

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/53

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-9291
Naslov projekta	Obdelava tekstilnih odpadnih voda v membranskem bioreaktorju
Vodja projekta	24021 Irena Petrinić
Tip projekta	Zt Podoktorski projekt - temeljni
Obseg raziskovalnih ur	3.400
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	02.2010 - 06.2010
Nosilna raziskovalna organizacija	1509 Limnos, podjetje za aplikativno ekologijo, d.o.o.
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.02
Naziv	Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Raziskovalna hipoteza in opis raziskovanj

Membranski bioreaktor (MBR) omogoča čiščenje odpadnih vod s kombinacijo biološke razgradnje odpadne vode z aktivnim muljem in fizikalnim procesom filtracije s pomočjo membrane. Le-ta zamenjuje sekundarni usedalnik, ki se uporablja za klasično čiščenje odpadne vode. Odpadna voda priteče v aeracijski del bioreaktorja, kjer poteka oksidacija organskih snovi z aktivnim muljem, nato se prečiščena voda loči skozi membrano. Z uporabo mikro in ultra filtracijske membrane (velikost por membrane je od 0,05 do 0,4 μm) omogoča MBR zadrževanje flokul aktivnega mulja in vseh suspendiranih snovi v bioreaktorju na membrani. V aktivnem mulju se nahaja veliko število različnih vrst mikroorganizmov, ki čistijo odpadno vodo. Sestava aktivnega mulja ni v celoti pojasnjena in je odvisna od številnih pogojev, kot so sestava vode, klimatski pogoji, urne spremembe pretoka, ipd. Tudi same reakcije mikroorganizmov so vremensko pogojene. Tako gre za dinamični, nelinearni proces, ki je odvisen od različnih bioloških, kemijskih in fizikalnih dejavnikov. Velika učinkovitost procesa je vzrok, da se je v zadnjih dvajsetih letih povečal interes za uporabo membranskih bioreaktorjev za čiščenje odpadnih vod. Okoljska zavest ljudi in vpliv neobdelane odpadne vode na okolje in s tem posredno na zdravje ljudi, narašča. Zato so tudi predpisi v zvezi s kakovostjo očiščene vode vse strožji, predvsem glede na razgradnjo hranil, t.j. dušika in fosforja ter organskih sintetičnih snovi. Analize so pokazale vse večje koncentracije strupenih snovi v vodah, ki so potencialno toksične za ljudi in se lahko odstranijo samo s pomočjo naprednih tehnologij, kot je membranski bioreaktor in drugi membranski separacijski procesi. Osnovna razlika v kakovosti iztočne obdelane odpadne vode med MBR in konvencionalnim čiščenjem, je mehanizem ločevanja trdih delcev od tekočine. Oba načina čiščenja sta predvsem odvisna od biološkega dela, ki oksidira vhodne organske snovi in dušik. Proces MBR uporabljajo za ločevanje trdnih delcev od tekočine membrane, ki dosežejo višjo kakovost izhodne vode. Pri klasičnem čiščenju pa je v iztoku še vedno nekaj suspendiranih snovi ($\leq 10\text{mg/L}$), med tem ko je pri MBR procesu teh snovi veliko manj ($\leq 2\text{mg/L}$), ker vsi suspendirani delci ostanejo v reaktorju.

V prvi fazi projekta (prvo leto) smo postavili membranski bioreaktor Zenon ZW-10 na centralno čistilno napravo Maribor (podjetje Aquasystems d.o.o.) ter več mesecev spremljali obdelavo komunalnih odpadnih vod mesta Maribor in hkrati naredili primerjavo z delovanjem klasičnega, biološkega sistema obdelave. Zenon ZW 10 je sestavljen iz bio enote in filterske enote. V obeh enotah se nahaja aktivno blato medtem ko odpadna voda priteka s pomočjo peristaltične črpalke v bio-enoto, nato se na osnovi prostega padca voda iz bio enote pretaka v MBR enoto. Filtriranje z votlo-vlaknastimi membranami poteka s pomočjo podtlaka. Zadrževalni čas odpadne vode v bio in MBR enoti lahko spreminjamo z hitrostjo pretoka odpadne vode. Na osnovi meritev smo ugotovili, da je učinkovitost spremljevalnih parametrov, kot sta skupni dušik, fosfor in kemijska poraba po kisiku MBR procesa enaka in/ali višja kot na centralni biološki napravi ter znašajo od 70% (fosfor) do 99% (dušik, KPK).

