



Povzetek projekta Študentski inovativni projekti za družbeno korist 2016-2020 za študijski leti 2018/2019 in 2019/2020

1. odpiranje za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

1. Polni naslov projekta:

Laboratorijska rastlinska čistilna naprava za optimizacijo naravnega čiščenja vodá

- **V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P-16 se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovu:**

7 – Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

2. V sodelovanju z:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
Ekoremediacijski tehnološki center, Ljubljana

3. Besedilo:

- **Opreделите problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta**

Projekt »Laboratorijska rastlinska čistilna naprava za optimizacijo naravnega čiščenja vodá«, ki je bil izveden v sodelovanju med Univerzo v Ljubljani (nosilec projekta Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) in Ekoremediacijskim tehnološkim centrom iz Ljubljane, je bil osredotočen na reševanje nekaterih problematik s področja rastlinskih čistilnih naprav oziroma uporabe rastlin za odstranjevanje onesnažil iz odpadne vode. V grobem smo se ukvarjali s tremi vidiki problematike s tega področja:

- iskanjem optimalne perforacije cevi za uvajanje odpadnih voda v rastlinske čistilne naprave,
- izdelavo modelne laboratorijske rastlinske čistilne naprave (LRČN), ki bi omogočala izvajanje poskusov v dobro definiranih pogojih
- preizkus delovanja sestavljene modelne LRČN oziroma splošen preizkus sposobnosti odstranjevanja kromatnih ionov iz onesnažene vode z rastlino pritlikavi rogoz.

Iskanje optimalne perforacije cevi za uvajanje odpadnih voda v rastlinske čistilne naprave: Ta problem neposredno vpliva na izkoriščenost površine RČN. Zaradi razporeditve črpalke, cevi in luknjic na uvajalnem cevnem sistemu pogoji za iztekanje odpadne vode iz tega cevne sistema v celotnem sistemu niso popolnoma identični. Tako na nekaterih mestih iz lukenj iztekajo večje količine vode kot na drugih, kar pa povzroči, da je substrat RČN na bolj namočenih mestih bolj obremenjen kot pa na sušnih mestih. Zaradi tega RČN ni enakomerno izkoriščena in je njena učinkovitost manjša kot bi lahko bila.

Izdelava modelne laboratorijske rastlinske čistilne naprave (LRČN): Obstajata dve večji skupini RČN (RČN s površinskim tokom vode in RČN s podpovršinskim tokom vode), ki se potem delita še naprej na podskupine. Vsaka od teh vrst RČN ima svoje prednosti in slabosti, za optimalno delovanje RČN pa je pogosto smiselno konstruirati RČN, ki bo glede na dane pogoje uspela s kombinacijo ustreznih tipov RČN kar najboljše očistiti vodo. Te kombinacije različnih vrst RČN trenutno še niso dobro raziskane, saj so RČN še vedno v fazi intenzivnih raziskav. V ta namen smo za potrebe partnerja pri projektu skušali narediti laboratorijsko RČN, s katero bi lahko v dobro definiranih pogojih preizkusili svoje zamisli za konstrukcijo novih (mešanih) tipov RČN še preden tako RČN v resnici tudi naredijo v naravi.

Preizkus delovanja sestavljene modelne LRČN oziroma splošen preizkus sposobnosti

odstranjevanja kromatnih ionov iz onesnažene vode z rastlino pritlikavi rogoz: V zadnjem delu projekta smo sestavljeno LRČN še preizkusili na primeru tipa RČN, ki kombinira površinski in podpovršinski tok vode. O takšnem kombiniranem tipu RČN je v strokovni literaturi zelo malo podatkov oziroma jih sploh ni (mi pri pregledu literature nismo našli nobenega). Dodatno smo poskusili z rastlino pritlikavi rogoz očistiti s kromatnimi ioni onesnaženo vodo. Tudi o teh študijah je le malo podatkov.

- Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta

Projekt se je pričel z Aktivnostjo 1, ko so se na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani (FKKT UL) sestali vsi na projektu sodelujoči študenti, oba pedagoška mentorja ter podporna strokovna oseba. Na tem sestanku je bila študentom s strani mentorjev predstavljena ideja projekta, časovni načrt ter vloga posameznih študentov v projektu.

Sledila je Aktivnost 2, v okviru katere so si študenti v Biotehniškem izobraževalnem centru Ljubljana ogledali preprosto modelno laboratorijsko rastlinsko čistilno o (RČN) in ob tej priložnosti je bilo študentom razloženo delovanje take naprave. Prva faza projekta, kjer so se študenti spoznavali z RČN, se je zaključila s srečanji na FKKT UL med študenti, mentorjema in strokovno sodelavko, kjer so bile s strani partnerske organizacije podane smernice, kako bi reševali problematiko hidravlike RČN, s strani pedagoških mentorjev pa predstavljena zasnova modelne laboratorijske RČN (LRČN), ki bi jo želeli sestaviti v okviru projekta in jo nameniti raziskavam učinkovitosti RČN. Aktivnost 2 smo v zadnjih dneh trajanja projekta dopolnili z ogledom RČN Rakitna, ki so se je udeležili pedagoški mentor, strokovna sodelavka in dve študentki. Čas ogleda RČN Rakitna je v dobršni meri sovpadal z izpitnim obdobjem, zato je bila udeležba študentov pri tem ogledu nekaj manjša, je pa potrebno povedati, da sta dve drugi študentki opravili ločen ogled RČN v Rovtah nad Logatcem (tema predhodno narejene diplomske naloge ene od teh dveh študentk so bile ravno male RČN in ta študentka je male RČN spoznala v naravi tudi že v času pred izvajanjem projekta).

