

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/131



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4314
Naslov projekta	Razvoj novih tehnologij za odstranjevanje patogenih mikrobov in toksinov iz različnih vodnih virov
Vodja projekta	779 Aleš Štrancar
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	1655 BIA Separations d.o.o. Podjetje za separacijske tehnologije d.o.o.
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	105 Nacionalni inštitut za biologijo 377 Zavod za zdravstveno varstvo Maribor 381 Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta 1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko 3334 NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.02 Kemijsko inženirstvo 2.02.02 Separacijski procesi
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.04 Kemijsko inženirstvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V pitni in namakalni vodi ter v vodah, kjer potekajo rekreacijske dejavnosti, so pogosto prisotni različni patogeni mikrobi (virusi in bakterije), ki lahko ogrožajo zdravje ljudi. V okviru tega raziskovalnega projekta smo raziskali in ocenili potencial

razkuževanja vodnih vzorcev s kombinacijo dveh različnih inovativnih tehnologij za odstranjevanje patogenih bakterij in virusov. Prva tehnologija je temeljila na inaktivaciji patogenih bakterij zaradi ireverzibilne elektroporacije, ki je posledica delovanja pulzirajočega električnega polja (PEF). Za učinkovito izvedbo metode PEF smo optimizirali parametre električnih impulzov za statični in pretočni način izvedbe PEF tehnike. Druga tehnologija je temeljila na elektrostatski vezavi virusov na CIM® (Convective Interaction Media) monolitne nosilce. CIM monolitni kromatografski nosilci (ki jih je razvil prijavitelj, slovensko podjetje BIA Separations) predstavljajo novo generacijo nosilcev, ki imajo visoko dinamično kapaciteto vezave velikih molekul in hkrati omogočajo delovanje pri visokih pretokih. V okviru tega projekta smo optimirali pogoje za odstranjevanje virusov iz iztoka čistilne naprave s CIM monolitnimi kolonami, vključno s predpripravo vodnih vzorcev. Metodo odstranjevanja virusov iz vodnih vzorcev s CIM monolitnimi kolonami smo primerjali tudi s komercialno dostopno napravo za razkuževanje vodnih vzorcev in dokazali primerljivo učinkovitost odstranjevanja virusov iz vodnih vzorcev z obema. Ob koncu projekta smo obe metodi (PEF in CIM) uspešno povezali z namenom dezinfekcije vodnega vzorca, ki smo ga umetno okužili z modelnim virusom in bakterijo, s čimer smo želeli pokazati »proof of principle« predlagane strategije za obdelavo vodnih vzorcev. Predlagani metodi predstavljata čistejšo alternativo klasičnim metodam kemičnega razkuževanja kot je kloriranje. V okviru projekta (v letih 2012 in 2013) smo mesečno spremljali tudi mikrobiološko sestavo iztoka vode iz čistilne naprave Domžale in dokazali bogato in raznoliko populacijo bakterij in virusov. Intedisciplinarna projektna skupina je vključevala raziskovalne skupine Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (pod vodstvom prof. dr. Damjana Miklavčiča), Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani, Inštituta za mikrobiologijo in imunologijo (pod vodstvom doc. dr. Mateje Poljšak-Prijatelj), Nacionalnega inštituta za biologijo (pod vodstvom prof. dr. Maje Ravnikar), Zavoda za zdravstveno varstvo Maribor (sedaj NLZOH; pod vodstvom prof. dr. Maje Rupnik) in visokotehnološkega podjetja BIA Separations (pod vodstvom doc. dr. Aleša Strancarja), kot potencialni končni uporabnik pa jepri projektu sodelovala tudi čistilna naprava Domžale (pod vodstvom dr. Marjete Stražar) in mednarodni partner projekta dr. Justin Teissie iz Institut de Pharmacologie et de Biologie Structurale (IPBS) CNRS iz Francije.

ANG

Different pathogenic agents (viruses and bacteria) can be present in drinking, irrigation and recreational waters, posing a real risk for the health. Within this research project we have investigated and evaluated the water disinfection potential of two different innovative technologies in order to remove pathogenic bacteria and viruses. The first technology was based on the disruption of pathogenic bacteria by irreversible electroporation with a Pulsed Electric Field (PEF) application. For effective PEF treatment electric pulse parameters were optimized both in static cell and flow cell formats in order to achieve the most efficient treatment. The second technology relayed on the electrostatic binding of pathogenic viruses to Convective Interaction Media (CIM®) monolithic supports. Monolithic chromatographic supports (developed by the applicant, Slovenian company BIA Separations) represent a new generation of chromatographic supports with a structure that allows operating at high flow rates, while at the same time conferring high dynamic capacity for large molecules. In this project, conditions for virus removal from waste water effluent using CIM were optimized, including different sample pre-treatments. In addition the method was compared with a commercially available

water disinfection device, reaching similar performance. In the end of the project both PEF and CIM were successfully used in combination to disinfect water artificially inoculated with model virus and bacteria generating a proof of principle for the proposed water treatment strategy. The proposed methods may constitute a cleaner alternative to classic chemical disinfection methods such as chlorine treatment. In addition during the project (years 2012 and 2013) we monthly monitored the microbiological composition of waste water effluent from a Slovenian waste water treatment plant using state of the art methodologies, and we confirmed a rich and diverse presence of both bacteria and viruses.

The interdisciplinary project team included research groups from the Faculty of Electrical Engineering (leded by Dr Damjan Miklavčič) and the Faculty of Medicine–Institute of Microbiology and Immunology (leded by Dr Mateja Poljšak-Prijatelj), both from University of Ljubljana, the National Institute of Biology (leded by Dr Maja Ravnikar) and the Institute of Public Health Maribor (now NLZOH; leded by Dr Maja Rupnik), the high-tech company BIA Separations (leded by Dr Aleš Strancar), as a potential end user the waste water treatment plant Domžale (leded by Dr Marjeta Stražar), and an international project partner Dr Justin Teissie from the Institut de Pharmacologie et de Biologie Structurale (IPBS) CNRS France.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Naloga 1: Pregled literature in izbira primerne metode za karakterizacijo odpadnih voda, patogenov. Optimizacija PEF in CIM tehnologije. (vsi partnerji) (od 1 do 36 meseca).

Vzpostavljen je bil internetni portal, kjer se je hranila vsa dokumentacija, zapisniki sestankov in znanstveni članki povezani s projektom, kar je omogočalo lažje in učinkovitejše spremljanje dogajanja za vse sodelujoče na projektu.

Naloga 2: Mikrobiološka in fizikalnokemijska karakterizacija vzorcev vode (NIB, IMI, ZZV, CND) (od 3 do 36 meseca).

Oktober 2011 smo analizirali 49 parametrov očiščene odpadne vode iztoka CND, v decembru 2011 pa njene osnovne fizikalnokemijske lastnosti.