V drugi fazi projekta smo obdelovali odpadne vode iz tekstilne industrije in sicer iz podjetja Bei Pletiva d.o.o. Plemenitenje tekstilnih materialov zahteva velike količine vode in posledično nastajajo velike količine odpadne vode. V povprečju se porabi od 100 do 150 m^3 vode na tono tekstilnega materiala [1]. Pri procesih barvanja tekstilij se porabi velika količina kemikalij (barvila, tekstilna pomožna sredstva), ki po končanih procesih močno obremenjujejo odpadno vodo. Tekstilne odpadne vode imajo visok delež raztopljenih organskih in anorganskih snovi, visoko pH vrednost in nizko razmerje BPK/KPK (biokemijska potreba po kisiku/kemijska potreba po kisiku) vrednosti. Vsebujejo težke kovine, sulfidne komponente, maščobe in olja ter vlakna. Največkrat se v njih zadržujejo ostanki biološko nerazgradljivih barvil, ki so rezultat nepopolne vezave barvila na tekstilno vlakno. Pri barvanju z reaktivnimi barvili je povprečna stopnja fiksiranja barvila od 60 do 80%. Ostanek nefiksiranega barvila se izpere iz tekstilij in kontaminira odpadno vodo [1, 2]. Tekstilna barvila odlikujeta visoka termična obstojnost in fotostabilnost, zato je njihova razgradnja v okolju počasen in zapleten proces. Znano je, da so produkti razgradnje reaktivnih barvil v veliki večini brezbarvne spojine, ki so veliko bolj toksične od samega barvila (aromatski amini, ki nastanejo pri razgradnji azo barvil) [3, 4]. Za čiščenje tekstilne odpadne vode se uporabljajo različni postopki, in sicer: klasični (fizikalno – kemijski), biološki (aerobno – anaerobna biorazgradnja) ter membranska filtracija. Ena izmed perspektivnih alternativ čiščenja tekstilnih odpadnih voda je uporaba membranskega bioreaktorja (MBR) [5]. Aromatski amini, ki nastanejo pri razgradnji azo-barvila, so odporni na aerobno razgradnjo, saj aerobne bakterije niso sposobne razgraditi molekul z aromatskim obročem [6]. Zato je kombinacija anaerobnega in anoksičnega dela bio enote v membranskem bioreaktorju primerna za nastajanje pogojev za rast mešane kulture mikroorganizmov, ki je odgovorna za učinkovito čiščenje obarvanih tekstilnih odpadnih vod. Anoksična biorazgradnja je eden izmed ključnih korakov pri čiščenju obarvanih tekstilnih odpadnih voda, saj z njo

dosežemo razgradnjo aromatskih obročev. Prav tako se učinkovita biorazgradnja azo-barvil doseže z raznoliko združbo mikroorganizmov, ki se nahajajo v aktivnem blatu, kar pomeni, da mora sistem biorazgradnje zajemati tako aerobni kot anaerobni del [7, 8]. Tako očiščeni odpadni vodi se izboljšajo karakteristične fizikalne in kemijske lastnosti, prav tako se v večini primerov tudi popolnoma razbarva. Očiščena odpadna voda se lahko s pomočjo dodatne obdelave, kot sta nanofiltracija ali reverzna osmoza, ponovno uporabi v industrijskem sektorju.

Prav tako se učinkovita biorazgradnja azo-barvil doseže z raznoliko združbo mikroorganizmov, ki se nahajajo v aktivnem blatu, kar pomeni, da mora sistem biorazgradnje zajemati tako aerobni kot anaerobni del [8, 9, 10]. Tako očiščeni odpadni vodi se izboljšajo karakteristične fizikalne in kemijske lastnosti, prav tako se v večini primerov tudi popolnoma razbarva. Očiščena odpadna voda se lahko s pomočjo dodatne obdelave, kot sta nanofiltracija ali reverzna osmoza, ponovno uporabi v industrijskem sektorju [10].

V drugi fazi projekta (drugo leto) smo s pilotno napravo Zenon ZW 10 čistili modelno pripravljeno tekstilno odpadno vodo, ki smo jo pripravili v laboratoriju po posredovani recepturi podjetja Beti Pletiva d.o.o. Namen raziskave je bil vzpostaviti obratovalne pogoje in stabilnost celotnega sistema laboratorijskega MBR-ja, ki bi dal maksimalen izkoristek čiščenja z zeleno kakovostjo očiščene vode za izpust v kanalizacijo. S spremljanjem obratovalnih parametrov, kot so pretok vhodne odpadne vode, dovajanje kisika v biološki del obdelave ter spremljanje tlaka ultrafiltracije, je bil namen raziskave zagotoviti optimalne obratovalne pogoje.

Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultati in učinki raziskovalnega projekta

V prvi fazi projekta je proces MBR deloval neprekinjeno od marca 2008 do avgusta 2008 na čistilni napravi v Mariboru. Pilotni UF sistem je bil Zenon ZeeWeed-10 (ZW-10) z votlo vlakasto membrano s površino 0,93 m². Ultrafiltracijska membrana zadrži delce večje od 0,04 µm. Uporabljene odpadne vode te študije so bile aktualne odpadne vode odvzete iz dotoka v čistilno napravo. Proces smo opazovali za obdobje šestih mesecev, iz katerega so razvidni stabilni operativni pogoji za čas treh mesecev (od maja do julija 2008). Meritve fizikalnih parametrov pH in temperature v sistemu, kot tudi biokemičnih karakteristik procesov kemijska potreba po kisiku (KPK), skupni fosfor (TP) in skupni dušik (TN), so bile vzporedno opravljene na obeh napravah, MBR in čistilni napravi Maribor. Primerjava med obema sistemoma je bila predstavljena za vrednosti KPK, TP in TN na osnovi enakih HRT vrednosti. Isti način predobdelave je bil uporabljen za MBR, saj se pri čistilni napravi za primarno obdelavo uporablja mreža velikosti 10 × 10 mm. Čeprav odpadna voda teče skozi to mrežo pred vstopom v MBR rezervoar, se problem še vedno pojavlja pri doseganju stalnega pretoka, saj se cevi zamašijo. Stabilno delovanje MBR ni bilo doseženo. Zato smo uporabili še dodatno mrežo velikosti 2 × 2 mm za predhodno mehansko čiščenje, po katerem je tok ostal konstanten v celotnem obdobje delovanja MBR sistema. Pred odstranitvijo te mreže so bile cevi stalno blokirane in cevi je bilo potrebno čistiti vsak drugi dan. Očitno je, da je primarno čiščenje odpadnih voda še posebej pomembno za uspešno delovanje MBR sistema. Večina evropskih MBR naprav deluje z mrežo 3-5 mm v I. fazi in z mrežo 0,5 mm pred II. fazo v postopku predobdelave odpadnih voda. Ko je dotok bil stabilen, smo dodali aktivno blato v bio- in filtracijsko enoto. Aktivno blato kroži iz zadnjega dela v prvi del bio-enote. Koncentracija blata v MBR sistemu je naraščala tekom obratovanja. Aktivno blato, ki smo ga dodali v MBR sistem je bilo odvzeto iz čistilne naprave (ČN) in je potrebovalo le kratek čas, da se je prilagodilo novim razmeram. Obdobje 25 dni je bilo potrebno, da so se mikroorganizmi prilagodili novim pogojem delovanja. Koncentracija biomase se je zmanjšala tekom obratovanja.