V naslednji fazi (Aktivnost 3) je potekalo načrtovanje in izdelava LRČN. Pri tem smo skušali slediti načelu modularnosti in LRČN oblikovati tako, da bi bila uporabna za študij čim večjega števila problemov. V to fazo so bili vključeni vsi študentje, oba pedagoška mentorja in strokovna sodelavka. To delo se je izvajalo na večih lokacijah: na FKKT UL, doma (izdelava in barvanje okvirja LRČN, programiranje in sestavljanje elektronskih komponent, izdelava načrtov, izdelava pokrova LRČN, pisanje poročil) ter terensko delo (nabiranje rastlin).

V naslednji (zadnji) fazi smo na primeru čiščenja sintetične odpadne vode na v laboratoriju FKKT UL preizkusili delovanje LRČN (Aktivnost 4) in ugotovili, da izdelana LRČN dobro očisti vodo. V ločenem poskusu smo proučili še sposobnost odstranjevanja kromatnih ionov z uporabo rastline pritlikavi rogoz in prišli do sklepa, da je tudi tovrstna onesnaževala možno učinkovito odstraniti iz odpadne vode z uporabo rastlin.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

Rezultati:

Iskanje optimalne perforacije cevi za uvajanje odpadnih voda v rastlinske čistilne naprave: Za vhodne podatke, ki jih je posredoval Ekoremediacijski tehnološki center, smo uspeli z numeričnim iterativnim reševanjem hidravličnih enačb dovolj dobro opisati eksperimentalno izmerjeno odtekanje odpadne vode iz luknjic uvajalnega cevne sistema, saj rešitev pogosto uporabljenih poenostavljenih analitičnih enačb ni dala dobrih rezultatov.

Izdelava modelne laboratorijske rastlinske čistilne naprave (LRČN): Sestavili smo LRČN, v kateri je možno v osnovni izvedbi programirano spreminjati pretok odpadne vode skozi, spreminjati osvetljenost, beležiti temperaturo in osvetljenost. Zabeležene podatke je možno prebrati z oddaljenim dostopom, pa tudi upravljanje LRČN je možno preko oddaljenega dostopa. Po potrebi je možno dodati še merilnike nivoja vode v LRČN, merilnike pH-vrednosti in električne prevodnosti vode, pa tudi še nekatere druge merilnike, ter tako pridobljene podatke beležiti. Tako sestavljena LRČN omogoča izvajanje poskusov, potrebnih za načrtovanje RČN v naravi, v zelo dobro definiranih pogojih.

Preizkus delovanja sestavljene modelne LRČN oziroma splošen preizkus sposobnosti

odstranjevanja kromatnih ionov iz onesnažene vode z rastlino pritlikavi rogoz: Končni preizkus je pokazal, da LRČN deluje tako, kot je bilo predvideno, pri tem pa je že ta prvi poskus pokazal, da smo sestavili LRČN z zelo visoko učinkovitostjo čiščenja odpadne vode. Ravno tako smo potrdili, da bi v primeru potrebe po odstranjevanju kromatnih ionov iz odpadne vode, to lahko dobro storili z nasaditvijo avtohtonih rastlin, npr. pritlikavega rogoza.

Doprinosa projekta k družbeni koristnosti:

Delo na sestavljanju modelne laboratorijske čistilne naprave je omogočilo vsem študentom, da so se spoznali s tematiko malih rastlinskih čistilnih naprav, ki je izrazito vezana na probleme onesnaževanja okolja v ruralnem okolju (npr. osamljene kmetije, manjši zaselki). Z delom na projektu smo pravzaprav tudi skušali reševati del teh težav oziroma izboljšati učinkovitost malih RČN, kar bi bil neposreden prispevek k družbenemu razvoju in napredku v lokalnem/regionalnem okolju. V sklopu projekta smo modelno LRČN le sestavili in opravili prvi test njenega delovanja in v tem trenutku s projektom sicer še nismo izkazali neposrednih materialnih družbenih koristi, smo pa že pripomogli k boljšemu razumevanju te tematike v skupini študentov, ki je delala na projektu.

Poleg tega smo sestavljeno modelno LRČN prikazali srednješolcem, ki so v času počitnic (konec meseca junija) obiskovali Poletno šolo kemijskih znanosti na FKKT UL. Zaradi omejenega časa te Poletne šole sicer ni bilo možno izvesti delavnice iz okoljskega inženirstva, je pa bil ta segment poučevanja in raziskovanja zaposlenih skupaj s sestavljeno LRČN in spremljajočim problemom, s katerim se je ukvarjal projekt, tem dijakom predstavljen.

Ker je delo na projektu zahtevalo medsebojno sodelovanje študentov z zelo različnih področij so mnogi od sodelujočih študentov prvič pridobili uvid v to, kako se lotiti reševanja bolj kompleksnega problema, to pa bo lokalnemu/regionalnemu okolju iz katerega izhajajo, po njihovi vrnitvi in aktivni vključitvi v to okolje prineslo dolgoročne pozitivne učinke.

4. Priloge:

- Slikovno gradivo: Priložite vsaj dve sliki npr. sliko končnega produkta, sliko študentov pri delu na projektu, sliko s sestankov ipd. Pri pošiljanju slik bodite pozorni, v kolikor gre za končni produkt, da bo zadoščeno zahtevam glede informiranja in obveščanja (ustrezni logotipi itd.).



Sliki 1 in 2: Levo: pranje peska pred vstavitvijo peska v LRČN; desno: vstavljanje peska in zasajanje rastlin v LRČN.