Rezultati analiz so pokazali, da so parametri v mejah mejnih dovoljenih koncentracij za izpust v vodotok, razen v oktobru, ko so bile presežene vrednosti prostega cianida, vsote tenzidov ter celotnega fosforja. V okviru mikrobiološkega/bakteriološkega dela smo izvajali dve nalogi. Najprej smo določili celokupno bakterijsko populacijo z molekularno metodo visokotlačne kromatografije v denaturirajočih pogojih (DHPLC). Ugotovili smo, da se sestava mikrobne populacije hitro spreminja. V okviru druge naloge smo iz vzorcev čistilne naprave izolirali in karakterizirali bakterijo *Clostridium difficile*. Preiskusili smo 5 različnih metod izolacij in izolirane seve *C. difficile* smo nato tipizirali z ribotipizacijo, ki je standardna metoda za to bakterijsko vrsto. Ugotovili smo, da je raznolikost izoliranih ribotipov odvisna od uporabljene metode, ter da je raznolikost tipov večja, če metoda ne vključuje alkoholnega šoka. Skupno smo v 2011 izolirali 91 sevov *C. difficile*, ki smo jih uvrstili v 16 različnih PCR ribotipov, med katerimi prevladujejo trije (002, 014/020, 010), ki so tudi najpogostejše izolirani ribotipi pri hospitaliziranih bolnikih v Sloveniji. Iz vzorcev smo izolirali tudi druge klostridije (*C. bartlettii*, *C. beijerinckii*, *C. botulinum*, *C. celerecrescens*, *C. frigidicarnis*, *C. indolis*, *C. perfringens*, *C. sordellii*, *C. sporosphaeroides*, *C. tyrobutyricum*). Prav tako je bila opravljena virološka analiza iztoka čistilne naprave. Viruse iz vzorca (2 in 4,5 L) smo skoncentrirali s pomočjo filtrov in CIM QA monolitov. RNA iz koncentriranih frakcij smo dodatno očistili in analizirali z real time qPCR metodo, specifično za točno določene enterične viruse. V obeh vzorcih je bilo zaznati več različnih virusov, med njimi Rotavirus, Norovirus genoskupine I in II, Astrovirus in Sapovirus. V letu 2012 smo nadaljevali s karakterizacijo očiščene odpadne vode Iztok CND s pomočjo fizikalnokemijskih parametrov. V maju in oktobru 2012 smo očiščeno odpadno vodo analizirali z 49 različnimi parametri. Rezultati analiz so pokazali, da so parametri v

mejah mejnih dovoljenih koncentracij za izpust v vodotok, razen totalnega fosforja ki je bil malo povišan (mesec maj). Občasno smo opazili tudi povišane koncentracije neraztopljenih snovi, kemijske potrebe po kisiku (KPK), NO₃ in višjo koncentracijo tenzidov. V okviru bakteriološkega dela smo v letu 2012 testirali 12 vzorcev vode iz čistilne naprave. V vseh vzorcih smo našli 29 različnih *C. difficile* ribotipov. Najpogosteje sta se pojavljala dva ribotipa: 010 (7 vzorcev) in 014/020 (vseh 12 vzorcev). Tudi v letu 2012 smo nadaljevali s kultivacijo drugih klostridijev. Našli smo 17 različnih vrst, med katerimi je prevladoval *C. perfringens*. Z metodo DHPLC smo ugotovili prisotnost 36 različnih bakterijskih skupin (identificiranih do nivoja vrste ali rodu). Posamezni vzorci se med seboj po sestavi precej razlikujejo. V letu 2012 smo nadaljevali z analizami prisotnosti virusov v iztoku Domžalske čistilne naprave. S kombinacijo koncentriranja na CIM QA in RTqPCR tehniko smo določili Rotavirus, Norovirus (I in II), Astrovirus in Sapovirus. Hepatitis A virusa v frakcijah nismo zaznali. CIM QA monoliti so uporabni za istočasno koncentriranje različnih virusov iz kompleksnih vzorcev, kot so npr. odpadne vode. S koncentriranjem smo povišali mejo občutljivosti qPCR metode, kar vodi v bolj natančno analizo vsebnosti virusnih populacij v vzorcih odpadne vode. V letu 2013 smo nadaljevali z analizo prisotnosti virusov v iztočnih vodah iz čistilne naprave. V vseh vzorcih, ki smo jih prejeli januarja, februarja, marca (vsak teden – skupaj 4 vzorce) in aprila smo uspešno skoncentrirali in določili vse beležene viruse razen Hepatitis A in E. V 2014 smo objavili članek, ki je povzel rezultate mikrobiološkega monitoringa v letu 2012 in povezanosti le tega s fizikalnokemijskimi parametri vode, ki smo jih spremljali na iztoku iz čistilne naprave (Steyer et al., 2015, Food and Environmental Virology). Poleg zgoraj naštetega smo za kvantifikacijo v vodah prisotnih virusov vpeljali tudi metodo »digital droplet PCR (ddPCR), pri kateri za razliko od qPCR za kvantifikacijo ni potrebna umeritvena krivulja. ddPCR metoda je tudi manj občutljiva na potencialno prisotne inhibitorje v vodi in je bolj natančna pri določanju nizkih koncentracij virusa. Izsledki raziskave so bili objavljeni 2014 (Rački et al., 2014, Analytical Bioanalytical Chemistry) in 2015 (Rački et al, 2005, Plant Methods).

Naloga 3: Optimizacija PEF metode inaktivacija bakterij (FE, IPBS, NIB, ZZV, BIA) (od 1 do 36 meseca).

V začetku projekta smo preučili vpliv različnih parametrov na inaktivacijo *E.coli* v statični celici. Rezultati so pokazali, da je za inaktivacijo potrebna amplituda od 10 do 30 kV/cm, ter da kombinacija mikrosekundnih z nanosekundnimi pulzi povzroči višjo inaktivacijo bakterij. Ti rezultati so bili objavljeni v Žgalin MK, Hodžić D, Reberšek M, Kandušer M J. Combination of microsecond and nanosecond pulsed electric field The journal of membrane biology; 2012; Vol. 245, no. 10; str. 643-650; Treatments for inactivation of Escherichia coli in water samples.

V nadaljevanju projekta smo razvili laboratorijski model za testiranje učinkovitosti inaktivacije bakterij z elektroporacijo v pretočnem sistemu. Proučevali smo vpliv različnih parametrov (amplituda, dolžina in število pulzov) na inaktivacijo bakterije *E.coli*, v statični in pretočni celici.

- Statična celica: pri amplitudi električnega polja 30kV/cm se inaktivacija izboljša, kadar povečamo število pulzov; najboljše rezultate dobimo pri 2048 pulzih, kadar je dolžina enega pulza 100 us.

- Pretočna celica: optimizirane parametre v statični celici smo testirali na pretočni celici. Zaradi napetostne omejitve električnega generatorja smo uporabljali manjšo amplitudo (15 kV/cm). Izvedli smo oceno razpršenosti električnega polja v različnih geometrijah linearne in kolinearne pretočne celice, ter sistem testirali na mikroalgi *Chlorella vulgaris*. V pretočnih celicah smo število pulzov, ki jih vsaka celica sprejme, kontrolirali z LabView programom, ki je bil razvit v okviru projekta. S pomočjo programa lahko kontroliramo pretok vzorca in dovajanje pulzov iz generatorja električnih pulzov v kontinuirnem načinu.

V zadnjem letu projekta je bil oblikovan prototip generatorja električnih pulzov na osnovi analize potrebne energije za generiranje električnih pulzov. Generiramo lahko pulze z amplitudo od 0 do 5000 V (maksimalen tok 80 A), frekvenco 1 do 10 Hz.

