

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/45



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

|                                                |                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Šifra projekta</b>                          | L7-2139                                                                                                                      |
| <b>Naslov projekta</b>                         | Plazemska obdelava umetnih žil                                                                                               |
| <b>Vodja projekta</b>                          | 10429 Miran Mozetič                                                                                                          |
| <b>Tip projekta</b>                            | L Aplikativni projekt                                                                                                        |
| <b>Obseg raziskovalnih ur</b>                  | 8343                                                                                                                         |
| <b>Cenovni razred</b>                          | C                                                                                                                            |
| <b>Trajanje projekta</b>                       | 05.2009 - 04.2012                                                                                                            |
| <b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>       | 106 Institut "Jožef Stefan"                                                                                                  |
| <b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b> | 795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo<br>1655 BIA Separations d.o.o. Podjetje za separacijske tehnologije d.o.o. |
| <b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>  | 7 INTERDISCIPLINARNE RAZISKAVE                                                                                               |
| <b>Družbeno-ekonomski cilj</b>                 | 07. Zdravje                                                                                                                  |

#### 2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| <b>Šifra</b>      | 2.06                          |
| <b>- Veda</b>     | 2 Tehniške in tehnološke vede |
| <b>- Področje</b> | 2.06 Zdravstveni inženiring   |

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Raziskave v okviru tega projekta smo osredotočili na modifikacijo površinskih lastnosti polimernih materialov za umetne žile s ciljem izboljšanja biokompatibilnosti. Znano je namreč, da je prav slaba biokompatibilnost umetnih žil manjšega premera glavni razlog za post-operativne zaplete, ki lahko vodijo k pojavu krvnih strdkov in tromboze. Ne le, da tovrstni zapleti bistveno povečajo stroške zdravljenja, saj

običajno zahtevajo ponoven kirurški poseg, ampak so lahko pogosto tudi usodni za pacienta. Ker je večina komercialnih umetnih žil izdelana iz polietilentereftalata (PET), smo se osredotočili na modifikacijo površine tega materiala. Za dosego cilja smo uporabili obdelavo z nizkotlačno plazmo dušika, predvsem pa kisika. Najprej smo raziskali ključne lastnosti 3 plinskih razelektritev, ki so primerne za ustvarjanje plinske plazme za modifikacijo umetnih žil. Nato smo opravili sistematične meritve vpliva plazemskih parametrov na površinske spremembe PET polimerov, pri čemer smo se osredotočili na spremembo morfologije in površinske energije, ki je posledica funkcionalizacije s polarnimi skupinami. Ko smo določili ključne parametre, ki omogočijo nastanek nanohrapave površine, ki je obenem tudi odlično funkcionalizirana, smo se lotili osrednjega dela raziskav, to je interakcija sveže krvi s plazemsko obdelanimi PET materiali. Potrdili smo hipotezo o bistveni izboljšavi hemokompatibilnosti plazemsko obdelanih materialov, saj vodi takšna obdelava k zanemarljivi adheziji in aktivaciji krvnih trombocitov. Uspeli smo najti takšne parametre obdelave, pri katerih izrazita nanohrapavost in sočasna funkcionaliziranost vodita k preko reda velikosti manjši koncentraciji aktiviranih oblik trombocitov na površini PET polimera po inkubaciji s krvjo, ki je bila bogata s trombociti, rak je bistven dosežek. Zaradi bodoče uporabe v medicinski praksi smo se tudi lotili obsežnih preiskav staranja tako obdelanih materialov in ugotovili, da se materiali sicer starajo, vendar hitrost staranja ni tako velika, da bi pomenila resno pomanjkljivost nove tehnike. Rezultati raziskav so torej zanimivi za praktično uporabo v medicini, zato smo ključen inovativen pristop zaščitili s patentno prijavo.

ANG

The project was focused on gaseous plasma treatment of polymeric materials used for vascular grafts (artificial blood vessels). The main goal of the project was improved biocompatibility (and especially hemocompatibility) of polyethylene terephthalate (PET) polymeric materials. Vascular grafts made of PET polymers have successfully replaced large-diameter blood vessels, but the long-term performance of small-diameter (< 6 mm) vascular grafts has been still disappointing. The main problem was insufficient biocompatibility of polymer surface with blood, which causes complications after implantation; such as thrombosis or restenosis. These complications immediately lead to an additional surgical procedure, which was expensive and unpleasant if not dangerous for the patient. In order to improve the biocompatibility of said materials we treated them with gaseous plasma at various conditions. First, different discharges for plasma generation were studied in order to find the most suitable one. Then, surface effects caused by plasma treatment have been elaborated. The major part of research was devoted to interaction between platelet – rich blood and plasma modified surface. Optimal treatment parameters were determined and the major result was dramatic suppression of platelet activation. The number of well – activated blood platelets after incubation with fresh blood on optimally treated materials was well over an order of magnitude lower than on untreated samples. The ageing effects were studied in details and found not critical. The improved biocompatibility was explained by increased surface nano-roughness and saturation of plasma treated polymer surfaces with polar functional groups. Since the results are useful and innovative an international patent application has been filed.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