Učinkovitost obdelave, glede na KPK in TN, je bila višja ob uporabi MBR sistema v primerjavi s ČN in je znašala 97% in 90%, medtem ko je učinkovitost za TP bila nižja (75%) ob uporabi MBR sistema v primerjavi s ČN (95%), in sicer zaradi koagulacije, ki se v ČN uporablja kot predobdelava.

V raziskavi obdelave modelne odpadne vode z MBR smo pokazali, da smo dosegli zadovoljive rezultate izhodne očiščene odpadne vode glede na vhodne vrednosti. Vrednosti KPK na izhodu iz MBR so bile od 200 do 600 mg/L, kar predstavlja učinkovitost odstranjevanja v območju od 50 do 97%, odvisno od starosti pripravljene modelne odpadne vode. Najvišji učinek znižanja KPK smo dosegli pri starosti 3 do 4 dni. Pretok vode ni bistveno vplival na čiščenje modelne tekstilne vode. Naše raziskave so potrdile, da je koncentracija kisika v aerobni in anoksični coni izredno pomemben dejavnik, ki vpliva na kvaliteto očiščene vode. Vrednosti KPK na izhodu iz MBR so bile od 200 do 600 mgO₂/L, kar predstavlja učinkovitost odstranjevanja v območju od 50 do 97%, odvisno od starosti pripravljene modelne odpadne vode. Najvišji učinek znižanja KPK smo dosegli pri starosti odpadne vode 3 do 4 dni. Pretok vode ni bistveno vplival na čiščenje modelne tekstilne vode. Naše raziskave so potrdile, da je koncentracija kisika v aerobni in anoksični coni izredno pomemben dejavnik, ki vpliva na kvaliteto čiščenja tekstilnih vod. Iz kemijskih analiz očiščene vode je

razvidno, da smo pri odstranjevanju modrega in rdečega barvila dosegli 70–90% učinkovitost. Odstranjevanje rumenega barvila iz modelne tekstilne odpadne vode je bilo zmanjšano, kar pripisujemo njegovi težji razgradljivosti v biološkem delu bioreaktorja. Dosegli smo zadovoljive vrednosti zmanjšani koncentracij amonijevega dušika. Vse navedene raziskave dokazujejo na primernost tehnologije membranskega bioreaktorja za čiščenje tekstilnih odpadnih voda. Pri tem je pomembna izvedba posebnega reaktorja z ločenimi rezervoarji za možnost poteka procesa nitrifikacije in denitrifikacije za razgradnjo azo barvil, ki prevladujejo v sestavi odpadnih vodah tekstilne industrije. Če upoštevamo ustrezno uredbo (UL RS 7/2007), lahko za dosežene vrednosti povzamemo, da glede na NH_4^+ bi lahko permeate odvajali neposredno v vode, saj s povprečno vrednostjo koncentracije 0,3 mg/L ne presegajo mejne vrednosti 5 mg/L, vrednosti KPK v večini primerov presegajo mejno vrednost 200 mg/L za odvajanje neposredno v vode, prav tako tudi SAK in sicer pri vseh treh valovnih dolžinah (pri $\lambda=436$ nm je mejna vrednost 7,0 dosežene vrednosti pa med 100 in 200 m^{-1} ; pri $\lambda=525$ nm je mejna vrednost 5,0 m^{-1} , dosežena pa med 0-100 m^{-1} in pri $\lambda=620$ nm je mejna vrednost 3 m^{-1} , dosežena pa 0-100 m^{-1}). Kljub temu smo lahko zadovoljni z visoko učinkovitostjo odstranjevanja omenjenih parametrov (50-97%), saj bi tako lahko močno zmanjšali stroške plačevanja okoljskih dajatev ob izpustu v javno kanalizacijo. Ob dodatni uporabi membranskih filtracij, kot je nanofiltracija oz. reverzna osmoza, pa lahko dosežemo visoko kakovost očiščene odpadne vode, ki bi zadovoljila zahtevam po ponovni uporabi te vode kot tehnološke vode v industrijskih procesih.

- [1] KURBUS, T. *Primerjava naprednih oksidacijskih postopkov razbarvanja reaktivnih barvil*, Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2003.
- [2] HAO, OJ. Decolorization of wastewater. *Critical Reviews, Environmental Science and Technology*, 1999, vol. 33, no. 4, p. 449-505.
- [3] SMITH, B. *Wastes from textile Processing in Plastics and the Environment*, eds. Andrady AL, Wiley-Interscience, 2003.
- [4] YUZHU, F. in VIRARAGHAVAN T. Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *Bioresource and Technology*, 2001, vol. 79, no. 3, p. 251-262.
- [5] STOLZ, A. Basic and applied aspects in the microbial degradation of azo dyes. *Applied microbiology and biotechnology*, 2001, vol. 56, no. 1-2, p. 69-80.
- [6] BRAS, R., FERRA, MIA., PINHEIRO, HM. in GONÇALVES, IC. Batch tests for assessing decolourisation of azo dyes by methanogenic and mixed cultures. *Journal of Biotechnology*, 2001, vol. 89, p. 155-162.
- [7] NIGAM, P. BANAT, I.M., SINGH, D. in MARCHANT, R. Microbial process for the decolorization of textile effluent containing azo, diazo and reactive dyes. *Process Biochemistry*, 1996, vol. 31, no. 5, p. 435-442.
- [8] PETRINIĆ, I., ČURLIN, M., RACYTE, J. in SIMONIČ, M. Textile wastewater with membrane bioreactor and water re-use. *Tekstil*, 2009, let. 1-2, št. 58, str. 11-19.
- [9] BABU, BR, PARANDE, AK, RAGHU, S. in PREM KUMAR, T. Textile processing and effluent treatment. *Journal of cotton science*, 2007, vol. 11, no. 3, p. 141-153.
- [10] SHENG-JIE Y., Damodar R. A. in SHENG-CHON H., *Degradation of reactive Black 5 dye using anaerobic/aerobic membrane reactor (MBR) and photochemical membrane reactor*, *Journal of Hazardous materials*, 2010, vol. 172, p. 1112-1118

