

Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta



Raziskovalni projekt je (so)financiran s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost.

## Raziskovalni projekt

<b>Članica UL</b>	UL Zdravstvena fakulteta
<b>Šifra</b>	J2-8162
<b>Naziv projekta</b>	Zapiranje snovnih poti pri čiščenju komunalnih odpadnih voda z zelenimi tehnologijami
<b>Obdobje</b>	1.5.2017 – 30.4.2020
<b>Letni obseg</b>	1,61 FTE
<b>Vodja</b>	<a href="#">prof. dr. Tjaša Bulc</a>
<b>Veda</b>	Tehnika, Kemijsko inženirstvo, Tehnika za varstvo okolja
<b>Sodelujoče RO</b>	<a href="#">Institut 'Jožef Stefan'</a> <a href="#">Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta</a> <a href="#">Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</a>
<b>Vsebinski opis projekta</b>	Rastoča urbanizacija, intenzivno izkoriščanje naravnih virov, podnebne spremembe in prehod proti nizko-ogljikni družbi zahtevajo prilagodljivost urbanega okolja, bolj trajnostno ravnanje z vodo in ponovno uporabo odpadne vode (OV). Dandanes voda, energija, hrana in z njimi povezana infrastruktura tehnološko napredujejo, vendar delujejo linearno in nepovezano (po načelu pridobi-uporabi-odvrzi). Ponovna uporaba virov (vode, hranil) z recikliranjem OV vodi k zapiranju snovnih tokov in s tem k trajnostnem upravljanju OV. Tehnologije za ponovno uporabo naravnih virov ali zelene tehnologije (ZeleneT) omogočajo obnavljanje hranil iz OV in

ponovno uporabo prečiščene vode; vendar pa je večino ZelenihT še potrebno izboljšati v smislu učinkovitosti in ekonomske izvedljivosti. Vse to kliče po znanstveni evalvaciji dejanskega potenciala teh tehnologij ter k razvoju ustreznega sistema za podporo odločanja (DSS) s pomočjo ocene življenjskega cikla (LCA) Glavni cilj projekta je ocena učinkovitosti koncepta zaprtih zank z uporabo treh različnih ZelenihT na dveh nivojih a) laboratorijskem nivoju, ter b) pilotnem nivoju v okviru demonstracijskega centra na CČN Ajdovščina. Tri testirane ZeleneT so 1) algna tehnologija (AT) s pridobivanjem algne biomase in vode za namakanje; 2) rastlinska čistilna naprava (RČN) s pridobivanjem vode za namakanje, obe v kombinaciji z naprednimi metodami oksidacije (AOP) za povečanje biorazgradljivosti mikropolutantov, prisotnih v komunalni OV; 3) evapotranspiracijski sistem (ETS) brez izpusta za pridobivanje lesne biomase. Algna biomasa iz AT se lahko uporablja za biognojila, biogoriva, bioplín, krmo, bioplastiko, za ekstrakcijo pomembnih komponent; lesna biomasa iz ETS se lahko uporabi za proizvodnjo energije ter medij iz ETS kot gnojilo. Končni produkti ZelenihT vključno s proizvedeno vodo omogočajo zapiranje snovnih tokov OV, vendar pa ti produkti lahko vsebujejo mikroonesnažila, kot so težke kovine, farmacevtski izdelki, izdelki za osebno nego, industrijske kemikalije, pesticidi itd, ki lahko vplivajo na zdravje človeka in okolje. Ker običajne ČN niso namenjene odstranjevanju mikroonesnažil ter zaradi potencialnega estrogenskega, mutagenega in kancerogenega delovanja teh onesnažil, je njihovo odstranjevanje in kroženje v ZelenihT v kombinaciji z AOP izjemno zanimivo področje raziskav. V predlaganem projektu bomo spremljali dve izbrani skupini mikropolutantov, in sicer bisfenol A (BPA) in njegove zamenjave kot prednostne industrijske kemikalije in neonikotinoide kot nov razred insekticidov, ki imajo velik potencial in sistemsko delovanje za zaščito pridelka proti sesajočim škodljivcem. Končni produkti ZelenihT bodo testirani za namen kmetijske rabe in sicer z izvedbo lončnih in lizimetričnih poskusov. Na ta način bomo pridobili pomembne podatke o kroženju potencialno nevarnih snovi ter hranil iz komunalnih OV in kako lahko s pravilnim upravljanjem ponovne uporabe vode in hranil zmanjšamo tveganje za zdravje in okolje. Za izbrane ZeleneT bomo postavili obsežno bazo podatkov za podporo odločitev o njihovi uporabi. Z učenjem iz študijskih primerov in LCA bomo zagotovili podroben vpogled v lokalno vračanje snovi in ga ovrednotili od manjšega do večjega merila. Jedro projekta bosta kvaliteta vode in biomase, izračunavanje vodne in hranilne bilance in njena optimizacija ter LCA kot osnova za DSS. Projekt bo omogočil pridobitev novih znanstvenih spoznanj, saj so raziskave, povezane z zapiranjem snovnih tokov prikazanih na različnih ZelenihT od majhnega do večjega merila, nove in redke. To je deloma tudi zato, ker sta zavest o omejenih rezervah fosforja in znanje o učinkovitem zapiranju snovnih tokov v kontekstu ekosistemskih storitev nizka in posledično je sprejemanje tehnologij za obnovo virov omejeno.

## Sestava projektne skupine

[Člani projektne skupine J2-8162](#)

## Faze projekta in njihova realizacija

Program dela na projektu je bil v celoti realiziran, kot tudi zastavljeni cilji:

1. Pregled literature, zakonodaje, tehničnih zahtev ZelenihT in izbira vhodnih podatkov (100%)
2. Laboratorijski poskusi posameznih segmentov ZelenihT in analize mikroonesnaževal (100%)
3. Pilotni poskusi zelenih tehnologij v demonstracijskem centru (100%)
4. Vrednotenje in optimizacija zelenih tehnologij (100%)
5. Prenos znanja – diseminacija (100%)

## Bibliografske reference

[Bibliografske reference članov projektne skupine](#)



Slika: Shema demo centra za prilagajanje na podnebne spremembe na centralni čistilni napravi Ajdovščina z zelenimi tehnologijami: 1) alga tehnologija; 2) rastlinska čistilna naprava; 3) evapotranspiracijski sistem (Arhem, 2019)