Ob tesnem sodelovanju vseh slovenskih partnerjev v projektu in Univerze Du Maine, Le Mans, Francija ter Univerze Tomaš Bata, Zlin, Češka, smo raziskovali primerne razelektritve za obdelavo umetnih žil izdelanih iz polietilenteraftalata in politetrafluoretilena. Uporabili smo 3 vrste plinskih razelektritev v kisiku in dušiku: brezelektrodno RF razelektritev z močjo med 20 in 250W, klasično kapacitivno razelektritev z asimetričnima elektrodama z močjo med 40 in 120W ter mikrovalovno surfatronsko razelektritev z močjo med 30 in 300W. Ugotovili smo, da so žile, izdelane iz polietilenteraftalata, izredno občutljive na oksidacijo z plazemskimi radikali, saj že kratkotrajna obdelava s plazmo, ki jo kreiramo z brezelektrodno RF razelektritvijo ali mikrovalovno razelektritvijo povzroči degradacijo materiala. Primernejša je plazma v asimetrični kapacitivni razelektritvi, ki pa ima to pomanjkljivost, da jo je težko generirati znotraj ozkih cevi (umetne žile imajo premer reda 1 cm). Zagati smo se izognili z uporabo plinske porazelektritve, kjer so termični efekti bistveno manj izraziti, koncentracija kemijsko aktivnih radikalov pa je še vedno zadostna. Tako smo uspeli pripraviti tako obdelano površino, ki je primerna za študijo adsorpcije proteinov iz krvne plazme. Plazemsko obdelan material smo karakterizirali z Rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo, mikroskopijo na atomsko silo in vrstično elektronsko mikroskopijo. Spremembe površinske energije smo določali preko merjenja kontaktnega kota kapljev. Vzorce smo obdelovali tako s kisikovo kot tudi dušikovo plazmo in izmerili različne stopnje funkcionalizacije v odvisnosti od razelektritvenih parametrov. Pri funkcionalizaciji z dušikovo plazmo smo vselej opazili tudi povečano prisotnost s kisikom bogatih skupin, kar smo tolmačili z vplivom residualne atmosfere (predvsem vodne

pare) v naših vakuumskih razelektritvenih reaktorjih. Po uspešni optimizaciji razelektritvenih parametrov in preliminarne preiskavi površin plazemsko obdelanih materialov, ki se uporabljajo za umetne žile, smo se lotili sistematičnih raziskav analize kemijske sestave in strukture modificiranih površinskih plasti, morfologije ter omočljivosti in stabilnosti plazemsko obdelanih materialov. Prav tako smo v sodelovanju z Zavodom za transfuzijo v Ljubljani opravili teste adhezije endotelijskih celic in trombocitov. Preliminarne raziskave adhezije endotelijskih celic in trombocitov so pokazale na izredno močan vpliv plazemske obdelave na biokompatibilnost polietilenteraftalata. Izvedli smo sistematične meritve aktivacije trombocitov, ki kažejo na zmanjšanje aktivnih oblik trombocitov na plazemsko obdelanih materialih tudi za več velikostnih redov. V sodelovanju z našimi partnerji iz Instituta Rudjer Bošković iz Zagreba smo opravili sistematične raziskave proliferacije endotelijskih celic na površinah materialov za umetne žile, ki smo jih predhodno funkcionalizirali s kratkotrajno obdelavo z nizkotlačno plazmo oziroma porazelektritvijo. Za določanje viabilnosti celic smo uporabili klasično biološko metodo MTS test. Vitalne celice reducirajo MTS tetrazolium v formazan, katerega relativno koncentracijo smo potem določili prek meritev absorpcije vidne svetlobe pri valovni dolžini 490 nm. Ugotovili smo bistvene razlike v obnašanju celic glede na vrsto predhodne plazemske obdelave. Za najbolj biokompatibilno obdelavo se je izkazala funkcionalizacija s polarnimi skupinami, s čimer smo potrdili prvotno hipotezo. Prav tako smo se lotili sistematičnih raziskav obnašanja krvnih trombocitov, pri čemer smo za raziskave aktivacije trombocitov, ki vodi k modifikaciji fibrinogena iz človeške krvi v fibrinska vlakna, uporabili konfokalno optično mikroskopijo, vrstično elektronsko mikroskopijo in mikroskopijo na atomsko silo. Tudi v tem primeru smo potrdili hipotezo, po kateri se trombociti najmanj aktivirajo na površinah bogatih s polarnimi funkcionalnimi skupinami, ki jih ustavimo z obdelavo z reaktivnimi kisikovimi delci pri nizkem tlaku. Na prvi pogled nenavadno dejstvo, da je adhezivnost trombocitov zmanjšana na močno hidrofilnih površinah, ki sicer slovijo po dobri adhezivnosti prevlek, smo tolmačili s konformacijo krvnih proteinov na površinah obdelovancev. Ugotovili smo, da prav reorientacija proteinov bistveno vpliva na hemokompatibilnost umetnih žil. Vezava krvnih proteinov na plazemsko obdelave polimere je bila tudi tema doktorske disertacije, ki jo je jeseni 2011 uspešno zagovorila naša doktorandka Tjaša Vrlinič. Lotili smo se tudi vpliva staranja termodinamsko neravnovesnega stanja površin na proliferacijo endotelijskih celic in trombocitov, in ugotovili, da funkcionalne površine sicer postopoma spontano razpadajo, obenem pa se delno stabilizirajo prav zaradi adsorpcije krvnih proteinov.

Izredno zanimive rezultate smo dobili predvsem pri sistematičnih raziskavah staranja plazemsko obdelanih materialov za umetne žile. Za specifični primer polietilenteraftalata, ki se največ uporablja v klinični praksi, smo sistematično premerili časovno spreminjanje površinske omočljivosti. Z metodo XPS smo določili razpadanje s kisikom bogatih polarnih funkcionalnih skupin, z metodo AFM pa smo se lotili obsežnih raziskav sprememb površinske morfologije. Posebej slednje raziskave so pokazale izredno zanimive rezultate. Ugotovili smo, da se površinska hrapavost, ki je posledica obdelave z neravnovesno hladno plazmo, počasi manjša. Pojav je sistematičen, saj praktično ni odvisen od začetnih parametrov obdelave. Po enem mesecu se hrapavost zmanjša za okoli 20%, kar je nepričakovano visoka vrednost. Osnovni zakon termodinamike sicer napoveduje postopno relaksacijo neravnovesnih stanj, vendar pa tako močnega efekta pri sobni temperaturi nismo pričakovali. V ravnovesju vsak material teži k minimizaciji površinske energije, vendar je proces v praksi izredno dolgotrajen, za mnoge materiale krepko več kot eno leto.

Rezultati zgoraj opisanih raziskav predstavljajo dobro osnovo za razvoj postopka za izboljšavo hemokompatibilnosti komercialnih umetnih žil, izdelanih iz PET polimera.