Generator lahko dovaja točno določeno število pulzov (1 do 99) ali pa deluje v kontinuiranem načinu. Prototip in prvi rezultati pridobljeni s tretiranjem dveh bioloških vzorcev so predstavljeni v članku: Flisar K, Haberl Meglič S, Morelj J, Golob J, Miklavčič D. Testing a prototype pulse generator for a continuous flow system and its use for E. coli inactivation and microalgae lipid extraction. Bioelectrochemistry 100: 44-51, 2014. DOI 10.1016/j.bioelechem.2014.03.008

Naloga 4. Optimizacija odstranjevanja virusov s pomočjo elektrostatskih interakcij na monolitni kromatografski nosilec. (BIA, NIB, IMI, ZZV) (od 1 do 36 meseca)

Med koncentriranjem virusa (naloga 2) iz odpadnih voda smo spremljali pH vrednost in prevodnost vzorcev. V vseh vzorcih, ki smo jih prejeli smo uspešno odstranili vse beležene viruse. Ugotovili smo, da je dodatno zapufranje iztoka pred samim nanosom na kolono nepotrebno. Določili smo vezavno kapaciteto za rotavirus s ELISA metodo, ki znaša 4×10^{11} rotavirusov / ml monolita (predhodno smo filtriranemu vzorcu umetno dodali vzorec z znano koncentracijo rotavirusa). Kapaciteta je 10x nižja od kapacitete določene v vodnem zapufranem sistemu (Gutierrez Aguirre et al, 2009). Kapaciteta določena s qPCR tehniko je nižja, znaša 2×10^{11} rotavirusov/ml v zapufranem vzorcu ter $1,37 \times 10^{11}$ rotavirusov/ml monolita v nezapufranem vzorcu. To pomeni, da lahko z 1 ml CIM QA monolitno kolono očistimo 1370 L odpadne vode s koncentracijo 10^5 rotavirusov / ml. V septembrskem iztoku smo zaznali delno prisotnost virusov v FT frakciji, kar je bila posledica prekomerno uporabljene kolone. Nalaganje kompleksnih vzorcev, kot je iztok iz čistilne naprave skrajša življenjsko dobo kolone. Opazili smo, da povratni tlak med nalaganjem močno naraste, prav tako delno naraste z vsakim nalaganjem. Predvidevali smo, da bomo težavo lahko odpravili z daljšo regeneracijo kolone v 1M NaOH + 2M NaCl, vendar temu ni bilo tako. Problem naraščajočega povratnega tlaka smo kljub temu uspešno rešili z uporabo dodatne CIM OH kolone, ki smo jo uporabili kot predkolono. Poleg tega smo dokazali, da uporaba predklone podaljša življenjsko dobo CIM QA kolone in poveča kapaciteto za vezavo virusov na CIM QA kolono. Za odstranjevanje virusov smo preizkusili tudi CIM QA kolono z večjimi porami (6 namesto 1,5 mikronskih por), ki je prav tako obšla problem naraščajočega tlaka, vendar ni bila tako učinkovita pri odstranjevanju virusov. Naredili smo tudi primerjavo odstranjevanja virusov iz vod s pomočjo CIM monolitne kromatografije in komercialnega sistema Aquafilter Family (The Safe water trust Ltd.) za čiščenje biološko kontaminirane vode. Aquafilter Family deluje na principu tangencialne filtracije. Rezultati so pokazali, da je sposobnost odstranjevanja virusov obeh sistemov zelo podobna. Aquafilter je koncentracijo virusa v vodi zmanjšal za 4,88 log, sistem s CIM kolonami pa za 5,03 log. Letos smo objavili članek, ki je povzel rezultate tega dela projekta (Rački et al, 2015, J Chromatography A).

Naloga 5. Združevanje PEF in CIM monolitne tehnologije za odstranjevanje bakterij in virusov (FE in NIB) (od 24 do 36 meseca).

Vodnim vzorcem smo umetno dodali znane koncentracije E. Coli in Rotavirusa. Tako pripravljen (spikan) vodni vzorec smo procesirali v pretočni PEF napravi, nato pa koncentrirali Rotavirusne delce na CIM QA monolitni koloni. Testirali smo tri različne elektroporacijske pogoje: Protokol A ($30 \times 100 \mu\text{s}$, 3 kV, 10 Hz), Protokol B ($10 \times 1 \text{ ms}$, 2.5 kV, 10 Hz) in Protokol C ($10 \times 5 \text{ ms}$, 1.75 kV, 10 Hz), s katerimi smo odstranili 47,2% (protokol A), 92,6% (protokol B) in 90,8% (protokol C) v vodnem vzorcu prisotnih bakterij. Po procesiranju pripravljenih vodnih vzorcev z obema metodama Rotavirusa nismo mogli določiti v nobenem od vzorcev, kar pomeni zmanjšanje koncentracije Rotavirusa za 3-4 velikostne razrede. Pripravljeni vodni vzorci s katerimi smo preverili učinkovitost obeh metod so vsebovali veliko več bakterij in virusov kot jih vsebujejo realni vzorci, zato obetavni rezultati lahko služijo kot »proof of principle PEF-CIM metode« za dezinfekcijo odpadne vode, razvite v okviru tega projekta.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Kot je opisano v tretji točki tega poročila so bile vse planirane naloge izvedene v časovnem okviru, ki je bil predviden v planu projekta. Fizikalno-kemijska in mikrobiološka karakterizacija iztočnih voda se je končala maja 2013. Članek, ki vključuje rezultate tega dela je bil sprejet v objavo v letu 2014. Optimizacija inaktivacije bakterij *E.coli* s pulzirajočim električnim poljem in odstranjevanje rotavirusov s CIM monolitnimi kolonami se je zaključila leta 2014. Članka, ki opisujeta oba pristopa odstranjevanja mikroorganizmov iz odpadnih voda sta bila sprejeta v objavo v 2014. Ob koncu projekta smo obe zgoraj omenjeni metodi (pulzirajoče električno polje in monolitno kromatografijo) za uničenje in/ali odstranjevanje bakterij in virusov iz vodnih vzorcev povezali in preizkusili njuno delovanje na vodnem vzorcu z umetno dodanimi bakterijami in virusi. Obetavni rezultati »PEF-CIM metode« so dokaz, da je na ta način možna učinkovita obdelava odpadne vode. Odstranjevanje toksinov in DNA iz vodnih vzorcev ni bilo izvedeno, ker je bilo planirano le v primeru financiranja večjega aplikativnega projekta. Enako velja za odstranjevanje bakterij *C. Perfringens*, *R. solanacearum* in *Campylobacter* s PEF tehniko. Komunikacija in sodelovanje med projektnimi partnerji je bilo zelo dobro. Tekom projekta smo imeli 8 projektnih sestankov, kjer smo predstavljali tekoče rezultate in imeli razpravo.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