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

V vseh procesih čiščenja odpadnih voda, kot so: klasična obdelava z aktivnim blatom, sekvenčni reaktorji ali membranski bioreaktorji, je hidravlični zadrževalni čas v bioreaktorju eden od dejavnikov, ki določajo uspešnost procesa in kvalitete prečiščene vode. Membranski bioreaktor za čiščenje odpadnih voda s potopljeno membrano je kompleksen večfazni fizikalno-kemijski in biološki sistem s številnimi interakcijami med procesnimi parametri in dinamičnimi spremembami v faznem sistemu plin-tekoče-trdno. Hidrodinamični pogoji v teh procesih so odvisni predvsem od geometrijske značilnosti reaktorskega sistema, od lastnosti tekočine, in od dinamike aeracije, in so bistvenega pomena pri načrtovanju procesov čiščenja odpadnih voda. Popolna odstranitev trdnih snovi, pomembne fizikalne sposobnosti dezinfekcije, zelo visoka vsebnost ogljikovih in dušikovih spojin in odstranitev obarvanosti so glavne prednosti MBR sistema, ki omogočajo zelo visoko kakovost obdelane vode za nadaljnjo ponovno uporabo. Zato je MBR tehnologija postala atraktivna možnost za obdelavo in ponovno uporabo komunalnih in industrijskih odpadnih voda iz različnih industrijskih sektorjev tudi v Sloveniji. Cilj tega projekta je bil raziskati uporabnost MBR sistemov s potopljeno membrano za obdelavo komunalnih odpadnih voda, in učinkovitost primerjati s čistilno napravo (ČN) v Mariboru, Slovenija. Iz rezultatov lahko zaključimo, da je učinkovitost določena s parametri, kot so celotni dušik in kemijska potreba po kisiku, bila zadovoljiva in je znašala od 90% do 99%. V primerjavi s ČN deluje MBR sistem pri nižjih stroških. Drugi del projekta se je bil obdelati sintetično-pripravljene tekstilne odpadne vode z MBR sistemom ter določiti učinkovitost glede na obdelavo odpadnih voda in odstranitev obarvanosti. Spremljanje in primerjava učinkovitosti med biološkim čiščenjem in filtracijo sta pokazala, da ultrafiltracija s votlo-vlaknastim modulom prispeva k dodatnemu izboljšanju kakovosti vode. Preizkusi so potrdili, da je pilotna MBR naprava primerna za obdelavo tekstilnih odpadnih voda, in omogoča ponovno uporabo vode v procesu.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Ni sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Primerjava med odstranjevanjem nitrata in pesticidov iz podtalnice z adsorpcijo ter NF in RO membranami
		<i>ANG</i> Comparison between nitrate and pesticide removal from ground water using adsorbents and NF and RO membranes
	Opis	<i>SLO</i> Iz virov pitne vode smo odstranjevali pesticide in nitrate z adsorpcijo na novih materialih - medijih ter z membransko tehnologijo, nanofiltracijo in reverzno osmozo. Aktivno oglje zelo dobro adsorbira atrazin in dietilatrazin, nitrata pa ne. Najboljše rezultate smo dobili z reverzno osmozo, ko smo odstranili pesticide in nitrate pod mejo določljivosti, z nanofiltracijo pa smo dobro odstranili pesticide, nitrate pa le delno.
		<i>ANG</i> An investigation was carried out regarding the removal of pollutants such as nitrate and pesticides from actual ground water samples obtained in Slovenia, by the use of two new adsorption resins. The adsorption resins were successfully used for pesticides' removal among the tested adsorption media, whereas the removal of nitrates was unsuccessful. The reverse osmosis membrane displayed a high rejection of all compounds.
	Objavljeno v	
	TEPUŠ, Brigita, SIMONIČ, Marjana, PETRINIČ, Irena. Comparison between nitrate and pesticide removal from ground water using adsorbents and NF and RO membranes. J. hazard. mater. [Print ed.], 2009, vol. 170, iss. 2/3, str. 1210-1217 JCR IF (2009): 2.975	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		13221910
2.	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv zamašitve nanofiltracijskih membran s predobdelano podtalnico na odstranitev organskih onesnažil (PhACs)
		<i>ANG</i> Influence of membrane fouling by (pretreated) surface water on rejection of pharmaceutically active compounds (PhACs) by nanofiltration membranes
	Opis	<i>SLO</i> Raziskava temelji na vplivu elektrostatičnih interakcij na zadržanost organskih onesnažil iz vode na dveh nanofiltracijskih membranah. Zadržanost organskih kislin, pozitivno in negativno nabitih ter nevtralnih farmacevtskih snovi je bila preizkušena glede na različne vhodne vzorce. Iz rezultatov lahko zaključimo, da se zadržanost negativno nabitih delcev zvišuje zaradi sil elektrostatskega odboja, medtem ko sile elektrostatskega privlaka zmanjšujejo zadržanost pozitivno nabitih delcev v primerjavi z nevtralnimi.
		<i>ANG</i> An investigation was carried-out on the effects of electrostatic interactions on the rejection of organic solutes for two NF membranes. The rejection of selected organic acids, positively and negatively charged pharmaceuticals, and neutral pharmaceuticals was investigated regarding different feed water chemistries. It was concluded that, for negatively charged membranes, electrostatic repulsion leads to an increase in the rejection of negatively charged solutes, and electrostatic attraction leads to a decrease in the rejection of positively charged solutes, compared to neutral solutes.
	Objavljeno v	
	VERLIEFDE, A. R. D., CORNELISSEN, E. R., HEIJMAN, S. G. J., PETRINIČ, Irena, LUXBACHER, Thomas, AMY, Gary L., BRUGEN, B. van der, DIJK, J. C. van. Influence of membrane fouling by (pretreated) surface water on rejection of pharmaceutically active compounds (PhACs) by nanofiltration membranes. J. membr. sci.. [Print ed.], Mar. 2009, vol. 330, iss. 1/2, str. 90-103, JCR IF (2009): 3.247	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		12962326
Odstranitev komponent iz odpadne vode po tisku tekstilij z uporabo		