## 5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>

Zastavljeni cilji so bili v celoti realizirani. Eksperimentalno smo določili doze najpomembnejših

plazemskih radikalov, ki so potrebne za doseg željeno funkcionalizacije površine polietilenteftalata in politetrafluoretilena. Stopnjo reaktivnosti plazme smo določili posredno preko merjenj intenzitete sevanja plazme z optično emisijsko spektroskopijo. Te raziskave smo opravili v tesnem sodelovanju z Institutom za fiziko iz Zagreba. Ugotovili smo, da nastopi optimalna funkcionaliziranost površine sočasno s pojavom vrhov, ki ustrezajo sevalnim prehodom radikalov CO v optičnem delu spektra. Obenem se povečajo vrhovi, ki ustrezajo prehodom nevtralnih vodikovih atomov (kot posledica disociacije vmolekul vodne pare) iz drugega v prvo enoelektronsko vzbujeno stanje. Pri polietilenteftalatu smo opazili močno spremembo morfologije površine, kar smo tolmačili s postopnim jedkanjem materiala pod vplivom kisikovih radikalov. Razvili smo hipotezo, po kateri je za nastanek površine z izredno bogato morfologijo bistvenega pomena semikristaliničnost polimernega materiala. Zaradi drobnih razlik v strukturi po sestavi sicer identičnega materiala nevtralni reaktivni kisikovi delci močneje reagirajo z amorfno kot kristalinično fazo. Posledica teh sicer majhnih razlik je nehomogenost jedkanja, kar po prejeti dozi radikalov vodi k nanostrukturiranosti prvotno domala idelano gladkega materiala. Prav ta hrupavost na nanoskopskem nivoju je odločilna za bistveno zmanjšanje aktivacije krvnih trombocitov na površini plazemsko obdelanih materialov. Trombociti v razširjenih oblikah imajo namreč značilno lateralno dimenzijo preko 10 mikrometrov, torej preko 2 reda velikosti več kot je značilna razdalja med dvema sosednjima vrhovoma naše nanohrapave površine. Trombociti imajo zaradi tega zanemarljivo majhne stik s površino umetne žile, narejene iz PET polimera, kar po naši hipotezi ne zadošča za aktivacijo faktorjev, ki sicer vodijo k morfološkim in drugim spremembam krvnih trombocitov ob stiku s polimernimi materiali.

V okviru projekta smo opravili časovno zamudne raziskave, pri čemer smo se soočili tudi z omejenimi eksperimentalnimi možnostmi. Predvsem smo imeli na voljo omejene količine človeške krvi oziroma krvnih nadomestkov. Posebej zamudne so bile raziskave vpliva staranja vzorcev, vendar smo s pravočasno načrtanimi aktivnostmi uspeli opraviti tudi te eksperimente v predvidenem roku.

Bistven rezultat projekta je potrditev prvotne hipoteze, po kateri je mogoče s primerno plazemsko obdelavo površin omogočiti hkratno minimizacijo aktivacije trombocitov in domala optimalne pogoje za rast endotelija.

## 6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Ni bilo omembe vrednih sprememb.

## 7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

| Znanstveni dosežek |              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                 | COBISS ID    | 26380583                                                                                                                                                                                                                                                          | Vir: COBISS.SI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                    | Naslov       | SLO                                                                                                                                                                                                                                                               | Staranje plazemsko obdelanih površin in njegov vpliv na adhezijo in aktivacijo trombocitov                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                    |              | ANG                                                                                                                                                                                                                                                               | Ageing of plasma treated surfaces and their effects on platelet adhesion and activation                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                    | Opis         | SLO                                                                                                                                                                                                                                                               | V tej zelo ugledni reviji s področja inženiringa površin smo razčlenili bistvene dejavnike, ki vplivajo na staranje plazemsko obdelanih površin materialov za umetne žile. Poročali smo o sistematičnih raziskavah adhezije in aktivacije krvnih trombocitov in potegnili ključne korelacije med stanjem površine in njeno hemokompatibilnostjo. |
|                    |              | ANG                                                                                                                                                                                                                                                               | Key phenomena governing aging of polymer surfaces have been addressed in this paper published in a highly reputable journal in the field of surface engineering. We reported systematic research on adhesion and activation of blood platelets and drew correlations between surface properties and material hemo-compatibility.                 |
|                    | Objavljeno v | Elsevier Sequoia; Surface & coatings technology; 2012; Vol. 213; str. 98-104; Impact Factor: 1.867; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.183; A': 1; WoS: QG, UB; Avtorji / Authors: Modic Martina, Junkar Ita, Vesel Alenka, Mozetič Miran |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                    | Tipologija   | 1.01 Izvirni znanstveni članek                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |              |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |
|----|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 2. | COBISS ID    |            | 25220903                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vir: COBISS.SI                 |
|    | Naslov       | SLO        | Biokompatibilnost polistirenskih podlag, ki so obdelane s kisikovo plazmo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |
|    |              | ANG        | Biocompatibility of oxygen-plasma treated polystyrene substrates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |
|    | Opis         | SLO        | Polistirenske podlage smo predhodno obdelali s kisikovo plazmo in potem raziskovali proliferacijo endotelijskih celic. Ugotovili smo bistveno izboljšanje v primerjavi z neobdelanimi podlagami in to predvsem v z ačetni stopnji razraščanja, kar dokazuje bistveno izboljšanje biokompatibilnosti.                                                                                                                                            |                                |
|    |              | ANG        | Polystyrene samples were pre-treated by oxygen plasma and proliferation of human endothelial cells was studied. We found significant improvement of cell proliferation at the initial stage indicating improved biocompatibility.                                                                                                                                                                                                               |                                |
|    | Objavljeno v |            | EDP Science; Proceedigs of the CIP 2011, 18th International Colloquium on Plasma Processes, July 5-8, 2011, Nantes, France; EPJ; 2011; Vol. 56, no. 2; str. 24024-1-24024-4; Impact Factor: 0.771; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.516; WoS: UB; Avtorji / Authors: Vesel Alenka, Mozetič Miran, Jaganjac Morana, Milković Lidija, Cipak Gasparović Ana, Žarković Neven                                              |                                |
|    |              | Tipologija |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| 3. | COBISS ID    |            | 25008423                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vir: COBISS.SI                 |
|    | Naslov       | SLO        | Hemokompatibilnost polietilentefertalatnih podlag obdelanih z reaktivno plazmo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |
|    |              | ANG        | Hemocompatible poly(ethylene terephthalate) polymer modified via reactive plasma treatment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |
|    | Opis         | SLO        | Poročali smo o močnem izboljšanju hemokompatibilnosti polietilentefertalatnih podlag, ki smo jih predhodno obdelali s plazmo kisika in dušika. Ugotovili smo, da funkcionalizacija polimera s polarnimi funkcionalnimi skupinami vodi k bistvenemu zmanjšanju adhezije trombocitov, kar smo tolmačili z reorientacijo na površino adsorbiranih proteinov.                                                                                       |                                |
|    |              | ANG        | Improved hemocompatibility of poly(ethylene terephthalate) polymer used for vascular grafts have been reported. The substrates were exposed to oxygen or nitrogen plasma and the adhesion of blood platelets was studied. A dramatic decrease of blood platelets concentration was found on surfaces functionallized with polar groups and explained by reorientation of blood proteins on the substrate surface.                               |                                |
|    | Objavljeno v |            | Physical Society of Japan; Proceedings of the 7th International Conference on Reactive Plasmas, 28th Symposium on Plasma Processing, 63rd Gaseous Electronics Conference, Paris, 4-8 October 2010; Japanese journal of applied physics; 2011; Vol. 50, no. 8; str. 08JF02-1-08JF02-5; Impact Factor: 1.058; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.516; WoS: UB; Avtorji / Authors: Cvelbar Uroš, Junkar Ita, Modic Martina |                                |
|    |              | Tipologija |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| 4. | COBISS ID    |            | 26380071                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vir: COBISS.SI                 |
|    | Naslov       | SLO        | Neadhezivnost specifičnih nevrodegenerativnih proteinov na novih nanostrukturiranih PNIPAM površinah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |
|    |              | ANG        | Non-adhesive behavior of new nanostructured PNIPAM surfaces towards specific neurodegenerative proteins                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |
|    | Opis         | SLO        | Članek, ki je bil objavljen v ugledni reviji s področja molekularne biologije, obravnava adhezivnost krvnih in cerebrospinalnih proteinov na površinah plazemsko obdelanih polimerov. Opisujemo razvoj nanostrukturirane                                                                                                                                                                                                                        |                                |