V programu raziskovalnega projekta ni bilo sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek														
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>3326287</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Sposobnost zaznave enteričnih virusov in Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>The detection rate of enteric viruses and Clostridium difficile in a waste water treatment plant effluent</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Članek opisuje prisotnost enteričnih virusov (skupina A rotavirusov, norovirusov, astrovirusov, sapovirusov, hepatitis A virusa, and hepatitis E virusa) in bakterije Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave v časovnem okviru 1 leta. Z monolitnimi kromatografskimi kolonami so bili v enem koraku učinkovito koncentrirani Enterični virusi. Prisotnost rotavirusov, norovirusov (geno skupina I and II) in sapovirusov je bila potrjena v vseh 12 vzorcih vode po koncentriranju, prisotnost astrovirusov ni bila potrjena v mesecu avgustu in septembru, virusov hepatitisa A in E pa ni bilo mogoče dokazati v nobenem vzorcu. Prisotnost bakterije Clostridium difficile je bila dokazana v vseh vzorcih vode, skupaj je bilo izoliranih 121 sevov in razdeljenih v 32 različnih ribotipov, od katerih sta bila 014/020 in 010 najbolj pogosta. Patogeni, ki so bili določeni v iztočni vodi iz čistilne naprave delno nakazujejo epidemiološko stanje enteričnih virusov in C. difficile v populaciji ljudi in odpirajo diskusijo in implementacijo možnih tehnik za odstranjevanje virusov in bakterij iz iztočnih voda čistilnih naprav pred izpustom v rečni sistem.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>In this study, we describe the occurrence of enteric viruses (group A rotaviruses, noroviruses, astroviruses, sapoviruses, hepatitis A virus, and hepatitis E virus) and Clostridium difficile in the effluent of a wastewater treatment plant during a 1-year period. Enteric viruses were simultaneously and efficiently concentrated in a single step using methacrylate monolithic chromatographic support. Rotaviruses, noroviruses (genogroup I and II),</td> </tr> </table>	COBISS ID	3326287	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Sposobnost zaznave enteričnih virusov in Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave	ANG	The detection rate of enteric viruses and Clostridium difficile in a waste water treatment plant effluent	Opis	SLO	Članek opisuje prisotnost enteričnih virusov (skupina A rotavirusov, norovirusov, astrovirusov, sapovirusov, hepatitis A virusa, and hepatitis E virusa) in bakterije Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave v časovnem okviru 1 leta. Z monolitnimi kromatografskimi kolonami so bili v enem koraku učinkovito koncentrirani Enterični virusi. Prisotnost rotavirusov, norovirusov (geno skupina I and II) in sapovirusov je bila potrjena v vseh 12 vzorcih vode po koncentriranju, prisotnost astrovirusov ni bila potrjena v mesecu avgustu in septembru, virusov hepatitisa A in E pa ni bilo mogoče dokazati v nobenem vzorcu. Prisotnost bakterije Clostridium difficile je bila dokazana v vseh vzorcih vode, skupaj je bilo izoliranih 121 sevov in razdeljenih v 32 različnih ribotipov, od katerih sta bila 014/020 in 010 najbolj pogosta. Patogeni, ki so bili določeni v iztočni vodi iz čistilne naprave delno nakazujejo epidemiološko stanje enteričnih virusov in C. difficile v populaciji ljudi in odpirajo diskusijo in implementacijo možnih tehnik za odstranjevanje virusov in bakterij iz iztočnih voda čistilnih naprav pred izpustom v rečni sistem.		In this study, we describe the occurrence of enteric viruses (group A rotaviruses, noroviruses, astroviruses, sapoviruses, hepatitis A virus, and hepatitis E virus) and Clostridium difficile in the effluent of a wastewater treatment plant during a 1-year period. Enteric viruses were simultaneously and efficiently concentrated in a single step using methacrylate monolithic chromatographic support. Rotaviruses, noroviruses (genogroup I and II),
COBISS ID	3326287	Vir: COBISS.SI												
Naslov	SLO	Sposobnost zaznave enteričnih virusov in Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave												
	ANG	The detection rate of enteric viruses and Clostridium difficile in a waste water treatment plant effluent												
Opis	SLO	Članek opisuje prisotnost enteričnih virusov (skupina A rotavirusov, norovirusov, astrovirusov, sapovirusov, hepatitis A virusa, and hepatitis E virusa) in bakterije Clostridium difficile v iztočni vodi iz čistilne naprave v časovnem okviru 1 leta. Z monolitnimi kromatografskimi kolonami so bili v enem koraku učinkovito koncentrirani Enterični virusi. Prisotnost rotavirusov, norovirusov (geno skupina I and II) in sapovirusov je bila potrjena v vseh 12 vzorcih vode po koncentriranju, prisotnost astrovirusov ni bila potrjena v mesecu avgustu in septembru, virusov hepatitisa A in E pa ni bilo mogoče dokazati v nobenem vzorcu. Prisotnost bakterije Clostridium difficile je bila dokazana v vseh vzorcih vode, skupaj je bilo izoliranih 121 sevov in razdeljenih v 32 različnih ribotipov, od katerih sta bila 014/020 in 010 najbolj pogosta. Patogeni, ki so bili določeni v iztočni vodi iz čistilne naprave delno nakazujejo epidemiološko stanje enteričnih virusov in C. difficile v populaciji ljudi in odpirajo diskusijo in implementacijo možnih tehnik za odstranjevanje virusov in bakterij iz iztočnih voda čistilnih naprav pred izpustom v rečni sistem.												
		In this study, we describe the occurrence of enteric viruses (group A rotaviruses, noroviruses, astroviruses, sapoviruses, hepatitis A virus, and hepatitis E virus) and Clostridium difficile in the effluent of a wastewater treatment plant during a 1-year period. Enteric viruses were simultaneously and efficiently concentrated in a single step using methacrylate monolithic chromatographic support. Rotaviruses, noroviruses (genogroup I and II),												

		ANG	and sapoviruses were detected in all 12 concentrated samples, whereas astroviruses were not detected in August and September and hepatitis A and E viruses were not detected at all. Clostridium difficile was detected in all samples and altogether 121 strains were isolated and grouped into 32 different ribotypes of which 014/020 and 010 were most prevalent. Pathogens detected in WWTP effluent partially reflect the epidemiological situation of enteric viruses and C. difficile in human population and open the discussion on implementation of possible techniques for virus and bacteria removal from WWTP effluent prior to release into the surface water system.
	Objavljeno v		Springer; Food and environmental virology; 2015; Vol. , no.; 9 str., [in press]; Impact Factor: 1.975; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.143; WoS: JA, QU, ZE; Avtorji / Authors: Steyer Andrej, Gutierrez-Aguirre Ion, Rački Nejc, Beigot Glaser Sara, Brajer Humar Barbara, Stražar Marjeta, Škrjanc Igor, Poljšak-Prijatelj Mateja, Ravnikar Maja, Rupnik Maja
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	3299151	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metakrilatne monolitne kolone kot orodje za odstranjevanje virusov iz vodnih vzorcev
		ANG	Methacrylate monolith chromatography as a tool for waterborne virus removal
	Opis	SLO	V članku so zbrani rezultati odstranjevanja enteričnih virusov iz iztočnih vod čistilne naprave s pomočjo metakrilatnih monolitnih kromatografskih kolon. Pričakovati je bilo, da bo kromatografsko procesiranje tako kompleksnega vzorca težavno celo za monolitne kolone, kljub izredno velikim, pretočnim poram, ki so značilnost monolitnih kolon. Problem je bil rešen s pomočjo CIM OH monolitne kolone, ki je bila uporabljena kot predkolona pred anionsko izmenjevalno monolitno kolono. Z uporabo predkolone smo odstranili molekule, ki bi sicer ovirale vezavo virusov na anionsko izmenjevalni koloni. Predkolona je tako zmanjšala naraščanje tlaka na anionsko izmenjevalni koloni in posledično povečala njeno življensko dobo ter vezavno kapaciteto. Iz iztočne vode čistilne naprave smo uspešno odstranili 5 v vodi prisotnih enteričnih virusov (rotavirus, norovirus genogrupine I in II, astrovirus, sapovirus). Kljub temu, da smo delali tudi z vzorci, kjer je bila koncentracija virusa znatno višja od tiste, ki bi jo lahko pričakovali v iztočnih vodah iz čistilnih naprav, kapaciteta kolon za rotavirus ni bila presežena. Rezultati potrjujejo, da so metakrilatni nosilci dobro orodje za hkratno odstranjevanje različnih virusov iz kontaminiranih vodnih vzorcev.
		ANG	In this work quaternary amine (QA) methacrylate monoliths were exploited to remove enteric viruses from wastewater treatment plant effluent. Expectedly, chromatographic processing of such a complex medium was troublesome, even for monoliths, characterized by extremely large pore dimensions. This problem was solved by introducing a pre-step chromatography using hydroxyl (OH) methacrylate monoliths. This way, molecules, that would hinder virus binding to the anion-exchanger monolith, were removed. As a result, the OH pre-column reduced backpressure increase on the subsequent anion-exchanger column, and increased both QA column binding capacity and life time. Wastewater effluent samples were successfully purified from five waterborne enteric viruses (rotavirus, norovirus genogroup I and II, astrovirus, sapovirus), below the detection limit of RT-qPCR. The breakthrough of the rotavirus binding capacity was not reached for concentrations that significantly exceeded those expected in effluent waters. The obtained results confirm that methacrylate monoliths can be a valuable tool for simultaneous