3.	Naslov	SLO	nanofiltracije
		ANG	The removal of reactive dye printing compounds using nanofiltration
	Opis	SLO	Sintetično pripravljena odpadna voda reaktivnega barvila za tiskanje, posnemujoča realno odpadno vodo, pridobljeno iz lokalne tekstilne tovarne, je bila obdelana z nanofiltracijo z uporabo NFT-50 membrane pri različnih hitrostih toka skozi membrano in tlakih (2-15 bar). NF membrani je bila preverjena membranska zamašitev, pretok permeata in primernost oz. sposobnost odstranjevanja barve, prevodnosti, Na + ionov in KPK. Z membrano smo dosegli visoko učinkovitost zadrževanja barvila za vsako od štirih barvil (99,4-99,9%) in uporabljenih elektrolitov (63-73%).
		ANG	A synthetically prepared reactive dye print wastewater, was treated by nanofiltration using an NFT-50 membrane in a plate and frame module configuration at different cross-flow velocities and pressures (2-15 bar). The nanofiltration membrane was evaluated for membrane fouling, permeate flux and its suitability for removing colour, conductivity, Na ⁺ ions and COD as a function of operating pressure and feed concentration. The membrane achieved high dye retention for each of the four dyes (from 99.4 to 99.9%) and electrolytes used (63-73%).
	Objavljeno v		PETRINIČ, Irena, RAJ ANDERSEN, Niels Peder, ŠOSTAR-TURK, Sonja, MAJCEN LE MARECHAL, Alenka. The removal of reactive dye printing compounds using nanofiltration. Dyes pigm. [Print ed.], 2007, vol. 74, no 3, str. 512-518. JCR IF (2007): 2.796
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11062038
4.	Naslov	SLO	Določanje potenciala zeta polimernih materialov z uporabo dveh različnih merilnih celic elektrokinetičnega analizatorja
		ANG	Zeta potential determination of polymeric materials using two differently designed measuring cells of an electrokinetic analyzer
	Opis	SLO	Namen raziskave je bil primerjati rezultate, dobljene z različno oblikovanima merilnima celicama (»Adjustable Gap Cell« in »Clamping Cell«), ki delujeta na istem principu. Rezultati raziskave so pokazali, da med merilnima celicama obstajajo razlike v potencialu zeta, kjer merilna celica »Adjustable Gap Cell« daje ponovljivejše rezultate. Razloga za takšne rezultate bi lahko bila različne geometrije pretočnih kanalov in oblika merilne celice »Clamping Cell«, ki zahteva večjo površino vzorca kot je potrebna za določitev potenciala zeta.
		ANG	The aim of the research was to compare the results of two differently designed measuring cells ('Adjustable Gap Cell' and 'Clamping Cell') but operating on the same principle. The results obtained with 'Clamping Cell' versus 'Adjustable Gap Cell' showed differences in zeta potential, where the 'Adjustable Gap Cell' gave more reproducible results. One reason for this behaviour could be the different geometries of the streaming channels. A more likely reason is the design of the 'Clamping Cell', that requires a sample size larger than necessary for zeta potential determination.
	Objavljeno v		BUKŠEK, Hermina, LUXBACHER, Thomas, PETRINIČ, Irena. Zeta potential determination of polymeric materials using two differently designed measuring cells of an electrokinetic analyzer. Acta chim. slov.. [Tiskana izd.], 2010, vol. 57, št. 3, str. 700-706. http://acta.chem-soc.si/57/57-3-700.pdf . [COBISS.SI-ID 14417686], [JCR, WoS, št. citatov do 6. 12. 2010: 0, brez avtocitatov: 0, normirano št. citatov: 0]
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		14417686
5.	Naslov	SLO	Obdelava tekstilnih odpadnih voda z membranskim bioreaktorjem
		ANG	Textile wastewater treatment with membrane bioreactor
	Opis	SLO	S spremljanjem obratovalnih parametrov, kot so pretok vhodne odpadne vode, dovajanje kisika v biološki del obdelave ter spremljanje tlaka ultrafiltracije, smo nameravali zagotoviti optimalne obratovalne pogoje. Z izvajanjem fizikalno-kemijskih analiz smo dokazali, da so se vrednosti KPK in koncentracije barvila, izražene kot spektralni absorpcijski koeficient (SAK), znižale, in sicer za 70 do 90%. Iz rezultatov je razvidno, da je bila učinkovitost znižanja KPK okoli 90%, učinkovitost znižanja vsebnosti barvil pa doseže do 97%

