputeva -Može postati urbani ekosistemi (vodozemci, ribe, ptice, kućni ljubimci...)
		Vešanje	n..	n.a.	




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 

**NAPREDAK U TRETMANU OTPADNIH VODA I PONOVNOM KORIŠĆENJU**


Glavne vrste ponovne upotrebe tretirane otpadne vode, karakteristike, problemi i

PRIMENA	PODTIP	DODATNA DEFINICIJA	TIP PRIMENE	PODTIP	KOMENTAR
OPORAVAK VODNIH TELA	Reke (potoci)	Tekuće vode	Ispuštanje	n.a.	Razblaživanje / obrnuto razblaživanje (više vode u okolini od ponovo upotrebljene) -Može se koristiti za gradsku drenažu - odvodnjavanje
	Stajaće vode	Močvare, jezera i lagune	Ispuštanje (direktno ili indirektno)	n.a.	Uglavnom se koristi za održavanje / obnavljanje nivoa vode
	Akviferi	n.a.	n.a.	n.a.	-See groundwater recharge for details
PRIHRANJIVANJE PODZEMNE VODE	Direktno u akvifer	Prihranjivanje podzemne vode generalno nasuprot intruzijemorske vode skladištenje vode	Injekiranje u akvifer	Pumpanje, injekcioni bunari	-Rizik uveliko zavisi od upotrebe akvifera
	Indirektno (površinsko)		Površinska infiltracija	Lagune, navodnjavanje sa visokom ovde	-Rizik uveliko zavisi od upotrebe akvifera
	Indirektno u vodna tela		Odnos između vodnih tela i akvifera / povezanost	Vodoprpusnost se može regulisati	-Nemože smatrati strogo ponovnom upotrebom tretirane otpadne vode;
SNABDEVANJE VODOM ZA PIĆE	Efluent u ifluent	Kombinacije linije tretmana	n.a.	Primenjuje se koncept barjera	-Sve se više praktikuje u slučaju ekstremnih suša (vremenskih ili strukturalnih) -Deo jodosaabdevanja je korišćenje rečvirane vode
	Od vodnih tela	U celom svetu	n.a.	n.a.	-Nemože smatrati strogo ponovnom upotrebom tretirane otpadne vode;
INDUSTRIJA	Hlađenje	Na otvorenom ili zatvorenom prostoru	Transfer pare	Nekoliko tipova	--Teoretski legandna je glavni rizik
	Procesna voda	Voda ulazi u sistem proizvodnje	U reaktorima i ostalim delovima	n.a.	--Voda može biti deo krajnjeg proizvoda
	Čišćenje	-	Mašine za čišćenje	-	-Potrebna je pažljiva dezinfekcija



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 

**NAPREDAK U TRETMANU OTPADNIH VODA I PONOVNOM KORIŠĆENJU**

Glavne vrste ponovne upotrebe tretirane otpadne vode i glavni povezani problemi

TIP	PROBLEM	POVEZANOST SA	KRAJNJA NAMENA/KOMENTAR
POLJOPRIVREDA	Salinitet	Zemljište, biljke	Skupo je redukovati
	Bolesti biljaka	Patogeni za biljke	Može uticati na useve
	Toksičnost	Akumulacija toksičnih supstanci u matricama	Uticaj na konzumente
URBANE OBLASTI (NE ZA PIĆE)	Zagađenje životne sredine (urbana područja)	Aerosoli, otcaj, zdravlje životinja	Uglavnom za navodnjavanje, ali i za čišćenje u industriji
INDUSTRIJA	Salinitet	Opseg	Za hlađenje, čišćenje, procesna voda
	Ljudsko zdravlje	Aerosoli, patogenei	
OPŠTA NAMENA	Ljudsko zdravlje	Aerosoli, gutanje	Navodnjavanje (golf tereni, tematski parkovi, ...), bazeni
OPORAVAK VODNIH TELA	Zagađenje životne sredine	Patogeni, toksične supstance, nutrijenti	Povećanje količine vode u bliskim vodnim telima
PRIHRANJIVANJE PODZEMNE VODE	Zagađenje	Hemikalije, fizičko zagađenje, mikroorganizmi	Voda se koristi za nekoliko namena
VODA ZA PIĆE	Zagađenje podzemne vode	Sigurnost vode za piće	Direktno ponovno korišćenje, voda za piće



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 

### CILJEVI I ZAHTEVI PROPISA O PONOVNOJ UPOTREBI OTPADNIH VODA

- U pogledu pravila i propisa o ponovnoj upotrebi, treba razmotriti nekoliko aspekata. Pre svega je ko izdaje dokument (pravilo) i gde će se primeniti.
- Evropska komisija predložila je maja 2018. nova pravila za podsticanje i olakšavanje ponovne upotrebe tretirane otpadne vode u EU za primenu u na vodnjavanje u poljoprivredi. Ključni dokumenti:
  - ✓ Predlog uredbe o minimalnim zahtevima za ponovnu upotrebu tretirane otpadne vode i nekisi;
  - ✓ Procena uticaja - sažeti i analitički modeli koji se koriste u pripremi procene uticaja;
  - ✓ Procena uticaja na istraživanje i inovacije;
  - ✓ Izveštaj o proceni teritorijalnog uticaja;
  - ✓ Izveštaj JRC-a 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)


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

### TRANZICIJA DO CIRKULARNE EKONOMIJE


- Iz perspektive kružne ekonomije, ponovna upotreba vode je dobitna opcija. Potpuni ciklus upravljanja otpadnim vodama je kritična komponenta ciklusa od izvora do distribucije, sa kupljanja (sistem za odvod u sanitarni sistem i na licu mesta) i tretmana do odlaganja i ponovne upotrebe, uključujući vodu, hranjive materije i povrat energije.
- Da li ponovna upotreba vode ima smisla za region zavisi od troškova ponovne upotrebe u poređenju sa troškovima drugih izvodljivih alternativa za upravljanje vodama (npr. novim snabdevanjem, proširenim naporima očuvanja) i troškova ne sprovođenja bilo kakvih promena u upravljanju vodama.

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



## ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

- U proteklim decenijama, velika pažnja bila je usmerena na potrebu za jeftinijim, održivijim i efikasnijim tehnologijama za prečišćavanje otpadnih voda koje se zasnivaju na principima i tehnologijama zaštite životne sredine.
- Zbog nedoslednog nacionalnog zakonodavstva širom Evrope i ograničene svesti javnosti o stvarnim rizicima i koristima, ponovna upotreba tretirane otpadne vode je skupa praksa podložna nepoverenju šire javnosti.
- Potencijalna prepreka slobodnom kretanju poljoprivrednih proizvoda navodnjavanih ponovo korišćenom otpadnom vodom su dodatni rizik koji odvraća od ulaganja potencijalnih investitora.
- Recikliranje i ponovna upotreba resursa mogu pomoći u zatvaranju petlje ciklusa resursa, pružajući održivu alternativu za eksploataciju izvornih resursa.
- Prelaz na princip cirkularne ekonomije ohrabruje i podstiče efikasniju upotrebu vode i u kombinaciji sa snažnim podsticajima za inovacije, može poboljšati sposobnost privrede da se nosi sa zahtevima sve veće neravnoteže između ponude i potražnje 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)