		removal of different waterborne viruses from contaminated watersources.
	Objavljeno v	Elsevier; Journal of chromatography. A; 2015; Vol.; 7 str., [in press]; Impact Factor: 4.258;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.155; A': 1; WoS: CO, EA; Avtorji / Authors: Rački Nejc, Kramberger Petra, Steyer Andrej, Gašperšič Jernej, Štrancar Aleš, Ravnikar Maja, Gutierrez-Aguirre Ion
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	10505556 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Testiranje pulznega generatorja za kontinuirni pretočni sistem in njegova uporaba za inaktivacijo E. Coli.
		<i>ANG</i> Testing a prototype pulse generator for a continuous flow system and its use for E. coli inactivation.
	Opis	<i>SLO</i> Cilj tega dela je bilo preveriti delovanje pulznega generatorja, ki omogoča kontinuirno pulzirajoče električno polje (PEF) in s tem inaktivacijo bakterije E. Coli. Pretok v kontinuirnem pretočnem PEF sistemu je bil nastavljen tako, da je vsaka bakterijska celica prejela določeno število električnih pulzov. Rezultati so pokazali, da je za inaktivacijo bakterije E. Coli v pretočnem PEF sistemu potrebno primerljivo število električnih pulzov kot v predhodno opisanem sistemu - kiveti (batch sistem).
		<i>ANG</i> One of the aims of this work was to test a pulse generator that enables continuous pulsed electric field (PEF) treatment for Escherichia coli inactivation. In the continuous flow PEF system, the flow rate was adjusted so that each bacterial cell received a defined number of pulses. The results of PEF flow treatment showed that the number of pulses influences E. coli inactivation to the same extent as in the previously described cuvette system, i.e., batch system.
	Objavljeno v	Elsevier; Bio-Electroporation; Bioelectrochemistry; 2014; Str. 44-51; Impact Factor: 3.870;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.118; A': 1; WoS: CQ, CU, DA, HQ; Avtorji / Authors: Flisar Karel, Haberl Meglič Saša, Morelj Jernej, Golob Janvit, Miklavčič Damijan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	9419604 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Inaktivacija Escherichie coli v vodnih vzorcih s tretmajem električnega polja s kombinacijo mikrosekundnih in nanosekundnih pulzov
		<i>ANG</i> Combination of microsecond and nanosecond pulsed electric field treatments for inactivation of Escherichia coli in water samples
	Opis	<i>SLO</i> V članku so opisani efekti električnega polja na inaktivacijo E.coli. Na inaktivacijo vpliva število električnih pulzov, dolžina pulza in amplituda električnega toka. Mikrosekundni pulzi vplivajo na bakterijsko celično membrano, nanosekundni pulzi pa vplivajo na interne celične strukture. Testirali smo vsakega posebej ter kombinacijo obeh. Opazili smo sinergističen efekt pri inaktivaciji E.coli in s tem privarčevali energijo.
		<i>ANG</i> In this paper the effects of different number of electric pulses, different pulse durations and different pulse amplitudes on inactivation of E. coli are reported. Special attention is given to microsecond pulse duration that affects bacterial cell membrane, nanosecond pulse duration that affects internal structure and combination of both approaches. The synergistic effect of microsecond and nanosecond pulse durations enables the same inactivation rate of bacteria E. coli with smaller energy consumption.
	Objavljeno v	Springer; The journal of membrane biology; 2012; Vol. 245, no. 10; str. 643-650; Impact Factor: 2.478;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.985; WoS: CQ, DR, UM; Avtorji / Authors: Kobe Žgalin Maj, Hodžić Duša, Reberšek Matej, Kandušer Maša

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	2990415	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Enostopenjski »reverzno transkripcijski (RT) droplet digitalni PCR«: preboj pri kvantifikaciji RNA virusov, ki so prisotni v vodah
		ANG	One-step RT-droplet digital PCR: a breakthrough in the quantification of waterborne RNA viruses
	Opis	SLO	V članku je prvič opisana enostopenjska metoda »reverzno transkripcijski (RT) droplet digitalni PCR« za absolutno kvantifikacijo RNA virusov (rotavirusov) v različnih površinskih vodah. Omenjena kvantifikacijska metoda je bolj natančna in manj občutljiva na inhibitorne snovi v primerjavi z reverzno transkripcijskim PCR v realnem času (RT-qPCR), poleg tega pri tej metodi ni potrebna standardna krivulja. Metoda je še posebej primerna za kvantifikacijo virusov v vodnih vzorcih, kjer so le-ti v nizkih koncentracijah.
		ANG	Here, we reported the first one-step reverse-transcription droplet digital PCR-based absolute quantification of a RNAvirus (rotavirus) in different types of surface water samples. This quantification method proved to be more precise and more tolerant to inhibitory substances than the benchmarking reverse-transcription real-time PCR (RT-qPCR), and needs no standard curve. This new tool is fully amenable for the quantification of viruses in the particularly low concentrations usually found in water samples
	Objavljeno v	Springer; Analytical and bioanalytical chemistry; 2014; Vol. 406, issue 3; str. 661-667; Impact Factor: 3.578;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.155; A': 1; WoS: CO, EA; Avtorji / Authors: Rački Nejc, Morisset Dany, Gutierrez-Aguirre Ion, Ravnikar Maja	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7.Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	10488404	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modularna serijska večprostorska pretočna naprava za elektroporacijo
		ANG	Modular serial multi-chamber flow-through electroporation device
	Opis	SLO	Projektne partnerji iz Fakultete za elektrotehniko so vložili patentno prijavo za večprostorsko pretočno napravo za elektroporacijo, ki je bila razvita v okviru projekta. Naprava je bila eksperimentalno uporabljena za uničenje bakterij v vodnih vzorcih v pretočnem načinu in potrjuje "proof of principle" tega projekta: pulzirajoče električno polje omogoča uničenje bakterijskih celic v vodnih vzorcih.
		ANG	Project partners from the Electrotehcnical faculty have resgistered a patent appliccation for the multi-chamber flow-through electroporation device developed during the project. This device was used experimentally for disruption of bacteria in water samples in a flow through format and confirms the proof of principle generated in this project: that Pulsed electric field can be used to eliminate bacteria from water samples.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent	
	Objavljeno v	Intellectual Property Office; 2014; Avtorji / Authors: Belič Aleš, Škrjanc Igor, Kandušer Maša, Čorović Selma, Čemažar Jaka, Reberšek Matej	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	