	ANG	By measuring individual parameters and the implementation of chemical analysis, the satisfactory functioning of the MBR system, was demonstrated because the efficiency value regarding COD reduction and the elimination of dyes, expressed as SAC (Spectral Absorption Coefficient), reached from 70 to 90% for both parameters. From results, it is shown, that the removal efficiency of COD was 90%, respectively, and the removal efficiency of dyes reached 97%.
Objavljeno v		PETRINIČ, Irena, KORENAK, Jasmina, SIMONIČ, Marjana, ČURLIN, Mirjana. Obdelava tekstilnih odpadnih voda z membranskim bioreaktorjem = Textile wastewater treatment with membrane bioreactor. Tekstilec, 2010, vol. 53, št. 10-12, str. 237-284. [COBISS.SI-ID 14791446]
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		14791446

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
2.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	

		functioning of the MBR pilot plant was confirmed for the treatment of textile effluents.
Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v		PETRINIČ, Irena, KORENAK, Jasmina, SIMONIČ, Marjana, ČURLIN, Mirjana. Textile wastewater treatment using a membrane bioreactor. V: DRAGČEVIČ, Zvonko (ur.). 5th International Textile, Clothing & Design Conference [also] ITC&DC, October 3rd to October 6th, 2010, Dubrovnik, Croatia. Magic world of textiles : book of proceedings. Zagreb: Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, 2010, str. 944-948, ilustr. [COBISS.SI-ID 14578710]
Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID		14578710
3.	Naslov	SLO Čiščenje tekstilne odpadne vode z MBR
		ANG Textile wastewater treatment using MBR
	Opis	SLO Namen naše raziskave je očistiti sintetično pripravljeno odpadno vodo z MBR. Merili smo splošne parametre, kot so pH, T, absorbanco in motnost ter kemijsko potrebo po kisiku KPK in vsebnost dušika. Glede na obratovalne parametre smo pozornost usmerili v merjenje raztopljenega kisika, sušine blata SRT in zadrževalnega časa vode HRT v MBR. Učinkovitost odstranjevanja KPK vrednosti iz odpadne vode na iztoku iz MBR je bila v območju od 70% do 90% glede na vhodne koncentracije.
		ANG The aim of the work was to clean a laboratory-prepared wastewater using MBR. The treatment performance of the system was determined through measurements of colour, chemical oxygen demand (COD), and conductivity, according to the Standard Methods. By measuring individual parameters and the implementation of chemical analysis, the satisfactory functioning of the MBR system, was demonstrated because the efficiency value regarding COD reduction and the elimination of dyes, expressed as SAC, reached from 70 to 90 % for both parameters.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	SIMONIČ, Marjana, PETRINIČ, Irena, KORENAK, Jasmina. Čiščenje tekstilne odpadne vode z MBR = Textile wastewater treatment using MBR. V: Slovenski kemijski dnevi 2010, Maribor, 23. in 24. september 2010. [Maribor]: FKKT, [2010], 10 str. [COBISS.SI-ID 14418198]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	14418198
4.	Naslov	SLO Analiza hidrodinamičnih pogojev v membranskem bioreaktorju s porazdelitvijo zadrževalnih časov
		ANG Analysis of hydrodynamic conditions in the membrane bioreactors with residence time distribution function
	Opis	SLO Hidrodinamika membranskih bioreaktorjev je opisana z uporabo funkcije porazdelitve zadrževalnih časov v bioreaktorjih brez aktivnega blata (napolnjen z vodo) in v bioreaktorjih z aktivnim blatom. Dobljene rezultate smo primerjali z idealnim modelom kontinuirnega stirred-tank reaktorja, in s teoretičnim kaskadnim modelom toka v reaktorju, da bi opredelili razlike med realnim membranskim bioreaktorskim sistemom in idealnimi pogoji. Rezultati povprečnih zadrževalnih časov kažejo majhno odstopanje od idealnega modela stirred-tank reaktorja, ko le-ta deluje brez aktivnega blata.
		ANG Hydrodynamics of membrane bioreactors is described using residence time distribution function in bioreactors without activated sludge and in bioreactors with activated sludge. The obtained results were compared to the ideal model of continuous stirred-tank reactor, and theoretical cascade model of the reactor flow, in order to define differences between the real membrane bioreactor systems and the ideal conditions. The results of the average residence times show little deviation from the ideal model of continuous reactor if the membrane bioreactor operates without the activated sludge.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	ČURLIN, Mirjana, PETRINIČ, Irena, MIJATOVIČ, Ivan, KURTANJEK, Želimir. Analysis of hydrodynamic conditions in the membrane bioreactors with residence time distribution function. V: 9th Conference Membranes in Drinking and Industrial Water Treatment, MDIW 2010, 27-30 June, 2010,