|    |              |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |
|----|--------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |              |     | PNIPAM površine, ki dramatično zmanjša adhezivnost teh proteinov.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |
|    |              | ANG | This paper published in a prominent journal in the field of molecular biology addresses adhesion of blood and cerebrospinal proteins on plasma treated polymer surfaces. We invented a novel nanostructured PNIPAM coating which practically prevents surface adhesion of these proteins.                                                                                                                                                                         |                |
|    | Objavljeno v |     | Wiley-VCH; Macromolecular bioscience; 2012; Vol. 12, issue 10; str. 1354-1363; Impact Factor: 3.886;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: CQ, QE, UY; Avtorji / Authors: Vrlinič Tjaša, Mozetič Miran                                                                                                                                                                                                                       |                |
|    | Tipologija   |     | 1.01 Izvirni znanstveni članek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
| 5. | COBISS ID    |     | 22830631                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vir: COBISS.SI |
|    | Naslov       | SLO | Vpliv kisikove in dušikove plazme na PET polimere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |
|    |              | ANG | Influence of oxygen and nitrogen plasma treatment on polyethylene terephthalate (PET) polymers                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
|    | Opis         | SLO | V tem klasičnem prispevku v reviji s področja vakuumске znanosti in tehnologij smo z različnimi tehnikami raziskali funkcionalizacijo PET vzorcev, iz katerih so izdelane umetne žile. Pokazali in razložili smo pojav različnih funkcionalnih skupin, ki omogočajo selektivno adsorpcijo sestavin krvne plazme na umetne žile.                                                                                                                                   |                |
|    |              | ANG | In this classical journal in the field of vacuum science and technology we described original results on treatment of PET polymer with both oxygen and nitrogen plasma. We explained the role of each plasma radicals and enlightened the observed increase of oxygen functional groups on nitrogen plasma treated samples. The increase of these functional groups was attributed to dissociation of water vapor in our vacuum plasma reactor.                   |                |
|    | Objavljeno v |     | Pergamon Press; Proceedings of the 12th Joint Vacuum Conference, 10th European Vacuum Conference and 7th Annual Meeting of the German Vacuum Society (JVC-12/EVC-10/AMDVG-7), Balatonalmadi, Hungary, 22 - 26 September 2008; Vacuum; 2009; Vol. 84, no. 1; str. 83-85; Impact Factor: 0.975;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.034; WoS: PM, UB; Avtorji / Authors: Junkar Ita, Vesel Alenka, Cvelbar Uroš, Mozetič Miran, Strnad Simona |                |
|    | Tipologija   |     | 1.01 Izvirni znanstveni članek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |

## 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>z</sup>

|    |                            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |
|----|----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    | Družbeno-ekonomski dosežek |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |
| 1. | COBISS ID                  |     | 25338919                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Vir: COBISS.SI |
|    | Naslov                     | SLO | Modifikacija delikatnih organskih materialov z izrazito neravnovesno plinsko plazmo                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
|    |                            | ANG | Modification of delicate organic materials by treatment with extremely non-equilibrium gas                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |
|    | Opis                       | SLO | Vodja projekta je imel plenarno predavanje na konferenci, ki je potekala na prestižni indijski univerzi Mahatma Ghandi. Predstavil je funkcionalizacijo delikatnih organskih materialov (med drugim umetnih žil) s termodinamsko ekstremno neravnovesno plinsko plazmo in razložil mehanizme, ki vodijo k bistveni izboljšavi biokompatibilnosti tako obdelanih materialov. |                |
|    |                            | ANG | The project leader has been invited to give a plenary lecture at the conference organized by prestigious Indian University Mahatma Ghandi. Surface functionalization of delicate organic materials including vascular grafts has been presented and mechanisms that lead to substantial                                                                                     |                |

|    |              |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |              |                                                                                                                                              | improvement of treated materials biocompatibility have been explained.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | Šifra        | B.04                                                                                                                                         | Vabljen predavanje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | Objavljeno v | s. n.]; PPOMP-11; 2011; Str. 40-41; Avtorji / Authors: Mozetič Miran                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|    | Tipologija   | 1.10                                                                                                                                         | Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljen predavanje)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2. | COBISS ID    | 24787239                                                                                                                                     | Vir: COBISS.SI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    | Naslov       | SLO                                                                                                                                          | Uporaba kisikove plazme za obdelavo biomedicinskih materialov                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|    |              | ANG                                                                                                                                          | Application of non-equilibrium oxygen plasma for treatment of biomedical materials                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | Opis         | SLO                                                                                                                                          | Projektni vodja je imel na eni največjih japonskih univerz vrsto predavanj za podiplomske študente na smeri nanoznanosti, v katerih je predstavil uporabo kisikove plazme za modifikacijo površinske morfologije in kemije, ki vodi k izboljšanju biokompatibilnosti polimernih materialov.                                                                            |
|    |              | ANG                                                                                                                                          | The project leader was hosted by one of the biggest Japanese universities. In a series of lectures for postgraduate students of nanosciences he presented applications of oxygen plasma for modification of surface morphology as well as chemistry that leads to improved biocompatibility of polymers.                                                               |
|    | Šifra        | B.05                                                                                                                                         | Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    | Objavljeno v | Nagoya University, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Faculty of Engineering; 2011; Avtorji / Authors: Mozetič Miran |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|    | Tipologija   | 3.14                                                                                                                                         | Predavanje na tuji univerzi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3. | COBISS ID    | 258659584                                                                                                                                    | Vir: COBISS.SI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    | Naslov       | SLO                                                                                                                                          | Razvoj novih antibioadhezivnih površin za specifične nevrodegenerativne reagentne                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    |              | ANG                                                                                                                                          | Development of new anti-bioadhesive surfaces for specific neurodegenerative agents                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | Opis         | SLO                                                                                                                                          | Vodja projekta je bil mentor študentki, ki je opravila dvojni doktorat na MPS Jožefa Stefana in Univerzi du Maine v Le Mansu, Francija. V svojem delu je raziskala adhezijo krvnih proteinov na plazemsko modificiranih polimerih in ugotovili ključno vlogo površinskih funkcionalnih skupin pri mehanizmu adsorpcije.                                                |
|    |              | ANG                                                                                                                                          | The project leader was the supervisor of a PhD student who defended the thesis at Jozef Stefan International Postgraduate School in Ljubljana, Slovenia, and Universite du Maine, Le Mans, France. She elaborated adhesion of blood proteins on plasmamodified polymer surfaces and explained crucial influence of surface functional groups on adsorption mechanisms. |
|    | Šifra        | D.09                                                                                                                                         | Mentorstvo doktorandom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | Objavljeno v | [T. Vrlinič]; 2011; XVI, 154 str.; Avtorji / Authors: Vrlinič Tjaša                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|    | Tipologija   | 2.08                                                                                                                                         | Doktorska disertacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. | COBISS ID    | 23919655                                                                                                                                     | Vir: COBISS.SI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    | Naslov       | SLO                                                                                                                                          | Izboljšanje biokompatibilnosti polietilentereftelata s plazemskimi tehnikami                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|    |              | ANG                                                                                                                                          | Improvement of polyethylene terephthalate biocompatibility through plasma treatment techniques                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    | Opis         | SLO                                                                                                                                          | V vabljenem predavanju smo predstavili prednosti in slabosti plazemskih tehnologij za modifikacijo biokompatibilnosti umetnih žil iz PET polimera. Predstavili smo izvirne študije, ki smo jih opravili ob tesnem sodelovanju z                                                                                                                                        |

|              |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                                                     | Zavodom za transfuzijo.                                                                                                                                                                                                                                                            |
|              | ANG                                                                                                                                                                                                                                 | Advantages as well as drawbacks of plasma technologies for improved biocompatibility of vascular grafts made from PET were presented. The corresponding research was performed in close collaboration with the National blood transfusion centre.                                  |
| Šifra        | B.04                                                                                                                                                                                                                                | Vabljen predavanje                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Objavljeno v | Center for Experimental Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering; Proceedings; 2010; Str. 53-54; Avtorji / Authors: Junkar Ita, Cvelbar Uroš, Mozetič Miran, Šetina Barbara, Krašna Marjan, Domanovič Dragoslav, Lehocký Marián |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipologija   | 1.06                                                                                                                                                                                                                                | Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)                                                                                                                                                                                                                 |
| 5.           | COBISS ID                                                                                                                                                                                                                           | 22883879 Vir: COBISS.SI                                                                                                                                                                                                                                                            |
|              | Naslov                                                                                                                                                                                                                              | SLO Metoda obdelave bio-medicinskih polimernih protez za izboljšanje njihovih antitrombogenih lastnosti                                                                                                                                                                            |
|              | ANG                                                                                                                                                                                                                                 | Method for treatment of bio-medical prosthesis for improvement of anti-thrombogenic properties                                                                                                                                                                                     |
|              | Opis                                                                                                                                                                                                                                | SLO Obsežne raziskave v prvem letu projekta so pripeljale do izvirnega postopka za obdelavo umetnih žil, ki omogoča anti-trombogeno naravo implantatov. PCT patentna prijava je bila oddana in je v fazi ocenjevanja, ustrezni slovenski patent pa je podeljen.                    |
|              | ANG                                                                                                                                                                                                                                 | Extensive research performed in the first year of this project resulted in development of a procedure for treatment of vascular grafts in order to improve bio-compatibility. The PCT patent application has been filed and corresponding national patent was granted in Slovenia. |
| Šifra        | F.09                                                                                                                                                                                                                                | Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije                                                                                                                                                                                                                                 |
| Objavljeno v | Urad RS Slovenije za intelektualno lastnino; 2010; 16 str.; Avtorji / Authors: Junkar Ita, Mozetič Miran, Vesel Alenka, Cvelbar Uroš, Krašna Metka, Domanovič Dragoslav                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipologija   | 2.24                                                                                                                                                                                                                                | Patent                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