2.	COBISS ID	10541652	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Predstavitev projektnih rezultatov na nacionalni televiziji	
		<i>ANG</i> Dissemination of the project to society in the national Television.	
	Opis	<i>SLO</i> Profesor Miklavčič je v oddaji "Dobra ura z Boštjanom" na nacionalnem televizijskem programu RTV Slovenija predstavil osnove elektroporacije in uporabo te metode v različnih aplikacijah in različnih področjih kot so medicina, čiščenje voda in podobno. Razložil je tudi uporabo elektroporacije, kot je bila izvedena v okviru tega projekta. Poleg profesorja Miklavčiča so bili v oddaji predstavljeni tudi drugi projektni partnerji: Nejc Rački in Maja Ravnikar iz Nacionalnega inštituta za biologijo, ter Marjeta Stražar iz Čistilne naprave Domžale-Kamnik.	
		<i>ANG</i> Profesor Miklavcic presented and explained the fundamentals of electroporation and its application in different fields such as medicine, water cleaning, etc. in the divulgative program from the national Slovene television RTV Slovenia, Dobra ura z Boštjanom. The use of electroporation in the project was also described and apart from profesor Miklavcic, representatives from other project partners were also present, such as Nejc Rački and Maja Ravnikar from NIB and Marjeta Strazar from Domzale-Kamnik waste water treatment plant.	
	Šifra	F.35	Drugo
	Objavljeno v	Dobra ura s Bostjanom. RTV Slo, MMC; 2014; Avtorji / Authors: Miklavčič Damijan, Lejko-Zupanc Tatjana, Tozon Nataša, Snoj Marko, Eleršek Tina, Kapun Aleks, Stražar Marjeta, Ravnikar Maja, Rački Nejc, Jelenc Jure, Dular Matevž, Hace Ana, Čater Matjaž, Klančar Gregor, Avsenik Žibret Lana, Capuder Rok, Mihelič Darja, Feguš Andrej, Leban Ivan, Županek Bernarda, Dacinger Renata	
	Tipologija	2.19	Radijska ali televizijska oddaja
3.	COBISS ID	269548544	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Znanstveno poročilo COST TD1104 o tehnologijah, ki temeljijo na elektroporaciji	
		<i>ANG</i> Proceedings of the COST TD1104 electroporation-based technologies and treatments	
	Opis	<i>SLO</i> Naše znanje smo delili s študenti, ki so se udeležili mednarodne znanstvene šole in podiplomskega tečaja "Electroporation based technologies and treatments COST TD1104". Tečaj je bil osredotočen na inaktivacijo bakterij z ireverzibilno elektroporacijo, kar je rezultat tega projekta.	
		<i>ANG</i> One of the lab works was made available to the students attending the international scientific workshop and postgraduate course Electroporation based technologies and treatments COST TD1104. The course was dedicated to inactivation of bacteria by irreversible electroporation. The protocol is based on the results of this project.	
	Šifra	B.01	Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	Založba FE in FRI; 2013; 141 str.; Avtorji / Authors: Kramar Peter, Miklavčič Damijan, Mir Lluís Maria	
	Tipologija	2.30	Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci
4.	COBISS ID	512356664	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Predstavaitev rezultatov spremljanja sezonskih sprememb bakterijske in virusne populacije v iztoku čistilne naprave Domžale-Kamnik	
		<i>ANG</i> Dissemination of the results from the monitoring of seasonal changes in	

		bacterial and viral population in Domžale-Kamnik waste water plant effluent
Opis	SLO	Spremembe bakterijske in virusne populacije v iztoku čistilne naprave Domžale-Kamnik smo spremljali 1 leto na mesečnem nivoju. Sestava celotne bakterijske populacije je bila določena z "denaturirajočo visoko ločljivostno tekočinsko kromatografijo" (DHPLC) pomnoženih 16S rDNK. Dodatno smo izvedli kultivacijo bakterije iz rodu Clostridium in tako določili, da gre za C. difficile, ki smo jo nadalje ribotipizirali. S koncentriranjem vodnih vzorcev volumna 5L s CIM QA 8 ml monolitno kolono in detekcijo virusov s kvantitativno RTqPCR metodo smo določili virusne populacije rotavirusov, astrovirusov, norovirusov GG I an II, sapovirusov in hepatitis A virusa. Rezultati kažejo, da se bakterijska populacija v iztoku čistilne naprave Domžale-Kamnik skozi čas spreminja, medtem ko so virusni prebavni patogeni prisotni skozi vse leto.
	ANG	Changes of bacterial and viral populations were monitored monthly for the duration of one year in the effluent of DomžaleKamnik waste water treatment plant (WWTP). The composition of entire bacterial population was determined by denaturing high performance liquid chromatography (DHPLC) of amplified 16S rDNA gene. Additionally, bacteria from genus Clostridium were cultivated and strains identified as C. difficile were further typed into ribotypes. Viral populations of rotaviruses, astroviruses, noroviruses GG I and II, sapoviruses and hepatitis A virus were analysed after concentration of 5l volumes with CIMQA 8ml tube columns (BIA separations) columns, followed by real time quantitative RTqPCR detection. Our results show that the overall bacterial population in WWTP effluent varies in time, but the bacterial and viral intestinal pathogens are present throughout the year.
Šifra	F.35	Drugo
Objavljeno v	Conventus Congressmanagement & Marketing; Networking and plasticity of microbial communities; 2013; Str. 133, P203; Avtorji / Authors: Rupnik Maja, Gutierrez-Aguirre Ion, Steyer Andrej, Rački Nejc, Beigot Glaser Sara, Brajer Humar Barbara, Stražar Marjeta, Ravnikar Maja	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
5.	COBISS ID	30436569 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	CIM monoliti kot uspešno orodje pri odstranjevanju virusov iz voda. Prezentacija rezultatov na mednarodni konferenci
	ANG	CIM monoliths as a tool for removing viruses from water. Presentation of the results to the international scientific community
Opis	SLO	Tekom projekta smo na različnih konferencah predstavili rezultate odstranjevanja virusov iz iztoka čistilne naprave s CIM monolitnimi kolonami.
	ANG	We have continuously presented the results obtained when applying CIM monoliths for the removal of viruses from a wastewater plant's effluent to the international environmental virology audience.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	s. n.; Proceedings; 2012; Str. 136-138; Avtorji / Authors: Rački Nejc, Gutierrez-Aguirre Ion, Steyer Andrej, Gašperšič Jernej, Banjac Marko, Brajer Humar Barbara, Štrancar Aleš, Ravnikar Maja	
Tipologija	1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

-Maja Rupnik; Član programskega odbora SBD kongresa 15.18.9.2013.

-Maja Rupnik, Član lokalnega organizacijskega odbora BAGECO 913.6 2013.
-Nagrada Miroslava Zeja za izjemne dosežke na področju dejavnosti Nacionalnega inštituta za biologijo za leto 2013 je prejela izr. prof. dr. Maja Ravnikar.
-Organizacija kongresa 4th International Clostridium difficile Symposium, Bled 2012, ki je glavni svetovni dogodek na področju raziskav Clostridium difficile. Vir 4th International Clostridium difficile Symposium. Bled, 2012, RUPNIK, Maja.
-Aleš Štrancar; član znanstvenega odbora simpozija MSS 2012 in MSS 2014
-Vabljen predavatelj: Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 21.1.2015, BIA Separations

9.Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1.Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Pulzirajoče električno polje in monolitna kromatografija sta metodi, ki se sicer že uporabljata v različnih aplikacijah, v okviru tega projekta pa sta bili uporabljene kot orodji za uničenje in/ ali odstranjevanje patogenih mikrobov (bakterij in virusov) iz predelanih odpadnih vod. Za doseg tega cilja smo v okviru projekta optimirali pogoje za vezavo različnih virusov na monolitne kromatografske nosilce, da bi omogočili njihovo hkratno učinkovito koncentriranje, diagnostiko in odstranjevanje iz vodnih vzorcev. Za uničenje oz. odstranjevanje bakterij iz vodnih vzorcev so bili v okviru tega projekta prvič uporabljeni kratki visokonapetostni električni pulzi (v statičnem in pretočnem načinu), ki povzročijo ireverzibilno lizo bakterij in jih s tem uničijo. Rezultat znanja vseh partnerjev, ki so pri projektu sodelovali ter raziskav izvedenih v okviru tega projekta je inovativen pristop, ki s kombinacijo kratkih električnih pulzov in monolitne kromatografije omogoča čiščenje izhodnih voda iz čistilnih naprav in tako ponuja tudi odgovor na vprašanja povezana z odpadnimi vodami, pitno vodo in rekreacijskimi vodami.