		NTNU - Trondheim, Norway. Book of abstracts. [S. l.: s. n.], 2010, str. 4. [COBISS.SI-ID 14289942]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	14289942
5.	Naslov	SLO Uporaba membranskega bioreaktorja za komunalne in industrijske odpadne vode v Sloveniji
		ANG Use of a membrane bioreactor for municipal and industrial wastewater treatment in Slovenia
	Opis	SLO Cilj tega dela je bil raziskati uporabnost MBR sistemov s potopljeno membrano za obdelavo komunalnih odpadnih voda, in učinkovitost primerjati s čistilno napravo (ČN) v Mariboru, Slovenija. Iz rezultatov lahko zaključimo, da je učinkovitost določena s parametri, kot so celotni dušik in kemijska potreba po kisiku, bila zadovoljiva in je znašala 90-99%. V primerjavi s ČN deluje MBR sistem pri nižjih stroških. Drugi del našega dela je bil obdelati sintetično-pripravljene tekstilne odpadne vode z MBR sistemom ter določiti učinkovitost glede na obdelavo odpadnih voda in odstranitev obarvanosti.
		ANG The aim of this work was to investigate the applicability of submerged MBR for municipal wastewater treatment, and compare its efficiency with a wastewater treatment plant in Maribor, Slovenia. It can be concluded that the efficiencies being determined by the parameters, such as, total nitrogen and chemical oxygen demand, were satisfied. When compared to a municipal wastewater treatment plant the submerged MBR operates at lower costs. We also cleaned laboratory-prepared textile wastewater using MBR and determined its effectiveness regarding wastewater treatment, and the removal of colour.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	PETRINIČ, Irena, KORENAK, Jasmina, ČURLIN, Mirjana, SIMONIČ, Marjana. Use of a membrane bioreactor for municipal and industrial wastewater treatment in Slovenia : lecture, presented on 6th conference of the Aseanian membrane society in conjunction with the 10th International membrane science and technology conference, University of New South Wales, Sydney, 24 - 25 November, 2010. 2010. [COBISS.SI-ID 14699030]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	14699030

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Membranski bioreaktor (MBR) omogoča čiščenje odpadnih vod s kombinacijo biološkega čiščenja in membranske filtracije. Membrana (mikrofiltracija (MF)/ultrafiltracija (UF)) nadomesti usedalnik ter pešeni filter. MBR zadrži neraztopljene delce, pri čemer čas usedanja blata ni pomemben, kar je bistvena razlika v primerjavi s klasičnim postopkom z aktivnim blatom. Glavna prednost MBR sistemov je zelo nizka vrednost KPK v obdelani vodi in visoka mikrobiološka kvaliteta obdelane vode, saj je praktično brez mikroorganizmov in virusov (med njimi tudi patogenih), pa tudi posodobljenje procesa z nadgradnjo obstoječih naprav z nizkimi investicijskimi stroški. Zaradi daljšega zadrževalnega časa v MBR dobro poteka tudi biološka razgradnja nekaterih slabše razgradljivih spojin.

Glavni prispevek k znanstvenim raziskavam je analiza vpliva procesnih parametrov pretoka in koncentracije biomase na gostoto verjetnosti porazdelitve časa zadrževanja in dinamike mašenja membrane. Rezultati raziskave omogočajo določitev optimalnih pogojev za izvedbo procesa obdelave, da bi dosegli visoko učinkovitost odstranjevanja organskih snovi in zagotovili smernice za morebitno odpravo pomanjkljivosti v obstoječem sistemu membranskih bioreaktorjev ter za načrtovanje novih sistemov. Rezultati tega projekta so veliko prispevali k razumevanju sistema membranskih bioreaktorjev v smislu obdelave odpadnih voda. Žal ima MBR tudi nekatere slabe lastnosti. Ena izmed pomembnih je zamašitev membrane. Za dobro delovanje MBR je potrebno prezračevanje in stalno kroženje aktivnega blata, kar pomeni

visoke obratovalne stroške za potrebno električno energijo. Poleg tega moramo zagotoviti primerni pretok skozi membrano, kar dosežemo le, če je površina membrane dovolj velika, hkrati pa so cene membran zelo visoke. Zato so investicijski in obratovalni stroški mnogo višji kot pri klasičnem čiščenju odpadnih vod. Z razvojem novih hibridnih sistemov se nižajo obratovalni in investicijski stroški MBR, zato smatramo, da bo v prihodnje uporaba MBR naraščala.

ANG

The results of this project provide a major contribution to the understanding of membrane bioreactor system, in terms of the development of processes for wastewater treatment. A membrane bioreactor (MBR) enables wastewater treatment with a combination of biological treatment and membrane filtration. Membrane (microfiltration (MF) / ultrafiltration (UF)) replaces the sedimentation tank and sand filter. MBR retains suspended solids, and the sludge settling-time is insignificant, which is a substantial difference in comparison to conventionally-activated sludge processes. The main advantage of MBR systems is the very low value of COD in the treated water and the high microbiological quality of the treated water, whilst it is practically free of microorganisms and viruses (including pathogens), as well as a modernization of the process by upgrading existing systems with low capital costs. Due to the longer retention time in the MBR, a biodegradation of some less soluble compounds is also very good.

The main contribution influencing scientific research is the analysis of the process parameters of flow and biomass concentration on the density probability for the distribution of retention time and the dynamics of membrane fouling. The research results provide for the determination of optimum conditions regarding process implementation in order to achieve a high removal-efficiency of the organic matter, and to provide guidance for the eventual elimination of deficiencies in the existing membrane bioreactor system, and thus designing new systems. Unfortunately, the MBR has also some disadvantages. One of the most important is membrane fouling. The ventilation and continuous circulation of activated sludge is required for a proper functioning of the MBR which means high operating costs for the necessary electricity. In addition, an adequate flow through the membrane has to be ensured, which is only achieved when the membrane surface is of sufficient size, but unfortunately the membrane prices are very high. Therefore, the investment and operating costs are much higher than for conventional wastewater treatment. Due to the development of new hybrid systems, the operating and investment costs of MBR are reduced, so we believe that usage of the MBR will increase.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