|  |
|--|
|  |
|--|

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>9</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Naši originalni rezultati na področju selektivne adsorpcije celic na plazemsko obdelanih polimernih materialih omogočajo nov pogled na zahtevno problematiko interakcije med različnimi celicami in polimernimi materiali. Trenutno je to v svetu vroča tema zaradi vse pogostejše obolenosti za kardiovaskularnimi boleznimi v sodobni družbi. Kljub temu, da so bile v različnih laboratorijih po svetu opravljene obsežne raziskave, te pojavi še vedno niso zadovoljivo pojasnjeni. Naši rezultati predstavljajo sicer majhen prispevek k svetovni znanosti, vendar pa originalnost pristopa omogoča obetavne rezultate, s kateri bi lahko pojasnili vsaj nekatera eksperimentalna opažanja in določili nekatere zakonitosti, ki vplivajo na adsorpcijo proteinov iz krvne plazme na umetne žile. Navedeni rezultati jasno kažejo, da je mogoče razviti postopke za minimiziranje aktivacije trombocitov na površini umetnih žil in s tem zmanjšali nevarnost za pojav tromboze. Poseben pomen imajo raziskave interakcije krvnih proteinov s površinami PET materialov, saj trenutno v svetu še ni splošno priznane teorije o načinu

interakcije. Obstajajo različne hipoteze, med drugim tudi naša, ki smo jo objavili v ugledni specializirani reviji *Macromolecular bioscience* (znanstveni dosežek pod zaporedno številko 4.) Prvi na svetu smo tudi poročali o vplivu staranja plazemsko obdelanih PET polimerov na hemokompatibilnost umetnih žil (dosežek 1). Revija *Surface and Coatings Technology*, v kateri je ta pojav razčlenjen do podrobnosti, je žal v letu 2011 izgubila oznako A". O znanstveni aktualnosti te izrazito interdisciplinarne tematike priča tudi veliko število vabljenih predavanj članov projektne skupine. Med družbeno relevantnimi dosežki smo navedli zgolj izbor.

ANG

The original results on modification of substrates for selective adsorption of cells open a new approach to understanding complex mechanisms involved in interaction between different cells and polymer materials. This is currently a hot topic due to increasing rate of cardiovascular diseases in modern societies. While numerous studies have been performed worldwide, the phenomena are still far from being well understood. Our contribution represents a small fragment but the originality of our approach is promising to explain at least some observations and indicate possible solutions in preventing adsorption of proteins on vascular grafts. The results may lead to development of methods for minimization of platelets activation on vascular grafts thus minimizing the risks of thrombosis. An important scientific impact is detailed study of interaction between blood proteins and surfaces of PET materials since there no a generally accepted theory is available. A handful of hypotheses have been proposed and the list includes our own published recently in respected specialized journal *Macromolecular Bioscience* (see scientific achievement #4). A key scientific result is also the first report worldwide on the reasons for ageing plasma treated materials which reflects in the loss of hemo-compatibility over a period of time. Detailed description and possible explanations for the ageing effects have been revealed in our paper published in a top journal in the field of surface engineering (see achievement #1). Worldwide recognition of our results is reflected also in a number of invited lectures given by members of the research team. A selection is given under socio-economic results.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Po informacijah, s katerimi razpolagamo, je v Republiki Sloveniji malo skupin, ki se ukvarjajo z raziskavami, ki vodijo k razvoju novih izdelkov ali storitev za biomedicinske aplikacije. Tovrstni izdelki in storitve se ponajbolj izredno visoko dodano vrednostjo. Aktivnosti v okviru tega projekta neposredno širijo raziskave na področju, ki je priroten v najrazvitejših državah, s čimer se slovenska znanost postavlja ob bok najbolj razvitim državam. Uspešna realizacija projekta bo omogočila slovenski industriji dostop v tržno nišo, ki jo odlikuje izredno visoka dodana vrednost.

ANG

To the best of our knowledge there are not many groups in Slovenia performing research that leads to development of new products or services for biomedical applications. Such products and services are characterized by high value added. The activities within this project enhance research in this field which is a priority in highest developed countries worldwide. These activities enable Slovenian partners to compete with groups in highest developed countries and open a niche which is characterized by extremely high value added.

## 11. 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        |                                                                |                                                                 |
| <b>F.01</b> | <b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b> |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                       | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                             | <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/> |

|             |                                                                     |                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>F.02</b> | <b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>                        |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text" value="V celoti"/>                           |
| <b>F.03</b> | <b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>          |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text" value="V celoti"/>                           |
| <b>F.04</b> | <b>Dvig tehnološke ravni</b>                                        |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text" value="V celoti"/>                           |
| <b>F.05</b> | <b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>            |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.06</b> | <b>Razvoj novega izdelka</b>                                        |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.07</b> | <b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>                              |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/> |
| <b>F.08</b> | <b>Razvoj in izdelava prototipa</b>                                 |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.09</b> | <b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>           |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                  | <input type="text" value="V celoti"/>                           |
| <b>F.10</b> | <b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b> |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                     | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                            | <input type="text"/>                                            |
|             |                                                                     |                                                                 |