ANG

Pulsed electric field and monolith chromatography are methods that are already used in different applications, however in the frame of this project they were used as tools for disruption and/or removal of pathogenic microbes (bacteria and viruses) from water samples. To use these tools in such application, conditions for binding of different viruses on monolithic chromatography columns were optimised with the purpose to enable their efficient binding, concentration, improve their diagnostics and enable their simultaneous removal from water samples. For disruption and / or removal of bacteria from water samples high voltage electrical pulses (in static and flow mode) were used to enable irreversible bacterial lysis and therefore their eradication. The result of the skills and knowledge of all project partners together with the research conducted in the frame of this project resulted in a proof of principle that combines short electrical pulses and CIM monolithic chromatography for purification of waste water effluent which can address issues related to wastewater and drinking water quality as well as recreational waters.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Zaradi intenzivne rabe kmetijskih zemljišč, pa tudi drugih industrijskih dejavnikov se količina čiste vode hitro zmanjšuje. Še posebno je prebivalstvo in industrija prizadeta ob naravnih nesrečah kot so poplave ali potresi ter nenazadnje ob nenadzorovani uporabi mikroorganizmov. Razvita tehnologija bo neposredno pripomogla k predelavi odpadne vode, ki jo lahko ponovno uporabimo v pridelavi hrane. Kot taka je gotovo zanimiva tako za čistilne naprave, vodovode, bazene, vojaške misije, itd. Rezultati projekta bodo nedvomno odmevni v širši strokovni in laični javnosti, kakor tudi na agencijah ministrstev za kmetijstvo, okolje, zdravje in obrambo, saj bo razvito tehnologijo možno implementirati v različne segmente infrastrukture za varnejšo uporabo vodnih virov. Oba industrijska partnerja bosta razvito tehnologijo v nadaljevanju lahko uporabila za proizvodnjo pilotne aparature in preskus delovanja na čistilni napravi Domžale. Novi inovativni pristop ima potencial proizvodnje aparatov, ki bodo enostavne za uporabo in se lahko tržijo globalno. Poleg omenjenih podjetij so rezultati zanimivi tudi za vsa večja in manjša

proizvodna podjetja, kjer se srečujejo s čiščenjem odpadnih voda in njihovim vračanjem v okolje. Znanje ki je bilo generirano tekom projekta je bilo posredovano tudi v pedagoškem procesu dodiplomskim študentom biotehnike, elektrotehnike, medicine in kemije. Na projektu je sodelovalo tudi več doktorskih študentov.

ANG

Due to intensive use in agriculture, as well as to other industry factors, the quantity of clean water is rapidly decreasing. People and industries are particularly concerned when affected by natural disasters such as floods, earthquakes or ultimately the uncontrolled use of microorganisms. The technology developed in this project represents a new tool for the treatment of waste water that can be reused in the production of food or irrigation. As such, it is certainly interesting for waste water treatment plants, water supply systems, swimming pools, military missions, etc. The results of the project will certainly be of high interest for a wide professional and laic audience, as well as for the agencies of the ministries of agriculture, environment, health and defence, since the developed technology can be implemented in different segments of the infrastructure for safer use of water resources. Both industrial partners (BIA separations and wastewater treatment plant Domžale) could use the developed techniques and acquired knowledge for the design and testing of a pilot scale device at the wastewater treatment plant Domžale. The proposed innovative approach has the potential for the future production of easy to use equipment which could be marketed globally. In addition, the results of this study are interesting also for all large and small manufacturing companies dealing with waste water treatment and its recirculation in the environment. The knowledge generated during the study was also transferred through the educational process directed to students in the field of biotechnology, electrical engineering, medicine and chemistry. In addition, several doctoral students were working on the project.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Ni uporabljen <input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Tehnološko prestrukturiranje					

G.03.02.	dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer			
1.	Naziv	BIA Separations, GesmbH		
	Naslov	Mirce 21, SI-5270 Ajdovščina		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	54.960	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	15	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Razvoj in optimizacija metode za odstranjevanje potencialno prisotnih virusov iz iztoka čistilne naprave s CIM monolitnimi nosilci	F.14	
	2.	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom CIM monolitnih kolon (predavanja na konferencah)	F.18	
3.	Članek v soavtorstvu; promocija CIM monolitnih nosilcev	A.01		

	4.	Vabljen predavanje (Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Switzerland, 2015)	B.04
	5.		
Komentar	<p>V okviru projekta je bila razvita in optimirana metoda za odstranjevanje potencialno prisotnih virusov v iztoku iz čistilne naprave na CIM monolitnih nosilcih. Rezultati tega projekta so bili objavljeni v mednarodni znanstveni reviji Journal of Chromatography A pod naslovom "Methacrylate monolith chromatography as a tool for waterbornevirus removal" in na mednarodnem kongresu MSS2014 (6th Monolith Summer School & Symposium) v Portorožu, na vabljenem predavanju v "Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology v Švici in še na nekaj drugih konferencah.</p> <p>Celotna vrednost sofinanciranja projekta s strani BIA Separations znaša 54.960,00 EUR. Od tega zneska je BIA Separations poravnala račune v višini 27.920,00. Financiranje že zapadlih obveznosti (27.040,00 EUR) bo poravnala do konca meseca marca 2015.</p>		
Ocena	<p>Za podjetje BIA Separations je bil projekt pomemben iz več vidikov. V okviru projekta je bila razvita metoda, ki za odstranjevanje virusov iz vode uporablja glavni produkt podjetja, CIM monolitne nosilce. Le-ti so bili v preteklosti že uporabljeni za čiščenje različnih humanih, bakterijskih in rastlinskih virusov, v okviru tega projekta razvita metoda pa omogoča odstranjevanje različnih virusov iz predelanih odpadnih vod na način, kjer predpriprava (pufranje) predelane odpadne vode ni potrebno. Poleg tega je bila metoda nadgrajena z uporabo predkolone, kar je podaljšalo življensko dobo kolone, na kateri se izvaja koncentriranje/odstranjevanje virusov. Rezultati in ugotovitve projektne skupine so bili predstavljeni v mednarodnih znanstvenih revijah in na različnih mednarodnih srečanjih. S tem se je povečala prepoznavnost podjetja BIA Separations in njihovih produktov.</p>		
2.	Naziv	Javno Podjetje Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik	
	Naslov	Študljanska 91, 1230 Domžale	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	43.922	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	12	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Določanje mikrobiološke populacije iztoka iz čistilne naprave s uporabo CIM monolitov in PCR v realnem času	F.01
	2.	Mikrobiološka analiza iztoka čistilne naprave z elektronsko mikroskopijo (EM)	F.01
	3.	Analiza iztoka čistilne naprave z metodo sekvenciranja nove generacije (NGS)	F.01
	4.	Predavanje na različnih mednarodnih konferencah. Pomaga pri prepoznavnosti čistilne naprave	B.03
	5.		
Komentar	<p>Sofinancerju, Centralni čistilni napravi Domžale-Kamnik, je projekt koristil iz več zornih kotov. Za promocijo čistilne naprave je bilo poskrbljeno s predstavitvijo rezultatov mikrobioloških analiz iztočnih vod na različnih mednarodnih dogodkih. Opravljene analize na iztočnih vodah čistilne naprave različnih metodologij (EM, qPCR,NGS in DHPLC) so pripomogle k boljšemu razumevanju njihove mikrobne sestave in dinamike.</p>		

	Ocena	Centralna čistilna naprava Domžale Kamnik je s projektom pridobila boljše poznavanje in razumevanje mikrobnih združb v iztoku prečiščene odpadne vode. Rezultati projekta so bili tudi predstavljeni na več mednarodnih dogodkih. Seznanili smo se tudi z novejšimi metodami kot so EM, qPCR, NGS in DHPLC in s tem dobili boljši vpogled sestavo in dinamiko v mikrobnih združb.
--	-------	---

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Biotehnika

Področje: 4.03.03 Voda, kmetijski prostor, okolje

Dosežek: Odstranjevanje bakterij in virusov iz vodnih vzorcev z uporabo pulzirajočega električnega polja in CIM monolitnih kolon.