MBR sistem za čiščenje odpadnih voda se je v zadnjih nekaj letih hitro razvijal. K temu so prispevale vse bolj stroge zahteve glede kakovosti prečiščene vode, ki je v svetu velikega pomena, saj se tudi povečuje zavest o ohranjanju okolja in varovanju naravnih virov. Izbira sistema, ki se bo uporabljal za čiščenje odpadnih voda, je odvisna od vrste in količine odpadnih voda iz gospodarskega, urbanega in okoljskega vidika. Glede na veliko proizvodnjo blata v klasičnih napravah za obdelavo odpadnih voda postaja problem odstranjevanja blata skoraj enaka obremenitev okolja kot neobdelane odpadne vode, zato je zelo pomembno iskati nove rešitve za obdelavo odpadnih voda, ki bi zmanjšale proizvodnjo blata. Dodatne težave se pojavljajo pri nadziranju in upravljanju sistemov za čiščenje odpadnih voda, visoki občutljivosti na občasna nihanja v pretoku odpadne vode, značilnih prostorskih kapacitetah, ki jih zahteva izgradnja sistemov in večmesečni vzpostavitvi stabilne mikrobne združbe, ki so potrebne za učinkovito odstranjevanje organskih spojin iz odpadnih voda. Le-te predstavljajo zadosten razlog za iskanje novih tehnologij za čiščenje odpadnih voda, pri čemer je ena od njih je zagotovo membranska tehnologija.

Membranska tehnologija in razvoj reaktorskih sistemov, ki združujejo klasično tehnologijo z aktivnim blatom in proces filtracije, se razvija zelo hitro. Število nameščenih sistemov v Evropi raste iz dneva v dan, kjer k boljšemu razumevanju bioreaktorskega sistema prispevajo rezultati številnih raziskovalnih projektov, objavljenih v strokovni literaturi.

Sistem, ki združuje fizikalne, kemijske in biološke procese, in vključuje tri faze, je nadvse kompliciran za analizo in zahteva multidisciplinaren pristop za opis le-tega. MBR sistemi so še v razvoju in postavljajo se okvirji, da bi lahko bili posamezni sistemi primerljivi. Šele takrat se bodo lahko določili veljavni pogoji procesa in učinkovitost posameznih MBR sistemov.

Vse omenjeno je okrepilo raziskave v smeri razvoja membranskega bioreaktorja, kar se odraža v:

- definiranju hidrodinamičnih karakteristik membranskega bioreaktorja, da bi ustvarili temelj za procese v večjem merilu,
- opisu kinetike procesa razgradnje odpadne vode v membranskem bioreaktorju, da bi se s poznavanjem hidrodinamičnih karakteristik lahko vplivalo na učinkovitost procesa obdelave

- odpadnih voda z razvojem popolnega matematičnega modela procesa.
- iskanju optimalnih pogojev za izvedbo procesa, da bi vplivali na zmanjšanje investicijskih stroškov in stroškov izvajanja postopka, kot tudi na izboljšano učinkovitost reaktorskega sistema.
 - definiranju procesa zamašitve membrane, ki predstavlja glavno pomanjkljivost te tehnologije.

ANG

The MBR system for wastewater treatment has been rapidly developing over recent years. This is because of the increasingly strict requirements for the quality of treated water, which is of great global importance, since it also increases the awareness of environmental preservation and the protection of natural resources. Choosing a system regarding wastewater treatment depends on the types and quantities of wastewater from the economic, urban, and environmental perspectives. When considering the significant production of sludge in conventional plants for wastewater treatment, sludge disposal is becoming an almost identical problem to the environmental burden of untreated wastewater, so it is very important to find new solutions for such wastewater treatment, which would thus reduce sludge production. Additional problems arise when monitoring and operating systems for wastewater treatment, such as the high sensitivity to periodic fluctuations in the flow of wastewater, the space capacities required for building the systems, and the several-months for establishing those stable microbial communities, which are necessary for the effective removal of organic compounds from wastewater. These constitute a sufficient reason for finding new wastewater treatment technologies, where membrane technology is certainly one.

Membrane technology and the development of reactor systems, which combine conventional technology with activated sludge and filtration processes, is developing very quickly. The number of installed systems in Europe is growing daily, where a better understanding of bioreactor system is provided by the results from several research projects, published in scientific literature.

This system, which integrates physical, chemical and biological processes, and includes three phases is extremely complicated to analyze and requires a multidisciplinary approach for describing. MBR systems are still being developed, in addition to the setting of frames that would enable comparable individual systems. The conditions of the process and the effectiveness of various MBR systems is determined for achieving this.

All the above-mentioned, has strengthened research towards the development of a membrane bioreactor, which is reflected in:

- defining the hydrodynamic characteristics of a membrane bioreactor for creating the foundation for processes on a larger scale,
- description of the kinetics of the wastewater degradation process within a membrane bioreactor, so that knowledge of the hydrodynamic characteristics may affect the effectiveness of the wastewater treatment process by developing a complete mathematical model of the process.
- searching for optimal conditions for a process implementation that would affect the reduction of investment and operational costs, as well as the efficiency improvement of the reactor system.
- defining a process for membrane fouling, which is the main disadvantage of this technology.

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem 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	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	

		Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	

	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	

		Delno
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☒	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☒	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☒	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☒	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☒	☐	

G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost					
G.02.07.	Večji delež izvoza					
G.02.08.	Povečanje dobička					
G.02.09.	Nova delovna mesta					
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon					
G.02.12.	Drugo:					
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti					
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti					
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij					
G.03.04.	Drugo:					
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja					
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja					
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					
G.04.05.	Razvoj civilne družbe					
G.04.06.	Drugo:					
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					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	Sofinancer	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje	EUR

		trajanja projekta je znašala:	
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
Komentar			
Ocena			
2.	Sofinancer		
		Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
Komentar			
Ocena			
3.	Sofinancer		
		Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		

	Komentar		
	Ocena		

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, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> 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:

Irena Petrinić	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Maribor

15.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/53

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen

rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite/prepišite 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

B3-E8-94-0B-94-06-6D-CE-54-25-A5-04-A7-93-DE-B3-17-1C-DD-CD