|             |                                                                                          |                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.11</b> | <b>Razvoj nove storitve</b>                                                              |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.12</b> | <b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>                                                    |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.13</b> | <b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>           |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.14</b> | <b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b> |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.15</b> | <b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>                             |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.16</b> | <b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>                   |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.17</b> | <b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>                  |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text"/>                                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text"/>                                         |
| <b>F.18</b> | <b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>  |                                                              |
|             | Zastavljen cilj                                                                          | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
|             | Rezultat                                                                                 | <input type="text" value="Dosežen"/>                         |
|             | Uporaba rezultatov                                                                       | <input type="text" value="V celoti"/>                        |
| <b>F.19</b> | <b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>                        |                                                              |

|             |                                                                                            |                                                                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.20</b> | <b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>                                            |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.21</b> | <b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>                             |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.22</b> | <b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>                   |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/> |
| <b>F.23</b> | <b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>           |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.24</b> | <b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b> |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.25</b> | <b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>                               |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.26</b> | <b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>                     |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                                                         | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.27</b> | <b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>                      |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                                                            | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                                                   | <input type="text"/>                                            |
|             |                                                                                            |                                                                 |

|             |                                                           |                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.28</b> | <b>Priprava/organizacija razstave</b>                     |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.29</b> | <b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b> |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.30</b> | <b>Strokovna ocena stanja</b>                             |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text" value="Delno"/>                              |
| <b>F.31</b> | <b>Razvoj standardov</b>                                  |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.32</b> | <b>Mednarodni patent</b>                                  |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text" value="Dosežen bo v naslednjih 3 letih"/>    |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/> |
| <b>F.33</b> | <b>Patent v Sloveniji</b>                                 |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text" value="Dosežen"/>                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/> |
| <b>F.34</b> | <b>Svetovalna dejavnost</b>                               |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |
| <b>F.35</b> | <b>Drugo</b>                                              |                                                                 |
|             | Zastavljen cilj                                           | <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE    |
|             | Rezultat                                                  | <input type="text"/>                                            |
|             | Uporaba rezultatov                                        | <input type="text"/>                                            |

**Komentar**

---

|  |
|--|
|  |
|--|

**12. 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                      |  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| <b>G.01</b>  | <b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>                                         |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
| 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 type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |  |
| G.01.03.     | Drugo: <input type="text"/>                                                        | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
| <b>G.02</b>  | <b>Gospodarski razvoj</b>                                                          |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
| G.02.01      | Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu                                 | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
| G.02.02.     | Širitev obstoječih trgov                                                           | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input 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 checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input 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 checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input 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"/>            |  |
| <b>G.03</b>  | <b>Tehnološki razvoj</b>                                                           |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
| G.03.01.     | Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti                                       | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
| G.03.02.     | Tehnološko prestrukturiranje 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 checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |  |
| G.03.04.     | Drugo: <input type="text"/>                                                        | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
| <b>G.04</b>  | <b>Družbeni razvoj</b>                                                             |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
| G.04.01      | Dvig kvalitete življenja                                                           | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input 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="text"/>                                                        | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
| <b>G.05.</b> | <b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |  |
|              | <b>Varovanje okolja in trajnostni</b>                                              |                                  |                                  |                                  |                                  |  |

|              |                                                          |  |  |  |  |  |
|--------------|----------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| <b>G.06.</b> | <b>razvoj</b>                                            |  |  |  |  |  |
| <b>G.07</b>  | <b>Razvoj družbene infrastrukture</b>                    |  |  |  |  |  |
| G.07.01.     | Informacijsko-komunikacijska infrastruktura              |  |  |  |  |  |
| G.07.02.     | Prometna infrastruktura                                  |  |  |  |  |  |
| G.07.03.     | Energetska infrastruktura                                |  |  |  |  |  |
| G.07.04.     | Drugo:                                                   |  |  |  |  |  |
| <b>G.08.</b> | <b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b> |  |  |  |  |  |
| <b>G.09.</b> | <b>Drugo:</b>                                            |  |  |  |  |  |

**Komentar**

|  |
|--|
|  |
|--|

**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>**

|    |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
|----|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | Sofinancer                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
| 1. | Naziv                                                                    | BIA Separations d.o.o. Podjetje za separacijske tehnologije d.o.o.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
|    | Naslov                                                                   | Mirce 21, 5270 Ajdovščina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
|    | Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala: | 115.963,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | EUR   |
|    | Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:                               | 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | %     |
|    | Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Šifra |
|    |                                                                          | 1. Nova hipoteza o nanostrukturiranosti polimernih materialov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A.04  |
|    |                                                                          | 2. Inovativna metoda za izboljšanje biokompatibilnosti polimernih materialov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F.01  |
|    |                                                                          | 3. Podjetje je dobilo znanja o možnosti uporabe termodinamsko neravnevesnih plinov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | F.03  |
|    |                                                                          | 4. Okolju prijazna hidrofilizacija prvotno hidrofobnih materialov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | F.09  |
|    |                                                                          | 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
|    | Komentar                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
|    | Ocena                                                                    | Podjetje se je v okviru izvajanja tega programa spoznalo z možnostmi, ki jih nudi neravnovesna plinska plazma za modifikacijo površin materialov, ki jih uporablja v svoji proizvodnji. Gre za okolju prijazno alternativo klasičnim postopkom, ki temeljijo na uporabi okolju neprijaznih kemikalij, ki so pogosto tudi zdravju škodljiva. Tovrstne raziskave so izrednega pomena za nadaljni razvoj podjetja, kamor sodi osvajanje novih tržnih niš kakor tudi optimizacija tehnologij, ki jih uporabljamo pri izdelavi naših produktov. Raziskave modifikacije polimera PET, ki so vodile k bistvenem izboljšanju hemokompatibilnosti materialov za umetne žile, omogočajo načrtovanje razvojnih aktivnosti, ki bi lahko vodile k osvojitvi tržišča specialnih medicinskih izdelkov, ki se odlikujejo z izjemno visoko dodano vrednostjo. Pot do komercializacije znanja je še dolga, saj je potrebna tako analiza trga kot tudi eksperimenti na poskusnih živalih in kasneje predklinično testiranje, vendar rezultati raziskav, opravljenih v okviru tega projekta nudijo solidne osnove za kasnejšo nadgradnjo znanja in |       |