Opis: Pogoji za odstranjevanje bakterij in virusov iz vodnih vzorcev, ki so bili optimirani tekom projekta in vključujejo metodo pulzirajočega električnega polja (PEF) in CIM monolitne kolone, so bili uspešno implementirani na laboratorijskem nivoju. S kombinacijo obeh metod smo iz vode, kamor smo umetno dodali bakterije E. coli in Rotaviruse le-te uspešno odstranili; uspešnost odstranjevanja bakterij E. coli je bila 98%, odstranjevanje Rotavirusov pa 100%.

Pomen dosežka: Obetavni rezultati ponujajo novo možnost za obdelavo odpadne vode in spodbujajo prenos iz laboratorijskega nivoja na pilotni. Odstranjevanje virusov in bakterij iz iztočne vode čistilne naprave bi omogočila ponovno uporabo te vode za npr. potrebe namakanja.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Biotehnika

Področje: 4.03.03 Voda, kmetijski prostor, okolje

Dosežek: Predstavitev projektnih rezultatov na nacionalni televiziji, mednarodnih konferencah in delavnicah

Opis: V letu 2014 smo rezultate projekta predstavili laični in strokovni javnosti skozi TV oddajo, kjer je bila predstavljena strategija čiščenja voda, razvita v okviru tega projekta in skozi organizacijo Monolitne poletne šole in simpozija (MSS 2014), ki jo je organiziral prijavitelj, BIA Separations, kjer je bil predstavljen napredek pri čiščenju voda z monolitnimi kolonami in je potekala razprava z drugimi eksperti na področju monolitne kromatografije.

Pomen dosežka: Projektni partnerji smo mnenja, da mora biti javnost obveščena o novih strategijah, ki so na voljo za odstranjevanje mikroorganizmov iz vodnih vzorcev. Verjamemo, da je potrebno rezultate predstaviti širši javnosti na enostaven in razumljiv način, enako pomembna pa je tudi razprava o rezultatih projekta z drugimi strokovnjaki.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

BIA Separations d.o.o. Podjetje za
separacijske tehnologije d.o.o.

Aleš Štrancar

ŽIG

Kraj in datum:

Ajdovščina	16.3.2015
------------	-----------

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/131

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)
 - ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
 - ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)
 - ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
 - ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)
 - ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
 - ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)
 - ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
 - ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
 - ¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)
 - ¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
2E-3A-AB-2A-34-6A-12-75-4F-2B-74-32-02-5C-30-3F-8A-B2-1E-4C

Priloga 1

Biotehnika

Področje: 4.03.03 Voda, kmetijski prostor, okolje

Dosežek: **Predstavitev projektnih rezultatov na nacionalni televiziji, mednarodnih konferencah in delavnicah**

Vir:

-<http://www.monolith-events.com/past-events/mss2014>

-<http://4d.rtv slo.si/arhiv/dobra-ura/174270392>



Opis.

V letu 2014 smo rezultate projekta predstavili laični in strokovni javnosti skozi TV oddajo, kjer je bila predstavljena strategija čiščenja voda, razvita v okviru tega projekta in skozi organizacijo Monolitne poletne šole in simpozija (MSS 2014), ki jo je organiziral prijavitelj, BIA Separations, kjer je bil predstavljen napredek pri čiščenju voda z monolitnimi kolonami in je potekala razprava z drugimi eksperti na področju monolitne kromatografije.

Pomen dosežka: Projektni partnerji smo mnenja, da mora biti javnost obveščena o novih strategijah, ki so na voljo za odstranjevanje mikroorganizmov iz vodnih vzorcev. Verjamemo, da je potrebno rezultate predstaviti širši javnosti na enostaven in razumljiv način, enako pomembna pa je tudi razprava o rezultatih projekta z drugimi strokovnjaki.

Priloga 2

Biotehnika

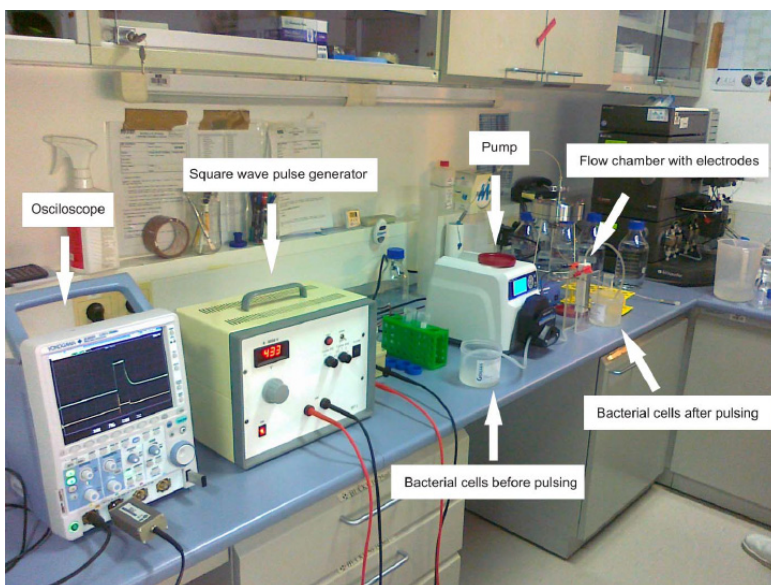
Področje: 4.03.03 Voda, kmetijski prostor, okolje

Dosežek: **Odstranjevanje bakterij in virusov iz vodnih vzorcev z uporabo pulzirajočega električnega polja in CIM monolitnih kolon.**

Vir: KOBEL ŽGALIN, Maj, HODŽIČ, Duša, REBERŠEK, Matej, KANDUŠER, Maša. Combination of microsecond and nanosecond pulsed electric field treatments for inactivation of *Escherichia coli* in water samples. *The journal of membrane biology*, 245: 643-650

-FLISAR, Karel, HABERL MEGLIČ, Saša, MORELJ, Jernej, GOLOB, Janvit, MIKLAVČIČ, Damijan. Testing a prototype pulse generator for a continuous flow system and its use for *E. coli* inactivation and microalgae lipid extraction. *Bio-Electroporation*, 100 :44-51,

-RAČKI, Nejc, KRAMBERGER, Petra, STEYER, Andrej, GAŠPERŠIČ, Jernej, ŠTRANCAR, Aleš, RAVNIKAR, Maja, GUTIERREZ-AGUIRRE, Ion. Methacrylate monolith chromatography as a tool for waterborne virus removal. *Journal of chromatography. A*, 7:in press.



Opis. Pogoji za odstranjevanje bakterij in virusov iz vodnih vzorcev, ki so bili optimirani tekom projekta in vključujejo metodo pulzirajočega električnega polja (PEF) in CIM monolitne kolone, so bili uspešno implementirani na laboratorijskem nivoju. S kombinacijo obeh metod smo iz vode, kamor smo umetno dodali bakterije *E. coli* in Rotavirus le-te uspešno odstranili; uspešnost odstranjevanja bakterij *E. coli* je bila 98%, odstranjevanje Rotavirusov pa 100%.

Pomen dosežka:

Obetavni rezultati ponujajo novo možnost za obdelavo odpadne vode in spodbujajo prenos iz laboratorijskega nivoja na pilotni. Odstranjevanje virusov in bakterij iz iztočne vode čistilne naprave bi omogočila ponovno uporabo te vode za npr. potrebe namakanja.