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  |  | morebitno komercializacijo. |
|--|--|-----------------------------|

#### 14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>

##### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

Nanostožci na plazemsko obdelanem materialu za umetne žile skupaj z visoko stopnjo funkcionaliziranosti s polarnimi funkcionalnimi skupinami povzročijo bistveno izboljšanje biokompatibilnosti komercialnih umetnih žil. Vir: Martina Modic, Ita Junkar, Alenka Vesel, Miran Mozetič, Aging of plasma treated surfaces and their effects on platelet adhesion and activation, Surface and Coatings Technology 213 (2012) 98-104.

##### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

|  |
|--|
|  |
|--|

### 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:*

Institut "Jožef Stefan"

Miran Mozetič

**ŽIG**

Kraj in datum: 

|           |           |
|-----------|-----------|
| Ljubljana | 24.2.2013 |
|-----------|-----------|

**Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/45**

<sup>1</sup> Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> 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](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>5</sup> 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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

<sup>7</sup> 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](#)

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> 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](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> 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](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (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](#)

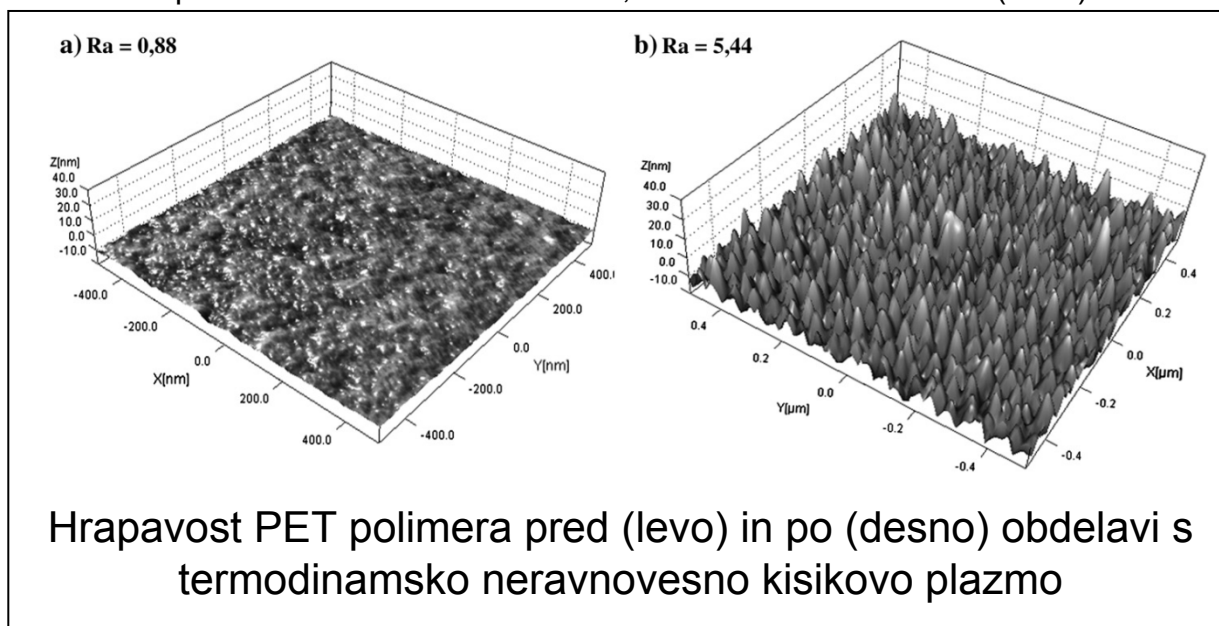
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

0A-AB-62-74-B1-CF-51-86-A0-EB-45-1E-83-7F-C8-9D-F6-E9-93-0F

# TEHNIKA

## Področje: 2.09 – Elektronske komponente

**Dosežek 1:** Nanostožci na plazemsko obdelanem materialu za umetne žile, Vir: M. Modic, I. Junkar, A. Vesel, M. Mozetič, Aging of plasma treated surfaces and their effects on platelet adhesion and activation, Surf. Coat. Technol. 213 (2012) 98-104



Komercialne umetne žile izkazujejo razmeroma slabo biokompatibilnost, kar se odraža z površinsko aktivacijo trombocitov in kopičenjem krvnih proteinov. To slabost smo odpravili z modifikacijo površine z uporabo močno neravnovesne plinske plazme, ki smo jo ustvarili v čistem kisiku. Že pri sobni temperaturi povzročajo reaktivni plazemski delci počasno jedkanje, ki je izredno selektivno glede na strukturo polimera. Amorfnna faza se jedka hitreje od kristalinične, zaradi česar se na površini prvotno gladkega polimera ustvarijo stožci, ki so gosto posejani, približno enakomerno porazdeljeni in značilne lateralne dimenzije pod 100 nm. Obenem se površina polimera aktivira s polarnimi funkcionalnimi skupinami, kar skupaj z nanohrapavostjo vodi k superhidrofilnosti prvotno zmerno hidrofobnega materiala. Tovrstna obdelava prepreči aktivacijo trombocitov na površini umetne žile, izdelane iz PET polimera, zaradi česar se bistveno zmanjša kopičenje krvnih proteinov in s tem poveča biokompatibilnost materiala. Sistematične preiskave staranja takšnega stanja površine, ki so opisane v tem znanstvenem članku, so pokazale, da so stožci dokaj stabilni, funkcionalne skupine pa spontano razpadajo. Zaradi hitre vezave zelo tanke plasti proteina se površina ob inkubaciji s krvjo stabilizira, zato je pojav staranja obvladljiv in postopek primeren za uporabo.